

Jahrbuch 2025

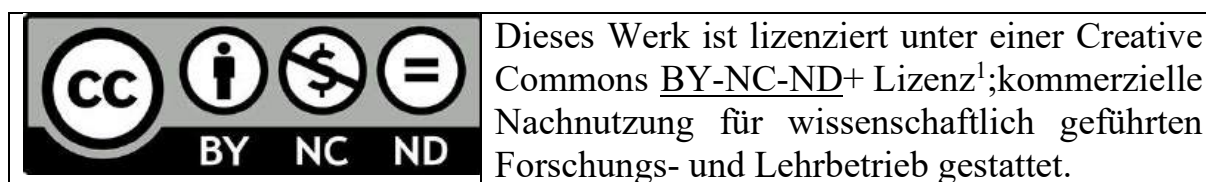
Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2025



Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG)
Fallersleber-Tor-Wall 16, 38100 Braunschweig
Postfach 3329, 38023 Braunschweig
Deutschland

Auf das vorliegende Buch kann online über die Webseiten der BWG auf <http://www.bwg-nds.de> oder direkt auf LeoPARD, dem institutionellen Repositorium der TU Braunschweig, <https://leopard.tu-braunschweig.de>, zugegriffen werden. Print-Exemplare sind über die BWG zum Preis von 35,00 € erhältlich.



© 2026 BWG, The Editors and The Authors (if applicable).

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Braunschweig: Technische Universität Braunschweig.
Druck: Papierflieger Verlag GmbH, Clausthal-Zellerfeld.

ISSN 0931-1734

ISBN 978-3-910750-24-1

DOI <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202512030911-0>

¹ <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	17
Organe der BWG seit Gründung	25

NEUJAHRSSITZUNG

25.01.2025 in Braunschweig	
<i>Reinhold Haux</i> : Wünsche, Begrüßung, Rückblick 2024 und Ausblick 2025	29
<i>Tim Fingscheidt, Patrick Blumenberg, Björn Möller</i> : Engineering of Hallucination in Generative AI: It's not a Bug, it's a Feature	39
<i>Ulrich Römer</i> : Schlusswort	55

PLENARVERSAMMLUNGEN

07.02.2025 in Braunschweig	
<i>Karl-Heinz Glaßmeier</i> : Darf unsere obere Atmosphäre zur Müllhalde werden?	57
07.03.2025 in Braunschweig	
<i>Cornelia Denz</i> : Quantentechnologien und deren Einsatz als Quantendetektoren zum Klimamonitoring	
09.05.2025 in Braunschweig	
Hauptsitzung mit Wahlen	
<i>Cord-Friedrich Berghahn</i> : Émile Zola – Der Dichter als Naturwissenschaftler und Ingenieur:	69
06.06.2025 in Braunschweig	
<i>Ulrike Fauerbach</i> : Mittelalterlicher Kran im Braunschweiger Dom	
<i>Michael Haist</i> : Nachhaltiges Bauen mit Beton – Ein Widerspruch	

04.07.2025 in Clausthal

Stefan Hartmann, Technische Universität Clausthal, Institut für Technische Mechanik, Klassenvorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften der BWG

Einführung 89

Heike Schenk-Mathes, Vizepräsidentin für Gleichstellung, Internationales und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses der Technischen Universität Clausthal

Begrüßung der Universitätsleitung im Rahmen der 250-Jahrfeier 91

Reinhold Haux, Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)

Grußworte 95

Benjamin Leiding, Institute for Software and Systems Engineering
Resiliente und Nachhaltige Nahrungsmittelversorgung

Andreas Potschka, Institut für Mathematik

Informationsgehalt von Daten maximieren durch optimale Versuchsplanung 97

Uwe Wolfram, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik
Thinking materials – Lessons from nature's treasure trove of high-performance materials 99

Frank Endres, Institut für Elektrochemie und Forschungsbrauerei der Technischen Universität Clausthal

Ein Brauverfahren zur Halbierung des Alkoholgehaltes von Bieren:
Das neue isotherme Hochtemperaturmaisungsverfahren 101

05.09.2025 in Braunschweig

Udo Nackenhorst: Biomechanik der Knochen

10.10.2025 in Hannover

Holger Blume: Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie für den technischen Fortschritt

07.11.2025 in Göttingen

Gemeinsame Sitzung mit der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen

Peter Burschel: Was ist kulturelles Übersetzen? Der Fall Al-Hasan bin Muhammad bin Ahmad al-Wazzan al-Fasi 103

Cord-Friedrich Berghahn: „Das Uebersetzen und gerade der Dichter ist vielmehr eine der notwendigsten Arbeiten in einer Literatur“: Sprache, Dichtung und Übersetzung bei Wilhelm von Humboldt
117

05.12.2025 in Braunschweig
Hauptsitzung mit Wahlen
Ulrich Menzel: Stehen wir am Beginn eines neuen imperialistischen Zeitalters?
129

KLASSENSITZUNGEN

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

07.02.2025 in Braunschweig
Volker Bach: Licht und Materie – und ihre mathematische Beschreibung
157

07.03.2025 in Braunschweig
Heike Bunjes: Pharmazeutische Nanotechnologie – Lösungsansätze für schwerlösliche Arzneistoffe

06.06.2025 in Braunschweig
Regularien

05.09.2025 in Braunschweig
Tim R. Glowka: Die postoperative Magenentleerungsstörung nach Pankreaskopfresektion – hat Nikotin einen Effekt? TransNiDeG, eine multizentrische, kontrollierte, randomisierte, doppelblinde Proof-of-concept-Studie
163

Klasse für Ingenieurwissenschaften

07.02.2025 in Braunschweig
Andreas Waag: The Nitride Technology Center NTC – Next Generation Microelectronics
171

07.03.2025 in Braunschweig
Michael Beer: Efficient complex systems reliability analysis

06.06.2025 in Braunschweig
Regularien

05.09.2025 in Braunschweig
Nils Goseberg: The role of nature-based solutions to European coastal protection

Klasse für Geisteswissenschaften

07.02.2025 in Braunschweig
Klaus Conermann: Symbola Heroica - Entwicklung der Devise in der europäischen Frühen Neuzeit 175

07.03.2025 in Braunschweig
Claus-Artur Scheier: Frege – Konstrukteur der Moderne. Zum 100. Todestag (26.07.1925). 213

06.06.2025 in Braunschweig
 Regularien

05.09.2025 in Braunschweig
Thomas Sonar, Institut für Partielle Differentialgleichungen, TU Braunschweig
 Astronomie im Mittelalter – Sacrobosco, Campanus und eine 700 Jahre alte Kriminalgeschichte 225

FESTVERANSTALTUNG

mit Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille am 25. April 2025

Carl Friedrich Gauß-Kolloquium „Modern Trends in Mechanics of Material“

Peter Wriggers, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Mitglied der BWG

Einführung in die Thematik und Moderation 239

Laura de Lorenzis, ETH Zürich, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Mitglied der BWG

Automated discovery of material models: from theoretical concepts to experimental validation

Udo Nackenhorst, Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, Mitglied der BWG

Model Order Reduction: A Paradigm in Computational Mechanics 241

Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille

Reinhold Haux, Präsident der BWG

Begrüßung 249

Bericht 263

Thorsten Kornblum, Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig

Grußwort der Stadt Braunschweig 255

Tina Cornelius-Krügel, Leiterin der Abteilung Hochschulen, Ministerium für Wissenschaft und Kultur

Grußwort 259

Stefan Hartmann, Technische Universität Clausthal, Institut für Technische Mechanik, Klassenvorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften der BWG

Laudatio zur Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille 2025 an Prof. Dr. François M. Hild, National Center for Scientific Research (CNRS), Laboratory of Mechanics Paris-Saclay (LMPS), École normale supérieure Paris-Saclay 273

François M. Hild, National Center for Scientific Research (CNRS), Laboratory of Mechanics Paris-Saclay (LMPS), École normale supérieure Paris-Saclay

Festvortrag: Eikology: On the Quantitative Use of Images in Solid Mechanics 281

Lebenslauf des Preisträgers 291

Urkunde des Preisträgers 295

SYMPOSIEN UND KOLLOQUIEN

18.06.2025 **21. Bioethik-Symposium „Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“**

Haus der Wissenschaft, Pockelsstraße 11
Raum Veolia/Weitblick, Braunschweig
14.00 bis 18.00 Uhr

Programm	297
<i>Reinhold Haux</i> , Präsident der BWG Begrüßung	299
<i>Christel Müller-Goymann</i> , BWG Einführung	301
<i>Thomas Sitte</i> , Deutsche PalliativStiftung Terra incognita Hospiz- und Palliativversorgung	303
<i>Tim R. Glowka</i> , Städtisches Klinikum Braunschweig Begleitung am Lebensende – Palliativmedizin in der Klinik	313
<i>Torsten Verrel</i> , Universität Bonn Palliativmediziner – immer mit einem Bein im Gefängnis?	319
<i>Lea Chilian</i> , Universität Zürich Ethik in Palliative Care: Zum Umgang mit existentiellm Leid im Spannungsfeld von Autonomie und Fürsorge	331
<i>Stefan Heuser</i> , Technische Universität Braunschweig Schlusswort	

KOMMISSIONEN UND QUERSCHNITTSBEREICHE

Kommission Bioethik

23.01.2025 17.30 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 30.06.2025 17.30 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 02.10.2025 17.30 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig

<i>Christel Müller-Goymann</i> , BWG Bericht aus der BWG-Kommission Bioethik	341

Kommission Gauß-Jahr 2027

03.01.2025 im BWG-Haus in Braunschweig

27.01.2025 Treffen des Koordinationsgremiums im Haus der Wissenschaft

18.08.2025 Treffen des Koordinationsgremiums im Haus der Wissenschaft

Volker Bach, Institut für Analysis und Algebra, TU Braunschweig

Bericht aus der BWG-Kommission Gaußjahr 2027 343

Kommission Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide

Zahlreiche dezentrale und projektorientierte Treffen mit unterschiedlichen Akteuren.

Cord-Friedrich Berghahn, Institut für Germanistik, Abt. Neuere Deutsche Literatur, TU Braunschweig

Bericht aus der BWG-Kommission Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide 345

Kommission Niedersächsische Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation (NFTLT)

29.04.2025 15.00 Uhr Konstituierende Sitzung
im BWG-Haus in Braunschweig

19.05.2025 15.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig

Harald Budelmann, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig

Bericht aus der BWG-Kommission Niedersächsische Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation (NFTLT) 347

Kommission SYnENZ

09.01.2025 im BWG-Haus in Braunschweig
 08.05.2025 im BWG-Haus in Braunschweig
 10.07.2025 virtuell
 24.09.2025 Sommerworkshop

Jochen Steil, Institut für Robotik und Prozessinformatik
 der TU Braunschweig

Bericht aus der BWG-Kommission Synergie und Intelligenz 351

Kommission Wissenschaftskarrieren

20.01.2025 14.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 17.03.2025 14.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 12.05.2025 14.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 14.07.2025 12.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 08.09.2025 12.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig
 17.11.2025 10.00 Uhr im BWG-Haus in Braunschweig

Karl-Heinz Glaßmeier, Institut für Geophysik und extraterrestrische
 Physik, TU Braunschweig

Bericht aus der BWG-Kommission Wissenschaftskarrieren 355

Querschnittsbereich RECOLLECT

06.02.2025 im BWG-Haus in Braunschweig
 11.09.2025 im Naturhistorischen Museum Braunschweig (Arbeitsgruppe)
 23.09.2025 im Niedersächs. Landesarchiv Abt. Wolfenbüttel (Arbeitsgruppe)
 15.10.2025 im BWG-Haus Braunschweig

Nicole C. Karafyllis, Institut für Philosophie der TU Braunschweig

Bericht aus dem BWG-Querschnittsbereich zur
 Sammlungsforschung RECOLLECT 357

JUNGE BWG

14.02.2025 10.00-13.00 Uhr Mitgliederversammlung in Hannover
 09.05.2025 10.00-13.00 Uhr Mitgliederversammlung in Braunschweig
 18.07.2025 10.00-13.00 Uhr Mitgliederversammlung in Braunschweig

07.11.2025 10.00-13.00 Uhr Mitgliederversammlung in Braunschweig

Inka Mai, Friederike Hendriks, Felix Kaspar und Hannes Müller-Thomy: Bericht zu den Aktivitäten 2025 der „Jungen BWG“ 361

ÖFFENTLICHE VORTRÄGE UND VERANSTALTUNGEN DER BWG

03.04.2025 Gemeinsame Vortragsveranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und der Technischen Universität Braunschweig

Aula der TU Braunschweig
Haus der Wissenschaft
Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig
18.30 Uhr

Programm 365

Ina Schaefer, Leiterin des Instituts für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL), KIT – Karlsruher Institut für Technologie
Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht ...

Akademie-Vorlesungen „Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben“

Gemeinsame Veranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und dem Kulturinstitut der Stadt Braunschweig

Programm und Zusammenfassung 367

23.04.2025 *Marcus Magnor*, Technische Universität Braunschweig, Institut für Computergraphik, Mitglied der BWG
Über Künstliche Intelligenz und Natürliche Dummheit

14.05.2025 *Christoph Meyns*, Evangelisch-lutherische Landeskirche in Braunschweig
Leben in der Verantwortung vor Gott Ein theologischer Blick auf gesellschaftliche Transformationsprozesse 371

04.06.2025	(ausgefallen) <i>Manfred Krafczyk</i> , Technische Universität Braunschweig, Hauptamtlicher Vizepräsident für Digitalisierung und Nachhaltigkeit, Mitglied der BWG Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Antipoden oder Synergiepartner?	
17.09.2025	<i>Elisabeth Endres</i> , Technische Universität Braunschweig, Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur Low Tech als Inkubator einfachen Bauens	
15.10.2025	<i>Hannes Müller-Thomy</i> , Technische Universität Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Mitglied der Jungen BWG Klimawandel und Niederschlag: Was braut sich da zusammen?	383
26.11.2025	<i>Michael Marscholke</i> , Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover, Mitglied der BWG Wie verändert sich die Gesundheitsversorgung durch Digitalisierung und Künstliche Intelligenz?	
10.12.2025	<i>Stefan Heuser</i> , Technische Universität Braunschweig, Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik Wie wollen wir als Menschen leben?	391
28.10. und 29.10.2025	Veranstaltungen im Wissenschaftsschaufenster „Frag die BWG!“ Waisenhausdamm 8, 38100 Braunschweig Programm	407
28.08., 04.09., 25.09. und 09.10.2025	Vortragsreihe im phäno „Galaktische Entdeckungen“ Science Center phäno Wissenschaftstheater, Willy-Brandt-Platz 1, 38440 Wolfsburg Gemeinsame Veranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen und dem phäno, Wolfsburg Programm	411

28.08.2025	<i>Stefan Dreizler</i> , Universität Göttingen Planeten außerhalb unseres Sonnensystems: Gibt es einen Plan(et) B?	
04.09.2025	<i>Petra Mischnick</i> , Technische Universität Braunschweig Astrochemie - auf der Suche nach den Bausteinen des Lebens	415
25.09.2025	<i>Karl-Heinz Glaßmeier</i> , Technische Universität Braunschweig Die faszinierende Welt der Magnetosphären	431
09.10.2025	<i>Joachim Reitner</i> , Universität Göttingen Das Schneeball-Erde-Paradox	447

GEMEINSAMES SOMMERFEST der BWG und der Jungen BWG

mit **Festkolloquium anlässlich des 90. Geburtstages
von Prof. Dr. Dr.h.c. Joachim Klein** in den Räumen der BWG am 22.08.2025

<i>Reinhold Haux</i> , Präsident der BWG Begrüßung	459

<i>Janina Bahnemann</i> , Universität Augsburg, Mitglied der BWG <i>Björn Krenz</i> , Leibniz-Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH <i>Friederike Hendriks</i> , Technische Universität Braunschweig Ein wissenschaftliches Lebenswerk im Spiegel der Zeit: Ein Gespräch mit Prof. Dr. Joachim Klein anlässlich seines 90. Geburtstags	463

<i>Claus-Artur Scheier</i> , Mitglied der BWG Schlusswort	469

EXKURSIONEN

Exkursion Was fliegt denn da? Ein vogelkundlicher Tagesausflug zu Kranich, Weißstorch und mehr am 17. Mai 2025

<i>Ulrich Reimers</i> , Mitglied der BWG Vogelkundliche Exkursion in den Norden des Braunschweiger Hügellandes	473

Geologische Exkursion in die Rhön vom 19. bis 20. Juli 2025

Joachim Reitner und Gerhard Wörner, Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen 477

MÜNZPATENSCHAFT IM HERZOG ANTON ULRICH-MUSEUM

Klaus Alpers zum 90. Geburtstag

Nicole Karafyllis 515

PREISVERLEIHUNGEN

Verleihung des Braunschweiger Bürgerpreises für herausragende studentische Leistungen am 6. Dezember 2025

Programm 517

ABHANDLUNGEN

Cord Meckseper

Das Ganze und seine Teile 519

Ulrich Menzel

Braunschweig und die verzögerte Gründung des Landes Niedersachsen. Von der Vorabstimmung über die Brüningschen Denkschriften und den Gau Ostfalen bis zur Selbstauflösung des Landtags 543

MITTEILUNGEN

Veröffentlichungen und geschäftliche Mitteilungen 567

PERSONALIA

Todesfälle 569

Nachrufe 571

Zuwahlen 583

Inhaber der Carl Friedrich Gauß-Medaille 585

Vorwort

Im Jahr 2025 konnte die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG) ihre üblichen Veranstaltungen mit Vorträgen in den Plenarversammlungen, Klassensitzungen und Sitzungen der Jungen BWG in Präsenz durchführen und zugleich durch die vorhandenen technischen Einrichtungen in der Geschäftsstelle der BWG eine Online-Teilnahme für die Mitglieder ermöglichen, die aus unterschiedlichen Gründen nicht persönlich an den Veranstaltungen teilnehmen konnten. Für einen wissenschaftlichen interdisziplinären Austausch unter den BWG-Mitgliedern der verschiedenen Klassen ist die persönliche Anwesenheit bei den Veranstaltungen sehr wertvoll und fast unersetzlich. Bedanken möchte sich die BWG beim Sekretariat, insbesondere bei Frau Rotermund, für die sehr sorgfältige Formatierung der Beiträge und die komplette Zusammenstellung des Jahrbuchs 2025.

Zum traditionellen Neujahrsempfang der BWG am 25. Januar 2025, verbunden mit dem Neujahrsempfang im Haus der BWG, hielt Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt, Technische Universität Braunschweig, einen Vortrag mit dem Titel „Engineering der Halluzination in der generativen KI: It’s not a Bug, it’s a Feature“. Das Thema Künstliche Intelligenz (KI) wird uns in Zukunft in fast allen Bereichen beschäftigen und erfordert eine sorgfältige Bewertung der Folgen.

Am 3. April 2025 fand eine gemeinsame Vortragsveranstaltung von BWG und Technischer Universität Braunschweig in der Aula der Technischen Universität Braunschweig statt, bei der Frau Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer, Professorin für Software Engineering am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), einen Vortrag hielt mit dem Thema „Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht...“.

Am 25. April 2025 fanden die Jahresversammlung der BWG mit Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille sowie ein Carl Friedrich Gauß-Kolloquium statt mit dem Thema „Modern Trend in Mechanics of Materials“. Das Kolloquium unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Peter Wriggers, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, der auch in die Thematik einführte, beinhaltete drei Beiträge:

- Prof. Dr.-Ing. Stefan Hartmann „Experiment, Modeling, and Simulation in Solid Mechanics: From Material Parameters to Validation“, Technische Universität Clausthal, Institut für Technische Mechanik

- Frau Prof. Dr. Laura de Lorenzis: „Automated discovery of material models: from theoretical concepts to experimental validation“, Eidgenössische Hochschule Zürich (ETH) am Institute for Mechanical Systems.
- Prof. Dr.-Ing. Udo Nackenhorst: „Model Order Reduction: A Paradigm in Computational Mechanics“, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik

Die Carl Friedrich Gauß-Medaille wurde nach der Begrüßung durch Prof. Haux, Präsident der BWG, und dem Grußwort von Frau Prof. Dr. Tina Cornelius-Krügler, Leiterin der Abteilung Hochschulen im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, und dem Grußwort von Herrn Dr. Thorsten Kornblum, Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig, an Professor François Hild, Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay, CNRS, LMPS – Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay, verliehen.

Professor Hild arbeitet im Gebiet der Festkörpermechanik, welches im eigentlichen Sinn die Entwicklung der Vorhersage des Bauteilverhaltens mit numerischen Berechnungsverfahren (structural simulation) zum Ziel hat. Für diese Vorhersageverfahren, bei der die Methode der finiten Elemente eines der am weitesten verbreiteten Verfahren darstellt, benötigt man Modelle, d. h. mathematische Modelle, die den Zusammenhang zwischen den einwirkenden Kräften und der resultierenden Bewegung bzw. Deformation beschreiben. Diese Beziehungen (constitutive models) werden mit anderen physikalischen Größen, wie sogenannte Verzerrungen und resultierenden (mechanischen) Spannungen, formuliert.

Solche Modelle basieren auf experimentellen Beobachtungen (experiments), die bei dem Preisträger insbesondere durch optische Methoden zur Bereitstellung nicht nur einzelner Messinformationen, sondern flächiger, insbesondere aber auch volumetrisch verteilter Bildinformation (digitale Bildkorrelation bei Kamerasystemen und digitale Volumenkorrelation bei Tomographien), entwickelt werden. Der Vortrag des Preisträgers hatte daher den Titel „Eikology: On the Quantitative Use of Images in Solid Mechanics“.

Die BWG-Kommission Synergie und Intelligenz (SYnENZ) befasst sich mit den technischen, ethischen und rechtlichen Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung. Die aktuellen Fortschritte der generativen künstlichen Intelligenz zur Sprach- und Bilderzeugung und deren Anwendungen halten in atemberaubender Geschwindigkeit Einzug in unseren Alltag und daher ist die Kommissionsarbeit auch im neunten Jahr seit ihrer Gründung hoch aktuell. In diesem Jahr erschien der

Kommission besonders relevant der starke Einfluss der digitalen Technologie auf Kommunikation, unsere Vorstellungen von Lebenswelt und die Frage, wie sich Wirklichkeit unter den Bedingungen allgegenwärtiger Datenverarbeitung konstituiert.

Im Sommerworkshop im September 2024 in den Räumen der BWG unter dem Titel „„Daten, Fakten, Fakes““ wurde sich mit der Frage beschäftigt, wie durch die umfassende Datenverarbeitung und die Kommunikation durch und mit generativen KI-Modellen unsere Lebens- und Arbeitswelt gestaltet wird, und wie so Wirklichkeit erzeugt wird. Startpunkt war dabei zunächst die Auseinandersetzung mit dem aktuellen Artikel „ChatGPT is bullshit“ von Hicks, Humphries & Slater, der den vom Philosophen Harry Frankfurt geprägten Begriff „bullshit“ verwendet, um die Textkonstruktionen von generativer KI bezüglich ihrer Beziehung zur Wahrheit zu untersuchen. Daraus ergab sich eine intensive Diskussion über die Praktiken der Verwendung von Sprachmodellen und darüber hinaus anderer digitaler Datenverarbeitungsmethoden, insbesondere auch in aktueller Forschung der Kommissionsmitglieder. Besonders spannend war dabei, die wirklichkeitsvermittelnde oder -schaffende Rolle digitaler Techniken z. B. in der Erschließung von Archivtexten oder anderen Originalmaterialien zu beleuchten.

Der Querschnittsbereich RECOLLECT beschäftigt sich hauptsächlich mit der transdisziplinären Verständigung über Methoden, Objekte und Begriffe der Sammlungsforschung unter Einbindung regionaler Sammlungsinstitutionen und ihrer Bestände. Im Jahr 2025 stand für RECOLLECT die Weiterentwicklung des Ausstellungsthemas „Migrationen“ mit den betreffenden Objektgeschichten und -narrativen im Vordergrund und es konnte eine finanzielle Unterstützung der Ausstellung „Migrationen: Wege durch Natur, Wissenschaft und Kunst“ erreicht werden. Im Rahmen von Sitzungen der Kommission an verschiedenen Orten wurden neue Themen diskutiert und geplant, eine Ring-Vorlesung „Migrationen“ mit Referenten und Referentinnen aus dem Kreis von RECOLLECT im WS 2026/27 parallel zur Ausstellung zu veranstalten.

Das 21. Bioethik-Symposium „Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“ fand am 18. Juni 2025 im Haus der Wissenschaft, Braunschweig, statt und behandelte eine aktuelle und wichtige Problematik: Wie kann, ja wie soll unser Lebensende gestaltet werden? Für die betroffene Person selbst und auch für die ihr nahestehenden Personen, die sie begleiten. Nach Begrüßung durch den Präsidenten der BWG, Prof. Haux, und der Einführung durch die Leiterin des Symposiums, Frau Prof. Müller-Goymann, folgten vier Beiträge:

- „Terra incognita Hospiz- und Palliativversorgung“, Prof. Dr. Thomas Sitte, Deutsche Palliativ Stiftung, Fulda
- „Begleitung am Lebensende – Palliativmedizin in der Klinik“, Prof. Dr. Tim R. Glowka, Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH
- „Palliativmediziner – immer mit einem Bein im Gefängnis?“, Prof. Dr. Torsten Verrel, Universität Bonn, Kriminologisches Seminar und Institut für Medizinstrafrecht
- „Ethik in Palliative Care: Zum Umgang mit existentielltem Leid im Spannungsfeld von Autonomie und Fürsorge“, Dr. Lea Chilian, Universität Zürich, Institut für Sozialethik

Das Schlusswort zu dieser Veranstaltung erfolgte durch Prof. Dr. Stefan Heuser Technische Universität Braunschweig, Institut für Ev. Theologie u. Religionspädagogik.

Die Junge BWG hat in ihren ordentlichen Sitzungen neben der Vorstellung neuer Mitglieder auch zahlreiche Verabschiedungen von Mitgliedern vorgenommen, die sich beruflich verändert haben. Eine gradTUBS-Informationsveranstaltung mit dem Titel „Dr. und dann?...“ fand in den Räumen der BWG statt und ermöglichte Doktorandinnen und Doktoranden in einem informellen Rahmen Einblicke in verschiedene Karrierewege in der Wissenschaft. Das Format bot persönliche Erfahrungsberichte und Einblicke in individuelle Werdegänge.

Das diesjährige Sommerfest der Jungen BWG fand mit einer Besonderheit statt, mit dem Kolloquium 90 Jahre Prof. Dr. Joachim Klein, dem langjährigen Präsidenten der BWG und dem Initiator für die Junge BWG. Das Jahr 2025 war für die Junge BWG ein Jahr der Transformation. Das in der Satzung vorgesehene Ausscheiden der Gründungsmitglieder in 2024 führte zu einem Generationenwechsel bei den Mitgliedern der Jungen BWG, welcher auch Ende des Jahres 2025 noch nicht abgeschlossen ist. Alle Mitglieder der Jungen BWG waren zum Zeitpunkt ihrer Aufnahme in Niedersachsen beschäftigt; mittlerweile sind Mitglieder der Jungen BWG an 10 nationalen und einem internationalen Standort tätig. Es besteht ein enges Netzwerk zu den Alumnis der Jungen BWG, welche uns nach Ablauf ihrer 6-jährigen Mitgliedschaft verlassen haben und unsere örtliche Diversität mit 9 weiteren nationalen und zwei weiteren internationalen Standorten deutlich verstärken.

Die Kommission „Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide“ hat ihre Tätigkeit in 2024 unter der Leitung von Prof. Dr. Cord-Friedrich Berghahn begonnen. Die regelmäßig stattfindenden wissenschaftlichen Veranstaltungen der

Forschungsstelle Beth Tfila, sind mit der Kommission der BWG und dem Israel Jacobson-Netzwerk eng verbunden. Im Berichtsraum hat diese Kommission an konkreten Projekten gearbeitet wie die Jüdischen Kulturtage zwischen Harz und Heide mit mehr als 70 Veranstaltungen, wobei das Spektrum der Veranstaltungen von wissenschaftlichen Veranstaltungen im engeren Sinn bis hin zu populären Formen der Wissensvermittlung mit Vorträgen, Diskussionen, Konzerte, Führungen, Fahrradtouren zu jüdischen Orten, Musikveranstaltungen und kulinarischen Events reichte.

Die Kommission „Wissenschaftskarrieren“ unter der Leitung von Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier befasste sich intensiv mit Fragen der wissenschaftlichen Karrieremöglichkeiten an deutschen Universitäten und wissenschaftlichen Institutionen. Im Vordergrund standen eine Bestandsaufnahme der Entwicklung der rechtlichen Situation in den vergangenen Jahrzehnten und den sozialen und strukturellen Auswirkungen gegenwärtiger Rechtspraxis. Verschiedene angedachte Vorschläge wurden intensiv diskutiert, insbesondere auch unter dem Aspekt der zukünftigen Konkurrenzfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems.

Die Kommission „Gauß-Jahr 2027“ der BWG, der satzungsgemäß die Vermittlung zwischen Wissenschaft und der allgemeinen Öffentlichkeit obliegt, soll bei den zahlreichen Veranstaltungen in Braunschweig, Göttingen und ganz Niedersachsen eine zentrale Rolle spielen. Der Leiter der Kommission, Prof. Dr. Volker Bach, Technische Universität Braunschweig, hat an dem vom Haus der Wissenschaft organisierten Planungstreffen mit Vertreterinnen und Vertreter des Landes Niedersachsen, der Stadt Braunschweig, der Braunschweiger und Helmstedter Museen, der Braunschweiger Forschungsinstitute und insbesondere der PTB, der Medien, der Berufsverbände teilgenommen. Verschiedene Formate der öffentlichen Veranstaltungen in Braunschweig wurden mit den zuständigen Behörden diskutiert. Die BWG plant folgende Veranstaltungen

- Am 30. April 2027, dem 250. Geburtstag von Carl Friedrich Gauß soll die BWG die Carl Friedrich Gauß-Medaille 2027 in der Dornse in Braunschweig an eine prominente Wissenschaftlerin oder einen prominenten Wissenschaftler vergeben, deren oder dessen Arbeit eng mit dem Werk Carl Friedrich Gauß' in Verbindung stehen. Der großen Breite des Gaußschen wissenschaftlichen Wirkens gemäß wird die Preisträgerin bzw. der Preisträger ausnahmsweise von allen Klassen gemeinsam gefunden werden.
- Zur Preisvergabe am 30. April 2027 sollen auch die früheren Gauß-Medailenträger eingeladen werden und ein Symposium oder/und eine an die

Öffentlichkeit gerichtete Veranstaltung ausgerichtet werden. Zudem soll ein Buch über die Gauß-Medaillenträger und deren Arbeiten entstehen.

- Die Akademie-Vorlesungen im Schloss befassen sich mit dem Werk von Carl Friedrich Gauß.

Die Kommission „Niedersächsische Forschungsstelle – Technik – Lebensordnungen – Transformation (NFTLT)“ unter der Leitung von Prof. Dr. Harald Budelmann soll einen öffentlichen Diskurs anbieten, in dem der gesellschaftliche Wandel durch technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit seinen Chancen und Risiken mit hoher wissenschaftlicher Kompetenz diskutiert und in dem im Rahmen von Projekten dieser Wandel langfristig festgehalten und kommentiert werden kann. Der Wissenschaft kommt in diesem Kontext eine doppelte Aufgabe zu. Einerseits „Wissen zu schaffen“ und technische Entwicklungen zu ermöglichen, und andererseits, diese zu vermitteln und zugänglich zu machen. Diese Aufgabe zu leisten bedarf „einer langfristig angelegten Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, die insbesondere den Dialog mit der Öffentlichkeit sucht“.

In diesem Jahr wurden die Ziele, Themen, Perspektiven und möglichen Hindernisse einer künftigen Forschungsstelle diskutiert. Einige der Diskussionspunkte sind nachfolgend dargestellt:

- Wie kann man sich eine solche Forschungsstelle unter den bekannten Randbedingungen der Arbeit der BWG vorstellen, wenn sie die Aufgabe einer langfristig angelegten, nach außen aktiven, Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft erfüllen soll, die ein erkennbares, aktuelles und attraktives Angebot für einen öffentlichen Diskurs zum gesellschaftlichen Wandel durch technische Entwicklungen bietet und die bisherigen guten Angebote der BWG bündelt und organisiert? Die thematischen Arbeitsgebiete der Forschungsstelle sollen sich anfangs auf zwei zukunftsbedeutende Themenbereiche konzentrieren „Digitalisierung und Künstliche Intelligenz“ und „Entwicklungen in der Medizin“.
- Für eine Forschungsstelle ist auch wirkliche eigene Forschung auf dem Gebiet „Technik und Gesellschaft“ unabdingbar. Studien über aktuelle technische Entwicklungen und ihre Einflüsse auf gesellschaftliche Prozesse sind dabei denkbar, und insbesondere langfristige Dokumentation und Kommentierung von Veränderungsprozessen, wobei notwendige Projektmittel zu beschaffen sind.

Die Dimension der Herausforderung für die BWG wird deutlich. Und auch die der Notwendigkeit, die Entwicklung dieser Forschungsstelle auf die breite Basis der Unterstützung und Arbeit sehr vieler Mitglieder der BWG aus allen Klassen zu stellen.

Die gemeinsam mit der Stadt Braunschweig ausgerichteten Akademie-Vorlesungen im Schloss behandelten in diesem Jahr das Thema „Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?“ mit den folgenden Vortragsthemen:

- „Über Künstliche Intelligenz und Natürliche Dummheit“, Prof. Dr.-Ing. Marcus Magnor, Technische Universität Braunschweig, Institut für Computergraphik
- „Leben in der Verantwortung vor Gott - Ein theologischer Blick auf gesellschaftliche Transformationsprozesse“, Landesbischof Dr. Christoph Meyns, Evangelisch-lutherische Landeskirche in Braunschweig
- „Low Tech als Inkubator einfachen Bauens“, Prof. Elisabeth Endres, Technische Universität Braunschweig, Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur
- „Klimawandel und Niederschlag: Was braut sich da zusammen?“, Dr.-Ing. Hannes Müller-Thomy, Technische Universität Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau
- „Wie verändert sich die Gesundheitsversorgung durch Digitalisierung und Künstliche Intelligenz?“, Prof. Dr. med. Dr.-Ing. Michael Marscholke, Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover
- „Wie wollen wir als Menschen leben?“, Prof. Dr. Stefan Heuser, Technische Universität Braunschweig, Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik

Gemeinsam haben die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und die Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen vier Referentinnen und Referenten aus unterschiedlichen Fachrichtungen zu Vorträgen im phaeno, Wissenschaftstheater Wolfsburg, gewinnen können, die zum Thema „Galaktische Entdeckungen“ forschen. Die Vortragsthemen waren

- „Planeten außerhalb unseres Sonnensystems - Gibt es einen Plan(et) B?“, Prof. Dr. Stefan Dreizler, Universität Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik

- „Astrochemie - Auf der Suche nach den Bausteinen des Lebens“, Prof. Dr. Petra Mischnick, Technische Universität Braunschweig, Institut für Lebensmittelchemie
- „Von den Polarlichtern zu den Kometen - Die faszinierende Welt der Magnetosphäre“, Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier, Technische Universität Braunschweig, Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik
- „Das Schneeball-Erde-Paradox - Beginn moderner Lebenswelten?“, Prof. Dr. Joachim Reitner, Universität Göttingen, Fakultät für Geowissenschaften und Geographie, Abteilung Geobiologie

In 2025 fanden ergänzend zu den traditionellen Veranstaltungen der BWG zwei Exkursionen für BWG Mitglieder statt:

- Vogelkundliche Exkursion in den Norden des Braunschweiger Hügellandes unter der Leitung von Prof. Dr. Ulrich Reimers, Technische Universität Braunschweig
- Geologische Exkursion in die Rhön unter der Leitung von Prof. Reitner und Prof. Wörner, Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen



Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Vizepräsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Organe der BWG seit Gründung

Konstituierende

Sitzung: 30.11.1943 [siehe Veröffentlichungen und Mitteilungen der BWG I (1944), 1 ff.]

Eröffnungs-

Sitzung: 09.12.1943 [siehe Abhandlungen der BWG 21 (1969), 8 ff.]

Erste Sitzung: 1943 [siehe Abhandlungen der BWG (1993), 41 ff.]

Zweite Sitzung: 1945 [siehe Abhandlungen der BWG 1 (1949), 169 ff.]

Dritte Sitzung: 1953 [siehe Abhandlungen der BWG 5 (1953), 212 ff.]

Vierte Sitzung: 1971 [siehe Abhandlungen der BWG 22 (1970), 291 ff.]

Fünfte Sitzung: 1993 [siehe Jahrbuch der BWG (2007), 10 ff.]

Sechste Sitzung: 2008 [siehe Jahrbuch der BWG (2008), 10 ff.]

Siebte Sitzung: 2010 [siehe Jahrbuch der BWG (2010), 11 ff.]

Achte Sitzung: 2017 [siehe Jahrbuch der BWG (2017), 13 ff.]

Neunte Sitzung: 2023 [siehe Jahrbuch der BWG (2023), 25 ff.]

und [www.bwg-nds.de/über-die-bwg/satzung-und-geschäftsordnungen]

Präsidenten

1943-1945: Fritz Gerstenberg; 1946-1948: Gustav Gassner; 1949-1951: Hans Herloff Inhoffen; 1952-1953: Eduard Justi; 1954-1956: Leo Pungs; 1957-1959: Max Kohler; 1960-1962: Hans Kroepelin; 1963-1966: Paul Koeßler; 1967-1971: Hermann Blenk; 1972-1977: Karl Gerke; 1978-1980: Herbert Wilhelm; 1981-1986: Karl Heinrich Olsen; 1987-1992: Gerhard Oberbeck; 1993-1995: Werner Leonhard; 1996-1999: Norbert Kamp; 2000-2013: Joachim Klein; 2014-2016: Dietmar Brandes; 2017-2019: Otto Richter; 01/2020 bis 06/2020: Ulrich Reimers; 06/2020 bis 12/2020: Klaus Gahl (kommissarisch); 2021-2022: Otto Richter; 2023-2025: Reinhold Haux.

Generalsekretäre

1943-1946: Ernst August Roloff; 1946-1948: Wilhelm Gehlhoff; 1949-1950: Eduard Justi; 1951-1953: Hermann Schlichting; 1954-1959: Hans Herloff Inhoffen; 1960-1961: Hellmut Bodemüller; 1962-1964: Hans Joachim Bogen; 1965-1969: Hermann Schaefer; 1970-1971: Karl Gerke; 1972-1973: Arnold

Beuermann; 1974-1980: Karl Heinrich Olsen; 1981-1982: Ulrich Wannagat; 1983-1985: Hans Joachim Kanold; 1986-1988: Egon Richter; 1989-1991: Harmen Thies; 1992-1994: Ulrich Wannagat; 1995-1997: Helmut Braß; 1998-2000: Elmar Steck; 2001-2010: Claus-Artur Scheier.

Vizepräsidentinnen/Vizepräsidenten

2011-2012: Claus-Artur Scheier; 2011-2020: Klaus Gahl; 2013: Dietmar Brandes, 2014-2020 Christel Charlotte Müller-Goymann, 2021-2024 Harald Budelmann; seit 2021 Ernst Gockenbach; seit 2025 Cord-Friedrich Berghahn.

Vorsitzende der Klassen

BIS 1954 SEKRETÄRE DER ABTEILUNGEN

Mathematik und Naturwissenschaften

1943-1947: Günter Cario; 1948-1950: Paul Dorn; 1951-1953: Hans Herloff Inhoffen; 1954-1957: Paul Dorn; 1958-1960: Hans Kroepelin; 1961: Hans Poser; 1962-1964: Hellmut Hartmann; 1965-1966: Hilmar Schumann; 1967-1972: Martin Grützmacher; 1973-1976: Ulrich Wannagat; 1977-1980: Hans Robert Müller; 1981-1984: Egon Richter; 1985-1989: Otto Rosenbach; 1990-1991: Stefan Schottlaender; 1992-1994: Hans-Joachim Kowalsky; 1995-1997: Horst Tietz; 1998-1999: Karl Schügerl; 2000: Georg Müller; 2001-2003: Joachim Heidberg; 2004-2006: Ekkehard Winterfeldt; 2007-2012: Thomas Hartmann; 2013-2015: Hans-Dieter Ehrich; 2016: Otto Richter; 2017-2021: Dieter Eckhard Kaufmann; seit 2022 Matthias Tamm.

Ingenieurwissenschaften

1943-1948: Erwin Marx; 1949-1953: Leo Pungs; 1954-1956: Otto Flachsbar; 1957-1960: Wilhelm Hofmann; 1961-1964: Helmuth Hausen; 1965-1970: Günter Wassermann; 1971-1977: Hans Walter Hennicke; 1978-1979: Theodor Rummel; 1980-1983: Manfred Mitschke; 1984-1993: Rudolf Jeschar; 1994-1996:

Hans-Georg Unger; 1997-2000: Erwin Stein; 2001-2005: Manfred Lindmayer; 2006-2008: Peter Wriggers; 2009-2011: Udo Peil; 2012 - 2017: Jürgen Müller; 2018-2020: Dieter Dinkler; 2021-2023 Christian Heipke; seit 2024 Stefan Hartmann.

Bauwissenschaften

1943-1944: Emil Herzig; 1944-1948: Julius Petersen; 1949-1953: Theodor Kristen; 1954-1962: Friedrich Zimmermann; 1963-1967: Alf Pflüger; 1968-1969: Johannes Göderitz; 1970-1973: Wilhelm Wortmann; 1974: Karl Heinrich Olsen; 1975-1978: Heinz Duddeck; 1979-1983: Walter Höpcke; 1984-1993: Justus Herrenberger; seit 1994: vereinigt mit der Klasse für Ingenieurwissenschaften.

Geisteswissenschaften

1943-1948: Wilhelm Jesse; 1949-1953: Hermann Gehlhoff; 1954-1956 (Obmann): Wilhelm Jesse; 1958-1961 (Obmann): Hermann Glockner; 1962-1968 (Obmann): Heinrich Heffter; 1969-1978: Arnold Beuermann; 1979-1987: Martin Gosebruch; 1988-1989: Heribert Boeder; 1990-1991: Gregor Maurach; 1992-1998: Claus-Artur Scheier; 1999: Gregor Maurach; 2000: Claus-Artur Scheier; 2001-2010: Hans-Joachim Behr; 2011-2019: Klaus Alpers; 2020-2021: Nicole Christine Karafyllis; seit 2022 Peter Burschel.

NEUJAHRSSITZUNG
der
Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft
am 25. Januar 2025

Wünsche, Begrüßung, Rückblick 2024 und Ausblick 2025

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

1 Wünsche

*„Ja, keine Zeit war jemals schlecht: in jeder lebet fort
Gefühl für Wahrheit, Ehr und Recht und für ein freies Wort.
Hinweg mit allem Weh und Ach! Hinweg mit allem Leid!
Wir selbst sind Glück und Ungemach; wir selber sind die Zeit.“¹*

Sehr geehrte Damen und Herren, verehrte Gäste, liebe Freunde der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, liebe Mitglieder der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft,

mit diesen Worten von Hoffmann von Fallersleben aus seinem Gedicht „*Das alte Jahr vergangen ist, das neue Jahr beginnt*“ möchte ich Sie alle herzlich willkommen heißen auf dieser Neujahrssitzung und auf dem anschließenden Empfang der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft!

Ihnen allen möchte ich auch für das Jahr 2025 wieder alles Gute wünschen, darunter Dankbarkeit, Freude, Gesundheit, Neugierde, Schaffenskraft und Zufriedenheit.

Manche Entwicklungen in unserer Welt dürften für viele von uns besorgniserregend sein. Zwei aktuelle Beispiele, viele andere könnten genannt werden: Das Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen (UNICEF) musste zum Abschluss des letzten Jahres berichten, dass das vergangene Jahr 2024 ein Katastrophenjahr für die Kinder weltweit war². Und vor wenigen Tagen, am ersten Tag seiner Präsidentschaft, verkündete der Präsident einer großen, mächtigen und einflussreichen

¹ https://www.lieder-archiv.de/das_alte_jahr_vergangen_ist-notenblatt_710367.html

² <https://www.deutschlandfunk.de/2024-war-katastrophenjahr-fuer-kinder-weltweit-114.html>

Nation, dass dieses Land nun aus der Weltgesundheitsorganisation austreten wird³, der wohl wichtigsten länderübergreifenden Einrichtung für Gesundheitsprävention und zur weltweiten Bekämpfung von Krankheiten. Es waren wohl eher kleinere Nachrichten gewesen. Für mich als Medizininformatiker, als Vertreter eines Fachgebiets, dessen Ziel es ist „zu einer qualitativ hochwertigen, effizienten wie auch bezahlbaren Gesundheitsversorgung für die Menschen auf unserer Erde“ beizutragen⁴, mögen sie unter den vielen besorgniserregenden Nachrichten vielleicht besonders aufgefallen sein. Gerade in der letzten Zeit musste ich immer wieder an einen zeitgenössischen Text von Jürgen Henkys denken „... die Welt nimmt schlimmen Lauf. Recht wird durch Macht entschieden, wer lügt liegt oben auf. Das Unrecht geht im Schwange, wer stark ist, der gewinnt ...“⁵.

Aber nun genug des Trübsalblasens! Gerade jetzt mögen die zu Beginn zitierten Zeilen von Hoffmann von Fallersleben aus dem Jahr 1841 uns daran erinnern, dass es auch an uns liegt, wie sich unsere Gesellschaften weiter entwickeln werden – an uns persönlich – bei unseren jeweiligen Aufgaben, mit unseren jeweiligen Verantwortlichkeiten – auch an den Arbeiten in unserer Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) in ihrer Zielsetzung zur Bildung einer wissensorientierten Gesellschaft. Und so war es mir auch in diesem Jahr ein Anliegen, diese Neujahrswünsche an Sie ausgesprochen zu haben. Meine Wünsche möchte ich noch ergänzen. Uns allen wünsche ich zudem noch: einen langen Atem zu haben, auch in Bezug auf Redlichkeit, Respekt gegenüber anderen und Wissenschaftlichkeit.

2 Begrüßung

Auch in diesem Jahr ist es mir ein Anliegen, wenigstens einige der heutigen Gäste namentlich zu begrüßen. Dabei möchte ich in der Begrüßung schon etwas Rückblick aus und Ausblick auf unsere Arbeiten in der BWG mit aufnehmen.

Begrüßen möchte ich Professor Joachim Schachtner, Staatssekretär im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK). Die BWG ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts des Landes Niedersachsen. Ihr Kommen, lieber Herr Schachtner, ist, so denke ich, ein weiteres Zeichen der Wertschätzung

³ <https://www.deutschlandfunk.de/trump-unterzeichnet-erste-dekrete-usa-ziehen-sich-aus-klimaabkommen-und-who-zurueck-kapitol-stuermer-100.html>

⁴ Haux, R. (2022). Bin durch so manch' Projekt gestolpert. Reflexionen zur Zukunft der Medizinischen Informatik. GMS Med. Inform. Biom. Epidemiol. 18: Doc01. <https://www.egms.de/static/en/journals/mibe/2022-18/mibe000234.shtml>

⁵ Evangelisches Gesangbuch, Ausgabe für Niedersachsen und Bremen, 3. Auflage 2019, Lied 430.

des Landes Niedersachsen: Für die finanzielle Unterstützung der Arbeit der BWG durch das Land Niedersachsen, aber auch für den wichtigen inhaltlichen Diskurs mit Ihnen, ist die BWG und bin ich auch persönlich sehr dankbar.

Am 23. Februar des letzten Jahres hatte ich Ihnen eine Ideenskizze aus der BWG für eine „Niedersächsische Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation“ vorgestellt. Sie schrieben dazu „Es erscheint aus meiner Sicht als Staatssekretär lohnenswert, die Potentiale einer solchen Forschungsstelle zu eruieren. Einmal, weil diese mit der Transformation ein wichtiges Thema der Landesregierung aufgreift, das – wie die BWG richtig betont – für unsere auf Freiheit, Respekt, Toleranz und Würde ausgerichtete Gesellschaft von großer Bedeutung ist. Zum anderen ist das Thema in der Region Braunschweig, Wolfsburg, Harz und Hannover von besonderem Interesse, da hier Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrie kooperativ Zukunftsfragen vorantreiben. Drittens verknüpft die BWG seit Jahrzehnten Ingenieurwissenschaften, Technik- und Geisteswissenschaften unter gemeinsamen Fragestellungen, kann hier auf Erfahrungen aufbauen.“⁶. Sehr geehrter Herr Staatssekretär, lieber Herr Schachtner, die Arbeiten der BWG zu der Forschungsstelle haben im letzten Jahr begonnen. Sie werden in der Kommission ‘Technik – Lebensweisen – Transformation (NFTLT)’ gebündelt unter der Leitung des früheren BWG-Vizepräsidenten Professor Harald Budelmann. Je nach Sichtweise ist die Forschungsstelle auch schon jetzt präsent – siehe zum Beispiel den ausliegenden Flyer zu den Akademievorlesungen 2025.

Ebenfalls aus dem MWK ist heute Herr Dr. Mathias Pätzold, der Generalsekretär der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen, zu uns gekommen. Lieber Herr Pätzold, im Laufe dieses Jahrs werden Sie in den wohlverdienten Ruhestand gehen. Dies hatten Sie zum Jahreswechsel in einem Schreiben mitgeteilt, auf dem Sie mit Noten von Johann Sebastian Bach abgebildet waren, und zwar mit Noten aus dem Bachwerkeverzeichnis (BWV) 82: der Kantate ‚Ich habe genug‘. Da ich weiß, dass heute viele Musikkennner hier sind, darunter nicht wenige Bach-Liebhaber, wollte ich Ihnen im Hinblick auf unsere Aufgaben in der BWG gerne auch entsprechend antworten. Zunächst dachte ich, auch wegen der aktuellen Weltlage, an BWV 228, also an die Motette mit dem Titel ‚Fürchte dich nicht‘. Dann hatte ich mir aber im Sinne Hoffmanns von Fallersleben gesagt: Nein, diese nicht, denn auch *„wir selber sind die Zeit“*. Und so antworte ich, sozusagen trotz alledem und jetzt erst recht, zu unserem Tun in der BWG mit BWV 36, Bachs Kantate zum ersten Advent, mit dem Titel ‚Schwingt freudig euch empor‘!

⁶ Schreiben von MWK-Staatssekretär Prof. Schachtner vom 4. April 2024 an den Vorstand der BWG.

Ein weiterer wichtiger Partner und Förderer der BWG war und ist die Stadt Braunschweig, die heute durch Herrn Dr. Henning Steinführer, dem Leiter des Stadtarchivs, vertreten ist. Lieber Herr Steinführer, die Zusammenarbeit mit der Stadt Braunschweig ist traditionell sehr gut. So werden unsere Akademievorlesungen im Schloss immer gemeinsam mit dem Kulturdezernat der Stadt Braunschweig durchgeführt. Die Vortragsreihe des Jahres 2025, dessen Flyer wir alle vorliegen haben, steht unter dem Thema der Forschungsstelle: „Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben“ und „wie werden wir leben?“⁷. Die Vorträge, wie immer mit fachlich hervorragend ausgewiesenen Referentinnen und Referenten, behandeln diese zentralen Fragen von technischen Entwicklungen einerseits und gesellschaftlicher Entwicklung andererseits. Bestimmen *wir* denn, welche technischen Entwicklungen wir für die von uns gewünschten *Lebensmöglichkeiten* haben wollen? Oder prägen sich durch technische Entwicklungen unsere *Lebenswirklichkeiten* aus, mit denen wir dann zurechtzukommen haben und von denen wir uns teilweise auch getrieben sehen?⁸ Vorbereitet wurde die Vortragsreihe wieder von Professor Harald Budelmann. Der Veranstaltungsort, das Braunschweiger Schloss, liegt mitten in der Stadt. Die Diskussionen mit den Teilnehmern, überwiegend interessierte Bürgerinnen und Bürger aus Braunschweig und aus der Region und Mitglieder der BWG, sind in der Regel intensiv und für beide Seiten interessant und informativ.

Auch in diesem Jahr findet die Neujahrssitzung der BWG wieder im Senatssaal der Technischen Universität (TU) Braunschweig statt. Die TU Braunschweig wird heute durch Vizepräsidentin Professorin Katja Koch vertreten. Liebe Frau Koch, danke, dass wir hier sein dürfen und danke für die gute Zusammenarbeit zwischen BWG und TU in vielen Bereichen – etwa bei der Verleihung des Abt Jerusalem-Preises, den wir – TU und BWG – gemeinsam mit der Evangelisch-lutherischen Landeskirche in Braunschweig und der Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz alle zwei Jahre verleihen. Eng verbunden mit der TU Braunschweig ist die Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen, deren Vorstandsvorsitzende Frau Brigitte Blum ich ebenfalls heute begrüßen darf.

In Niedersachsen sind zwei Gelehrtengeellschaften tätig: die – gerade einmal 82 Jahre alte – Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und die mit 274 Jahren bedeutend ältere und bekanntere Niedersächsische Akademie der

⁷ <http://www.bwg-nds.de/veranstaltungen/2025-akademievorlesung/>

⁸ Haux R. Technik im Wandel – Lebensordnungen im Wandel: Beiträge von Gelehrtengeellschaften. In: Haux R, Menzel U, Herausgeber. 80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. Ihre Rolle als Gelehrtengeellschaft und ihr Selbstverständnis, 49-55. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig; 2024.

Wissenschaften zu Göttingen (NAWG). Er ist mir eine große Freude, den Präsidenten der NAWG, Herrn Professor Daniel Göske, willkommen zu heißen. NAWG und BWG haben unterschiedliche fachliche Profile, mit denen sie sich gut ergänzen. Seit fast zwei Jahrzehnten kooperieren wir bei öffentlichen Veranstaltungen, bei Exkursionen, bei jährlichen Plenarsitzungen und in Kommissionen. Bei den öffentlichen Veranstaltungen ist die gemeinsame, seit 2008 stattfindende Vortragsreihe im phaeno in Wolfsburg zu nennen: Im vergangenen Jahr haben renommierte Mitglieder aus NAWG und aus BWG unter durchaus großem öffentlichem Interesse Vorträge gehalten zu der Thematik „Bahnbrechend: Modernste Diagnose- und Therapieverfahren in der Medizin“. Lieber Herr Göske, vielen Dank für die gute Zusammenarbeit; eine Zusammenarbeit die, wie ich glaube sagen zu können, nicht nur wissenschaftlich produktiv ist, sondern die uns durchaus auch Freude bereitet.

Herzlich begrüßen möchte ich auch den Präsidenten der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Herrn Professor Joachim Knölker. Auch zur Sächsischen Akademie bestehen Verbindungen; so wurde im letzten Jahr eines Ihrer ordentlichen Mitglieder, das schon seit vielen Jahren in unserer SYNENZ-Kommission – dort geht es um das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz – wissenschaftlich aktiv ist, als korrespondierendes Mitglied in unsere mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zugewählt.

Die ordentlichen Mitglieder der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft hatten und haben ihre wissenschaftliche Heimat vorrangig, aber bei weitem nicht nur, in den technisch ausgerichteten Universitäten und Forschungseinrichtungen des Dreiecks Braunschweig – Clausthal – Hannover. Als Vertreter von Forschungseinrichtungen aus dieser Region ist es mir eine große Freude, Professor Eckhardt Fuchs, den Direktor des Georg-Eckert-Instituts – Leibniz-Institut für Bildungsmedien begrüßen zu dürfen. Sehr gerne hätte ich heute auch den Präsidenten des Bundesforschungsinstituts für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, dem Thünen-Institut, begrüßt. Professor Folkhard Isermeyer ist am 14. Januar 2025 verstorben. Zeitgleich zu unserer Neujahrssitzung findet heute die Trauerfeier für ihn statt.

Ein Mitglied des Deutschen Bundestages und ein Mitglied des Rats der Stadt Braunschweig sind heute ebenfalls zu unserer Neujahrssitzung gekommen, wovon ich mich ebenfalls sehr gefreut habe, da für uns als Gelehrtenengesellschaft – und ich denke auch für Sie als gewählte Vertreter und politische Entscheidungsträger – dieser Austausch zwischen Politik und Wissenschaft immer wieder gesucht werden sollte. Sehr geehrter Herr Carsten Müller aus dem Deutschen

Bundestag und sehr geehrte Frau Lisa-Marie Jalyschko aus dem Rat der Stadt Braunschweig, Sie und auch alle anderen Gäste heiße ich im Namen der BWG herzlich willkommen!

3 Rückblick 2024 und Ausblick 2025

Nun zum Rückblick 2024 und Ausblick 2025. Wie erwähnt habe ich mir erlaubt, einiges aus Rückblick und Ausblick schon bei den Begrüßungen einzubauen. Die Aufgaben der BWG lassen sich in drei Teile untergliedern. Diese sind:

- die Pflege des fächerübergreifenden Dialogs und die Wissensvermittlung,
- die Kooperation und der Austausch mit anderen Institutionen sowie
- die Selbstergänzung und interne Organisation.

Die Pflege des fächerübergreifenden Dialogs und die Wissensvermittlung – nur über diese will ich hier berichten – möchte ich in drei Teile untergliedern:

- den internen fachlichen Austausch,
- die öffentlichen Veranstaltungen und Preisverleihungen und
- die fächerübergreifenden Arbeiten zu wichtigen Themen.

Bei unserem internen Austausch möchte die BWG für ihre Mitglieder Orte und Zeiträume für den fächerübergreifenden Dialog schaffen. Orte und Zeiträume, die Freiräume sein sollen, in denen neue Ideen entstehen können. Wir, das sind die aktuell 156 ordentlichen BWG-Mitglieder, die 55 korrespondierenden Mitglieder und die 23 Mitglieder der Jungen BWG.

Im vergangenen Jahr 2024 gab es 15 Sitzungen in unseren drei Klassen für Mathematik und Naturwissenschaften, für Ingenieurwissenschaften und für Geisteswissenschaften, 9 gemeinsame Plenarversammlungen, mehrere Treffen der Jungen BWG sowie weitere interne Veranstaltungen, die jeweils mit Vorträgen und Diskussionen als zentrale Komponenten stattfanden; eine entsprechende Anzahl ist für 2025 geplant.

Lassen Sie mich, damit es etwas plastischer wird, die Vortragstitel und die Vortragenden in unseren Sitzungen am 7. Februar 2025, zwei Wochen nach dieser Neujahrssitzung, nennen:

- In der Klasse für Geisteswissenschaften wird Professor Klaus Conermann, vortragen über „Symbola Heroica – Entwicklung der Devise in der europäischen Frühen Neuzeit“.
- In der Klasse für Ingenieurwissenschaften wird Professor Andreas Waag vortragen über „Das Nitride Technology Center NTC Braunschweig: Next Generation Microelectronics“.
- In der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften wird Professor Volker Bach vortragen über „Licht und Materie und ihre mathematische Beschreibung“.
- Auf unserer Plenarversammlung wird Professor Karl-Heinz Glaßmeier vortragen über „Die Obere Atmosphäre als Müllhalde?“.

Nun zu unseren öffentlichen Veranstaltungen, deren Ziel die Wissensvermittlung zu gesellschaftlich wichtigen Themen ist, dies durch kompetente, fachlich ausgewiesene Personen. Auf die gemeinsam mit der Stadt Braunschweig durchgeführten Akademievorlesungen im Schloss bin ich schon eingegangen. Das Leitthema 2024, das in 7 Vorträgen behandelt wurde lautete: „Transformation – Die Gesellschaft im Wandel“. BWG-Vizepräsident Professor Cord Berghahn wird ab diesem Jahr die Organisation dieser Veranstaltungen von dem vorherigen Vizepräsidenten Harald Budelmann übernehmen.

Unsere gemeinsam mit der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen im phaeno in Wolfsburg durchgeführte Vortragsreihe hatte ich schon erwähnt. Das Programm für 2025, das die BWG gemeinsam mit NAWG-Vizepräsident Professor Bertram Brenig organisieren wird, dies mit Unterstützung von Andrea Behrens und Davy Champion vom phaeno, befindet sich noch in Vorbereitung.

Unser 20. Bioethik-Symposium am 19. Juni 2024, organisiert von Professorin Christel Müller-Goymann, behandelte das Thema „Implantation ins Gehirn – Therapeutische Möglichkeiten?“. Das diesjährige Symposium, das am 18. Juni 2025 stattfinden wird, ist dem Thema „Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“ gewidmet.

Seit dem letzten Jahr gibt es eine gemeinsame öffentliche Vortragsreihe von der Präsidentin der TU Braunschweig und dem Präsidenten der BWG, in der herausragende Wissenschaftlerinnen referieren. Am 15. Februar 2024 trug Professorin Tina Malti, Universität Leipzig, vor über „Wege zu einer humanen Weltgemeinschaft“. In der diesjährigen Veranstaltung wird Professorin Ina Schaefer aus dem

Karlsruhe Institut für Technologie am 3. April 2025 vortragen über „Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht ...“

Anlässlich des diesjährigen 250-jährigen Bestehens der Technischen Universität Clausthal wird die BWG am 4. Juli 2025 in Clausthal eine Veranstaltung in neuem Format durchführen. Die Federführung bei der Vorbereitung hat Professor Stefan Hartmann, unser Vorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften, der zugleich als Vizepräsident Mitglied des Präsidiums der TU Clausthal ist.

Kommen wir nun zu den Preisverleihungen. Den Abt Jerusalem-Preis hatte ich schon angesprochen. Er wurde am 25. November 2024 an Professorin Claudia Kemfert, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung und Leuphana Universität Lüneburg, verliehen.

Bei dem Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen, der durch die gleichnamige Stiftung und die TU Braunschweig jeweils am 6. Dezember eines Jahres verliehen wird, beteiligt sich die BWG u. a. durch den Festvortrag. Im vergangenen Dezember hielt diesen ein Mitglied der Jungen BWG: Dr. Björn Krenz von der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen trug vor über „Pflanzenviren im Fokus: Herausforderungen und innovative Lösungen für die Landwirtschaft“.

Den jährlichen Höhepunkt für die BWG bilden die feierlichen Jahresversammlungen mit Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille in der Dornse des Braunschweiger Altstadtradhauses, die in der Regel Freitag nachmittags nahe oder am Geburtstag von Carl Friedrich Gauß stattfinden. 2024 wurde die Carl Friedrich Gauß-Medaille an Barbara Vinken, Professorin für Allgemeine und Französische Literaturwissenschaft an der Ludwig-Maximilians-Universität München, verliehen. Sie war die 78. Preisträgerin. Als 79. Preisträger wird am 25. April 2025 Professor François Hild aus der Université Paris-Saclay ausgezeichnet. Er ist Direktor des Laboratoire de mécanique et technologie im Centre nationale de la recherche scientifique.

Nun zu unseren fächerübergreifenden Arbeiten, die häufig in unseren Kommissionen und Querschnittsbereichen stattfinden. Nennen möchte ich hier nur deren Namen und deren Sprecherinnen oder Sprecher:

- Kommission *Bioethik*, Sprecherin ist Professorin Christel Müller-Goymann;
- Kommission *Gauß-Jahr 2027*, Sprecher ist Professor Volker Bach;

- Kommission *Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide*, Sprecher ist Professor Cord Berghahn;
- Querschnittsbereich *Recollect*, Sprecherin ist Professorin Nicole Karafyllis;
- Kommission *Technik – Lebensweisen – Transformation* (NFTLT), Sprecher ist Professor Harald Budelmann;
- Kommission *Synergie und Intelligenz* (SYnENZ), Sprecher ist Professor Jochen Steil; und
- Kommission *Wissenschaftskarrieren*, Sprecher ist Professor Karl-Heinz Glaßmeyer.

Weitere Details finden Sie auf unseren Webseiten. Zu unseren Veröffentlichungen kann ich berichten, dass zusätzlich zu unseren Jahrbüchern im vergangenen Jahr die Festschrift 80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft erschienen ist⁹ und in diesem Jahr in Kürze ein Buch aus der SYnENZ-Kommission mit dem Titel ‘Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz: Beurteilen-Messen-Bewerten’ erscheinen wird¹⁰.

4 Schluss

Soweit mein Rückblick und Ausblick zur Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Vieles, sehr vieles, musste ich weglassen. Auch habe ich darauf verzichtet, aus der, wie ich finde, in unserer Satzung gut formulierten Zielsetzung der BWG zu zitieren. Diese können Sie, wie vieles andere auf unseren Webseiten nachlesen. Und wir alle sind ja auf den Vortrag von Professor Tim Fingscheidt und auf das Schlusswort von Professor Ulrich Römer gespannt. Das Schlusswort wird übrigens in diesem Jahr zum ersten Mal von einem Mitglied der Jungen BWG gesprochen.

Vielleicht konnte ich vermitteln, wie lebendig die BWG war und ist – was nicht heißen soll, dass es keine Baustellen gibt, an denen zu arbeiten ist. „Erhalten und erneuern – immer im Sinne der Ziele der BWG“¹¹ ist dabei ein Leitmotiv, in anderen Worten: Kontinuität und Transformation. Den vielen in der BWG engagierten Personen wie auch den Förderern möchte ich wieder herzlich dafür danken – ich konnte bei weitem nicht alle nennen. Dieser Dank geht auch an Frau Nezahat

⁹ Haux R, Menzel U, Herausgeber. 80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. Ihre Rolle als Gelehrten-gesellschaft und ihr Selbstverständnis. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig; 2024.

¹⁰ Richter O, Drewitz U, Haux R, Heuser S, Kacprowski T, Steil R, Herausgeber. Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz: Beurteilen-Messen-Bewerten. Wiesbaden: Springer VS; 2025.

¹¹ Antrittsrede des Verfassers als Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft auf der Neujahrssitzung 2023. BWG-Jahrbuch 2023

Mumcu und an Frau Jeannette Rotermund in unserer Geschäftsstelle für deren hervorragende Arbeit.

Nun darf ich an die Sprecherin der Jungen BWG, Frau Dr. Friederike Hendriks, übergeben. Liebe Frau Hendriks, Sie werden die Moderation der Neujahrssitzung übernehmen. Ihnen allen danke ich für Ihre geduldige Aufmerksamkeit, dies mit der Bitte, die Aussagen in dem eingangs zitierten Gedicht zu bedenken: Ja, auch *„Wir selbst sind Glück und Ungemach; wir selber sind die Zeit.“*!

Engineering of Hallucination in Generative AI: It's not a Bug, it's a Feature

TIM FINGSCHIEDT, PATRICK BLUMENBERG, BJÖRN MÖLLER
Institut für Nachrichtentechnik der TU Braunschweig,
Schleinitzstraße 22, 38106 Braunschweig

Generative artificial intelligence (AI) is conquering our lives at lightning speed. Large language models such as ChatGPT answer our questions or write texts for us, large computer vision models such as GAIA-1 generate videos on the basis of text descriptions or continue prompted videos. These neural network models are trained using large amounts of text or video data, strictly according to the real data employed in training. However, there is a surprising observation: When we use these models, they only function satisfactorily when they are allowed a certain degree of fantasy (hallucination). While hallucination usually has a negative connotation in generative AI – after all, ChatGPT is expected to give a fact-based answer! – this article recapitulates some simple means of probability engineering that can be used to encourage generative AI to hallucinate to a limited extent and thus lead to the desired results. We have to ask ourselves: Is hallucination in generative AI probably not a bug, but rather a feature?

1 Introduction

It is all about *expectations*. Which expectations do we have towards a generative AI application? Widely accepted principles for the design of generative AI applications are helpfulness, honesty, and harmlessness (see, e.g., [1]). The opposite would be terms like “not helpful”, untruthful, and toxic. Of course, there are many cases where users would like to obtain truthful information, e.g., in an information system application such as Google search. In other cases, however, fantasy is expected, if the user requests to generate a nice story about some prompted topics. But what does that mean? Fantasy literature has many subgenres. How far do we want to go? Are flying horses allowed? Or dragons? Or even new languages such as Elvish [2, Appendix E-F] or Klingon [3]? Even among English or German texts, there are many styles existing, just as many as there are authors. The same holds for videos and movies.

In summary, we can state that generative AI is expected to be *useful* for the user's purpose. It shall fulfill expectations. Accordingly, it is not always about helpfulness, honesty, and harmlessness. In the following, we shed light on two generative applications: In Section 2 we take a look under the surface of a large language model (LLM) application, and in Section 4 we do the same for a video generation AI such as GAIA-1 [4]. Section 3, as a sidestep, will provide some evidence that autoregressive models are operating in “dictation mode”, as compared to a “writing mode”, as they listen to what they are saying.

2 Large Language Models

A broader introduction into large language models (LLMs), their neural network topology, and their training processes can be found in [5, Chs. 7-9]. A brief and for our purposes sufficient introduction is provided by Fingscheidt et al. [6]. Here, we only recapitulate some of the LLM functional aspects that have significant influence on user experience and fantasy/hallucinations. These are (a) the autoregressive nature of an LLM, and (b) its probabilistic next token prediction. Figure 1 displays the autoregressive nature of an LLM, that consists of an attention-based transformer decoder [7, 8]. For simplicity, let's assume that the LLM input shown on the bottom of the figure as orange input buffer consists of *letter* tokens y_{l-1} , more specific, an entire query to the LLM may consist of the input token sequence $y_{1:l-1}$ with a number of $l-1$ tokens. The response of the LLM to such query is then simply the autoregressive continuation of the query text, token-by-token. At first, the

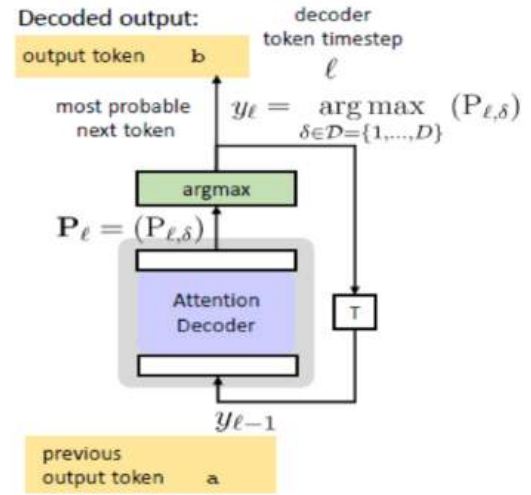


Figure 1: Autoregressive nature of an attention-based large language model (LLM).

discrete probability distribution P_l for the next token with index l is generated. It has as many probability elements $P_{l,\delta}$ as there are tokens in the token alphabet. The subsequent argmax function may now select the most probable next token y_l that is then the next output token, but also appended to the query at the bottom of the figure when producing the follow-up token probability distribution P_{l+1} , and so forth. By multiple autoregressive calls of the LLM, the system output sentence (response) is generated, until a special “end-of-sentence” token is being produced.

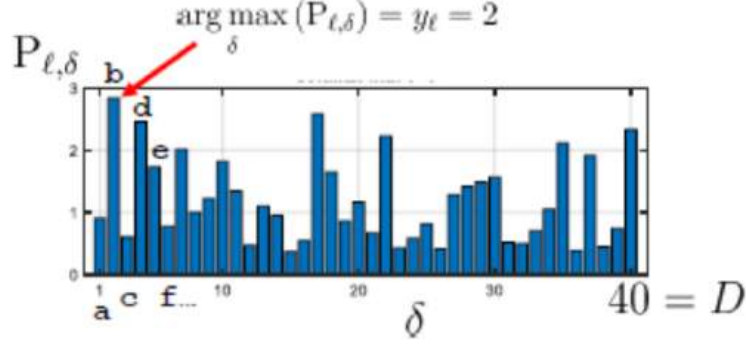


Figure 2: Next-token probability distribution, example.

Fig. 2 displays an example next-token probability distribution $\mathbf{P}_l = (P_{l,\delta})$. For simplicity, instead of the common byte-pair encodings (BPEs) [6, 9], we assume the token alphabet to only contain isolated letters, digits and a few symbols, in total a size of $D = 40$. In the example, the argmax operator selects the most probable token (letter) “b”, which is 2nd in the token alphabet.

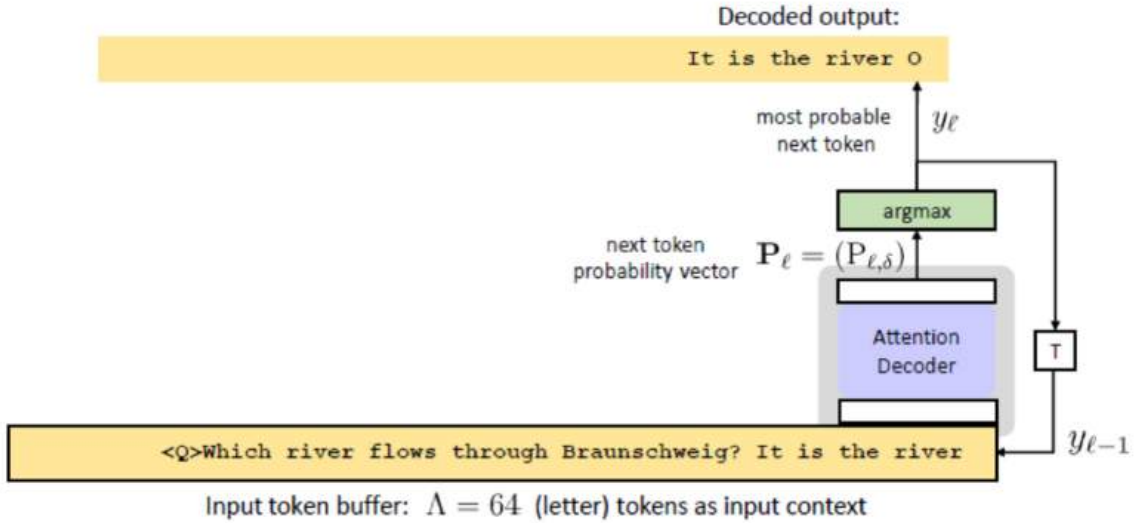


Figure 3: Example of a particular query and start of an answer.

Fig. 3 provides an example of a query “Which river flows through Braunschweig?” and the next 18 predicted letter tokens (including blanks) “ It is the river O”. Appending the just recognized letter “O” to the displayed input token buffer, the subsequently predicted token should be “k”, as the river Oker flows through Braunschweig. Note that the input token buffer is of limited length. While in the example it is displayed with length $\Lambda = 64$, in GPT4 it already reaches $\Lambda = 32768$. So far, we provided a simplified sketch of the token-by-token autoregressive call structure in an attention decoder-based large language model.

In *training* of such a large language model, interestingly, the argmax operator is not even used. Instead, the principle of a generated pre-trained transformer (GPT) simply follows a distribution matching using the minimum cross entropy (MCE)

as it is common in virtually all classification task trainings. MCE provides a Kullback-Leibler divergence between a one-hot target vector $\bar{\mathbf{P}}_l$ (with all-zero elements $\bar{P}_{l,\delta} = 0$, except the one with the correct next token in the training text being $\bar{P}_{l,\delta^*} = 1$) and the predicted one $\mathbf{P}_l$.

In *test* (also called inference or operation) of such a large language model, one could use an argmax operator to decide for the next token, just as we did in our simplified Figs. 1-3. Assuming the estimated probability distribution $\mathbf{P}_l$ to be a good estimate of token posterior probabilities, according to Bayesian decision theory [10], the argmax delivers the next token *with lowest probability of error*. This is important to note, as in practice, LLMs *do not employ the argmax* operator but perform a couple of manipulations on $\mathbf{P}_l$ and thereby deviate from the minimum error criterion in their next token prediction. *One could state that LLMs are parameterized to increase usefulness instead of truthfulness* (the latter being related to minimum error). These subsequently discussed manipulations govern the degree of hallucination.

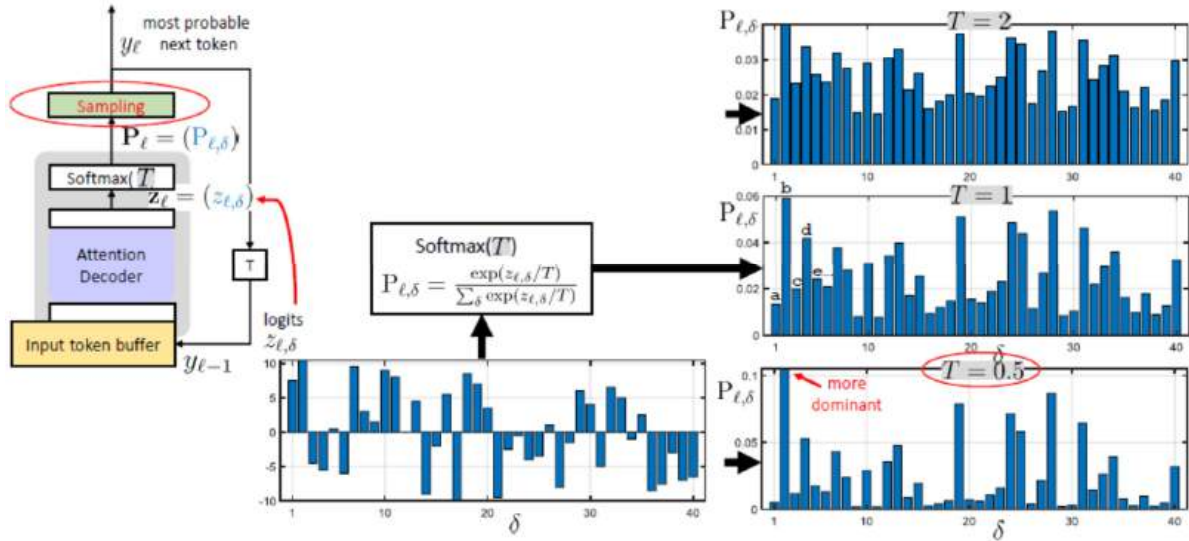


Figure 4: Softmax in an LLM with illustration of the effect of temperature T .

In particular, the LLM's processing steps are as follows: As detailed in Fig. 4, after the last attention decoder block, the so-called logits $z_{l,\delta}$ are subject to a *softmax* activation function (with temperature T), yielding the individual token probabilities according to

$$P_{l,\delta} = \frac{\exp(z_{l,\delta}/T)}{\sum_{\delta} \exp(z_{l,\delta}/T)}.$$

Temperature T is a hyperparameter that can be freely chosen in inference (in training it is commonly $T=1$), with the effects shown on the right-hand-side of Fig. 4: If the temperature is getting larger, the probability distribution $\mathbf{P}_l = (P_{l,\delta})$ adopts a more uniform shape. Such a higher entropy makes the LLM output coming

along with more fantasy, potentially even with newly created words. If the temperature is getting smaller, only the dominant peaks in the distribution survive, meaning that the output tokens are effectively drawn from only a small subset of tokens. In the case of $T \rightarrow 0$, only a one-hot vector $\mathbf{P}_l$ is predicted.

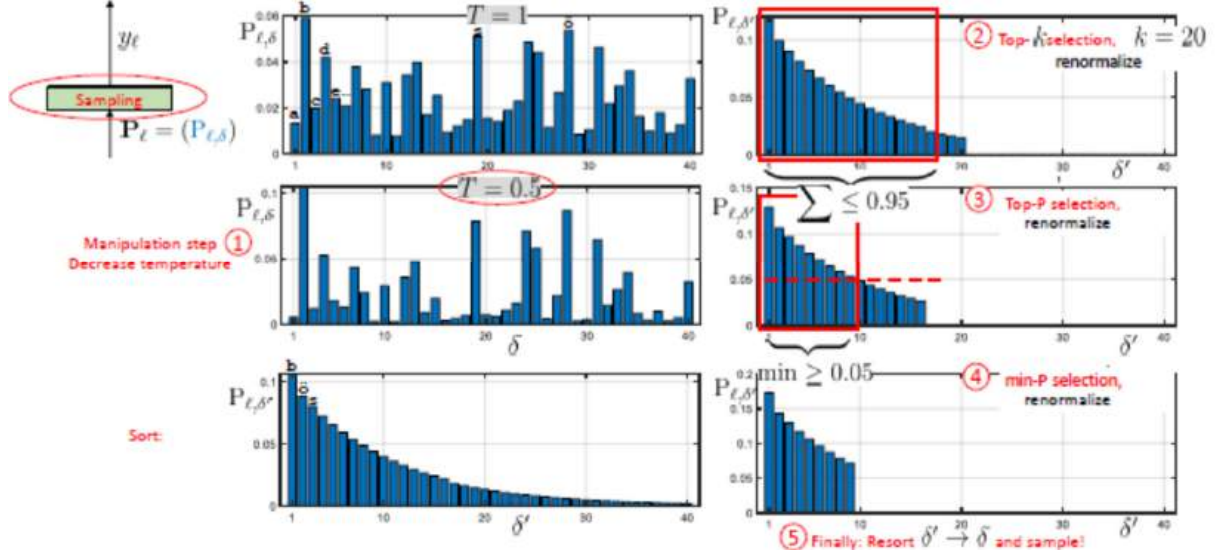


Figure 5: Steps contained in the sampling procedure.

As depicted in Fig. 4, instead of an argmax operation, the softmax operation is followed by a *sampling* procedure in LLM inference. Fig. 5 shows some internal details of the sampling procedure: (1) After the already discussed application of some temperature within the preceding softmax, probabilities are sorted from high to low (lower left) and (2) only the *top-k* (in the example: $k = 20$) probabilities survive. Among these, after renormalization to fulfill the stochastic constraints, (3) only the *top-P* token probability mass with $P = 95\%$ survives. After renormalization, (4) *min-P* selection is performed with $P = 5\%$, allowing only tokens with minimum probability of P being selected. Finally, employing the remaining (shortened) probability distribution (in the example of length 9) in the lower right of Fig. 5, (5) *random sampling* from the distribution is performed—after having resorted the probabilities to their original token indices δ . Beyond temperature T , we observe that the top- k , top- P , and min- P procedure along with the actual sampling allows for manipulation and shortening of the probability distribution so that sampling the next token in most of the cases leads to *useful* LLM output. We summarize: No minimum error is targeted, but sampling from a variety of pre-selected and therefore hopefully useful next tokens is how the inference is practically implemented. LLM outputs are outputs selected from random number generators!

Let us highlight the effect of an important hyperparameter, min-P. Employing a 4-bit-quantized, instruction-tuned Llama 3 LLM of size 3 B parameters [11], we choose $T=0.8$, Top-40, Top-0.95, and Min-0 (in short (0.8, 40, 0.95, 0) and

provide the query “Which river flows through Braunschweig, Germany?” (ending with a blank). The LLM response is “The river that flows through Braunschweig, Germany is the Ocker”. Note the mistake in writing in the word “Ocker” (no river name), which should correctly be “Oker”. A choice of Min-0 randomly draws from quite many tokens, so let's increase Min-P to Min-0.06, asking for an at least 6% probability of the next token. The LLM response stays the same, but delivers the response “Oste river” – which is a truly existing river in the region but still the wrong answer.

Being even more conservative by using Min-0.15 (i.e., only up to a handful of tokens may survive for sampling), the LLM's answer is: “The river that flows through Braunschweig, Germany is the Oder River, however, the Oder River does not flow through Braunschweig.” First of all, as before, the Oder River is an existing river in Germany, but the wrong one. What makes this particular answer so interesting, is that during the autoregressive token-by-token production of the response, *the LLM starts reflecting its own output*, introduced by the word “however”, followed by the exact opposite (now a correct) statement that the Oder River does not flow through Braunschweig. *This self-reflection can only be explained by the continuously and autoregressively appended LLM input buffer with previously sampled output tokens* – which appends the wrong answer to the query. The reaction of the LLM to its own wrong answer in this example is a negation of its own previous statement: *Although in this case, we do not observe a correction, but we see a mature, useful and also truthful reaction of the LLM to a wrong query (formerly, its own wrong answer).*

We summarize from this single example: *The choice of the softmax and sampling hyperparameters decides upon the degree of fantasy or truthfulness that we request from the LLM, but also influences the degree of the LLM's self-reflection.* Short resulting distributions increase truthfulness, since if the min-P criterion only allows a single token to pass, the sampling is equal to argmax, the latter, as previously discussed, minimizes the probability of error. In our example at hand, the LLM was not able to deliver the correct answer “Oker River”, but when sampling from a short distribution, it negated its former wrong answer – a trend towards higher truthfulness.

3 Autoregressive Generative Models Listen to What they are Saying

“The river that flows through Braunschweig, Germany, is the Oder River, however, the Oder River does not flow through Braunschweig.” In the previous section, we reported this LLM response to the query “Which river flows through Braunschweig, Germany?”. This surprising LLM output is worth to be investigated a bit deeper. It is a sentence with a contradiction in itself, whereby the first part is obviously wrong (as the Oker River flows through Braunschweig,

Germany), whereas the second part of the sentence correctly contradicts the first one, however, without delivering the full truth (which would be the Oker river, that flows through Braunschweig).

There are not widely regarded verses in the New Testament, 1 Corinthians 1:14-16, where Apostle Paul wrote to the Corinthians that they shall not argue against each other to which spiritual leader or baptizer they belong. Here cited from the New International Version [12],”¹⁴ I thank God that I did not baptize any of you except Crispus and Gaius,¹⁵ so no one can say that you were baptized in my name.¹⁶ Yes, I also baptized the household of Stephanas; beyond that, I don’t remember if I baptized anyone else.” Here, the parentheses in the NIV text were removed as they were anyway not in the underlying Greek source text. To calm down the discussions among Corinthian believers, in the first half of verse 14 (let’s name it 14a), Paul claimed to have not baptized anybody in Corinth, while in the second half of this verse he quickly adds an exception, Crispus and Gaius. In the first part of verse 16, he adds another exception, which is the household of Stephanas. In the later part he provides a third statement that is either in contradiction to or at least it weakens the clear statement in verse 14a not to have baptized anybody in Corinth. In the end, he cannot tell the exact truth whom he actually baptized. The reader (or listener of the read-aloud epistle) will have noticed the sincerity and truthfulness of Apostle Paul in openly stepping back behind his original statement in verse 14a.

We observe a direct analogy to the response of the LLM as initially written in this section. What is the root cause of such a step-wise reflection of a wrong statement? We can formulate a hypothesis based on the analogy of our LLM response example with the cited verse from Paul as follows. It is well known since centuries about Paul’s epistles that they have been dictated to a writer and have not been hand-written by himself. Exceptions give evidence to that, as we find one in 1 Cor. 16:21: “²¹ I, Paul, write this greeting in my own hand.” So, as we can assume that 1 Cor. 1:14-16 have been dictated by Paul, it is understandable that he reflects his own just dictated sentences as long as they reside in his auditory buffer. This is nicely summarized in the famous saying “How can I know what I think till I see what I say?” (supposedly originally from [13]). This is not only true for Apostle Paul, quickly dictating exceptions about his no-baptism statement in verse 14a, but also to our LLM, which quickly states that its own previous statement was wrong. In both cases, there was a feedback loop involved: on the one side Paul’s auditory buffer (in case he dictated the entire verses 14-16), and on the other side the LLM’s autoregressive feedback loop that allowed both to “see what [they] say”.

In summary, we can hypothesize that vanilla-type decoder-based LLMs actually *don't write their output*, although most of their training material is from written text. *Instead, they dictate their output*, without correction capabilities (a word being said is said), but with self-reflection capabilities, allowing some flexibility of thought given a well-chosen set of sampling hyperparameters. These reflection capabilities are technically provided by their autoregressive operation that appends the system output to the query.

4 Generative Video Models

After having discussed various aspects of hallucinations, feedback, and self-reflection both in humans and in LLMs in the previous sections, here we would like to explore the influence of one of the previously introduced sampling hyperparameters in the context of generative video AI. One of the most prominent video generation systems for automotive driving scenes is GAIA-1 [4], in the meantime already existing in a follow-up version GAIA-2 [14]. As shown in each row of Figure 6, when being prompted by the leftmost image, GAIA-1 produces consistent videos under the given environment, light, and weather condition.

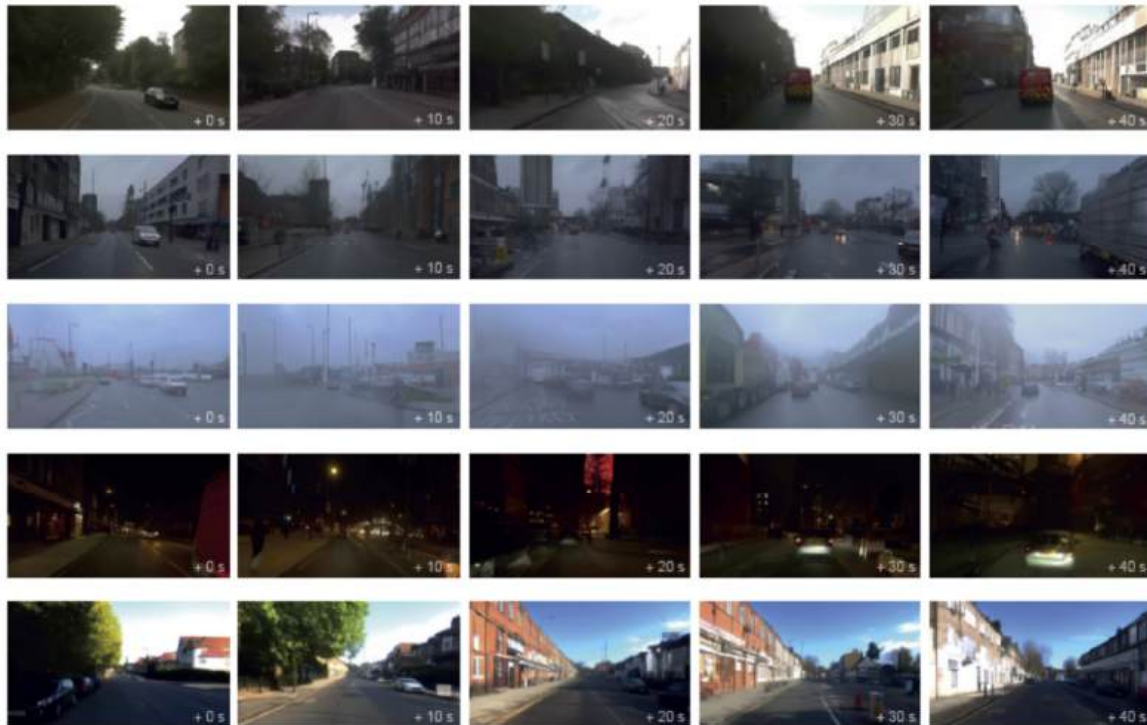


Figure 6: Each row displays GAIA-1-generated frames sampled each 10s, taken from [4].

Now let us obtain a brief overview, how GAIA-1 technically works.

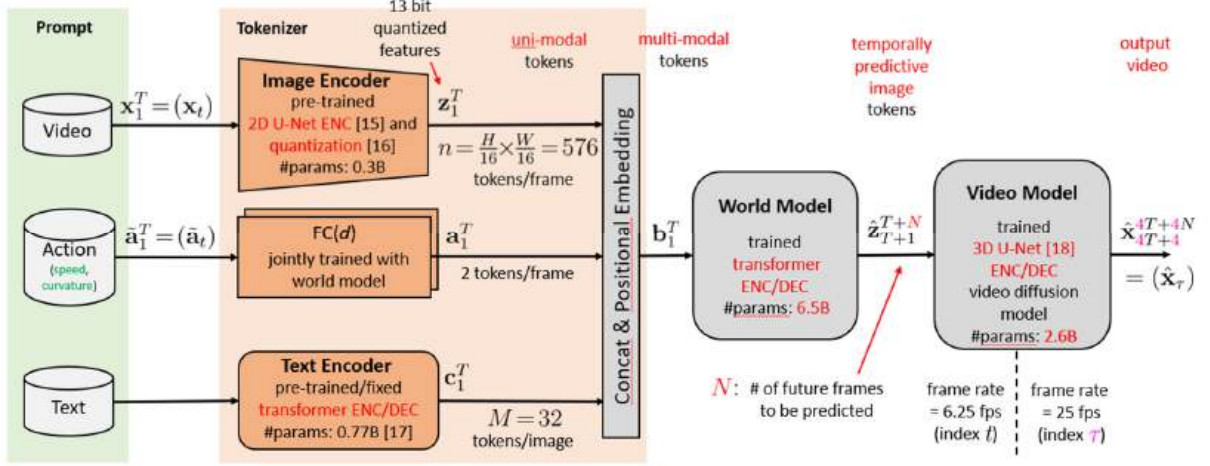


Figure 7: Block diagram of the GAIA-1 video generation system.

Figure 7 displays on the left-hand side (“prompt”) the three optional input modalities of GAIA-1, which are images or videos x_1^T , actions $\tilde{a}_1^T$, or text. All of these optional prompt modalities are subject to individual encoding by either a pre-trained 2D U-Net [15] with quantization [16] to obtain discrete output tokens z_1^T (representing images), or by a fully connected (FC) layer trained from scratch to represent speed and curvature (e.g., “left”) action tokens, or by a transformer-based text encoder [17]. After concatenation and positional embedding, the multimodal discrete token sequence b_1^T is input to a transformer-based autoregressively called world model, that outputs a discrete image token sequence $\hat{z}_{T+1}^{T+N}$, representing N predicted future images. Finally, in GAIA-1, these are input to a video diffusion model [18] that performs 4-times temporal oversampling from GAIA-1’s native 6.25 frames per second (fps) operation to 25 fps at the output, along with temporally coherent output video generation $\hat{x}_{4T+4}^{4T+4N}$ from the input image token sequences.



Figure 9: Examples of Top- k influence in automotive video generation.

Figure 9 depicts in the upper left an image prompt to our video generator (actually it is prompted by two consecutive frames), while the other four images are the predicted ones after 5.25s of video prediction at various values k of the Top- k sampling procedure. For $k = 1$ (equivalent to the use of argmax), the predicted video freezes after four frames. For $k = 50$ (the default GAIA-1 setting), the crossing car does a left turn and then disappears. For $k = 200$ representing already high hallucinating power, a pedestrian with backpack and an additional bag crosses the road. Finally, the choice of $k = 500$ underpins its fantasy-oriented generation by predicting a pedestrian with a horse crossing the street on the right-hand side, and then mounting on the horse right in the center of the crossing.

But why does $k = 1$ lead to a freeze of the predicted video? Its equivalence to using the argmax means that this hyperparameter choice actually minimizes error in future frame prediction! This effect is known for a while in any minimum mean square error (MSE) estimation that relies on temporal extrapolation (like our generative methods do), as the fewer information is available, MSE estimation tends towards delivering the (conditional) mean: As described by Fingscheidt et al. [20], this effect has been investigated for speech transmission as *muting effect* (zero is the mean of audio samples), while here we observe that on pixel level after four frames (i.e., after 1s) the actual available information is so low, that the conditional mean of each pixel value is generated – conditioned on the previous frame’s

pixel value, which is simply the same pixel value as in the image before. This results in freezing of the predicted video.

For $k = 1$, the system is asked to operate under a minimum error requirement. As we know from employees who have to work under a zero-error expectation, they may simply become blocked (as the frozen video): As an example, Kriegesmann et al. [21], write: “Innovative management and risk friendliness are necessary, but the way in which failure is handled and the resulting fear of making mistakes block the (innovative) efforts of specialists and managers.” *In summary, both humans and generative AI approaches operate in a most useful manner under a non-zero error target, which means some form of random sampling, hallucination, or simply fantasy.*



Figure 10: Sampled frames of an example video for Top-k sampling with $k = 200$.

Now let's be more creative and choose $k = 200$. Figure 10 shows image samples of a single predicted video with this Top- k sampling hyperparameter choice. Again, in the upper left, we see the last image of a two-image video prompt. At time $t = 5.25s$, a car passes by on the right-hand side, at $t = 6s$, the ego vehicle starts a right turn just behind the passing car, at $t = 9.5s$, the ego vehicle stops just behind (or crashes into) a car standing in front. At $t = 23.5s$, a light grey car passes by on the crossing – so although the ego vehicle is still not in motion, the video didn't freeze. At $t = 31.5s$, the scenery becomes supernatural: A thin skyscraper enters the horizon from the left side, which, at $t = 35s$ turns to a pole and moves further to the right. For practical applications, this means that while generating corner cases such as a crash or any other traffic accident is highly useful, e.g., for validation of autonomous driving functions, the skyscraper and the pole at the horizon in this example are not drawn from the tails of any real data distribution, instead, they are simply impossible in reality. *In summary, there are Top-k sweet*

spots for a useful degree of hallucination, which in our video generation examples is around $k = 50$ [4], but can still be as high as $k = 1000$ [19].

5 Concluding Remarks

This article has explored technical aspects of large language models (LLMs) and video generative AI (GAIA-1) with a focus on the question: How can we control the degree of hallucination? Is minimum-error a useful target for inference of generative AI? Indeed, it is not, thereby identifying hallucination to be a feature rather than a bug. In fact, there are hyperparameters that need to be tuned with care to optimize for practical usefulness of generative AI applications. By exemplary comparison of LLM behavior in certain settings to a dictated text from Apostle Paul in the New Testament, we hypothesize that *LLMs actually don't write their output text. Instead, they dictate it*, and at the same time listen to it, appending it into their query buffer and thereby allowing to self-reflect what they just predicted. In that sense, a certain amount of hallucination along with the just described autoregressive operation of decoder-based LLMs allows them to oppose their own earlier wrong statements and thereby improve their truthfulness.

Only recently, LLM reasoning started to become a vital area of research. Through post-training techniques based on reinforcement learning, an LLM can learn to find answers to complex questions through a step-by-step thought process [22]. The LLM reasons about the query in natural language and continuously reflects on its own output. These techniques can strengthen the observed self-reflection towards a self-correcting behaviour [23] and help LLMs overcome some of the limitations inherent in autoregressive generation.

References

- [1] A. Askell, Y. Bai, A. Chen et al., “A General Language Assistant as a Laboratory for Alignment,” arXiv:2112.00861, Dec. 2021.
- [2] J. R. R. Tolkien, *The Lord of the Rings: The Return of the King*. London: George Allen & Unwin, 1955.
- [3] M. Okrand, *The Klingon Dictionary*. New York, NY, USA: Pocket Books, 1985.
- [4] A. Hu, L. Russell, H. Yeo, Z. Murez, G. Fedoseev, A. Kendall, J. Shotton, and G. Corrado, “GAIA-1: A Generative World Model for Autonomous Driving,” arXiv:2309.17080, Sep. 2023.
- [5] D. Jurafsky and J. H. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, with Language Models*, 3rd ed. Online manuscript, Aug. 24, 2025. [Online]. Available: <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

- [6] T. Fingscheidt, Z. Li, and T. Lohrenz, "From End-to-End Automatic Speech Recognition to ChatGPT: A Technical Journey," *Jahrbuch der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft*, vol. 2023. Braunschweig, Germany: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, 2024, pp. 233–244.
- [7] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention Is All You Need," in Proc. of NIPS, Long Beach, CA, USA, Dec. 2017, pp. 1–11.
- [8] A. Radford, K. Narasimhan, T. Salimans, I. Sutskever et al., "Improving Language Understanding by Generative Pre-Training," Jun. 2018.
- [9] R. Sennrich, B. Haddow, and A. Birch, "Neural Machine Translation of Rare Words with Subword Units," in Proc. of ACL, Berlin, Germany, Aug. 2016. pp. 1715–1725.
- [10] R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, "Bayesian Decision Theory," in *Pattern Classification*, 2nd ed., New York, NY, USA: Wiley-Interscience, Oct. 2000, pp. 20–83.
- [11] A. Grattafiori, A. Dubey, A. Jauhri et al., "The Llama 3 Herd of Models," arXiv:2407.21783, Jul. 2024.
- [12] Holy Bible, New International Version, Fully Revised Edition, NIV Study Bible, Zondervan, 2011, 1 Cor. 1:14–16.
- [13] G. Wallas, *The Art of Thought*. New York. NY, USA: Harcourt, Brace and Co., 1926.
- [14] L. Russell, A. Hu, L. Bertoni, G. Fedoseev, J. Shotton, E. Arani, and G. Corrado, "GAIA-2: A Controllable Multi-View Generative World Model for Autonomous Driving," arXiv:2503.20523, Mar. 2025.
- [15] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation," In Proc. of MICCAI, Munich, Germany, Oct. 2015, pp. 234–241.
- [16] A. van den Oord, O. Vinyals, and K. Kavukcuoglu, "Neural Discrete Representation Learning," In Proc. of NeurIPS, Long Beach, CA, USA, Dec. 2017, pp. 6309–6318.
- [17] C. Raffel, N. Shazeer, A. Roberts, K. Lee, S. Narang, M. Matena, Y. Zhou, W. Li, P. J. Liu, "Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 21, no. 140, pp. 1–67, Jun. 2020.
- [18] J. Ho, T. Salimans, A. Gritsenko, W. Chan, M. Norouzi, and D. J. Fleet, "Video Diffusion Models," In Proc. of NeurIPS, New Orleans, LA, USA, Nov. 2022, pp. 8633–8646.
- [19] B. Möller, Z. Li, M. Stelzer, T. Graave, F. Bettels, M. Ataya, and T. Fingscheidt, "OpenViGA: Video Generation for Automotive Driving Scenes by Streamlining and Fine-Tuning Open Source Models with Public Data," arXiv:2509.15479, Sep. 2025.
- [20] T. Fingscheidt and P. Vary, "Softbit Speech Decoding: A New Approach to Error Concealment," *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol. 9, no. 3, pp. 240–251, Mar. 2001.

- [21] B. Kriegesmann, T. Kley, and M. G. Schwering, “Making Organizational Learning Happen: The Value of “Creative Failures”,” *Business Strategy Series*, vol. 8, no. 4, pp. 270-276, May 2007.
- [22] D. Guo, D. Yang, H. Zhang, *et al.*, “DeepSeek-R1 Incentivizes Reasoning in LLMs Through Reinforcement Learning,” *Nature*, vol. 645, pp. 633–638, Jul. 2025.
- [23] R. Ma, P. Wang, C. Liu, et al., “S²R: Teaching LLMs to Self-Verify and Self-Correct via Reinforcement Learning,” In *Proc. of ACL*, Vienna, Austria, Jul. 2025, pp. 22632–22654.

Schlusswort

ULRICH RÖMER

Technische Universität Braunschweig, Institut für Akustik und Dynamik
Mitglied im Vorstand der Jungen BWG

Lieber Herr Staatssekretär, lieber Herr Haux, liebe Mitglieder der BWG und der Jungen BWG,

es ist mir eine Freude, ein paar abschließende Worte sagen zu dürfen. Zunächst möchte ich mich bei Tim Fingscheidt für den wirklich hochinteressanten Vortrag bedanken, der Komplexes anschaulich gemacht hat und kaum viel näher am Puls der aktuellen Forschung sein könnte.

Ich halluziniere sicher nicht, wenn ich feststelle, dass Frau Mumcu und Frau Rortmund wieder einmal eine sehr gelungene Veranstaltung organisiert haben. Ganz herzlichen Dank dafür und für Ihren Einsatz zugunsten der BWG.

Ich möchte mich auch bei Herrn Haux bedanken - für das unermüdliche Engagement und insbesondere auch das immer offene Ohr und die Unterstützung für die Junge BWG.

In der Literatur gibt es zu dem Begriff der „Halluzination“ eine vielbeachtete Arbeit – *On Bullshit* (2005), Harry Frankfurt. Dort wird zwischen Lügner und den sogenannten „Bullshittern“ unterschieden. Während der Lügner das Konzept der Wahrheit zumindest anerkennt, ist der Bullshitter ihr gegenüber gleichgültig, er ignoriert sie einfach. In einem Beitrag für die „Wahrheit“-Reihe der Akademie der Wissenschaften in Hamburg verweist Chris Lorenz auf die zunehmende Gleichgültigkeit gegenüber der Wahrheit, die besonders durch organisierte Wissenschaftsleugnung (z. B. im Kontext von Tabakindustrie) und den Einfluss sozialer Medien als Hauptinformationsquelle begünstigt wird. In den sozialen Medien ist die Verbreitung von Informationen nicht mehr vom Wahrheitsgehalt, sondern vom emotionalen Reaktionspotenzial bestimmt. Die Wissenschaftsleugnung wiederum lebt vom Zweifel. Lorenz schließt mit der Bemerkung, dass die Widerstandsfähigkeit der Wissenschaft entscheidend dafür sein wird, wie viel Platz der „Bullshit“ in unserer Gesellschaft zukünftig einnehmen wird.

Was können wir, als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler also tun, um widerstandsfähig zu werden? Ulrich Ecker und Kolleginnen und Kollegen aus der Forschung zu Desinformation empfehlen dazu in einem 2024 in *Nature* erschienenen Kommentar: Statt nur darauf zu beharren, dass es unbestreitbare Fakten gibt, sei es besser, für eine wissenschaftsbasierte Weltsicht einzustehen. Das heißt, die Bedeutung von Wissenschaft für Antworten zu aktuellen großen gesellschaftlichen Problemlagen (wie Pandemien oder Klimawandel) zu erläutern. Es heißt, zu erklären, warum ein mit wissenschaftlicher Evidenz begründetes Argument besser ist als eines, das nur auf Meinung basiert. Das ist nicht immer einfach – aber gerade im aktuellen politischen Klima und der immer undurchschaubarer werdenden Informationsumwelt umso wichtiger.

Ich wünsche Ihnen und uns allen ein friedliches, gesundes und wissenschaftlich spannendes neues Jahr und darf Sie jetzt, im Namen der BWG, zu dem Empfang am Fallersleber-Tor-Wall einladen.

PLENARVERSAMMLUNGEN
der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Darf unsere obere Atmosphäre zur Müllhalde werden?¹

KARL-HEINZ GLABMEIER

Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik, TU Braunschweig und Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen

Raumfahrt wird ein kommerzieller Faktor

„The stars belong to Africa too“ lautet das Motto der im Januar 2023 gegründeten African Space Agency. Und die Republik Ruanda beabsichtigt, hier kräftig mitzumachen. Mehr als 330.000 Kleinsatelliten möchte die Rwanda Space Agency in den kommenden Jahren in den Orbit bringen. Dies geht aus einem Antrag an die Internationale Fernmeldeunion (ITU) hervor, die für die Vergabe von Funklizenzen in der Satellitenkommunikation zuständig ist².

Obwohl fraglich ist, dass tatsächlich so viele Satelliten gestartet werden, zeigt das Beispiel Ruanda das deutlich gestiegene, weltweite Interesse an der Raumfahrt – sowohl staatlich als auch kommerziell. SpaceX, das Unternehmen des US-amerikanischen Unternehmers Elon Musk, startet derzeit alle paar Tage eine zweistellige Zahl von Kleinsatelliten für seine Konstellation Starlink³. Und der Bericht zur Raumfahrtstrategie der Bundesregierung⁴ weist aus, dass der weltweite Umsatz der Raumfahrtökonomie im Jahr 2021 bei 469 Mrd. US-Dollar lag – ein Wert vergleichbar dem des Bundeshaushaltes 2025.

Die Raumfahrt hat in den vergangenen Jahren eine Transformation von einer vorwiegend wissenschaftlichen Unternehmung hin zu einem bedeutenden kommerziellen Akteur durchlaufen. 2022 beförderten 179 Trägerraketen etwa 2.500 Satelliten ins All. Der Großteil davon befindet sich im erdnahen Orbit (low Earth orbit, abgekürzt: LEO) in Höhen um die 800 km.

¹ Schriftliche Fassung eines Plenarvortrages, gehalten am 7. Februar 2025 vor der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Die schriftliche Fassung orientiert sich an der Veröffentlichung von Glaßmeier und Schulz, Physik Journal, 24, 36-41, 2025.

² Kuthunur, S., Over 1 million satellites could be headed to Earth orbit, and scientists are worried, SPACE.Com News, October 17, 2023. <https://www.space.com/million-satellites-congest-low-earth-orbit-study-shows>.

³ Krebs, G. D., Launch Vehicles, Gunter's Space Page, <https://space.skyrocket.de/directories/launcher.htm>, 22. April 2025.

⁴ BMWK, Raumfahrtstrategie der Bundesregierung, Berlin, 2023, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/20230927-raumfahrtstrategie-breg.html>.

Damit treten neue Herausforderungen in den Vordergrund. Denn die technische Lebensdauer solcher Kleinsatelliten beträgt meist nur etwa fünf Jahre. Die Frage der Nachhaltigkeit im Bereich der Raumfahrt wird zunehmend dringlicher. Drei Problemfelder sind hierbei zu nennen: das Oberflächen-Problem, das Orbit-Problem und das Atmosphären-Problem.

- Oberflächen-Problem: Der kontrollierte bzw. unkontrollierte Wiedereintritt von Raketen- oder Satellitentrümmern darf keine Gefahr für Menschen oder unsere Infrastruktur darstellen.
- Orbit-Problem: Weltraumschrott (*space debris*) gefährdet bestehende Raumfahrt-aktivitäten. Millionen von Trümmern bevölkern den LEO⁵. Die Internationale Raumstation muss daher schon jetzt regelmäßig Ausweichmanöver fliegen.
- Atmosphären-Problem: Wieder eintretende Objekte verglühen und reichern dabei Material in der oberen Atmosphäre an. Ob die Atmosphäre als „Müllhalde“ (Abb. 1.) für Raumfahrtrückstände dienen darf, ist bislang unzureichend untersucht.



Abb. 1. Die Atmosphäre als Müllhalde. Quelle: Prof. Dr. Simona Silvestri, TU Braunschweig.

Natürliche Einträge von Material in die obere Atmosphäre

Ständig dringen unzählige Meteoroiden – von mikroskopischen Staubpartikeln bis hin zu größeren Brocken – mit Geschwindigkeiten von bis zu 70 km/s in die Erdatmosphäre ein. Kleine Teilchen verdampfen vollständig und erzeugen dabei Meteore (Sternschnuppen). Größere Objekte können als Feuerkugeln erscheinen

⁵ Hampf, D., L. Humbert, T. Dekorsy, W. Riede, Kosmische Müllhalde, Physik Journal 17, 31-36, 2018.

und als Meteoriten die Erdoberfläche erreichen. Das bekannteste Beispiel der vergangenen Jahrzehnte ist das Tscheljabinsk-Ereignis vom 15. Februar 2013⁶. Meteoroiden bringen vor allem Eisen, Magnesium, Silizium und Natrium in die obere Atmosphäre ein. Diese Stoffe verbleiben zunächst als atomare bzw. ionische Schichten in 80–105 km Höhe. Unterhalb von 85 km bilden sich Oxide, Hydroxide und Karbonate, die zu Nanopartikeln – sogenannten *meteoric smoke particles* (MSP) – polymerisieren. Diese Partikel dienen vermutlich als Kondensationskeime für Wolkenbildung in Mesosphäre und Stratosphäre⁷.

Das Wissen über den Masseneintrag, Zusammensetzung und Ablation meteoridischer Materie basiert auf Beobachtungen von Meteoren, Impaktmessungen (z. B.

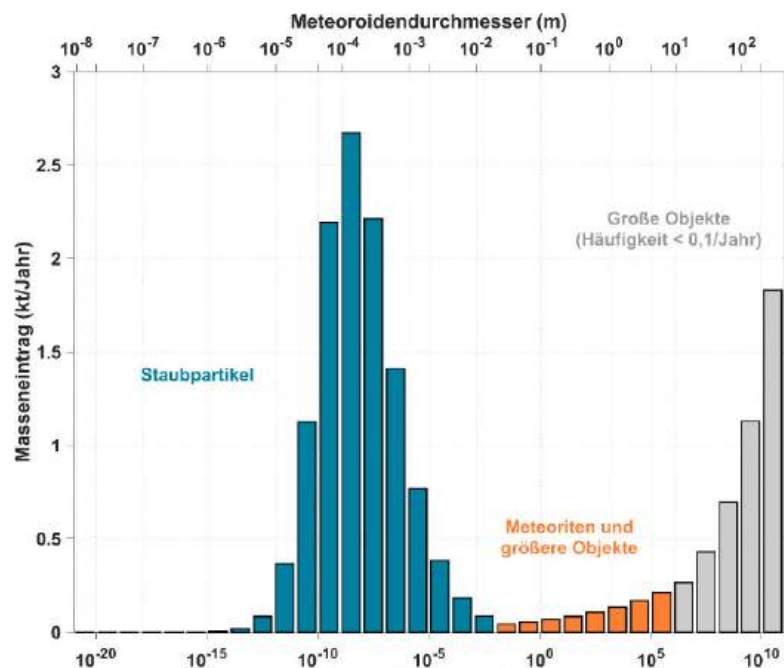


Abb. 2. Der jährliche natürliche Masseneintrag in unsere Atmosphäre.
Quelle: Leonard Schulz, TU Braunschweig.

am Hubble Space Telescope) sowie Modellierungen der Zodiakalwolke anhand von Infrarot-Satellitendaten⁸. Aktuelle Schätzungen gehen von 12,3 kt/Jahr an Materialeintrag in die Atmosphäre aus. Davon erreichen nur etwa 0,05 kt/Jahr direkt die Erdoberfläche, der Rest verbleibt in der Atmosphäre, ca. 8,4 kt/Jahr in atomarer Form und 3,9 kt/Jahr als Aerosole⁹ (Abb. 2.). Nichtmetallische Materialien wie Sauerstoff, Silizium, Kohlenstoff und Schwefel dominieren diesen Eintrag. Aber auch Metalle wie Eisen und Magnesium sind mit 2,3 kt bzw. 1,3 kt

⁶ Popova, O. P. u. a., Chelyabinsk Airburst, Damage Assessment, Meteorite Recovery, and Characterization, Science, 342, 1069-1073, 2013.

⁷ Plane, J. M. C., W. Feng, E. C. M. Dawkins, The Mesosphere and Metals: Chemistry and Changes, Chem. Rev., 115, 4497-4541, 2015. doi:10.1021/cr500501m.

⁸ Drolshagen, G., D. Koschny, S. Drolshagen, J. Kretschmer, B. Poppe, Mass accumulation of Earth from interplanetary dust, meteoroids, asteroids and comets, Planet. Space Sci., 143, 21-27, 2017.

⁹ Schulz, L., K. H. Glassmeier, On the anthropogenic and natural injection of matter into the Earth's atmosphere, Adv. Space Res., 67, 1002-1025, 2021.

nicht zu vernachlässigen. Aluminium (0,13 kt), Nickel (0,09 kt), Calcium (0,09 kt) und Natrium (0,06 kt) kommen ebenfalls natürlich vor.

Anthropogene Einträge – Raumfahrt als neue Quelle

Seit 1958 hat die Masse an Objekten im Erdorbit massiv zugenommen. Im Jahr 2000 lag sie im LEO bei etwa 2.500 t, heute liegt sie bei ca. 6.000 t. Diese deutliche Zunahme ist vor allem auf Satelliten-Megakonstellationen zurückzuführen (Abb. 3.). Im Unterschied zu natürlichen Einträgen lässt sich der anthropogene Eintrag besser bilanzieren. 2019 lag er bei 0,89 kt, wovon nur 0,19 kt auf Satelliten und Raketenoberstufen entfielen, der Rest auf Suborbitalstufen. Bereits 2023 war der Wert auf 1,5 kt gestiegen. Zwei zukünftige, von Schulz und Glaßmeier (2021) diskutierte Szenarien, zeigen aber, dass die Einträge zukünftig stark steigen werden:

- **Wahrscheinliches Szenario:** +600 Oberstufen, +450 Suborbitalstufen und +20.000 Satelliten alle fünf Jahre → ca. 2,7 kt/Jahr zusätzlicher Eintrag.
- **Maximalszenario:** +78.000 Satelliten alle fünf Jahre; bei konservativen, lediglich 50 % Realisierung geplanter Konstellationen +39.000 Satelliten → ca. 8,1 kt/Jahr Eintrag, also vergleichbar mit natürlichen Mengen.

Während die eingebrachten Mengen vergleichbar werden, ist die stoffliche Zusammensetzung anthropogener Einträge deutlich von der der natürlichen Einträge unterscheidbar. Satelliten und Raketen enthalten Metalle (Al, Cu, Li), Kunststoffe (z. B. Polyurethan, PET), Treibstoffe (z. B. Hydrazin) sowie Pigmente und Lacke (Kaliumsilikate, Titanoxide). Diese Diversität stellt einen klaren „Fingerabdruck“

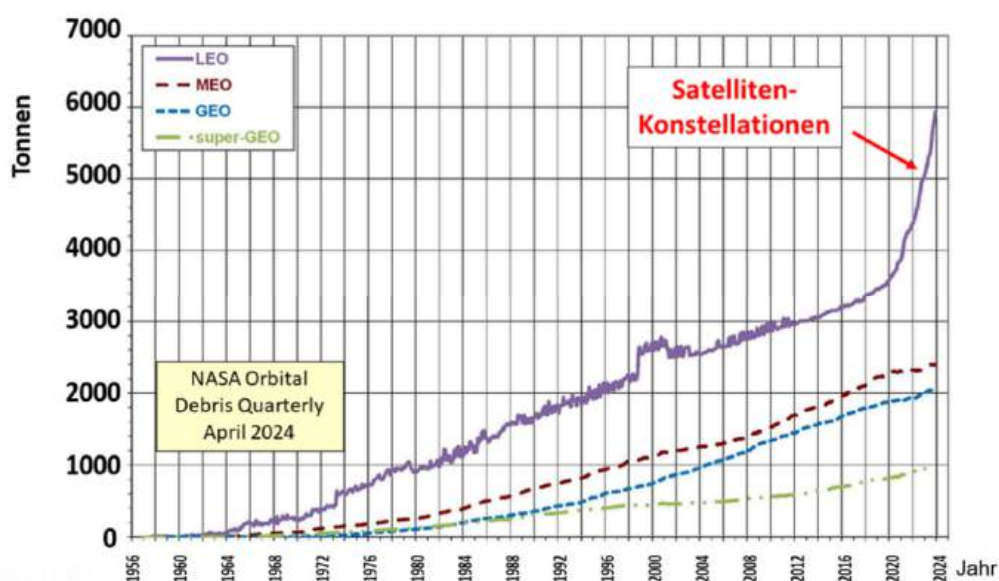


Abb. 3. Jährliche Zunahme der Masse im Erdorbit in verschiedenen Bahnregion. LEO: Low Earth Orbit; MEO: Medium Earth Orbit, d. h. 2000 km bis unter 36000 km Höhe; GEO: Geostationary Earth; super-GEO oberhalb des GEO. Quelle: Modifiziert nach NASA Orbital Debris Quarterly.

menschlicher Aktivität dar, d. h. Messungen der Elementhäufigkeit in der oberen Atmosphäre lassen zu, anthropogene von natürlichen Einträgen zu unterscheiden.

Das sogenannte Verglühen eines Satelliten

Beim Wiedereintritt eines Satelliten oder einer Raketenoberstufe in die Atmosphäre treten extreme Bedingungen auf: Stoßwellen mit Temperaturen $>10.000\text{ }^{\circ}\text{C}$, Oberflächenerwärmung auf $1.000\text{--}3.000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die meisten Materialien schmelzen oder verdampfen, der Satellit fragmentiert und kann sogar explodieren wie das Beispiel des Weltraumfrachters Jules Verne zeigt (Abb. 4.). Der Großteil der Masse geht unterhalb von 90 km verloren; kleine Fragmente können jedoch den Boden erreichen und eine Gefahr darstellen. Daher werden kontrollierte Wiedereintritte über dem Südpazifik am sogenannten „Point Nemo“ bevorzugt. Dieser geographische Punkt, $48^{\circ} 52' 31,75''\text{ S}$; $123^{\circ} 23' 33,07''\text{ W}$, ist die Stelle auf der Erdoberfläche, die am weitesten von Festländern und Inseln entfernt ist.

Fragmentation und Ablation während eines Wiedereintritts sind wenig verstandene Vorgänge. Physikalisch-chemische Modelle erlauben erste Abschätzungen zur Ablation. Doch fehlen bislang detaillierte Daten zu den Schmelzfragmenten, der Schweißdynamik und Stoßkopplung. Validierungen anhand von Beobachtungen sind selten. Daher plant die ESA für 2027 die Mission DRACO (Destructive



Abb. 4. Wiedereintritt des Raumfrachters ATV-1, auch Jules Vernes genannt, am 29. September 2008 in die Atmosphäre über dem Point Nemo im Südpazifik. Quelle: European Space Agency.

Reentry Assessment Container Object), die den eigenen Wiedereintritt beobachten, vermessen und untersuchen soll¹⁰.

Aerosoltransport in der Atmosphäre und Beobachtungen in der polaren Stratosphäre

Beim Eintritt von natürlichen und anthropogenen Objekten in die Atmosphäre entstehen große Mengen von Aerosolen. Aerosole sedimentieren je nach Größe unterschiedlich schnell¹¹. Die Physik der Sedimentation ist recht gut verstanden und erlaubt es, Sedimentationszeiten verlässlich abzuschätzen. Für Partikel um 1 μm beträgt die Verweildauer Monate, für kleinere Partikel Jahre (Abb. 5). Somit können sie sich in der oberen Stratosphäre gegebenenfalls gut anreichern.

Für eine weitere Betrachtung der beim Wiedereintritt entstehenden Aerosole ist ein Verständnis des meridionalen Transports wichtig. In der Winter-Atmosphäre dominieren ostwärtige und in der Sommer-Atmosphäre westwärtige Winde in der Mesosphäre¹². Aufwärts gerichtete Schwerewellen bremsen diese zonalen Strömungen durch einen im Winter westwärts und im Sommer ostwärts gerichteten Impulseintrag. Mit diesen „Gegenwinden“ geht eine durch die Corioliskraft bedingte Luftbewegung vom Sommer- zum Winterpol einher. Dieser Vorgang, auch „residuale Zirkulation“ genannt, ist recht komplex, aber gut verstanden und

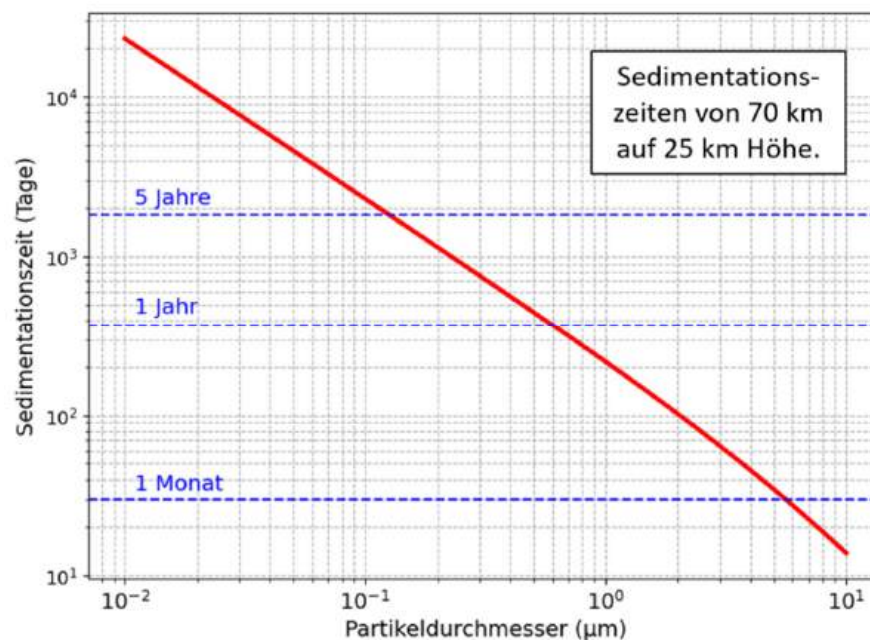


Abb. 5. Sedimentationszeiten für Partikel mit unterschiedlichem Durchmesser. Die Zeitdauer für das Absinken von 70 km auf 25 km Höhe ist dargestellt.

¹⁰ ESA-DRACO, Draco mission made for destruction, 2024. https://www.esa.int/Space_Safety/Draco_mission_made_for_destruction.

¹¹ Kulkarni, P., P. A. Baron, K. Willeke (Hrsg.), Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications, Wiley, Hoboken, 2011.

¹² Vincent, R. A., The dynamics of the mesosphere and lower thermosphere: a brief review, Prog. Earth Planet. Sci., 2:4, 2015. doi:10.1186/s40645-015-0035-8.

beobachtet. Massenerhaltung erfordert dann als Folge des Transports zum Winterpol ein Absinken der mesosphärischen Luftmassen in die polare Winterstratosphäre (Abb. 6.). Wie Plane u. a. (2015) treffend bemerken, wirkt die polare Stratosphäre daher als Sammelbecken für Aerosole unterschiedlicher Herkunft.

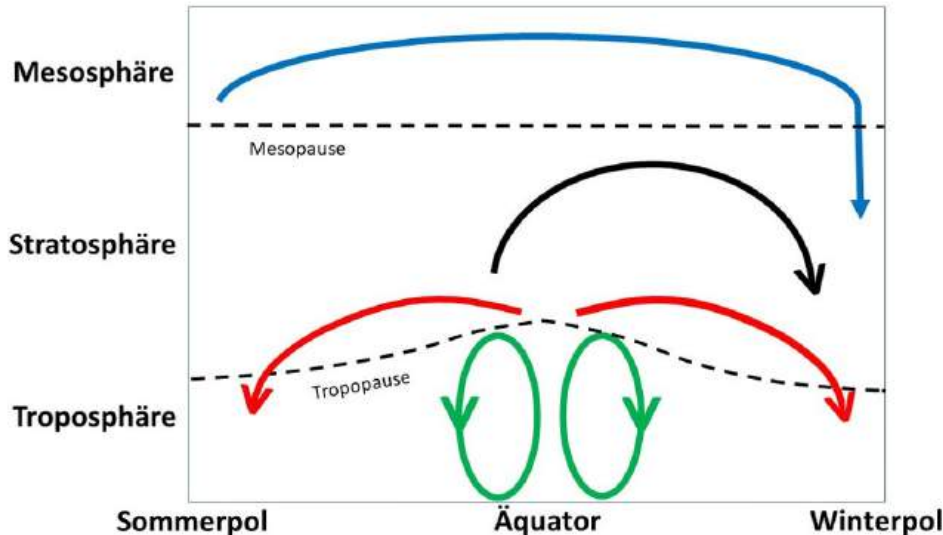


Abb 6. Schematische Darstellung der meridionalen Luftströmungen in der Atmosphäre. Grün ist die äquatornahe Hadley-Zirkulation dargestellt, rot die sogenannte Brewer-Dobson-Zirkulation, eine großräumige Luftmassenzirkulation in der Stratosphäre. Transport von der Mesosphäre in die winterliche polare Stratosphäre, die residuale Zirkulation, ist blau gekennzeichnet.

Die winterliche polare Stratosphäre ist somit eine besonders geeignete Region, um Aerosole natürlichen und anthropogenen Ursprungs zu untersuchen. In Höhen zwischen 12 und 20 km können Aerosolpartikel an Bord von Forschungsflugzeugen gesammelt werden. Dort werden sie mithilfe eines UV-Laser-Ablationsverfahrens in ihre Bestandteile zerlegt und anschließend mit einem Flugzeit-Massenspektrometer analysiert¹³.

Die in Abb. 7. gezeigten Spektren sind typisch für Teilchen, die aus Schwefelsäuredampf kondensieren und Metalle meteoridischen Ursprungs enthalten (oberes Spektrum). Im unteren Spektrum sind Messerergebnisse für Aerosole aus einem Gemisch meteoridischen und anthropogenen Materials zu sehen. Metalle wie Fe, Na, Ca oder Ni sind charakteristische Bestandteile natürlicher Partikel. Der Nachweis von Al, Cu, Li, Nb oder Hf deutet dagegen auf einen anthropogenen Ursprung hin, da sie in meteoridischem Material nur in sehr geringen Mengen vorkommen. Murphy u. a. (2023) konnten damit erstmals Metalle als Rückstände des Wiedereintritts von Satelliten und Raketenstufen in der Stratosphäre nachweisen – ein Befund, den Schulz und Glassmeier (2021) bereits vermutet hatten.

¹³ Murphy, D. M. u.a., Metals from spacecraft reentry in stratospheric aerosol particles, Proc. Natl. Acad. Sciences, 120, e2313374120, 2023. doi:10.1073/pnas.2313374120.

Von Interesse ist z. B. der Nachweis größerer Mengen von Aluminium, ein Element, das natürlich kaum vorkommt und daher anthropogenen Ursprungs sein muss. Auf den Oberflächen von Aluminiumoxid-Aerosolen können aus Chlornitrat und Chlorwasserstoffen Salpetersäure und Chlormoleküle entstehen (Abb. 8). Chlornitrate gelten als sogenannte Reservoirgase, die Chlormoleküle binden

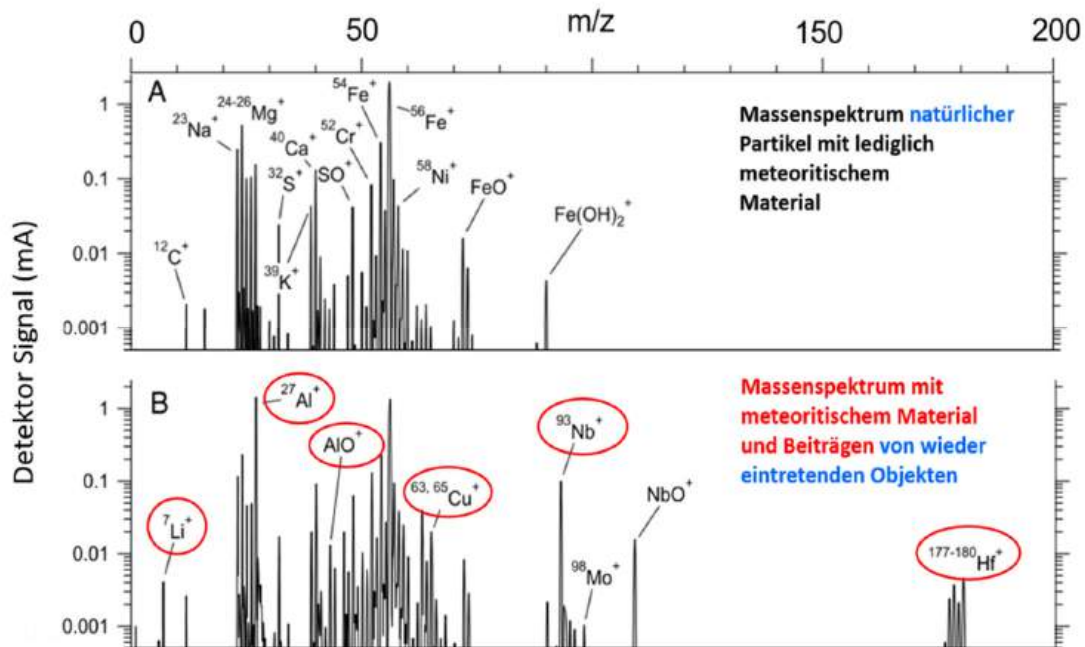


Abb. 7. Unser Fingerabdruck in der Stratosphäre. Das obere Teilbild zeigt Massenspektren meteoritischer Materials, das untere die Eigenschaften von Aerosolen mit deutlichen Beimischungen anthropogener Anteile. Die Massenspektren basieren auf Messungen von Murphy u. a. (2023).

und damit den Abbau von Ozon verhindern. Wird nun durch katalytische Reaktionen auf Aluminiumoxid-Oberflächen das Reservoirgas Chlornitrat zerstört, dann entstehen Chlormoleküle. Im Rahmen dieses Prozesses kann ein einzelnes Chlormolekül bis zu 100.000 Ozonmoleküle zerstören¹⁴.

Der „Staubsauger-Effekt“, d. h. der residuale Transport von z.B. anthropogenem Aluminium aus der globalen Mesosphäre in die winterliche polare Stratosphäre und mögliche katalytische Prozesse stellen einen sehr interessanten und erheblichen Verstärkungseffekt dar. Selbst geringe Mengen von Aluminium, eingetragen in die Mesosphäre, könnten so einen erheblichen Effekt in der polaren Stratosphäre bewirken. Ob dies in relevantem Umfang geschieht, ist allerdings offen und erfordert weitere Untersuchungen.

¹⁴ Molina, M. J. u.a., The reaction of ClONO_2 with HCl on aluminum oxide, *Geophys. Res. Lett.*, 24, 1619-1622, 1997.

Schlussbemerkung

Nachhaltigkeit spielt auch in der Raumfahrt eine zunehmend wichtige Rolle. Die ESA zum Beispiel verfolgt mit ihrer *Clean Space*-Initiative Konzepte zur Entsorgung von Weltraumschrott (engl. *space debris*) im Orbit, um auch zukünftige

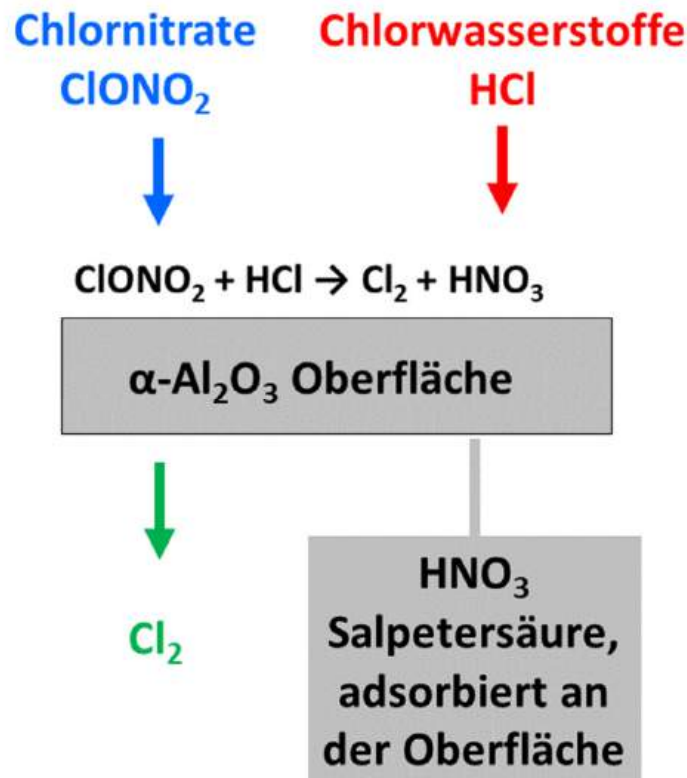


Abb. 8. Katalytische Reaktion von Chlornitrat und Chlorwasserstoff auf der Oberfläche eines Aluminiumoxid-Aerosols.

Aktivitäten im Weltraum sicherzustellen. Sehr geringe Beachtung findet bislang jedoch die Atmosphäre als Endlager für Abfälle von wiedereintretenden Satelliten und Raketenteilen. Die eingetragenen, anthropogenen Massen sind aber bereits von der Größenordnung natürlich eingetragenen Materials meteoridischen Ursprungs.

Der beobachtete Transport von Material in der Mesosphäre in die winterliche polare Stratosphäre wirkt wie ein Staubsauger, durch den der menschliche Raumfahrtabfall (engl. *space waste*) in der Stratosphäre angereichert wird. Mögliche katalytische Prozesse würden eine weiter deutliche Verstärkung der Auswirkungen von z.B. Aluminium auf die Ozonschicht unseres Planeten bedingen. Selbst scheinbar „kleine“ Mengen Materials sind somit von größtem Interesse. Daher

muss unsere Aufmerksamkeit nicht nur dem *space debris* im Orbit, sondern auch dem *space waste* in der oberen Atmosphäre gelten und zu verstärkter wissenschaftlicher Forschung führen. Eine umfassende Bewertung erfordert eine transdisziplinäre Zusammenarbeit von Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften und Raumfahrtindustrie.

Danksagung

Mein Dank gilt vor allem meinem jungen Kollegen Leonard Schulz, MSc, der sich im Rahmen seiner Doktorarbeit unter anderem auf das Intensivste mit dem zunehmenden Problem „Weltraumabfall“ beschäftigt. Er hatte den nötigen Mut, meine zunächst vage Hypothese auf eine tragfähige Grundlage zu stellen. Daniel Murphy und Christian von Savigny habe ich für viele Hinweise zur Chemie und Physik der Atmosphäre zu danken. Simona Silvestri erlaubt mir großzügig, Abbildung 1 zu verwenden. Diese Abbildung entstammt ihrer Antrittsvorlesung an der TU Braunschweig.

Literaturhinweise

- BMWK, Raumfahrtstrategie der Bundesregierung, Berlin, 2023.
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/20230927-raumfahrtstrategie-breg.html>.
- Drolshagen, G., D. Koschny, S. Drolshagen, J. Kretschmer, B. Poppe, Mass accumulation of Earth from interplanetary dust, meteoroids, asteroids and comets, Planet. Space Sci., 143, 21-27, 2017.
- ESA-DRACO, Draco mission made for destruction, 2024.
https://www.esa.int/Space_Safety/Draco_mission_made_for_destruction.
- Glaßmeier, K. H., L. Schulz, Was bleibt, ist Müll. Physik Journal 24, 36-41, 2025.
- Hampf, D., L. Humbert, T. Dekorsy, W. Riede, Kosmische Müllhalde, Physik Journal 17, 31-36, 2018.
- Krebs, G. D., Launch Vehicles, Gunter's Space Page, abgerufen am 22. April 2025,
<https://space.skyrocket.de/directories/launcher.htm>.
- Kulkarni, P., P. A. Baron, K. Willeke (Hrsg.), Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications, Wiley, Hoboken, 2011.
- Kuthunur, S., Over 1 million satellites could be headed to Earth orbit, and scientists are worried, SPACE.Com News, October 17, 2023.
<https://www.space.com/million-satellites-congest-low-earth-orbit-study-shows>.
- Molina, M. J. u. a., The reaction of ClONO₂ with HCl on aluminum oxide, Geophys. Res. Lett., 24, 1619-1622, 1997.

- Murphy, D. M. u.a., Metals from spacecraft reentry in stratospheric aerosol particles, *Proc. Natl. Acad. Sciences*, 120, e2313374120, 2023. doi:10.1073/pnas.2313374120.
- Plane, J. M. C., W. Feng, E. C. M. Dawkins, The Mesosphere and Metals: Chemistry and Changes, *Chem. Rev.*, 115, 4497-4541, 2015. doi:10.1021/cr500501m.
- Popova, O. P. u.a., Chelyabinsk Airburst, Damage Assessment, Meteorite Recovery, and Characterization, *Science*, 342, 1069-1073, 2013.
- Schulz, L., K. H. Glassmeier, On the anthropogenic and natural injection of matter into the Earth's atmosphere, *Adv. Space Res.*, 67, 1002-1025, 2021.
- Vincent, R. A., The dynamics of the mesosphere and lower thermosphere: a brief review, *Prog. Earth Planet. Sci.*, 2:4, 2015. doi:10.1186/s40645-015-0035-8.

Émile Zola – Der Dichter als Naturwissenschaftler und Ingenieur

CORD-FRIEDRICH BERGHAHN

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Institut für Germanistik

Bienroder Weg 80

38106 Braunschweig

c.berghahn@tu-braunschweig.de

I

In seiner Schrift *Französische Maler* äußert Heinrich Heine 1831 anlässlich der Diskussion der Werke des Malers Paul Delaroche die folgenden Worte: „Meine alte Prophezeiung vom Ende der Kunstperiode, die bei der Wiege Goethes anfang und bey seinem Sarge aufhören wird, scheint ihrer Erfüllung nahe zu sein. Die jetzige Kunst muß zu Grunde gehen, weil ihr Prinzip noch im abgelebten, alten Regime [...] wurzelt“, damit aber steht sie, so Heine weiter, „im unerquicklichsten Widerspruch mit der Gegenwart“.¹ Heines Wort vom Ende der Kunstperiode und Hegels zeitgleiche und nicht weniger berühmte Diagnose in der Einleitung der *Vorlesungen über die Ästhetik*, derzufolge die Kunst „nach der Seite ihrer höchsten Bestimmung für uns ein Vergangnes ist“, weil „[d]er Gedanke und die Reflexion“, also das wissenschaftliche Denken, „die schöne Kunst überflügelt“ habe,² deuten an, dass sich im Verlauf des 19. Jahrhunderts parallel zur industriellen Revolution auch eine Revolution der Kunst vollzieht, und zwar eine, die nicht nur die Themen, sondern auch die Darstellungsart und das künstlerische Vorgehen betrifft.

In der Geschichte der Kunst und ihrer Reflexion ist das ein Moment von größter Wichtigkeit. Die Kunst und ihre Produktion werden auf eine neue Basis gestellt. Der Philosoph Claus-Artur Scheier hat dafür den sehr pointierten Ausdruck *Ästhetik der Simulation* gefunden. In der Kunst (und in ihrer Theorie) etabliert sich, so Scheier, jenes Produktionsdenken, das die industrielle Moderne des 19. Jahrhunderts prägt. Scheiers These läuft darauf hinaus, dass die „nicht mehr mit metaphysischer [...] Begrifflichkeit durchsichtig zu machende [künstlerische] Produktion überhaupt die innerste Sache der industriellen Moderne sei“.³ Diese drei Momente, denen sich weitere zufügen ließen, deuten an, dass sich der Künstler im Zeitalter der industriellen Moderne nicht länger mit Konzepten wie *Gott*, *Natur*, *Genie* oder *Originalität* legitimieren kann. An die Stelle dieser Konzepte

¹ Heinrich Heine: *Französische Maler*. In: Ders.: *Historisch-kritische Gesamtausgabe der Werke*. Düsseldorf: Ausgabe (16 Bände). Herausgegeben von Manfred Windfuhr. Hamburg 1973-1997, hier Band XII.1 (1980), S. 47.

² Georg Wilhelm Friedrich Hegel: *Ästhetik*. Herausgegeben von Friedrich Bassenge. Berlin 1955, S. 57.

³ Claus-Artur Scheier: *Ästhetik der Simulation. Formen des Produktionsdenkens im 19. Jahrhundert* (Topos Poietikos 1). Hamburg 2000, S. VII.

künstlerischer Produktivität tritt in der ersten Hälfte des 19. Jahrhundert etwas Neues. Dieses Neue deutet sich schon zu Heines Lebzeiten in Begriffen wie *Art industriel* oder *Art social* an. Heine selbst hat immer wieder darauf hingewiesen, dass die Neue Kunst auch eine Kunst der Massen zu sein habe.⁴



Abb. 1. Alexander Trippel: Goethe (1787).

Meine ersten Abbildungen sollen das an besonders plakativen Dichterinszenierungen verdeutlichen. Die Büste, die der Bildhauer Alexander Trippel 1787 schuf und die sich heute in Weimar befindet, zeigt Goethe ganz klassizistisch als Apoll – also als antiker Gott der Künste.⁵ Auch Heinrich Heine hat, wie die zweite Abbildung zeigt, ungeachtet seiner diagnostischen Modernität, unter dem Wandel des Dichtungs- und Kunstverständnisses gelitten und sich nicht nur selbst als den letzten Romantiker begriffen, er hat dies auch in den von ihm gefertigten Portraits eingefordert. Die Zeichnung von Franz Kugler aus dem Jahr 1829 zeigt den Dichter in einer topischen Haltung als Melancholiker, den Kopf auf den Arm gestützt, den Blick in die Ferne gerichtet.⁶

⁴ Vgl. Renate Stauf: *Poetische Zeitgenossenschaft. Heine-Studien*. Heidelberg 2015. S. 161-180.

⁵ Quelle: <<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:GoetheMarmorbuesteVonTrippel1787S126.jpg>> (14.11.2025)

⁶ Quelle < https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Heinrich_Heine.jpg> (14.11.2025).



Abb. 2. Heine, gezeichnet von Franz Kugler (1829).

Heine mochte diese Zeichnung und hat sie selbst am Rand beschriftet: „So sah ich aus, heute Morgen, den 6ten April 1829 H. Heine.“ Ihr lassen sich andere, ähnliche an die Seite stellen.

II

Ganz anders sieht diese Inszenierung bei dem Autor aus, dem ich mich nun zuwende: Émile Zola (1840-1904). Ich möchte den von Heine beschworenen Moment des ästhetischen Transferprozesses im 19. Jahrhundert an einem spezifischen Autor zeigen, einem, der allen drei Klassen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft zugeordnet werden könnte, weil er sich als Naturwissenschaftler, als Ingenieur und auch als Dichter zugleich sah und seine Autorschaft entsprechend inszenierte. Am achten März 1890 etwa schmückte das Bild des auf dem Führerstand einer Schnellzuglokomotive von Paris nach Mantes mitfahrenden Dichters die Zeitschrift *L'Illustration*. Ihre Leser erfuhren im dazugehörigen Artikel, dass der Autor hier zu Recherchezwecken reiste – um nämlich technische und logistische Details seines nächsten, im Eisenbahnmilieu spielenden Romans *La Bête humaine* an der Wirklichkeit zu überprüfen.



Abb. 3. Titelblatt der Zeitschrift *L'illustration*.⁷

Ein weiteres berühmtes Bild, dieses Mal eine Fotografie, zeigt Émile Zola mit einer seiner sieben Kameras auf Motivsuche im Pariser Bois de Boulogne – es ist die Fotografie eines Autors, der mit ausgesprochen professioneller Ausrüstung arbeitet, mit einer handlichen *Box* nämlich, die seinerzeit vor allem von Journalisten und im Polizeidienst für die Dokumentation von Tätern und Tatorten verwendet wurde. Auch hier war Émile Zola beruflich unterwegs und dokumentierte das gesellschaftliche Treiben des berühmten Pariser Parks.

⁷ Abb. nach Cord-Friedrich Berghahn: *Émile Zola. Leben in Bildern*. Berlin/München 2013, S. 36.



Abb. 4. Zola mit seiner Box im Bois de Boulogne.⁸

Zolas Fotografien, von denen sich mehrere Tausend erhalten haben,⁹ sind nicht nur an sich ein erstaunliches Faktum – man stelle sich das bei anderen Autoren dieses Jahrhunderts vor (etwa bei Zolas Zeitgenossen Wilhelm Raabe, der ein begabter Zeichner war und dies auch als Teil seiner Autorschaft begriff¹⁰). Zola hat auch die erstaunlichsten Sachen fotografiert: vorbeifahrende Züge, Randgruppen der Gesellschaft, überhaupt die unterschiedlichsten Menschen, Wege und Straßen in der Stadt und auf dem Land, flüchtige Augenblicke, Wetterphänomene, scheinbar zufällig Dinge etc. Zwei Beispiele aus dem riesigen Archiv seiner Bilder mögen das Ungewöhnliche seines photographischen Interesses andeuten.¹¹

⁸ Abb. nach: *Emile Zola, Photograph. Eine Autobiographie in 480 Bildern*. Herausgegeben und zusammengestellt von François Emile Zola und [Robert] Massin. Übertragung aus dem Französischen von Ulrike Bergweiler. München 1979, S. 11.

⁹ Vgl. ebd., S. 7 (und passim).

¹⁰ Vgl. dazu Eberhard Rohse: „Bild als Text – Text als Bild. Bildzitate in Erzähltexten Wilhelm Raabes“. In: *Wilhelm Raabe. Das zeichnerische Werk*. Hg. von Gabriele Henkel. Hildesheim/Zürich/New York 2010, S. 93-125, der die Bedeutung des Zeichnens und zugleich der Kunstgeschichte für Raabe herausarbeitet.

¹¹ Abb. 5 und 6 nach *Emile Zola, Photograph* (Anm. 8), S. 136 und 112.



Abb. 5. *Fahrender Bürgersteig auf der Pariser Weltausstellung.*



Abb. 6. *Paris, Place Prosper Goubaux.*

Wer war dieser Émile Zola,¹² und warum ist er für uns so interessant? Geboren wurde er 1840 in Paris, verlebte seine Jugend aber in Aix en Provence als Sohn des aus Italien eingewanderten Ingenieurs Francesco Zolla, des Erfinders der konvex gegen das Wasser gestellten Staumauer. Mit 18 Jahren kam Zola zurück nach Paris und erlebte dort den gewaltigen Umbau der Millionenstadt, in der über Jahrzehnte Tag und Nacht abgerissen und neugebaut wurde. In Paris arbeitete sich der junge Zola hoch, wurde Journalist und erschrieb sich als solcher die Gegenwart seiner Zeit. 1865 erschien sein erster Roman – *La confession de Claude* –, dessen schonungs- und illusionsloser Realismus einen literarischen Skandal auslöste. Zwei Jahre später kam dann der Roman *Thérèse Raquin* auf den Markt – in dieser

¹² Die zuverlässigste und detaillierteste Biographie stammt von Henri Mitterand: *Zola* (3 Bände). Paris 1999-2002; Band I: *Sous le regard d'Olympia* (1840-1871); Band II: *L'homme de Germinal* (1871-1893); Band III: *L'honneur* (1893-1902).

düsteren, in einer verfallenden Ladenpassage angesiedelten Kriminalgeschichte werden vier Personen in einer nachgerade klaustrophobischen Anordnung beobachtet. Dabei kommt es Zola weniger auf den Sensationseffekt der nacheinander verübten Morde in der Geschichte an als vielmehr darauf, zu zeigen, wie der Ort und die Umstände das Handeln der Protagonisten prägen.

Aus den Erfahrungen mit diesen beiden frühen Texten und in direkter Auseinandersetzung mit der überlebensgroßen Gestalt Honoré de Balzacs entstand nach dem Zusammenbruch Frankreichs im Krieg von 1870/71 der Plan zu einem literarischen Großprojekt, das den Namen *Les Rougon-Macquart* trägt. Dieses Projekt gehört zu den monumentalsten, ja hybridesten literarischen Werken des 19. Jahrhunderts. Worum geht es im *Rougon-Macquart*-Zyklus? Der Zyklus ist eine Romanfolge, die in zehn Bänden die Geschichte einer Familie unter dem Zweiten Kaiserreich erzählt. Es sollte, so Zola, darum gehen, „in einer Familie die Träger des Bluts und des Milieus zu studieren“, darum also, naturwissenschaftliche Grundannahmen in einem literarischen Werk erzählerisch zu entfalten. Damit stand die positivistische Methode Auguste Comtes im Zentrum von Zolas Romanpoetologie. Comte hatte das streng wissenschaftliche, das *positivistische* Zeitalter als die letzte Form menschlicher Entwicklung nach dem religiösen und dem idealistischen dargestellt, und er hat mit diesem Optimismus Zola mit dem – marxistisch gesprochen – notwendigen Überbau zur Konzeption der *Rougon-Macquart* versehen. In Comtes Spuren, dazu ausgerüstet mit der Idee einer ‚experimentellen Methode‘, die er vom Mediziner Claude Bernard übernahm, machte sich Zola an die Verwirklichung seines gewaltigen Vorhabens.

So wie der Arzt und Physiologe Claude Bernard in seiner *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1865) die tradierten Lehrmeinungen der Medizin mit seiner experimentellen Methode herausforderte, so wollte auch der Dichter Émile Zola mit seiner literarischen Versuchsanordnung die gesamte französische Literatur herausfordern – und das ist ihm auch gelungen. Sein literarischer Naturalismus – er selbst hat diesen Begriff geprägt, um sich von seinen realistischen Vorgängern und Zeitgenossen abzugrenzen – stellt einen Extrempunkt in der Geschichte des Romans, ja der Literatur überhaupt dar.¹³

Neben Claude Bernards Experimentallehre deutet Zolas Idee, Fragen der Veranlagung mit denen des Milieus zu verbinden, auf Charles Darwins Vererbungslehre. Im Laufe der Arbeit am Zyklus der Rougon-Macquart-Romane sollte die zu Beginn der Arbeit sehr dominante Rolle der Vererbungslehre allerdings hinter die des Milieus zurücktreten. Dennoch ist diese Begründung eines literarischen Großprojekts in den führenden Natur- und Sozialwissenschaften der Zeit für meinen Argumentationszusammenhang entscheidend.

¹³ Vgl. Victor Žmegač: *Der europäische Roman. Geschichte seiner Poetik*. Tübingen 1990, S. 217-225.

Zolas *Rougon-Macquart*-Romane sind eine kritische Analyse des ihm so verhassten Zweiten Kaiserreichs. Dessen katastrophisches, aber notwendiges Ende, so behauptet Zola triumphierend im Vorwort zum ersten Roman der *Rougon-Macquart*, sei von Anfang an Teil seines Romanplans gewesen: „Ich sammelte“, schreibt Zola in diesem auf den 11. Juli 1871 datierten Vorwort, „seit drei Jahren die Dokumente zu diesem großen Werk, und der vorliegende Band war sogar schon geschrieben, als der Sturz Bonapartes [Napoleons III.], dessen ich als Künstler bedurfte und den ich notwendigerweise immer am Ende dieses Dramas fand, ohne daß ich ihn indessen so bald zu erhoffen wagte, mir die schreckliche und notwendige Lösung meines Werkes gab“.¹⁴

Ein Romanzyklus als großangelegte, die französische Gesellschaft in ihrer Gesamtheit darstellende Experimentalanordnung – damit waren der homerische Anspruch auf Totalität *und* der moderne Anspruch auf Wissenschaftlichkeit verzwirnt. Zugleich hatte sich Zola mit diesem literarischen Konzept seinen Platz in der Geschichte der modernen französischen Literatur erobert, hatte sich gegen die Zeitgenossen Gustave Flaubert, Jules und Edmond de Goncourt und Victor Hugo ebenso abgegrenzt wie gegen Honoré de Balzac. Dabei korrespondiert das von Zola entworfene Modell des Experimentalromans mit allen diesen Vor- und Gegenbildern. Von Flaubert übernahm Zola die minutiöse und realistische Beobachtung der Gegenstände, Personen und Leidenschaften; von den Goncourts die Perspektivierung der Handlung im Hinblick auf genau beobachtete und exakt dokumentierte Szenen; von Hugo schließlich das priesterliche Auftreten des Dichters als Heiler gesellschaftlicher Wunden.

Die intensivste Auseinandersetzung hat Zola jedoch mit dem übermächtigen Vorbild Balzac und mit dessen *Comédie humaine* geführt. Diese *Comédie humaine* sollte ein Komplex aus 137 miteinander durch wiederkehrende Figuren verbundenen Erzählungen, Novelle und Romanen werden, in dem die gesellschaftliche Totalität Frankreichs in der Zeit der Restauration nach 1815 geschildert wird. Balzac hat davon 91 Texte abschließen können. Im 1842 verfassten Vorwort zur *Comédie humaine* charakterisiert er die soziale Verfasstheit des modernen Menschen als „Addition von Natur und Gesellschaft“ und fordert von der Literatur eine Darstellung der Welt in „dreifacher Gestalt“: „entsprechend den Männern, Frauen und Dingen, also den Figuren und dem materiellen Ausdruck“.¹⁵ Balzac hat seinen Romankosmos als Geschichtsschreibung entworfen, als deutende und prognostizierende Darstellung einer bestimmten Nation zu einem bestimmten Zeitpunkt. Er hat die eigene Rolle dabei jedoch auf eine Art und Weise bestimmt, die Zolas naturwissenschaftliche Poetik antizipiert: „Die französische Gesell-

¹⁴ Zitiert nach Rita Schober: „Nachwort“. In: Emile Zola: *Das Glück der Familie Rougon* (= Emile Zola: *Die Rougon-Macquart. Natur- und Sozialgeschichte einer Familie unter dem Zweiten Kaiserreich* [20 Bde.]. Herausgegeben von Rita Schober. Band I). Die von Rita Schober betreuten Bände sind die bislang beste deutsche Ausgabe der *Rougon-Macquart* Romane. Berlin 1959, S. 427-446, hier S. 429.

¹⁵ Honoré de Balzac: „Vorrede zur Menschlichen Komödie“. In: Ders.: *Die menschliche Komödie* (12 Bände). Herausgegeben von Ernst Sander. München 1998, Band I, S. 141-160, hier S. 145f.

schaft“, schreibt er hierzu, „sollte der Geschichtsschreiber sein; ich selbst lediglich der Sekretär“. ¹⁶

Dieser im Vorwort der *Comédie humaine* selbstbewusst artikulierte Anspruch war für Zola trigonometrischer Punkt und Grenze zugleich. An die *Comédie humaine* galt es anzuknüpfen und zugleich sich gegen sie abzugrenzen. Ganz ähnlich ist die Anlage Balzacs und Zolas: eine Folge von Prosatexten, in denen dieselben zentralen Figuren wiederholt auftreten. Bei Balzac sind dies ein harter Kern von ca. zwei Dutzend Protagonisten, dem fast 3.000 Nebenfiguren zugesellt sind; bei Zola waren es anfangs (1868) ebenfalls gut zwei Dutzend, die Zola mit Hilfe eines Stammbaums verzeichnet und genealogisch verortet hat. Am Ende der Arbeit an den Rougon-Macquart (1893) zählten schließlich 32 Figuren zum Kernpersonal des Zyklus, ihnen gesellen sich fast 1.500 Nebenfiguren zu. ¹⁷ Durch seine pointiert wissenschaftliche Theorie des modernen Romans, durch seine Gleichsetzung des Autors mit einem naturwissenschaftlichen Experimentator und durch die neuartige, biologisch-soziologisch gegründete Systematizität des Rougon-Macquart-Zyklus hat sich Zola von den so bewunderten wie gefürchteten literarischen Vorbildern befreit.

Zola hat seine Theorie des Romans 1880 in seinem Buch *Le roman expérimental* (*Der Experimentalroman*) konzentriert; im Zentrum der in diesem Band versammelten Aufsätze steht der Künstler, konkret der Dichter, den Zola hier mit einer ganz neuen Aura versieht: der des Wissenschaftlers. Ihm fallen Aufgaben zu, die nur mit neuen literarischen Techniken zu bewältigen sind. „Er hat der Photograph der Erscheinungen zu sein“, schreibt Zola, „seine Beobachtung muss die Natur in exakter Weise darstellen... Er behorcht die Natur und schreibt unter ihrem Diktat.“ ¹⁸ Es ist diese Rolle des Beobachters, Experimentators und Deuters, die Zola fasziniert. An sie sind gewaltige politische und ästhetische Erwartungen geknüpft. Die modernen, also *naturalistischen* und damit wissenschaftlichen Autoren müssen nämlich, so Zola, „mit den Charakteren, den Leidenschaften, den menschlichen und sozialen Handlungen operieren, wie es der Chemiker und der Physiker mit den starren Körpern der Physiologie mit den lebenden Wesen tut. Der Determinismus beherrscht alles“. ¹⁹ Dieser neue Autor studiert nicht länger die antiken Dichter (wie im Klassizismus), er sitzt nicht länger vor dem weißen Blatt und wartet auf die Inspiration (wie in der Romantik), und er wandert auch nicht ziellos durch die Metropole um sich den Kontingenzen der Moderne auszuliefern und diese in sein Werk zu holen (wie Poe und Baudelaire). Er beobachtet vielmehr

¹⁶ Ebd., S. 148.

¹⁷ Vgl. [J.G. Patterson:] *A Zola Dictionary. The Characters of the Rougon-Macquart Novels of Émile Zola*. With a Biographical and Critical Introduction, Synopses of the Plots, Bibliographical Note, Map, Genealogy etc. London/New York 1912, S. XXVI und passim.

¹⁸ Émile Zola: *Der Experimentalroman. Eine Studie*. Herausgegeben von Wolfgang Bunzel. Hannover 2014, S. 17 (die Ausgabe Bunzels bringt die erstmals 1904 erschienene deutsche Übersetzung des titelgebenden Aufsatzes *Le roman expérimental*).

¹⁹ Ebd., S. 26.

systematisch seine Gegenwart. Er notiert und protokolliert, er zeichnet, fotografiert und dokumentiert.

Aus den umfangreichen Materialien zu Zolas Romanen ließe sich eine Enzyklopädie des Frankreichs nach 1850 erstellen, die synchron und diachron ein Zeitalter erfasst. Damit hat Zola den Naturalismus mit einer neuen Idee von Realismus, von dargestellter Wirklichkeit versehen, die zugleich zu einer radikal neuen, provozierenden Schreibart führte. In ihr nimmt die Dokumentation, die dichte Beschreibung und die Überblendung der Fiktion mit erkennbaren Wirklichkeitsfragmenten eine zentrale Stellung ein. In Zola verkörpert sich auch für seine Gegner ein neuer Typus des Autors, der sich den Herausforderungen der Wirklichkeit auf eine unerhört neue Art und Weise stellt und der zurecht eine Teilhabe am Wissenschaftsdiskurs seiner Zeit beansprucht.

Die zwanzig Romane der *Rougon-Macquart* sind mithin ein Experiment auf der Grenze von Kunst und Wissenschaft; sie müssen als ein Ganzes begriffen werden und gleichzeitig vermag dennoch jeder Text für sich zu stehen. In *La fortune des Rougon* (*Das Glück der Familie Rougon*), dem ersten Roman der Rougon-Macquart, entspinnt Zola die genealogischen Fäden und verwebt die Familiengeschichten der Rougons und der Macquarts ausgesprochen kunstvoll mit der Tagespolitik. Der Roman spielt in der fiktiven südfranzösischen Stadt Plassans, die große Ähnlichkeit mit dem realen Aix der Kindheit Zolas aufweist. In diesem überschaubaren Kreis ordnet Zola Figuren an, die je unterschiedlich auf den Staatsstreich vom Dezember 1851 reagieren. In ihrem Zentrum steht Adélaïde Fouque, die zunächst den Gärtner Rougon heiratet, später aber den Trinker Macquart zum Geliebten nimmt. Von beiden Männern bekommt Adélaïde Kinder, die die jeweiligen Eigenschaften der Väter (Machtstreben auf der Seite Rougons, Alkoholismus und Schwachsinnigkeit auf der Macquarts) und die Neigung der Mutter zu Wahnvorstellungen weitertragen und potenzieren.

Was lässt sich aus diesen Romanen nicht über das Paris, ja das Frankreich zwischen 1848 und 1871 lernen? Über die Grundstücksspekulation im Gefolge des Umbaus von Paris durch Haussmann etwa (*La curée* / *Die Beute*, 1871) oder über das Paris der gusseisernen Markthallen des Architekten Victor Baltard mit ihrem verführerischen Angebot aller möglichen Speisen und mit ihren Gerüchen, Geräuschen und Farben (*Le ventre de Paris* / *Der Bauch von Paris*, 1873). Diese Romane führen aber nicht nur in ganz konkrete erzählte Räume, sie betten diese auch in eine exakt beobachtete soziale Sphäre ein. Der verschwenderische Glanz des neureichen Paris beherbergt die Spekulanten – etwa in *La curée*, *Son excellence Eugène Rougon* (*Exzellenz*, 1876) und *L'argent* (*Das Geld*, 1891) –, aber auch die Halbwelt (*Nana*) und das stille Glück (*Une page d'amour* / *Ein Blatt Liebe*, 1878); in seinem Schatten spielt sich das Elend der Unterschichten ab (*L'assomoir*), aber auch die Auf- und Abstiegskämpfe der Kleinbürger (*Pot-bouille* / *Ein feines Haus*, 1882). Wir erfahren alles über das Warenangebot und

die Preise der Zeit (*Au bonheur des dames / Paradies der Damen*, 1883), über die Bohème, ihre Ideale und ihren Lebensstil (*L'oeuvre / Das Werk*, 1886), aber auch über die Welt der Bahnhöfe und Eisenbahnen, die wie gewaltige Schneisen den Körper von Paris durchschneiden und mit dem Land verbinden (*La Bête humaine / Bestie Mensch*, 1890). Einige Romane führen in die Provinz, wo sie das ganz und gar nicht romantische Leben der Bauern schildern (*La terre / Die Erde*, 1887) oder die entwürdigenden Arbeitsbedingungen in den Bergwerken, von deren Profit der Glanz des neuen Paris der großen Boulevards errichtet wird (*Germinal*, 1885).

IV

Im Folgenden möchte ich einen der 20 Romane aus dem Zyklus der Rougon-Macquart genauer betrachten – damit soll nicht nur Fleisch auf das nackte Bein der Theorie kommen, sondern ich möchte an einem konkreten Beispiel auch zeigen, welche ästhetischen Möglichkeiten Zola innerhalb seiner so rigide scheinenden Theorie verwirklichte – der man aus heutiger Perspektive ja durchaus eine naive Wissenschaftsgläubigkeit attestieren kann. Als Eisenbahnfreund fällt meine Wahl auf den 17. Text des Zyklus, den 1890 erschienenen Roman *La Bête humaine*, der unter den Titeln *Bestie Mensch* oder *Das Tier im Menschen* wiederholt ins Deutsche übertragen wurde. Zola hat diesen Roman in der Zeitung *L'Événement* als „Geschichte eines Verbrechens, das in einem Zug begangen wird“ angekündigt; er sei, schreibt er weiter, ein „dramatisch[r] tragische[r] Roman“, etwas „Atemberaubendes“, nämlich „die Durchführung und Auswirkung dieses Verbrechens im Rahmen einer großen, in Betrieb befindlichen Eisenbahnlinie“.²⁰ Dieser dramatische und tragische Roman ist Zola in der Tat gelungen. Innerhalb der Rougon-Macquart ist *La Bête humaine* einer der düstersten Texte – ein „cauchemar à tout Paris“,²¹ wie es in der Rohfassung heißt –; er entwirft das Szenario des Untergangs einer Zivilisation, die pathologisch ist und sich der Heilung entzieht. Unter der glänzenden modernen Hülle der Zivilisation, symbolisiert durch die moderne Eisenbahntechnik, erscheint eine atavistische Dimension, eben jene der Bestie. Sie offenbart sich in der erblichen Mordlust und pathologischen Sinnlichkeit des Lokführers Jacques Lantier.

Meiner Lektüre dieses spannenden Textes liegen drei Thesen zugrunde, die mit dem hier entfalteten Zusammenhang korrespondieren.²² *La Bête humaine* ist,

²⁰ Zitiert nach dem Nachwort der Ausgabe: Emile Zola: *Die Rougon-Macquart. Natur- und Sozialgeschichte einer Familie unter dem Zweiten Kaiserreich*. Herausgegeben von Rita Schober. Band XVII: *Das Tier im Menschen*. Übersetzt von Gerhard Krüger. Berlin 1969, S. 454.

²¹ Émile Zola: *Les Rougon-Macquart. Histoire naturelle et sociale d'une famille sous le Second Empire*. Édition intégrale publiée sous la direction d'Armand Lanoux. Études, notes et variantes par Henri Mitterand (5 Bde.). Paris 1959-1967, hier Band IV, S. 1718.

²² Vgl. zum Folgenden Cord-Friedrich Berghahn: „Une apparition en coup de foudre“ und „erhabenes Schauspiel“: Vorbeifahrende Züge bei Émile Zola und Gerhart Hauptmann“. In: *Technische Beschleunigung – Ästhetische*

erstens, das erzählerische Experiment dieser neuen beschleunigten Wahrnehmung, die sich auf neue Ansätze in der bildenden Kunst und in der Photographie – etwa auf die Bewegungsphotographien Ernst Machs, Eadweard Muybridges und Thomas Eakins’ – stützt.²³ Es ist damit ein Roman, der nicht nur das Wahrgenommene, sondern die Wahrnehmung selbst, und zwar eine traumatische, thematisiert. *La Bête humaine* ist, *zweitens*, der Roman einer neuen Zeiterfahrung, die in seine Textur hineinwirkt. Denn neu, und zwar global neu, ist die Zeit der Eisenbahn, die sich auf das flächendeckende Netz zurückschreibt. Jene Zeit, die fünf Jahre vor dem Entstehen des Zola’schen Textes, als *terrestrial time* auf den Meridiankonferenzen normiert wird. *Drittens* ist der Roman zugleich der literarische Ort einer neuen, durch die Eisenbahn bewirkten Raumerfahrung. Auch die Wahrnehmung des Raums hat sich durch die Eisenbahn in grundlegend verändert. „In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts“, so Markus Krajewski, schaltet sich der Verkehr zu einem Netzwerk zusammen“,²⁴ das beständig expandiert und das in seiner Logik die Zwischenräume gleichsam ausradiert, sie in leere Zeit und marginalisierten Raum verwandelt.



Abb. 7. Claude Monet: Gare St Lazare (1877).²⁵

Verlangsamung? Mobile Inszenierung in Literatur, Film, Musik, Alltag und Politik. Herausgegeben von Jan Röhnert. Köln/Weimar/Wien 2015, S. 137-156.

²³ Beaumont Newhall: *Geschichte der Photographie*. Aus dem Amerikanischen von Reinhard Kaiser. München 1989, vgl. insbesondere Kapitel VIII: „Die Eroberung der Bewegung“, S. 121-144; zu Zolas Rolle als Photograph vgl. S. 140.

²⁴ Markus Krajewski: *Restlosigkeit. Weltprojekte um 1900*. Frankfurt am Main 2006, S. 24.

²⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Claude_Monet_-_The_Gare_Saint-Lazare,_Arrival_of_a_Train.jpg> (Zugriff 28.11.2025).

Diese Thesen möchte ich im Folgenden mit Textbeispielen erhärten. Mein erstes Beispiel ist der Romanauftakt; die Handlung setzt ein mit einem wie zufällig wirkenden Blick des Bahnhofsvorstehers Roubaud über das Gleisfeld der Pariser Gare St. Lazare:

Gegenüber verschwammen und verblichen in diesem Strahlengestiebe hingehaucht die Häuser der Rue de Rome. Links taten die überdachten Bahnhofshallen ihre riesigen Portale auf mit den rauchgeschwärzten Verglasungen, unermesslich groß die Fernbahnhalle, in die das Auge hineintauchte und die durch das Postgebäude und das Heizhaus von den anderen kleineren Bahnhofshallen, aus denen die Züge nach Argenteuil, nach Versailles und die Ringbahn abfuhr, getrennt wurde, während rechts die Pont de l'Europe mit ihrem eisernen Stern den Einschnitt durchtrennte, den man jenseits wieder auftauchen und schnurgerade bis zum Tunnel unter dem Boulevard des Batignolles laufen sah. Und unmittelbar unterhalb dieses Fensters, von dem man das ganze weite Gelände überschaute, verzweigten sich die drei aus der Brücke herauskommenden Doppelgeleise, liefen in einem Fächer auseinander, dessen metallene Stangen sich vervielfachten und unzählig in den Bahnhofshallen verloren. Vor den Brückenbögen ließen die drei Stellwerke ihre kleinen, kahlen Gärten sehen. In dem verworrenen Verfließen von Wagen und Lokomotiven, mit denen die Schienen vollgestellt waren, bildete ein großes, rotes Signal einen Fleck auf dem bleichen Tageslicht.²⁶

Beim Lesen dieser und ähnlicher Passagen fühlt man sich unwillkürlich an Claude Monets zahlreiche Studien der Gare St. Lazare und ihrer Umgebung aus dem Jahr 1877 erinnert (vgl. Abb. 7). Wie Monets Blick so ist auch der der Romanfigur Roubaud kontingent und zugleich unnatürlich präzise. Zola meistert diese Vermittlung durch die Konfrontation von lexikalischer Präzision mit einem schweifenden Blick.

Im Roman geht es immer wieder um das Wahrnehmen: Den Kern des Romans bildet die Wahrnehmung eines Verbrechens, das Jacques Lantier wie ein vorüberhuschendes Bild zu sehen meint und das er im Lauf der Erzählung immer wieder zu rekonstruieren sucht. Das flüchtige, in einem vorbeifahrenden Zug als Anordnung von Farbe und Umrissen aufscheinende Bild wird zum Modell von Wahrnehmung im Roman. Diese ist blitzhaft und schockartig, und Zola konfiguriert nicht nur seine Sprache neu, um dies auch im Text umsetzen zu können, er entwickelt zugleich auch eine Erzähltechnik, die zwischen Außen- und Innensicht oszilliert. Etwa, wenn die Fernzüge im zweiten Kapitel des Romans unentwegt am einsamen Bahnwärterhaus von La Croix-de-Maufra vorbeidonnern und die Passage, ausgehend von der Wahrnehmung einer Roman Romanfigur, schließlich umschlägt in eine erzählte Allegorie, hinter der sich ein ausgesprochen ambivalentes Zukunftsbild abzeichnet:

²⁶ Zola: *Das Tier im Menschen* (Anm. 20), S. 5f. Das französische Original unterstreicht an dieser Stelle die Plötzlichkeit der Wahrnehmung durch prädikatlos nachgestellte Wahrnehmungsfetzen („se brouillaient, s’effaçaient, légères“), vgl. Émile Zola: *La Bête humaine*. Introduction, commentaires und notes de Gisèle Séginger. Paris 2013, S. 36.

In diesem Augenblick fuhr der Zug mit seinem Gewitterdonner vorüber, als habe er alles vor sich hinweggefeht. Von einem Windstoß umbraust, erbebte das Haus davon. Dieser nach Le Havre fahrende Zug war stark besetzt, denn am morgigen Sonntag fand ein Fest, der Stapellauf eines Schiffes, statt. Trotz der Geschwindigkeit hatte man durch die erleuchteten Fensterscheiben der Wagentüren wie eine Vision die vollen Abteile erblickt, die dicht nebeneinander aufgereihten Köpfe im Profil. Sie folgten aufeinander, verschwanden. Wie viele Leute! Schon wieder die Menschenmenge, die endlose Menschenmenge hier im Rollen der Wagen, im Pfeifen der Lokomotiven, im Ticken des Telegraphen, im Anschlagen der Glocken! Es war gleichsam ein großer Leib, ein riesiges Lebewesen, das sich quer über die Erde erstreckte, das den Kopf in Paris hatte, die Wirbelsäule die Strecke entlanggelegt, die Glieder bei den Abzweigungen ausgebreitet, die Füße und Hände in Le Havre und in den anderen Endstationen. Und mechanisch und sieghaft fuhr und fuhr das alles vorbei, raste mit mathematischer Genauigkeit [im Original: *rectitude mécanique*] der Zukunft entgegen, in selbstgewählter Unkenntnis dessen, was vom Menschen übrigblieb zu beiden Seiten der Gleise, verborgen und stets lebenskräftig, die ewige Leidenschaft und das ewige Verbrechen.²⁷



Abb. 8. Vorbeifahrender Zug auf der Linie Paris-Rouen. Aufnahme Zolas.²⁸

Ich komme zu meiner zweiten These (die hier eher angedeutet wird). Ihr zufolge ist Zolas *La Bête humaine* der Roman einer neuen Zeiterfahrung, deren Dispositiv die Eisenbahn ist. Der Bahnhofsvorsteher Roubaud ist in der Logik der Erzählung die Figur, in der die mechanische und die von Wahrnehmungen erfüllte Zeit unvermittelt aufeinandertreffen. Im Anschluss an den grandiosen Blick des Romanauftakts wartet er auf Séverine, und dieses Warten, das sich im Roman wiederholt, wird festgemacht durch Blicke auf Uhren, auf die Bahnhofsuhr von

²⁷ Zola: *Das Tier im Menschen* (Anm. 20), S. 56.

²⁸ Abb. nach: Zola, *Photograph* (Anm. 8), S. 40.

St. Lazare, auf die abfahrbereiten Züge, deren Fahrplan er auswendig kennt, und auf die Uhr im Zimmer. Diese mechanische, langsam und stetig verlaufende und durch Leere, Langeweile gefüllte Zeit wird unterbrochen durch ein anderes Zeiterleben: sein Auslöser ist ein „petit objet“, eine Dose, die eine Kaskade *unwillkürlicher Erinnerungen* an die Liebe zu Séverine auslöst: „Et ce petit objet avait suffi, toute l’histoire de son mariage se déroulait. Déjà trois ans bientôt.“²⁹ Das kontingente und triviale Objekt, die zufällig wahrgenommene Dose, wird zum Anlass einer die Zeit und Ort transzendierenden Erfahrung.

Zur dritten These: *La Bête humaine* ist der Ort einer neuen, wesentlich durch die Eisenbahn geschaffenen Raumerfahrung. In seiner *Geschichte der Eisenbahnreise* hat Wolfgang Schivelbusch die Verwandlung des Raumerlebens durch die Eisenbahn eindrucksvoll dargestellt. Aus der langsamen, die Landschaft und die Städte berührenden Reise, die selbst das größte Hindernis und die größte Kunst war, wurde durch den normierten Fernverkehr ab 1850 die Fahrt. Sie zerfällt in die bedeutsamen Momente von Abfahrt und Ankunft und in die gleichsam leere Zeit des Dazwischen.³⁰ Dem entspricht die räumliche Disposition des Textes. *La Bête humaine* ist ein Großstadt- und ein Provinzroman – einer, in dem die Figuren simultan in beiden Erzählräumen präsent sind. Jacques und Séverine führen ihre Affäre zwischen den Gleisen, aber auch in Paris, wohin Jacques den Schnellzug von Le Havre fast täglich führt. Die Kapitel des Romans folgen gewissermaßen dem Fahrplan der Westbahn.

Es gehört zu den genialen Ideen dieses Erzählers, in der Mitte der Strecke den Bahnwärterposten La-Croix-de-Maufra als realen und allegorischen Ort, als stylische Gegenwelt zu Kommunikation und Verkehr zu etablieren. Abgetrennt durch einen Tunnel und im Schatten jenes Anwesens, in dem die junge Séverine vom Eisenbahnpräsidenten missbraucht wurde, steht hier das Haus des Bahnwärters. Von allen Seiten von Gleisen umschlossen blicken die bewusstlos im Dienst der Eisenbahn Arbeitenden und in ihrem Zeitraster Lebenden regelmäßig auf die Geisterbilder der in Zügen vorbeirauschenden Gesellschaft des Zweiten Kaiserreichs. Zola hat hier erstmals eine Raumerfahrung in die Literatur geführt, die uns allen geläufig ist und die wir dennoch kaum bemerken: die Auflösung des Landschaftskontinuums in Verdichtungsorte und in Leere, in jene Landschaftsränder und -falten zwischen Autobahnauffahrten, Landebahnen und Gleisdreiecken. Und in diesen blinden Flecken der Bewusstseins- wie der Realtopographie lässt er im Roman jene Zivilisation für einen schockhaften Moment kollabieren, deren glänzende, mechanische Hülle auch die Oberfläche des Romans prägt.

Der Anschlag auf den Schnellzug Paris-Le Havre, den die Romanfigur Flore begeht, ist nicht das erste Zugunglück der Literatur, wohl aber das erste literarisierte

²⁹ Zola: *La Bête humaine* (Anm. 26), S. 41.

³⁰ Vgl. Wolfgang Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*. Berlin 2023 [zuerst 1977], S. 53-70 (Kapitel „Eisenbahnraum und Eisenbahnzeit“).

Eisenbahnattentat. Zola protokolliert das Ergebnis in einem Tableau der Verwüstung und Zerstückelung, zugleich lässt er in der Passage des Zugunglücks die Amplituden von Geschwindigkeit und Stillstand im Zeichen der Katastrophe aufeinanderprallen. In einer meisterlichen Zeitregie werden im zehnten Kapitel zunächst das Herannahen des Zuges und dann – wie in einer filmischen Rewindtechnik – die letzten Sekunden vor dem Zusammenstoß aus der Perspektive verschiedener Protagonisten geschildert. Dabei beschwört Zola phantasmagorische Bilder des technischen Erhabenen, Bilder der Geschwindigkeit und Schönheit. Zunächst die glänzende Lokomotive in schneller Fahrt. Dann Bilder der Katastrophe, bei deren Schilderung technische Details auf Bilder und Metaphern aus dem Tierreich stoßen und Natur und Technik im Zeichen der Zerstörung eine merkwürdige Einheit bilden. Zola hat diese Passagen auf der Basis umfangreicher Studien zu Eisenbahnunfällen erarbeitet und in einem mühsamen Schreibprozess umgesetzt.³¹

Zwanzig Meter von ihnen, vom Rand des Bahnkörpers entfernt, wo das Entsetzen sie festnagelte, sahen nun Misard und Cabuche mit hochgeworfenen Armen und Flore mit weitaufgerissenen Augen das Gräßliche: wie der Zug sich senkrecht aufbäumte, wie sich sieben Wagen übereinander türmten, dann mit abscheulichem Krachen in einem zusammenbrechenden unförmigen Trümmerhaufen zurücksanken. Die ersten drei wurden völlig zerschmettert, die anderen vier bildeten nur noch einen Berg, ein Gewirr von eingedrückten Dächern, geborstenen Rädern, von Türen, Ketten, Puffern inmitten von Glascherben. Und vor allen Dingen hatte man gehört, wie die Lokomotive gegen die Steine schmetterte, ein dumpfes Zermalmen, das in einen Schrei der Todesqual ausklang. [...] Man konnte nicht mehr hören, nicht mehr sehen. Die Lison [d.i. Lantiers Name für seine Lokomotive, C.F.B.], die mit offenem Bauch aufs Kreuz umgestürzt war, verlor ihren Dampf durch die abgerissenen Armaturen, die geplatzten Rohre, mit einem Fauchen, das gleich dem grimmigen Röcheln einer Riesin grollte. Unerschöpflich drang weißer Atem hervor, der dichte Wirbel in Bodenhöhe dahinwälzte, während die aus der Feuerbüchse [der Lokomotive] gefallen glühenden Kohlen, gerade so rot wie das Blut ihrer Eingeweide, ihre schwarzen Rauchwolken beimengten. Der Schornstein war bei der Gewalt des Zusammenpralls in die Erde gedrungen; an der Stelle, wo der Rahmen aufgeschlagen war, war er gerissen, wodurch die beiden Längsträger sich verworfen hatten; und mit den Rädern in der Luft, gleich einer ungeheuerlichen, vom fürchterlichen Hornstoß eines Stieres aufgeschlitzten Stute, zeigte die Lison ihre verbogenen Treibstangen, ihre gebrochenen Zylinder, ihre zermalmt Schieber und deren Exzenter, eine richtige, in die freie Luft klaffende scheußliche Wunde, aus der weiterhin mit einem Getöse rasender Verzweiflung die Seele entwich. Gerade neben ihr lag auch das [bei dem Attentat auf den Zug verletzte] Pferd, das noch nicht tot war, dem aber beide Vorderfüße weggerissen worden waren und dem ebenfalls die Eingeweide durch einen Riß im Bauch herausquollen.³²

³¹ Vgl. den Kommentar von Gisèle Séginger in Zola: *La Bête humaine* (Anm. 26), S. 347; vgl. zu Zolas dokumentarischer Vorbereitung seiner Romane darüber hinaus Zolas *Carnets d'enquêtes. Une ethnographie inédite de la France*. Herausgegeben von Henri Mitterand. Paris 1986.

³² Zola: *Das Tier im Menschen* (Anm. 20), S. 356.



Abb. 9. Zola dokumentiert ein Eisenbahnunglück. Karikatur von Henri Maigrot aus der Zeitschrift *Le Charivari*, 7. März 1889.³³

Auch das Ende des Romans steht im Zeichen der Überschreibung der technischen durch die natürliche Ordnung – die eine Ordnung des Todes ist. Auf der Lokomotive eines Zuges, der junge Soldaten an die Front des Deutsch-Französischen Krieges von 1870/71 bringen soll, fahren Jacques Lantier und sein Heizer Pecqueux „vor achtzehn beladenen, mit menschlichem Vieh vollgestopften Waggons“. Es kommt zum Streit, schließlich zum Kampf, bei dem beide Männer von der Lok stürzen. In voller Fahrt rast der führerlose Zug durch die Nacht:

Was lag schon an den Opfern, die die Lokomotive unterwegs zermalmte! Fuhr sie nicht trotz allem der Zukunft entgegen, unbekümmert um das vergossene Blut? Ohne Führer inmitten der Finsternis, wie ein blindes und Taubes Tier, das man in den Tod rennen ließ, rollte und rollte sie dahin, beladen mit jenem Kanonenfutter, jenen Soldaten, die schon stumpfsinnig vor Müdigkeit waren und die sangen.³⁴

Der Roman endet in einem Bild, das die moderne Technik vor dem politischen Hintergrund des Erzählten symbolisch auflädt. Sie ist Teil des politischen Verhängnisses, sie potenziert dessen Folgen sogar, und ihr eignet, nicht anders als der menschlichen Natur, eine zutiefst verstörende Archaik.

³³ Quelle: <<https://www.archives-zoliennes.fr/icono/emile-zola-assiste-au-deraillement-dun-train/>> (28.11.2025).

³⁴ Zola: *Das Tier im Menschen* (Anm. 20), S. 450.

V

Ich breche hier ab, obwohl über diesen faszinierenden Roman noch viel zu sagen wäre. Mir kam es darauf an, mit Émile Zola einen Autor vorzustellen, der sich den Herausforderungen der industriellen Moderne nicht nur thematisch, sondern auch in seiner Schreibweise und in seiner Autor-Inszenierung gestellt hat. Die Folge der *Rougon-Macquart*-Romane stellt in dieser Hinsicht sicher einen Extrempunkt in der Geschichte des europäisch-transatlantischen Romans dar. Kein anderer Autor ist Zola auf diesem Weg derart radikal gefolgt; und doch waren seine Romane nicht nur in thematischer oder ideologischer, sondern auch in künstlerischer Hinsicht bedeutsam – das Umschlagen naturwissenschaftlicher Beobachtungstechniken in avancierte Schreibarten, genannt sei hier nur Zolas Technik der modernen literarischen Allegorie, weist hierauf.

In seiner Autor-Inszenierung und dem dahinterstehenden Selbstbild, das wesentlich naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtet ist und die Literatur als Experiment im gesellschaftlichen Kontext sieht, steht Zola trotz seiner europäischen Bewunderer – zu denen in Deutschland vor allem der junge Arno Holz zählt, der die Kunst bekanntlich auf eine Formel reduzierte, nämlich: *Kunst*=(*Natur*-*x*) – einsam da. Trotzdem kann man ihn in eine repräsentative Nachbarschaft einordnen. Thomas Mann etwa sieht in seinem Essay *Leiden und Größe Richard Wagners* (1933) eine Parallele, ja Gleichartigkeit zwischen Zolas Romanwerk und dem *anderen* monumentalen Epos des 19. Jahrhunderts, das sich den zentralen Fragen der Zeit stellt: Richard Wagners *Ring des Nibelungen*.³⁵ Für Mann ist es die Tendenz, die Zeit nochmal in epischen Dimensionen zu begreifen (und der Zug ins Monumentale), der die Brücke zwischen den beiden so unterschiedlichen wie ähnlichen Künstlern bildet.

Zeitgleich zu Thomas Manns Überlegungen hat sich in Frankreich der junge Regisseur Jean Renoir (1894-1979) – Sohn des Malers Auguste Renoir – mit Zolas Roman auseinandergesetzt. Seine Verfilmung von *La Bête humaine*, die schließlich 1938 in die Lichtspielhäuser kam, geht dabei kinematografisch hochinteressante Wege. Trotz der Aktualisierung des Stoffs – die Handlung spielt erkennbar in den 1930er-Jahren, Lantiers Lokomotive ‚Lison‘ ist eine moderne Dampflok der Zeit – scheint Zolas Vorlage durch, und zwar vor allem in der filmischen Auseinandersetzung mit Wahrnehmung, Zeit und Geschwindigkeit. In dieser Hinsicht ist schon die fünfminütige spektakuläre Eröffnungssequenz des Films charakteristisch. Gedreht, wie fast alle Szenen, vor Ort, also auf einer fahrenden Lokomotive, setzt Renoir Zolas atemlose Wahrnehmungskaskaden mittels einer schnellen und virtuosen Montagetechnik filmisch um. Und weil die Schauspieler der Rollen Lantiers und Pecqueux’ (Jean Gabin und Julien Carette) tatsächlich auf einer fah-

³⁵ Thomas Mann: „Leiden und Größe Richard Wagners“. In: Ders.: *Achtung, Europa! Essays 1933-1938*. Herausgegeben von Hermann Kurzke und Stephan Stachorski. Frankfurt am Main 1995, S. 11-72.

renden Lokomotive gefilmt wurden, sind sie durch den Lärm der Lok gezwungen, sich gestisch auszutauschen, was dem Film eine ungeahnte und seinerzeit fast beispiellose Realistik verleiht.³⁶



Abb. 10. Dobbs und Giorgiani: *La Bête humaine*.³⁷

Auch die vor wenigen Jahren vorgelegte Adaptation von *La Bête humaine* als Graphic Novel durch das Duo Dobbs (d.i. Olivier Dobremel) und Germano Giorgiani deutet mit ihren auf Simultaneität zielenden Panels auf die in Zolas Roman angelegte Synchronizität von Wahrnehmung und damit auf das nach wie vor latente ästhetische Potenzial seines Erzählens.³⁸ – Doch das gehört nicht mehr in den hier dargestellten Zusammenhang.

³⁶ Vgl. Eberhard Urban und Kristiane Müller-Urban: *Die Eisenbahn als Filmstar*. Stuttgart 2022; vgl. auch das Remake von Renoirs Film, das Fritz Lang 1954 in den USA unter dem Titel *Human Desire* schuf. Hier ist aus dem Krieg von 1870/71 der Koreakrieg geworden und aus der Dampf- eine moderne Diesellok (die von Lang allerdings eher traditionell in Szene gesetzt wird).

³⁷ Dobbs und Giorgiani: *La Bête humaine*. D'après Zola. Paris 2018, S. 3; vgl. auch die Panel S. 7 und 8, auf denen die erste Episode beim Schrankenwärterhaus in Le Croix de Maufras umgesetzt wird.

³⁸ Dieser Text geht zurück auf einen Plenarvortrag in der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft; er nimmt Ideen und Analysen meines Zola-Buchs (Anm. 7) und meiner Überlegungen zum Verhältnis Zolas zu Gerhart Hauptmann auf (Anm. 22).

BWG-Plenarversammlung im Rahmen der 250-Jahrfeier der TU Clausthal

STEFAN HARTMANN

Institut für Technische Mechanik der Technischen Universität Clausthal

Vizepräsident für Studium und Lehre der TU Clausthal

Vorsitzender der Klasse der Ingenieurwissenschaften der BWG

Auf der diesjährigen Plenarversammlung der BWG an der TU Clausthal am 4. Juni 2025 ist im Rahmen des 250-jährigen Bestehens der Oberharzer Universität ein modifiziertes Format der Veranstaltung gewählt worden. Als Gäste waren neben den Mitgliedern der BWG auch die Professoren der TU Clausthal in den Kuppelsaal der Aula Academica der Technischen Universität Clausthal geladen worden.



Nach einer kurzen Eröffnung durch Professor Hartmann hat die Vizepräsidentin für Gleichstellung, Internationales und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, Frau Prof. Heike Schenk-Mathes, den Vorsitzenden der BWG, Professor Reinhold Haux, die Vortragenden sowie alle Gäste begrüßt. Ein kurzer historischer Rückblick auf die vergangenen 250 Jahre, aber insbesondere auch Worte über die Geschichte des Kuppelsaals der TU Clausthal waren der erste interessante Einstieg in die Veranstaltung.

Herr Professor Haux begrüßte ebenfalls das Auditorium und betonte das geänderte Format, bei welchem Nicht-BWG-Mitglieder über Themen aus ihrer Forschung referierten.

Als Vortragende – alle Mitglieder der TU Clausthal – waren Herr Jun.-Prof. Dr. Benjamin Leiding (Institute for Software and Systems Engineering), Herr Prof. Dr. Andreas Potschka (Institut für Mathematik), Prof. Dr. Uwe Wolfram (Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik) und Prof. Dr. Frank Endres (Forschungsbrauerei am Institut für Elektrochemie) eingeladen.

Prof. Leiding diskutierte Untersuchungen über „Resiliente und Nachhaltige Nahrungsmittelversorgung“, also Fragen wie man energiereiche Nahrung aus zirkulären Farmen gewinnen könnte. Prof. Potschka erläuterte die historische Entwicklung der nichtlinearen Optimierung mit heutzutage sehr großer Parameterzahl, was durch das Vortragsthema „Informationsgehalt von Daten maximieren durch optimale Versuchsplanung“ intendiert war. Die Ziele von Untersuchungen an biologischen Materialien (Korallen und Knochen) sind durch Prof. Wolfram mit seinem Vortragsthema „Thinking materials – Lessons from nature’s treasure trove of high- performance materials“ angesprochen worden. Den finalen Abschluss gab Herr Prof. Endres. Er sprach über wissenschaftliche Studien durch eine andere Temperierung im Maischprozess, die zu erheblich geringeren Alkoholgehalten führt, aber die Vollmundigkeit des Geschmacks behält. Dies wurde mit dem Thema „Das neue isotherme Hochtemperaturmaisungsverfahren“ abgedeckt. Die Teilnehmenden konnten im Anschluss an einer Verkostung teilnehmen.

Die Veranstaltung folgte durch ihr neues Format einer der Zielsetzungen der BWG, nämlich des interdisziplinären Austauschs und des transdisziplinären Wirkens.

Grußworte zur BWG-Plenarversammlung im Rahmen der 250-Jahrfeier der TU Clausthal

HEIKE SCHENK-MATHES

Vizepräsidentin für Gleichstellung, Internationales und
Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses der TU Clausthal

Sehr geehrte Mitglieder der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, liebe Kollegen und Kolleginnen, verehrtes Publikum und verehrter Präsident, Herr Prof. Haux,

es ist für mich eine große Ehre, im Namen des Präsidiums der TU Clausthal Grußworte zu überbringen. Besonders freut mich, dass Sie sich entschieden haben, diese Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft im Rahmen unseres 250-jährigen Jubiläums in Clausthal stattfinden zu lassen.

Und dabei gibt es eine Besonderheit, denn anstelle nur eines Vortrags, wie es wohl bei diesen Veranstaltungen üblich ist, gibt es aus Anlass unseres Geburtstages heute sogar vier Vorträge. Diese werden von Wissenschaftlern der TU Clausthal gehalten. Die Gelehrten-gesellschaft beruft ihre Mitglieder, die heutigen Vortragenden sind nicht Mitglieder, haben aber heute die Gelegenheit, ihre Forschung den Mitgliedern der Gesellschaft und auch den Kollegen und Kolleginnen an der TU Clausthal vorzustellen. Das Spektrum der Fachgebiete reicht dabei von Mathematik und Informatik über die Materialwissenschaften hin zu der Vorstellung unserer Forschungsbrauerei. Ich bin selbst sehr gespannt auf die Vorträge und danke den Kollegen, dass sie mit ihren wissenschaftlichen Beiträgen die Forschung an der TU Clausthal den Mitgliedern der Gesellschaft näherbringen.

Seien Sie herzlich willkommen in der Aula Academica der TU Clausthal. Wir sind stolz auf unsere Aula, die auch schon fast 100 Jahre alt ist, sie war 1927 nach den Plänen des jungen Architekten und später preußischen Regierungsbaumeisters Leopold Rother errichtet worden. Rother hat übrigens großen Ruhm beim Bau der nationalen Universität von Kolumbien in Bogotá erlangt.

Nach der Außensanierung im Jahr 2018 ist die Aula inzwischen auch im Inneren in ihrer ganzen Pracht wiederhergestellt, und zwar weitgehend so, wie sie bei ihrer Einweihung 1927 vermutlich ausgesehen hat. Der Kuppelsaal ist, wie Sie sehen,

in den Farben Petrol, Grau und Lachsrosa gestaltet, eine ganz typische Farbwahl für die damalige Zeit.

Wenn man vor der Aula steht, vermutet man in diesem eher eckigen Gebäude nicht einen solch hohen Kuppelbau, er ist übrigens 14 Meter hoch. Ich weiß nicht, wie es Ihnen ergangen ist, aber es ist doch überraschend, wenn man hier hineinkommt. Die Aula ist ein wunderschöner Ort für Feierlichkeiten und ein passender Rahmen für die heutige Veranstaltung.

Lassen Sie mich nun auch einige Worte zur 250-Jahrfeier der TU Clausthal sagen. Unsere Universität wurde 1775 als montanistische Lehrstätte gegründet, zunächst wurden Lehrkurse der Clausthaler Bergverwaltung angeboten. Im 19. Jahrhundert, genauer in 1810, ernannte die napoleonisch-westfälische Staatsregierung diese Institution zur Bergschule der Harzdivision. 1864 wurde die Bergschule dann zur Bergakademie, deren spezielles Fächerspektrum durch die Entwicklung in der Montanindustrie stark beeinflusst war. Es gab in den traditionellen montanistischen Studiengängen wie Bergbau, Eisenhüttenwesen und Gießereiwesen bereits Lehrveranstaltungen zu Mathematik, Maschinenlehre, Mechanik und beispielsweise auch zur Nationalökonomie, wichtige Fächer für die Ausbildung zu Verwaltungsbeamten und für die Führungskräfte in den Berg- und Hüttenwerken.

Im Jahr 1919 erhielt die Bergakademie die Wahlrektoratsverfassung, dies war bedeutend für das akademische Selbstverständnis. Kurz darauf wurde der Bergakademie das Promotionsrecht verliehen, womit diese den Rang der technischen Hochschulen erreichte.

Im Jahr 1968 wurden wir dann zur Technischen Universität Clausthal. Der Ursprung liegt also im Bergbau und Hüttenwesen, die Geowissenschaften spielten selbstverständlich auch eine wesentliche Rolle. Ende der 1960er-Jahre wurden dann die Lehr- und Forschungsbereiche Maschinenbau, Mathematik, Chemie und Physik ausgebaut. Die letzte Erweiterung erfolgte Ende der 1990er-Jahre mit der Informatik und den Wirtschaftswissenschaften. Dabei versteht es die TU Clausthal seit ihrer Gründung, ihre Lehr- und Forschungsfelder weiterzuentwickeln und auf die gesellschaftlichen Fragen der Zeit auszurichten.

Vor gut fünf Jahren hat die TU die mit den globalen Krisen verbundenen Herausforderungen aufgenommen und die gesamte Universität auf ihr neues Leitthema Circular Economy ausgerichtet. Circular Economy ist eine mit nachhaltigen Energiequellen versorgte Kreislaufwirtschaft, die auf innovative digitale Instrumente und auf neu entwickelte Geschäftsmodelle für die Steuerung des Gesamtsystems

zurückgreift. Dies ist der Fokus der TU Clausthal in der Forschung, in der Lehre sowie bei dem Wissens- und Technologietransfer in die Industrie und die Gesellschaft.

Es geht aber auch um mehr als um den zuletzt genannten und zweifellos wichtigen Wissens- und Technologietransfer, nämlich auch um Akzeptanz in der Gesellschaft, damit neue Technologien und Lösungen angenommen werden. Die technischen Lösungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft können noch so raffiniert sein. Aber wenn die Kosten, so wie beispielsweise rasant steigende Energiepreise, die niedrigen und mittleren Einkommenschichten überproportional stark belasten, gefährdet dies den sozialen Zusammenhalt der Gesellschaft und die grundsätzliche Akzeptanz der Bevölkerung für weitere Umweltschutzmaßnahmen. Um Wege aus der Klimakrise und aus der Knappheit von Ressourcen zu finden, ist die Wissenschaft gefragt, aber natürlich auch in enger Kooperation mit Politik und Wirtschaft, auch auf internationaler Ebene.

Dabei ist insbesondere die Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftsdisziplinen von zentraler Bedeutung, da sie es ermöglicht, ganzheitliche Lösungen für die aktuellen Herausforderungen zu finden. Und dies entspricht auch dem Ziel ihrer Gesellschaft, nämlich den wissenschaftlichen Austausch zu fördern und fachübergreifendes Denken zu pflegen, um neue und integrative Ansätze zu entwickeln.

Verehrtes Publikum, nun wünsche ich Ihnen eine interessante und spannende Veranstaltung, genießen Sie diesen Nachmittag in unserer guten Stube, der Aula Academica. Und ich schließe, wie in Clausthal üblich, mit einem herzlichen Glückauf.

Grußworte auf der BWG-Plenarversammlung am 4. Juli 2025 an der TU Clausthal im Rahmen der 250-Jahrfeier

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Sehr geehrte Frau Vizepräsidentin, liebe Frau Prof. Schenk-Matthes,
liebe Kolleginnen und Kollegen,
sehr geehrte Damen und Herren,

‘Glück auf’ möchte ich auch Ihnen, Frau Schenk-Matthes, und der Technischen Universität Clausthal wünschen, bei dieser besonderen Clausthaler Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)! Danke, dass wir diese Plenarversammlung in Ihrem schönen Kuppelsaal abhalten dürfen.

Erlauben Sie mir bitte noch, zwei weitere Personen namentlich zu begrüßen. Dies ist zum einen Prof. Stefan Hartmann, ebenfalls Vizepräsident der TU Clausthal und zudem Vorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften der BWG. Lieber Herr Hartmann, Sie haben diese Plenarversammlung organisiert. Vielen Dank dafür! Und dies ist zum anderen Prof. Thomas Hanschke. Lieber Herr Hanschke, von 2008 bis 2018 waren Sie Präsident der TU Clausthal; seit 2014 sind Sie ordentliches Mitglied in unserer Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften. Danke, dass Sie heute gekommen sind!

Der Technischen Universität Clausthal möchte ich herzlich zu Ihrem 250-jährigen Bestehen gratulieren. 250 Jahre, ein Viertel Jahrtausend, sind eine lange Zeit. Vieles hat sich ereignet während dieser 250 Jahre und vieles hat sich auch bewegt, von den Montanistischen Lehrstätten über die Königliche Bergakademie zur Technischen Universität.

Die BWG ist mit ihren gut 80 Jahren erheblich jünger. Seit ihrer Gründung ist sie eng mit der Clausthaler Hochschule verbunden. Einer der Gründe für die Gründung der BWG im Jahre 1943 war, die technisch ausgerichteten Hochschulen in Braunschweig und Clausthal sowie später auch Hannover über die BWG enger miteinander zu verbinden. Details und Verweise auf Literatur dazu finden sich in dem Aufsatz von Prof. Ulrich Menzel über das Selbstverständnis der BWG

zwischen Kontinuität und Wandel im Verlauf ihrer 80-jährigen Geschichte.¹ Gerne möchte ich Ihnen, liebe Frau Schenk-Matthies, ein Exemplar des Buches 80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft überreichen, in dem der Aufsatz von Herrn Menzel enthalten ist.

Und gerne möchte ich Ihnen auch noch das Buch 70 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft geben, in dem weitere Informationen zu der engen Beziehung von TU Clausthal und unserer Gelehrtengeellschaft enthalten sind. Zudem findet sich ein wichtiger Hinweis des damaligen BWG-Präsidenten Prof. Joachim Klein, der heute ebenfalls an dieser Plenarversammlung teilnimmt, in seinem Geleitwort für das Buch. Ich zitiere: „In einem akademischen Umfeld, das durch die Technischen Hochschulen in Braunschweig, Clausthal und Hannover geprägt war und ist, bestand nie ein Zweifel, dass die Ingenieurwissenschaften ein zentrales Element dieser neuen Wissenschaftlichen Gesellschaft in Braunschweig sein müssen. Die BWG kann damit wohl für sich in Anspruch nehmen, den Ingenieurwissenschaften den Weg in die Akademien geebnet zu haben“.²

Nun möchte ich an Sie, Herr Hartmann, übergeben. Uns allen wünsche ich informative Vorträge und intensive Diskussionen!

¹ Menzel U. Das Selbstverständnis der BWG zwischen Kontinuität und Wandel im Verlauf ihrer 80-jährigen Geschichte. In: Haux R., Menzel U. (Hrsg.). 80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. Ihre Rolle als Gelehrtengeellschaft und ihr Selbstverständnis, 67-119. Braunschweig: BWG; 2024.

² Klein J. Geleitwort des Präsidenten der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. In: Weßelhöft D, Matuschek R (Hrsg.). 70 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft., 6-9. Braunschweig: Appelhaus; 2013.

Informationsgehalt von Daten maximieren durch optimale Versuchsplanung

ANDREAS POTSCHKA

Institut für Mathematik der Technischen Universität Clausthal

Der erste Teil des Vortrages arbeitete an historischen Beispielen aus der Zeit der Gründung der TU Clausthal die Rolle mathematischer Modelle in der Wissenschaft heraus. Die 1766 entdeckte und 1772 publizierte Titius-Bode-Reihe beschreibt ein einfaches Modell der Bahnradien von Planeten. Die Reihe wurde zur Prädiktion der Bahnen damals noch unbekannter Himmelskörper herangezogen und zeigte 1781 bei der Entdeckung von Uranus durch Herschel und in der Silvesternacht 1800/1801 bei der Entdeckung des Zwergplaneten Ceres durch Piazzi erstaunliche Genauigkeit (auch wenn sie für die Vorhersage der Umlaufbahn des 1846 von Le Verrier und Galle entdeckten Neptuns versagt). Nach 41 Tagen konnte Ceres nach Verdeckung durch die Sonne nicht mehr beobachtet werden und ein wissenschaftlicher Wettbewerb um die Wiederauffindung von Ceres begann. Auf der Basis der von Piazzi veröffentlichten Ceres-Daten gelang allein Gauß die präzise Vorhersage des Ortes von Ceres, die im Dezember 1801 durch von Zach wieder am Firmament gefunden wurde, was Gauß schlagartig berühmt machte. Im Gegensatz zu seinen Wettbewerbern modellierte Gauß die Planetenbahnen nicht als Kreise, sondern als elliptische Bahnen, wie von Kepler 1609 postuliert und von Newton in seinen *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* im Jahr 1687 rigoros hergeleitet. Außerdem benutzte er mit der Methode der Kleinsten Quadrate eine überlegene Methodik, das Modell an Piazzi's Messungen anzupassen, und mit dem Gauß-Newton-Algorithmus ein überlegenes Rechenverfahren, um Kleinst-Quadrate-Probleme zu lösen. Anhand dieses Ausschnitts der Geschichte wurde aufgezeigt, dass sich rein empirische Modelle wie die Titius-Bode-Reihe gut für Prädiktionen innerhalb der gemessenen Daten (interpolatorische Prädiktionen) eignen können (Beispiel Ceres), für extrapolatorische Prädiktionen aber keine Garantie besteht (Beispiel Neptun), wohingegen mechanistische Modelle, die aus Naturgesetzen abgeleitet sind, innerhalb des jeweiligen Gültigkeitsbereichs der Modelle exzellente Prädiktionen auch über den Erhebungsreich der Daten heraus (bei Ceres 41 Tage bei einer Umlaufzeit von etwa 4,6 Jahren) leisten können.

Einen Bogen von Gauß bis in die Gegenwart schlagend wurde im zweiten Teil aufbauend auf im Kleinst-Quadrate-Sinn formulierten Parameterschätzproblemen auf überparametrisierte Modelle (mehr Freiheitsgrade als Messdaten) im Sinne von Erkenntnisgewinn und Erklärbarkeit eingegangen und der Ansatz der modellbasierten Versuchsplanung dargestellt. Letzterer optimiert unter

geeigneten Annahmen die Güte der geschätzten Parameter im statistischen Sinne (Stichwort Varianz-Kovarianzmatrix und Konfidenzintervalle) vor der Datenerhebung/Experimentdurchführung.

Im dritten Teil wurde ein Sensorlokalisationsproblem mit aufzufinden stationären Signalquellen und sich bewegendes Suchern im Rahmen der nichtlinearen optimalen Versuchsplanung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen vorgestellt und numerische Simulationsstudien mit mehreren sich überlagernden Signalquellen und mehreren koordinierten Suchern präsentiert.

Thinking materials – Lessons from nature’s treasure trove of high-performance materials

UWE WOLFRAM

Institute for Materials Science and Engineering, Clausthal University of Technology

In an era defined by climate change, resource scarcity, and geopolitical uncertainty we believe that materials science and engineering must deliver new solutions. These solutions should offer advanced engineering performance, while becoming part of and even blend into the ecosystems surrounding us. We understand this pursuit not just as a driver for innovation but as a responsibility to future generations. This is why we conduct comprehensive research into the behaviour of materials. In doing so, we strive to develop innovative solutions that address today’s challenges while laying the foundation for the next frontier: Engineered living materials that can respond, adapt, and ultimately “think” – much like natural systems.

Such material systems are typically architected so that different mechanical properties and multiple functions are integrated across different length scales. In living materials such as bone or cold-water corals (CWC) this includes cellular systems that extend their capabilities beyond passive functionality. Using these two examples, we first show that these materials reach mechanical properties which are on par or even better than those achieved by engineering materials (e.g. [1], [2], [3], [4], [5]). Using CWCs as an example, we show how the coordinated actions of thousands of polyps enables large scale parallelised bioprinting using “manufacturing” units that are able to clone and reproduce to scale production. Using bone tissue as an example, we show how incorporation of cellular systems enable smart, adaptive, and responsive materials that are able to self-monitor and ‘heal’. From this, we extend the concept of multifunctionality and show how living materials are functional units in their own right in the (eco)systems they support.

We then discuss that these traits are based on the ability to sense, use a form of basal memory, exploit forms of basal learning, and to communicate. We conclude that these capabilities enable local decision making on the material level and that this resembles basal cognitive processes which exist in non-neural systems [6].

We then explore possible pathways to realise such materials. While nature-based fabrication methods clearly seem to be important for this, we discuss other concepts that may be new to materials science. Amongst them are, concepts from

swarm intelligence to manage large cellular systems or large numbers of polyps that act as parallelised manufacturing systems as well as the need to extend digital twinning to enable forms of material self-awareness by borrowing concepts from cognitive robotics. Finally, we illustrate how bone tissue is capable of “frugal edge computing” where the material itself becomes the computing edge. Last but not least we highlight the importance of technology transfer and technology impact assessments when realising such materials. In summary, we strive illustrate pathways that may enable technologically usable high-performance materials which are part of and blend into the ecosystems surrounding them.

- [1] U. Wolfram *et al.*, ‘Multiscale Mechanical Consequences of Ocean Acidification for Cold-Water Corals’, *Scientific Reports*, vol. 12, p. 8052, 2022, doi: 10.1038/s41598-022-11266-w.
- [2] K. Barnhill *et al.*, ‘Incorporating Dead Material in Ecosystem Assessments and Projections’, *Nature Climate Change*, vol. 13, pp. 113–115, 2023, doi: 10.1038/s41558-022-01565-5.
- [3] M. Peña Fernández *et al.*, ‘In situ synchrotron radiation μ CT indentation of cortical bone: Anisotropic crack propagation, local deformation, and fracture’, *Acta Biomaterialia*, vol. 167, pp. 83–99, 2023, doi: 10.1016/j.actbio.2023.04.038.
- [4] M. Mirzaali *et al.*, ‘Mechanical properties of cortical bone and their relationships with age, gender, composition and microindentation properties in the elderly.’, *Bone*, vol. 93, pp. 196–211, 2016, doi: 10.1016/j.bone.2015.11.018.
- [5] J. Schwiedrzik *et al.*, ‘In situ micropillar compression reveals superior strength and ductility but an absence of damage in lamellar bone.’, *Nature Materials*, vol. 13, no. 7, pp. 740–747, 2014, doi: <https://doi.org/10.1038/nmat3959>.
- [6] P. Lyon, F. Keijzer, D. Arendt, and M. Levin, ‘Reframing cognition: getting down to biological basics’, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 376, no. 1820, pp. 20190750–20190750, 2021.

Ein Brauverfahren zur Halbierung des Alkoholgehaltes von Bieren: Das neue isotherme Hochtemperaturmaischverfahren

FRANK ENDRES

Institut für Elektrochemie und Forschungsbrauerei der
Technischen Universität Clausthal

Arnold-Sommerfeld-Straße 6, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Bei der Herstellung von Bier wird heute in den mittelständischen Brauereien sowie in den Großbrauereien das sog. Hoch-Kurz-Maischverfahren angewandt. Getreidekörner, aus denen in den Mälzereien Braumalz hergestellt wird, enthalten als Hauptanteil Stärke in Form von Amylose und Amylopektin, die wiederum aus vielen verknüpften Glucose-Molekülen bestehen, sowie Proteine/Eiweiß und Fette, die der Pflanze beim Auskeimen Energie liefern sowie die Bausteine zum Aufbau der Biomasse. Im Mälzungsprozess werden die für die Spaltung der Stärke, der Proteine und der Fette nötigen Enzyme auf natürliche Art vervielfältigt, sodass in einem mehrstufigen Prozess Braumalz entsteht. Der Eiweißaufschluss zu Peptiden (gut für den Schaum) und Aminosäuren (für die Hefevitalität erforderlich) erfolgt bereits in der Mälzerei, sodass sich die Brauereien nur noch um den Aufschluss der Stärke kümmern müssen.

Im konventionellen Brauprozess wird im Braukessel Wasser vorgelegt und ungefähr auf 65 °C erhitzt. Im Wasser/Malz Verhältnis zwischen 3/1 bis 5/1 wird Malzschrot zugegeben, und die sich einstellende Temperatur von 62-63 °C wird für 20-30 Minuten konstant gehalten. Bei dieser Temperatur wirkt insbesondere die beta-Amylase, ein Enzym, welches von den Stärkemolekülen Maltose abspaltet. Maltose besteht aus zwei Glucosemolekülen und wird bei der Vergärung durch gewöhnliche ober- und untergärige Hefen vollständig in Ethanol und Kohlensäure umgewandelt. Anschließend wird die Temperatur auf 72-74 °C erhöht, dabei wird die beta-Amylase geschwächt und nach nur wenigen Minuten weitgehend inaktiv. In diesem Bereich ist andererseits die alpha-Amylase aktiv, die Stärke in einem anderen Mechanismus spaltet und nach gängigem Verständnis zu unvergärbaren Zuckern führt, die die Vollmundigkeit eines Bieres erhöhen. Mit diesem sog. Hoch-Kurz-Maischverfahren werden bei einer handelsüblichen Stammwürze zwischen 11 und 12 ° Plato (entsprechend 11-12 Masse-% der gelösten Stoffe) ungefähr 70-90 g/L vergärbare Zucker gebildet, was

Alkoholgehalte zwischen ungefähr 4,5 und 5,5 % vol zur Folge hat. Auf der anderen Seite gibt es alkoholfreie Biere zwischen 0 und 0,5 % vol Alkohol, aber faktisch keine Biere mit Alkoholgehalten dazwischen.

Die Forschungsbrauerei der TU Clausthal stellte sich vor einigen Jahren die Frage, was passiert eigentlich, wenn Malz direkt im Bereich der Aktivität der alpha-Amylase eingemaischt wird, also bei 72 °C und darüber. Aus der vorgeblich geringen Aktivität der alpha-Amylase wäre grundsätzlich mit dem gefürchteten Blausud zu rechnen gewesen, bei welchem die Stärke nicht vollständig aufgeschlossen wird. Die weit über 200 Versuche, die zwischenzeitlich durchgeführt wurden, haben diesen Verdacht in keinem einzigen Fall bestätigt. In diesem isothermen Hochtemperaturmaisungsverfahren bilden sich nur 40-50 % der Menge an vergärbaren Zucker wie im Hoch-Kurz-Maischverfahren, und die so hergestellten Biere enthalten nur 2-2,5 % vol Alkohol, ohne geschmackliche Abstriche.

Details zu diesem Verfahren finden sich in:

<https://doi.org/10.1080/03610470.2024.2398359> (Open Access).

Was ist kulturelles Übersetzen?

Der Fall Al-Hasan bin Muhammad bin Ahmad al-Wazzan al-Fasi

PETER BURSCHEL

Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel, Lessingplatz 1, D-38304 Wolfenbüttel

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen aus NAWG und BWG,

mein heutiger Vortrag geht auf einen viermonatigen Forschungsaufenthalt im Sommer dieses Jahres im Historischen Kolleg in München zurück. Ziel des Aufenthalts war es, anthropologische, epistemologische und philosophisch-interlinguistische Übersetzungskonzepte programmatisch zusammenzuführen – und als kulturelles Übersetzen inter- und transdisziplinär produktiv zu machen. Kulturelles Übersetzen wurde dabei als wechselseitiger – wenn auch oft genug asymmetrischer – Vermittlungsprozess verstanden, der Menschen und deren Zugehörigkeiten ebenso einschließt wie performative und rituelle Praktiken, der aber auch emotionale, materielle und ästhetische Repräsentationen umfassen kann. Im Mittelpunkt stand vor diesem Hintergrund der „Mehrwert“ kulturellen Übersetzens – und damit Prozesse kultureller Aneignung.

1

Das Tagebuch des päpstlichen Zeremonienmeisters Paride de Grassi beschreibt für den 6. Januar 1520 ein Ereignis, das in Rom allem Anschein nach für einiges Aufsehen sorgte. In durchaus auffälliger Ausführlichkeit hält es auch dessen Vorgeschichte fest: „Vor geraumer Zeit brachte unsere Flotte eine Flotte der Mauren auf, die vom Großen Türken kam: *a magno turcho*. Mit ihr geriet ein Botschafter des Königs von Fès in Gefangenschaft. [...] Nachdem dieser Botschafter lange in der Engelsburg verbracht hatte, sagte er, ob nun aus Berechnung, um dem Gefängnis zu entkommen, oder durch wahres Verlangen geleitet, dass er sich entschieden habe, Christ zu werden. Der Papst ließ ihn zunächst fragen, aus welchen Gründen er seinen Glauben ablegen wolle, um nach einem anderen zu streben, den er doch gar nicht kenne. Da er als wahrhaft gelehrt galt, unterhielten sich viele Philosophen und Ärzte mit ihm. Darüber hinaus verbesserte er unter allgemeinem Beifall arabische Texte, die in vielen Fällen sinnwidrig, ja, töricht und falsch übersetzt worden waren. Dieser Botschafter, den zu prüfen mich der Papst mit zwei

anderen Bischöfen beauftragt hatte, sagte mir, er wolle dem mauretanischen Glauben abschwören, weil er durch und durch verwirrend und widersprüchlich sei, habe doch Mohammed, ein in sich gespaltener Mann, diesen Glauben und diese Sekte aus Verachtung für Christus und die Christen eingeführt. [...] Als er schließlich einige Grundsätze unserer christlichen Lehre kennengelernt hatte, sagte er, dass sie ihm ausnahmslos gefielen und dass er sie deshalb ganz besitzen wolle. Es stand allerdings außer Frage, dass er noch Zweifel hatte, weil er noch nicht ausreichend unterrichtet worden war.“¹

Paride de Grassi berichtet weiter, wie er und andere Geistliche den gefangenen Botschafter unterwiesen; wie dieser allmählich seine Zweifel verlor; und wie er schließlich auf Befragung alle Glaubensartikel anerkannte, sodass die Taufe für das Dreikönigsfest anberaumt werden konnte, die kein geringerer als der Papst an keinem geringeren Ort als Sankt Peter spendete. Paride de Grassi betont, dass er selbst assistiert habe, und nennt zudem die drei Kardinäle, die als Taufpaten bestimmt worden waren: Bernardino López de Carvajal, Lorenzo Pucci und Egidio Antonini da Viterbo. Es wird niemanden überraschen: Sie alle hatten Grund dazu, diese Ehre auf ihr Engagement im Kampf gegen den Islam zurückzuführen.² Der Name, auf den der gefangene Botschafter getauft wurde, war der Name des Papstes selbst: sein Geburtsname, sein Papstname und der Name seiner Familie – Johannes Leo de Medicis.³

Sechs Jahre später fand in Rom ein italienisches Manuskript seinen Abschluss, das eine große Karriere vor sich hatte, obwohl es sprachlich nicht über jeden Zweifel erhaben war, ja, auf einen Verfasser hindeutete, dessen Muttersprache schwerlich Italienisch sein konnte.⁴ Wie das Datum und den Ort der Fertigstellung des Manuskripts erfahren wir auch den Namen des Verfassers erst aus dem Kolophon: Joan Lione Granatino, Johannes Leo aus Granada. Nach dem Kolophon

¹ Abdruck des Tagebucheintrags nach dem lateinischen Manuskript in der Biblioteca Apostolica Vaticana: Dietrich Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner. Seine Beschreibung des Raumes zwischen Nil und Niger nach dem Urtext (*Orientalia Biblica et Christiana* 13), Wiesbaden 1999, S. 455-456. Die Übersetzung, die Rauchenberger anbietet (S. 72f.), liegt hier in überarbeiteter Form vor. Vgl. bei Rauchenberger auch die genaue zeitliche und örtliche Rekonstruktion der Gefangennahme des Botschafters: S. 57-66.

² In diesem Sinne bereits Natalie Zemon Davis in ihrer grundlegenden Biographie des gelehrten Diplomaten und Konvertiten: *Trickster Travels. A Sixteenth-Century Muslim Between Worlds*, New York 2006, S. 62-65. Die Biographie liegt auch als (seitenidentisches) Paperback vor: New York 2007; und u.a. in deutscher Sprache: *Leo Africanus. Ein Reisender zwischen Orient und Okzident*, Berlin 2008. Eine historisch-anthropologische Perspektive eröffnet Peter Burschel, *Yuhanna al-Asad oder die Sprache des Exils. Kulturelle Übersetzung zu Beginn der Neuzeit*, in: *Geschichte denken. Perspektiven auf die Geschichtsschreibung heute*, hg. von Michael Wildt, Göttingen 2014, S. 69-80.

³ Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 456 (S. 73).

⁴ Oumelbanine Zhiri, *Leo Africanus and the Limits of Translation*, in: *Travel and Translation in the Early Modern Period*, hg. von Carmine G. Di Biase (*Approaches to Translation Studies* 26), Amsterdam und New York 2006, S. 175-186.

nennt das in der Biblioteca Nazionale Centrale in Rom aufbewahrte Manuskript schließlich seinen vollständigen Titel: „libro de la cosmographia et geographia de Affrica“.⁵

Fast 500 Blätter umfassend, besteht das Manuskript aus neun Teilen. Am Ende des ersten Teils, der als allgemeine Einführung in Geographie, Klima, Wirtschaft und Kultur Afrikas konzipiert ist, kommt der Verfasser nach den Tugenden auch auf die Laster der Afrikaner zu sprechen, was ihm, wie er hervorhebt, alles andere als leicht falle.⁶ Denn es sei Afrika gewesen, das ihn habe aufwachsen lassen; hier sei er zu einem anständigen Mann geworden, zu einem „puro homo“. Wie jeder „compositore“ aber müsse er die Dinge so erzählen, wie sie sind, „narrare le cose come sonno, et ritrovandose in simile acto de compositione“ – ob er wolle oder nicht.⁷

Wie ernst es ihm damit ist, unterstreicht der Verfasser, indem er die Geschichte eines Mannes erzählt, der dazu verpflichtet wird, die Strafe des Auspeitschens an einem Freund zu vollziehen, und der daraufhin zu dessen Erstaunen mit ganzer Härte zuschlägt. Gleichzeitig aber gibt der Verfasser seinem Publikum noch etwas anderes mit auf den Weg. Ein Verschweigen der Laster der Afrikaner würde ihn selbst lasterhaft erscheinen lassen, weshalb er es mit einem Vogel halten wolle, von dem eine andere Geschichte erzähle: „io farò como uno ucello ..., che pò stare sotto l’acqua como sopra la terra.“ Wie die Geschichte des Mannes, der seinen Freund auspeitscht, stamme, so der Verfasser weiter, auch diese Geschichte aus einem Buch, das hundert Geschichten enthalte, dem „libro del cento novelle“.⁸ Als die Tiere noch sprechen konnten, habe ein kluger und mutiger Vogel die erstaunliche Eigenschaft besessen, sowohl im Wasser als auch am Himmel leben zu

⁵ Ms. Vitt.Em.953. – Im Folgenden wird aus der ausführlich kontextualisierten und nachvollziehbar modernisierten kritischen Edition des Gesamtmanuskripts von Andrea Donnini zitiert: Giovanni Leone de’ Medici (Yuhanna al-Asad) detto Leone l’ Africano (Leo Africanus) già al-Hasan b. Muhammad b. Ahmad al-Wazzan, Africa, 3 Bde. („Introduzione“, „Edizione del codice“, „Edizione Ramusio“), hg. von Andrea Donnini, Roma 2023, Bd. 2, S. 812/Bl. 464^v (Kolophon), S. 813/Bl. 465^r (Inhaltsverzeichnis mit Titel). Da – allem Anschein nach aufgrund eines drucktechnischen Versehens – in dieser Edition die letzten drei Zeilen des Kolophons fehlen, sei hier zusätzlich auf die Transkription des Gesamtmanuskripts von Gabriele Amadori verwiesen, die 2014 erschien: Giovanni Leone Africano, Cosmographia de l’Affrica (Ms. V.E. 953 – Biblioteca Nazionale Centrale di Roma – 1526), hg. von Gabriele Amadori (Meridionalia 13), Roma, S. 133-624, hier S. 606/Bl. 464^v. Zur Überprüfung wurde in Einzelfällen auch das Digitalisat der Biblioteca Nazionale Centrale herangezogen: <http://digitale.bnc.roma.sbn.it/tecadigitale/manoscrittoatco/BNCR V E 953/BNCR V E 953/45?paginateDetailpageNum=17> (letzte Zugriffe im Juli 2025). – Ausführlich zum Manuskript (und seinen Wegen): Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 126-139; Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 94-97. – Abdruck des Kolophons auch bei Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 137, 448, der auch eine deutsche Teilübersetzung vorlegt: S. 238-409.

⁶ Zu diesem – ungewöhnlichen – Bekenntnis des Verfassers einer frühneuzeitlichen Geographie: Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 109.

⁷ Giovanni Leone de’ Medici, Africa, Bd. 2 (Anm. 5), S. 303-305/Bl. 41^v-43^v.

⁸ Ebd., S. 305/Bl. 44^r.

können. Als eines Tages der König der Vögel Steuern erhob, sei der Vogel unverzüglich hinab ins Meer geflohen, um künftig unter den Fischen zu leben. Als aber bald darauf auch der König der Fische Steuern erhob, sei er unverzüglich aus dem Wasser zurück in den Himmel geflogen. Keine Frage, so der Verfasser, dass der Mensch es genauso halte. Wo immer er könne, suche er seinen Vorteil. Gleichzeitig kündigt der Verfasser an, diesen Grundsatz auch als „compositore“ zu beherrsigen. Wenn die Afrikaner zu tadeln sind, werde er entschuldigend hervorheben, nicht in Afrika geboren worden zu sein, sondern in Granada. Wenn aber das Land seiner Herkunft zu tadeln ist, werde er darauf bestehen, in Afrika aufgewachsen zu sein und nicht in Granada. Allerdings wolle er die Afrikaner begünstigen und ausschließlich über jene Laster berichten, die allgemein bekannt seien.⁹ Es ist viel nach jenem „Libro del cento novelle“ gesucht worden, der die beiden Geschichten enthält, die der Verfasser hier erzählt. Nach allem, was wir sagen können, hat ein solches Buch nie existiert. Weder in Europa noch in Afrika noch irgendwo sonst. Die beiden Geschichten sind seine Geschichten.¹⁰

Es wird niemanden überraschen: Der Konvertit Johannes Leo de Medicis und der Geschichtenerfinder Joan Lione Granatino sind ein und dieselbe Person. Denn nicht nur, dass die Namensgleichheit schwerlich Zufall sein kann. Wir sind zudem in der Lage, die Spuren des Konvertiten – wenn auch alles andere als lückenlos – bis zur „Cosmographia“ zu verfolgen, weil er die wiedergewonnene Freiheit keineswegs nutzte, um das Land des Krieges, um die „Dar al-Harb“ zu verlassen. Im Gegenteil, Johannes Leo de Medicis, Joan Lione Granatino blieb in Rom, um zu forschen, zu lehren und zu schreiben. Als er zu Beginn des Jahres 1526 seine „Cosmographia“ abschloss, war er in den humanistischen Gelehrtenkreisen Italiens bereits kein Unbekannter mehr – und das nicht nur als Lehrer, Kopist, Kommentator und Übersetzer, sondern auch als Verfasser gelehrter Abhandlungen.¹¹ So legte er in den Jahren nach seinem Glaubenswechsel u.a. eine arabische Vorlesung in lateinischer Sprache vor.¹² Wir können seiner Biografin Natalie Zemon Davis zustimmen: Es war jene humanistische, jene nicht zuletzt von jüdischen Gelehrten geprägte, jene transkulturelle Fremde, die den einstigen Botschafter des Sultans von Fès zu einem „author of his own“ werden ließ,¹³ der sich bezeichnenderweise seit seiner Taufe Yuhanna al-Asad, Yuhanna der Löwe nannte, wann immer er seinen Namen auf Arabisch schrieb.¹⁴

⁹ Ebd., S. 305f./Bl. 44^{r+v}.

¹⁰ So bereits nachdrücklich Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 110-116, die in diesem Zusammenhang auf die arabisch-islamische Erzähltradition der „hila“ – der List – verweist.

¹¹ Rauchenberger, *Johannes Leo der Afrikaner* (Anm. 1), S. 83-125; Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 69-108.

¹² Angela Codazzi, *Il trattato dell'arte metrica di Giovanni Leone Africano*, in: *Studi orientalistici in onore di Giorgio Levi Della Vida*, Bd. 1, Roma 1956, S. 180-198.

¹³ Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 87.

¹⁴ Ebd., S. 65.

Was wir über ihn wissen, wissen wir vor allem von ihm selbst. Von einem Vogel also, der auch unter Wasser leben konnte. Jenen Namen zum Beispiel, den er vor seiner Taufe getragen hatte, weil er als gelehrter Botschafter bereits während seiner Gefangenschaft Manuskripte aus der Vatikanischen Bibliothek ausleihen durfte, die er in zwei Fällen arabisch mit „Al-Hasan bin Muhammad bin Ahmad al-Wazzan al-Fasi“ signierte.¹⁵ Nebenbei bemerkt, während er hier mit „al-Fasi“ seine nordafrikanische Vergangenheit hervorhob, fügte er seiner arabischen Signatur an anderer Stelle einmal auch „al-Gharnati“ hinzu, „aus Granada“.¹⁶

Seine nordafrikanische Vergangenheit wiederum kennen wir nur, weil Yuhanna al-Asad – wie er von nun an genannt werden soll¹⁷ – in seiner „Cosmographia“ durchaus auf sie zu sprechen kommt, wie bruchstückhaft, wie schemenhaft, wie irreführend auch immer. Ausschließlich hier finden wir Hinweise auf seine frühe Kindheit in Granada, bevor die Familie möglicherweise bereits 1491 vor den siegreichen Kastiliern nach Fès floh, wo schon seit Jahrhunderten Auswanderer und Flüchtlinge lebten, die von der iberischen Halbinsel stammten;¹⁸ oder auf seine Studienzeit in einer der dortigen Moscheeschulen; oder auf seine Erfahrungen als angehender Jurist, „faqih“, in einem Hospital für geistig Behinderte; oder auf seinen „haddsch“, seine große Pilgerfahrt nach Medina und Mekka; vor allem aber auf seine Reisen als Diplomat (und wohl auch Sklavenhändler) im Dienste des Wattasidensultans Muhammad al-Burtughali, die ihn mehr als einmal ins subsaharische Afrika führten, aber auch nach Algier, Tunis, Istanbul und Kairo.¹⁹

Auf der anderen Seite wissen wir auch, dass uns Yuhanna al-Asad – jenseits des einen oder anderen kommunikativen Umwegs in der „Cosmographia“ – die beiden wohl tiefsten Einschnitte in seinem Leben verschweigt: seine Gefangennahme und seinen Glaubenswechsel.

¹⁵ Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 68f (mit Abbildungen).

¹⁶ Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 15.

¹⁷ So bereits ebd., S. 65.

¹⁸ José Enrique López de Coca Castañer, Granada y el Magreb: la emigración andalusí (1485-1516), in: Relaciones de la Península Ibérica con el Magreb, siglos XIII-XVI. Actas del Coloquio (Madrid, 17-18 diciembre 1987), hg. von Mercedes García-Arenal und María J. Viguera, Madrid 1988, S. 409-451.

¹⁹ Oumelbanine Zhiri, L’Afrique au miroir de l’Europe: Fortunes de Jean Léon l’Africain à la Renaissance (Travaux d’Humanisme et Renaissance 447), Genève 1991, S. 29-50; Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 27-66; Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 15-54.

2

Fragt man, warum Yuhanna al-Asad diese Einschnitte unerwähnt lässt, so scheint die Antwort in einer Passage am Ende des sechsten Teils der „Cosmographia“ zu liegen, in der es wie nebenbei um die Zukunftspläne des Verfassers geht. Eine Antwort, die uns zugleich erkennen lässt, wo in diesem Fall der „Mehrwert“ kulturellen Übersetzens liegt. Denn nicht nur, dass Yuhanna al-Asad in dieser Passage ein Buch über Europa ankündigt. Er lässt sein Publikum auch wissen, dass er dieses Buch schreiben werde, sobald er von seiner Reise nach Europa zurückgekehrt sei. Was er uns damit unmissverständlich zu verstehen gibt, darf wohl so zusammengefasst werden: Ich habe in Europa ein Buch über Afrika geschrieben, das es mir erlaubt oder doch zumindest nicht unmöglich macht, in eben dieses Afrika zurückzukehren, um dort ein Buch über Europa zu schreiben.²⁰

Das aber heißt: Indem wir den Fall Yuhanna al-Asad in den Blick nehmen, nutzen wir die Chance, einen gelehrten kulturellen Übersetzer kennenzulernen, der gezwungen war, seine Erinnerungen, seine Erfahrungen und Bezugnahmen, sein Wissen in eine „fremde“ Deutungsordnung zu überführen; einen Gefangenen, der erst durch den Glaubenswechsel jene doppelbödige Freiheit gewann, die es ihm erlaubte, diesen Übersetzungsprozess auch kommunikativ abzusichern – und auf diese Weise inter- und transkulturell nachvollziehbar werden zu lassen; einen Grenzgänger, der nach und nach zu einer Sprache des Exils fand, zu einer „language of exile“, wie der Kulturanthropologe James Clifford Schreibstrategien „diasporischer“ Freiheit genannt hat²¹ – und der im Horizont der Rückkehr, aber weitgehend abgeschnitten von den Netzwerken arabisch-islamischer Überlieferung zu einem „author of his own“ wurde, um noch einmal Natalie Zemon Davis zu zitieren.²² Denn soviel steht fest: Wer Anfang des 16. Jahrhunderts in Europa über Afrika schreiben wollte, um später einmal in Afrika über Europa schreiben zu können, der musste schon in Europa an Afrika denken – und sei es nur in Gestalt des osmanischen Botschafters in Venedig, der den italienischen Buchmarkt in aller Regel sehr genau beobachten ließ.²³ Kurz, Yuhanna al-Asad durfte beim Schreiben in Europa keineswegs nur ein europäisches Publikum vor Augen haben.²⁴

²⁰ Giovanni Leone de' Medici, *Africa*, Bd. 2 (Anm. 5), S. 771/Bl. 432^v-433^r.

²¹ James Clifford, *Diasporas*, in: *Cultural Anthropology* 9 (1994), S. 302-338, hier vor allem S. 310.

²² Vgl. dazu auch u. a. am Beispiel des „ersten literarischen Exilanten“ Ovid: Ilija Trojanow, *Exil als Heimat*, in: *Intellektuelle im Exil*, hg. von Peter Burschel, Alexander Gallus und Markus Völkel, Göttingen 2011, S. 9-18.

²³ Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 107f

²⁴ Zu den transkulturellen Perspektiven, die der Fall Yuhanna al-Asad eröffnet: Jenny Rahel Oesterle, *Transkulturelle Mittelalterforschung. Themen – Herausforderungen – Perspektiven*, in: *Geschichte in Wissenschaft und Unterricht* 9/10 (2014), S. 518-532.

Am Rande nur: Betrachtet man den Fall Yuhanna al-Asad aus der Perspektive der „Intellectual History“, kann kulturelles Übersetzen auch als „eingreifendes Denken“ verstanden werden, das auf die Macht der Worte setzt, um die handlungsleitenden Wahrnehmungs- und Deutungsmuster zu verändern.²⁵ Denn nicht nur, dass uns der Fall vor Augen führt, wie in translatorischen „Zwischenräumen“ kulturelle Autonomie als Voraussetzung „eingreifenden Denkens“ entsteht. Wir können auch beobachten, wie Erinnerungs-, Erfahrungs- und Wissensbestände – nicht zuletzt semantisch – im Prozess des kulturellen Übersetzens so verändert werden, dass sie zur Intervention, ja, dass sie zur Deutungskonkurrenz taugen.²⁶

Wenn wir vor diesem Hintergrund noch einmal auf die Frage zurückkommen, warum uns Yuhanna al-Asad seine Gefangennahme und seinen Glaubenswechsel verschweigt, so liegt zumindest in einem Fall die Antwort auf der Hand: Wer in seiner Situation (und mit seinen Plänen) beabsichtigte, aus dem Land des Krieges in das Land des Friedens, in die „Dar al-Islam“ zurückzukehren, hatte allen Grund, seine Konversion mit gebührender Diskretion zu behandeln. Warum aber verschweigt Yuhanna al-Asad auch seine Gefangennahme durch christliche Piraten auf dem Seeweg von Kairo zurück nach Fès im Sommer 1518? Obwohl es nur eine Vermutung sein kann, gehe ich im Unterschied zu Natalie Zemon Davis und anderen davon aus, dass Yuhanna al-Asad dieses Ereignis deshalb unerwähnt lässt, weil er seinen Aufenthalt in der nichtislamischen Fremde als „rihla“ verstanden wissen wollte, die es ihm im Einklang mit den islamischen Autoritäten als asketische Herausforderung – und Bildungsreise – erlaubte, sich als Muslim über einen längeren Zeitraum hinweg in einem nichtmuslimischen Land aufzuhalten.²⁷

Wir können es auch anders sagen: Unser Vogel, der auch unter Wasser leben konnte, wusste sehr genau, was er tat, als er seine Gefangennahme und seinen Glaubenswechsel verschwieg. Und er wusste auch, dass es dazu der „hila“, der klugen, der heiligen List bedurfte. Um noch einmal auf die Vogelgeschichte, auf „seine“ Geschichte zurückzukommen. Wenn Yuhanna al-Asad in seiner „Cosmographia“ vorgibt, dass diese Geschichte aus einem gewissen „Libro del cento novelle“ stamme, dann durfte er angesichts des kulturellen Horizonts seiner Zeit

²⁵ Ingrid Gilcher-Holtey, Prolog: Eingreifendes Denken, in: dies., *Eingreifendes Denken. Die Wirkungschancen von Intellektuellen*, Weilerswist 2007, S. 7-14.

²⁶ Peter Burschel, Ein Vogel, der auch schwimmen kann. Der Fall Yuhanna al-Asad, in: *Intellektuelle im Exil* (Anm. 22), S. 47-61, hier S. 54f; auch englisch: Yuhanna al-Asad or the Language of Exile, in: *Agents of Transculturation. Border-Crossers, Mediators, Go-Betweens*, hg. von Sebastian Jobs und Gesa Mackenthun (Cultural Encounters and the Discourses of Scholarship 6), Münster u. a. 2013, S. 39-49.

²⁷ Grundlegend dazu die einschlägigen Kapitel in Houari Touati, *Islam en voyage au Moyen Âge. Histoire et anthropologie d'une pratique lettrée*, Paris 2000; vgl. auch Nabil Matar, *Europe Through Arab Eyes, 1578-1727*, New York 2009.

einigermaßen sicher sein, bei seinem Publikum zumindest zwei Vorstellungen zu erzeugen: die einer arabischen und die einer italienischen Herkunft der Geschichte.²⁸

3

Nähert man sich vor diesem Hintergrund der „Cosmographia“, so fällt zuerst einmal auf, dass Yuhanna al-Asad „Afrika“ gut europäisch als geographische Einheit – als Erdteil – versteht und damit ganz entschieden mit der arabisch-islamischen Überlieferung bricht, die diesen Raum nie (oder doch fast nie) mit nur einem Namen bezeichnet hatte. Zugespitzt formuliert, Yuhanna al-Asad schuf in seiner „Cosmographia“ einen Raum, den die arabisch-islamische Welt noch gar nicht kannte – und den er auf seinen Reisen aller Wahrscheinlichkeit nach nie als einen einheitlichen oder auch nur als einen zusammenhängenden Raum „er-fahren“ hatte. (Und wohl auch nicht hätte „er-fahren“ können.) Das aber hieß, dass er tun musste, was andere arabisch-islamische Gelehrte nie hatten tun müssen und nie getan hatten. Er musste darüber nachdenken, was diesen Raum zu einem Raum machte.²⁹

Obwohl weitgehend außer Frage steht, dass Yuhanna al-Asad sehr genau um dieses Problem wusste, führt uns zumindest der erste Blick in seine „Cosmographia“ nicht vor Augen, ob (bzw. wie) er es löste. So ist ihm zwar die Ordnung der Klimazonen, der „aqalim“, vertraut, deren strukturierende Kraft schon die berühmten Kosmographien al-Idrisis und Ibn Khalduns unter Beweis gestellt hatten.³⁰ Der Versuch aber, Afrika über Grenzziehungen zu konstituieren bzw. zu hierarchisieren, die den tradierten Klimazonen entsprechen, bleibt aus. Ob er auf die „Affricani de la Barbaria“ im Norden oder auf die „Affricani nigri“ im Süden zu sprechen kommt: Vernunft und Unvernunft, Glauben und Unglauben, Recht und Unrecht, Tugend und Laster verteilen sich in seiner „Cosmographia“ alles in allem erstaunlich gleichmäßig.³¹ Gewiss, wie Ibn Khaldun und andere geht auch Yuhanna al-Asad gut humoralpathologisch davon aus, dass das Klima nicht nur Einfluss auf die äußere Erscheinung, vor allem auf die Hautfarbe hat, sondern auch auf unsere Moralvorstellungen und Verhaltensweisen, ja, auf die Formen

²⁸ So bereits Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 114.

²⁹ Vgl. vor allem Zhiri, *L’Afrique au miroir de l’Europe* (Anm. 19), S. 87-185; Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 125-128.

³⁰ Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 128.

³¹ So auch ebd., S. 134-151. – Eine Differenzierung ermöglicht Rauchenberger, *Johannes Leo der Afrikaner* (Anm. 1), S. 228.

unserer Vergesellschaftung.³² Im Unterschied aber zu vielen seiner Vorgänger schließt Yuhanna al-Asad keineswegs aus, dass auch Afrikaner mit schwarzer Hautfarbe „civili“, „justi“, „ingeniosi“ und „rationabili“ sein können, buchverbunden, rechtsgelehrt, gastfreundlich und wirtschaftlich erfolgreich.³³ Hinzu kommt, dass er den geschlechtlichen Beziehungen zwischen den einzelnen afrikanischen Bevölkerungsgruppen – er spricht zumeist von „mescolanza“³⁴ – ein deutlich größeres Gewicht für gesundheitliche, gesellschaftliche und nicht zuletzt auch geistige Entwicklungen beimisst als langfristigen klimatischen Einflüssen. So bedauert er zwar, dass die arabische Sprache in aller Regel unter der „mescolanza“ zu leiden habe, während die Ausbreitung der Syphilis durch sie beschleunigt werde, weist aber zugleich darauf hin, dass sie deshalb allgemeinen Wohlstand, friedliche Nachbarschaft und gute Dichtung keineswegs ausschließe.³⁵

Angeichts dieses Befundes überrascht es nicht, dass Yuhanna al-Asad – obwohl auch die Bewohner „seines Afrika“ von Noah abstammen³⁶ – den Fluch Noahs über Kanaan, den Sohn des Ham, und Noahs Segen für Sem, dem er Kanaan als Knecht zuweist, nicht erwähnt und damit erstaunlich radikal mit der christlichen Tradition bricht, die den Fluch Noahs auf alle Nachkommen Hams bezog und sie auf diese Weise ewiger Knechtschaft auslieferte.³⁷ Wir können es nur vermuten: Wenn Yuhanna al-Asad die Verwunderung, ja, Empörung seines italienischen Publikums in dieser Frage bewusst in Kauf nahm, dann wohl kaum ohne den Gedanken, dass der Fluch Noahs auch dem Koran keine Erwähnung wert war.

³² Zu humoralpathologischen Vorstellungen am Beispiel frühneuzeitlicher „Hautfarben“-Diskurse hier nur Peter Burschel, Weiß und rein. Zur kulturellen Codierung von Hautfarben in der frühen Neuzeit, in: Geschichte(n) des Wissens. Festschrift für Wolfgang E. J. Weber zum 65. Geburtstag, hg. von Mark Häberlein, Stefan Paulus und Gregor Weber, Augsburg 2015, S. 431-442; ders., On the Cultural Coding of Skin Colour in Early Modern Contact Zones, in: Chaos in the Contact Zone. Unpredictability, Improvisation and the Struggle for Control in Cultural Encounters, hg. von Stephanie Wodianka und Christoph Behrens, Bielefeld 2017, S. 43-58; ders., Der Tanz der Tapuya. Zur kulturellen Codierung von Hautfarben in der frühen Neuzeit, in: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch 2020, Göttingen 2021, S. 17-39.

³³ Beispiele, die sich leicht vermehren ließen: Giovanni Leone de' Medici, *Africa*, Bd. 2 (Anm. 5), S. 302f./Bl. 41^v, S. 682f./Bl. 365^{r-v}, S. 697-700/Bl. 376^v-377^r, S. 701-709/Bl. 378^r-383^r.

³⁴ Immer wieder aber auch von „mischia“ oder „mischung“.

³⁵ Mit den einschlägigen Belegen: Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 134-140.

³⁶ Giovanni Leone de' Medici, *Africa*, Bd. 2 (Anm. 5), S. 252/Bl. 6^v, S. 273f./Bl. 18^v-19^r, S. 725/Bl. 395^r, S. 767/Bl. 429^v.

³⁷ William McKee Evans, *From the Land of Canaan to the Land of Guinea: The Strange Odyssey of the „Sons of Ham“*, in: *American Historical Review* 85 (1980), S. 15-43; Benjamin Braude, *The Sons of Noah and the Construction of Ethnic and Geographical Identities in the Medieval and Early Modern Periods*, in: *William and Mary Quarterly* 54 (1997), S. 103-142, hier vor allem S. 119; Stephen R. Haynes, *Noah's Curse. The Biblical Justification of American Slavery* (Religion in America Series), New York 2002; David M. Goldenberg, *The Curse of Ham. Race and Slavery in Early Judaism, Christianity, and Islam*, Princeton und Oxford 2003; Colin Kidd, *The Forging of Races. Race and Scripture in the Protestant Atlantic World, 1600-2000*, Cambridge 2006, S. 54-78; David Mark Whitford, *The Curse of Ham in the Early Modern Era. The Bible and the Justification for Slavery* (St Andrews Studies in Reformation History), Aldershot 2009.

Wie auch immer wir diese Vermutung taxieren, die Tatsache, dass auch Yuhanna al-Asad die Afrikaner auf Noah zurückführt, schafft noch kein Afrika, das diesen Namen verdient. Müssen wir uns also von der Hoffnung verabschieden, aus der „Cosmographia“ zu erfahren, was „sein Afrika“ zusammenhält? Ich glaube nicht. Versucht man, die afrikanischen Bevölkerungsgruppen in der „Cosmographia“ jenseits humoralpathologischer Perspektiven in den Blick zu nehmen, so ist vor allem eines zu beobachten: Es ist mehr oder weniger durchgängig der Islam, der eine Gruppe gottesfürchtig, gesetzestreu, gastfreundlich und vor allem gebildet werden lässt. Gruppen ohne Glauben, Gruppen, die dem Islam fernstehen, oder Gruppen, die ihn nicht so praktizieren, wie sie sollten, erscheinen in der „Cosmographia“ nicht als „rationabili“ oder doch zumindest nicht als vollständig „rationabili“. ³⁸

Ist es also der Islam, der Afrika macht? Man braucht diese Frage keineswegs zu verneinen, um noch einen anderen Akzent zu setzen. Das Afrika der „Cosmographia“ ist zuerst einmal vor allem eines: Es ist das Afrika eines diplomatisch erfahrenen Berufsreisenden – und deshalb zuallererst ein Afrika räumlicher Bewegungen und dynamischer Beziehungen. Es ist ein Afrika politisch und ökonomisch hochkomplexer und interregionaler Netzwerke; ein Afrika des Gebens und des Nehmens; ein Afrika auf Augenhöhe. Das aber heißt auch, es ist ein Afrika, das kaum noch etwas zu tun hat mit jenem monströsen Erdteil gleichen Namens, den die Europäer bislang kannten. Keine Frage, es ist das Afrika eines Vogels, der auch unter Wasser leben konnte. ³⁹

4

Angesichts dieser Befunde erstaunt es nicht, dass der erste Herausgeber der „Cosmographia“, der venezianische Humanist Giovanni Battista Ramusio, das Manuskript keineswegs nur sprachlich überarbeitet hatte, als er es 1550 in den Druck gab. ⁴⁰ So versuchte er zum Beispiel, die moralisch, politisch und sozial

³⁸ Um wieder nur einige wenige Beispiele zu nennen: Giovanni Leone de' Medici, *Africa*, Bd. 2 (Anm. 5), S. 697-700/Bf. 376^v-377^r, S. 704f./Bf. 380^{r+v}. – Diese Beobachtung (zu) vorsichtig bereits bei Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 148f.

³⁹ Grundlegend zu diesem Afrika räumlicher Bewegungen als *Basso continuo* der „Cosmographia“, ohne allerdings daraus konzeptionelle Schlüsse zu ziehen: Zhiri, *L'Afrique au miroir de l'Europe* (Anm. 19); pointiert dazu auch: Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 149-151.

⁴⁰ Die Ausgabe, die für diesen Beitrag herangezogen wurde, ist die Erstausgabe, die 1550 bei Giunti in Venedig erschien: *Primo volume delle Navigationi et Viaggi nel qual si contiene la Descittione dell'Africa ...*, hier Bf. 1^r-103^v. Das Exemplar der Staats- und Stadtbibliothek Augsburg (2 Gs 599) liegt als Digitalisat der Bayerischen Staatsbibliothek München vor: bsb11197081. – Die Ausgabe der „Cosmographia“ von Gabriele Amadori bietet eine (allerdings unvollständige) Synopse der Eingriffe: „La *Cosmographia* di Leone Africano e la *Descrittione* di G.B. Ramusio“. Giovanni Leone Africano, *Cosmographia* (Anm. 5), S. 77-106.

produktiven Einflüsse des Islam auf die schwarzafrikanischen Bevölkerungsgruppen immer wieder zu relativieren, indem er Passagen, die auf die vorislamische Geschichte dieser Gruppen bezogen waren, aus der Vergangenheits- in die Gegenwartsform übertrug.⁴¹

Wie gravierend (und folgeschwer) solche Eingriffe auch waren: Wirft man einen Blick in die christlichen Übersetzungen der „Cosmographia“, so nimmt sich Ramusios Druck geradezu harmlos aus.⁴² Denn nicht nur, dass in den Übersetzungen regelmäßig Passagen fehlen, die den Islam – vor allem im direkten Vergleich mit dem Christentum – allem Anschein nach zu ausgewogen präsentiert hatten. Die Übersetzer griffen darüber hinaus immer wieder auch ergänzend in ihre Vorlagen ein, um aus Joan Lione Granatino–Yuhanna al-Asad einen strikt, wenn nicht aggressiv antiislamischen Konvertiten zu machen.⁴³

Hinzu kommt, dass sowohl in Ramusios Ausgabe als auch in den Übersetzungen mehr oder weniger durchgängig Passagen fehlen, die von ihren Interpreten als zu freizügig empfunden worden zu sein scheinen, nicht zuletzt Passagen homoerotischen Inhalts.⁴⁴

Andererseits: Unser Vogel wäre kein Vogel der besonderen Art gewesen, wenn er es seinen christlichen Interpreten so einfach gemacht hätte. Vergessen wir nicht: Hier beherrscht einer die Sprache des Exils. Was aber heißt das konkret? Das heißt, dass Yuhanna al-Asad auf der einen Seite zwar über seine Vergangenheit als Muslim berichtet und dabei durchaus zielstrebig einen Islam jenseits aller eschatologischen Militanz entwirft, dass er auf der anderen Seite aber kaum ein Wort über seine Gegenwart als Christ verliert.⁴⁵ Wir wissen, dass ihm auf seinen Reisen durch Afrika dichtende Rechtsgelehrte lieber waren als heilige Krieger;⁴⁶ oder dass er den Exzessen wundertätiger Sufis skeptisch gegenüberstand;⁴⁷ wir wissen, dass er wenig von allzu heroischer Askese hielt;⁴⁸ und dass er den Schiiten

⁴¹ Auch diese wichtige Beobachtung bei Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 145f. – Vgl. zu den Eingriffen Ramusios aber vor allem Oumelbanine Zhiri, *Leo Africanus, Translated and Betrayed*, in: *The Politics of Translation in the Middle Ages and the Renaissance*, hg. von Renate Blumenfeld-Kosinski, Luise von Flotow und Daniel Russel (*Perspectives on Translation*), Ottawa 2011, S. 161-174, die ihrerseits auf Rauchenberger, *Johannes Leo der Afrikaner* (Anm. 1), S. 139-151, aufbauen kann.

⁴² Einen Überblick über die Übersetzungen erlauben Zhiri, *L’Afrique au miroir de l’Europe* (Anm. 19), S. 51-83; Rauchenberger, *Johannes Leo der Afrikaner* (Anm. 1), S. 152-171.

⁴³ Beispiele: Davis, *Trickster Travels* (Anm. 2), S. 153-157; vgl. auch S. 259-260.

⁴⁴ Ebd., S. 196-211.

⁴⁵ Ebd., S. 153-190.

⁴⁶ Um hier und im Folgenden wieder nur auf einige wenige Beispiele hinzuweisen: Giovanni Leone de’ Medici, *Africa*, Bd. 2 (Anm. 5), S. 324/B1. 56^v, S. 397/B1. 115^r.

⁴⁷ Ebd., S. 744f./B1. 411^r-411^v.

⁴⁸ Ebd., S. 276-278/B1. 21^r-22^r, S. 382/B1. 100^v, S. 439f./B1. 151^r, S. 456f./B1. 168^{r-v}, S. 461f./B1. 173^{r-v}, S. 632/B1. 322^r, S. 738/B1. 406^r.

vorwarf, die Einheit der muslimischen Welt zerstören zu wollen.⁴⁹ Wie aber stand er zur Menschwerdung Gottes? Wie zum römischen Papsttum? Wie zum entstehenden Luthertum? All das wissen wir nicht.

Obwohl manches dafür spricht, angesichts dieses Befundes davon auszugehen, dass wir es in der „Cosmographia“ mit der sunnitisch wie schiitisch akzeptierten Praxis der „taqiya“ zu tun haben, der Verheimlichung des eigenen aufrichtigen Glaubens unter Zwangsbedingungen, führt uns Yuhanna al-Asad selbst noch in eine andere Richtung.⁵⁰ So glaube ich jedenfalls. Als er auf die Geschichte des nordafrikanischen Christentums zu sprechen kommt, geht er wie selbstverständlich davon aus, dass der heilige Augustinus arianischer Christ und damit Antitrinitarier gewesen sei. Jener Augustinus, der sich wie kaum ein zweiter gegen die arianische Häresie ausgesprochen hatte.⁵¹ Wir dürfen es so deutlich sagen: Yuhanna al-Asad muss es besser gewusst haben, und zugleich hinzufügen, dass Ramusio und die späteren Übersetzer der „Cosmographia“ den antitrinitarischen Augustinus schlicht und einfach übersehen zu haben scheinen.⁵²

Eine Verwechslung, ein Fauxpas, ein Versehen? Ich glaube nicht. Denn was tut Yuhanna al-Asad, wenn er Augustinus zum Antitrinitarier macht? Er reklamiert ihn für ein Afrika, das antitrinitarisch für die Ausbreitung des Islam sehr viel besser bereitet war als trinitarisch.

5

Damit aber schließt sich der Kreis. Denn ob wir Yuhanna al-Asad auf die „taqiya“ festlegen wollen oder nicht, fest steht, dass uns seine „Cosmographia“ in eine Welt führt, die ohne die doppelbödige Freiheit der Konversion nicht hätte entstehen können: die Freiheit des „in-between“, die Freiheit jener „Zwischenräume“, ohne die kulturelles Übersetzen nicht möglich ist.

Das aber heißt auch: Wie auch immer wir das Produkt dieser Freiheit taxieren, allein die Probleme, die seine Herausgeber und Übersetzer mit der „Cosmographia“ hatten, und jene, die sie mit ihr hätten haben müssen, deuten darauf hin, dass hier tatsächlich Erinnerungs-, Erfahrungs- und Wissensbestände im kulturellen Übersetzen produktiv geworden sind.

⁴⁹ Ebd., S. 476f./Bl. 185^r, S. 751f./Bl. 418^v.

⁵⁰ Rudolf Strothmann und Moktar Djebli, Taqiyya, in: The Encyclopaedia of Islam. New Edition, Bd. 10, Leiden 2000, S. 134-136; Nikki R. Keddie, Symbol and Sincerity in Islam, in: Studia Islamica 19 (1963), S. 27-63.

⁵¹ Giovanni Leone de' Medici, Africa, Bd. 2 (Anm. 5), S. 284f./Bl. 27^r.

⁵² In diesem Sinne auch Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 184f.

Aber wie sollte es auch anders sein: Als Giovanni Battista Ramusio die „Cosmographia“ zum Druck vorbereitete, ersetzte er gut humanistisch die dritte durch die erste Person, wobei ihm nur an wenigen einschlägigen Stellen keine Arbeit erwartete.⁵³ Eine dieser Stellen war „io farò como uno ucello“.

Nach allem, was wir sagen können, überlebte der Vogel ein Jahr nach Abschluss der „Cosmographia“ den Sacco di Roma und ging nach Afrika zurück. 1532 scheint er sich in Tunis aufgehalten zu haben. Seine „Cosmographia“ war zu diesem Zeitpunkt in den einschlägigen humanistischen Kreisen Europas bereits bekannt.⁵⁴

⁵³ Ebd., S. 231.

⁵⁴ Rauchenberger, Johannes Leo der Afrikaner (Anm. 1), S. 94-101; Davis, Trickster Travels (Anm. 2), S. 245-260.

Das Uebersetzen und gerade der Dichter ist vielmehr eine der notwendigen Arbeiten in einer Literatur“: Sprache, Dichtung und Übersetzung bei Wilhelm von Humboldt

CORD-FRIEDRICH BERGHAWN

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Institut für Germanistik

Bienroder Weg 80

38106 Braunschweig

c.berghahn@tu-braunschweig.de

Für Ahmet Aydin

I

Schon als sehr junger Mann hat sich Wilhelm von Humboldt (1767-1835) mit dem Übersetzen beschäftigt, und er hat dies in den folgenden Jahrzehnten fast immer und fast überall getan. An alle seine Lebensstationen begleitete den Philologen, Ästhetiker, Juristen, Philosophen, Minister und Sprachforscher Wilhelm von Humboldt mindestens ein übersetzerisches Projekt: Ganz am Anfang, in Berlin und Frankfurt an der Oder, sind es Texte von Sokrates und Xenophon, die den jungen Intellektuellen vor allem hinsichtlich der Frage nach der natürlichen Religion interessieren.¹ Humboldts umfangreich kontextualisierte Teilübersetzung von Platons *Nomoi* und Xenophons *Memorabilien* und *Apomnemoneumata* wurde zu seiner ersten Veröffentlichung überhaupt, sie erschien 1787 in Zöllners *Lesebuch für alle Stände*.²

Schon in dieser frühen Übersetzung zeigt Humboldt, dass ihn das Übersetzte einerseits als Zeugnis der Sprachkunst fesselt, andererseits aber auch als Zeugnis eines Denkens, an das sich das eigene Denken anzuschließen hat. Die von ihm übersetzten Zeugnisse aus Xenophons *Memorabilien* zeigen Sokrates als vorurteilslosen Denker, dessen Wahrheitsliebe sein Fragen motiviert. Der antike Grieche avanciert in der Deutung des jungen Berliners zum Aufklärer *avant la lettre*, dessen sozusagen proto-deistische Überzeugungen mit den von Humboldt aufgeworfenen anthropologischen Fragen zur Regulierung des Verhältnisses von Gesellschaft, Staat und Religion korrespondieren.

¹ Vgl. Guglielmo Gabbiadini: „Dichtungen und Übersetzungen“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch. Leben – Werk – Wirkung*. Revidierte Auflage. Hg. von Cord-Friedrich Berghahn. Berlin 2023, S. 231-240, hier S. 233f.

² Frank Zimmer: „Verzeichnis der zu Lebzeiten gedruckten Schriften Wilhelm von Humboldts“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 387-388, hier S. 387.

Auch in seinen Göttinger, Jenaer und Pariser Jahren hat sich Humboldt immer wieder übersetzerisch ausprobiert. Unter dem Einfluss der Freunde Goethe und Schiller beschäftigte ihn nun vorwiegend die antike Dichtung. Zwischen 1792 und 1804 war es insbesondere Pindar (um 520 v. Chr.- ca. 446 v. Chr.), dessen Werke ihn anzogen. Seit Klopstocks lyrischer Revolution und seit dem Geniekult des Sturm und Drang war Pindar neben Homer zum Paradigma des genialen, erhabenen Dichters avanciert.³ In einem fragment gebliebenen Aufsatz des Jahres 1795 hat sich Humboldt mit der Gestalt des griechischen Dichters intensiv auseinandergesetzt,⁴ mit seinen Bildern des Erhabenen und seiner sprachlich-metrischen Komplexität – vor allem aber mit seiner agonalen Lebensauffassung, die in Pindars Olympischen Liedern und Hymnen durchscheint.⁵ In den Jahren nach 1794 reifte in Humboldt der Plan, als Übersetzer für Pindar das zu werden, was Johann Heinrich Voß als Übersetzer für Homer geworden war.⁶

Schon im Winter 1792 trug sich Humboldt sogar mit dem Gedanken, eine Zeitschrift mit dem Titel *Hellas* zu gründen, die einzig der griechischen Literatur und Kultur gewidmet sein sollte. Ihr Zentrum sollte eine (im Sinne des Anthropologen Clifford Geertz) ‚dichte Beschreibung‘ der Griechen sein,⁷ wobei die Literatur eine zentrale Stellung eingenommen hätte. Im Zusammenhang mit diesem Projekt schreibt Humboldt am ersten Dezember 1792 an den Altphilologen Friedrich August Wolf, der neben Schiller in diesen Jahren der für Humboldt entscheidende Gesprächspartner war,⁸ dass diese Zeitschrift, „die ohne ein Journal zu sein, fortliefe“, „theils Übersetzungen“ und „theils eigene Aufsätze“ enthalten solle.⁹ Und seinem ehemaligen akademischen Lehrer an der Universität Göttingen, Christian Gottlob Heyne, berichtet Humboldt am achten Juli 1793, dass er – möglicherweise im Kontext des *Hellas*-Projekts – nicht nur eine Gesamtübersetzung des Pindar erarbeiten will, die „auf die Sprache, in die man übersezt, gut zurückzuwirken“ geeignet ist, sondern zugleich auch „etwas Wichtiges und vollständiges“ über die Metrik Pindars und auch einen „vollständigem SachKommentar“ vorzulegen gedenkt.¹⁰

³ Vgl. Arthur Henkel: *Goethe-Erfahrungen. Studien und Vorträge* (Kleine Schriften 1). Stuttgart 1982, S. 43-60 („Der deutsche Pindar: Zur Nachahmungsproblematik im 18. Jahrhundert“).

⁴ Vgl. Wilhelm von Humboldt: *Gesammelte Schriften*. Hg. von der Preußischen Akademie der Wissenschaften (17 Bände) Berlin 1903-1935 (künftig: GS), hier Band I, S. 411-429.

⁵ Vgl. Guglielmo Gabbiadini: „Einige Bemerkungen zur Verwendung organischer Metaphern in Wilhelm von Humboldts agonaler Ästhetik“. In: *Tropen und Metaphern im Geöehrtendiskurs des 18. Jahrhunderts*. Hg. von Elena Agazzi. Hamburg 2011, S. 157-170.

⁶ Rudolf Haym: *Wilhelm von Humboldt. Lebensbild und Charakteristik*. Berlin 1856, S. 235.

⁷ Vgl. Clifford Geertz: *Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme*. Frankfurt am Main 2003 [amerikanische Originalausgabe 1973].

⁸ Vgl. Cord-Friedrich Berghahn: „Der Briefwechsel mit Friedrich August Wolf“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 284-289.

⁹ Wilhelm von Humboldt: *Briefe an Friedrich August Wolf*. Textkritisch herausgegeben und kommentiert von Philip Mattson. Berlin/New York 1990, S. 26.

¹⁰ Wilhelm von Humboldt: *Briefe*. Historisch-kritische Ausgabe. Hg. von Philip Mattson. Berlin/Boston 2014ff. Band II, S. 165f.

Dazu kam es freilich nicht. Denn wie so viele, ja wie fast alle der Texte Wilhelm von Humboldts blieben auch seine Übersetzungen zum größten Teil in den Schubladen in Paris, Rom, Königsberg, Berlin, Wien, London und Tegel.¹¹ Ihre Spuren freilich in den Briefwechseln mit Goethe und Schiller, mit Friedrich August Wolf und Friedrich Gottlieb Welcker, mit August Wilhelm Schlegel und zahlreichen anderen literarisch-kulturellen Protagonisten um 1800, haben eine bedeutende Wirkungsgeschichte entfaltet. Wilhelm von Humboldt war nicht nur ein exzellenter Kenner der antiken Literatur, sondern zugleich der wohl größte Metrikexperte der Goethezeit, eine Autorität, deren Expertise für Dichter wie Wissenschaftler ausgesprochen wichtig war.

II

Damit wäre Humboldt zwar ein besonders guter (und zugleich besonders publikationsscheuer) Übersetzer in der ausgesprochen übersetzungsaktiven Goethezeit,¹² aber er wäre keine Ausnahme in einem Zeitalter, in dem fast alle Autoren auch Übersetzer waren. *Ein* Übersetzungsprojekt jedoch hebt Wilhelm von Humboldt von fast allem ab, was um 1800 übersetzt und theoretisch reflektiert wurde. Die Spuren dieses Projekts führen nach Göttingen, wo der junge Jurist Wilhelm von Humboldt beim Altertumswissenschaftler Christian Gottlieb Heyne in die griechische Antike, und zwar in Literatur- und Kulturgeschichte gleichermaßen, initiiert wurde. Während seiner Göttinger Semester 1788 und 1789 pflegte Wilhelm von Humboldt auch privat enge Kontakte zu Heyne und seiner Familie. Und just 1788/89 las Heyne über Aischylos' *Orestie*, also die Dramentrilogie aus dem *Agamemnon*, den *Choephoroi* („Die Opfernden am Grab“) und den *Eumeniden*.¹³

Als ihm der befreundete Altphilologe Friedrich August Wolf 1792 auf das Desiderat einer angemessenen Übersetzung der *Orestie* hinwies,¹⁴ fasste Humboldt den Entschluss, diese Lücke zu schließen. Verwirklicht hat er schließlich nur die Übersetzung des ersten Dramas der *Orestie*. Die Arbeit daran, mit der er ernsthaft erst im Sommer 1796 begann, sollte ihn zwei Jahrzehnte begleiten und ihn nicht nur in Mußejahren, sondern selbst an den entscheidenden Punkten seiner politischen Laufbahn beschäftigen. Vor allem aber – und darum steht Wilhelm von Humboldts Idee des Übersetzens heute Nachmittag auch als Pendant zu den Überlegungen von Peter Burschel auf dem Programm – sollte Humboldts *Agamemnon*-Übersetzung einen bedeutenden Teil jener sprachphilosophischen Denkbewegungen in sich aufnehmen, die er in den Jahren nach 1795 vollzog.

¹¹ Vgl. Cord-Friedrich Berghahn: „Autorschaft und Werkbewusstsein“. In *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 31-33.

¹² Vgl. dazu Elena Polledri: *Die Aufgabe des Übersetzers in der Goethezeit. Deutsche Übersetzungen italienischer Klassiker von Tasso bis Dante*. Tübingen 2010, S. 43-84 („Die Übersetzungsdebatte in der Goethezeit“); Wilhelm von Humboldt spielt hier allerdings keine Rolle.

¹³ Vgl. GS VIII, 223 (Kommentar).

¹⁴ Wilhelm von Humboldt: *Briefe an Friedrich August Wolf* (Anm. 9), S. 22.

Am Anfang dieser Denkbewegungen steht Humboldts Skizze *Über Denken und Sprechen* von 1795,¹⁵ in der er die Vorstellung des „Mitdenken[s]“ entwickelt und aus ihr die besondere Natur der menschlichen Sprache begründet, „weil“, so Humboldt, „niemand, ausser dem Menschen, seine Mitgeschöpfe zum Verstehen durch Mitdenken, sondern höchstens durch Handeln zum Mitempfinden einladet“ (GS II, 583). Inmitten dieser Denkbewegung, in eine besonders intensive Phase der Arbeit an der *Agamemnon*-Übersetzung, fällt in Humboldts Pariser Jahre die Begegnung mit dem Baskischen und damit die Erkenntnis der ‚Vollständigkeit‘ einer jeden Sprache und ihrer Funktion als „Form der Einbildungskraft“.¹⁶ In dieser Zeit entstand der (Skizze gebliebene) *Plan zu einer systematischen Encyclopädie aller Sprachen*, in dem sich wichtige Ideen der Humboldt’schen Sprachwissenschaft und -philosophie finden – etwa die, dass Sprache „die gesamte geistige Energie“ eines Volkes „in gewisse Töne gebannt“ ist (GS VII, 602), dann die, dass Sprachen keine abstrakten und arbiträren Zeichensysteme sind, sondern eben Weltansichten („nicht ebensoviel Bezeichnungen einer Sache“, sondern „verschiedene Ansichten derselben“, GS VII, 602) und die, dass die gleichberechtigte Existenz *vieler* Sprachen der Dominanz *einer* einzigen vorzuziehen ist: „Durch die Mannigfaltigkeit der Sprachen wächst unmittelbar für uns der Reichtum der Welt und die Mannigfaltigkeit dessen, was wir an ihr erkennen“ (GS VII, 602). Dass *jede* Sprache „an und für sich ein des angestrengtesten Nachdenkens würdiger Gegenstand ist“ (GS VII, 602), gehört fortan zum Mindset, mit dem Humboldt in Rom die Arbeit an seiner Übersetzung fortsetzt.

Am Ende dieser Denkbewegungen – in den vergleichenden sprachwissenschaftlichen und sprachphilosophischen Studien der Tegeler Jahre nach 1819, die bis heute noch nicht vollständig publiziert sind¹⁷ – steht schließlich die Idee einer vergleichenden Sprachwissenschaft und Sprachphilosophie, die wesentlich eine Wissenschaft und Philosophie des menschlichen Geistes ist. Die Arbeit an der Übersetzung des *Agamemnon* nun wurde zu einem wichtigen Katalysator dieser Humboldt’schen Sprachwissenschaft. Darum ist der schlanke und typographisch schöne Band, den der Diplomat Wilhelm von Humboldt 1816 während seiner Mission auf der Frankfurter Territorialkonferenz in den Druck gab, auch so bedeutsam – nicht nur für ihn selbst als Wegmarke des eigenen Denkens, sondern für das Sprachdenken des 19. und mehr noch des 20. und 21. Jahrhunderts.

¹⁵ GS VII, 581-583.

¹⁶ Jürgen Trabant: „Sprachphilosophie und Linguistik“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 202.

¹⁷ Vgl. Cord-Friedrich Berghahn: „Werk- und Briefausgaben“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 34-41, hier S. 39; vgl. auch Kurt Mueller-Vollmer: *Wilhelm von Humboldts Sprachwissenschaft. Ein kommentiertes Verzeichnis des Sprachwissenschaftlichen Nachlasses*. Paderborn 1993; die Fortschritte der Erschließung und Publikation des sprachwissenschaftlichen Nachlasses und der sprachwissenschaftlichen Korrespondenz Wilhelm von Humboldts dokumentiert die Projekt-Website der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften; <<https://webarchive.bbaw.de/default/20201005124632/http://wvh.bbaw.de/publikationen>> respektive <<https://wvh-briefe.bbaw.de>> (Zugriff am 12.11.2025).



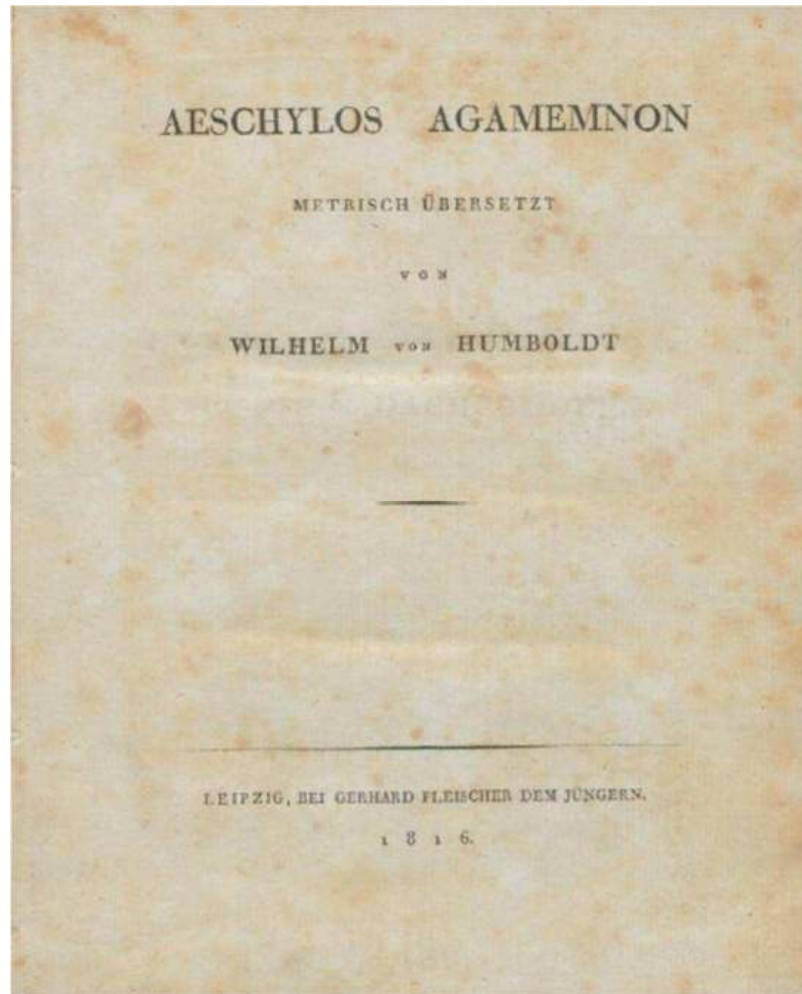
Der Wiener Kongress 1814/1815. Kolorierter Kupferstich nach einem Gemälde von Jean-Baptiste Isabey. Als Gesandter Preußens ist Humboldt als zweiter von rechts (stehend) abgebildet. Sein Hauptgegner Talleyrand sitzt links vor ihm. – Selbst in der knapp bemessenen Muße in den Jahren als preußischer Bevollmächtigter in Wien und später in Aachen hat Wilhelm von Humboldt unablässig an seiner Agamemnon-Übersetzung gearbeitet.¹⁸

Das lässt sich einerseits an der – schwierig zu lesenden – Übersetzung erkennen, deren Klangsönheit und Eigentümlichkeit eigentlich nur mit Friedrich Hölderlins Übersetzungen von Sophokles' Dramen *Ödipus*, *der Tyrann* und *Antigonae* zu vergleichen ist. Andererseits zeichnet sich die Bedeutung dieser Humboldtschen Übersetzung auch und gerade in der „Einleitung“ ab, die der Übersetzer seinem Schmerzenskind beigegeben hat. Doch während diese Einleitung spätestens seit der kritischen Ausgabe durch Albert Leitzmann (die 1909 erschien), Epoche gemacht hat, fiel der von Humboldt übersetzte Text, der 1857 in zweiter Auflage gedruckt wurde, nicht zuletzt nach der Verdammung durch Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff,¹⁹ im Verlauf des 20. Jahrhunderts allmählich dem Vergessen anheim.

Dabei lohnt sich eine Beschäftigung mit der Übersetzung durchaus. Nicht nur, weil ihre Sprache mit ihrer Fremdheit und Ungefüghtheit uns Moderne des 21. Jahrhunderts vielleicht doch stärker fesselt als jene späteren Übersetzungen, die weniger vom Original ausgingen als vom Ideal einer klassischen (deutschen) Zielsprache, sondern auch, weil ihr Klang und Rhythmus ein einfaches Weg-Lesen respektive Über-Hören des ungeheuren Stoffes unmöglich macht.

¹⁸ © wikimedia commons.

¹⁹ Vgl. Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff: *Griechische Tragödien*. Band II. 7. Auflage. Berlin 1913, S. 4.



Zwei Beispiele mögen dies andeuten: In der Chor-Epode der zweiten Szene finden sich folgende auf Artemis gemünzte Worte:

Die Hehre, die wohlwollend so
 die zarten Sprösslinge der gelben Leuen
 schirmt, sammt jeglicher Thiere des Bergwalds
 zart milchdürstenden Jungen, mahnt zu deuten
 heilvollendend die Schau, die
 günstig, doch auch in der Vögel Gesichte voll Sorg' ist. (GS VIII, 152)

Mein zweites Beispiel ist Klytämnestras unvergleichlich illusionsloser Monolog in der dritten Szene des Stücks:

Es haben Ilion die Achaier an diesem Tag.
 Feindsel'ger Misklang, meyn' ich, traun! durchstürmt die Stadt.
 Wer Oel und Essig, mischend, giesst in Ein Gefäss,
 sieht stets sie, unbefreundet, fremd einander fliehn;
 so tönt der Unterjochten dort und Sieger Schrei'n
 gesondert, weit verschiedner Schickung Doppelloos.
 Die einen, hingesunken über Leichnamen
 erschlagner Männer, Brüder — Kinder liegend bang

auf Greisen, ihren Vätern — weinen, schluchzend laut
 aus nicht, wie sonst, mehr freier Brust, der Liebsten Tod.
 Die andern führt des Schweifens nachtdurchirrendes
 Gewühl, des Kampfes Müh den Mahlen zu, wie sie
 die Stadt gewährt, nach fester Ordnung nicht vertheilt;
 wie jeder eben kommend zieht zufällig Loos,
 sind jetzt in Troia's siegerstürmten Wohnungen
 sie rings gelagert, unter Daches Schutz, befreit
 von Himmelsthau und nächt'gem Frost. [...] (GS VIII, 158)

Man kann diese und andere Stellen nur sehr konzentriert lesen – und sprechen, und man muss über Akzente und Pausen sehr genau nachdenken. Jede Stockung ist beabsichtigt.²⁰

Ein Blick in den Briefwechsel zwischen dem Übersetzer und seinem altphilologischen Freund Friedrich August Wolf zeigt, wie intensiv Humboldt jede Wendung überlegt, ausprobiert, verworfen, geglättet und dann wieder aufgeraut hat. Auch die (wenigen) Proben der einzelnen Stadien dieser Übersetzung, die Albert Leitzmann im achten Band der kritischen Ausgabe der Schriften Humboldts erschlossen hat, zeigen, wie radikal Humboldt die Ergebnisse seiner Übertragung immer wieder zur Disposition stellte und wie er jederzeit bereit war, die konventionelle gegen die ungewöhnliche, metrisch aber stärker am Original orientierte Lösung auszutauschen. In der schließlich publizierte Form entfaltet Aischylos' *Agamemnon* in der Humboldt'schen Übersetzung einen ganz eigenen Reiz, der nicht zuletzt in der doppelten Fremdheit dessen besteht, was man an Nachtseitigem, an sprachlicher und realer Gewalt liest (sieht)²¹ und in der bewussten und kalkulierten Fremdheit der Sprache.

Humboldt hat seine Übersetzung und den Prozess der Arbeit am *Agamemnon* intensiv reflektiert und dies in seine umfangreiche „Einleitung“ verwoben. In ihrem ersten Drittel ist sie ein Hymnus auf das antike griechische Theater und auf seinen Anspruch, als „Symbol der menschlichen Schicksale“ und des „ewig waltenden Verhängnisses“ überhaupt zu stehen (GS VIII, 119). Ich übergehe diesen kultur- und literaturgeschichtlich hinreißenden Teil, der klar macht, warum die antiken Griechen für Humboldt einen Sonderrang beanspruchen, obwohl für ihn die menschlichen Sprachen und Kulturen gleichwertig sind. Diese Sonderstellung der Griechen liegt darin begründet, dass sie die Potentialität der menschlichen Kulturen, ihrer Sprachen und Denkweisen, quasi wie unter einem Brennglas konzentrieren. In ihnen manifestiert sich für Humboldt das, was der menschliche Geist

²⁰ Vgl. zu Humboldts metrischen Spekulationen über Stockungen im Sprachfluss und ihre Funktion für das lyrische Sprechen Christoph König: „Stockungen – Wilhelm von Humboldt liest Schillers Gedicht *Der Spaziergang*. Plädoyer für eine Wissenschaftsgeschichte der Literatur“. In: *Euphorion* 101.1 (2007), S. 1-32.

²¹ Vgl. zu den psychologischen und auch autotherapeutischen Aspekten der *Agamemnon*-Übersetzung Conrad Wiedemann: „Wilhelm von Humboldt und der *Agamemnon* des Aischylos. Die Antike und der Odem der Nation“. In: *Wilhelm von Humboldt: Sprache, Dichtung und Geschichte*. Hg. von Jürgen Trabant. Paderborn 2018, S. 41-56.

erreichen *kann*. Und damit ist für Humboldt keineswegs gemeint, dass die menschlichen Kulturen allesamt wie die antiken Griechen werden, sondern dass sie das in ihnen liegende Telos der Optimierung verwirklichen sollen. Humboldts globales Kulturmodell ist polyzentrisch, egalitär und nicht normativ.²²

Zurück zur Einleitung: Von besonderem Interesse für meinen Zusammenhang ist der mittlere Abschnitt, in dem Wilhelm von Humboldt seine Theorie – und man kann auch sagen: seine Philosophie – des Übersetzens entfaltet. Hier nämlich kommt Humboldt auf Grundpositionen seiner Sprachwissenschaft und Sprachphilosophie zu sprechen. Die Übersetzung des *Agamemnon* wird gewissermaßen zum Katalysator für jene Beobachtungen, die Humboldt während der Arbeit an seinem Sprachenprojekt gesammelt hat. Dazu gehört die Vorstellung, dass Sprachen „Weltansichten“ darstellen; Humboldt schreibt in der Einleitung:

Ein solches Gedicht [wie Aischylos' *Agamemnon*] ist, seiner eigenthümlichen Natur nach, und in einem noch viel andrem Sinn, als es sich überhaupt von allen Werken grosser Originalitaet sagen lässt, unübersetzbar. Man hat schon öfter bemerkt, und die Untersuchung sowohl, als die Erfahrung bestätigen es, dass, so wie man von den Ausdrücken absieht, die bloss körperliche Gegenstände bezeichnen, kein Wort Einer Sprache vollkommen einem in einer andren Sprache gleich ist. Verschiedene Sprachen sind in dieser Hinsicht nur ebensoviel Synonymieen; jede drückt den Begriff etwas anders, mit dieser oder jener Nebenbestimmung, eine Stufe höher oder tiefer auf der Leiter der Empfindungen aus. [...] Ein Wort ist so wenig ein Zeichen eines Begriffs, dass ja der Begriff ohne dasselbe nicht entstehen, geschweige denn fest gehalten werden kann; das unbestimmte Wirken der Denkkraft zieht sich in ein Wort zusammen, wie leichte Gewölke am heitren Himmel entstehen. Nun ist es ein individuelles Wesen, von bestimmtem Charakter und bestimmter Gestalt, von einer auf das Gemüth wirkenden Kraft, und nicht ohne Vermögen sich fortzupflanzen. [...] Wie könnte daher je ein Wort, dessen Bedeutung nicht unmittelbar durch die Sinne gegeben ist, vollkommen einem Worte einer andern Sprache gleich seyn? (GS VIII, 129f.)

Damit ist das Projekt des Übersetzens eigentlich zum Scheitern verurteilt – sollte man zumindest meinen. Aber Humboldt entwickelt gerade aus seinen Einsichten über die Natur der Sprache, ihre Unübersetzbarkeit und zugleich ihre elementare Funktion für das Denken der Menschen in ihren jeweiligen Sprachgemeinschaften die *unbedingte Notwendigkeit des Übersetzens*. Er schreibt:

Das Uebersetzen und gerade [das Übersetzen von Texten] der Dichter ist vielmehr eine der notwendigsten Arbeiten in einer Literatur, theils um den nicht Sprachkundigen ihnen sonst ganz unbekannt bleibende Formen der Kunst und der Menschheit, wodurch jede Nation immer bedeutend gewinnt, zuzuführen, theils aber und vorzüglich, zur Erweiterung der Bedeutsamkeit und der Ausdrucksfähigkeit der eignen Sprache. Denn es ist die wunderbare Eigenschaft der Sprachen, dass alle erst zu dem gewöhnlichen Gebrauche des Lebens hinreichen, dann aber durch den Geist der Nation, die sie bearbeitet, bis ins Unendliche hin zu einem höheren, und immer mannigfaltigeren gesteigert werden

²² Vgl. dazu die perspektivreiche Studie *Wilhelm von Humboldt and Transcultural Communication in a Multicultural World. Translating Humanity* von John Walker (Rochester, NY 2022), insbesondere S. 63ff.

können. Es ist nicht zu kühn zu behaupten, dass in jeder, auch in den Mundarten sehr roher Völker, die wir nur nicht genug kennen [...] sich Alles, das Höchste und Tiefste, Stärkste und Zarteste ausdrücken lässt. Allein diese Töne schlummern, wie in einem ungespielten Instrument, bis die Nation sie hervorzulocken versteht. (GS VIII, 130)

Aus dieser Position entwickelt Wilhelm von Humboldt in der Einleitung seiner *Agamemnon*-Übersetzung eine Theorie des Übersetzens, die ein Jahrhundert später den Philosophen Walter Benjamin im Rahmen seiner George- und Proust-Übersetzungen elektrisieren sollte.²³ Im Zentrum dieser Theorie des Übersetzens steht nämlich der Dualismus aus (philologischer) „Treue“ und unvermeidlicher und eben deswegen auch positiver „Fremdheit“. Humboldt:

Soll aber das Uebersetzen der Sprache und dem Geist der Nation dasjenige aneignen, was sie nicht, oder was sie doch anders besitzt, so ist die erste Forderung einfache Treue. Diese Treue muss auf den wahren Charakter des Originals, nicht, mit Verlassung jenes, auf seine Zufälligkeiten gerichtet seyn, so wie überhaupt jede gute Uebersetzung von einfacher und anspruchloser Liebe zum Original, und daraus entspringendem Studium ausgehen, und in sie zurückkehren muss. Mit dieser Ansicht ist freilich nothwendig verbunden, dass die Uebersetzung eine gewisse Farbe der Fremdheit an sich trägt, aber die Gränze, wo dies ein nicht abzuläugnender Fehler wird, ist hier sehr leicht zu ziehen. Solange nicht die Fremdheit, sondern das Fremde gefühlt wird, hat die Uebersetzung ihre höchsten Zwecke erreicht [...]. (GS VIII, 132)

In diesem Spannungsfeld zwischen Treue und Fremdheit verortet Humboldt seine Übersetzung. Übersetzen heißt, in den Dialog mit der fremden Sprache zu treten, ihre Individualität zu erkennen und zu akzeptieren, ihr zuzuhören und ihre Bildung nachzubilden.²⁴ In seiner Einleitung geht er aber noch weiter: Die dichterische Sprache der Griechen, so Humboldt, ist nicht nur, wie jede Sprache, durch eine spezifische Wort- und Satzbildung geprägt, sondern vor allem durch ihre unendlich reiche und komplexe Metrik:

Der Rhythmus, wie er in den Griechischen Dichtern, und vorzüglich in den dramatischen, denen keine Versart fremd bleibt, waltet, ist gewissermassen eine Welt für sich, auch abgesondert vom Gedanken, und von der von Melodie begleiteten Musik. Er stellt das dunkle Wogen der Empfindung und des Gemüthes dar, ehe es sich in Worte ergiesst, oder wenn ihr Schall vor ihm verklungen ist. Die Form jeder Anmuth und Erhabenheit, die Mannigfaltigkeit jedes Charakters liegt in ihm, entwickelt sich in freiwilliger Fülle, verbindet sich zu immer neuen Schöpfungen, ist reine Form, von keinem Stoffe beschwert, und offenbart sich an Tönen, also an dem, was am tiefsten die Seele ergreift, weil es dem Wesen der innern Empfindung am nächsten steht. Die Griechen sind das

²³ Walter Benjamin berichtet 1925 seinem Freund Gershom (Gerhard) Scholem sogar von seinem Vorhaben, auf Anregung Hugo von Hofmannsthal eine Auswahlgabe der sprachwissenschaftlichen Schriften Wilhelm von Humboldts bei der Bremer Presse herauszugeben; vgl. Wolfgang Matz: *Eine Kugel im Leibe. Walter Benjamin und Rudolf Borchardt*. Göttingen 2011, S. 98. Vgl. auch Benjamins Theorie des Übersetzens, in der sich Humboldts Idee der notwendigen Fremdheit weitergedacht findet („Die Aufgabe des Übersetzers“. In: Walter Benjamin: *Gesammelte Schriften* (7 Bände). Hg. von Rolf Tiedemann und Hermann Schweppenhäuser. Frankfurt am Main 1974-1989, hier Band IV.1, S. 9-21.)

²⁴ Vgl. Hans-Jost Frey: „Übersetzung und Sprachtheorie bei [Wilhelm von] Humboldt“. In: *Übersetzung und Dekonstruktion*. Hg. von Alfred Hirsch. Frankfurt am Main 1997, S. 37-63, insbesondere S. 58ff.

einziges Volk, von dem wir Kunde haben, dem ein solcher Rhythmus eigen war, und dies ist, meines Erachtens, das, was sie am meisten charakterisiert und bezeichnet. (GS VIII, 135)

Von hier aus erklärt Humboldt – und damit vollzieht er den Bruch mit den Sprachtheorien der Aufklärung – Sprache überhaupt, aber am konkreten Beispiel der dichterischen Sprache von Aeschylos, zum Integral aus gesprochenem Wort und Schrift, aus dem Zusammenspiel einzelner Elemente zu einem Ganzen. Humboldt:

[...] mir hat es immer geschienen, dass vorzüglich der Umstand, wie sich in der Sprache Buchstaben zu Silben, und Silben zu Worten verbinden, und wie diese Worte sich wieder in der Rede nach Weile und Ton zu einander verhalten, das intellektuelle, ja sogar nicht wenig das moralische und politische Schicksal der Nationen bestimmt oder bezeichnet. Hierin aber war den Griechen das glücklichste Loos gefallen, das ein Volk sich wünschen kann, das durch Geist und Rede, nicht durch Macht und Thaten herrschen will. (GS VIII, 136)

Das hier entfaltete Telos der Individualität (und daher Unersetzlichkeit) einer jeden Sprache – exemplifiziert am Altgriechischen aber explizit auf *alle* möglichen Sprachen gemünzt – sollte Wilhelm von Humboldts weiteres Sprachdenken prägen. Nicht die von der aufklärerischen Sprachtheorie postulierte Einheit der Sprachen, sondern ihre Verschiedenheit, ihre Individualität steht im Zentrum seines wissenschaftlichen Interesses – was nicht bedeutet, dass es zwischen den Sprachen keine Vergleichbarkeiten in Bau und Flexion geben kann. Aber Wilhelm von Humboldts ein Jahr nach seinem Tod in den Druck gegebenes sprachphilosophisches Hauptwerk – die umfangreiche Einleitung in das sogenannte Kawi-Werk über die austronesischen Priestersprachen der Insel Jawa – heißt eben nicht zufällig, sondern programmatisch *Über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues und ihren Einfluss auf die geistige Entwicklung des Menschengeschlechts*. In ihm findet sich die berühmte Bestimmung des Menschen zur Sprache, die ihm eine dialogische „Aufgabe“ ist (GS VII, 14), und die noch berühmtere Charakterisierung der Verbindung von Sprache und Geist: „Die Sprache ist gleichsam die äußere Erscheinung des Geistes der Völker; ihre Sprache ist ihr Geist und ihr Geist ihre Sprache; man kann sich beide nie identisch genug denken“ (GS VII, 42), und die *noch* berühmtere Bestimmung der Sprache als Tätigkeit:

Die Sprache, in ihrem wirklichen Wesen aufgefasst, ist etwas beständig und in jedem Augenblicke Vorübergehendes. Selbst ihre Erhaltung durch die Schrift ist immer nur eine unvollständige, mumienartige Aufbewahrung, die es doch selbst erst wieder bedarf, dass man dabei den sinnlichen Vortrag zu versinnlichen sucht. Sie ist selbst kein Werk (Ergon), sondern eine Thätigkeit (Energeia). (GS VII, 45f.)

Nicht die fixierte Grammatik und das fixierte Wörterbuch repräsentieren für Wilhelm von Humboldt die Sprache(n), sondern der Geist und seine Tätigkeit. Die Aufgabe der Sprache ist für ihn, so der Humboldt-Forscher Jürgen Trabant, „die

Bildung des Denkens“,²⁵ denn die Sprache – so Humboldt in der Einleitung seiner Schrift *Über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues und ihren Einfluss auf die geistige Entwicklung des Menschengeschlechts* – ist das „bildende Organ des Gedankens“ (GS VII, 53).

III

In diesem unendlichen organischen Bildungsprozess kommt dem Übersetzen eine wichtige Rolle zu. Übersetzen ist für Humboldt ein unverzichtbarer Transferprozess zwischen den Sprachen. Ein letztes Mal sei aus der Einleitung der *Agamemnon*-Übersetzung zitiert. Humboldt schreibt dort zum Übersetzen, das nach all dem Gesagten ja, anders als das Übersetzte, *keinen* Anspruch auf Überzeitlichkeit erheben kann:

Uebersetzungen sind doch mehr Arbeiten, welche den Zustand der Sprache in einem gegebenen Zeitpunkt, wie an einem bleibenden Massstab, prüfen, bestimmen, und auf ihn einwirken sollen, und die immer von neuem wiederholt werden müssen, als dauernde Werke. (GS VIII, 136)

Diese Auffassung des Übersetzens unterstreicht den prozessualen Charakter von Sprache und den Wert der Verschiedenheit der Sprachen. In ihrer unendlichen Fortentwicklung ist die Übersetzung ein Medium des intersprachlichen und damit interkulturellen Dialogs. Sie zeigt und sie vermittelt jene Fremdheit, in der Humboldt eine elementare Erfahrung sieht und die entsteht für den individuellen Wert jeder Sprache und damit jeder Kultur.

²⁵ Trabant: „Sprachphilosophie und Linguistik“. In: *Wilhelm von Humboldt-Handbuch* (Anm. 1), S. 219.

Stehen wir am Beginn eines neuen imperialistischen Zeitalters?

ULRICH MENZEL

Make America, Make Russia, Make China great again!

Die bereits in der Überschrift zum Ausdruck kommende Fragestellung ist in dreifacher Hinsicht aktuell. Trumps Rückgriff auf den sog. Dollar-Imperialismus der USA im 19. Jhd, als große Teile des Territoriums der heutigen USA von europäischen Kolonialmächten regelrecht gekauft wurden, ohne die einheimische Bevölkerung in diese Transaktionen einzubeziehen. Im Zuge seiner Kampagne „Make America great again“ (MAGA) soll die Rückkehr zur alten Größe auch erreicht werden durch den Kauf Grönlands von Dänemark, die Aufforderung an Kanada, als weiterer Bundestaat den USA beizutreten, und an Panama, seine Kanalzone wieder der Kontrolle der USA zu unterstellen. Dazu gehört auch die Entsendung eines Flugzeugträgers samt Begleitschiffen in die Karibik, um Druck auf Venezuela auszuüben. Putin betreibt mit der Annexion der Krim, dem Angriff auf die Ukraine und diversen Interventionen in der Kaukasus-Region einen ungeschminkten klassischen Imperialismus, der auf die Karte der militärischen Eroberung setzt. Auch hier geht es um Revisionismus, um Make Russia great again – nicht im Sinne der Restauration der Sowjetunion, sondern der Restauration des Zarenreichs, das erobert worden ist. Mit dem Machtantritt Xi Jinpings ist in China die Phase der Öffnung und relativen Liberalisierung, die 1978 mit der Ära Deng Xiaopings begonnen hatte, und damit auch des von China lange Zeit beschworenen „peacefull rise“ wieder zu Ende gegangen.¹ Die „Neue Seidenstraßen-Initiative“ (NSI), von Xi am 07.09.2013 anlässlich einer Rede im kasachischen Astana angekündigt, ist Deckname und institutioneller Ausdruck einer Strategie des „Make China great again“, die zwar imperiale Züge trägt, aber letztlich ein hegemoniales Ziel avisiert, wie es durch das frühere chinesische Tributsystem zum Ausdruck kam, das in der frühen Ming-Zeit Anfang des 15. Jhs. seine größte Ausdehnung erfahren hatte.

Dass alle drei Strategien zur Restauration alter Größe und der Aufteilung der Welt in drei Imperien derzeit parallel verfolgt werden, sind drei unterschiedlich gelagerten und zeitlich voneinander unabhängigen Szenarien eines relativen oder absoluten Niedergangs geschuldet. Im Falle der USA ist es der Umstand, dass die Phase der unangefochtenen Hegemonie, die nach dem 2. Weltkrieg etabliert und nach der Implosion der Sowjetunion und der Auflösung des sozialistischen Lagers 1989/90 eine weltweite Reichweite gewonnen hatte, sich ihrem Ende zuneigt.

¹ Heike Holbig, Making China Great Again. Xi Jinpings Abschied von der Reformära. GIGA Focus Asien 2/2018.

China und nicht mehr wie zwischenzeitlich die Sowjetunion oder gar Japan ist der eigentliche Herausforderer, das die USA laut amerikanischer Prognosen etwa 2036 wirtschaftlich überholt haben wird und das auch militärisch aufholt mit seinem bereits weltweit zweitgrößten Militärhaushalt, auch wenn der Abstand zu den USA noch gewaltig ist. Militärische Macht ist nicht nur das Resultat laufender Ausgaben, sondern vornehmlich des kumulierten Aufbaus über einen langen Zeitraum. Im Jahre 2049 anlässlich des 100. Jubiläums der Gründung der VR China, so eine weitere Ankündigung von Xi aus dem Jahre 2021, soll China ins Zentrum der Welt zurückgekehrt sein, wie in seinem Staatsnamen Zhong Guo („Reich der Mitte“) schon immer zum Ausdruck gekommen ist.

Theoretisch formuliert befinden wir uns demnach in der Phase des hegemonialen Übergangs, in der die alte Hegemonialmacht immer weniger in der Lage ist, diese Rolle aufgrund relativ schwindender Ressourcen einzulösen, die künftige Hegemonialmacht aber noch nicht bereit und in der Lage ist, die Rolle des Hegemons zu übernehmen. Beide stehen, das macht die Weltlage so unübersichtlich, vor unterschiedlich gelagerten Dilemmata. Im Falle der USA ist es das hegemoniale Dilemma zwischen Positions- und Statusverlust. Mit Position ist die Position als wirtschaftliche Führungsmacht, mit Status die Rolle als globale Ordnungsmacht im Sinne einer liberalen Weltordnung gemeint, wie sie maßgeblich seit dem 2. Weltkrieg von den USA Schritt für Schritt errichtet worden ist. Wenn ich, um den weiteren Positionsverlust abzuwehren, zu protektionistischen Maßnahmen greife, verliere ich den Status. Wenn ich weiter die Fahne des Liberalismus hochhalte, verliere ich weiter an Position. Die Trump-Administration hat sich im Sinne des MAGA für die Behauptung bzw. Rückgewinnung der Position unter Preisgabe des Status entschieden. China steht umgekehrt seit der Wende des Jahres 1978 in wachsendem Maße vor dem Dilemma des Free- oder Cheapriders. Es hat sich seit der Wende des Jahres 1978 in Richtung Öffnung und Liberalisierung nur um die Positionsverbesserung als Wirtschaftsmacht bemüht und dabei zum Nulltarif an der von den USA garantierten liberalen Weltwirtschaftsordnung partizipiert. Insbesondere der Beitritt zur WTO 2001 und damit der freie Zugang zu den Märkten des Westens hat für diese Positionsverbesserung wie ein Brandbeschleuniger gewirkt. An den Kosten einer liberalen Weltwirtschaftsordnung, man denke etwa an die Durchsetzung des Prinzips „Freiheit der Meere“, den die sechs Trägerflotten der USA garantieren, hat es sich nicht oder angesichts seiner gestiegenen Leistungsfähigkeit nur kaum beteiligt. Wenn nun die USA ihre diesbezügliche Rolle in Frage stellen oder ganz aufgeben, ist China als zweitgrößte Wirtschaftsmacht, dessen Wachstum in hohem Maße exportgetrieben war, der Hauptleidtragende. Wenn es aber, um den Nachteil abzufedern, selber die ordnungsstiftende Rolle der USA übernimmt, muss es auch die Kosten tragen, was nicht nur die chinesischen Kräfte derzeit noch übersteigt, sondern so oder so zu Lasten des weiteren Aufstiegs geht. Die Auflösung dieses Dilemmas besteht, zumindest in der Übergangsphase, in der NSI.

Im Falle Russlands erleben wir nach dem Zerfall der Sowjetunion in ihre ehemaligen Teilrepubliken, dem Abzug der Roten Armee aus den osteuropäischen Vassallenstaaten und den chaotischen 1990er-Jahren der Jelzin-Ära mit Beginn der Putin-Ära 1999 eine Phase der Stabilisierung, die ganz wesentlich durch die Transformation der früher weitgehend autarken Planwirtschaft zu einer Rohstoffexportökonomie herbeigeführt wurde. Russland hat seitdem große Teile der Welt, insbesondere Westeuropa, aber auch China und Indien, mit Energie sowie agrarischen und mineralischen Rohstoffen beliefert und ist zu einer Rentenökonomie mutiert. Ein Teil der Exporterlöse fließt in den Staatshaushalt und finanziert den Rüstungssektor, ermöglicht den Machthabern und der neuen Klasse der Oligarchen, die sich die ehemaligen Staatskonzerne in der Jelzin-Ära unter den Nagel gerissen haben, einen luxuriösen Lebensstil, lässt aber auch einen Teil der Bevölkerung als neue Mittelschicht einen bescheidenen Wohlstand erfahren, die es bislang in der russischen Geschichte nie gegeben hat. Diese Stabilisierung ist die Grundlage, warum revisionistische Kräfte im Russland des ehemaligen KGB-Mannes Putin die Oberhand gewonnen haben, deren Ziel die Rückkehr des Landes zu alter Größe ist. Die relative Schwäche der USA in der Phase des hegemonialen Übergangs wirkt dabei wie eine Einladung. Was wir derzeit erleben, ist deshalb auch ein Rückfall in die Anarchie der Staatenwelt, wie wir sie aus welt-historisch früheren Übergangsphasen kennen.

Eine weitere Parallele, die hier allerdings nicht weiter ausgeführt wird, besteht in einem innenpolitischen Revisionismus in Richtung autoritärer Umbau der Gesellschaft, deren jeweiliger Auftakt sich am Beginn der ersten und vor allem der zweiten Präsidentschaft Trumps, der Nachfolge Jelzins durch Putin und der Ablösung der Ära Deng Xiaopings durch die Ära Xi Jinpings festmachen lässt. Deshalb habe ich mein Buch „Wendepunkte“ mit dem Untertitel „Am Übergang zum autoritären Jahrhundert“ versehen.²

Die Klärung der Begriffe

Bevor wir ins Detail gehen, müssen die zentralen hier verwendeten Begriffe „Imperium“ und „Hegemonie“ definitorisch geklärt werden. Der Begriff Imperium (aus dem Lateinischen) meint Herrschaft oder Reich, der Begriff Hegemonie (aus dem Griechischen) Führung bzw. Führerschaft in einem Bündnis. Imperiumstheorie, etwa im Sinne von Herfried Münkler oder Michael Doyle³, ist eine Theorie imperialer Ordnung, Hegemonietheorie in meinem Sinne ist eine Theorie hegemonialer Ordnung.⁴

² Berlin 2023.

³ Herfried Münkler, Imperien. Die Logik der Weltherrschaft vom Alten Rom bis zu den Vereinigten Staaten. Berlin 2005; Michael Doyle, Empires. Ithaca 1986.

⁴ Ulrich Menzel, Die Ordnung der Welt. Imperium oder Hegemonie in der Hierarchie der Staatenwelt. Berlin 2015.

Der Hegemon garantiert die Weltordnung durch die Bereitstellung sog. internationaler öffentlicher Güter wie etwa militärische Sicherheit oder wirtschaftliche Stabilität. Für deren Kosten kommt er aufgrund seiner überragenden wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit alleine auf. Alle anderen partizipieren daran als Free- oder Cheaprider. Deshalb ist es attraktiv, sich der Führerschaft freiwillig unterzuordnen. Der Hegemon ist dazu bereit, weil er selber der Hauptnutznießer einer liberalen Ordnung ist und weil er vor dem klassischen Freiwilligendilemma steht: Entweder ich mache es oder es macht keiner. Die imperiale Macht nimmt auch eine Ordnungsfunktion wahr – aber nicht durch die Bereitstellung internationaler öffentlicher Güter für die ganze Welt, sondern nur von Clubgütern für alle die, die zum „Club“ des Imperiums gehören, also von der imperialen Macht zuvor erobert, annektiert oder gekauft worden sind. Finanziert werden die Clubgüter auch nicht ausschließlich durch die imperiale Macht, sondern durch den Tribut, der den Unterworfenen abverlangt wird. Also muss eine imperiale Macht zumindest in militärischer Hinsicht hervorragend ausgestattet sein. Dennoch kann es für die Unterworfenen bzw. Kollaborateure attraktiv sein, Teil des Imperiums zu sein, weil dieses eine Zone des Friedens verspricht und den Krieg an die Außengrenzen verlegt.

Eine hegemoniale Ordnung stößt an ihre Grenzen durch den hegemonialen Niedergang, wenn die wirtschaftliche Überlegenheit der alten Führungsmacht durch das Aufholen von Nachzüglern schwindet und damit auch die Ressourcen, für die Ordnung alleine aufzukommen. Das Imperium stößt an seine Grenzen durch die imperiale Überdehnung, die einsetzt, wenn der imperiale Aufwand, etwa zur Eroberung neuer Territorien, den Ertrag, der daraus resultiert, übersteigt.⁵

Die Literaturlage zum Thema „neuer Imperialismus“ ist noch sehr dünn und hat eher essayistischen Charakter. Zu nennen ist etwa das Themenheft von ZEIT Geschichte „Imperialismus“⁶ oder diverse kürzere Zeitschriftenaufsätze und Zeitungsartikel wie die von Harari, Müller oder Munk.⁷ Das vielzitierte Buch von Fouad Sabry „Neuer Imperialismus“⁸ ist für unser Thema irreführend, da er damit den Imperialismus des späten 19. Jahrhunderts meint im Unterschied zum alten Imperialismus, der in seinem Verständnis von der Antike bis zur Unabhängigkeit der USA gedauert haben soll. Zu nennen wäre ferner Müncklers letztes Buch „Welt

⁵ Vgl. zu diesem Argument Paul Kennedy, *Aufstieg und Fall der großen Mächte. Ökonomischer Wandel und militärischer Konflikt von 1500 bis 2000*. Frankfurt 1989.

⁶ Imperialismus. Die Rückkehr der Machtpolitik: Kampf um die Welt von 1800 bis heute. Nr. 4, 2025 mit etwa 20 Beiträgen.

⁷ Yuval Noah Harari, Die Wiederkehr des Imperialismus. Warum gerade nichtwestliche Staaten das Völkerrecht verteidigen sollten. In: *Blätter für deutsche und internationale Politik* Nr. 7, 2024, S. 51-56; Henrik Müller, Der Imperialismus schlägt zurück, In: *Manager Magazin* vom 13.01.2025; Stephanie Munk, Plant Trump neuen Imperialismus? Rückfall ins 19. Jahrhundert befürchtet. In: *Frankfurter Rundschau* vom 05.01.2015.

⁸ Fouad Sabry, *Neuer Imperialismus. Die globale Dynamik der Expansion im 21. Jahrhundert*. E-Book 2024. Das gleiche gilt auch für David Harvey, *Der neue Imperialismus* Hamburg 2005.

im Aufruhr“ bzw. dessen letztes Kapitel „Die Weltordnung der großen Fünf“⁹, in dem er, da er von einem Zerfall der Welt in fünf Machtblöcke aus den USA, China, Russland, Indien und der EU ausgeht, für eine Führungsrolle Deutschlands in der EU plädiert. Zu nennen wäre schließlich noch die 2004 einsetzende American Empire-Diskussion,¹⁰ die seit 9/11 und den militärischen Interventionen der USA in Afghanistan und dem Irak weiteren Auftrieb erhielt und mit der Nationalen Sicherheitsstrategie 2002 legitimiert wurde. Im Jahre 2008 entfielen etwa 50 Prozent der weltweiten Militärausgaben auf die USA, was als Ausdruck globaler Hegemonie gewertet werden kann. Allerdings begann im gleichen Jahr die Debatte über den zweiten American Decline, die aber nicht mehr auf die japanische Herausforderung, sondern den „peacefull rise“ Chinas zurückgeführt wurde. Das Scheitern des Regime-Change mit militärischen Mitteln ließ sich umgekehrt als Ausdruck des Verfalls des American Empire werten.¹¹

Im Hinblick auf China sind der zum Buchformat ausgeweitete Essay der Sinologin Susanne Weigelin-Schwiedrzik „China und die Neuordnung der Welt“¹² und ein Kapitel im Buch des Journalisten Mathias Naß „Drachentanz“¹³ zu nennen, das sich entsprechend der Profession des Autors vornehmlich auf Zeitungsartikel und Internetbeiträge stützt. Das Thema „neuer Imperialismus“ steht also aufgrund der drängenden Aktualität auf der Tagesordnung. Was allerdings bislang fehlt, ist eine gründliche empirisch gesättigte und vor allem theoretisch durchdrungene Aufarbeitung, zu der hier ein Beitrag geleistet werden soll.¹⁴

Die Phase des alten Imperialismus von 1884-1918

Wenn man von einem neuen Imperialismus spricht, ist es sinnvoll, zuvor den alten Imperialismus zu skizzieren, um mögliche Unterschiede aber auch überraschende Parallelen und sogar Kontinuitäten deutlich zu machen. In der Geschichtswissenschaft versteht man unter dem Zeitalter des Imperialismus die Zeit von 1884 bis zum Ende des 1. Weltkriegs 1918.¹⁵ 1884 wird als Auftakt angenommen, weil in diesem Jahr die Berliner Kongo-Konferenz unter dem Vorsitz von Bismarck zur endgültigen Aufteilung Afrikas unter die europäischen Mächte stattgefunden hat.

⁹ Herfried Münkler, *Welt im Aufruhr. Die Ordnung der Mächte im 21. Jahrhundert*. Berlin 2023. Vgl. dazu auch das Interview mit Münkler indem zitierten Heft von ZEIT Geschichte, S. 114-119.

¹⁰ Vgl. dazu etwa Niall Ferguson, *Das verleugnete Imperium. Chancen und Risiken amerikanischer Macht*. Berlin 2004.

¹¹ Chalmers Jonson, *Ein Imperium verfällt. Wann endet das amerikanische Jahrhundert*. München 2000.

¹² Wien 2023.

¹³ Mathias Naß, *Drachentanz. Chinas Aufstieg zur Weltmacht und was er für uns bedeutet*. München 2021.

¹⁴ Vgl. dazu einige Kapitel in Menzel 2023.

¹⁵ So z. B. exemplarisch Wolfgang J. Mommsen, *Das Zeitalter des Imperialismus*. Frankfurt 1969. = Fischer Weltgeschichte Bd. 28; ferner theoretisch und historisch angelegt Hans-Ulrich Wehler (Hrsg.), *Imperialismus*. Köln 1970 mit Beiträgen zu Großbritannien, Deutschland, Russland und den USA. Zu allen geographischen Details vgl. H.C. Darby/Harold Fullard, *The New Cambridge Modern History Atlas*. Cambridge 1970.

Die Teilnehmer der Kongokonferenz 1884¹⁶

Frankreich behauptete den größten Anteil vor allem in Westafrika, Großbritannien den zweitgrößten eher in Ostafrika, aber auch Deutschland als verspätete Kolonialmacht mit Deutsch-Südwestafrika (heute Namibia), Deutsch-Ostafrika (heute Tansania), Kamerun und Togo erhielt vier Stücke des „Kuchens“. Lediglich Äthiopien konnte als einziges afrikanisches Land die Unabhängigkeit behaupten und der Vereinnahmung durch Italien erwehren. Es versteht sich, dass die betroffenen afrikanischen Ethnien, auch wenn sie über an Stämmen orientierte politische Strukturen verfügten, nur Objekte der Verteilung waren und auf der Kongo-Konferenz auch nicht vertreten waren mit der Konsequenz, dass deren Siedlungs- oder nomadische Wanderungsgebiete auf zwei oder mehr Kolonien verteilt sein konnten bzw. die größeren wie der belgische Kongo oder der britische Sudan viele Ethnien beherbergten. Da die postkolonialen Eliten, die vielfach in Paris oder London politisch sozialisiert worden waren, die kolonialen Grenzen nach der Unabhängigkeit aus ihrem eigenen Machtinteresse nicht antasteten, war und ist das heterogene koloniale Erbe einer der Gründe für die vielen Kriege und Bürgerkriege und den anhaltenden Staatszerfall gerade in Afrika, für den der für die Konferenz namensgebende Kongo ein besonders krasser Fall ist.

Der zweite große Schauplatz des alten Imperialismus war China. Zwar gelang es keiner europäischen Macht, sich den großen Brocken alleine einzuverleiben, doch wurde China, das seit der späten Ming-Zeit einen besonders radikalen Isolationismus verfolgt hatte, indem es die Kriegsflotte abwrackte, den Überseehandel

¹⁶ Illustration von Adalbert von Roessler in: Allgemeine Illustrierte Zeitung 27.1984/85, 14.

verbot, die Hauptstadt von dem seewärts orientierten Nanking nach Peking am Rand der Steppe verlagerte und an der Großen Mauer weiterbaute, seit dem 1. Opiumkrieg 1839-1842 auf gewaltsame Weise für den Außenhandel geöffnet. Vertrag von Nanking zwischen China und Großbritannien 1842



Im Zuge einer Kette weiterer Kriege und „ungleicher Verträge“, so bis heute das chinesische Narrativ, musste es in immer mehr Städte an der Küste und entlang der schiffbaren Flüsse dem Außenhandel öffnen, ausländischen Mächten Konzessionsgebiete mit exterritorialen Rechten überlassen, regelrechte Hafenkolonien wie z. B. Hongkong abtreten und akzeptieren, dass ganz China in Interessenssphären der Mächte aufgeteilt wurde, die durch von den Mächten gebaute Eisenbahnen erschlossen wurden. Dagegen setzten die USA als verspätete Kolonialmacht seit 1900 das Prinzip der Offenen Tür, d. h. sie votierten für den freien Wettbewerb der Ausländer in China. Japan hingegen, das zuvor wie China einen radikalen Isolationismus praktiziert hatte und 1858 von den USA mit den Mitteln der „Kanonenboot-Diplomatie“ geöffnet worden war, begann seit 1895 eine auf Eroberung gestützte Kolonisierung und Eroberung großer Teile Ostasiens, nämlich Taiwan 1895, Korea 1905, Mandschurei 1932 und Nordchina seit 1937, die regelrecht in das japanische Kaiserreich integriert wurden.

Heftig umkämpft im sog. Great Game war auch Zentralasien zwischen Russland von Norden, das zwischen 1825 und 1914 Turkmenistan besetzte, und Großbritannien via Indien von Süden, dem sich nur Afghanistan trotz britischer Eroberungsversuche entziehen konnte. Dahinter stand die heute in Russland eine Renaissance erfahrende Theorie des Geopolitikers Halford Mackinder. Wer das „Herzland“ Zentralasien beherrscht, der beherrscht die gesamte eurasische Landmasse und ist für die Weltherrschaft disponiert.¹⁷ Dass es in Kashgar im äußersten Nordwesten von China ein russisches und ein britisches Konsulat gab, zeugt noch von der damaligen Frontlinie im Great Game. Heute ist Kashgar der

¹⁷ Halford Mackinder, The Geographical Pivot of History. In: The Geographical Journal 23.1904,4, S. 421-444.

Ausgangspunkt des größten Einzelprojekts der NSI, nämlich eines Wirtschaftskorridors quer durch Pakistan bis Gwadar am Arabischen Meer.

Während die großen Kolonialreiche mit überseeischem Besitz wie Großbritannien und Frankreich bzw. zuvor Spanien, Portugal und die Niederlande, diesen bis auf wenige Reste im Zuge der Entkolonialisierung verloren haben, wird von drei Mächten ihre territoriale Expansion über das ursprüngliche Siedlungsgebiet in die angrenzenden Regionen bis heute behauptet. Gemeint sind mit den USA, Russland und China genau die drei Mächte, die für den neuen Imperialismus stehen. Im Falle Chinas ist dieser Umstand insofern paradox, als das Land seit Mitte des 19. Jhs. selber Opfer des Imperialismus war, zugleich aber die Eroberungen aus der letzten Qing-Dynastie (1644-1912) bis heute weitgehend behauptet.

Kommen wir zur Infrastruktur des klassischen Imperialismus, die heute in Form der neuen Seidenstraße wieder auflebt. Imperien mit Besitz in Übersee wie das Britische Empire benötigten dazu eine Flotte und Stützpunkte – etwa als Zwischenstationen auf dem langen Weg nach Indien oder Australien. Im Falle der Portugiesen lagen diese an der brasilianischen Küste, Keimzelle des heutigen Brasiliens, da man südlich des Äquators weit nach Westen ausholen musste, um unter Nutzung des südatlantischen Windkarussells die Südspitze Afrikas umfahren zu können. So dürfte „Amerika“ im Vorbeifahren entdeckt worden sein. Im Falle der Niederländer resultierte daraus die Gründung der Kapkolonie auf dem Weg quer durch den Indik nach Niederländisch Indien (heute Indonesien). Die Ersetzung der Segelschiffe durch Dampfschiffe im letzten Viertel des 19. Jhs. brachte zwar viele Vorteile wie die Unabhängigkeit von Wind und Wetter, die Reduzierung der Fahrtzeit und die größere Ladekapazität, wurde aber erkaufte durch den Nachteil, die Antriebsenergie Kohle mitführen zu müssen. Wollte man also nicht nur Kohle hin und her transportieren, musste der Kohlevorrat unterwegs in sog. Kohlestationen immer wieder aufgefüllt werden. Zur Sicherung der Seewege bedurfte es ferner einer Kriegsmarine mit einem weltweiten Netz von Stützpunkten. Auf diese Weise sind viele Inseln, strategisch wichtige Buchten oder Landspitzen in Beschlag genommen worden. Die Kette der ehemaligen oder noch vorhandenen britischen Stützpunkte von Gibraltar über Malta, Zypern, Alexandria, Aden, Bombay, Colombo, Trincomalee, Singapur bis Hongkong zeugen davon.¹⁸ Zur maritimen Infrastruktur des Imperiums gehörten auch Kanäle wie der Suez-Kanal, von Frankreich gebaut und 1869 eröffnet, anschließend zunächst unter französischer und später unter britischer Verwaltung, oder der Panama-Kanal seit 1914 unter amerikanischer Kontrolle. Der Suez-Kanal reduzierte die Fahrtzeit von Europa nach Fernost um viele Tage, der Panama-Kanal fungierte er als eine Binnenwasserstraße der USA zwischen deren Ost- und Westküste und erübrigte den langen Weg um Südamerika herum.

¹⁸ Vgl. dazu A.N. Porter, *Atlas of British Overseas Expansion*. London 1901.

Für Landmächte, deren Expansion in die angrenzenden Regionen erfolgte, bildete die Eisenbahn die imperiale Infrastruktur. Prominentes Beispiel ist der vom russischen Ministerpräsidenten Sergei Witte betriebene Bau der Transsibirischen Eisenbahn (1891-1916), die Moskau mit Wladiwostok am Pazifik verband, wobei zuerst eine Trasse quer durch die Mandschurei zum russischen Pachtgebiet um den Kriegshafen Port Arthur und den Handelshafen Dairen gebaut wurde. Witte war überzeugt, dass nur so der Ferne Osten beherrscht und ein Gegengewicht zur Seemacht Großbritannien gebildet werden könne. Seit der Inbetriebnahme ließen sich etwa fünf Millionen Russen jenseits des Urals nieder in einem Streifen entlang der Eisenbahn, während die Gebiete weiter nördlich bis heute noch weitgehend unbesiedelt sind und weiter südlich von nichtrussischen Völkern bewohnt werden. Eine ähnliche Bedeutung hatte der Bau der transkontinentalen Eisenbahnen auf dem Territorium der USA. Der erste Lückenschluss zwischen der Ost- und Westküste erfolgte am 10.05.1869 in Promotory Point im heutigen Bundesstaat Utah. Die Erschließung des Westens via Siedlertreck und Viehtrieb nach Chicago war eine mühsame und nicht ungefährliche Angelegenheit. Die Eisenbahn brachte in großem Stil neue Siedler nach Westen, die entlang der Eisenbahntrassen im Zuge der Heimstätten-Gesetzgebung, in Kraft 1862-1910, für europäische Verhältnisse riesige Parzellen von etwa 65 ha zugewiesen bekamen, die nach fünfjähriger Bearbeitung in den Besitz der Siedler übergingen. Die Eisenbahn diente aber nicht nur dem Personenverkehr, sondern auch dem Abtransport der Produkte der Farmer und Siedler, die keine Subsistenzwirtschaft betrieben, sondern im General Store einkauften und für den Markt der großen Städte an der Ost- und Westküste und sogar für den Export nach Europa produzierten. Seit der Erfindung des Gefrierverfahrens (1883) und des Baus von Kühlhäusern, Kühlwaggons und Kühlschiffen war es sogar möglich, verderbliche Waren wie Fleisch, Milchprodukte, Obst und Gemüse über lange Distanzen zu transportieren. Chicago wurde so zum Ausfalltor Richtung Europa und zum Zentrum des Landmaschinenbaus, weil die großen Flächen von reinen Familienbetrieben nur maschinell bestellt werden konnten. Die Vertreibung der Indianer aus ihren angestammten Jagd- und Weidegründen ist ein Thema des Westerns und findet ihre Parallele in den von europäischen Farmern besiedelten Teilen Südafrikas.

Das Projekt der vom Deutschen Reich geförderten Bagdad-Bahn (1903-1918) auf dem Territorium des Osmanischen Reiches entsprang der Rivalität zwischen Seemacht und Landmacht. Via Orient-Express war seit 1889 eine durchgehende Landverbindung von Paris über Wien bis Konstantinopel in Betrieb. Die Fortsetzung auf der anderen Seite des Bosphorus via Anatolien, durch das Taurus-Gebirge, Syrien und den Irak bis Bagdad und der geplanten Verlängerung bis Basra am Schatt el Arab, dem Zusammenfluss von Euphrat und Tigris, hätte eine alternative Route zu Suez-Kanal und Rotem Meer durch den Persischen Golf bedeutet. Beteiligte Firmen waren Philip Holzmann, Krupp, Borsig, Maffei sowie die Deutsche Bank als Kreditgeber. Zu nennen ist schließlich das unvollendete Projekt einer Bahn von Kapstadt bis Kairo, die bis auf Deutsch-Ostafrika über die

Territorien britischer Kolonien verlaufen wäre. Dessen Realisierung hätte der militärischen und wirtschaftlichen Erschließung der östlichen Hälfte Afrikas eine neue Dimension verliehen, da so nicht nur Soldaten und Touristen, sondern auch agrarische und mineralische Rohstoffe hätten transportiert werden können. Die Neue Seidenstraße erweckt auch hier alte Erinnerungen.

Aber nicht nur der neue Imperialismus, sondern auch eine künftige neue chinesische hegemoniale Weltordnung hat historische Vorläufer. Hierfür steht das chinesische Tributsystem, das in der frühen Ming-Dynastie Anfang des 15. Jhs. seine größte Ausdehnung erfahren hatte. Nach dem Zusammenbruch des alten vormodernen Weltsystems als Folge der Ausbreitung der Pest von Zentralchina über die Routen der alten Seidenstraße zu Lande und zu Wasser bis nach Europa von 1330 und 1350 wurde es zuerst von Osten durch die sieben großen Flottenexpeditionen unter dem Kommando des Admirals Zheng He (Ma Sanbao)¹⁹ zwischen 1405 und 1433 bis zur ostafrikanischen Küste mindestens bis auf die Höhe von Madagaskar wieder restauriert – etwa 70 Jahre bevor die ersten portugiesischen Galeonen seit 1498 auf der Suche des Seewegs nach Indien im Indik aufkreuzten. Auf dem Höhepunkt des Tributsystems zwischen 1420 und 1435 machten etwa 40-60 Tributgesandtschaften in der südlichen Hauptstadt Nanking ihre Aufwartung. Sie erreichten China auf festgelegten Routen und zu festgelegten Zeiten zu Wasser bzw. zu Lande nach Peking und lieferten nach Vollzug des Kottaus vor dem Thron des Kaisers ihre vorgeschriebenen Tributwaren ab, die mit chinesischen Gegengeschenken vergolten wurden, die vielfach deren Wert übersteigen mochten. Es handelte sich also um einen administrierten Staatshandel, in dessen Gefolge auch private Händler ihre Geschäfte machen durften. Die tributpflichtigen Staaten, Städte oder Fürstentümer waren aber nicht von China erobert worden. Ihre Gesandtschaften kamen freiwillig. Als Gegenleistung inthronisierte der Kaiser lokale Fürsten, gewährte ihnen Schutz gegen äußere Bedrohung. Je näher die Tributstaaten an China heranreichten, desto stärker wirkte auch wie im Falle Japans, Koreas oder Vietnams die chinesische soft power durch die Übernahme der Schriftzeichen, des Konfuzianismus, der Architektur und Kunst. Mit anderen Worten: China lieferte im Sinne einer Pax Sinica internationale öffentliche Güter wie militärische Sicherheit und wirtschaftliche Stabilität via Fernhandel, tolerierte das Freeridertum der tributpflichtigen Staaten, da es für die militärischen Kosten alleine aufkam und sogar eine negative Handelsbilanz akzeptierte, ließ sich seine Hegemonie also sogar etwas kosten. Die hohen Kosten war eines der Argumente des opponierenden Mandarinats, was zur freiwilligen Selbstisolation und dem rückläufigen Tributsystem führte.

¹⁹ Ma Sanbao ist womöglich das Vorbild für die Geschichte von Sinbad, dem Seefahrer.

Die imperiale Tradition Russlands, der USA und Chinas

Das Moskauer Fürstentum war vor der mongolischen Invasion (1238) kleiner als das heutige Stadtgebiet von Moskau. Bis 1462 wurde es vor allem in nördlicher Richtung bis zum Eismeer beträchtlich erweitert, 1547 das Zarentum proklamiert. Die erste große Welle der Expansion erfolgte unter Iwan dem Schrecklichen (1533-1484) im Osten bis zum Ural. Im Westen gehörten Weißrussland und die Ukraine noch nicht dazu. Die nächste große Welle folgte unter Peter dem Großen (1689-1725), der paradoxer Weise als „Zar und Zimmermann“ Russland zugleich europäisieren wollte. Seit 1709 mit dem Sieg über Schweden in der Schlacht bei Poltawa gehörte Russland zum „Konzert“ der fünf europäischen Großmächte. Dazu passte im Westen die Expansion bis zur Ostsee und die Gründung der Hafenstadt St. Petersburg als westlicher Vorposten. Nicht dazu passte die Expansion bis zum Kaspischen Meer im Süden und schon gar nicht im Osten jenseits des Urals nach Sibirien.²⁰ Das äußerste Ende im Osten war 1741 mit Alaska jenseits der Bering-Straße erreicht. 1860 wurden das Amurgebiet bis Wladiwostok, im Westen Finnland, Teile von Polen und die Ukraine einverleibt, im Süden der Kaukasus und Zentralasien bis an die Grenzen von China und Afghanistan. Große russische Einflusssphären jenseits der Grenzen reichten nach Persien, in die Mongolei und die Mandschurei. Insofern setzte die Sowjetunion erst mit dem Hitler-Stalin-Pakt und nach 1945 die imperiale Expansion des Zarenreichs fort, indem Osteuropa bis zur Elbe und große Teile des Balkans unter sowjetische Kontrolle gerieten. Lediglich Finnland hatte sich 1917 im Zuge der Oktoberrevolution der russischen Herrschaft entzogen. Das Ende des Sowjetischen Imperiums war am 2.12.1989 mit der Aufhebung der Breschnew-Doktrin über die beschränkte Souveränität der sozialistischen Bruderländer bzw. am 31.12.1991 mit der Auflösung der Sowjetunion erreicht. Die Sowjetunion selber zerfiel in ihre ehemaligen Sowjetrepubliken, wenn auch der allergrößte Teil bei Russland mit einer im asiatischen Teil beträchtlichen nichtrussischen Bevölkerung verblieb.

Auch die USA stehen in einer ungebrochenen imperialen Tradition. Zum Territorium der 14 ehemaligen britischen Kolonien nach deren Unabhängigkeitserklärung 1783 gehörten weite Gebiete westlich der Appalachen bis zum Ufer des Mississippi, die von indianischen Stämmen bewohnt wurden. Die erste große Welle der Expansion über den Mississippi hinaus erfolgte 1803 durch den Louisiana-Purchase von Frankreich, der das Territorium der USA nahezu verdoppelte. Der Kaufpreis für 2.144.476 Quadratkilometer betrug lediglich 15 Mio US\$. Napoleon hatte nach dem Sklavenaufstand in Haiti 1791 den gescheiterten Versuch zur Rückeroberung der Kolonie gemacht und war zu der Überzeugung gekommen, dass auch Louisiana nicht zu halten war, zumal es nur für den Pelzhandel mit den Indianern von Interesse war. 1812 unternahmen die USA den vergeblichen

²⁰ Für die klassische imperialistische Phase vgl. B.H. Sumner, Der russische Imperialismus in Ostasien und im Mittleren Osten 1880-1914. In: Wehler 1970, S. 321-350.

Versuch, zur Abrundung auch noch den französischsprachigen Teil Kanadas zu erobern. Florida wurde 1819 von Spanien gekauft, Texas, ursprünglich zu Mexiko gehörend, erklärte 1836 seine Unabhängigkeit und wurde 1845 annektiert. Die Gebiete westlich von Texas bis zur pazifischen Küste wurden von Mexiko und das Oregon-Territorium im Norden 1846 von Großbritannien abgetreten. 1854 folgte ein Kaufangebot für ganz Kanada an Großbritannien und für Kuba an Spanien. Der letzte große Erwerb war Alaska, das 1867 für 7,2 Mio US\$ von Russland gekauft wurde, weil die russische Regierung erkannt hatte, dass die Expansion über die Bering-Straße hinaus eine imperiale Überdehnung war, die sich nicht rechnete ähnlich wie im Falle Frankreichs mit Louisiana ein halbes Jahrhundert zuvor. Unter den kleineren kommerziellen Erwerbungen ist der Kauf der Jungfern-Inseln in der Karibik von Dänemark zu nennen, das jetzt mit dem Kaufangebot Grönlands konfrontiert wird. Die späteren Annexionen von Hawaii und anderen Pazifik-Inseln wie Samoa, Midway, Wake und Guam folgte der Logik der bereits aus dem Falle Großbritannien bekannten Stützpunkte bis zur asiatischen Gegenküste, die aus dem Pazifik einen „American Lake“ machten. Auch die Öffnung Japans nach einer Machtdemonstration durch die Schwarzen Schiffe des Commodore Perry im Jahre 1853 war eine rein amerikanische Angelegenheit. Nach dem letzten „Spanischen Erbfolgekrieg“ 1898 musste Spanien die Philippinen, Kuba, Puerto Rico und Guam an die USA abtreten. Insofern waren die USA entgegen ihrem antikolonialen Selbstverständnis selber eine formidable, wenn auch verspätete, Kolonialmacht in der Karibik und im Pazifik. Über die Panama-Kanalzone wurde bereits berichtet. Vor dessen Bau hatten die USA die Sezession der Provinz Panama von Kolumbien unterstützt, die im Gegenzug die Besetzung der Kanal-Zone zuließ.

Im Unterschied zum russischen Imperialismus, der in Sibirien auf Eroberung oder bloßer Besitznahme weitgehend menschenleerer Territorien beruhte, war der amerikanische Imperialismus eine Mischung aus Kauf, Annexion, Krieg und vertraglicher Abtretung von Seiten anderer imperialer Mächte. Der Begriff Dollar-Imperialismus ist im Falle der USA also wörtlich zu nehmen. Der Kauf von Louisiana von der Mündung des Mississippi bis zur kanadischen Grenze, weit mehr als der heutige Bundestaat, wurde 1904 sogar mit einer Briefmarke gefeiert. Gleichzeitig, das darf nicht unterschlagen werden, waren die USA im 19. Jhd. der Freerider der internationalen öffentlichen Güter, die Großbritannien weltweit, etwa durch seine Flotte offerierte, indem es für die Freiheit der Meere sorgte.

Seit dem Zweiten Weltkrieg kam der Imperialismus der Militärbasen im Ausland hinzu.²¹ Diese waren zuerst 1941 von Großbritannien mit dem Lend-Lease Abkommen abgetreten worden und markierten einen Aspekt des hegemonialen Übergangs von Großbritannien zu den USA in der Zwischenkriegszeit. Nach dem Zweiten Weltkrieg wuchs die Zahl der überseeischen Stützpunkte als Resultat der

²¹ Vgl. dazu Chalmers Johnson, *Americas Empire of Bases*. In: *The Asia Pacific Journal* 1.2003,5.

Besetzung von Deutschland, Italien und Japan sowie diverser Pazifik-Inseln. Die aktuelle Karte der nahezu 800 Militärstützpunkte in Übersee zeigt eine auffällige Konzentration auf der alten Entwicklungsschiene zwischen Europa und Asien.

Karte der US-Militärbasen im Ausland



Quelle: Kelly Martin for David Vine, *The United States of War: A Global History of America's Endless Conflicts, from Columbus to the Islamic State*, 2020.

Bleibt der Fall China. Zwar wurde die Selbstisolation der Ming unter der letzten Dynastie der Qing (1644-1912) fortgesetzt mit der Konsequenz, dass die Zahl der Tributgesandtschaften immer weiter zurückging, damit die Reichweite der chinesischen Hegemonie schrumpfte und auch das Schutzversprechen nicht mehr eingelöst wurde. Dies hinderte die Qing paradoxerweise aber nicht daran, wie eine klassische imperialistische Macht in die angrenzenden Gebiete jenseits des chinesischen Siedlungsgebiets und sogar jenseits der Chinesischen Mauer zu expandieren. Dazu gehörten Tibet, Qinghai, das von muslimischen Völkern wie den Uiguren besiedelte Xinxiang, die Mongolei und die Mandschurei. Der Tiefpunkt des chinesischen Niedergangs war 1942 mit der japanischen Besetzung großer Teile des chinesischen Kerngebiets erreicht just zu einem Zeitpunkt, als der amerikanische Aufstieg zur führenden Weltmacht in Gang kam im Verbund mit der scheinbar endgültigen Aufgabe des amerikanischen Isolationismus. Gut 80 Jahre später ist umgekehrt. Auch im Falle Chinas war es die Eisenbahn, deren Bau nicht mehr von den ausländischen Mächten und anfänglich sogar gegen expliziten Widerstand der kaiserlichen Regierung betrieben wurde, sondern nach 1949 von der volkschinesischen Regierung. Dazu gehörten der Ürümqi-Express in den äußersten Westen, der mittlerweile bis ins kasachische Almaty verlängert wurde, oder der Lhasa-Express nach Tibet, die wie im Falle der USA oder Russlands erst die

substantielle chinesische Besiedlung nichtchinesischer Landesteile und deren wirtschaftliche Erschließung ermöglichten. Der Ürümqi-Express durch die Taklamakan-Wüste folgt übrigens der nördlichen Route der alten Seidenstraße und war als „eiserne Seidenstraße“ ein Vorgriff auf die Neue Seidenstraße.

Halten wir fest. Die Geschichten des russischen, amerikanischen und chinesischen Imperialismus weisen trotz der Gemeinsamkeit der kontinentalen Expansion typologische Unterschiede auf. Russland bzw. die Sowjetunion kommt dem Typus des vorrangig militärisch betriebenen Imperialismus sehr nahe. Im Falle der USA trifft der Begriff „Dollarimperialismus“ einen wesentlichen Aspekt, wurde doch fast die Hälfte des heutigen Territoriums gekauft, wenn auch Pacht, Annexion und vertraglich abgesicherte Abtretung eine Rolle gespielt haben. Die Besiedlung des Westens war aber auch nur möglich, weil die Neue Welt für die auswanderungsbereiten Unterschichten der Alten Welt eine große Verheißung versprach. Auch für Russland war im 18. Jahrhundert unter der Herrschaft von Katharina der Großen (1762-1796) die Auswanderung aus Deutschland von ähnlichen Motiven gespeist. Die Auswanderer wurden allerdings nicht in Sibirien, sondern in den dünnbesiedelten Regionen an der unteren Wolga und am Schwarzen Meer angesiedelt. China zur Zeit der frühen Ming entsprach eher dem Typus der Hegemonialmacht, die nicht auf Eroberung, sondern auf die Attraktivität der von ihr garantierten internationalen Ordnung setzt. Erst in der Qing-Zeit war China beides: zuerst klassische imperialistische Macht mit kontinentaler Expansion und später Opfer des Imperialismus.

Das Zeitalter des neuen Imperialismus

Wenn man sich der Gegenwart zuwendet, lässt sich unschwer erkennen, dass das lange 20. Jahrhundert an sein Ende gekommen ist.²² Im 21. Jahrhundert scheinen in allen drei Fällen imperialistische Traditionen wieder auf, wie wir sie aus dem 19. Jahrhundert kennen. Putin verfolgt einen klassischen militärischen Imperialismus und bedient sich zu dessen Legitimation ebenso klassischer Narrative aus der Zarenzeit,²³ will er doch nicht die Sowjetunion, sondern das Zarenreich restaurieren. Der Angriff auf die Ukraine, als „militärische Spezialoperation“ deklariert, der offenbar anfänglich die komplette Eroberung der Ukraine zum Ziel hatte, wurde mit dem unter Putins Namen veröffentlichten Traktat von 2021 „On the Historical Unity of Russians and Ukrainians“ legitimiert.²⁴ Demnach seien Russen, Ukrainer und Weißrussen ein Volk und bilden eine und nicht drei Nationen. Dieses Narrativ wird durch ausgewählte historische Argumente untermauert. Die

²² Brad DeLong, The Long 20th Century Comes to a Shuddering End. In: Foreign Policy vom 02.10.2022.

²³ Karl Schlögel, Auf der Sandbank der Zeit. Der Historiker als Chronist der Gegenwart. München 2025. Vgl. dazu auch das Interview mit Schlögel in der Frankfurter Rundschau vom 14.10.2025.

²⁴ Wladimir Putin, On the Historical Unity of the Russians and Ukrainians. Moskau 2021; zuerst in russischer, ukrainischer und englischer Sprache auf der Internetseite der russischen Regierung.

Existenz der Ukraine und ihrer Grenzen sei künstlich, da sie historisch gesehen immer Teil von Russland gewesen sei. Aus dieser Perspektive werden auch Lenin und die Bolschewiki kritisiert, da sie bei Gründung der Sowjetunion den Fehler begangen hätten, der Ukraine und Weißrussland den Status eigener Sowjetrepublik zuzubilligen. Stalin habe den weiteren Fehler gemacht zu akzeptieren, dass beide bei der Gründung der UNO den Status von Vollmitgliedern bekommen haben. Deshalb mussten sie bei der Auflösung der Sowjetunion auch nicht der UNO beitreten. Das Argument lässt sich unschwer auf andere ehemalige Sowjetrepubliken anwenden, sofern sie einen signifikanten Anteil russischer Bevölkerung aufweisen wie etwa Kasachstan, wo dieser seit 1990 allerdings von 37 auf 15 Prozent zurückgegangen ist. Das gilt auch für die baltischen Staaten Estland und Lettland mit jeweils etwa 25 Prozent.

Ideologisch steht Putin unter dem Einfluss des Ultranationalisten und Antieuropäers Alexander Dugin.²⁵ Dieser ist im Westen durch einen mißglückten Anschlag eines ukrainischen Kommandos bekannt geworden, dem seine Tochter zum Opfer gefallen ist. Dugin, der in der Tradition der Geopolitiker des 19. Jahrhunderts und namentlich Mackinders steht, geht sogar noch einen großen Schritt weiter als Putin, indem er die Grenze zwischen Europa und Asien in Frage stellt. Stattdessen propagiert er die Etablierung eines eurasischen Imperiums unter russischer Führung, das von Dublin im Westen bis Wladiwostok im Osten reiche.

Umschlagtitel der russischen Ausgabe von Dugins „Foundations of Geopolitics“ mit dem Logo der von Dugin 2002 gegründeten ultra-nationalistischen Eurasischen Partei



²⁵ Vgl. dazu Alexander Dugin, *Foundations of Geopolitics*. Russisch Moskau 2000; inoffizielle englische Übersetzung im Internet 2022; ders. *Eurasian Mission: An Introduction to Neo-Eurasianism*. 2024. Vgl. dazu Claus Leggewie, *Anti-Europäer*. Breivik, Dugin, al Suri & Co. Berlin 2016.

Insofern geht es in einem weiteren Sinne im Ukraine-Krieg auch um die Ostgrenze Europas. Ist Europa Teil von Eurasien oder Teil eines transatlantischen Westens? Umgekehrt geht es auch um die Bekämpfung der proeuropäisch eingestellten „Westler“ in Russland, denen es in der Tradition von Peter dem Großen immer um die Europäisierung eines „halbasiatischen“ Russlands gegangen war.

Damit offenbaren sich zwei Fraktionen, die von ihrem „Paten“ Putin und dem ihm unmittelbar unterstellten Führungszirkel²⁶ nur mühsam zusammengehalten werden können, weil sie entgegengesetzte Interessen verfolgen. Kategorial ist Russland nämlich, vergleichbar den Ölstaaten am Persischen Golf, eine Rentenökonomie, deren Einkünfte wesentlich auf dem Export von Rohstoffen basieren. Renten sind im Unterschied zu Profiten nicht das Resultat unternehmerischer Tätigkeit und hoher Wettbewerbsfähigkeit, sondern das Resultat der politischen Kontrolle einkommensträchtiger Ressourcen wie etwa Öl und Gas. In den chaotischen Jahren der Jelzin-Ära haben sich die heute sog. Oligarchen, vielfach die Betriebsleiter der ehemaligen Staatskonzerne im Rohstoffsektor, diese zu Schnäppchenpreisen unter den Nagel gerissen, weil der Staat knapp bei Kasse war. Die Einnahmen aus dem Export der Rohstoffe, deren Preisgestaltung sich oftmals an politischen Kriterien und nicht an den Preisen auf den internationalen Rohstoffmärkten orientiert, fließen zum Teil in die Staatskasse und finanzieren des Luxus der Herrschenden und den Rüstungssektor und haben eine größere Bedeutung als die Besteuerung der Bevölkerung. Sie fließen zu einem anderen Teil in die Taschen der Oligarchen, die damit ihren luxuriösen westlichen Lebensstil finanzieren und über beträchtliche Vermögen und Immobilien im westlichen Ausland verfügen. Ihr Geschäftsmodell basiert folglich auf guten Beziehungen zum Westen, das umgekehrt etwa für die Bundesrepublik seit den 1970er-Jahren in der Tradition des Erdgas-Röhrengeschäfts von Vorteil war und den wirtschaftlichen Hintergrund der Entspannungspolitik gebildet hat. Dieses Geschäftsmodell wird durch die Sanktionen des Westens in Frage gestellt, deren Opfer die Oligarchen so auch ganz persönlich sind. Je länger also der Ukraine-Krieg dauert, je mehr neue Sanktionspakete geschnürt werden und je klarer es wird, dass der Ukraine-Krieg zu einem Patt führt, das dem Stellungskrieg an der Westfront im Ersten Weltkrieg ähnelt, desto stärker dürfte die Opposition der Oligarchen werden, auch wenn Putin sich bislang nicht gescheut hat, auch drakonisch gegen oppositionelle Oligarchen vorzugehen. Der Aufstand der Wagner-Truppe und deren Marsch auf Moskau am 23./24.06.2023 mit der Ankündigung Prigoschins, den Verteidigungsminister Shoigu und Generalstabschef Gerassimow absetzen zu wollen, war womöglich Ausdruck dieser Opposition. Auf der anderen Seite stehen die „Duginisten“, die von einem eurasischen Imperium träumen, das gerade mit Waffengewalt errichtet werden soll. Sie setzen weiterhin auf die Karte, dass die Ukraine aufgrund ihrer Erschöpfung kapituliert und dass die westliche Unterstützung nicht endlos sein wird. Damit sind wir wieder bei Trump.

²⁶ Vgl. dazu die Analyse von Stefan Scholl, Der sogenannte Kreml. In: Frankfurter Rundschau vom 04.11.2025.

Hinzu kommt ein weiterer Faktor. Putin hat sich vor dem Angriff auf die Ukraine anlässlich seines Besuchs in Peking am Vorabend der Winterolympiade der chinesischen Rückendeckung versichert.²⁷ Xi Jinping hat offenbar zugestimmt unter der Bedingung, dass Putin wartet, bis die Olympiade vorbei ist, um zynischerweise den olympischen Frieden nicht zu gefährden. Genauso ist es gekommen. Peking verschafft Moskau aber nicht nur politische Rückendeckung, die sich etwa bei der zweimaligen Stimmenthaltung bei den Ukraine-Resolutionen in der UNO-Vollversammlung ablesen lässt, sondern hilft auch bei der Umgehung der westlichen Boykottmaßnahmen, indem es Komponenten für russische Rüstungsgüter liefert, die zuvor sogar aus dem Westen importiert worden sein können. Vor allem kompensiert es den Ausfall der Exporteinkünfte, indem es verstärkt russisches Öl und Gas bezieht allerdings zu Preisen weit unter dem Weltmarktniveau. Dies ist allerdings im Falle von Öl einfacher, da russische Tanker bzw. Tanker der Schattenflotte zu anderen Ölterminals umgeleitet werden können, während Gas aufgrund des anderen Aggregatzustandes eines Leitungsnetzes bedarf, das in Richtung China einer langen Bauzeit bedarf. Allerdings dürfte die chinesische Unterstützung nicht grenzenlos sein, da Russlands Konfrontationskurs eigenen Interessen im Wege steht, schließlich soll die Neue Seidenstraße bis Westeuropa reichen und nicht an der russischen Westgrenze enden.

Jedenfalls gelingt es Russland, nicht zuletzt mit den Methoden der hybriden Kriegsführung, zu der auch die politische Beeinflussung von Wahlkämpfen gerade in Osteuropa gehört, einen Keil in die EU zu treiben. Auf der einen Seite die harten russischen Opponenten wie die baltischen Staaten, Finnland oder Polen, die alle zu früheren Zeiten ganz oder teilweise zum russischen Imperium gehört haben und im Sinne des Putin-Traktats weitere Kandidaten für dessen imperiale Ambitionen sind, auf der anderen Seite die Nachfolgestaaten des Imperiums der österreichischen Habsburger wie Ungarn, die Slowakei und Tschechien, die offene Sympathien für Russland zeigen. Hier spielt der Faktor eine Rolle, dass es sich um Binnenstaaten handelt, die auf russische Öl- und Gaslieferungen via Pipeline angewiesen sind, weil ihnen nicht die Variante des Bezugs von Flüssiggas zur Verfügung steht. Auch an dieser Stelle kommt der Faktor China ins Spiel. Ein Endpunkt der Neuen Seidenstraße ist der von der chinesischen Firma COSCO gekaufte und modernisierte Hafen von Piräus. Von dort können die chinesischen Exportgüter via Eisenbahn quer durch den Balkan weitertransportiert werden. Deshalb finanziert China die entsprechende Modernisierung der Infrastruktur wie etwa die Bahntrasse von Belgrad bis Budapest. Insofern treibt nicht nur Russland, sondern auch China einen Keil in die EU, der auch den Beitritt Serbiens fraglich erscheinen lässt, und trägt dazu bei, dass auch der Panslawismus wie zu Zeiten der Zaren wiederbelebt wird. Dugin dürfte diese Tendenzen sicher mit Wohlwollen betrachten. Und schließlich: Eine Dekarbonisierung der Wirtschaft kann nicht

²⁷ Vgl. dazu Ulrich Menzel, Statusumkehr. 75 Jahre Beziehungen Russland – China. In: Osteuropa 74.2024,4. S. 159-172; ferner das Themenheft Konturen der Macht. Die ungleiche Allianz China – Russland. = Osteuropa 73.2023,7-9.

in Russlands (wie auch der OPEC-Staaten) Interesse sein, da sie dessen Renteneinkommen in Frage stellt – einer der Gründe, warum man sich klandestin in die deutsche Innenpolitik zugunsten von Klimaleugnern wie der AFD einmischt.

Trump hingegen orientiert sich an der Tradition des Dollarimperialismus, was seinem Verständnis als „Dealmaker“ bzw. von Politik als Aushandeln von Geschäften entspricht, wenn er etwa von Dänemark verlangt, Grönland wie seinerzeit die Jungfern-Inseln kaufen zu wollen. Auch die Aufforderung an Kanada, als weiterer Bundestaat den USA beizutreten, bewegt sich im Rahmen der Tradition des 19. Jahrhunderts zur Vergrößerung des amerikanischen Territoriums. 1812 hatte man wohlgemerkt sogar versucht, Französisch-Kanada zu erobern, und 1854 ein Kaufangebot unterbreitet. Dahinter steht auch das geopolitische Kalkül, dass als Folge des Klimawandels die Nordwestpassage zwischen Atlantik und Pazifik durch die Polargebiete ganzjährig befahrbar wird und der schwindende Eisschild in Grönland die dort vermuteten Rohstoffe abbaubar macht. Paradox nur, dass auch Trump zu den Leugnern des Klimawandels gehört und gleichzeitig mit fossiler Energie Geschäfte machen will, die durch den Klimawandel erst zugänglich werden. So könnte es zu einer Neuauflage des Great Game, diesmal in der Arktis, kommen, da auch China an der Nordwestpassage als kürzester Route nach Westeuropa interessiert und Russland schon lange in der Region engagiert ist.

Auch die Forderung nach erneuter Kontrolle des Panama-Kanals oder zumindest nach dessen privilegierter Nutzung im Vergleich zu China steht in einer imperialistischen Tradition. Geopolitisch würde Nordamerika so zu einer großen Insel, die durch von den USA kontrollierte Gewässer ganzjährig umfahren werden kann. Dazu passt auch Trumps Forderung, den Golf von Mexiko in Golf von Amerika umzubenennen, signalisiert er damit doch seinen Anspruch auf den gesamten nordamerikanischen Kontinent zu Lande und zu Wasser als seinen Herrschaftsraum. Toponomastik als Ausdruck des neuen Imperialismus.

Das Drehbuch für die Politik der zweiten Trump-Administration ist das seit 2020 von der ultrakonservativen Denkfabrik The Heritage Foundation erarbeitete 922 Seiten starke „Mandate for Leadership“ aus dem Jahre 2025.²⁸ Es steht in der Tradition der 1997 gegründeten Denkfabrik „Projekt for the New American Century“, dessen erster Aufschlag der offene Brief von prominenten Neokonservativen an den „Honorable William J. Clinton, President of the United States“ vom 26.01.1998 war,²⁹ der mit dem neokonservativen, vorrangig dem Militär gewidmeten, Manifest „Rebuilding America’s Defense“ aus dem Jahre 2000 fortgesetzt wurde.³⁰ Hier kündigte sich der Übergang von einer hegemonialen zu einer

²⁸ 2025. Mandate for Leadership. The Conservative Promise. Hrsg. von Paul Dans und Steven Groves. Washington 2025.

²⁹ Unter: <http://www.newamericancentury.org/iraqlintonletter.htm>.

³⁰ Thomas Donnelly u. a., Rebuilding America’s Defenses: Strategy, Forces and Resources for a New Century. A Report for the New American Century. Washington D.C. 2000.

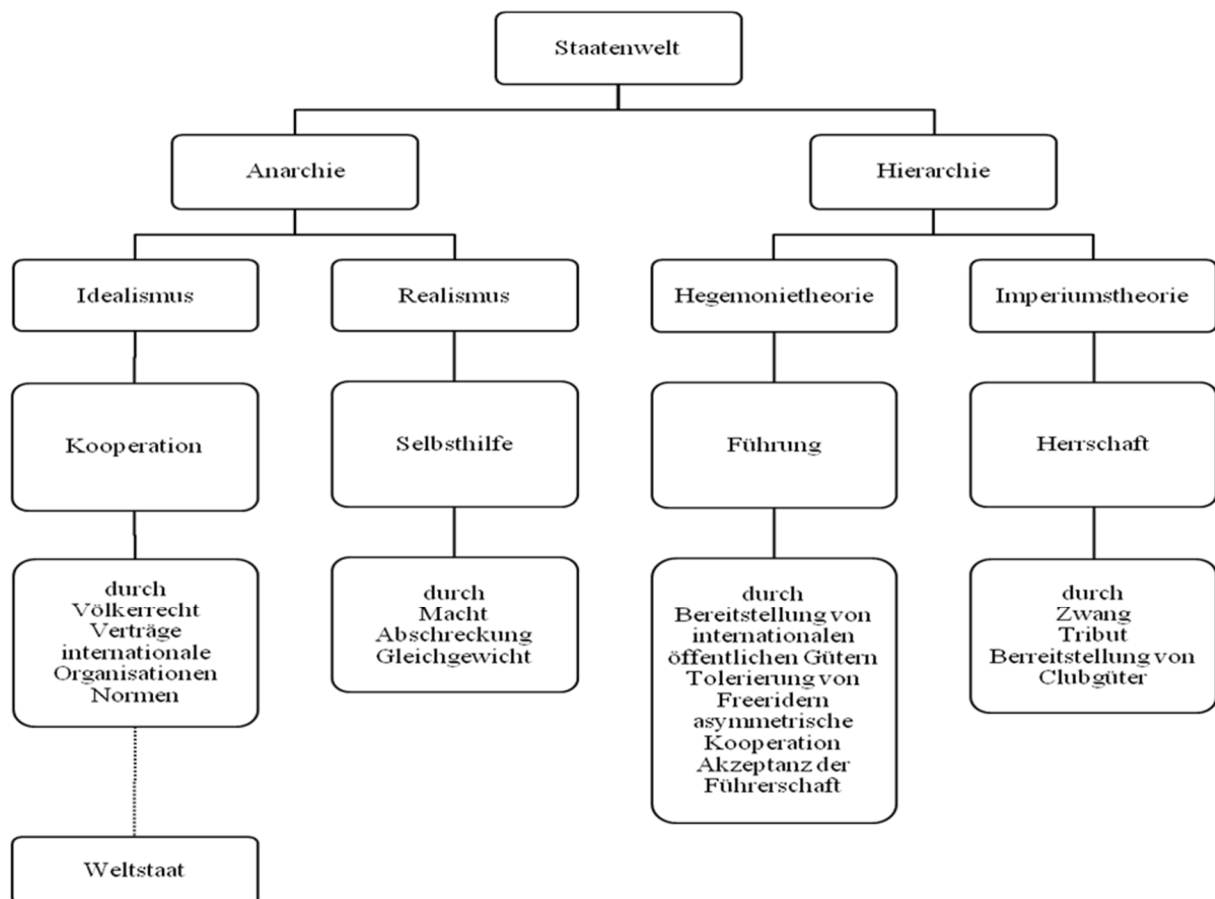
imperialen Politik bereits an. Federführend in dem neuen ultrakonservativen Manifest sind der Herausgeber Paul Dans, Kevin D. Roberts als Präsident der Heritage Foundation, der auch das Vorwort verfasst hat, und der eigentliche Hardliner in der Trump-Administration, Russel Vought, Direktor des Office of Management and Budget. Im Unterschied zur ersten Amtszeit von Trump, die er unvorbereitet angetreten hat, weil er offenbar selber nicht mit seinem Wahlsieg gerechnet hatte, ist er jetzt vorbereitet. Zu jedem Politikfeld gibt es in dem Band einen Beitrag, der seit Antritt der Trump-Administration zum autoritären Umbau von Staat und Gesellschaft regelrecht abgearbeitet wird.³¹ Im Bereich Energie wird konsequent auf fossile Energie gesetzt – eine Erklärung, warum Trump ein Auge auf Grönland und Kanada geworfen hat. China und nicht Russland wird als außenpolitischer Hauptgegner angesehen und deshalb für eine Aufstockung des militärischen Personals und der Nukleararsenals plädiert, während die Ausgaben für Entwicklungshilfe oder die UNO reduziert werden sollen. Lediglich bei der Unterstützung der Ukraine gibt es im konservativen Lager einen Konflikt zwischen Haushalts- und Verteidigungspolitikern.

Nur auf dem Feld der Außenwirtschaftspolitik fehlt ein konsistenter Tenor in den einschlägigen Kapiteln. So gibt es sowohl Beiträge, die für Protektionismus insbesondere gegenüber China wie für Freihandel plädieren. Das liegt daran, dass hier wie in Russland zwei Lager mit unterschiedlichen bzw. gegensätzlichen Interessen am Werk sind. Make America great again ist ein rückwärtsgewandter Slogan. Verloren gegangene industrielle Branchen sollen zurückgeholt werden durch eine massive Staatsintervention, die sich etwa in der erratischen Zollpolitik oder dem Druck auf ausländische Firmen, in den USA zu investieren, äußert. Nur zur Erinnerung: Der McKinley-Tarif von 1890 war der höchste in der amerikanischen Geschichte, der Smoot-Hawley-Tarif bedeutete, allerdings in Reaktion auf die Weltwirtschaftskrise, eine Anhebung um 50 Prozent. Insofern sind massive Zollerhöhungen in der Geschichte der USA nichts Neues. Mit seiner Zoll-Strategie hat Trump die Gewerkschaften und die Arbeitnehmer aus dem alten Industriegürtel der USA im Nordosten, mittlerweile als Rostbelt bezeichnet, auf seiner Seite. Traditionell demokratische Hochburgen oder Swing-Staaten haben deshalb mehrheitlich republikanisch gewählt und Trump zu seinem Wahlsieg verholfen. Die Parallele zu den Brexit-Wählern in den alten Industrieregionen Englands, eigentlich Hochburgen von Labour, ist augenscheinlich. Ein anderer Flügel der Trump-Unterstützer, die libertären Tech-Milliardäre, die ihr Geld wie Trump im FIRE-Sektor (= Finance, Insurance and Real Estate) bzw. der New Economy des Internets verdient haben, wollen das genaue Gegenteil, nämlich die Abschaffung oder zumindest drastische Reduzierung des Staatsapparates, weil sie der Meinung sind, alles besser und effizienter als der Staat machen zu können. Das radikale Vorgehen eines Elon Musk in einem bizarren Wahlkampfauftritt, als er mit der

³¹ Vgl. dazu die Analyse von David A. Graham, *Der Masterplan der Trump Regierung. Wie ein radikales Netzwerk in Amerika die Macht übernimmt*. Frankfurt 2025.

Kettensäge posierte, um für sein Department of Government Efficiency (DOGE) zu werben, hat allerdings zu einem Zerwürfnis zwischen Trump und Musk geführt bzw. erste Risse in der Trump-Koalition offenbart.

Imperiumstheoretisch offenbart die Trumpsche Außenpolitik auf einer ganz grundsätzlichen Ebene aber noch einen anderen Aspekt, auch wenn Trump selber vor lauter Narzissmus und persönlichen wirtschaftlichen Interessen diesen intellektuell sicherlich nicht durchschaut. Wenn er das hegemoniale Dilemma dergestalt auflöst, dass er den Status als liberale Ordnungsmacht aufgibt, um die Position als führende Wirtschaftsmacht zu behaupten bzw. wiederzugewinnen, bedeutet das für die Phase des hegemonialen Übergangs zweierlei: Nämlich die Rückkehr zur Anarchie der Staatenwelt und für die USA den Wechsel von einer hegemonialen zu einer imperialen Politik.



Graphik aus Menzel 2015, S. 45.

Europa gerät damit in die Zange zwischen dem Eurasien-Projekt à la Dugin und Trumps Rückzug auf den nordatlantischen Halbkontinent. Im Sinne Mackinders würde das auf eine Teilung der Welt in das von Russland beherrschte „Herzland“ und den von den USA kontrollierten „äußeren Halbmond“ hinauslaufen, während der Transatlantizismus auf der Strecke bleibt. Die Antwort auf die Anarchie der

Staatenwelt von Seiten der bisherigen Gefolgschaft der USA ist aber nicht die Stärkung der Kooperation, sondern die wachsende Selbsthilfe. Diese wird gefördert durch den bereits während der Obama-Administration einsetzenden Druck nach Lastenteilung, mit der in erster Linie, aber nicht nur, verstärkte Rüstungsanstrengungen der NATO-Mitglieder gemeint sind. Konsequenz der Erfüllung dieser Forderung wird eine Umverteilung von Sozialleistungen zu Rüstungsausgaben sein. Die Alternative einer verstärkten Kooperation der Europäer wird nur verbal, aber kaum wirklich verfolgt. Die zentrifugalen und kooperatives Verhalten blockierenden Kräfte in der EU nehmen zu, weil hier der Druck Russlands und die Anreize Chinas auf die osteuropäischen Länder Früchte tragen. Man denke nur an Ungarn, die Slowakei und Tschechien.

Der Wechsel der Trump-Administration von einer hegemonialen zu einer imperialen Politik lässt sich ferner an dem Umstand ablesen, dass sie sich weigert, weiterhin zum Nulltarif die internationalen öffentlichen Güter bereit zu stellen. Stattdessen wollen sie dafür bezahlt werden in Form von Rohstoffen oder Seltenen Erden, durch den Kauf von Rüstungsgütern in den USA, das Verlangen nach ausländischen Investitionen und der Akzeptanz ungleicher Zollsätze. Trump verhält sich wie ein Mafia-Boss, der Schutzgeld im wahrsten Sinne des Wortes erpresst. Die neue Amerikanische Sicherheitsstrategie (NSS 2025)³² setzt dem die Krone auf. Die Passage durch das Rote Meer und den Suez-Kanal ist für den amerikanischen Außenhandel kaum von Bedeutung, für den Handel zwischen Europa und Asien aber fundamental. Wenn also die Huthi die Frachter im Bab el Mandeb angreifen, iranische Revolutionsgarden Öltanker in der Straße von Hormuz attackieren, die Piraterie am Horn von Afrika oder neuerdings in der Malacca-Straße zunimmt,³³ kann dort überall nur die US-Marine das Prinzip Freiheit der Meere wirkungsvoll durchsetzen – nicht aber die Bundesmarine oder die chinesische Marine, obwohl beide Länder einen großen Teil ihres Überseehandels auf dieser Route abwickeln. Theoretisch gesprochen sind die USA nur noch bereit Clubgüter zu offerieren für diejenigen Länder, die bereits sind, dem „Club“ eines amerikanischen Imperiums beizutreten und dafür einen Tribut in der genannten Weise zu entrichten. Insofern ist der Wandel von einer hegemonialen zu einer imperialen Macht sogar eine Facette der Strategie, Amerika wieder groß machen zu wollen, indem die Clubmitglieder entsprechende „Gebühren“ zu zahlen haben. China soll selbstverständlich nicht zum Club gehören und schon gar nicht wie bisher, Freerider der USA bleiben.

Der amerikanische Strategiewechsel verschärft insofern das chinesische Dilemma des Freeriders. Seine Auflösung läuft darauf hinaus, die anvisierte und für das Jahr 2049 prognostizierte Rückkehr ins Zentrum der Welt, den China in seinem Staatsnamen Zhong Guo (Reich der Mitte) nie aufgegeben hat, nicht über einen

³² National Security Strategy of the United States of America. November 2025.

³³ Vgl. dazu Elisa von Grafenstein/Jonas Jetzig/Markus Zydra, Enge Sache. In: Süddeutsche Zeitung vom 31.10.-02.11.2025.

womöglich militärisch ausgetragenen hegemonialen Ausscheidungskampf zu erzwingen, weil dazu das chinesische Militärpotential dem amerikanischen noch weit unterlegen ist, sondern schrittweise – allerdings in der Manier des alten Imperialismus. Institutioneller Ausdruck dieser Strategie ist die Neue Seidenstraße. Das dementsprechende, auch ins Deutsche übersetzte, und nur 68 Seiten starke Dokument aus dem Jahre 2015 lautet eher bescheiden „Die `Neue Seidenstraßeninitiative`: Konzept, Praxis und Chinas Beitrag“. Als Verfasser wird ein Büro für die Führungsgruppe der „Neuen Seidenstraßeninitiative“ angegeben.³⁴ Wer sich dahinter verbirgt, ist nicht ersichtlich. Im Unterschied zum amerikanischen Projekt 2025 sind keine Namen bekannt und schon gar keine unterschiedlichen Positionen erkennbar, auch wenn es innerhalb des engsten Führungszirkels um Xi Jinping, dem Politbüro der Kommunistischen Partei, sicherlich Kontroversen gegeben hat, wie die anhaltenden Säuberungen prominenter Genossen unterstreichen, die immer mit dem Korruptionsvorwurf, also der persönlichen Bereicherung, konfrontiert werden.

Der symbolträchtige Begriff Neue Seidenstraße³⁵ knüpft an die Zeit an, als über die Routen der alten Seidenstraße, nämlich der Land- und Seewege von Europa nach China, intensive Kontakte bestanden haben.³⁶ Seit 2013 unternimmt China immense Anstrengungen, die diesbezügliche Infrastruktur aus Eisenbahnen, Schnellstraßen, Pipelines, Stromtrassen und Kommunikationsleitungen zu Lande zu bauen bzw. zu modernisieren und zu Wasser Häfen zu bauen oder zu modernisieren und Marine- und Luftwaffenstützpunkte zu errichten. Dafür gewährt es den betroffenen Ländern in großem Maße Kredite, stellt aber auch die Ingenieure und Baufirmen und sogar die Bauarbeiter. Diese werden geködert, weil so auch ihre nationale Infrastruktur verbessert wird. Es geht also nicht wie bei der westlichen Entwicklungshilfe um einen emanzipatorischen Anspruch im Sinne der Hilfe zur Selbsthilfe, sondern um möglichst effektive Komplettleistungen, die vorrangig auf die chinesischen Bedürfnisse zugeschnitten sind und Abhängigkeiten schaffen. Als Sicherheit für die Kredite werden vielfach langjährige Nutzungs- oder Pachtverträge, etwa für Häfen, Ländereien und Minen, vereinbart. Die Parallelen zur Infrastruktur des alten Imperialismus, gerade auch gegenüber China, sind augenscheinlich.

³⁴ Peking Mai 2017, chinesisch 2015.

³⁵ Zur geographischen Darstellung vgl. Peter Brödner, Chinas „Neue Seidenstraße“ – weltgrößtes Projekt zivilwirtschaftlicher Entwicklung, Karlsruhe 5. Oktober 2017. Online unter <http://www.stattweb.de/files/civil/Doku20171005pb.pdf>

³⁶ John Keay, *The Spice Route: A History*. Berkeley 2006; Liu Xinru, *The Silk Road in World History*. Oxford 2010; Roderich Ptak, *Die maritime Seidenstraße. Küstenräume, Seefahrt und Handel in vorkolonialer Zeit*. München 2007.

Die neue Seidenstraße als Infrastruktur des neuen Imperialismus



Quelle: Brödner 2017.

Es geht aber nicht nur um die Hardware, sondern auch um alles das, was China unter Konnektivität versteht. Damit ist nicht nur die Integration und Pass-Genauigkeit der Infrastruktur gemeint, sondern auch der institutionelle Rahmen aus Fahrplänen, Normen, Standards, Zollformalitäten, Quarantänebestimmungen, Investitionsschutzabkommen, Zahlungsmodalitäten, die den US\$ durch den Yuan ersetzen, u. a., die notwendig sind, um den Warenverkehr zu beschleunigen und Industrieparks entlang der neuen Wirtschaftskorridore zu errichten. Auf diese Weise schafft China neue Abhängigkeiten und etabliert einen „Club“ der Anrainer der neuen Seidenstraße, der an den „Club“ der früheren Tributstaaten erinnert.

Wer bereits zu diesem Club gehört, lässt sich anhand der Präsenz von Staats- und Regierungschefs auf den bislang drei Seidenstraßengipfeln 2017, 2019 und 2023 in Peking ablesen. Die Zahl der anwesenden Staats- und Regierungschefs, sozusagen die Anführer der Tributgesandtschaften, ist von 29 (2017) auf 38 (2019) angewachsen. Für 2023 wurde keine genaue Zahl benannt. Beim offiziellen Foto steht Putin immer ganz prominent neben Xi in der ersten Reihe. Dies liegt u. a. daran, dass die Transsibirische Eisenbahn, solange die kürzere künftige Haupttrasse durch die ehemaligen zentralasiatischen Sowjetrepubliken, den Iran und die Türkei noch nicht in Betrieb ist, zentrales Bindeglied auf der Landroute ist, da das russische Eisenbahnnetz an das westeuropäische angeschlossen ist. Tsipras (wegen Piräus) und Orban waren Teilnehmer am 2. Seidenstraßengipfel, Italien (wegen Venedig) ist mittlerweile wieder ausgestiegen. Das größte Einzelprojekt zu Lande ist derzeit der seit 2015 im Bau befindliche Wirtschaftskorridor mit

zugehöriger Infrastruktur von Kashgar in der Provinz Xinxiang quer durch Pakistan bis zum von China gebauten Hafen Gwadar am Arabischen Meer, den China für 40 Jahre „geleast“ hat. Auf der maritimen Seidenstraße ist der Bau von Häfen in Myanmar (Kyaukpyu) oder Sri Lanka (Hambantota) zu nennen. Für letzteren hat sich China die Nutzungsrechte für 99 Jahre gesichert. Der Vorgang erinnert an den Vertrag, mit dem sich Großbritannien seinerzeit die der Insel Hongkong gegenüberliegenden „New Territories“ 1898 für 99 Jahre gesichert hat. Auch die sog. „Perlenkette“ von Häfen entlang der afrikanischen Westküste als alternativer Route zum Suezkanal gehört zur Maritimen Seidenstraße.

Da die chinesische Kriegsmarine noch weit davon entfernt ist, weltweit die Sicherheit auf den Seerouten zu garantieren, wird auch hier die Zwischenlösung verfolgt, nur für den Abschnitt von der südchinesischen Küste bis zur Einfahrt in das Rote Meer zuständig zu sein. So erschließt sich, warum China das Südchinesische Meer mit seinen Inseln und Korallenriffen zum Hoheitsgebiet erklärt. Bislang verfügt es nämlich nur über drei einsatzfähige Flugzeugträger. Der erste wurde halbfertig von der Ukraine nach der Auflösung der Sowjetunion gekauft und zu Ende gebaut. Der zweite ist ein Nachbau des ersten. Ein dritter wesentlich modernerer, die Fujian, ist eine Eigenkonstruktion und wurde Ende 2025 in Dienst gestellt. Die Zwischenlösung besteht darin, auf den von China beanspruchten Inseln im Südchinesischen Meer wie den Spratly-Inseln bzw. auf Riffen, die zu künstlichen Inseln aufgespült werden, Flugplätze anzulegen. Der für den Tourismus vollkommen überdimensionierte und von China gebaute Flughafen auf den Malediven auf halben Weg von der Malacca-Straße ins kenianische Mombasa quer durch den Indik lässt sich im Bedarfsfalle sicherlich militärisch nutzen, zumal man Indien als Vormacht auf den Malediven verdrängt hat. Zusammen mit dem Wirtschaftskorridor durch Pakistan ein schönes Beispiel, wie Indien, das auch nie auf den Seidenstraßengipfeln präsent war, systematisch umgangen wird, weil es selber wieder groß werden will³⁷ und als künftiger Herausforderer Chinas wahrgenommen wird. In Djibouti gibt es die erste offizielle chinesische Marinebasis in Übersee. Denkbar ist allerdings, dass die Häfen in Myanmar oder Sri Lanka im Bedarfsfall nicht nur von der chinesischen Handels- sondern auch der Kriegsmarine genutzt werden können. Mindestens in Tadschikistan gibt es eine chinesische Militärbasis zu Lande. Man erkennt, dass China auch geopolitisch von den alten imperialistischen Mächten gelernt hat.

Theoretisch gesprochen liefert China also in der Übergangsphase keine internationalen öffentlichen Güter, sondern Clubgüter für die Mitglieder im Club der Neuen Seidenstraße. Deshalb sind sie auch nicht kostenlos, sondern werden „bezahlt“ nicht nur durch die Tilgung der Kredite, sondern in Form von langfristigen Pachtverträgen, Abtretung von großen Agrarflächen im Zuge des „Landgrabbing“ oder durch die Konzessionierung von Freien Produktionszonen. Äthiopien ist hier

³⁷ Meeta Rajivlochan/M. Rajivlochan, *Making India Great Again: Learning from Our History*. London 2021.

ein prominentes Beispiel. In Addis Abeba gibt es eine von China betriebene Industriezone, in der äthiopische Arbeiterinnen Textilien für den Export nach Europa fertigen. Eine moderne Eisenbahnverbindung von Addis Abeba nach Djibouti zum Abtransport der Waren hat China selbstverständlich auch gebaut.

Auch wenn perspektivisch das Ziel die Errichtung einer chinesischen Weltordnung des hegemonialen Typs ist, so ist der Weg dahin doch ein imperialer. Innenpolitisch flankiert wurde diese Strategie durch die Beendigung einer vergleichsweise liberalen Phase in der Ära Deng Xiaoping durch die Rückkehr zu einem neuen Autoritarismus in der Ära Xi Jinping. Auch das eine Parallele zu Russland und den USA. Dem vorangegangen war 2012 ein Machtkampf um das Amt des Parteivorsitzenden mit Bo Xilai, Sohn von Bo Yibo, einem der „Acht Unsterblichen“ und anfänglich Mitglied des engeren Machtzirkels um Mao Zedong, bis Bo während der Kulturrevolution kaltgestellt wurde. Ob es bei dem Machtkampf nur um persönliche Ambitionen zweier Führungsfiguren der zweiten Generation ging oder auch um einen Linienkampf – etwa in dem Sinne, dass der zuvor propagierte *peacefull rise* durch einen militärisch flankierten ersetzt wird, ist von außen schwer zu beurteilen, gehörten doch Bo wie Xi ideologisch eher zu den Hardlinern. Eine nach Westen orientierte Oligarchenclique wie in Russland darf es in China nicht geben. Auch chinesische Milliardäre sind selbstverständlich Mitglieder der Partei und können jederzeit kaltgestellt werden.

Fazit

Kommen wir zum Fazit. Die eingangs gestellte Frage, ob wir am Beginn eines neuen imperialistischen Zeitalters stehen, lässt sich mit „ja“ beantworten, hängt aber wie immer von der Definition ab. Dem klassischen Imperialismus, der auf Eroberung setzt, kommt Putin mit seiner Annexion der Krim und dem Eroberungskrieg gegen die Ukraine am nächsten. Eigentliches revisionistisches Ziel ist die Restauration des Zarenreichs, wofür diverse historische Argumente als Legitimation bemüht werden, die sich umgekehrt problemlos auch für die Eigenständigkeit der Ukraine würden finden lassen. Insofern ist der Ukraine-Krieg auch ein Stellvertreterkrieg um die Grenzen zwischen West- und Osteuropa bzw. sogar zwischen Europa und Asien.

Trump bewegt sich eher in der Tradition des Dollarimperialismus, was seinem Politikverständnis entspricht, dass es in der Politik immer um Deals mit geschäftlichem Hintergrund geht. Fundamentalere ist allerdings die Erkenntnis, dass er, ob bewusst oder unbewusst, in der Phase des hegemonialen Übergangs in einer wichtigen ordnungspolitischen Dimension eine andere Art von Revisionismus als Putin betreibt. Statt der Offerierung internationaler öffentlicher Güter, für die nur die USA aufkommen, ist er nur bereit, Clubgüter für diejenigen anzubieten, die dafür zahlen. Das gilt selbst für die Ukraine, die damit rechnen muss, die militärische

Unterstützung mit Rohstoffen zu begleichen. Insofern hat die europäische Hilfe für die Ukraine einen ganz anderen Charakter – nicht zuletzt deshalb, weil die russische Bedrohung in Europa anders als in den USA wahrgenommen wird und weil die Boykottmaßnahmen der EU auch deren Mitglieder treffen. Für ein mit natürlichen Ressourcen nahezu komplett ausgestattetes Land wie die USA ist ein Boykott viel leichter zu verkraften als für ein kleines und inkomplett ausgestattetes – siehe die Weigerung mancher osteuropäischer Länder, die Sanktionspakete der EU mitzutragen. Trump ist es sogar gelungen, seine Schutzgeldforderungen für das eigentliche Ziel, Amerika wieder groß machen zu wollen, zu instrumentalisieren.

Die raffinierteste neoimperialistische Strategie verfolgt China. Langfristig, d. h. bis 2049, geht es darum, eine hegemoniale Weltordnung zu etablieren. Auf dem Weg dahin orientiert sich China an einer Art von Imperialismus, dessen Infrastruktur mit Eisenbahnen, Häfen, Stützpunkten und Pachtgebieten an die des alten Imperialismus im 19. Jahrhundert erinnert. Letztlich bezahlen dafür die Länder, die sich von China haben ködern lassen, an der Neuen Seidenstraße partizipieren zu wollen. Das Zauberwort von der Konnektivität sorgt zudem für eine institutionelle Abhängigkeit.

Allerdings – in allen drei Ländern ist der neue Imperialismus nicht unumstritten. In Russland gibt es den Konflikt zwischen den Oligarchen, deren Geschäftsmodell auf guten Beziehungen zum Westen beruht, und den ultranationalistischen Ideologen vom Schlage eines Dugin. Je länger der Ukraine-Krieg dauert und je mehr sich herausstellt, dass Russland ihn nicht gewinnen kann bzw. in immer größere Abhängigkeit von China gerät, was in fundamentalem Widerspruch zu dem revisionistischen Ziel steht, desto größer werden die Chancen, dass es zu einer Palastrevolution kommt. Der Wagner-Aufstand hat dazu einen Vorschmack geliefert. In einem solchen Falle würden sich die Oligarchen durchsetzen, um zu einem Deal mit dem Dealmaker Trump zu kommen. In den USA gibt es den Konflikt zwischen denjenigen, die auf die Karte massiver Staatsintervention, etwa in der Zollpolitik, setzen und den Tech-Milliardären, die den Staat, abgesehen vom militärischen Sektor, schwächen wollen. Die einen vertreten die Interessen der im Niedergang befindlichen alten Industrien, die anderen die der aufsteigenden New Economy. Ob es auch in China einen neuen Linienkampf gibt zwischen den harten Ideologen, die darauf beharren, dass die Partei und nur die Partei die Führung bei Chinas weiterem Aufstieg behauptet, und denjenigen, die am Reformkurs festhalten und Konfrontationen mit dem Westen vermeiden wollen, muss spekulativ bleiben.

Was bedeutet das alles für Europa? Europa muss sich, gerade im Licht der neuen amerikanischen Sicherheitsstrategie, darauf einstellen, sich künftig unter allen denkbaren Szenarios mehr auf die eigenen Kräfte verlassen zu müssen. Das Vertrauen auf die USA wird nicht reichen, weil auch in der Zeit nach Trump und

selbst unter einem demokratischen Präsidenten die strukturellen Probleme der USA erhalten bleiben. Russland wird so oder so zum Juniorpartner Chinas absteigen – das paradoxe Ergebnis des Versuchs, das zaristische Imperium zu restaurieren, das auch gegenüber China als imperialistische Macht aufgetreten ist. Eine globale Ordnung unter chinesischer Führung kann nicht in europäischem Interesse sein, da diese keine liberale, sondern eine autoritäre sein würde.

KLASSENSITZUNGEN

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Licht und Materie – und ihre mathematische Beschreibung

VOLKER BACH

Institut für Analysis und Algebra, TU Braunschweig

Die Gesetzmäßigkeiten der Materie und des Lichts, die uns umgeben, zu verstehen, ist eines der großen Ziele, das Menschen in allen Epochen intensiv angestrebt haben. Seit dem Beginn der modernen Naturwissenschaft im frühen 17. Jahrhundert wurden Modellbeschreibungen des Lichts und der Materie entworfen, verbessert, verworfen und wieder neu entworfen. Auch heute gibt es noch zentrale offene Fragen zur Natur der Materie, des Lichts und ihrer Wechselwirkung.

1 Die klassischen Theorien

1.1 Klassische Mechanik der Körper

Die durch Newton im 17. Jahrhundert begründete klassische Mechanik revolutionierte in einem bis dahin beispiellosen Siegeszug das Verständnis der Bewegungen der Körper – von astronomischen Objekten bei großen Längenskalen über Dinge des täglichen Lebens bis hin zu kleinsten, gerade noch sichtbaren Gegenständen. Wesentliche Verbesserungen durch Lagrange und Hamilton führten zur Hamiltonschen Mechanik, die mit kanonischen Koordinaten und zu ihnen konjugierten Impulsen die Mechanik der Körper durch ein geradezu perfektes Theoriegebäude beschreiben.

1.2 Licht und klassische Feldtheorie

Newton hatte im 17. Jahrhundert auch bahnbrechende Ergebnisse zur Optik erzielt – seine Aufnahme in die Londoner Royal Society erfolgte wegen des von ihm erfundenen Spiegelteleskops. Er war vom Teilchencharakter des Lichts überzeugt, sein Zeitgenosse Huygens unterstrich hingegen den Wellencharakter des Lichts. In vielen Experimenten und theoretischen Überlegungen wurde im Laufe der folgenden zweihundert Jahre nach einer Antwort auf die Frage gesucht, ob Licht Welle oder Teilchen sei. Schließlich schien das Wellenbild zu obsiegen, denn es wurde offenbar, dass Licht, Elektrizität und Magnetismus in ihrer Natur eng verbunden sind, in Wellen auftreten und ihr verschiedener Charakter nur durch die sehr unterschiedlichen Wellenlängen begründet ist. Maxwell

formulierte die nach ihm benannten Gleichungen, die alle elektromagnetischen Phänomene beschreiben, und Hertz' Experiment der Antennenstrahlung bestätigte Maxwells Theorie triumphal und läutete ein neues technologisches Zeitalter ein.

1.3 Widersprüche zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Die klassische Mechanik und die Maxwellschen Gleichungen des Elektromagnetismus bildeten am Ende des 19. Jahrhunderts ein in sich geschlossenes Theoriegebäude, das alle physikalischen Vorgänge der Natur beschreibt: Prinzipiell könnte man die Zukunft aus der Gegenwart heraus durch Lösung der dynamischen Gleichungen – die Hamiltonschen Gleichungen und die Maxwellschen Gleichungen – vorhersagen. Natürlich war man sich dessen bewusst, dass die Irreversibilität tatsächlicher Naturvorgänge ungeklärt war (und bis heute im Wesentlichen noch ist).

Die Entdeckung von Atomen mit einem Kern und beweglicheren Elektronen hat jedoch einen Widerspruch zutage gefördert. Nach der damaligen Vorstellung umkreisen die Elektronen planetenähnlich den Atomkern, und gemäß der Maxwellschen Theorie strahlt das Elektron bei dieser Bewegung elektromagnetische Wellen ab. Dieser Energieverlust verlangsamt das Elektron und zwingt es auf eine Spiralbahn, die es unter Abgabe unendlich großer Strahlungsenergie in endlicher Zeit schließlich in den Kern stürzen lässt. Das Eintreten dieses Szenarios im Rahmen der klassischen Theorie wurde auch mathematisch bewiesen [Spo99].

2 Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie

2.1 Triumph der Quantenmechanik vor 100 Jahren

Der oben beschriebene Widerspruch ist einer von vielen, die in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts aufgeworfen wurden und auf frühe, aber vorläufige Formen der Quantentheorie führten, wobei Planck, Einstein, Bohr und Sommerfeld theoretische Pionierarbeit leisteten [Hun67]. Die eigentliche, noch heute praktisch unverändert gültige Form der Quantenmechanik wurde dann vor hundert Jahren durch Born, Heisenberg, Jordan, Schrödinger und Dirac gefunden [Hei 1925, BHJ 1926, Sro 1926, Dir 1927]. Im Rahmen dieser nichtrelativistischen Theorie ist ein Sturz des Elektrons in den Atomkern nicht möglich, und auch die beobachtete Quantelung atomarer Spektrallinien finden durch sie eine sehr befriedigende Erklärung. Die physikalische Theorie der Quantenmechanik wurde kurz nach ihrer Entdeckung durch von Neumann auch mit einem mathematischen Gerüst versehen [vNe 1932], das von Stone, Wigner und Kato weiterentwickelt wurde und bis heute praktisch unverändert Bestand hat.

2.2 Stabilität der Materie erster und zweiter Art

Die Beschränktheit der Energie eines nichtrelativistischen Atoms nach unten ist eine Eigenschaft, die manchmal als *Stabilität erster Art* bezeichnet wird. Dyson hat jedoch 1967 die tiefere Frage aufgeworfen [Dys 1967], ob die die Materie bildenden Atome im Rahmen der üblichen Quantenmechanik sich nicht zu riesigen Molekülen mit winzigen Kernabständen aggregieren und so eine endliche, aber immer niedrigere Gesamtenergie erreichen. Dyson und Lenard haben kurz darauf bewiesen [DL 1967], dass dies nicht der Fall ist und die Gesamtenergie eines Moleküls mit K Kernen und N Elektronen durch $-C(N+K)$ beschränkt ist, also höchstens linear mit der Gesamtteilchenzahl fällt. Dabei ist $C > 0$ eine universelle Konstante, die nur von der größten Kernladung abhängt. Diese Eigenschaft bezeichnet man als *Stabilität der Materie* oder *Stabilität zweiter Art* bezeichnet. Entscheidend für diese Stabilität ist die Tatsache, dass Elektronen dem Pauli-Prinzip genügen und ihre Wellenfunktion antisymmetrisch unter Permutationen der Koordinaten sind. Lieb und Thirring haben acht Jahre später den Beweis und die Konstante C wesentlich verbessert und den Zusammenhang mit der Thomas-Fermi-Theorie für Atome und Moleküle in Zusammenhang gebracht [LT 1975]. Auch für sogenannte pseudorelativistische Modelle ist die Stabilität der Materie für nicht zu große Kernladungen später gezeigt worden.

2.3 Stabilität der Materie im quantisierten Strahlungsfeld

Koppelt man das quantisierte Strahlungsfeld an die nichtrelativistische oder pseudorelativistische Materie, stellen sich alle diese Stabilitätsfragen erneut. Auch für diese Modelle ist unter natürlichen Annahmen über die Parameter und der Einführung eines geeigneten Ultraviolett-Cutoffs die Stabilität der Materie im Strahlungsfeld gezeigt worden.

3 Grundzustände und Resonanzen von Atomen und Molekülen

3.1 Quantisierung des Strahlungsfelds, Infrarot- und Ultraviolettproblem

Schon kurz nach der Entdeckung der Quantenmechanik wurde auch das elektromagnetische Strahlungsfeld gemäß der neuen Regeln kanonisch quantisiert und an Materie gekoppelt. Aus dem elektromagnetischen Feld wurde das quantisierte Strahlungsfeld, die Teilchen dieser Theorie werden Photonen genannt. Die Theorie wurde später von Feynman, Schwinger und Tomonaga formuliert und *Quantenelektrodynamik (QED)* genannt [Fey 1949, Swi 1948, Tom 1946]. Die QED genügt den Prinzipien der (speziellen) Relativitätstheorie. Koppelt man das (relativistische) quantisierte Strahlungsfeld an nichtrelativistische Materie – was

physikalisch im Prinzip unzulässig ist – erhält eine Mischtheorie, die als *nichtrelativistische QED* oder *Pauli-Fierz-Theorie* bezeichnet wird.

Die Quantisierung des Strahlungsfelds führt für sehr kleine und sehr große Photonenimpulse zu mathematischen Inkonsistenzen; die Berechnung physikalischer Messgrößen führte auf unendlich große Beiträge sehr kleiner Photonenimpulse, was als *Infrarotproblem* bezeichnet wird. Analog beinhaltet das *Ultraviolettproblem* das Auftreten unendlich großer Beiträge durch sehr große Photonenimpulse.

3.2 Existenz von Grundzuständen

Eine neue, durch das Infrarotproblem hervorgerufene Schwierigkeit ergibt sich für den Grundzustand eines mit dem Strahlungsfeld wechselwirkenden Atoms oder Moleküls. Obwohl die Energie der Zustände solcher quantenmechanischen Systeme nach unten beschränkt ist, ist die Existenz eines Zustandes kleinster Energie – ein Grundzustand – für solche Systeme nicht offensichtlich und in vielen Fällen auch falsch. In Arbeiten mit Fröhlich und Sigal gelang dem Autor 1998 der erste Beweis für die Existenz von Grundzuständen für die wichtigsten Modelle [BFS 1998]. Die Beweise zeigen nicht nur die Existenz, sondern auch, dass sich die Grundzustände bei kleiner Kopplung an das Strahlungsfeld sich in ihrer räumlichen Lokalisierung nicht wesentlich ändern. Bis heute ist dieses Resultat in viele Richtungen verallgemeinert worden.

3.3 Existenz von Resonanzen

Eine weitere wichtige Frage ist, ob sich angeregte Eigenwerte von Atomen und Molekülen nach Kopplung an das quantisierte Strahlungsfeld verschwinden und sich in Resonanzen verwandeln, also metastabile Zustände mit endlicher Lebensdauer. Dies wird in allen Lehrbüchern als selbstverständlich angenommen, tatsächlich ist aber schon die präzise Definition einer Resonanz eine mathematische Herausforderung. In Arbeiten mit Fröhlich und Sigal gelang dem Autor 1998 der erste Beweis für die Verwandlung von angeregten Eigenwerten von Atomen und Molekülen in Resonanzen für realistische Modelle [BFS 1998]. Der Beweis basiert auf einer neuen Renormierungstransformation, die auch für sich genommen von mathematischen und vor allem funktionalanalytischen Interesse ist. Auch dieses Resultat und die verwendete Methode ist in viele Richtungen verallgemeinert worden, u. a. auch vom Autor selbst in Zusammenarbeit mit Ballesteros, Pizzo uvm. [BBP 2017]. Von Pizzo stammt auch eine alternative Formulierung einer Multiskalenanalyse [Piz 2003], die gleichwertig zur o. g. Renormierungstransformation ist.

3.4 Das Ultraviolettproblem

Für die obige Existenz des Grundzustands und von Resonanzen wurde stets ein fester Ultraviolett-Cutoff angenommen, d. h. die Photonenimpulse wurden bei einer großen, aber endlichen Energieskala abgeschnitten. Schon die Frage nach der Existenz eines Grundzustands wird sehr schwer, wenn man den Ultraviolett-Cutoff beseitigen möchte. In diesem Bereich gibt es nur wenige Resultate und viele offene Fragen – bis hin zur Vermutung, dass die QED ohne Ultraviolett-Cutoff gar kein mathematisch sinnvolles Modell definiert.

Literatur

[BFS 1998] V. Bach, J. Fröhlich und I.M. Sigal: „Quantum Electrodynamics of Confined Non-Relativistic Particles“ und „Renormalization Group Analysis of Spectral Problems in Quantum Field Theory“, Adv. Mathematics, 1998.

[BBP 2017] V. Bach, M. Ballesteros und A. Pizzo: „Existence and Construction of Resonances for Atoms coupled to the Quantized Radiation Field“, Adv. Mathematics, 2017.

[Spo 1999] H. Spohn: „*Dynamics of Charged Particles and their Radiation Field*“, Cambridge University Press, 1999.

[Hun 1967] F. Hund: „*Geschichte der Quantentheorie*“ BI Hochschultaschenbücher Bd. 200/200a, 1967.

[BHJ 1926] M. Born, W. Heisenberg und P. Jordan: „*Zur Quantenmechanik II*“, Zeitschrift für Physik, 1926.

[Fey 1949] R. Feynman: „Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics“, Phys. Review, 1949.

[Hei 1925] W. Heisenberg: „*Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen*“, Zeitschrift für Physik, 1925.

[vNe 1932] J. von Neumann: „*Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*“, Springer-Verlag, 1932.

[Piz 2003] A. Pizzo: „One-Particle (improper) States in Nelson's Massless Model“, Annales Henri Poincare, 2003.

[Sro 1926] E. Schrödinger „*Quantisierung als Eigenwertproblem*“, Annalen der Physik, 1926.

[Swi 1948] J. Schwinger: „Quantum Electrodynamics. I. A Covariant Formulation“, Phys. Review, 1948.

[Tom 1946] S. Tomonaga: „On a Relativistically Invariant Formulation of the Quantum Theory of Wave Fields“, Prog. Theor. Physics, 1946.

[Dir 1927] P.A.M. Dirac: „The Quantum Theory of the Emission and Absorption of Radiation“, Proc. Royal Soc. London, 1927.

[Dys 1967] F. Dyson: „Ground-state energy of a finite system of charged particles“, J. Math. Physics, 1967

[DL 1967] F. Dyson und A. Lenard: „Stability of Matter I“ und „Stability of Matter II“, J. Math. Physics, 1967.

[LT 1975] E. Lieb und W. Thirring: „Bound for the Kinetic Energy of Fermions which proves the Stability of Matter“, Phys. Rev. Letters, 1975.

Die postoperative Magenentleerungsstörung nach Pankreaskopfresektion – hat Nikotin einen Effekt? TransNiDeG, eine multizentrische, kontrollierte, randomisierte, doppelblinde Proof-of-concept-Studie

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

TIM R. GLOWKA

Die Chirurgie gilt als ältester Zweig der Heilkunde, als Belege können 31.000 Jahre alte Knochenfunde von Homo sapiens aus Borneo gelten, die eine erfolgreich überlebte (6-9 Jahre nach Operation) Unterschenkelamputation dokumentieren (1). Die Chirurgie des Pankreas (Bauchspeicheldrüse) ist um ein vielfaches jünger und ist eine der spät etablierten Techniken der Chirurgie. Die erste anatomische Pankreasresektion, eine Pankreaslinksresektion, wurde 1882 am Universitätsklinikum Bonn von Friedrich Trendelenburg im Rahmen der Operation eines großen Weichteiltumors durchgeführt (2,3). Die erste Pankreaskopfoperation, die deutlich komplexere Operation an der Bauchspeicheldrüse, wurde erstmalig 1898 von Alessandro Codivilla in Imola durchgeführt (3). Mehr Aufmerksamkeit für die Pankreaskopfoperation schafften zwei Veröffentlichungen aus dem deutsch- und englischsprachigen Raum: Walther Kausch veröffentlichte 1912 in den Beiträgen zur klinischen Chirurgie „Das Carcinom der Papilla duodeni und seine radikale Entfernung“ (4). 1935 erschien die Arbeit „Treatment of carcinoma of the ampulla of Vater“ von Allen O. Whipple in Annals of Surgery (5). Beide Veröffentlichungen gelten als bahnbrechend und führten zum Populärnamen der Pankreaskopfresektion als „Kausch-Whipple-Operation“. Die häufigste Diagnose, die zur Operation führt, ist der Bauchspeicheldrüsenkrebs, das duktale Adenocarcinom. Dieser nimmt in der Häufigkeit zu und wird 2030 bereits die zweithäufigste Krebstodesursache darstellen (6). Dieser mit Abstand häufigste Tumor der Bauchspeicheldrüse tritt zu 78 % im Pankreaskopf auf (7) und muss durch die Pankreaskopfresektion, die modifizierte OP nach Whipple-Kausch, behandelt werden. Soll ein Pankreaskarzinom kurativ behandelt werden, so muss eine Resektion erfolgen {Citation}. Anatomische Beziehungen, Durchblutung und Lymphabfluss machen notwendig, dass bei der Operation nicht nur der Bauchspeicheldrüsenkopf, sondern auch Gallenblase und Gallengang und der Zwölffingerdarm, das Duodenum, entfernt werden müssen. Heutzutage kann die komplexe Pankreaskopfresektion auch minimalinvasiv unter Einsatz eines OP-Roboters erfolgen, hierzu werden eigene Bilder und ein Video demonstriert.



Abb. 1. OP-Roboter kurz vor dem sog. „docking“-Prozess. Die Zugänge (Trokare) am Patienten bereits in situ.



Abb. 2. Steuermittel des OP-Roboters. Gut zu erkennen sind die Handsteuerungen und die Fußpedale.

Die Modifikation der klassischen Whipple-Kausch-OP (dann OP nach Watson-Longmire-Traverso genannt) umfasst aber den kompletten Erhalt des Magens samt Magenpförtnermuskel („Pylorus“). Unter anderem hierdurch kommt es zur Entwicklung einer verzögerten Magenentleerung, dem sog. „delayed gastric emptying (DGE)“. Diese erstmal durch Andrew Warshaw 1985 beschriebene Komplikation betrifft bis zu 61 % der operierten PatientInnen (Warshaw et al. 1985, Wente et al. 2007). Die Ätiologie ist bis heute nicht geklärt, es werden verschiedene Erklärungsvorschläge gemacht: Motilinmangel durch Resektion des Duodenums, Durchblutungsstörungen von Magenpförtner und Magenausgang nach Verschluss der rechten Magenarterie, Denervierung von Magen und Duodenum, postoperativer Pylorospasmus, Pankreasfibrose, präoperative Cholangitis, postoperative Pankreatitis, Veränderungen des endokrinen Milieus, Torsion oder Abknickung des rekonstruierten Magenausgangs und sekundär als Folge von anderen intraabdominellen Komplikationen (8). Ein Meilenstein in der wissenschaftlichen Untersuchung des DGE war die Konsensusdefinition von 2007 (sog. ISGPS-Definition), die erstmalig eine international allgemein akzeptierte und normierte Beschreibung ermöglichte (9). Eigene Arbeiten konnten zeigen, dass Raucher seltener an einer postoperativen Magenentleerungsstörung nach Pankreaskopfresektion leiden (10). Nikotin ist von allen Inhalten des Tabakrauchs diejenige Substanz mit der deutlichsten prokinetischen Wirkung (11). Allerdings zeigt Nikotin eine ausgeprägte Interspeziesvariabilität. Beim Menschen gibt es teils widersprüchliche Daten. Sicher ist, dass Nikotin den Sphinktertonus des Magenpförtners senkt und den Reflux von Zwölffingerdarmsekreten erhöht (12–26).

Nikotin kann ohne den schädlichen Effekt des Rauchens über ein transdermales Pflaster appliziert werden. Diese Standardtherapie für die Behandlung des Rauchentzugs ist sehr sicher (27), die häufigsten Symptome sind Hautirritationen an der Klebestelle (25 %), Übelkeit (5 %) und Verstopfung/Durchfall/Verdauungsstörungen (4 %) (28). Nikotin ist sicher bei Nichtrauchern (29,30), Älteren (31) und operierten PatientInnen (32,33). Sogar bei kritisch-kranken Intensivpatienten war transdermales Nikotin sicher einzusetzen (34).

In der medizinischen Forschung sind fünf Evidenzgrade definiert, der beste Evidenzgrad 1 entspricht einer guten randomisierten, kontrollierten Studie (Evidenzgrad 1b, 1a entspricht Metaanalysen über solche Studien) (35). Eine Studie dieses Evidenzgrades haben wir 2021 beim Bundesministerium für Bildung und Forschung im Instrument „Frühe klinische Studien beantragt und die Förderungszusage unserer TransNiDeG-Studie bekommen. Die Studie wird als proof-of-concept Phase-II-Studie durchgeführt werden, randomisiert, Placebo-kontrolliert, doppelblind und multizentrisch. Die Indikation umfasst alle PatientInnen mit gut- oder bösartigen Erkrankungen der sogenannten periampullären Region (also Tumore des Zwölffingerdarms, der Papilla vateri, des distalen Gallengangs und des Bauchspeicheldrüsenkopfes), die einer operativen Pankreaskopfresektion bedürfen. Der primäre Endpunkt ist der Grad einer Magenentleerungsstörung gemäß der ISGPS-Definition. Als sekundäre Endpunkte der Studie sind klassische postoperative Komplikationen nach Pankreaskopfresektion (Pankreasfistel, Nachblutungen, Reintervention und Reoperation, kardiovaskuläre Ereignisse, Mortalität), Fragebögen zur Lebensqualität (QLQ-C30 und PAN26) und die eine Magenentleerungsstörung definierenden Einzelparameter (Liegedauer der Magensonde, Beginn einer festen oralen Kost, Erbrechen, Einsatz von prokinetischen Medikamenten). Die Konsensusdefinition einer Magenentleerungsstörung wird hauptsächlich über die Liegedauer der Magensonde (sog. NGT für nasogastric tube) und die Unfähigkeit, feste Nahrung zu sich zu nehmen in drei Garde eingeteilt, jeweils gezählt in Tagen nach der Operation: Grad A (Liegedauer NGT 4-7 Tage oder Reinsertion nach dem 3. Tag; Unfähigkeit fester Nahrung bis zum 7. Tag), Grad B (Liegedauer NGT 8-14 Tage oder Reinsertion nach dem 7. Tag; Unfähigkeit fester Nahrung bis zum 14. Tag) und Grad C (Liegedauer NGT mehr als 14 Tage oder Reinsertion nach dem 14. Tag; Unfähigkeit fester Nahrung bis zum 21. Tag), additiv Erbrechen und Einsatz von Prokinetika. Liegt die Liegedauer der Sonde darunter (also unter Tag 4) und kann Nahrung vor dem 7. Tag zu sich genommen werden, so liegt keine Magenentleerungsstörung vor (Grad 0) (9). Zusätzliche Parameter, die bei der Graduierung helfen sollen umfassen den klinischen Zustand, Begleiterkrankungen, spezifische Behandlung (für DGE), Enterale oder parenterale Zusatzernährung, Diagnostik (für DGE), Interventionelle Behandlung (des DGE), Verlängerung der Krankenhausaufenthalts und eine Verzögerung einer adjuvanten Therapie (9). Um diese schon komplizierte Einteilung der Magenentleerungsstörung für die Studie etwas zu erleichtern und zu standardisieren, haben wir ein aufeinander aufbauendes Farbschema entwickelt:

Eine multizentrische, kontrollierte, randomisierte, doppelblinde Proof-of-concept-Studie

DGE grade	No DGE	Grade A	Grade B	Grade C
1. NGT requirement	< POD 4	POD 4-7	POD 8-14	> POD 14
2. NGT reinsertion	≤ POD 3	> POD 3	> POD 7	> POD14
3. Unability to tolerate solid food on POD	<7	7	14	21
4. Vomiting/gastric distension	-	±	+	+
5. Use of prokinetics	-	±	+	+
6. Nutritional support (pp enteral or parenteral)	No	Possibly yes	Yes	Yes
7. Prolongation of hospital stay	No	Possibly yes	Yes	Yes
8. POPF/intraabdominal abscess	No	No	Possibly yes	Possibly yes
9. Diagnostic evaluation for DGE (Endoscopy, CT)	No	No	Possibly yes	Yes
10. Interventional treatment (abscess drain, relap)	No	No	No	Yes
11. Delay of potential adjuvant therapy	No	No	No	Yes

Die Studienvisiten finden als Screeningvisite (Tag -28 bis Tag -1), als tägliche Visiten in der Behandlungsphase, in der das Studienmedikament/Placebo appliziert wird (Tag 1 (Operation) bis Tag 7), während der Follow-up-Phase mit zwei Visiten (Tag 14 und Tag 21/oder Entlassung, je nachdem, was früher eintritt) und als Studienendvisite (Tag 30) gemäß folgenden Plan statt:

	Screening Visit	Treatment Phase		Follow up Phase		End of Trial
Time points (accepted deviation)	Day -28 to Day -1	Day 1 (Surgery)	Day 2 to Day 7 (POD 1 to 6)	Day 14 (+/- 1 Day) [§] (POD 13)	Day 21 (+/- 1 Day) [§] (POD 20)	Day 30 (+/- 2 Days) [§] (POD 29)
Visit No.	0	1	1.2 to 1.7	2	3	4
Informed Consent	√					
Demographics	√					
Medical History (including request for pregnancy in females of childbearing potential)	√					
Concomitant medication	√	√	√	√	√	√
In-/Exclusion Criteria	√	(√) [§]				
Application of IMP [§]		√ (during or immediately after surgery)	√			
Grading DGE [§]			√	√	√	
AEs and SAEs [§]		√	√	√	√	√
Checks for secondary Endpoints [§]		√	√	√	√	√
Histopathology					√	
Days of postoperative stay (i.e. from post-operative Day 1 until Discharge)					√	
MTL30						√

Confidential

EU trial No: 2023-503349-71-00/ TransNiDeG

Attachment 001 to SOP MW-009.001

Version 001

Clinical Trial Protocol version 3.0 of 16-JAN-2024

Effective Date: 18-Mai-2022

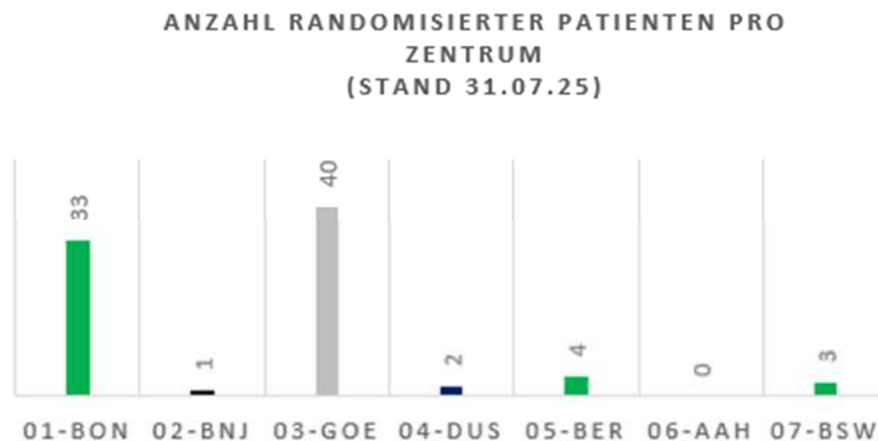
	Screening Visit	Treatment Phase		Follow up Phase		End of Trial
Time points (accepted deviation)	Day -28 to Day -1	Day 1 (Surgery)	Day 2 to Day 7 (POD 1 to 6)	Day 14 (+/- 1 Day) [§] (POD 13)	Day 21 (+/- 1 Day) [§] (POD 20)	Day 30 (+/- 2 Days) [§] (POD 29)
Visit No.	0	1	1.2 to 1.7	2	3	4
QLQ-C30						√
PAN26						√

[§] according to the definition of the International Study Group of Pancreatic Surgery. NGT requirement + solid food intake on every visit day indicated, all other parameters only on Visit 1.4, 1.7, 2 and 3 (which should preferably be POD21).[§] especially: surgical site infections, cardiovascular events, mortality[§] Visit 1 only Lymphadenectomy, re-intervention, re-operation, nausea, cardiovascular events, Visit 1.2, 1.3, 1.5-1.7 no assessment, Visit 1.4, 2, 3, 4 only pancreatic fistula, postoperative hemorrhage, intra-abdominal fluid collections, re-laparotomy[§] Exclusion Criterion No. 5 can only be answered during surgery[§] Visit may be conducted via telephone if patient was already discharged from hospital

Dieser Zeitablauf bedeutet, dass die PatientInnen maximal 28 Tage in der Screeningphase sind und dann eine 30-tägige Behandlungsphase folgt, also eine Maximalstudienzeitraum pro PatientIn 58 Tage beträgt.

Eine besondere Schwierigkeit in der Durchführung der TransNiDeG-Studie liegt im doppelblinden Charakter der Studie. Das verblindete Team, welches nicht weiß, ob sich unter dem Verblindungspflaster ein Nikotinpflaster oder Placebo befindet führt das Screening, die Patientenaufklärung, die Behandlung, die DGE-Gradierung und die Dokumentation im eCRF, der elektronischen Studienakte, durch. Das unverblindete Team appliziert Nikotinpflaster und Placebo in der sieben-tägigen Behandlungsphase. Beide Teams sind vom Informationsfluss strikt getrennt, so kann eine unvoreingenommene Einteilung der DGE-Grade vorgenommen werden. Dies bedeutet für die Studienzentren einen hohen organisatorischen und Personalaufwand. Auch die teilnehmenden PatientInnen wissen nicht, in welchem Studienarm sie sind, dies wird durch eine Schlafmaske während der Applikation und durch das Verblindungspflaster sichergestellt.

Zum Zeitpunkt des Vortrags sind 83 PatientInnen randomisiert, diese verteilen sich auf die Studienzentren wie folgt:



Auf den bisherigen Risikobasierten Qualitätsmanagement-Sitzungen wissen wir, dass die Anwendung eines Nikotinpflasters aktuell sehr sicher ist. Es gibt wenige Nebenwirkungen und diese sind sehr sicher ohne Zusammenhang mit dem Prüfpräparat. Insbesondere zeigen sich nicht mehr kardiovaskuläre Nebenwirkungen.

Die Studienergebnisse erwarten wir 2027, gerne werde ich dann erneut zum Stand der TransNiDeG-Studie berichten. Das Studienteam hofft, das mit einem Nikotinpflaster eine günstige und sichere Behandlungsmöglichkeit für die verzögerte Magenentleerung nach Pankreaskopfresektion etabliert werden kann.

Literatur

1. Maloney TR, Dilkes-Hall IE, Vlok M, Oktaviana AA, Setiawan P, Priyatno AAD, u. a. Surgical amputation of a limb 31,000 years ago in Borneo. *Nature*. September 2022;609(7927):547–51.
2. Witzel O. Aus der Klinik des Herrn Trendelenburg. *Dtsch Z Chir*. 1886;23:326–54.
3. Schnelldorfer T, Adams DB, Warshaw AL, Lillemoe KD, Sarr MG. Forgotten pioneers of pancreatic surgery: beyond the favorite few. *AnnSurg*. Januar 2008;247(0003-4932 (Print)):191–202.
4. Kausch W. Das Carcinom der Papilla duodeni und seine radikale Entfernung. *Beitr Z Clin Chir*. 1912;78:439–86.
5. Whipple AO, Parsons WB, Mullins CR. Treatment of carcinoma of the ampulla of Vater. *AnnSurg*. Oktober 1935;102(0003-4932 (Print)):763–79.
6. Rahib L, Smith BD, Aizenberg R, Rosenzweig AB, Fleshman JM, Matrisian LM. Projecting cancer incidence and deaths to 2030: the unexpected burden of thyroid, liver, and pancreas cancers in the United States. *Cancer Res*. 1. Juni 2014;74(11):2913–21.
7. Schäfer M, Müllhaupt B, Clavien PA. Evidence-based pancreatic head resection for pancreatic cancer and chronic pancreatitis. *Ann Surg*. August 2002;236(2):137–48.
8. Lytras D, Paraskevas KI, Avgerinos C, Manes C, Touloumis Z, Paraskeva KD, u. a. Therapeutic strategies for the management of delayed gastric emptying after pancreatic resection. *Langenbecks ArchSurg*. Januar 2007;392(1435-2443 (Print)):1–12.
9. Wente MN, Bassi C, Dervenis C, Fingerhut A, Gouma DJ, Izbicki JR, u. a. Delayed gastric emptying (DGE) after pancreatic surgery: a suggested definition by the International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS). *Surgery*. November 2007;142(0039-6060 (Print)):761–8.
10. Enderes J, Teschke J, von Websky M, Manekeller S, Kalff JC, Glowka TR. Active smokers show ameliorated delayed gastric emptying after pancreatoduodenectomy. *BMC Surg*. 31. Juli 2021;21(1):316.
11. Wong PW, Kadakia SC, McBiles M. Acute effect of nicotine patch on gastric emptying of liquid and solid contents in healthy subjects. *Dig Dis Sci*. November 1999;44(11):2165–71.
12. Zoli M, Picciotto MR. Nicotinic regulation of energy homeostasis. *Nicotine Tob Res Off J Soc Res Nicotine Tob*. November 2012;14(11):1270–90.
13. Okamoto T, Kurahashi K, Fujiwara M, Okikawa H. Effects of nicotine on gastric contractile response to stimulation of the vagal afferent fibers in cats. *Jpn J Pharmacol*. November 1989;51(3):435–7.
14. Carlson GM, Ruddon RW, Hug CC, Schmiede SK, Bass P. Analysis of the site of nicotine action on gastric antral and duodenal contractile activity. *J Pharmacol Exp Ther*. April 1970;172(2):377–83.

15. Qiu BS, Cho CH, Ogle CW. The influence of chronic nicotine treatment on stress-induced gastric ulceration and emptying rate in rats. *Experientia*. 15. April 1992;48(4):389–91.
16. Gritz ER, Ippoliti A, Jarvik ME, Rose JE, Shiffman S, Harrison A, u. a. The effect of nicotine on the delay of gastric emptying. *Aliment Pharmacol Ther*. April 1988;2(2):173–8.
17. Müller-Lissner SA. Bile reflux is increased in cigarette smokers. *Gastroenterology*. Mai 1986;90(5 Pt 1):1205–9.
18. Miller G, Palmer KR, Smith B, Ferrington C, Merrick MV. Smoking delays gastric emptying of solids. *Gut*. Januar 1989;30(1):50–3.
19. Grimes DS, Goddard J. Effect of cigarette smoking on gastric emptying. *Br Med J*. 12. August 1978;2(6135):460–1.
20. Sanaka M, Anjiki H, Tsutsumi H, Abe K, Kawakami T, Saitoh M, u. a. Effect of cigarette smoking on gastric emptying of solids in Japanese smokers: a crossover study using the ¹³C-octanoic acid breath test. *J Gastroenterol*. Juni 2005;40(6):578–82.
21. Chaudhuri TK, Fink S. Effect of nicotine gum on gastric emptying. *Chest*. November 1988;94(5):1122.
22. Anuras S, Cooke AR, Christensen J. An inhibitory innervation at the gastroduodenal junction. *J Clin Invest*. September 1974;54(3):529–35.
23. Valenzuela JE, Defilippi C, Csendes A. Manometric studies on the human pyloric sphincter. Effect of cigarette smoking, metoclopramide, and atropine. *Gastroenterology*. April 1976;70(4):481–3.
24. Read NW, Grech P. Effect of cigarette smoking on competence of the pylorus: preliminary study. *Br Med J*. 11. August 1973;3(5875):313–6.
25. Kadakia SC, De La Baume HR, Shaffer RT. Effects of transdermal nicotine on lower esophageal sphincter and esophageal motility. *Dig Dis Sci*. November 1996;41(11):2130–4.
26. Dennish GW, Castell DO. Inhibitory effect of smoking on the lower esophageal sphincter. *N Engl J Med*. 20. Mai 1971;284(20):1136–7.
27. Hartmann-Boyce J, Chepkin SC, Ye W, Bullen C, Lancaster T. Nicotine replacement therapy versus control for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev*. 31. Mai 2018;5:CD000146.
28. Greenland S, Satterfield MH, Lanes SF. A meta-analysis to assess the incidence of adverse effects associated with the transdermal nicotine patch. *Drug Saf*. April 1998;18(4):297–308.
29. Srivastava ED, Russell MA, Feyerabend C, Masterson JG, Rhodes J. Sensitivity and tolerance to nicotine in smokers and nonsmokers. *Psychopharmacology (Berl)*. 1991;105(1):63–8.
30. Dautzenberg B, Levi A, Adler M, Gaillard R. Transdermal nicotine in non-smokers: A systematic review to design COVID-19 clinical trials. *Respir Med Res*. November 2021;80:100844.

31. Newhouse P, Kellar K, Aisen P, White H, Wesnes K, Coderre E, u. a. Nicotine treatment of mild cognitive impairment: a 6-month double-blind pilot clinical trial. *Neurology*. 10. Januar 2012;78(2):91–101.
32. Sørensen LT. Wound healing and infection in surgery: the pathophysiological impact of smoking, smoking cessation, and nicotine replacement therapy: a systematic review. *Ann Surg*. Juni 2012;255(6):1069–79.
33. Lambrichts DPV, Boersema GSA, Tas B, Wu Z, Vrijland WW, Kleinrensink GJ, u. a. Nicotine chewing gum for the prevention of postoperative ileus after colorectal surgery: a multicenter, double-blind, randomised, controlled pilot study. *Int J Colorectal Dis*. September 2017;32(9):1267–75.
34. Labro G, Tubach F, Belin L, Dubost JL, Osman D, Muller G, u. a. Nicotine patches in patients on mechanical ventilation for severe COVID-19: a randomized, double-blind, placebo-controlled, multicentre trial. *Intensive Care Med*. Juli 2022;48(7):876–87.
35. Spitzer M. Graded Evidence. *Nervenheilkunde*. 2019; 38(7).

KLASSENSITZUNGEN
Klasse für Ingenieurwissenschaften

**The Nitride Technology Center NTC –
Next Generation Microelectronics**

ANDREAS WAAG
Institut für Halbleitertechnik
Nitride Technology Center NTC
TU Braunschweig

The Nitride Technology Center (NTC) at Technische Universität Braunschweig is a world-class facility dedicated to III/V semiconductor and nitride materials research. Equipped with clean-room laboratories and advanced epitaxy, nanofabrication and nanoanalysis tools, NTC focuses on developing and processing nitride semiconductor devices with applications in photonics, optoelectronics, and quantum technologies.

NTC offers innovation through demonstrated industry collaborations and photonic integration work. Since 2015, the NTC has a strategic partnership with ams OSRAM, running a joint lab, the “Epitaxy Competence Center ec2” at TUBS. NTC researchers have advanced GaN micro-LED arrays toward neuromorphic/photonic computing, including a macroscopic demonstrator with 1.000 neurons. This underlines the existing know-how in high-density microLED arrays and heterogeneous GaN-on-Si integration—capabilities that map to scalable quantum-photonic sources, modulators, and detectors. The presentation introduced GaN technology and its exciting present and future applications.

In the first section, the talk gave an introduction into nitride technology in general. In contrast to silicon microelectronics, nitride microelectronics embraces semiconductor technology based on the Galliumnitride family of semiconductors, best known as “III-Nitride-semiconductors”. The latin number “III” refers to the 3rd group of the periodic system of the elements, which are the metals Gallium, Aluminum or Indium. AlInGaN is a quaternary semiconductor with fascinating properties, like e.g. band-gap tuning from the IR to the far UV.

The transformation into a mature semiconductor technology started in early 90ies, where p-doping became possible for the first time. Nitride technology meanwhile represents a second important pillar of microelectronics besides silicon, by addressing extremely relevant applications. Today, GaN white LEDs are illuminating our world and have replaced conventional light bulbs, due to their superior efficiency in comparison to filament-driven light emitters. Almost in parallel, blue emitting laser diodes with a wavelength of 405 nm have been developed, which still today are the basis for DVD based optical disks. The smaller wavelength allowed to increase the storage density on an optical disk by a factor of 4, which was the basis for the “blu-ray” standard. From then on, a full HD video could be put on a single optical disk.

Due to internal piezoelectric effects, a high-mobility electron gas is forming at AlGaIn/GaN interfaces, being the basis for High Electron Mobility Transistors (HEMT) and addressing high-frequency applications, used in 5G and 6G mobile stations or radar systems. Due to the wide band gaps of GaN and AlN and their large breakdown voltages, electronic devices are suitable for power electronics, and frequently used in voltage inverters in photovoltaic systems or for on-board charging. Due to its robustness against the impact of high-energy-ions, GaN devices are also used for electronics in space-born systems in earth orbits and beyond. In addition, the large band gaps make it possible to fabricate UV LEDs emitting in the 200-280 nm range, which is optimum for disinfection and sterilisation purposes.

Consequently, in 2014, in view of the amazing impact this new nitride technology has made, the Nobel Prize in Physics has been awarded to Isamu Akasaki, Hiroshi Amano and Shuji Nakamura "for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources." This was a first step towards the beginning of “nitride microelectronics”.

Today, nitride-based laser diodes are developed for the blue/UV spectral range. In combination with on-chip cavities or photonic integrated circuits, they serve as light engines for quantum computers based on ion-traps. Extremely small linewidths are needed to address atomic transition in single ions used for qubits in ion-trap quantum processors, which can only be reached by the combination of GaN lasers with photonic integrated circuits, including ring oscillators.

Another disruptive game changer is now evolving by the combination of GaN with silicon CMOS microelectronics. For that, nitride chips and silicon chips have to be combined in a process called “hetero-integration”. One prominent

application is microdisplays for augmented reality, where millions of micron-sized LEDs are controlled by a silicon CMOS backplane chip. These modules with dimensions of only a few mm can contain millions of pixels. Such high-brightness high-efficiency micro-displays are extremely interesting for integration into augmented reality glasses – one of the main driving forces for companies like Apple, Meta, ams OSRAM and others. Today, microLED technology is attracting a development budget in the billions. Addressable markets are huge.

Beyond micro-displays, such microLED modules can also be used as structured micro-illumination light engines (SMILE engines) in optical neuromorphic processing units. The NTC team has made core contributions to this field [Publ1, Publ2] and is determined to develop these ideas further. Optical neuromorphic processors based on microLEDs promise to reduce the energy consumption for AI workload related to multiply-accumulate-operations by 99 %.

Besides optical neuromorphic computing, other exciting applications open up, like e.g. the field of photonic integrated circuits in the UV, or the field of micro-LEDs for chip-based microscopy, to name a few. A more detailed overview on potential applications of microLEDs can be found [here](#).

With activities in photonic integrated circuits and metamaterials (Kroker lab), ubiquitous sensing (Prades lab), nanoanalysis (Voss Lab) and chip processing (Waag lab), the Institute of Semiconductor Technology at TU Braunschweig is the home base of the NTC.

The ambition of the NTC to develop into a German center for GaN technology is further propelled by a € 13,5 M project BRIGHT, supported by the Ministry of Science and Culture Niedersachsen. BRIGHT will develop microLED modules with millions of pixels and integrate them into novel neuromorphic processing units. BRIGHT is a collaborative project with the participation of groups from TU Braunschweig, Leibniz University of Hannover, PTB and Ostfalia, and has recently been approved by the Kuratorium of the Volkswagen Foundation.

To summarize, nitride technology today is playing a more and more critical role in microelectronics. Besides the already existing applications in solid-state lighting, microwave and radar technology as well as power electronics, the availability of microLED modules for optical neuromorphic processors will be a game changer for the future of AI. MicroLED based processors are expected to drastically speed up compute power and substantially reduce energy consumption for

AI workload. In addition, microLEDs will propel the field of chip-based microscopy and point-of-care medical analysis.

Two spin-offs from the NTC are already on their startup-journey. QubeDot GmbH has been founded in 2019. By focussing on microLEDs for chip-based microscopy, it became the first and only startup until now supported by all three stages of the European Innovation Council EIC. With the iSMILE project, QubeDot was even successful in the highly competitive EIC Accelerator program. Synara Technologies GmbH has been founded in 2025 and will focus on microLED based optical neuromorphic processors. Synara recently got accepted in the QIMP High-Tech Incubator program of Braunschweig Zukunft GmbH under its managing director Gerold Leppa and his team.

The NTC and its participating teams are determined to accelerate on this exciting journey enabled by the invention of GaN technology. In addition, the NTC is an ideal blueprint for university-based technology hubs contributing to the High-Tech Agenda Germany and its key technologies, including microelectronics and quantum technology.

More to read (use links for accessing full papers):

MicroLED arrays—A perspective beyond displays, J. D. Prades, F. Meierhofer, A. Diéguez, A. Waag, Appl. Phys. Lett. 2024

Mixed photonic/electronic neural network based on microLED arrays, M Müller, R Kraneis, N Kälin, N von Malm, A Waag, C Werner, Neuromorphic Computing and Engineering 5 (2), 024005 (2025)

MicroLEDs for optical neuromorphic computing—application potential and present challenges, R Kraneis, M Müller, S Higgins-Wood, N Kaelin, Henja-Niniane Wehmann, N von Malm, C Werner, Andreas Waag, J. Appl. Physics: Photonics (2024) (<https://doi.org/10.1088/2515-7647/ad8615a>)

All publications of the Waag Lab @ NTC

KLASSENSITZUNGEN

Klasse für Geisteswissenschaften

Vor den Emblemen

Sinnbildkunst der frühneuzeitlichen Adelskultur und des Humanismus

KLAUS CONERMANN

Schlossplatz 18, 38304 Wolfenbüttel, kuoner.7@gmail.com

Prof. em. University of Pittsburgh, PA 15260/ USA

Die Entstehung der frühneuzeitlichen Sinnbildkunst vor und neben Andrea Alciati hat in der Forschung nach dem Erscheinen von Mario Praz¹ Schlüsselwerk *Studies in Seventeenth-Century Imagery* im großen Ganzen wenig Aufmerksamkeit gefunden. Er erkannte schon englisch *device* oder italienisch *impresa* als „sinnbildliche Darstellung eines Vorhabens, einer Verhaltensweise, dessen was man unternehmen will, mittels eines Mottos und einer Gestalt, welche sich gegenseitig erklären“. Das ist eine moderne, inhaltliche und formale Bestimmung, die eine sozialhistorische Ableitung aus Bräuchen der aristokratischen Führungsschicht des Spätmittelalters und der Frührenaissance verlangt. Die historische Grundbedeutung von Devise scheint Trennung/Unterscheidung zu sein (afrz. *deviser*).² Damit tritt schon früher im Mittelalter der Mensch auch im familiären Wappen und im Badge vor die Welt, selbst wenn er die Dinge noch allegorisch und typologisch versteht. Das bildliche Denken löst sich zunehmend zur Renaissance hin von der früheren, mittelalterlichen Allegorie, bleibt aber auch in der Bilddevise noch lange der Allegorie und dem typisierenden Denken verhaftet. Der Forscher Laurent Hablot entdeckte den Übergang von der imaginären Heraldik des hochmittelalterlichen Versromans zu einer „*emblématique nouvelle*“ schon in der Mitte des 14. Jahrhunderts, wobei er etwa Devisen nur als Beizeichen der Wappen (*brisures*) und nicht als Wurzeln der neuen Kommunikationsformen Bilddevise und Emblem betrachtete.³

In meinem Essay, der die Entstehung und Ausbildung der durchaus eigenständig zu betrachtenden Devise in einigen Aspekten skizzieren möchte, benutze ich die Bezeichnung Bilddevise, weil im Deutschen Devise zunächst als Wahlspruch verstanden werden kann, während Bilddevise von einem wesentlichen Zusammenhang von Bild und Text redet. Johan Huizinga gebrauchte für das englische *Badge* auch den französischen historischen Ausdruck *Connaissance* im Falle von Knüppel und Hobel der Valois-Herzöge am Anfang des 15. Jahrhunderts, als Ludwig von Orléans seinem Verwandten Johann Ohnefurcht von Burgund mit einem Knotenstock (*bâton noyeux*) und der Devise *Je l'envie*

(Ich habe Lust dazu) drohte, während dieser darauf mit einem Hobel und dem flämischen Wahlspruch *Ik houd* (Ich halte dagegen) antwortete.⁴ Während Badge oft, wie im Falle der englischen Rosenkriege, ein verschiedenfarbiges Rosenzeichen der Häuser Lancaster und York meinte, bekämpften sich die beiden Valois zwar auch innerhalb ihrer Kapetinger-Dynastie mit der Macht ihrer Lehen, traten dabei aber ausdrücklich mit dem eigenen personellen, fürstlichen Machtwillen gegeneinander. Devise und Emblem stehen gewiss in der Nachfolge des Wappenwesens. Das Wappen ist für den mittelalterlichen Menschen mehr als nur eine genealogische Liebhaberei. Die Wappenfigur gewinnt in seinem Bewusstsein nahezu den Wert eines Totems. Löwen, Lilien und Kreuze werden zu Symbolen, in denen ein ganzer Komplex von Stolz und Streben, Anhänglichkeit und Gemeinschaftsgefühl als selbständiges, unteilbares Ganzes bildhaften Ausdruck findet.⁵ Im Falle der Bilddevise wäre wohl auch auf den spielenden Menschen im Sinne eines anderen Buchs Huizingas Buch zu verweisen: *Homo ludens*. Vom Ursprung der Kultur im Spiel (1938). Eine der Wurzeln von Bilddevisen war seit dem frühen 14. Jahrhundert die Symbolik der von Fürsten gestifteten Ritterbruderschaften. Der kastilische Infant Ferdinand (1380-1416), der Sieger über die Mauren bei Antequera, war der zweite Sohn König Johanns I. von Kastilien und León. Ferdinand wurde 1413 zum König von Aragón und Sizilien gewählt und verband als Regent von Kastilien (seit 1406) und König von Aragón und Sizilien auch die beiden spanischen Königreiche.⁶ Noch als Fernando de Antequera stiftete er 1403 zum Kampf gegen die Mauren eine Kannenorden genannte Rittergesellschaft (*Ordén de caballeria de la Jarra, y Lirios, y un Grifo*). Zu den Mitgliedern dieses Ordens gehörten auch viele europäische Fürsten, darunter die Kaiser Sigismund (1415), Friedrich III. (vor 1459) und noch später Maximilian I.

Adlige aus Österreich und angrenzenden Gebieten in Deutschland zählten auch zu den Ritterbrüdern, darunter ein Gesandter und Hofmann Sigismunds, der weitgereiste tirolische Dichter Oswald von Wolkenstein (1377-1445). Selbst Frauen und Leute bürgerlichen Stands wurden gelegentlich und ohne Gelübde in den Orden angeschlossene Bruderschaften aufgenommen. Oswald von Wolkenstein war im September 1415 im Gefolge Sigismunds zu Verhandlungen über die Aufhebung des Schismas nach Perpignan gereist, der Residenz Papst Benedikts XIII. Er wurde dort in den Kannenorden König Ferdinands I. durch Königin Eleonore von Aragón aufgenommen. Wolkenstein hatte sich wohl zuvor an der Eroberung Ceutas beteiligt. Auf seinem Rock zeigt er wie eine Halskette einen wohl gewebten oder gestickten Kranz von Kannen und Lilien.⁷



Oswald v. Wolkenstein. Innsbrucker Handschrift von 1432 (*Liederhandschrift B*).⁸

Auf Oswalds Porträt erblickt man zwei Zeichen europäischer Orden, welche sich dem Kampf gegen die Hussiten bzw. Mauren widmeten: Der aus dem Geschlecht der Luxemburger stammender Sigismund, der seit 1387 auch König von Ungarn war, und seine Gemahlin Gräfin Barbara von Cilli gründeten im Jahre 1408 zur Festigung der eigenen Macht und zur Verteidigung des wahren Christentums gegen die Hussiten einen Drachenorden.⁹ Oben erscheint auf dem Schulterband Oswalds der an ein Kreuz gehängte Drache.

Ein anderes Beispiel bietet der schwäbische Reichsritter Georg von Ehingen, der Verfasser eines Berichts *Reisen nach der Ritterschaft* (1455).¹⁰ Er reiste bis ins Heilige Land und nach Ägypten und gewann dabei etliche fürstliche Orden. König Heinrich VI. von England (1421-1471) verlieh zwei deutschen Rittern wohl den von König Eduard III. (1330-1376) gestifteten Hosenbandorden, d. h. The Order of Saint George, or Order of the Garter¹¹ Schon Georgs Großvater Burkhart hatte eine „Gesellschaft“ empfangen.¹² Dieser Orden hieß Zopfgesellschaft, gestiftet vor 1388 von Erzherzog Albrecht III. v. Österreich (1348-1395). Burkharts Enkel Georg von Ehingen schrieb über das Abzeichen in dieser Rittergesellschaft: „[...] daz war ain zopff, hette uff ain zeit ain schöne fraw abgeschnitten und im den geben; also macht er der selbigen schönen frawen zuo eren ain ritterliche

gesellschaft daraus. Burckart von Ehingen bracht sollich gesellschaft mit im von Österrych heruff gen Schwaben.“ (S. 1).¹³

Auf einen anderen Georg von Ehingen verliehenen Orden, den vom Granatapfel, weist der folgende Gedenkstein hin:



Wappen und Bilddevise König Heinrichs IV. v. Kastilien und León in der Iglesia de San Jeronimo el Real, Madrid.¹⁴

Die Bedeutung des Granatapfels als Herrschaftsdevise erschließt sich durch seine Verwendung im spanischen Emblembuch des Juan de Horozco y Covarrubias, wo ein gevierter und gekrönter Wappenschild König Heinrichs IV. von Kastilien und León von dem Spruch „AGRO DVLCE“ (Bitter-süß) und von zwei geplatzten Granatäpfeln begleitet ist. Das lässt sich wohl als Empfehlung an den König begreifen, Strenge wie auch Milde walten zu lassen.¹⁵ Tatsächlich handelt es sich um eine Wappendarstellung, die durch eine echte frühe „divisa“ – wie sonst in der Heraldik durch Schildhalter – ergänzt ist. Sie ist auch im 15. Jahrhundert durch eine Skulptur aus der Iglesia de San Jerónimo el Real in Madrid belegt.¹⁶ König Heinrich IV. (Enrique IV., El Impotente) war der Bruder seiner Nachfolgerin, Königin Isabella (La Católica) (1451-1504). Diese vermählte sich mit König Ferdinand II. von Aragón (El Católico). Beider Tochter Johanna, genannt die Wahnsinnige (La Loca), heiratete 1496 Kaiser Maximilians I. Sohn, Erzherzog Philipp I. von Österreich (Der Schöne; 1478-1506), welcher von 1504-1506 offiziell auch Kastilien und León regierte.¹⁷ Die enge Verbindung zwischen den Spaniern und den Habsburgern könnte Maximilian vielleicht nach der Heirat oder dem Tode Philipps des Schönen zur Übernahme der kastilischen Divisa legitimiert haben, jedoch ist dies m. W. nicht belegt. Die Devise war schon durch den Ordenssouverän Philipp personalisiert und konnte daher auf dem Wege dynastischer Allianzen und durch Ordensmitgliedschaft übertragen werden. Das Symbol des Granatapfels wurde auch von Zeitgenossen außerhalb Spaniens als Devise benutzt.¹⁸ Als Herzog Karl der Kühne von Burgund (1433-1477) angeblich 1446 in Trier mit König Alfons V. von Aragón und Sizilien zusammentraf, soll dieser Karl den Kannenorden überreicht haben, während Karl Alfons mit dem Orden vom Goldenen Vlies beehrt habe.¹⁹ Diese Mitgliedschaft und die Oberherrschaft oder Souveränität des Ordens empfing Erzherzog Maximilian, der spätere deutsche König und Kaiser, nach Karls Tod (1477). Er gewann seine Stellung im Orden durch seine Eheschließung mit Karls Erbtochter Maria in Brügge am 30.04.1478.²⁰ Als Frau konnte sie keinem Ritterorden vorstehen.

Der Granatapfel²¹ unter dem Rad muss also nicht christlich im Sinnkreis der Liebe und Gnade Gottes und der Jungfrau Maria gedeutet werden. Eine christliche Erklärung lag allerdings noch Albrecht Dürer im Sinn, als er 1515 Kaiser Maximilians Gebetbuch illustrierte. Er stellte am Anfang eines Marienoffiziums eine Figur Marias auf einen blühenden Granatapfel und auf der Folgeseite eine Bäuerin mit Schwan und Eierkorb auf einen reifen Granatapfel.²² Für seine Illustration eines Gebetbuchs wollte Dürer also nicht das Devisenbild des Kaisers verwenden, sondern auf eine christliche und moralische Bedeutung des Granatapfels verweisen.



Albrecht Dürer illustriert im Gebetbuch Kaiser Maximilians I. die Segensbitte an Maria mit einem Granatapfel. Ausschnitt.



*Hans Burgkmair d. Ä.: Kaiser Maximilian I. mit Sinnbild und Wappen. Holzschnitt um 1510.
Städel Museum, Frankfurt a. M. Privatfoto.*

Die einzige zu Lebzeiten des Kaisers vollendete und gedruckte Gedenkschrift ist das Versepos *Theuerdank* (1517). Sein Held Theuerdank,²⁵ wie Maximilian sich im gleichnamigen Werk selbst nannte, wurde nach Maximilians Vorgaben von seinem Geheimsekretär Marx Treitzsauerwein bis zum Jahre 1516 geschrieben. Die menschliche Gestalt oben auf dem Rad, welches sich in den Holzschnitten auf dem Rock des Herolds Ernholdt wiederholt, scheint sich auf den alle Abenteuer bestehenden jungen Erzherzog Maximilian zu beziehen. Im letzten Holzschnitt sieht der Betrachter, wie Theuerdank triumphierend auf einem Rad von Schwertern tanzt. Vom Abenteuerrad künden die Bilder Hans Burgkmairs d. Ä. und seiner Kollegen somit mehrfach, als sinnbildliches Porträt Burgkmairs und im Versepos als Illustration eines bildlichen Leitmotivs auf dem Rock des Herolds sowie als Schlussornament des vollbrachten Siegs.

Der beschluß dieser Historie von dem Handlichen
vnd gluckhaffigen Helden Tewrdannek.



118

Die geuerlichkeiten vnd einsteils der geschichten des loblichen streyparen vnd hochberümbten helds vnd Ritters herr Tewrdannekhs (Hg. v. Melchior Pfintzing, Holzschnitte v. Leonhard Beck u. Hans Burgkmair d. Ä.). SB München: Rar 325 a.

Bilddevisen konnten entlang dynastischer Allianzen übernommen und mannigfaltig umspielt oder gedeutet werden – wie in Kaiser Maximilians Glücksrad. Albrecht Dürers bekanntes Maximilian Porträt im Kunsthistorischen Museum in Wien und andere Darstellungen zeigen den Granatapfel jedoch schon als ein persönliches Symbol des Monarchen. Auf der von Albrecht Dürer und anderen gezeichneten *Ehrenpforte*²⁶ des Kaisers werden alle Frauen, Kinder, Enkel und auch angeheiratete Frauen der Habsburger mit dem Granatapfel als Angehörige der kaiserlichen Familie ausgezeichnet.

Wie viele zeitgenössische Souveräne von fürstlichen Ritterorden livrierte der Gründer des Ordens vom Goldenen Vlies, Herzog Philipp der Gute von Burgund, die Mitglieder durch Gewänder und Ordens-Collanen. Als Oberhaupt dieses Ordens (Toison d'Or) konnte Karl der Kühnen zur Aufnahme auch eine goldene Halskette vergeben, deren Glieder Feuersteine und Feuerstähle abbilden. Sie erscheinen auch auf vielen anderen Objekten. Der Prunk und die Detaillierung der Kleidungsvorschriften nahmen unter Philipps Sohn und Nachfolger Karl sogar noch zu.²⁷



Versammlung des Ordens vom Goldenen Vlies unter Herzog Karl dem Kühnen von Burgund in Valenciennes 1473. Ausschnitt.²⁸

Bei der Feier des Heiligen Geistes trug man in der Kirche „robbes de velour vermeil“ und beim Gottesdienst für die Heilige Jungfrau weiße Damastkleider und Schweifkappen (Chaperons). Je prächtiger die Herzöge die Kostüme ausstatteten, desto weniger Raum blieb für individuelle Symbolik, bis neben den ritterlichen Wappen nur Feuerzeug, Widderfell und die ins Andreaskreuz gelegten Knotenstöcke ins Auge fielen.

Ritterorden des späten Mittelalters oder der Frühen Neuzeit wie die erwähnten Orden der Kanne, des Drachens oder des Goldenen Vlieses kannten also zwar Ordenszeichen, jedoch wiesen sie ihren Mitgliedern innerhalb des Ordens keine unterschiedlichen persönlichen Symbola oder gar persönliche Bilddevisen mit deren eigenem Wahlspruch zu. Zwar konnten die Fürsten individuelle Sinnbilder annehmen und verleihen, das Erdenken von eigenen Impresen wird aber erst in italienischen Akademien des 16. Jahrhunderts Aufgabe der Mitglieder. In den weltlichen Ritterorden des 14. und 15. Jahrhunderts banden gemeinsame Zeichen die Träger an das Gelübde des Ordens und an dessen Souverän. Sie stellten Insignien der fürstlichen Machtverbände und Indikatoren der allmählichen Entwicklung von Fürstenstaaten dar. Dazu passt ein Fragment einer in der sog. Burgunderbeute erhaltenen Kornettfahne mit Karls Devise „Je lay emprins“ (Ich hab's versucht) und den zwischen Feuereisen gekreuzten Knotenstöcken, die an das Martyrium des Ordensheiligen Andreas, aber nicht an den erwähnten drohenden Knotenstock Ludwigs von Orléans erinnern sollten.



Fahne Karl des Kühnen mit Andreaskreuz und Feuereisen des Toison d'Or sowie einer Devise des Herzogs.

Wir knüpfen nochmals an die Verbindung zwischen Maria von Burgund und Maximilian von Österreich an. Dazu gehen wir von einem doppelseitigen Gemälde eines burgundischen Klappaltars aus.



Meister der Magdalenenlegende (Pieter van Coninxloo, Colijn de Coter oder Barent van Orley?).



Auf der Rückseite erscheint ein gerüsteter heiliger Sebastian in Grisaille-Malerei.²⁹

Die Abbildung des Ordensheiligen und burgundischen Patrons Andreas mit dem Schutzpatron Sebastian lässt sich in einer burgundischen Medaille der Zeit nachweisen. Diese zeigt neben der auch im Orden vom Goldenen Vlies verehrten Madonna die beiden Heiligen Andreas und Sebastian, jenen mit dem Attribut des Andreaskreuzes, diesen gerüstet mit Schild und Pfeil wie auf der Rückseite des Gemäldes.



Burgundische Medaille auf die Heirat Marias von Burgund und Erzherzog Maximilians von Österreich (1477). Staatl. Münze Berlin: Münzkabinett Inv. 18217863. Wikipedia Commons.³⁰

Wir können Anlass, Datierung und Zweck des Gemäldes nicht mit Gewissheit von der burgundisch-österreichischen Hochzeit herleiten, vermögen aber dennoch einen Zusammenhang damit zu vermuten: Die von den Franzosen und den eigenen Ständen arg bedrängte Erbherzogin Maria von Burgund brauchte einen Ritter als ‚Schutzpatron‘, wie ihn Maximilian darstellte. Die Heiligen traten an die Stelle und die Seite Burgunds und seines Regentenpaars.



Rogier van der Weyden: „Le Grand Bâtard“ Antoine de Bourgogne (1424-1504) als Sebastian. Mus. der Schönen Künste, Brüssel, Inv. Nr. 1449. Wikimedia Commons.

Der aus Seligenstadt (am Main, Landkreis Offenbach) stammende Hans Memling (1433/40-1494), ein Brügger Künstler aus dem Kreis Rogiers van der Weyden, malte Antoine auf einem verschollenen Porträt wohl ohne dieses Collier und ohne Pfeil nach, nur mit dem Anhänger des Ordens-Vlieses um den Hals (kurz vor oder um 1470).



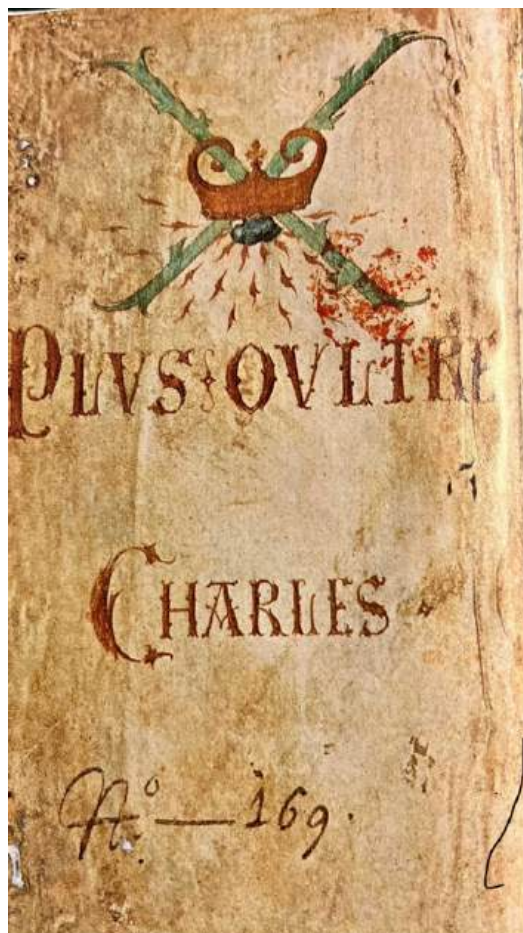
Hans Memling: Antoine de Bourgogne, nach Rogier van der Weyden. Wikimedia Commons.



828 Herzog Karl der Kühne v. Burgund, Avers: DVXKAROLVS BVRGVNDVS u. Revers: zwischen 2 funkensprühenden Feuersteinen und Feuerzeugen der Widder des Ordens vom Goldenen Vlies; Motto „IELAIEMPRINS BIENENAVIENGNE (Ich hab's versucht, wohl geling's); datierbar 1474. – 829 Antoine de Bourgogne, le grand Bâtard, Avers: ANTHONIVS B DEBVRGVNDIA u. Revers: Feuerkasten mit Funken; Motto NVL NE SI FROTE (Niemand reibe sich daran). Ähnlich British Museum (Hill: *A Corpus of Italian Medals*, no. 962).

Auf der Rückseite einer Kopie des Porträts im Musée Condé erblickt der Besucher einen gut zu dem Feldherrn Antoine de Bourgogne (und seinem Halbbruder Karl dem Kühnen) passenden Feuerkasten mit dem Motto „QVL NE SI FROTE“ (Dass er sich daran nicht reibe).³¹ Solche Feuerkästen wurden bei einer Belagerung in eine Stadt geschleudert. Auf der Medaille Nr. 829 warnen die Flammen mit den Zündschnüren im, auf und unter dem gefährlichen Kasten wohl auch metaphorisch vor dem Zorn Antoines gegen den, der sich an der unehelichen Abkunft des Großen Bastards stoßen sollte. Auf der Rückseite Nr. 828 dürften die Feuerzeuge mit Feuerstein und Flamme in der Ordenskette dem Kenner des Ordens Toison d’or auffallen, dem auch der Große Bastard seit 1456 angehörte. Die Erfindung des Feuerkasten-Reverses wäre Antoine als Sammler von illustrierten Handschriften wohl zuzutrauen. Rechts, links und oberhalb des Feuerkastens weisen die Lettern I, N und E wohl außerdem auf eine Charge, die Antoine 1464 erlangte: IMPERATOR NAVALIS EXERCITVS.

Die folgende Bilddevise des jungen spanischen Königs Karl zeigt, dass Heiligenattribute (Hl. Andreas) über weltliche Orden eines anderen Souveräns (Philipp der Gute von Burgund) in die Devisen mit dem eigenen Wahlspruch eines anderen Fürsten eingehen konnten.³²



Devise im Gebetbuch König Karls I. von Kastilien und Aragón. 1516/19.³³

Die häufig vorkommenden, ins Andreaskreuz gelegten und funkensprühenden Stöcke (oft mit den altertümlichen Feuereisen und -steinen) traten auch gern zusammen mit der Kaiserkrone, dem doppelköpfigen Adler, den Herkules-Säulen, dem Wahlspruch und den Wappen des Herrschers auf.



Hans Weiditz: König Karl I. v. Kastilien und Aragóns im Jahr seiner Wahl zum Kaiser. Herzog-Anton-Ulrich-Museum, Braunschweig. Sign. HWeiditz AB 3.13).

Die beiden Säulen des Herkules aus der Bilddevise Kaiser Karls V. (1500-1558) tauchen häufig in mehr oder minder mit Allegorien, Kronen, Medaillen, Architekturspolien, Trophäen, Girlanden, Früchten und anderen Ornamenten in Ansichten, Erinnerungstafeln, Inschriften und geschmückten Umrahmungen auf. Schon früh erblicken wir die Säulen auf diesem Holzschnitt, den der in Augsburg tätige Hans Weiditz d. J. (1495-1537) entwarf.³⁴ Unter dem Namen des jungen Habsburgers, der schon als Carlos I die Königreiche Kastilien und Aragón geerbt hatte, erscheint das von der Kaiserkrone gekrönte kaiserliche Adlerwappen mit der Kette des Ordens vom Goldenen Vlies und den Schildhaltern Löwe und Greif, begleitet rechts und links von den gekrönten Wappen Kastiliens (links) und Aragóns (rechts) mit einem Joch bzw. Pfeilerbündel. Unter dem Adlerwappen steht das burgundische Motto Karls (Plus Oultre) deutsch (Noch weiter). Karl hält schon den Reichsapfel und trägt als Herr des ursprünglich burgundischen Ordens vom Goldenen Vlies dessen Kette mit Jasons bzw. Gideons Widderfell. Jacob Cornelisz. van Amsterdam stellte Maximilian und Karl V. auf vergleichbaren Holzschnitten dar, diesen mit seinem burgundischen Spruch „PLUS OUTRE“, jenen mit dem gegensätzlichen „HALT MAES“.³⁵

Der Bischof von Nocera, Paolo Giovio (1483–1552), schrieb in seinem *Dialogo dell'Imprese militari et amorse*, dass der Mailänder Aloisio Marliano,³⁶ Rat und Leibarzt Karls, dessen Imprese erfunden habe.



Imprese Kaiser Karls V. in P. Giovio: Dialogo (Lione: G. Roviglio 1559), 16, ÖNB Wien.

Nach Giovio übertrifft der Kaiser damit bei weitem die Imprese, die sein tapferer Ahn (mütterlicher Urgroßvater) Karl der Kühne von Burgund trug: Und sicher erschien es ihm, dass Karls Imprese von den Säulen des Herkules mit dem Motto PLVS VLTRA nicht nur die des burgundischen Feuereisens an Würde und Anmut übertroffen habe, sondern auch noch die übrigen Impresen, welche andere Könige

und Fürsten bis jetzt getragen hatten.³⁷ Lodovico Domenichi, der Gesprächspartner des Bischofs Giovio im *Dialogo dell'impresa militari et amorse*, bewertete die Bilddevise und erklärte den historischen Bezug, nämlich die Erwerbung Amerikas (India Occidentale, Westindien), durch die der Kaiser den Ruhm der Römer überholt habe. Das Lob der Imprese begründet Domenichi allgemein damit, dass der abgebildete Gegenstand (soggetto, hier Thema) das Auge (vista) und den Geist (anima) der Betrachtenden bewundernswürdig befriedigten. Domenichi bittet Giovio, ihn über die Herkunft des Feuerstahls Karls des Kühnen aufzuklären, mit dem sich die Ritter aus dem „ordine del Toson“, dem Orden vom Goldenen Vlies, schmückten, indem sie eine Halskette aus gekreuzten Ästen und Feuerzeugen mit dem daran hängenden goldenen Vlies trügen.

Mit der Abbildung und ihrem Kommentar haben wir in unserer Betrachtung nicht nur eine regelmäßige Imprese gefunden, sondern mit Giovios Buch auch die erste maßgebliche Quelle der gelehrten Impresenkritik. Mit dem Zwiegespräch zwischen Paolo Giovio und Lodovico Domenichi beginnt ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Bilddevise durch besonders in Italien verbreitete gelehrte Debatten über die Regulierung der Impresa. Giovio bestimmt fünf Eigenschaften der Bilddevise und schreibt damit das Wesen des Genres fest, um das sich künftig die Diskussion in zahlreichen Variationen der Argumentation dreht. Er definiert in seinem seit 1555 in vielen Auflagen erschienenen *Dialogo*, dass die Imprese zunächst des rechten Verhältnisses (proportione) von Geist (anima, Seele) und Gegenstand (corpo, Leib) bedürfe, dass sie zweitens nicht so dunkel sein solle, damit sie wie ein Rätsel der Sibylle gelöst werden müsse, aber dass auch nicht jeder Plebejer sie verstehe. Drittens solle die Impresa ein schönes, lustiges Aussehen (bella vista, allegra) haben und zu solchem Zweck Sterne, Sonnen, Monde, Feuer, Wasser, grünende Bäume, mechanische Werkzeuge, seltsame Tiere und phantastische Vögel (animali bizzarri, & uccelli fantastichi) weisen. Viertens darf man keine menschliche Gestalt in der Imprese finden. Fünftens muss das Motto die Seele des Leibs ausmachen und gemeinhin in einer anderen Sprache als der des Impresenverfassers ausgedrückt werden, weil die Meinung eher verdeckt sein soll. Sie möge kurz sein, aber nicht so sehr, dass sie zweifelhaft ausfalle. Das Motto komme sehr gut mit drei oder vier Wörtern aus, wenn es nicht aus einem ganzen oder unvollständigen Vers bestehe. Und um diese Bedingungen zu erklären, sagte Giovio, dass Geist und Leib der Imprese sich aus dem Motto oder dem Corpo verstehen lassen müssen und, wenn man meine, dass dem Geist der Gegenstand abgehe oder ihm fehle, dass das Thema, die Imprese mithin nicht vollkommen sei.³⁸ Hinzuzufügen bleibe gewiss noch, dass sich die (weltliche) Imprese vor allem mit Krieg, Regierungskunst und Liebe beschäftige – wie der Titel andeutet, Diese thematische Auswahl spiegelt damit den gesellschaftlichen Schwerpunkt in der Welt der frühneuzeitlichen europäischen Aristokratie, deren Tätigkeit und Gesprächskultur wieder.

In der Frühesten Neuzeit tauchen synchron zur Bilddevise ihr verwandte sinnbildliche Ausdrucksformen auf – man könnte von Vorläufern der später diskutierten Concetti sprechen. Sie äußern sich nicht nur in der Impresistik, sondern auch in Emblematik, Heraldik, Renaissancehieroglyphik und Numismatik. Wie bekannt, verfasste Andrea Alciati (1492-1550) das erste Emblembuch³⁹ und ließ es 1531 in Augsburg bei Heinrich Steiner drucken. Hierin findet sich am Anfang, vor den eigentlichen Emblemen, ein an einen Baum gelehnter Wappenschild mit einer sich schlängelnden Natter, aus deren Maul ein nacktes Kind ragt. Schon der mailändische Herzog Ludovico Maria Sforza (il Moro; 1452-1506) gebrauchte diese an einen Caduceus erinnernde Figur in privater und in dynastischer Bedeutung.⁴⁰

INSIGNIA DVCATVS MEDIOLAN.



Alciatus: Emblematum liber (1531), Bl. Aa Wappen des Herzogtums Mailand. Holzschnitt nach einem Entwurf des Augsburger Malers und Zeichners Jörg Breu d. Ä.

Das Epigramm unter diesem Widmungsbild dürfte in der Übersetzung bedeuten:

Aus dem Rachen der gewundenen Natter entspringt ein Kind.
Es ist das edle Geschlecht in Deinem Stammbaum.
Wie wir sahen, führte solche Münzen der peläische König
Und feierte damit seine Abstammung.
Als die Mutter im Bilde der Natter verführt wurde, erklärt er, habe Ammon [Jupiter] ihn
aus göttlichem Samen gezeugt.
Aus dem Maul kam er so hervor, heißt es, wie jenen Nattern entsteigend,
oder darum, dass Pallas aus Jupiters Haupt entstanden war.⁴¹

Die Erklärung zu diesem Wappen Mailands mutet wie eine humanistische Fortsetzung der mittelalterlichen Wappen- oder Herolddichtung an. Das heraldische Lob gilt der mailändischen Herrscherfamilie der Visconti bzw. deren Nachfolgerin (Sforza). Spätere Ausgaben der *Emblemata* weisen oft in der Inscriptio ausdrücklich auf den 1515 vertriebenen mailändischen Herzog Massimiliano Sforza (1493-1530 oder 1552) hin und leiten sein Geschlecht von Alexander dem Großen (peläischer König) und Jupiter (Ammon, Gott im oberägypt. Theben) ab.⁴²

Auch auf dem Revers einer Medaille des Alciati-Schülers Johannes Secundus fand die Pictura 1532/33 Verwendung. Pictura, Gemälde, nennt sich im Emblem eines der drei regelmäßigen Bestandteile der Form. Die übrigen heißen gewöhnlich Inscriptio und Subscriptio (meist ein Epigramm). Paolo Giovio fasste Alciatis Widmung als Imprese auf. Sie wurde mit einer neuen Zeichnung im eleganteren Rahmen zuerst in einer Roviglio-Ausgabe des *Dialogo* postum 1559 veröffentlicht.⁴³ Darunter findet sich die Kritik des Verfassers, es fehle dieser Komposition die Seele (anima) und das prickelne Motto (frizzante), also der Geist, der in Inscriptio und Subscriptio zum Ausdruck kommt.

An einer anderen Stelle von Alciatis Emblemabuch sehen wir – in der Wiedergabe der lyonesischen Ausgabe – den Caduceus vollständig mit dem Stab und Merkurshelm:



In der vermutlich von Lodovico Domenichi veranstalteten Ausgabe von Paolo Giovios *Dialogo dell'Imprese militari et amorose* (Lione 1559) findet der Leser nur die Angabe, dass Alciati das Symbolum vom Juraprofessor Giason del Maino (1435-1519) übernommen habe. Bei diesem Juristen hatte Alciati in Pavia studiert. Auf Mainos Kupferstichporträt steht ein lateinisches Epigramm, das das Motto über Alciatis Emblem geradezu als Grundlage für das verdiente Lob eines gelehrten Humanisten erscheinen lässt:

Eloquio & legum studio præclarus Jason
Insubrum eximio vexit honore decus.⁴⁴
(Der durch Rede und Gesetzesstudium hochberühmte Jason
Hat die Ehre der Mailänder ungemein befördert.)

Natürlich hat Alciati die Idee in Mainos Spruch nicht mangels eigener Erfindungskraft übernommen. Wir kennen das Motto zusammen mit seinem antiken Ursprung, d. h. den Reversen auf den Nummi des Tiberius und Commodus und aus der Naturgeschichte (Plin. nat. XXIX.12.2).⁴⁵ Mignault erinnert daran, dass Cicero in seinen *Epistulae familiares* diese Aufschrift dem älteren Cato zugeschrieben habe: Dich, Kyros halten sie für glücklich, weil ja deiner Tugend Glück beiwohnt — „quoniam virtuti tuæ fortuna coniuncta est.“⁴⁶ Der ‚corpo‘ der Imprese zeigt den Caduceus mit dem geflügelten Helm Merkurs auf dem Botenstab des Gottes, den zwei miteinander verschlungene Nattern mit der Cornucopia der Nymphe (oder Ziege) Amalthea kreuzen. Sie hatte einst den Säugling Jupiter/Zeus genährt und war von diesem mit dem Überfluss in den Hörnern ihres Stiers belohnt worden. Während das Wappen der mailändischen Visconti in Alciatis EmblemBuch mit einer Schildfigur geziert wurde, um die Abkunft des Mailänder Geschlechts von Zeus' Liebling Alexander von Makedonien zu adeln, benutzte Alciati weder das eigene familiäre Wappen noch eine eigens davon abgeleitete Impresa für seine Devise. Diese verbirgt sich im *Emblematum liber* als lehrhaftes Emblem. Das Wappen zeigt, wie heute noch die Helmzier des gegraften Alciati-Hauses, einen heraldisch steigenden Hirsch bzw. Elch (ital. alce).

Alciati übernahm ein „symbolum“ Mainos, um seinen Lehrer zu ehren und daraus eine eigene Impresa zu entwickeln. So konnte er ein ähnliches, jedoch persönliches Lebensziel im Spruch seines Lehrers und in den Mythen um Hermes, Zeus und Amalthea verstecken, aber zugleich ein allgemeines Emblem für Humanisten ableiten. Immerhin hätte Giovios Kritik also von Alciati zurückgewiesen werden können, da schon im bloßen ‚Körper‘ der Impresa durch Deutung der Mythen in Hinsicht auf den Träger des Sinnbilds hin genügend ‚Seele‘ und Esprit entdeckt worden wären.

Leon Battista Alberti (1404-1472), als Architekt und Humanist bestens mit dem Wissen der Antike und den Ruinen Roms vertraut, stellte die Bilderschrift der

Ägypter über die späteren Buchstabenschriften, deren Bedeutung wie die der Etrusker mit der Zeit in Vergessenheit geraten sei. Alberti, der bahnbrechende Künstler und Theoretiker, entwarf mit seinem Profil und seinem Namenskürzel L.BAP. eine frühe Plakette in Bronze und in Silber (1432-1438), die auch unter seinem Kinn ein kleines Devisenbild zeigt, das in der Renaissance wohl als Hieroglyphe galt. In einer Handschrift der Biblioteca Nazionale zu Florenz (Cod. II. IV. 38) wohl aus dem Jahre 1436 findet sich auf dem Verso des letzten Blatts von Albertis *Della Famiglia* und vor dessen *Della Pittura* die Zeichnung der Impresa⁴⁷ ähnlich wie auf der Rückseite einer etwas späteren Medaille Matteos de' Pasti (s. unten).



Seinen ersten Rufnamen Leon oder Leone stellte Alberti 1435 vor die Bezeichnung des Täuflers und ließ sich dazu passend mit einer an eine Löwenmähne erinnernden Haartracht abbilden.⁴⁸ In einer Handschrift der Biblioteca Nazionale zu Florenz (Cod. II. IV. 38) wohl aus dem Jahre 1436 findet sich auf dem Verso des letzten Blatts von Albertis *Della Famiglia* und vor dessen *Della Pittura* die Zeichnung der Impresa⁴⁹ ähnlich wie auf der Rückseite einer späteren Medaille Matteos de' Pasti:



Die frühe Neuzeit Europas war fasziniert von den altägyptischen Hieroglyphen, obgleich sie sie nicht lesen konnte. Oder richtig, sie las sie anders, aus den ihr verständlichen Quellen. Man stellte gefallene Obeliskten als Mahnungen der alten Ägypter wieder auf, erfand sogar neue Bildzeichen von Tieren, Göttern und Gegenständen. Ausgehend von der ägyptischen Bilderschrift auf Obeliskten definierte Torquato Tassos in seinem Dialog *Il Conte* aus dem Grundbegriff *Impresa* (Unternehmung/ Unternehmen) den Zusammenhang zwischen Gedenkimpresen und Impresen des Verhaltens und Vorhabens: „Imprese pflegen wir die berühmten Taten zu nennen [...], wie auch wir Imprese die Bilder und die Bemerkungen nennen, mit denen wir unsere Begriffe von den gemachten oder zu machenden Dingen bezeichnen.“⁵⁰ Im *Weißkunig* Kaiser Maximilians I. erblickt der Leser auf einem Holzschnitt den Künstler Hans Burgkmair in Gegenwart des Monarchen beim Abbilden eigener Hieroglyphen. Man erkennt Kriegsgerät (Kanonenrohr, Mörser, Helm und Brustpanzer, Hellebarde) und jagdbare Tiere (Hirsch, Schwan, Wildschwein, Löwe, Gamsbock). Es handelt sich also nicht um eine Nachahmung hieratischer ägyptischer Hieroglyphen, sondern um Umrisszeichnungen neuartiger Dinge.⁵¹ Der „Weißkunig“ berichtet, dass der junge Maximilian auf Rat eines Kriegshauptmanns zu malen anfang, obwohl er erst später verstand, dass er dies im Krieg wohl nutzen konnte und auch „zu Ritterspielen, zu gepeu, vnd zu erfindung Newer werckh gebraucht [...], Er hat auch die grossen kinstler der Malerey underhalten, vnd vil kunstliche werck malen und schneiden lassen, die in der welt, in seiner gedächtnus, aber mit verkerten namen bleiben werden.“⁵² Es handelt sich in diesem Verständnis der Kunstwerke, wie im Falle der Hieroglyphen, um geheime Kunstwerke, die wie die hieratische Schrift auf Obeliskten und Tempelwänden auch der Memoria des Herrschers dienen. Im Verhältnis von *pictura* und Text geht es im Emblem, der Bilddevise und anderen

ikonischen Ausdrucksformen im Verständnis der Frühen Neuzeit um vergleichsweise hieroglyphische Bedeutungsträger.⁵³



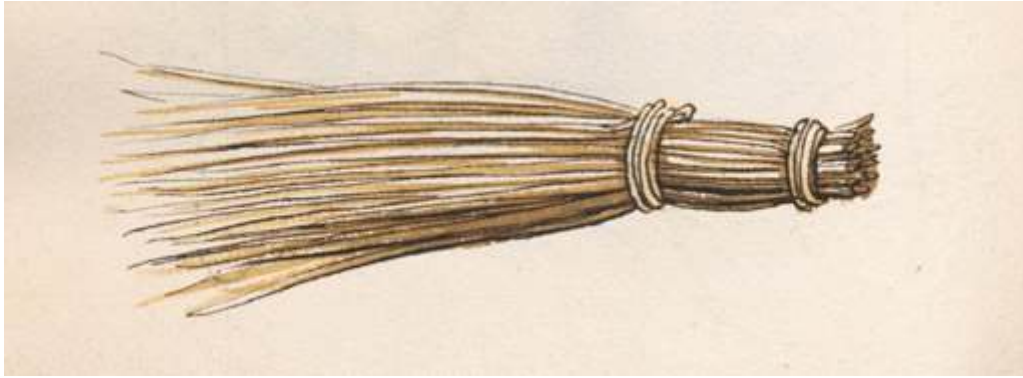
Holzschnitt Hans Burgkmairs d. Ä. aus *Kaiser Maximilians I. Weiß Kunig* (Wien 1775), vor S. 75. Der Maler zeichnet Hieroglyphen im Beisein des Kaisers.

Anders als Burgkmair erfand Dürer im Folgenden nicht neue Hieroglyphen (außer dem heraldischen, doppelköpfigen Reichsadler), sondern drapierte häufige alte Hieroglyphen- und Fabeltiere um den Kaiser herum. Die Tierdarstellungen finden sich nochmals als Einzelbilder in der handschriftlichen *Horapollo*-Übersetzung Pirckheimers. Um die Ewigkeit (aevum) darzustellen, heißt es im ersten Kapitel, hätten die Ägypter eine Sonne zusammen mit einem zunehmenden Mond oder auch eine Schlange verwendet, den sog. Uraeus oder Basilisk. In Ägypten war die griechisch *ouraios* genannte Schlange eine aufgerichtete Kobra, die der Gott Re oder an seiner Krone der Pharao trugen, ein apotropäisches, feuriges Symbol.⁵⁴ Hier ist keine Kobra, sondern ein Wunderwurm dargestellt, der als ein geflügelter

Drache mit Schlangenschwanz auf der Krone des Herrschers Maximilian erscheint und seine kosmische Bedeutung durch den Stern versinnbildlicht. In Dürers Werk wird die Schlange als Sinnbild der Ewigkeit auch kreisförmig abgebildet, scheinbar sich selbst verschlingend. In der Darstellung des Monarchen windet sie sich außerdem um sein Zepter wie an einem Äskulapstab, weil Asklepios/Aesculapius in Schlangenform (als Lebenszeichen) zu Epidauros verehrt wurde. Auf dem Deckblatt sitzt der Kaiser mit dem Stab auf einem Bündel von Papyrusstengeln (mit geschlossener Dolde) wie auf einem Thron. Die Dolden wurden zur Papierherstellung, die Stengel zu Schreibrohren gebraucht.⁵⁵ Maximilian war ein gebildeter, an humanistischen Erkenntnissen interessierter Fürst.



Albrecht Dürer: Kaiser Maximilian I. Aus: *Hieroglyphicon liber I et liber II introductio cum figuris* (um 1510).⁵⁶



Hieroglyphicon: „Quomodo archæogenia[m pingunt.] Stirpem antiquam vero pingentes, Papyri pingunt fasticulum. per hoc ostendentes Parisiorum escam, Nam alimenti, aut stirpitis nemo initium inuenire potest.“ Horapollo, lat. übersetzt v. Pirckheimer (1470-1530), Bl. 40"

Symbol der Wachsamkeit und Opfertier der Geheilten passen zum Herrscher und zum Arzt, denn auch der Pharao schützt wie eine Schlange, die der Arzt auch als Sinnbild führt. Der die Schlange ergreifende Hahn scheint aber nicht aus der Hieroglyphik oder der abendländischen Fabeltradition zu stammen, sondern aus der christlichen Ikonographie, weil er den wachsam Vogel mit der Symbolik des Sündenfalls verknüpft.⁵⁷ Der Monarch verlangt Treue, der Arzt übt sie aber auch am Patienten. Maximilian thront wie der ibisgestaltige Thot, der ägyptische Gott der Wissenschaft. In Hoeschels *Horapollo*-Ausgabe ist der Vogel dem Merkur bzw. Hermes als Gott des Herzens und der Vernunft („omnisque rationis praesidi & moderatori“) geweiht, denn sein Körper gleicht zum Teil einem Herzen.⁵⁸



Albrecht Dürers Illustration des Ibisses in Willibald Pirckheimers Hieroglyphicon I, 45^v (ÖNB Wien).

¹ Studies in Seventeenth-Century Imagery. Second ed. considerably enlarged. Roma 1974. Zuerst 1937. Vgl. ders.: Part. II. 1: Addenda et corriigenda, II. 2 Hilarly M. J. Sayles: Chronological list of emblem books. Roma 1974.

² Dictionnaire historique de la langue française contenant les mots français en usage et quelques autres délaissés, avec leur origine proche et lointaine; leur apparition datée dans l'usage ... par Alain REY (et al.) nouvelle édition augmentée par Alain REY. Paris 2016, 674: „Le féminin DEVISE n. f. (1150-1170) a d'abord eu le sens de <division> [...] Une spécialisation ancienne en a fait un terme de blason (1160), appliqué à une marque distinctive, un emblème. Le sens moderne est apparu par transfert métonomique de l'emblème à la sentence qui l'accompagnait (av. 1560), le mot désignant aussi l'ensemble composé par l'emblème et la sentence (1610). [...] Le masculin DEVIS n. m. (1150) a eu des sens anciens parallèles à ceux du verbe <souhait, volontés>, encore au XVI^e siècle, et <propos, discours>, (1406), jusqu'au XVII^e s.” – Laurent Hablot: Manuel de Héraldique Emblématique médiévale. Tour 2019, 246: „C'est toutefois l'application fonctionnelle et notamment le partage de ces emblèmes qui fait véritablement naître la devise dont le nom vient peut-être tout autant du terme *deviser*: <décrire> ou <parler de>, que de *diviser*: <partager>.” Hablot weist auch darauf hin, dass die Lehnsbindungen durch die vielen Huldigungen und Konflikte im späten Mittelalter sich abschwächten, sodass neue Formen der Abhängigkeit von Fürsten entstanden und sich daraus gemeinsame „emblèmes“ ergaben. Dies trifft auf die fürstlichen Rittergesellschaften mit ihren gemeinsamen Bilddevisen zu.

³ Laurent Hablot: Marqueurs d'identité dans la littérature médiévale: mettre en signe l'individu et la famille (XII^e-XV^e siècles). In : Actes du colloque tenu à Poitiers les 17 et 18 novembre 2011. Textes réunis par C. Girbea, L. Hablot et R. Radulescu. Turnhout 2014 (Histoire de famille. La parenté au Moyen Âge, 17), bes. S. 7-24 (Rapport introductif: identité, héraldique et parenté).

⁴ Vgl. Claude Paradin: Annales de Bovrgogne, 480: „Et se declairoye(n)t manifesteme(n) estre ennemis les Ducs d'Orleans & de Bourgongne, par leurs deuises: car les gens de guerre du Duc d'Orleans portoyent en leurs banderoles, au bour des la(n)ces, ces mots, *Je l'enuye*, avec vn baston espineux, & noueux en peinture: par laquelle devise le Duc Lois vouloit dire, que où , ou il frapperait, la bugne y leueroit. Ceux du Duc Iean de Bourgongne portoyent au bout de leurs lances, des banderoles, avec telle inscription, en langage Flament, *Hic Houd*. qui signifie je le tien. Avec ce faisoit peindre en sa diuise vn Rabot, ou planon, respondant, au baston noueux du Duc d'Orleans, voulant dire qu'il planeroit le baston noueux.” Damit war dieser Devisenkrieg aber noch nicht ans Ende gekommen, denn Louis d'Orléans wurde von seinem Gegner ermordet.

⁵ Johan Huizinga: Herbst des Mittelalters: Studien über Lebens- und Geistesformen des 14. Jahrhunderts in Frankreich und den Niederlanden. 11. Aufl. Hg. v. Kurt Köster. Stuttgart 1975, 335f. Vgl. hierzu auch Huizingas Aufsatz: Aus der Vorgeschichte des niederländischen Nationalbewußtseins. In: Im Bann der Geschichte. Amsterdam 1942, 213-302.

⁶ Europäische Stammtafeln, Neue Folge [EST, NF]. Hg. v. Detlev Schwennicke. Bd. II (Marburg 1964), Tafel 65f.

⁷ Hans-Dieter Mück: Oswald von Wolkenstein 1377-1445. Eine Biographie nach Lebenszeugnissen und Liedtexten. In: Ich Wolkenstein 1377-1445. Hg. im Auftrag des Südtiroler Landesmuseums für Kultur- und Landesgeschichte. Schloss Tirol 2011, Begleitbuch,

I, 90f. (Kannenorden) u. 191 (Drachenorden), Abb. Oswalds S. 174 u. 191 Nr. 205. (Kaiser) Sigismund ehrte Oswald in Nürnberg durch den Drachenorden, der am 30.08.1432 in Oswalds Liederbuch B verzeichnet wurde. Zur Verleihung des Kannenordens s. auch: Die Lieder Oswalds von Wolkenstein. Unter Mitwirkung v. W. Weiß u. N. Wolf hg. v. Karl Kurt Klein, 3. neubearb. u. erw. Aufl. hg. v. Hans Moser. Tübingen 1987, Nr. 18 III. – Anna Coreth: Der „Orden von der Stola und den Kanneln und dem Greifen“ (aragonesischer Kannennorden). In: Mitteilungen des Österreichischen Staatsarchivs 5 (Wien 1952), 34–62, S. 43 Hinweis auf das Porträt Oswalds in Hs. 2777 der Österreichischen Nationalbibliothek [ÖNB], auf dem der Dichter an einer einfachen Kette einen Greif trägt. Abb. in Arthur Graf Wolkenstein-Rodenegg: Oswald von Wolkenstein. Innsbruck 1930 Taf. XII (Schlern-Schriften, 17). Vgl. auch das Porträt Kaiser Friedrichs III. mit der Halskette des Ordens (Kannen u. angehängter Greif). Unbekannter Maler, Abb. in: Die Welt der Habsburger, <https://.habsburger.net/de/kapitel/friedrich-iii-v-aus-tiefster-erniedrigung-zum-spaeten-triumph>

⁸ Hinweis und Abb. in Wikipedia s. v. Kannenorden, mit weiteren Literaturangaben. Anna Coreth, Anm. /; Franz-Heinz von Hye: Testimonios sobre órdenes de caballa españolas en Austria y estados vecinos (Bohemia, Alemania, Suiza y Hungrí). In: España Mccli civil, 16. 169-57. Editorial Complutense. Madrid, 1993, bes. Nr. 1 u. 16; vgl. D'Arcy Jonathan Dacre Boulton: The Knights of the Crown: The Monarchical Orders of Knighthood in Later Medieval Europe, 1325–1520. Woodbridge 2000, 330ff.; Linde Brocato: Leveraging the Symbolic in the Fifteenth Century: The Writings, Library and Court of Carlos de Viana. In: La corónica: A Journal of Medieval Hispanic Languages, Literatures, and Cultures, 40. 2012(2), 51-92. Kühn, a. a. O., 175f. und Coreth, 14 u. Hye, Anm. 3, weisen auf die Verleihung des Kannenordens (1433) durch Kaiser Sigismund an Antonio di Collalto und auf dessen Grab mit seinem Porträt hin. In Dürers/Kaiser Maximilians I. *Ehrenpforte* sind an einem Schild und einem Widderkopf die Kannenkette des gleichnamigen Ordens mit einem Bild der Heiligen Jungfrau in einer Gloriole und an der Kette hängendem Greif dargestellt. Coreth, Abb. 3. Eine Medaille zeigt Kaiser Friedrich III. mit der Kette (Coreth, Abb. 2).

⁹ Wladyslaw Kuzdrzal-Kicki: Der Drachenorden: Genese, Gründung und Entartung. Dokumentation und Schlußfolgerungen. Bd. 1, München 1978; Th. v. Bogyay: „Drachenorden“. In: Lexikon des Mittelalters, München. Bd 3 (1986), 1346. Oswald war an der Gründung des Ordens beteiligt. Vgl. auch Coreth, 34f. – Über sog. Reisen im Spätmittelalter s. Jaroslav Svátek: *Prier, combattre et voir le monde. Discours et récits de nobles voyageurs à la fin du Moyen Âge*. Rennes 2021. Zu den Gesellschaftsorden bes. S. 193–195.

¹⁰ Des schwäbischen Ritters Georg von Ehingen Reisen nach der Ritterschaft. Bibl. d. Literar. Vereins zu Stuttgart I. 2 (1842). Der Verfasser des Berichts erwähnt selbst Burkhart v. Ehingen. Vgl. Gabriele Ehrmann: Georg von Ehingen: Reisen nach der Ritterschaft. Edition, Untersuchung, Kommentar (Göppinger Arbeiten zur Germanistik, 262), 2 Bde. Göppingen 1979 (mit der Ausgabe in Bd. I. In Bd. II Bibliographie der 3 Handschriften und der Drucke). Handschrift A in Württemberg. LB Stuttgart: Hist. Quart 141 mit Porträts und Wappen der besuchten Könige.

¹¹ Zu „Der küng gab unß sin orden geselschafft“. Vgl. A. C. Fox-Davies. A Complete Guide to Heraldry. Rev. and ann. by J. P. Brooke-Little. London 1985, 3, 22 u. ö. (Plate I: geviertes brit. Wappen mit Ordensmotto „HONY SOY QUI MAL Y PENSE“). Vgl. auch Boulton, 52-57,

¹² Zum Orden und Zopf s. auch Eva Bruckner: Formen der Herrschaftsrepräsentation und Selbstdarstellung habsburgischer Fürsten im Spätmittelalter. Phil. Diss. Wien 2009, 33f. u. 48.

Ein silberner, zopfartig getriebener Reif findet sich im Museum im Palais in Graz und wurde dort auf 1377 datiert). Wenn Ehz. Albrechts zweite Gattin Beatrix v. Nürnberg, die Albrecht am 4.03.1375 in Wien heiratete, durch einen blonden Zopf Anlass zur Gründung des Ordens bot, könnte diese Rittergesellschaft schon 1375 gestiftet worden sein. Bildnisse des Fürsten wie das auf Schloss Ambras zeigen ihn mit einem Zopf am Hinterhaupt und als Kragen um seinen Hals. Boulton, 341f. rekonstruiert den gewundenen Zopf und andere verwandte Abzeichen (Gürtel) und heraldische Schildfiguren wie den Turm. Ob der Gürtel bzw. das Hosenband – wie Boulton erwägt – aus dem bekannten englischen Orden stammt, muss ohne zusätzliche Quellen oder Indizien bezweifelt werden.

¹³ Boulton, 338-343. Zu den reisenden Rittern vgl. *Héros voyageurs et constructions identitaires*. Édd. Gh. Jay-Robert, C. Jubier-Galinier. Perpignan 2014;

¹⁴ Google Lens: Wikipedia Commons,
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Madrid_Iglesia_de_San_Jer%C3%B3nimo_el_Real_%28Escudo_de_Enrique_IV%29_1.jpg –
Vgl. Sagrario López Poza: La divisa de las granadas del rey Enrique IV de Castilla y su estela posterior. In: *Imago Revista de Emblemática y Cultura Visual* 6 (2014), 81-95.
Die Verbindung von Wappen und Bilddevise ist eine damals weitverbreitete Mode, französisch als emblematische Heraldik bezeichnet. Vgl. Hablot: *Manuel de Héraldique Médiévale*.

¹⁵ Auf dem Taufstein der Kapelle Santa Bárbara der Kathedrale von Segovia finden sich Wappen und Früchte ohne Motti. (s. Commons Wikipedia). Vgl. auch Sebastián de Covarrubias: *Tesoro de la Lengua Castellana o Española según la impresión de 1611, con las adiciones de Benito Remigio Noydens publicadas en la de 1674*. Edición preparada por Martín de Riquer. Barcelona 1943, 655f. s. v. Granada „La granada puede ser simbolo de una república, cuyos moradores están muy conformes y adunados, y está adornada con corona, que sinifica dominio e imperio, porque la granada está coronada con una corona de puntas. [...] Ay una granada con el mote agrodulce, de que usó el rey don Enrique el quarto, dando a entender que el rey ha de tener de todo, usando de justicia y de clemencia, templando una con otra.” Druckfehler für (span.) agro dulce. Vgl. S. 488 s. v. DULCE. „El rey don Enrique el Quarto tuvo la empresa de la granada, que por mote declara su claridad y naturaleza, diziendo: ‘Agrodulce’, dando por ella.”

¹⁶ López Poza, 81. S. auch S. 94, Abb. 1 das Zitat aus Sebastián de Covarrubias Wörterbuch mit einem Emblem aus Juan de Borja: *Empresas morales* (1680), Abb. 2, mit dem Horzco-Bild, Abb. 3 und 4 mit Wappen und Früchten aus Monasterio de San Antonio el Real bzw. Castillo de Cuéllar, beide in Segovia. Abb. 5 zeigt einen Holzschnitt aus Carlo Verardi: *In laudem Serenissimi Ferdinandi Hispaniarum regis Bethicae & regni Granatae obsidio, victoria, & triu[m]phus* (1494), der neben dem Wappen auf einem zweiten Schild acht geplatzte Granatäpfel weist (Fernando El Católico, s. o.), usw. Vgl. Abb. 10 mit der Vorderseite eines Manuskripts des englischen Heiligen und Humanisten Thomas More über die Krönung König Heinrichs VIII. v. England.

¹⁷ EST, NF II, T. 65.

¹⁸ Nach Sagrario López Poza gebrauchten kastilische Könige eigene Devisen seit dem Ende des 14. Jahrhunderts: Heinrich III. (1390-1406) führte den Strick des heiligen Franziskus; Johann II. (1405-1454) Lanzenschuhe, Schuppen und Funken. Ein anderer spanischer Monarch nutzte das Sinnbild des Granatapfels offenbar auch, s. López Poza, 92: König Ferdinand I. v. León im

11. Jahrhundert, mit dem Motto „Vos mentis“. Vgl. das Zitat aus dem Wörterbuch des Sebastián de Covarrubias (Tesoro, 695f.). Es besteht auch die Vermutung, dass der Spanier Heinrich IV. den Granatapfel einem Ritterorden zuwies, mit dem er um 1457 gegen die Mauren ziehen wollte (López Poza, 83 mit dem Zitat aus einer Urkunde Enriques, in dem es heißt: „La Orden tercera es la de Granada: que es una granada sobre un globo, con un cabo o pedículo y algunas hojas.“). Auch eine Kupfermünze mit einem Löwen und einem Granatapfel auf dem Revers befahl der König 1462 zu prägen, „de un lado un castillo e del otro cavo un león, el qual dicho león tenga una granada de las de mi devysa entre los pies e manos“ (a. a. O., 83).

¹⁹ Coreth, 35 beruft sich auf Sigmund von Birken: Österreichisches Eerenwerk, Bd. 2, Buch 7, Bl. 312r. An dem Treffen nahm in Wirklichkeit Karls Vater Philipp der Gute von Burgund teil, der Alfons den Großmütigen 1445 in seinen Orden wählen ließ und 1447 als ersten Nichtburgunder in die Toison d’or aufnahm. Les Chevaliers de l’ordre de la Toison d’or au XV siècle. Notices bio-bibliographiques publiées sous la direction de Raphaël de Smedt; édition entièrement revue et enrichie. Préface d’Otto de Habsbourg. Wiesbaden 2000, 92. Vgl. André Favyn: Le Theatre D’Honneur Et De Chevalerie, Ov L’Histoire Des Ordres Militaires des Roys, & Princes de la Chrestienté & leur Genealogie : De l’Institution des Armes ... Avec les Figures en taille douce naïvement représentées.(1620), Bd. 2: Ordres de Flandres et des Pais-Bas, Buch 4: L’ordre de la Toison d’or, 944, Hz. Philipps Begründung des Ordens aus Liebe zu einer Dame. S. Héros voyageurs, 286 Anm. 17.

²⁰ Sonja Dünnebeil (Hg.): Die Protokollbücher des Ordens vom Goldenen Vlies. Teil 4. Der Übergang an das Haus Habsburg (1477 bis 1480). Vorwort v. Werner Paravicini. Frankfurt a. M. 2016 (Kieler Werkstücke, Reihe D, Bd. 17), 16-18.

²¹ Lexikon der christlichen Ikonographie [LCI], Hg. Engelbert Kirschbaum u. a. Rom usw. 1968-1976. 8 Bde., II, 198f. Vgl. den Granatapfel auf Dürers Gemälde des Kaisers im Kunsthistorischen Museum Wien (1519).

²² Das Gebetuch Kaiser Maximilians. Der Münchner Teil mit den Randzeichnungen von Albrecht Dürer und Lucas Cranach d. Ae. Rekonstruierte Wiedergabe. Einführung von Hinrich Sieveking. München 1987, Bl. 51. Sieveking hält die Blume auf der rechten Seite fälschlich für eine Rose und übersieht dadurch die Verknüpfung zwischen den beiden Zeichnungen. Die Zeichnung auf Bl. 51^v begleitet einen Vulgatatext aus Eccli. 24,11-13, dem die Formel „Tu autem do. Deo gratias“ angehängt ist.

²³ Hermann Wiesflecker: Kaiser Maximilian I.: das Reich, Österreich und Europa an der Wende zur Neuzeit. München 1971-1986. Vgl. auch Ingeborg Wiesflecker-Friedhuber: Quellen zur Geschichte Maximilians I. und einer Zeit. Darmstadt 1996, 121f. mit den Abbildungen aus dem *Theuerdank* und der *Ehrenpforte* Maximilians.

²⁴ SuStB Augsburg: Graph11/ Burgkmair 6.26. Abb. auch im Ausstellungskatalog [AK] Renaissance im Norden. Holbein. Burgkmair und die Zeit der Fugger. Hg. v. G. Messling u. J. Sander (AK Stadel, Frankfurt a. M. u. Kunsthistor. Museum Wien 2023), Nr. 4.27. Es versteht sich, dass frühere Habsburger zwar mit Wappen, aber nur mit erfundenen Devisenbildern und meistens typisierten Ganzkörper-Porträts dargestellt wurden. In einem Medaillon ohne Spruch zeigt der AK für Kaiser Friedrich III. eine Perlenkette mit Kleinod in einem Lorbeerkranz und für Herzog Albrecht III. (1348-1395) einen Raben. Ehz. Leopold IV. (1371-1411) weist ein Schaf, Herzog Ernst (1377-1424) einen Vogel Strauß auf. S. Illustrated Bartsch 11 (1980), Abb. 73-76.

²⁵ „Nürnberg“ (recte Augsburg): Schönsperger 1517; 2. Auflage. 1519. Vgl. Kaiser Maximilian I.: Theuerdank 1517. Mit einem Nachwort v. Horst Appuhn. Dortmund 1979. Holzschnitt zum 49. Kapitel in der Fassung von Leonhard Beck. Ein „kommentierter Katalog“ und eine Reproduktion der kolorierten Holzschnitte (SB München: Rar. 325a) erschien in der Ausgabe: Kaiser Maximilian I. Theuerdank Das Epos des letzten Ritters. Mit einer kulturhistorischen Einführung und Kommentaren zu den Holzschnitten von Stephan Füssel. München 2003/ 2018. Zu diesem Versepos und zum gesamten Memorialprojekt des Kaisers s. bes. Jan-Dirk Müller: Gedechnus. Literatur und Hofgesellschaft um Maximilian I. (München 1982) sowie ders. u. Hans-Joachim Ziegeler (Hgg.): Maximilians Ruhmeswerk. Künste und Wissenschaften im Umkreis Kaiser Maximilians I. (Berlin/ Boston 2015).

²⁶ Ehrenpforte des Kaisers Maximilian I. Faks.-Neudr. der Ausgabe Wien 1885 1886 (Jb. der Kunsthistorischen Sammlungen des Allerhöchsten Kaiserhauses) II (2072), 934. Dazu Thomas Schauerte: Die Ehrenpforte für Kaiser Maximilian I. Dürer und Altdorfer im Dienst des Herrschers. München, Berlin 2001.

²⁷ „Et depuis le duc Charles [le Téméraire] [...] augmenta les habillemens de la Thoison, qui furent d’escarlate par la premiere fondacion, et les fist faire de velours cramoisy, robbes et manteaulx et chapperons. Et fist les bordures broudées richement et le tout à la fachon [façon] des premieres. Et si augmanta celle feste de deux services, l’un ou [au] nom du Saint Esprit et l’autre ou nom de la glorieuse Vierge Marie. Et porterent les chevaillers et officiers ce jour du Saint Esperit robbes de velour vermeil, et le jour de Nostre Dame robbes de drap damas blancq, et tousiours chapperons de meismes.” Mémoires d’Olivier de La Marche maître d’hotel et capitaine des gardes de Charles le Téméraire publiés pour la Société de l’Histoire de France par H. Beaune et J. D’Arbaumont. Bd. 4 (Paris: Librairie Renouard 1888), 158–189, hier S. 167:

²⁸ Ordonnances et Armorial de l’Ordre de la Toison d’or. Wikipedia Commons s. v. „La toison d’or“. Statuts, Ordonnances et Armorial de l’Ordre de la Toison d’or. Koninklijke Bibliotheek en Nationaal Archief, Niederlande. Pergamentmalerei. Abb. in [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ordre_de_la_Toison_d'or#/media/Fichier :Assemby_of](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ordre_de_la_Toison_d'or#/media/Fichier:_Assemby_of) — Abb. mit dem Rahmen u. mit Widderfellen und Blumenschmuck aus Guillaume Filastre: Histoire de la Toison d’or. Bruxelles, Bibliothèque royale de Belgique: ms. 9028, Bl. 6r. Abb. 08–09 in Monika Frenzel, Christian Gepp, Markus Wimmer (Hg.): Maximilian I. Aufbruch in die Neuzeit. Innsbruck-Wien 2019 (AK Innsbruck).

²⁹ Museo Nacional Thyssen Bornemisza: 251.a y.b (1977.79.a y.b). [AK] Reversos. Comisario M. A. Blanco. Madrid 2003, n. 57. 1986. Vgl. auch Ingeborg Wiesflecker-Friedhuber: Quellen zur Geschichte Maximilians I. und seine Zeit. Darmstadt 1996, 121f. mit den Abbildungen.

³⁰ Der Avers der Medaille zeigt den burgundischen Wappenschild.

³¹ Alte Kopien in der Dresdner Gemäldegalerie Alte Meister, Kat. 801; Musée Condé, Chantilly, Kat. 105. Vgl. Friedländer VI.1, Kat. 102a S. Dirk De Vos: Hans Memling. Het volledige oeuvre. Antwerpen 1994, 342 (mit Abb. beider Kopien); Memling and the art of portraiture. Exhibition Memling’s Portraits. Madrid 2005. Vgl. Angelica Dlberg: Privatporträts. Geschichte und Ikonologie einer Gattung im 15. und 16. Jahrhundert. Berlin 1990, Kat. 105, Abb. 93f. – Der Pfeil in Memlings eigener Malerei erinnert an den Pfeil, den er in einem Brustbild einem Mann in die Hand gab. Von De Vos, 146f. „ca. 1478-1480 (?)“ datiert (National Gallery of Art, Washington, D. C.).

³² Vgl. Kap. I, zu Anm. 11. S. auch Guillaume Paradin (1510–1590): Annales de Bovrgongne par Guillaume Paradin de Cuyseaulx. ... (Lyon:Antoine Gryphius 1566), 727. HAB: 129 Hist.

2°. Bei einem Friedensgespräch zwischen König Karl IX. von Frankreich und Hz. Philipp dem Guten von Burgund ritt der Burgunder, der seine Schwester nach Paris führte, in Begleitung von 8 Pagen, „d’ont l’vn portoit son armet, les autres ses armes Ducales, & tous estoyent montés sus grans cheuaux armés & caparassonnés: & le tout aux deuises du Duc, car tout estincelloit de fuziles, & de feu.” Dies war die Devise des Herzogs, denn im Anschluss berichtet Paradin von der Hochzeit Philipps mit Isabell von Portugal in Brügge (1430), die er acht Tage lang mit „ioustes, tournoy, mommeries, & diuers esbatemens“ feierte und mit der Gründung des Ordens vom Goldenen Vlies politisch und allegorisch umrahmte, indem er sich der Treue seiner Ritter versicherte und das kolchische Abenteuer Jasons als vorbildlichen Sieg der Tugend über die Laster und Leidenschaften darstellte: „En ceste annee, le Duc Philippes de Bourgongne, se voulant rendre ses cheualiers, & grans Seigneurs, de sa cour plus feables, obligés, & affectionnés à luy entretenir fidelités, mit sus vn nouveau orde de cheualerie, qu’il nom(m)a de la Toyson d’or en Colchos, n’estoit autre chose, que la conquete de vertu, laquelle l’on ne peut conquerer, sans veincre les horribles monstres, qui sont les vices, & mescha(n)s affections. [...] Et ne se pourroit mieux représenter la vertu, que par l’or, qui est le plus luisant, & le plus precieux metal de tous les autres, & la chose entre toutes les corporelles, la plus necessaire & souhaitable aussi entre les biens & richesses de l’âme, n’y en a aucunes tant necessaires, ny tant importa(n)tes, que la vertu, Seule Royne & dominatrice de toutes choses [...]. Ainsi en l’honneur de Dieux, & de vertu, le Duc mit sus cest ordre de la Toyson d’or, en laquell il insa.vbe fraternité de vingtquatre cheualiers, sans reproches, gentils-hommes de quatre costés, & à chacun, sur le deuant vne Toyson d’or, en manière que portent les Seigneurs, & grandes Dames, Images deuises, fermeillets, autres ioyaux au col: & [...] Et fut iceluy ordre de cheualerie institué à l’exem(m)ple de l’ordre de 104 l’Anno(n)ciade, q(ue) les Co(n)tes Sauoye auoye(n)t parauant mis sus, comme plus à plain auons monstré nostre Chronique de Sauoye: semblablement à l’imitation de l’ordre du Bleu lartier, que les Roys d’Angleterre donnent à leur plus feaux & intimes amis.”

³³ ÖNB Cod. Vind. 1859, Bl. 1. Das Gebetbuch Karls V. Vollständiges Faksimile. Kodikologische und kunsthistorische Einführung Prinz Heinrich Karl von Liechtenstein. Graz 1976.

³⁴ Zu Karls Porträts s. Elisabeth v. Hagenow: „Bildniskommentare“. Allegorisch gerahmte Herrscherbildnisse in der Graphik des Barock: Entstehung und Bedeutung. Hildesheim u. a. 1999, 13-31 usw., hier auch Abb. 1.

³⁵ AK Wien 1959 (Anm. 33), Nr. 420. Hollstein, S. 154. Ein Holzschnitt des Jacob Cornelisz. van Oostanen (* um 1472/77 – 1533), auf dem auch Maximilian I., Maria von Burgund, Philipp der Schöne und dessen Sohn Karl zu sehen sind, in einer deutlicheren Abb. in: Kaiser Karl V. (1500-1558) Macht und Ohnmacht Europas. (AK) Bonn 2000, 114 (Nr. 7).

³⁶ Vgl. Inschrift im Dominikanerkloster zu Worms, s. Inschriftenkatalog der Stadt Worms DI 29 Nr. 404 Grabinschrift des Aloisio Marliano aus Mailand, kaiserlicher Leibarzt und Rat, Bischof von Túy. Vgl. Schannat: Hist. ep. Worm. I 187: „Aloysio Marliano Mediolanensi Episcopo et Domino Tudensi viro undecunque doctissimo, cujus Prudentia et fide Carolus Caesar cum valetudine conservanda tum in reliquis Imperii negotiis utebatur. Obiit VI. Iduuma Maii anno MDXXI.“ Fritz Walser: Die spanischen Zentralbehörden und der Staatsrat Karls V. Grundlagen und Aufbau bis zum Tode Gattinaras, bearb., erg. u. hg. v. Rainer Wohlfeil (Abh. d. Akad. d. Wissenschaften zu Göttingen, phil.-hist. Kl. 3. Folge Nr. 43). Göttingen 1959, bes. 158 Anm. 2.

³⁷ Dialogo Dell'Imprese Militari Et Amoroze Di Monsignor Giovio, Vescovo Di Nocera, Con Vn Ragionamento Di Messer Lodovico Domenichi, Nel Medesimo Soggetto . Con La Tavola. In Vinegia Appresso Gabriel Giolito De' Ferrari. MDLVII, S. 13f.: „E mi pare, ch'i gran principi, per hauere presso di loro huomini d'eccellente ingegno & dottrina, habbiano conseguito l'honor dell'inuentioni, come sono stati fra gli altri l'Imperatore Carlo Quinto, il Catholico Re di Spagna, [et] il Magnanimo Papa Leone: perche in effetto l'Imperatore auanzò di gran lunga la bella impresa, laquale portò già il ualeroso suo auolo materno, il gran Carlo Duca di Borgogna. & certamente mi pare, che l'Impresa sua delle Colonne d'Hercole col motto del PLVS VLTRA, non solamente habbia superato di grauità e leggedria quella del Fucile dell'Auolo, ma anchora tutte l'altre che habbiano portate in sino ad hora gli altri Rè & Principi. DOM[enichi] 111 Per certo queste Colonne col motto, considerata la buona fortuna de felice acquisto dell'India Occidentale, ilquale auanza ogni gloria de gli antichi Romani, sodisfa mirabilmente, col soggetto alla uista, & con l'anima à gli intelletti, che la considerano.” Vgl. in der ersten illustrierten Ausgabe dieses Buchs (Lione, Appresso Gyglielmo Roviglio 1559), 19.

³⁸ Dialogo Dell' Imprese Militari Et Amoroze, Di Monsignor Giovio Vescovo Di Nocera. Con Vn Ragionamento Di Messer Lodovico Domenichi, Nel Medesimo Soggetto (Vinegia: Gabriel Giolito de' Ferrari 1557), 6 “Prima giusta proportion d'anima & di corpo; Seconda, ch'ella non sia oscura di sorte, ch'habbia mistero della Sibilla per interprete a uederla intendere, ne tanto chiara, ch'ogni plebeo l'intende; Terza, che sopra tutto habbia bella uista, laqual si fa riuscire molto allegra, entrandoui stelle, soli, Lune, fuoco, acqua, arbori uerdeggianti, instrumenti mecanici, animali bizzarri, & ucelli fantastichi. Quarta non ricerca alcuna forma humana. Quinta richiede il motto, che è l'anima del corpo, & uuole essere communemente d'una lingua diuersa dell'idioma di colui, che fa l'impresa, per che il sentimento sia alquanto piu coperto: uuole anco essere breue, ma non tanto, che si faccia dubbioso; di sorte che di due ò tre parole quadra benissimo; eccetto se fusse in forma di uerso, ò intero, ò spezzato; Et per dichiarare queste conditioni, diremo, che la sopradetta anima & corpo s'intende per il motto, ò per il soggetto: & si stima che mancando ò il soggetto all'anima, ò l'anima al soggetto, l'impresa non riesca perfetta.”

³⁹ Viri Clarissimi D. Andre(æ) Alciati Iurisconsultiss. Mediol. ad D. Chonradum Peutingeru(m) Augustanum Iurisconsultum Emblematum liber M. D. XXXI. (Excvsvm Avgvstæ Vindelicorum, per Heynricum Steynerum die 28. Februarij Anno M. D. XXXI.). Neudruck: Emblematisches Cabinet, X. Hildesheim u. a. 1977. — Clarissimi Viri D. Andreae Alciati Emblematum libellus, uigilanter recognitus, & ia(m) recens per Wolphgangum Hungerum Bauarum, rhythmis Germanicis uersus (Parisiis: Christianus Wechelus 1542). – Liber emblematum D. Andre(æ) Alciati, Nunc Denovo Collatis Exemplaribus multo castagatior quam vnquam antehac editus. Kunstbuch Andree Alciati von Meyland/ beyder Rechten Doctorn/ allen liebhabern der freyen Künst/ auch Malern/ Goldschmiden/ Seydenstickern vnd Bildhauwern/ jetzund zu sonderm nutz vnd gebrauch ... verteutscht vnd an tag geben/ durch Jeremiam Held von Nördlingen/ mit schönen/ lieblichen/ neuwen/ kunstreichen Figuren geziert vnd gebessert. Mit Röm. Keys. Mt. Freyheit in zehen jaren nicht nachzudrucken. Gedruckt zu Franckfurt am Mayn/ M. D. LXVI . (Frankfurt a. M.: Sigmund Feyerabend u. Simon Hüter 1566: Georg Rabe); [Andrea Alciati. Dt. Übers. v. Jeremias Held.] With an introd. by Peter M. Daly. Turnhout 2007. – Andreae Alciati Emblemata cum Commentariis Clavdii Minois I. C. Francisci Sanctii Brocensis & Notis Lavrentii Pignorii Patavini ... Opera et Vigiliis Ioannis Thvillii ... Accesserunt in fine Federici Morelli ... Monita ... Cum Indice Triplici (Patavii: Petrus Paulus Tozzius 1621). – Henkel/ Schöne, 627f.; William Hekscher: The Princeton Alciati companion, a glossary of neo-Latin words and phrases used by Andrea Alciati and the emblem book writers of his time, including a bibliography of secondary sources relevant to the study of Alciati's emblems. New York, et al. 1989; Peter M. Daly (ed.): Index Emblematicus [1.]

Andreas Alciatus. The Latin Emblems, Indexes and Lists. [2.] Andreas Alciatus. Emblems in Translation. Toronto 1985; André Alciat (1492-1550) un humaniste au confluent des savoirs dans l'Europe de la Renaissance. Textes réunis et éd. par Anne Rolet et Stéphane Rolet. Colloque international; (Tours); 2010. [Turnhout]: Brepols 2013.

⁴⁰ Alciati: Emblematum (1531), Bl. A 2^{rv}. Henkel/ Schöne, 627f. Es ist das Wappen der Mailänder Herzöge Visconti, das nach dem Aussterben der Linie mit Hz. Filippo Maria (1447) über den Schwiegersohn Sforza von diesem und seinen Nachfahren weitergeführt wurde. Vgl. Rietstap: Armorial général I, 1012. „D’arg. A une couleuvre ondoyante en pal d’azur, cour. d’or, engloutissant un enfant de carn., posé en fasce, les bras entendus.“ Zur Impresa Ludovicos s. Ludovicus dux, a cura di Luisa Giordano. Vigevano 1995, 106 Anm. 23: Der Hz. Massimiliano Sforza gewann, nachdem sein Vater Ludovico das Mailänder Herzogtum an die Franzosen verloren hatte, dieses 1512 durch die Schweizer für kurze Zeit zurück (bis 1515). Stéphane Rolet: La genèse complexe de l’emblème d’Alciat *Virtuti fortuna comes*: de la devise au caducée de Ludovic Sforza à la médaille de Jean Second en passant par quelques dessins de Léonard. In: André Alciat, éd. par A. et St. Rolet 2. 2013, 321-365, Abb. S. 346 u. ö. Vgl. auch Michael Bath: Les emblèmes d’Alciat dans les arts décoratifs, a. a. O., 383-400. Die Impresa des Herzog Ludovico Sforza leuchtet nach St. Rolet, 330 unmittelbar ein, wenn die Vereinigung der Schlangen (Drachen) sich mit ihrem Motto *Ut jungor* (wie ich verbunden werde) auf seine Vermählung mit Beatrice d’Este (1491) bezieht. Die Übersetzung Jeremias Helds in der Ausgabe von 1566 ist gerichtet auf das „Grabmal deß Durchleuchtigen/ Hochgebornen Fürsten vnd Herren/ Herrn Maximilian Hertzogen zu Mayland.“ Da das Herzogtum längst in den Besitz Habsburg gegangen war, ist dies wohl eine spätere Erklärung. Robin Raybould: A Note on Alciato’s Device from the 1577 Edition of the *Emblemata*. In: *Emblematica* 18 (2010), 295-306.

⁴¹ Exiliens infans sinuosi è faucibus anguis,
 Est gentilicij nobile stemma tuis.
 Talia Pellæum gessisse nomismata regem,
 Vidimus, hisq’; suum concelebrare genus.
 Du(m) Ammone, satum matre(m) anguis imagine lusam,
 Diuini & sobolem seminis esse docet.
 Ore exit tradunt sic quosdam eniter angues,
 An quia sic Pallas de capite orta Iouis.

⁴² Rolet: complexe, a. a. O. Vgl. Bath: La genèse, a. a. O. Rolet behandelt das Thema im Zusammenhang mit Alciati und der mailändischen Literatur ausführlich, weist auch auf die von uns unten erwähnte Alciati-Medaille und die Devise des mailändischen Sforza-Herzogs hin.

⁴³ Dialogo Dell’Imprese Militari Et Amoroze Di Monsignor Giovio Vescouo di Nocera. Con vn Ragionamento di Messer Lodouico Domenichi, nel medesimo soggetto. Con La Tavola (Lione: Guglielmo Roviglio 1559), 156. Vgl. A. Alciati: Emblemata cum Commentariis Claudii Minois (1621), emblema CXIX, hier S. 507: “Id eum studium, eaque facultas effecit, vt magnos honores & honestas opes ad vitæ præsidium sibi cum pararit. Idem Iouius me docet, symbolum hoc fuisse vsurpatum ante à Iasone Mayno nobili Iurisconsulto, quo sua se virtute ac studio, lautam fortunam esse consecutum ostendebat. Sic enim Iouius in Elogi: Iasoni Mayno Mediolanensi vti ipse in gentilitijs insignibus præscribat, VIRTVTI FORTVNA COMES non defuit.” Hierzu Raybould: A Note, 295-306 mit einer detaillierten Entschlüsselung des mythologischen Gehalts des Symbolum. – Abbildung dieses Kupferstichs auch in Jacopo Gelli: *Divise – motti e imprese di famiglie e personaggi italiani*. Seconda edizione rev. Milano 1928, 44f. Gelli bezeichnet Alciati als Geizhals und Aufschneider, der mit dieser Impresa auf sich

anspielen und mit dem beredten Merkur vergleichen wollte, weil er seine eigene Gelehrsamkeit und Begabung in den schönen Wissenschaften sowie seine Würde als Hofpfalzgraf herausstellen wollte. Dabei scheint es sich um Parallelen zum Leben und den Eigenschaften des Giasone del Maino zu handeln, der nach seiner Rede zur Hochzeit Kaiser Maximilians I. mit Bianca Maria Sforzas(1494) vom Kaiser zum Comes Caesaris palatinus ernannt wurde. Alciati galt auch als habgierig und wurde vom Papst auf das einträgliche Amt des Hofpfalzgrafen berufen. S. John L. Flood: *Poets Laureate in the Holy Roman Empire. A Bio-bibliographical Handbook*. 4 vol.s. Berlin u. New York 2006, 2367f. R.

⁴⁴ [en.wikipedia.org > wiki > Giasone del Maino](https://en.wikipedia.org/wiki/Giasone_del_Maino)
https://de.frwiki.wiki/wiki/Giasone_Del_Maino

⁴⁵ St. Rolet, a. a. O., 327 (Abb. Nummi), auch S. 329 Abb. des Caduceus mit anderen Zeichen in Francesco Colonna: *Hypnerotomachia Poliphili*, dort ebenfalls Abb. 9, 13 u. 16 mit der Impresa von Ludovico il Moro.

⁴⁶ Plin. XXIX.12: „Angues innumeri aestate convoluti, salivis faucium corporumque spumis artificii complexu glomerantur, anguinum adpellatur.“ Alciati, ed. Mignault (1621), 511. Raybould, 304 (Cic.fam. 10.3.2). Der Caduceus mit den Füllhörnern erschien schon auf ältestem römischem Handelsgeld. Kleiner Pauly I, Sp.983f.

⁴⁷ Leon Battista Alberti: *Das Standbild. Die Malkunst. Grundlagen der Malerei*. Hg., eingel., übers. u. komm. v. Oskar Bätschmann u. Christoph Schaublin unter Mitarb. v. K. Patz. Darmstadt 2000, 30 Abb. 2; Horst Bredekamp: „Albertis Flug- und Flammenauge“. In: *Die Beschwörung des Kosmos. Europäische Bronzen der Renaissance* hg. v. Christoph Brockhaus, bearb. v. Gottlieb Leinz. Duisburg 1994, 297-302, Abb. 6; Renée Watkins: L. B. Alberti's Emblem, The Winged Eye, and His name, Leo. In: *Kunsthistorisches Institut in Florenz, Mitteilungen* 9 (1959/1960), Bd.3-4, 256-258. Die Zeichnung zeigt ein doppelt geflügeltes Auge in einem Lorbeerkranz, begleitet von dem Motto „QVID. TVM“. Eine andere Zeichnung eines geflügelten Auges (ohne Motto) befindet sich in Cod. Estense, lat 52 (VI. A. 12) I, 6, f. I, 6 lt. Girolamo Mancini: *Vita di Leon Battista Alberti, seconda edizione* (Florence 1911), 120 Anm. 10 u. 139 Anm. 4. Bei Mancini auch S. 121 Abb. der Plakette Albertis und S. 496 des Averses der Medaille.

⁴⁸ „Albertis Flug- und Flammenauge“ (in: *Die Beschwörung des Kosmos. Europäische Bronzen der Renaissance* hg. v. Christoph Brockhaus, bearb. v. Gottlieb Leinz. Duisburg 1994, 297-302. Alberti/ Bätschmann u. Schaublin (2000), hier Einleitung, 19–24. Die platonischen Quellen erkannten die Herausgeber nicht. Die folgende Interpretation trifft auch nicht zu, da die zentrale platonische Begründung ohne deren Einschränkung der menschlichen Erkenntnisfähigkeit bleibt. „The Currency of Fame. Portrait Medals of the Renaissance. Curator/ Editor Stephen K. Scher [AK Frick Collection u. National Gallery of Art]. New York 1994, 42: „In this emblem a human eye – understood by association to be the artist's own – is borne aloft by the wings of a raptor, a falcon or an eagle, to the height from which the entire universe is visible. The eye not only sees all, it is also all-powerful, for the thunderbolts of Jupiter are grafted onto its ends. Through his art, the new, all-seeing, humanist artist wields a potentially godlike power.“

⁴⁹ Alberti (Bätschmann/ Schaublin) 2000, 30 Abb. 2; Horst Bredekamp: „Albertis Flug- und Flammenauge“. In: *Die Beschwörung des Kosmos. Europäische Bronzen der Renaissance*, hg. v. Christoph Brockhaus, bearb. v. Gottlieb Leinz. Duisburg 1994, 297–302, Abb. 6; Renée Watkins: L. B. Alberti's Emblem, The Winged Eye, and His name, Leo. In: *Kunsthistorisches Institut in Florenz, Mitteilungen* 9 (1959/1960), Bd. 3–4, 256–258. Die Zeichnung zeigt ein

doppelt geflügeltes Auge in einem Lorbeerkranz, darunter begleitet von dem Motto „QVID TVM“. Eine andere Zeichnung eines geflügelten Auges (ohne Motto) befindet sich in Cod. Estense, lat 52 (VI. A. 12) I, 6, f. I, 6 lt. Girolamo Mancini: Vita di Leon Battista Alberti, seconda edizione (Florence 1911, 120 Anm. 10 u. 139 Anm. 4. Bei Mancini auch S. 121 Abb. der Plakette Albertis und S. 496 des Averses der Medaille.

⁵⁰ Torquato Tasso: Il Conte overo de l'impres. A cura di Bruno Basile. Roma 1993, 95f.: Imprese sogliamo chiamare i fatti illustri [...]. E chiamiamo, come ora, imprese le figure e le note con le quali significiamo i nostri concetti intorno a le cose fatte o che abbiamo da fare.”

⁵¹ Rudolf Wittkower: Allegorie und der Wandel der Symbole in Antike und Renaissance. (Nachdr. d. Ausg. 1984). Köln 1996, 230.

Aus dem Englischen übers. v. Benjamin Schwarz: Allegory and the Migration of Symbols. Boulder and London 1997. Die wirklichen Hieroglyphen seien in der Renaissance nicht der Ausgangspunkt der Suche nach Weisheit gewesen, so dass sie nur Zeichen verwendeten, die vage an sie erinnerten. „Ihr Interesse richtete sich mehr auf die Methode als auf das ursprüngliche Ideogramm.“

⁵² Der Weiß Kunig. Eine Erzählung von den Thaten Kaiser Maximilian des Ersten. Von Marx Treitzsaurwein auf dessen Angaben zusammengetragen, nebst den von Hannsen Burgmaier dazu verfertigten Holzschnitten. Herausgegeben aus dem Manuscripte. Der kaiserl. Königl. Hofbibliothek (Wien: Joseph Kurzböck 1775; Nachdr. Leipzig o. J.), 75 mit Abb. 20 davor.

⁵³ Vgl. Daniel Russell: Illustration, Hieroglyph, Icon. In: Wolfgang Harms/ Dietmar Peil (Hgg.). Unter Mitarb. v. Michael Waltenberger: Polyvalenz und Multifunktionalität der Emblematis. Multivalence and Multifunctionality of the Emblem. Akten des 5. Internationalen Kongresses der Society of Emblem Studies, Tl. 1. (Frankfurt/M. 2002), 78f.: „[...] I will explore a number of situations in which the relation between picture and text shows an evolving understanding of the emblem *pictura* as a hieroglyph, a memory place, or even, perhaps, an icon, and the slow shift in the status of the picture from the hieroglyphic transcription of a text to one resembling that, for example, of the relation between text and illustration in the most simply illustrated fables ([...] the first illustrated edition of La Fontaine's *Fables*).”

⁵⁴ Maria Carmela Betrò: heilige Zeichen. 580 Ägyptische Hieroglyphen. Aus dem Italienischen v. Christiane von Bechtolsheim. Bergisch Gladbach 1996, 87.

⁵⁵ Betrò, 140f. Dürer zeichnet auf Bl. 39v ein Bündel Papyrusstengel; Pirckheimers Text schreibt dem Kaiser uralte Herkunft zu, verbindet mit der Hieroglyphe aber auch die Nahrung der Ahnen, denn man könne den Ursprung des Stammes ebensowenig wie den der Nahrung ergründen. In den Sümpfen des Nildeltas erntete man Papyrus für Schreibrohr und fischte damit auch. Vgl. Betrò, 141. Das bei Johannes Tzetzes im 12. Jahrhundert nachgewiesene Wort lautet griechisch ἀρχαιογονία, lat. archæogenia, alte Abstammung. Vgl. David Hoeschelius: Hieroglyphica Horapollinis. Fide Codicis Augustani ms. correcta, suppleta, illustrata (Augustae Vindelicorum ad insigne pinus 1595), 40f.

⁵⁶ *Horapollo*, übersetzt von Willibald Pirckheimer: Hieroglyphicon liber I et liber II Introductio cum figuris. Papierhandschrift aus Schloss Ambras, 82 Bl. Um 1510. ÖNB: Cod 3255 HAN MAG. Digitalisat: <http://data.onb.ac.at/rec/AC13951274>. Vgl. Karl Giehlow: Die Hieroglyphenkunde des Humanismus in der Allegorie der Renaissance besonders der Ehrenforte Kaisers Maximilian I. Ein Versuch. Mit einem Nachwort von Arpad Weixlgärtner

(Jahrbuch der kunsthistorischen Sammlungen des Allerhöchsten Kaiserhauses Bd. 32, Heft 1), Anhang III: Copie eines Theiles der von Pirckheimer in das Lateinische übersetzten und von Dürer illustrierten Hieroglyphica des 1. Codex 325s der Wiener Hofbibliothek.

⁵⁷ LCI II, 207f. u. IV, 75-81.

⁵⁸ Hoescheliuss, 46. Vgl. Pirckheimer, 46r: „Cor pingere uolentes, ibim effingunt, hoc enim animal mercurio cordis, ac Vniuersae cogitationis Domino, sacrum est. Insuper quoniam ibis per se cordi haud est absimilis, circa quod plurimus apud aegyptios sermo est.”

Frege – Konstrukteur der Moderne Zum 100. Todestag (26.07.1925)

CLAUS-ARTUR SCHEIER

Der Denker, den ich Ihnen anlässlich seines 100. Todesjahrs in gebotener Kürze vorstellen möchte als „Konstrukteur der Moderne“: der industriellen und der ihr spätestens seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts folgenden medialen Moderne – dieser stille Revolutionär bedarf einer solchen Kennzeichnung immer noch, auch in der akademischen Öffentlichkeit. Dies unbeschadet seines Renommées in Fachkreisen, nicht eigentlich der Mathematik (wie bei Gauß oder Cantor), vielmehr der Mathematiktheorie und der formalen Logik. In diesen Disziplinen wiederum sind Freges bahnbrechende Neuerungen so selbstverständlich geworden, dass nicht ihre logikgeschichtliche,¹ wohl aber ihre philosophiegeschichtliche Bedeutung nach wie vor im Schatten ihrer fachlichen Relevanz steht.

Zu seinen Lebzeiten blieb Frege „der seinen Leistungen entsprechende äußere Erfolg“ versagt. „Er wurde am 8. November 1848 in Wismar geboren, studierte Mathematik in Jena [bei Ernst Abbe] und Göttingen [...], habilitierte sich 1874 für Mathematik in Jena und wurde dort 1879 zum außerordentlichen Professor, 1896 zum ordentlichen Honorarprofessor ernannt. Er trat 1917 vom Lehramt zurück und starb am 26. Juli 1925 [...]. Obwohl seit 1900 die Bedeutung seiner Arbeiten internationale Anerkennung [vor allem von Bertrand Russell] fand, hat Frege nicht einmal das normale Berufsziel der akademischen Laufbahn, den ordentlichen Lehrstuhl, erreicht. Nicht der Mangel an äußerem Erfolg, sondern der Mangel an Resonanz seiner Gedanken, von denen er wusste, dass sie bahnbrechend waren, hat Frege in den Jahren 1880 bis 1900 bitter empfunden.“²

„Gedanken, die mit Taubenfüßen kommen, lenken die Welt“, lernte Nietzsches Zarathustra 1883 von seiner ‚stillsten Stunde‘.³ Vier Jahre zuvor, 1879, war das (oder je nach Beobachterstandpunkt: das erste) Hauptwerk Freges erschienen, die *Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*. Im wissenschaftlichen Milieu von Positivismus und Psychologismus blieb es still um dies schmale Buch (knapp 100 Seiten), das der Verfasser

¹ Hierzu Kneale, William / Kneale, Martha (1986): *The Development of Logic*, Oxford (1962).

² Ich zitiere Günther Patzig, dem das Verdienst zukommt, 1962 „einem weiteren Kreis von philosophisch interessierten Lesern einige wesentliche Arbeiten Gottlob Freges bequem zugänglich zu machen, die bislang nur in verschollenen Bänden verschiedener philosophischer Zeitschriften oder in englischer Übersetzung erreichbar waren“, in: Gottlob Frege: *Funktion, Begriff, Bedeutung*, Göttingen 2008 (1962, 1986), Vorworte IXf.

³ Nietzsche: *Also sprach Zarathustra II: Die stillste Stunde*, KGA, VI-1, Berlin 1968, 185.

bescheiden vorgestellt hatte als „ein für bestimmte wissenschaftliche Zwecke ersonnenes Hilfsmittel, das man nicht deswegen verurtheilen darf, weil es für andere nichts taugt“ – und doch, wusste er, haben

alle großen wissenschaftlichen Fortschritte der neueren Zeit ihren Ursprung in einer Verbesserung der Methode gehabt. [...] Von hier aus lässt sich daher mit der größten Aussicht auf Erfolg eine Ausfüllung der Lücken der bestehenden Formelsprachen, eine Verbindung ihrer bisher getrennten Gebiete zu dem Bereiche einer einzigen und eine Ausdehnung auf Gebiete ins Werk setzen, die bisher einer solchen ermangelten.⁴

Mit ihrer ornamentalen, senkrechte wie waagrechte Striche nutzenden Optik konnte sich Freges *Formelschrift* freilich nicht durchsetzen. Erst bei Giuseppe Peano (1900) und endgültig in Alfred North Whiteheads und Bertrand Russells *Principia Mathematica* (1910-13) wurde sie ersetzt durch die heute üblichen waagrechten Zeichenreihen.⁵ Als *Begriffsschrift* jedoch exponieren Freges erläuternde Passagen eine folgenreiche Kritik der traditionellen, summarisch „aristotelisch“ genannten Logik: Zum einen extirpiert sie die sich im Zug des florierenden Positivismus schon bei Schopenhauer, Feuerbach und Kierkegaard anzeigende dezidiert psychologistische Umwertung der Logik überhaupt (Kronzeuge ist John Stuart Mill, *1806);⁶ zum andern interpretiert sie die bisherige Logik *in toto* als psychologisch kontaminiert.

De facto avanciert die Logik damit zu einem geschlossenen System – zu einem System zeitlos-dinghafter Gedanken in Analogie zu den platonischen Ideen, dessen rein *operationalen* Charakter erst Wittgensteins *Logisch-philosophische Abhandlung*⁷ beleuchten wird. Philosophiegeschichtlich ist weder der Psychologismus der *industriellen* Moderne noch die psychologische Lesart der Logik des *vorindustriellen* Europa haltbar: Von Anfang an war deren Bestimmung als in sich reflektierte Struktur eines (zuletzt anschaulichen) Erkennens in Gestalt des reinen Denkens (*diánoia*, ratio, Verstand) und dessen Prinzipien (*noys*, intellectus, Vernunft) nicht die Seele (*psychê*, anima), sondern die Autonomie der *Denkform* (*méthodos*, ductus rationis) auch in der neuzeitlichen Synthesis der

⁴ Frege: *Begriffsschrift* [BS], eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens, hg. von Ignacio Angelelli, Darmstadt 1974 (¹Halle a. d. Saale 1879), Vorwort.

⁵ Hermes, Hans: Einführung in die mathematische Logik. Klassische Prädikatenlogik, Stuttgart 1969 (¹1963), 11.

⁶ J. St. Mill: A System of Logic, Ratiocinative and Inductive. Being a Connected View of the Principles of Evidence, and the Methods of Scientific Investigation, London 1843, dt. System der deduktiven und induktiven Logik. Eine Darlegung der Grundsätze der Beweislehre und der Methoden wissenschaftlicher Forschung. Unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Th. Gomperz, Leipzig 1884-1886.

⁷ Der sog. „Tractatus“, in der Folge zit. als T.

„Vermögen des Gemüts“ (animus, mens, Geist).⁸ Indem die moderne Wissenschaft nicht länger auf Anschaulichkeit sondern auf Information, mithin auf *Daten* referiert (so auch die Malerei seit dem Impressionismus), sind ihre Weltbeschreibungen offene Datenvernetzungen und darum stets *Entwürfe*. Sobald die funktionale Sprache des konstituierten Systems erlernt ist, bleibt ihm als solchem der Rückbezug auf das denkende Subjekt ebenso äußerlich wie der auf die historisch gewachsene Sprache nebst deren Grammatik.⁹ Die Abkopplung von ihr konstatiert § 3 der *Begriffsschrift*, indem sie vom traditionellen Urteil, der intentional auf Welt gerichteten *Aussage*, den nurmehr (wiewohl operationalisierten) *Satz* beibehält und das Urteil als *Beurteilung* dem Sprecher überläßt:

Eine Unterscheidung von Subject und Prädicat findet bei meiner Darstellung eines Urtheils nicht statt. [...] Hier folge ich ganz dem Beispiel der mathematischen Formelsprache, bei der man Subject und Prädicat auch nur gewaltsamerweise unterscheiden kann.

Innerhalb des Systems meldet sich das *erkennende* Subjekt (noch bei Russell) nurmehr in Freges „Urtheilsstrich“ (§ 2), zu dem Wittgenstein bemerken wird, er sei „ganz bedeutungslos“, weil er nur anzeige, „daß diese Autoren die so bezeichneten Sätze für wahr halten“ (T 4.442).

Im § 4 der *Begriffsschrift* hat Frege nicht Aristoteles' logische Abhandlungen vor Augen (das sogenannte *Organon*), sondern im Blick auf die restaurativen Tendenzen von Neukantianismus und Neuthomismus Kants Urteilstafel, wenn er argumentiert: „Man unterscheidet *allgemeine* und *besondere* Urtheile: dies ist eigentlich kein Unterschied der Urtheile, sondern der Inhalte“ (zu Kants *Quantität*). „Dasselbe gilt von der Verneinung“ (zu Kants *Qualität*). „Die Unterscheidung der Urtheile in kategorische, hypothetische und disjunctive scheint mir nur grammatische Bedeutung zu haben“ (zu Kants *Relation*). Und nun der entscheidende Schnitt (zu Kants *Modalität*):

Das apodiktische Urtheil unterscheidet sich vom assertorischen dadurch, dass das Bestehen allgemeiner Urtheile angedeutet wird, aus denen der Satz geschlossen werden kann, während bei den assertorischen eine solche Andeutung fehlt. Wenn ich einen Satz als nothwendig bezeichne, so gebe ich dadurch einen Wink über meine *Urtheilsgründe* [m.H.]. *Da aber hierdurch der begriffliche*

⁸ Kant: KU B LVI.-LVIII.

⁹ Wittgenstein wird erinnern: „Alle Sätze unserer Umgangssprache sind tatsächlich, so wie sie sind, logisch vollkommen geordnet.“ (T 5.5563)

Inhalt des Urtheils nicht berührt wird, so hat die Form des apodiktischen Urtheils für uns keine Bedeutung.

In summa erweist sich Kants Urteilstafel – die logische Bedingung der Möglichkeit kategorialer, transzendental bereinigter Welterkenntnis – als *Tabula rasa*. Nicht nur die Möglichkeit metaphysischer *Letztbegründung* ist getilgt (die schon Kant begrenzt hatte auf, wiewohl notwendige, *Postulate* der *praktischen Vernunft*),¹⁰ vielmehr die *Begründungsstruktur überhaupt* des bisherigen wissenschaftlichen (wie weiterhin des lebensweltlichen) Erkennens, nämlich dessen logische *condicio sine qua non*, das Urteilsgefüge in Gestalt von Schlüssen, wie sie beispielhaft exponiert waren in Aristoteles' *Analytica priora*. Die *Transzendente Dialektik* der *Kritik der reinen Vernunft* (B 349-732) steht und fällt mit der Lehre vom Schluß, und Hegel, der Aristoteliker unter den deutschen Idealisten, hatte in seiner *Wissenschaft der Logik* (gen. subj. et obj.) 1816 das *punctum saliens* der vorindustriellen Logik auf den Begriff gebracht: „*Alles Vernünftige ist ein Schluß.*“¹¹

Diese hypotaktische Struktur war die Frucht von Platons langwieriger Auseinandersetzung mit der Sophistik und der sie ermöglichenden eleatisch-zenonischen Logik, die den logischen Gegensatz mit der Kontradiktion identifiziert hatte, dem ausschließenden Entweder-Oder. Platons Entdeckung des *Terminus medius* (*tò méson*) erlaubte anstelle des bloß behauptenden „Verhältniswörtchen[s] *ist*“,¹² der semantisch leeren Verknüpfung (Copula) von Subjekt und Prädikat der Aussage, deren inhaltlich durch Art (*eîdos*, species) und Gattung (*génos*, genus) bestimmte Beziehung zu denken und so ihr Verknüpftsein zu *begründen*. Die Logik des vorindustriellen Erkennens seit Platons mittleren Dialogen ist darum nicht, wie üblich, zu demonstrieren an der Struktur des *Satzes*, sondern allererst an der des *Beziehungsgefüges der Urteile*, einer Beziehung von Beziehungen, geschichtlich erstmals an Heraklits *Lógos* als der entfalteten Beziehung entgegengesetzter Beziehungen von entgegengesetzten Bezogenen.

„Es gibt“, resümierte Aristoteles, „eine eigne Wissenschaft, die das Seiende als solches denkt und was sich an diesem selbst zeigt“ – *Éstin epistêmê tis hê theôreî tò òn hêi òn kai tà toýtôi hyárchonta kath' haytó*.¹³ Was sich am Seienden *als solchem* zeigt, sind seine ersten Gründe (*archaí, aítiai*) und damit auch die Gründe all dessen, was schon die einfache *Aussage* zu Sprache bringt als möglichen

¹⁰ Als *Prinzipien der Modalität* sagen Kants *Postulate* „von einem Begriffe nichts anders, als die Handlung des Erkenntnisvermögens, dadurch er erzeugt wird. Nun heißt ein Postulat in der Mathematik der praktische Satz, der nichts als die Synthesis enthält, wodurch wir einen Gegenstand uns zuerst geben, und dessen Begriff erzeugen“ (KrV B 287).

¹¹ *Wissenschaft der Logik II: Der Schluß*, GW 12, 90. Zur spekulativen Differenzierung des Schemas Enz. (1830), §§ 575-577.

¹² Kant: KrV, § 19, B 141.

¹³ Aristoteles: Met. IV.1, 1003a21f.

Gegenstand des Wissen (*eidénai*).¹⁴ Die lebensweltlichen Dinge und Sachverhalte nämlich (*chrémata, prágmata*) sind bloßes *Sein-für* Gebrauch und Umgang, ihr Wert ist durchaus funktional,¹⁵ „seiend“ werden sie genannt nur im Licht der oder jener Wissenschaft. Das aber, was sich am „Seienden als solchen“ zeigt, ist Sache nicht eigentlich des *regelnden* Verstandes (*diánoia*), sondern der *bestimmenden* Vernunft (*noys*), wie noch Kant sagen wird: des ‚Vermögens der Prinzipien‘.¹⁶ *Begründung* war seither die Aufgabe jeder Wissenschaft, die Wissenschaft des Seienden *als solchen* war „Ontologie“ *avant la lettre*,¹⁷ in ihrer ausgeprägten Gestalt *Onto-Theo-Logik*: Metaphysik.¹⁸

Sie gründete zuhächst in einem *Produktions*begriff, der unmittelbar anschaulich war im Handwerk, zuäüßerst in der Manufaktur. Mit James Watts Erfindung des Motors (1784) war *de facto* der epochale Bruch mit der gesamten Tradition des alten Europa eingeleitet.¹⁹ 1843 stellte Ludwig Feuerbach (*1804) ihr den Totenschein aus ineins mit der Geburtsurkunde des modernen Menschen:

Unsinn ist das höchste Wesen der Theologie – der gemeinen wie der spekulativen.²⁰ [...] Die Aufgabe der neueren Zeit war die Verwirklichung und Vermenschlichung Gottes – die Verwandlung und Auflösung der Theologie in die Anthropologie.²¹ [...] Nichts hat also der Mensch über sich – nichts außer das Wesen der Menschheit, welches aber dem bestimmten Menschen selbst wieder in der Gestalt eines bestimmten Menschen gegenübertritt.²²

Die von Feuerbach diagnostizierte geschichtlich-unwiderrufliche Metamorphose der *Onto-Theo-Logik* in *Onto-Anthropo-Logik* forderte eine radikal *horizontalisierte* Ontologie: *Sie* ist es, als deren *Konstrukteur* Gottlob Frege zu

¹⁴ Die Scholastik unterschied von der *ontischen* Verfassung (Kategorien) des Seienden seine *ontologische* (Transzendentalien) und *logische* Verfassung (Universalien).

¹⁵ *functio*: Verrichtung, Besorgung.

¹⁶ KrV B 356, KpV A 216.

¹⁷ Der Terminus Ontologie gehört der neuzeitlichen Schulphilosophie an, er findet sich zuerst in Rudolf Goclenius' *Lexicon philosophicum* (1613, Artikel Abstractio). Entsprechend bestimmt Alexander Gottlieb Baumgarten die Ontologie als „scientia praedicatorum entis generaliorum“ (Metaphysica, Halle 1763, § 4). Edmund Husserl entschloß sich 1913 „der geänderten Zeitlage entsprechend [...] den alten Ausdruck Ontologie wieder zur Geltung zu bringen“ (Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie, Halle a. d. S., 1922, § 10, Fn., 23). Ihm folgend wird Sartre *L'être et le néant* 1943 einen 'Essai d'ontologie phénoménologique' nennen können.

¹⁸ Wobei noch bei Platon und Aristoteles „das Göttliche“ und „Gott“ prädikativ zu verstehen ist: nicht wie in den nachmaligen Monotheismen: Gott ist der und der, sondern das und das ist Gott.

¹⁹ Die Metaphysik und der Motor, in: Scheier, Die Metaphysik und der Motor. Ausgewählte Aufsätze (1988-2018). Hg. von Nicole C. Karafyllis, Baden-Baden (Alber/Nomos) 2022, 49-65.

²⁰ Feuerbach: Grundsätze der Philosophie der Zukunft, § 23, in: GW 9, hg. von W. Schuffenhauer, Berlin 1967ff., 301.

²¹ Feuerbach: Ebd. § 1, 265.

²² Feuerbach: Das Wesen des Christentums, GW 5, 455.

gelten hat – nicht der professionelle Mathematiker Frege, auch nicht der begriffsschriftliche Reformator der *formalen* Logik (einer hochspezialisierten akademischen Disziplin),²³ sondern der *Ontologe* Frege.

Ein Jahr vor der *Begriffsschrift*, 1878, rief Charles Sanders Peirce den *Pragmatismus* ins Leben mit der *Maxime*:

Consider what effects, that might conceivably have practical bearings, we conceive the object of our conception to have. Then, our conception of these effects is the whole of our conception of the object. – Der Begriff der Wirkungen eines Gegenstands auf unsre Praxis ist der Begriff des Gegenstands schlechthin.

Peirce wird damit zu einem der Architekten der Moderne, der zurückgreift hinter die metaphysische Lehre vom *ón* auf die alltägliche Funktionalität des *prâgma* in der methodischen Gewißheit ihrer wissenschaftlich-technischen Effizienz (nach 1900 wird er darum seinen Pragmatismus als „Pragmatizismus“ scharf abgrenzen vom Populärpragmatismus William James‘ und Ferdinand Canning Scott Schillers).²⁴

Weder Peirce noch Frege haben etwas *erfunden* mit ihren grundstürzenden Konzepten: Pragmati(zis)mus und Begriffsschrift sind so wenig wie Feuerbachs Grundsätze der Philosophie der Zukunft Vorstellungen dessen was *sein soll*, sondern *Beschreibungen* dessen was geschichtlich *ist* seit dem Beginn der Industrialisierung – und *was ist*, ist selber das *Projekt* der Industrialisierung. Zunächst schien Freges Kritik aller bisherigen Logik eine Tabula rasa zu hinterlassen. Es zeigt sich: Auch sie war schon beschrieben, nur noch zu entziffern als die Urschrift (Derridas *archi-écriture*)²⁵ jenes Projekts, als das *logische Programm* das übrigbleibt seitdem das apodiktische Begründungsgefüge des vorindustriellen Denkens ebenso wohl wie die Bedingung seiner Möglichkeit, die unscheinbare *Copula*, der Rumpelkammer der Geschichte überantwortet waren,²⁶

²³ Joseph Maria Bochenski OP: *Formale Logik*, Freiburg/München 1978 (1956). Bochenski erwähnt wohl „den ausgesprochenen Platonismus Freges“, hält ihn aber für vernachlässigbar (317). Hierzu Frege: *Der Gedanke. Eine logische Untersuchung*, in: *Logische Untersuchungen*, hg. von Günther Patzig, Göttingen 1966, 30-53.

²⁴ Peirce: *Issues of Pragmaticism* (in *The Monist* von 1905). Auswahl unter dem Titel *Critical Common-Sensism* in *Philosophical Writings of Peirce*, ed. by Justus Buchler, New York (Dover) 1955, 290-301. Obwohl, notierte Bertrand Russell 1909 hellseherisch, Schiller „beständig versichert, seine Lehren seien die von Protagoras“, springt doch ins Auge, daß „the cardinal point in the pragmatist philosophy, namely, its theory of truth, is so new, and so necessary to the rest of the philosophy, even to those parts which had been previously maintained by others, that its inventors cannot be regarded as merely developing the thoughts of less explicit predecessors“ (Bertrand Russell: *Pragmatism*, in: *Philosophical Essays* [1910], London and New York 2009, 71-103, hier 73). Evident haben *beide* recht.

²⁵ Derrida: *De la grammatologie*, Paris 1967, 83.

²⁶ So schon für Schopenhauer: Es bestehe, schreibt er, „alles Urtheilen im Gebrauch eines Verbi, und umgekehrt. Demnach ist die Bedeutung der Kopula, daß im Subjekt das Prädikat mitzudenken sei – nichts weiter. Jetzt erwäge

der Vergangenheit – und damit das *reine Sein* als das *absolute Ansich* aller physischen wie metaphysischen Begründung. Das Sein, so die anthroponome Gewissheit, ist immer schon *Sein-für-uns*, *Funktion* in der Welt der Faktizität, der *Daten*.

Die Funktion als logische „Nachbildung der arithmetischen Formelsprache“ (BS, Vorwort) hatte Frege in den §§ 9f. der *Begriffsschrift* eingeführt; das Verhältnis von *Function* und *Begriff* wird der Vortrag von 1891 erläutern:

Behauptungssätze im Allgemeinen kann man ebenso wie Gleichungen oder analytische Ausdrücke zerlegt denken in zwei Teile, von denen der eine in sich abgeschlossen, der andere ergänzungsbedürftig, ungesättigt ist. So kann man z. B. den Satz [/] „Caesar eroberte Gallien“ [/] zerlegen in „Caesar“ und „eroberte Gallien“. Der zweite Teil ist ungesättigt, führt eine leere Stelle mit sich, und erst dadurch, dass diese Stelle von einem Eigennamen ausgefüllt wird oder von einem Ausdrucke, der einen Eigennamen vertritt, kommt ein abgeschlossener Sinn zum Vorschein. Ich nenne auch hier die Bedeutung dieses ungesättigten Teiles Funktion. In diesem Falle ist das Argument Caesar.²⁷

Die Copula des klassischen Urteils, das Verhältnis des Subjekts zu seinem Prädikat, in welchem das Subjekt *sich zeigt* als Art und/oder Gattung, als Proprium oder Akzidens, dies leere Sein der Copula wird dem Prädikat zugeordnet als das bestimmte Sein-für-uns (Peirce's *effect*), als der *Wert*, den das Subjekt als bloßes Datum für seine Beschreibung hat. Entsprechend deutet in „f()“ die Klammer „()“ den Definitionsbereich der Daten an, das „f“ ihren Wertebereich. Das Datum („Ereignis“ usw.) als solches, bei Frege vertreten durch einen Eigennamen, wird seit Russell bezeichnet durch den Existenzquantor ($\exists x$): „Es gibt ein x, so daß...“ Die logische Transformation ist einfach genug:

$$[(S \text{ c}) P] \rightarrow [S (c P)] = cP(S) = f(a)$$

– aber erst mit ihr und einzig durch sie war dem Menschen, der seit Feuerbach nichts mehr über sich hatte, das „Hilfsmittel“ gegeben, aus dem als „einer die Sachen selbst treffenden Bezeichnungsweise“ die „unermessliche Vermehrung der geistigen Kraft [...] entspringen würde“ (BS, Vorwort), deren Geschichte die der industriellen (wie noch unsrer ihr folgenden medialen) Moderne ist.

man, worauf der Inhalt des Infinitivs der Kopula, ‚*Seyn*‘, hinausläuft.“ (Zur Logik überhaupt, in: Die Welt als Wille und Vorstellung II, Werke, hg. von Ludger Lütkehaus, 5 Bd., Zürich 1991 [¹1988], Bd. 2, Kap. 9, 123).

²⁷ Frege: Funktion und Begriff, in: Funktion, Begriff, Bedeutung. Fünf logische Studien, hg. von Günther Patzig, Göttingen 2008 (¹1962), 1-22, hier 12.

Ihre philosophische Argumentation ist (den Neuthomismus ausgenommen) von Anfang an – seit Schopenhauer, Feuerbach, Kierkegaard, Marx – *funktional*, im 20. Jahrhundert durchaus auch da, wo vor allem der Logische Empirismus in direkter oder indirekter Kritik steht: bei Heidegger,²⁸ der Existenzphilosophie, dem Strukturalismus und Poststrukturalismus, der Systemtheorie Luhmanns.²⁹ Gottlob Freges Verdienst als Konstrukteur der Moderne ist insofern das des *Ontologen*, der ihre seinsgeschichtliche Gegenwart *formuliert* hat und damit ihr philosophisches ‚fundamentum inconcussum‘.³⁰

Wohlgemerkt ist dies Fundament primär kein mathematisches, sondern onto-anthropologisch. Es bestimmt alles Sein pragmatisch als Sein-für-den Menschen sowohl hinsichtlich des Seinsgrundes ($\exists x$) als auch des Erkenntnisgrundes ($f[x]$). Jede Information (x) ist daraufhin zu selektieren, ob sie aus Sicht der beobachtenden Instanz brauchbar („anschlußfähig“) ist oder nicht, ob sie als Element einer definierbaren Menge zu werten ist und so als Argument einer bestimmten Funktion. Dies gilt ebenso für jede Art *möglicher* Brauchbarkeit, weshalb jede Funktion *an sich* Argument einer komplexeren Funktion ist, die nicht die Anschlußfähigkeit einer unmittelbaren Information, sondern die von deren Funktion sichert. Der „Metasprachen“ ist kein Ende, da die Urdifferenz

$$F \mid x$$

unaufhebbar ist und ihre Beschreibung (formal des Differenzstrichs „ $\mid$ “) die Differenz nur reproduziert (Derridas „*differance*“). Wittgenstein erläutert (T 3.333): „Eine Funktion kann darum nicht ihr eigenes Argument sein, weil das Funktionszeichen bereits das Urbild seines Arguments enthält“: Die Funktion ist *a priori* Fremdreferenz, gerichtet auf das Andere (*állo*), das nicht wie in der klassischen Logik *ihr* andres ist (*héteron*). Dem entspricht ebensowohl Husserls Axiom der *Intentionalität* als der „Eigenheit von Erlebnissen, ‚Bewußtsein von etwas zu sein‘“³¹ wie Luhmanns soziologische Bezeichnung der Gegenstandsbeziehung als *Fremdreferenz*. Die Funktion bedarf eines *Andern*, weil sie „ungesättigt“ ist und nicht von sich selbst zehren kann.³² Die metasprachliche Transformation einer Funktion in das Argument einer höheren (komplexeren) Funktion steht zuletzt vor der Wahl, ihren weiteren Progreß sei es

²⁸ Alexander Eltgen: Funktion und Differenz. „Sein und Zeit“ im Spannungsfeld einer doppelten Transzendenz, Würzburg 2010.

²⁹ Im Überblick Scheier: Luhmanns Schatten – Zur Funktion der Philosophie in der medialen Moderne. Hamburg (Meiner) 2016.

³⁰ Zum modernen Mißverständnis des cartesischen *Cogito* Scheier: Descartes' *genius malignus* und die Wahrheit der Gewißheit, in: Theologie und Philosophie 52 (1977) 321-340.

³¹ Husserl: Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie, Halle a. d. S., ²1922 (¹1913), § 84, 168.

³² Schopenhauer stellt die logische Differenz so vor, „daß der Wille an sich selber zehren muß, weil außer ihm nichts da ist und er ein hungriger Wille ist“, und bemerkt: „Daher die Jagd, die Angst und das Leiden“ (Die Welt als Wille und Vorstellung I, § 28, Werke, hg. von Ludger Lütkehaus, Bd. 1, Zürich 1991 [¹1988], 217).

durch ein „usw.“ nurmehr in Aussicht zu stellen, sei es ihn abzubrechen durch eine dogmatische Entscheidung des Beobachters oder endlich durch das Konstatieren einer Paradoxie, die ihrerseits aufzulösen bleibt.³³

Vor eine solche Paradoxie stellte Russell nach dem Studium der *Grundgesetze der Arithmetik* (Bd. 1, Jena 1893) Frege in einem Brief vom 16. Juni 1902. Die sog. *Russellsche Antinomie* ist die Menge aller Mengen, die sich nicht selbst enthalten: Enthält sie sich nicht, dann enthält sie sich – enthält sie sich, dann enthält sie sich nicht. Frege antwortete am 22. Juni:

Ihre Entdeckung des Widerspruchs hat mich auf's Höchste überrascht und, fast möchte ich sagen, bestürzt, weil dadurch der Grund, auf dem ich die Arithmetik sich aufzubauen dachte, in's Wanken geräth.³⁴

Die Mathematik hat sich seither erfolgreich der Auflösung dieser Antinomie angenommen, Frege selbst hat resigniert, hielt aber gleichwohl an seinem logizistischen Programm fest, der Rückführung der Mathematik auf die Logik, und so auch an der Existenz eines ‚dritten Reichs‘ über Anschauung und Vorstellung, des Reichs der Gedanken.³⁵ Die Philosophie hält im Rückblick auf ihre Geschichte wie im Anhalt an Wittgensteins Kritik und Husserls transzendente Logik dagegen daran fest, dass Mathematik und formale Logik wesentlich operational verfahrenende Disziplinen sind, und begnügt sich nicht mit der jeder *normal science*³⁶ aufgegebenen Entparadoxierung, sondern fragt darüber hinaus nach dem Status der *Paradoxie als solcher* für die Erkenntnis.³⁷ Der Rückblick in die bisherige Geschichte der Moderne lässt dann sehen, dass für sie

³³ Hans Alberts *Traktat über kritische Vernunft* (Tübingen 1968) hat das – noch unzureichend – fixiert in seinem „Münchhausen-Trilemma“: Die Rationalität bleibe entweder alternativlos dem Progreß treu oder scheitere im dogmatischen Abbruch oder aber unterschiebe einen Zirkel.

³⁴ Gottlob Freges Briefwechsel mit D. Hilbert, E. Husserl, B. Russell, sowie ausgewählte Einzelbriefe Freges, hg. von Gottfried Gabriel, Friedrich Kambartel, Christian Thiel, Hamburg (Meiner Phb 321) 1980, 61.

³⁵ Frege: *Der Gedanke. Eine logische Untersuchung* (1918/19). Freges ‚mathematischer Platonismus‘ hat mit Platon nur äußerlich zu tun, umso mehr aber mit der ubiquitären Tendenz der industriellen Moderne zur Verdinglichung und ihrem von Marx diagnostizierten Fetischcharakter.

³⁶ Thomas S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago ¹1962 (²1970).

³⁷ Russell schreibt Freges Verdinglichung des Gedankens fort in Gestalt der Verdinglichung der *logischen Konstanten* - sie wird annulliert durch Wittgensteins Einsicht, daß „sich die *Logik* der Tatsachen nicht vertreten läßt“ (T 4.0312): logische Konstanten sind Operationsanweisungen (vgl. T 5.4611). Russells unbefangene Veranschaulichung der Mengenparadoxie verdeutlicht, daß er „eine *Beschreibung* mit der *Syntax* dieser Beschreibung“ verwechselt (Wittgenstein und der Wiener Kreis, Werkausgabe Frankfurt/M. 1984, Bd. 3, 214). Sind nämlich die „Sätze unserer Umgangssprache [...] logisch vollkommen geordnet“ (T 5.5563), dann verstehen wir unmittelbar, was mit dem Dorfbarbier *gemeint* ist, der alle Männer im Dorf rasiert, die sich nicht selbst rasieren. Die Paradoxie ist nicht der Umgangssprache geschuldet, sondern eine Folge der *Subreption* des unbestimmten Zahladjektivs „alle“ (das eine *empirische* Allheit anzeigt) durch den operativen Allquantor $\forall x$ (der die *logische* Allgemeinheit unterstellt, vgl. T 5.521: „Ich trenne den Begriff Alle von der Wahrheitsfunktion“).

die *auszuhaltende* Paradoxie konstitutiv ist bei Kierkegaard,³⁸ und weiter im 20. Jahrhundert zufolge von Husserls ‚reiner Phänomenologie‘ bei Heidegger³⁹ und im Existenzialismus, namentlich Sartres und Camus‘, zuletzt im Poststrukturalismus wie programmatisch für Luhmanns Systemtheorie.⁴⁰

Frege hätte nicht resignieren müssen – freilich umfassend revidieren, hätte er wie der elf Jahre jüngere Husserl schon vermocht, den Riegel des Psychologismus vor dem Tor des Bewusstseins zu heben. Das modern gedachte Bewusstsein ist allerdings kein ‚drittes Reich‘, wohl aber (verstanden als System sui generis) das fürsichseiende Paradox der Mengen aller Mengen (von Information), weil es ist, was es nicht ist, nämlich sein Gegenstand (Fremdreferenz), und nicht ist, was es ist, nämlich reines Fürsichsein (Selbstreferenz). Es ist nicht und ist beides, die als ausgeschlossen eingeschlossene Einheit von Selbstreferenz und Fremdreferenz, sein beständiges sich selbst Entparadoxieren als *sich Zeitigen*. Im Blick auf die Temporalität der modernen Gesellschaft, schreibt Luhmann, kann man

eigentlich nicht mehr daran festhalten, daß Identitäten, seien es Objekte, seien es Subjekte, der Zeit vorgegeben sind. Vielmehr werden sie mitten in der Zeit und je gegenwärtig konstruiert und reproduziert, um für eine gewisse Zeit Zeitbindungen zu erzeugen, die zwischen den extrem verschiedenen Zeithorizonten Vergangenheit (Gedächtnis) und Zukunft (Oszillation in allen beobachtungsrelevanten Unterscheidungen) vermitteln. Sowohl philosophische als auch physikalische Zeittheorien (Heidegger, Derrida, Einstein) legen eine entsprechende Umstellung der modernen Zeitorientierung nahe.⁴¹

Sartre hatte formuliert: „Die Reflexion erfaßt also die Temporalität, insofern sie sich enthüllt als einzigartige und unvergleichliche Seinsweise einer Selbstheit (ipséité), das heißt als Historizität“.⁴² Nicht anders Luhmann: „Zeit kann deshalb, an Bewegungen wahrgenommen, nur als ein Teilphänomen der Seinswelt verstanden werden. Das wird auch durch die Historisierung der Zeitvorstellungen

³⁸ Philosophische Bissen, Kap. III, Abs. 4. Kierkegaard denkt das „absolute Paradox“ als das entzogene *Du*, dieses als den *Gott* und ihn als *das Unbekannte*. Hierzu Scheier: Kierkegaards Ärgernis. Die Logik der Faktizität in den Philosophischen Bissen, Freiburg/München 1983.

³⁹ Scheier: Die Sprache spricht. Heideggers Tautologien, in: Zt. f. phil. Forsch. 47 (1993), 60-74.

⁴⁰ „Die Reflexion der Wissenschaft als Operationsweise und als System muß sich von dem, was sie beobachtet und beschreibt, unterscheiden – [...] Sie ist mithin Dasselbe und nicht Dasselbe, Dasselbe und etwas anderes als normale Wissenschaft. / Eine Paradoxie also! [...] Es bleibt dabei: das Wahre meint das Ganze. Aber das Ganze ist, wenn Selbstbeobachtung impliziert ist, eine Paradoxie.“ (Luhmann: Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt/M. 1992, 532f.)

⁴¹ Luhmann: Die Gesellschaft der Gesellschaft, Frankfurt/M 1998, 1015f., vgl. 1000: „Selbst Heideggers Reflexion und selbst Derridas Kritik ihrer metaphysischen Präsuppositionen sind nicht zu einer ganz anders ansetzenden Zeitbegrifflichkeit gelangt.“

⁴² Sartre: L'être et le néant, Paris 1943, 205.

selbst nicht in Frage gestellt.“⁴³ Die Historisierung freilich bestimmt den geschichtlichen Ort, in den sich ein Bewusstsein in das kollektive Gedächtnis eingeschrieben hat. Denn, so schon Hegel, die

Zeichen erschaffende Thätigkeit könnte [kann, 1830] das *productive* Gedächtniß (Muse, Mnemosyne) genannt werden [...], indem das Gedächtniß, das im gemeinen Leben oft mit Erinnerung, auch Vorstellung und Einbildungskraft verwechselt und gleichbedeutend gebraucht wird, es überhaupt nur mit Zeichen zu thun hat.⁴⁴

Auch in diesem Sinn gibt uns Gottlob Frege, der Autor der *Begriffsschrift*, weiterhin zu denken als Konstrukteur der Moderne.

⁴³ Luhmann: Die Gesellschaft der Gesellschaft, 214f.

⁴⁴ Hegel: Enzyklopädie, Zweite Ausgabe, 1827, § 458, Anm.

Astronomie im Mittelalter

Sacrobosco, Campanus und eine 700 Jahre alte Kriminalgeschichte

THOMAS SONAR

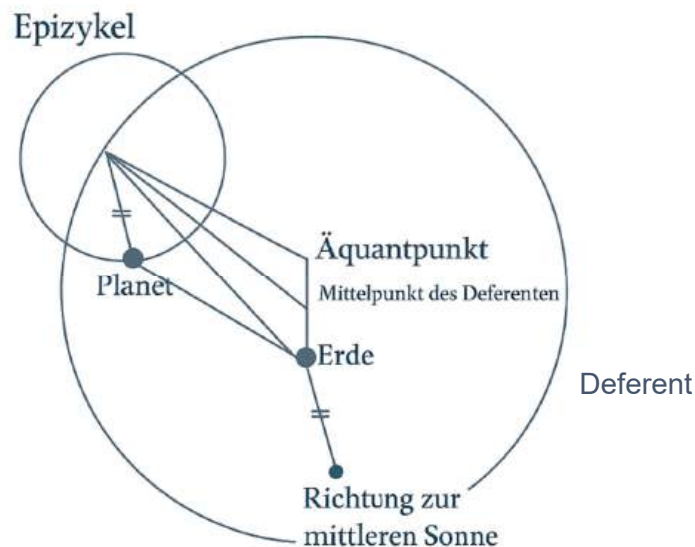
Institut für Partielle Differentialgleichungen, TU Braunschweig

Zusammenfassung: Spätestens nach Gründung der ersten Universitäten im 13ten Jahrhundert gab es eine Nachfrage nach astronomischen Lehrbüchern, die der *Almagest* des Ptolemaios nicht befriedigen konnte, da seine Inhalte zu schwierig waren und nicht verstanden wurden. Wir stellen zwei solcher Lehrbücher vor, Sacroboscus *Sphaera* (elementar) und die *Theorica planetarum* von Campanus, in der erstmals in der lateinischen Literatur ein Äquatorium beschrieben wurde. Etwa 700 Jahre später entdeckt Derek de Solla Price ein mittelalterliches Manuskript, das ebenfalls ein Äquatorium beschreibt und dessen Autorenschaft in einer Art Kriminalgeschichte erst in unserer Zeit geklärt werden konnte.

1 Die Probleme mit dem *Almagest*

1.1 Komplexe Planetentheorie

Um 150 n. Chr. schrieb Ptolemaios vermutlich in Alexandria sein monumentales Werk *Mathematiké syntaxis* (Mathematische Zusammenstellung), später auch als *Megiste syntaxis* (Größte Zusammenstellung) bekannt.



Das Werk enthält eine mathematische, geozentrische Beschreibung des Kosmos¹. Alle Planeten (und auch die Sonne zählt zu den Planeten!) bewegen sich auf Kreisbahnen, aber so konnte Ptolemaios die von den Griechen beobachteten Phänomene nicht erklären. In der griechischen Astronomie lagen aber bereits Lösungen dieses Problems vor: Man setzt den Planeten auf einen kleineren Kreis, den Epizykel, um dessen Mittelpunkt er sich dreht, während der gesamte Epizykel sich um einen großen Kreis, den Deferenten, dreht. Aber der Epizykel allein reicht nicht aus. Der Mittelpunkt des Deferenten ist nicht die Erde, auf der sich die Beobachter befinden, sondern ein verschobener Punkt, so dass man einen exzentrischen Deferenten erhält. In manchen Fällen reicht diese Kombination aber immer noch nicht aus (z. B. für Jupiter, dessen Bewegungsmodell oben schematisch dargestellt ist), und so postuliert Ptolemaios einen fiktiven Punkt, den Äquantpunkt, bezüglich dessen sich der Epizykel gleichförmig bewegt. Zusätzlich muss die Verbindungslinie vom Mittelpunkt des Epizykels zum Planeten stets die Richtung zur mittleren Sonne behalten.

Die benötigte Mathematik zum Verständnis der Ptolemaiosschen Planetenmodelle wurde nur von wenigen beherrscht und so war die *Mathematiké syntaxis* nur von Spezialisten lesbar. Im 9ten Jahrhundert gerät das Werk in den arabischen Kulturkreis und findet dort verständige Leser. Ishaq ibn Hunayn übersetzt ins Arabische und so erhält die *Mathematiké syntaxis* den arabischen Titel *Al-mağisṭī*. In der zweiten Hälfte des 12ten Jahrhunderts übersetzt dann Gerhard von Cremona *Al-mağisṭī* ins Lateinische, wobei das Werk nun den verballhornten Namen *Almagest*¹ erhält, unter dem es weltberühmt geworden ist.

Ganz sicher hat auch Gerhard von Cremona² die Inhalte des monumentalen Werks nicht gänzlich verstanden. Seine Übersetzung ist extrem wörtlich, was wohl den Verständnisproblemen geschuldet ist.

1.2 Das 13te Jahrhundert

Die arabische Übersetzung Ishaq ibn Hunayns aus dem 9ten Jahrhundert gelangt ins muslimische Spanien, wo sie auch von Gerhard von Cremona ins Lateinische übersetzt wurde.

Im 13ten Jahrhundert sind erste Universitäten erstanden (Paris 1200, Oxford 1208, usw.), Klöster sammeln Bücher und fertigen Abschriften an. An den jungen Universitäten hat man den Bildungskanon der „sieben freien Künste“ (septem

¹ Ptolemy's *Almagest*. Translated and annotated by G. J. Toomer with a foreword by Owen Gingerich. Princeton University Press 1998.

² Vergl. Olaf Pedersen: *The First Universities. Studium Generale and the Origins of University Education in Europe*. Cambridge University Press 1997, S. 120 f.

artes liberales)³ der Antike übernommen. Die Voraussetzung für jegliche wissenschaftliche Tätigkeit war das „Trivium“, bestehend aus Grammatik, Rhetorik und Dialektik (Logik). Zum anschließenden Fachstudium hatte man das „Quadrivium“ zu absolvieren: Arithmetik, Geometrie, Musik und Astronomie.

Es ist eine wissenschaftlich aufregende Zeit; gerade kommen indisch-arabische Ziffern in Gebrauch und erlauben auch komplizierte Rechnungen. Zum Unterrichten von Astronomie ist der *Almagest* das vorerst unerreichbare Ziel, denn seine Inhalte werden nicht recht verstanden. Dadurch steigt die Nachfrage nach einfachen Einführungen, die auf zwei Arten von Büchern führt.

An Klöstern gibt es interessierte Mönche, die sich gerne mit Astronomie beschäftigen möchten. Auch an Kathedralschulen gibt es eine Nachfrage nach einführenden Astronomiebüchern und schließlich müssen Studenten an Universitäten Lehrbücher für einführende Veranstaltungen haben. Zu dieser Klasse von elementaren Einführungen gehört das erfolgreichste Werk *De sphaera* von Johannes Sacrobosco. Für Studenten im Quadrivium reicht ein solch elementarer Text nicht aus, hier sucht man nach anspruchsvollen Einführungen und findet unter anderen Texten die *Theorica planetarum* des Campanus von Novara, die ebenfalls sehr erfolgreich war. Diesen beiden Texten wollen wir uns zuwenden.

2 John de Sacrobosco

John (Johannes) de Sacrobosco wurde um 1195 geboren und starb entweder 1244 oder 1256 in Paris⁴. Da sein Name Sacrobosco mit Sicherheit ein Toponym ist, hat man den Geburtsort lange gesucht. „Sacro Bosco“ meint „Heiliger Wald“ und damit kamen Orte wie Holywood, Halifax, Holybush und etliche weitere in Frage. Die Frage nach dem Geburtsort ist nach wie vor ungeklärt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit stammt er aus Yorkshire und hat in Oxford studiert. Er tritt in den Augustinerorden ein und geht nach Paris, wo er am 05.06.1221 nachweisbar ist. Ob er dort seine Studien beendet hat wissen wir nicht, jedenfalls lehrt er bald Mathematik und Astronomie an der Pariser Universität und wird ein weithin bekannter Gelehrter.

Etwa um das Jahr 1230 schreibt Sacrobosco *De sphaera* und dieses Buch bleibt bis ca. 1600 das berühmteste astronomische Lehrbuch. Es wird im Jahr 1472 erstmals gedruckt und ist damit das erste gedruckte astronomische Werk überhaupt. Eigentlich ist es wohl als Skript für Sacroboscoss eigene Vorlesungen

³ Vergl. Edward Grant: *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages. Their Religious, Institutional, and Intellectual Contexts*. Cambridge University Press 1996, S. 14 ff.

⁴ Wir folgen hier und desweiteren Olaf Pedersen: *In Quest of Sacrobosco*, JHA xvi (1985), und Jürgen Hamel: *Studien zur „Sphaera“ des Johannes de Sacrobosco*, AVA Akademische Verlagsanstalt 2014.

konzipiert, aber schnell erobern unzählige Abschriften die Klösterbibliotheken und Universitäten in ganz Europa. Noch heute existieren ca. 300 Handschriften!

De Sphaera war sehr elementar gehalten und befriedigte daher die Nachfrage der Klöster, der Höheren Schulen und der Studenten vor dem Quadrivium. Man findet keinerlei Mathematik; Phänomene werden lediglich qualitativ beschrieben. Die *Sphaera* besteht aus vier Kapiteln. Im ersten Kapitel wird der Aufbau des Kosmos aus konzentrischen Kugelschalen erklärt. Alle Dinge entstehen aus den vier Elementen Feuer, Erde, Wasser und Luft. Bewegungen der Himmel verlaufen in Ost-West-Richtung, die Erde hat Kugelform. Im zweiten Kapitel werden die astronomisch wichtigen Kreise erläutert: Äquator, Tierkreis, Meridian, Horizont, Wendekreise, usw. Zudem gibt es hier Informationen zu fünf Erdzonen. Kapitel drei beschreibt den Auf- und Untergang der Himmelskörper, die Tages- und Nachtdauer in den verschiedenen Jahreszeiten und das Klima der bewohnbaren Erdteile. Im vierten und letzten Kapitel kommt Sacrobosco den Inhalten des *Almagest* am nächsten, denn hier wird die Bewegung der Himmelskörper erläutert und die Ursachen von Mond- und Sonnenfinsternissen werden diskutiert. Die Leser konnten hier die Idee des exzentrischen Deferenten und des Epizykels kennenlernen. Leider war das vierte Kapitel auch das schwächste und die Erläuterungen wurden als nicht ausreichend empfunden. Sehr schnell band man daher eine Planetentheorie (*Theorica planetarum*) bei, als deren Autor man Gerhard von Cremona vermutete. Heute wissen wir, dass nicht Gerhard der Autor war, sondern ein anonym Professor der Pariser Universität.

Interessant für die Verbreitung von *De sphaera* sind Übersetzungen in verschiedene Landessprachen. Bereits 1250 wurde eine Übersetzung ins Altisländische (!) angefertigt. Um 1350 sehen wir eine deutsche Übersetzung von Konrad von Megenberg und etwa zeitgleich eine anonyme Übersetzung *Püchlein von der Spera*.

2.1 Die deutsche Sphaera

Konrad von Megenberg (1309-1374) stammte aus Mittenberg, einer Ortschaft südlich von Nürnberg⁵. Nach dem Besuch der Trivialschule in Erfurt studiert er in Paris, wo er zwischen 1334 und 1342 eigene Vorlesungen über Theologie und Philosophie hält. Im Jahr 1342 finden wir ihn als Rektor der Stephansschule in Wien. Ab 1348 ist Konrad in Regensburg, dort zwischen 1359 und 1363 als Dompfarrer von St. Ulrich. Die *Deutsche Sphaera* hat er zwischen 1347 und 1350 verfasst. Beigesetzt wurde er im Niedermünster zu Regensburg.

⁵ Wir folgen hier *Konrad von Megenberg: Die deutsche Sphaera*. Hrsgb. Francis B. Brévar. Max Niemeyer Verlag, Tübingen 1980.

Den Beginn des vierten Kapitels übersetzt Konrad wie folgt⁶:

Daz virde capitel

Nu woelle wir sagen von den kraizzen der siben planeten und von irn scheingeprechen [Finsternisse]. Nu bruefe, daz deu sunne ainen kraiz hat, darinne si weltzet under der scheinprecherinne [Ekliptik], und der kraiz ist auzpuenctig [exzentrisch].

Die zugehörige Abbildung zeigt die Sonne, die sich auf einem exzentrischen Deferenten bewegt. Bezüglich des Mondes schreibt Konrad⁷:

Aber wir geben dem Monen niht setzze [keine Stillstandpunkte] noch aufvert [läuft von Ost nach West wie die Sonne] noch hindergenge [keine retrograde Schleifenbewegung]. Der mon haizzet auch niht der sizzer noch der aufverter noch der hintergeer in der weis, daruemb, daz sein lauf so snel ist in dem ueberkraizze. Daz alles bruefe in dem ebenpilde.

Das im Manuskript nun folgende Bild⁸ zeigt den Mond auf einem Epizykel um einen exzentrischen Deferenten und das entspricht dem elaborierten Mondmodell⁹ in Ptolemaios' *Almagest*.

2.2 Die Sphaera materialis

Der 1517 in Nürnberg verstorbene Konrad Heinfogel¹⁰ wurde vermutlich auch dort geboren und studierte wahrscheinlich in Erfurt. Im Jahr 1480 wird er in Nürnberg zum Priester ordiniert und Vikar an der Lorenzkirche. Er wurde Kaplan des Kaisers Maximilian I. Wir wissen von ihm selbst, dass im Jahr 1504 sein Lehrer Bernhard Walther starb, der ein Freund und der Nachfolger von Regiomontanus war.

Er bewegt sich in den Humanistenkreisen Nürnbergs und ist gut bekannt mit Albrecht Dürer, mit dem er 1515 an den Sternkarten des Johannes Stabius zusammenarbeitet. Seine Übersetzung von Sacroboscus' *Sphaera* ist die *Sphaera materialis* aus dem Jahr 1516. Entgegen früherer Annahmen hat Heinfogel sehr selbständig gearbeitet und nicht etwa nur Konrad von Megenburgs Übersetzung marginal überarbeitet. Es gibt zusätzliche Textstellen, die sich bei von Megenburg

⁶ Ebenda S. 55 f.

⁷ Ebenda S. 58.

⁸ Ebenda Figur 19, S. 162.

⁹ Ptolemy's *Almagest* aaO. S. 188f.

¹⁰ Studien zur „Sphaera“ aaO.

nicht finden, und einige Erklärungen von Begriffen. So erläutert er „lebenskraiz“ als „Zodiacus/das ist/des Leben Kreyß“.

Ein Vergleich korrespondierender Textstellen zeigt unter anderem die Entwicklung, die die deutsche Sprache innerhalb der ca. 180 Jahre zwischen den Übersetzungen genommen hat:

Konrad von Megenburg	Konrad Heinfogel
<i>Nu woelle wir sagen von den kraizzen der siben planeten und von irn scheingeprechen [Finsternisse]. Nu bruefe, daz deu sunne ainen kraiz hat, darinne si weltzet under der scheinprecherinne [Ekliptik], und der kraiz ist auzpuenctig [exzentrisch].</i>	<i>Von den kreyssen und bewegung der Planeten. Zu mercken das die Sonn hat einen kreiß durch welchen sie sich waltzet auff dem Oberteyll der praytte der scheinprecherin linien [auf der Breite der Ekliptik] und der kreyß außpüktig ist.</i>

Konrad von Megenburgs Text (14. Jhdt.) ist eine Handschrift. Konrad Heinfogels Text (16. Jhdt.) ist das erste gedruckte elementare Astronomiebuch in deutscher Sprache!

Wir sollten uns aber klarmachen, dass Texte in deutscher Sprache sicher nicht zum universitären Gebrauch geeignet waren. Zielgruppe waren hier eher interessierte Laien, und zwar im Wesentlichen solche an Regierungshöfen.

3 Campanus von Novara

3.1 Biographisches

Campanus¹¹ wurde um 1220 vermutlich in Novara in der Lombardei geboren und diente vier Päpsten als Hauskaplan. Einige Kopien seiner *Theorica planetarum* sind Papst Urban IV. (Papst von 1261 bis 1264) gewidmet. Aus einem Brief von Urban IV. vom 21.12.1263 erfahren wir, dass Magister Campanus das Rektorat der Kirche von Savines in der Diözese Arles erhält. In einem weiteren Brief vom 15.5.1264 erhält Campanus von Urban IV. eine Domherrenstelle der Kirche von Toledo. Aber seine kirchlichen Pfründe werden noch mehr.

Campanus ist eng verbunden mit Ottobonus, Kardinaldiakon von St. Adrian in England, der sich vermutlich in Begleitung von Campanus zwischen 1265 und 1268 in England aufhält. Wir dürfen vermuten, dass Campanus dort auf Roger

¹¹ Wir folgen *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory. Theorica planetarum*. Edited with an Introduction, English Translation, and Commentary by Francis S. Benjamin, Jr. & G. J. Toomer. The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee, and London 1971.

Bacon (um 1220 – nach 1292) trifft. In Bacons *Opus tertium*, Kapitel 11, schreibt Bacon¹²:

Doch es gibt nur zwei ausgezeichnete Mathematiker: den Magister Johannes von London und den Magister Petrus von Maricourt aus der Picardie. Zwei weitere sind gut, nämlich die Magister Campanus von Novara und Nikolaus, der Lehrer des Herrn Almerich von Montfort.

Die Bekanntschaft mit Ottobonus zählt sich aus: In einem offiziellen Dokument vom 03.04.1270 erhält Campanus die Pfründe von Felmersham in Bedfordshire, England. Weiterhin erhält er ein Kanonikat in Paris und all das unterstreicht die Bedeutung des Campanus‘ aus kirchlicher Sicht.

So starb Campanus 1296 als sehr reicher Mann. In seinem Testament verfügt er den Bau einer „schönen“ Kapelle für die Heilige Anna und Papst Bonifaz VIII sorgt für die Ausführung.

Campanus wurde auch bekannt als Astrologe; Bernardino Baldi (1553-1617) schreibt:

Er war der beste Astrologe in seiner Zeit.

Allerdings war er auch Mitglied einer „bemerkenswerten wissenschaftlichen Gruppe“¹³, zu der auch Witelo, Willem von Moerbeke und vermutlich auch Thomas von Aquin gehörten. Die Bezeichnung „Magister Campanus“ deutet auf eine Professur an einer Universität hin, die allerdings nicht beweisbar ist.

In der heutigen Zeit ist Campanus bekannt für seine Übersetzung der *Elemente* des Euklid, die er zwischen 1255 und 1259 anfertigte. Ob es sich um eine genuin neue Übersetzung oder aber um eine kommentierte Überarbeitung der Übersetzung des Adelard von Bath handelt, ist nach wie vor Gegenstand der Diskussion. Jedenfalls ist die Campanus-Ausgabe, die erstmals 1482 in Venedig gedruckt wurde, bis ins 16te Jahrhundert hinein die meistverbreitete Ausgabe.

Im Jahr 1268 schreibt Campanus eine kalendarische Abhandlung unter dem Titel *Computus maior*, die zwei Drucke im 16ten Jahrhundert erlebt und auf arabischen Quellen basiert.

¹² Roger Bacon: *Opus tertium. Lateinisch/Deutsch*. Felix Meiner Verlag, Hamburg 2020. S. 71.

¹³ Marshall Clagett: *Archimedes in the Middle Ages. Volume I: The Arabo-Latin Tradition*. The University of Wisconsin Press, Madison 1964. S. 443.

3.2 Die *Theorica planetarum*

Sein astronomisches Hauptwerk, die *Theorica planetarum*, schreibt Campanus zwischen 1261 und 1264. Es basiert auf den Toledaner Tafeln von 1080 und auf Schriften des arabischen Astronomen Arzachel (az-Zarqali, 1029-1087) und stellt die erste detaillierte Darstellung des Ptolemaiosschen Systems im lateinischen Westen dar¹⁴. Das der kommentierten Übersetzung von Benjamin Jr. und Toomer zugrundeliegendes Manuskript enthält zunächst eine Widmung für Papst Urban IV: und einen Prolog. Dann folgen vier Theoriekapitel jeweils über die Sonne, den Mond, den Merkur und über die Venus mit den äußeren Planeten.

Campanus hat den *Almagest* des Ptolemaios verstanden; er hat sogar das komplizierte 5-Kreise-Modell des Mondes, bei dem sich der Mittelpunkt des Deferenten noch auf einem kleinen Kreis um den Mittelpunkt der Ekliptik dreht, genau beschrieben¹⁵. Der vielleicht interessanteste Inhalt der *Theorica planetarum* ist aber ein Instrument, dass Campanus erstmalig im lateinischen Westen beschrieben hat, das Äquatorium.

Das viel länger bekannte Astrolabium (griechisch für „Stern-Nehmer“) ermöglicht es, bei gegebenem Datum und Zeit die Position gewisser Fixsterne zu bestimmen. Sterne, im Gegensatz zu Planeten, drehen sich regelmäßig auf Kreisbahnen scheinbar um die Erde und insbesondere in der arabischen Kultur erreichten Astrolabien den Zustand von Kunstwerken. Zu den für die Araber wichtigen Sterne vergl. *Paul Kunitzsch: The Arabs and the Stars*, Routledge, London and New York 1989. Das Astrolabium war bereits in der Antike bekannt und gehen wohl auf Arbeiten der Griechen bis 250 v. Chr. zurück. Astrolabien wurden auch im *Almagest* beschrieben und haben sich als „Mariner’s astrolabs“ zur Peilung der Sonne auf Schiffen bis in die Neuzeit erhalten.

Im Gegensatz dazu ist es deutlich schwieriger, die Position eines Planeten zu gegebenem Datum und Zeit zu bestimmen, denn durch die Modellierung der Planetenbahnen mit exzentrischen Deferenten und Epizyklen ergeben sich außerordentlich komplizierte Bahnen. Ptolemaios hat dazu im *Almagest* komplexe Rechnungen durchgeführt, die langwierig und fehleranfällig sind. Diese Aufgabe kann nun das Äquatorium (lateinisch: Gleichungsgerät) leisten. Das von Campanus vorgeschlagene Äquatorium bestand aus einem Grundkreis, auf den runde Skalen, für jeden Planeten eine andere, aufgelegt werden konnte. In der Mitte des Grundkreises waren Mittelpunkt der Ekliptik, Position der Erde und Mittelpunkt des exzentrischen Deferenten mit Stiften markiert und zwei Fäden unterschiedlicher Farbe konnten daran befestigt werden, die zur Ablesung genutzt wurden.

¹⁴ Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory. *Theorica planetarum* a.a.O.

¹⁵ Ebenda Fig. 11, S. 172.

Benötigt wurden dazu Positionstabellen der Planeten, die für die jeweils mittlere Bewegung berechnet wurden. Die mittlere Bewegung ist dabei diejenige, bei der sich ein Planet mit konstanter Geschwindigkeit bewegen würde. Jede solcher Tabellen enthält ein „Wurzeldatum“ (radix) als Bezugspunkt. Nehmen wir den 1. Januar des Jahres 1 („the year of Christ“) und wollen wir die mittlere Sonnenposition am Neujahrstag des Jahres 1392 wissen, dann haben wir die Anzahl der Tage zu berechnen, die in den 1392 Jahren vom Wurzeldatum vergangen sind. Dann ist diese Anzahl mit der täglichen mittleren Bewegung der Sonne zu multiplizieren und dieses Ergebnis ist zu dem Wert am Wurzeldatum zu addieren¹⁶. Damit haben wir die Position der mittleren Sonne, aber natürlich noch nicht die wahre Position.

Solche Tabellen waren schon im *Almagest* vereinzelt vorhanden und wurden der Übersichtlichkeit halber von Ptolemaios später als *Procheiroi kanones* (bekannt als *Handy Tables*) herausgegeben. Diese Tafeln kamen in den arabischen Kulturkreis und regten die muslimischen Astronomen an, eigene Tabellen zu erstellen, die als *Zijes* bekannt sind, was wiederum Astronomen in Al-Andalus (Spanien) anregte. Darunter war der in Toledo geborene Astronom az-Zarqali (1029-1087), der im lateinischen Westen als Arzachel bekannt war. Gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern schuf er in den 1060er- und 1070er-Jahren berühmte Tafeln, die als „Toledaner Tafeln“ bekannt wurden¹⁷.

Im 13ten Jahrhundert galten die Toledaner Tafeln bereits als veraltet und unter dem Patronat des Kastilischen Königs Alfons X. wurden die Tafeln in den 1270er-Jahren „generalüberholt“ zu den „Alfonsinischen Tafeln“.

Der Gebrauch eines Äquatoriums ist nicht einfach zu beschreiben und wir verweisen auf die entsprechende Literatur, speziell auf *Seb Falk: The Light Ages*. Die University of Cambridge hat die Website <https://cudl.lib.cam.ac.uk/models/equatorie/#> zur Verfügung gestellt, auf der man mit einem virtuellen Äquatorium „spielen“ kann und wir empfehlen diese Seite nachdrücklich.

Bei Campanus lernte der lateinische Westen erstmals ein Äquatorium kennen. Allgemein war die *Theorica planetarum* äußerst beliebt und einflussreich und zahllose Abschriften kursierten. Zum ersten Mal wurde das Ptolemaiossche System außerhalb des *Almagest* in numerischen Details vorgestellt. Die Ursprünge der Äquatorien liegen im arabischen Raum, und auch hier ist Azarchel aus dem 11ten Jahrhundert zu nennen. Den Verdacht, dass Campanus aus Azarchels Schriften das Äquatorium entlehnt hat, müssen wir fallenlassen, denn Azarchels diesbezügliche Schriften wurden erst nach Campanus' Werk ins

¹⁶ Seb Falk: *The Light Ages. A Medieval Journey of Discovery*. Allen Lane 2020, S. 246.

¹⁷ Ebenda S. 242.

Lateinische übersetzt. Zudem ist Azarchels Äquatorium deutlich ausgefeilter als das Campanussche Instrument.

Interessanterweise wurde die *Theorica planetarum* nach Erfindung des Buchdrucks nicht gedruckt! Zu dieser Zeit gab es schon andere Texte auf der Basis der griechischen Überlieferung des *Almagest*.

4 Ein „Kriminalfall“

4.1 Die Entdeckung

Etwa 700 Jahre nach Campanus wird durch einen britischen Wissenschaftshistoriker eine Kriminalgeschichte gestartet. Es handelt sich um Derek John de Solla Price (1922-1983), der durch seine frühe Beschäftigung mit dem Antikythera-Mechanismus Berühmtheit erlangte¹⁸. De Solla Price hatte 1946 in London in Experimentalphysik promoviert und drei Jahre lang in Singapur am Raffles College gearbeitet. Nach seiner Rückkehr nach England riet man ihm in Cambridge, sich erst einmal als Student einzuschreiben, was er auch tat. Später promovierte er in Wissenschaftsgeschichte und ging in die USA, wo er einer der Väter der Wissenschaftsforschung wurde.

Im Jahr 1951 als Student in Cambridge besucht de Solla Price die Bibliothek des ältesten Colleges, Peterhouse. Im Manuskriptkatalog stößt er auf die Eintragung „directions for making an astrolabe (?)“ beim Manuskript Peterhouse 75. Er stellt fest, dass dieses Manuskript wohl seit 500 Jahren nicht mehr gelesen wurde. Price beschreibt seine Entdeckung wie folgt¹⁹:

Als ich es öffnete bekam ich einen Schock. Das abgebildete Instrument war einem Astrolabium sehr unähnlich - und allem anderen was sofort erkennbar gewesen wäre. Das Manuskript selbst war wunderbar klar und lesbar, obwohl voll von Löschungen und Korrekturen, genau wie bei einem Autorenentwurf nach dem Überarbeiten (was es höchstwahrscheinlich auch ist), und, vor allen Dingen, war nahezu jede Seite auf 1392 datiert und war in Mittelenglisch geschrieben anstatt in Latein [...] Die Bedeutung des Datums war dies: der allerwichtigste mittelalterliche Text über ein Instrument, Chaucers bekannter „Treatise on the Astrolabe“, wurde 1391 geschrieben [...] Die Folgerung war unausweichlich, dass dieser Text etwas mit Chaucer zu tun haben musste. Es begann eine aufregende Jagd.

Zu allem Überfluss findet Price dann auch an der Bindung des Manuskripts die Buchstaben Chauc, was auf Chaucer hinzuweisen schien. Am nächsten Tag hatte

¹⁸ Derek de Solla Price: *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism – A Calendar Computer from ca. 80 B. C.* Transactions of the American Philosophical Society, New Series, Volume 64, Part 7, November 1974.

¹⁹ Seb Falk: *The Light Ages. A Medieval Journey of Discovery.* a.a.O. S. 1 f. Deutsche Übersetzung von mir.

der Konservator die Bindung zerschnitten und Price konnte lesen: radix Chaucer. Für de Solla Price ist nun klar, dass er ein Manuskript des Geoffrey Chaucer vor sich hat.

4.2 Einschub: Geoffrey Chaucer

Geoffrey Chaucer (um 1342/43-1400) bekleidete verschiedene Verwaltungspositionen als Diplomat, Zollinspektor und Forstaufseher und hat sich ewigen Ruhm als Großvater der englischen Sprache erworben²⁰, und zwar mit seinen Pilgergeschichten, den *Canterbury Tales*²¹. Diese Erzählungen begleiten einige Pilger auf dem Weg nach Canterbury, wo sie am Grab des Heiligen Thomas Beckett beten wollen. In Ruhezeiten erzählen die Pilger sich gegenseitig Geschichten und das sind die *Canterbury Tales*.

Etwas weniger bekannt als die *Canterbury Tales* ist ein kleines Manuskript, das Chaucer für seinen Sohn Lewis (Lowis) im Jahr 1391 schrieb: *A Treatise on the Astrolabe*, um dem damals 10-jährigen Lewis den Gebrauch eines Astrolabiums zu erklären.

Nun schrieb Chaucer in seiner Muttersprache und das war Mittelenglisch. Der Prolog der *Canterbury Tales* beginnt mit dem vielleicht berühmtesten Vers des Mittelenglischen:

*Whan that Aprill, with his shoures soote
The droughte of March hath perced to the roote
And bathed every veyne in swich licour
Of which vertu engendered is the flour;*

Und etwas weiter unten erfahren wir schon den Hintergrund der *Canterbury Tales*:

*And, specially, from every shire's end
Of England, to Canterbury they wend,
The holy blissful martyr [for] to seek
That has helped them when [that] they were sick.*

Das Verständnis des Mittelenglischen ist nicht ganz einfach. Im 5ten Jahrhundert besiedeln Angeln, Jüten, Frisen und Sachsen in großer Zahl die Insel, die im Altertum Albion genannt wurde und nun zu England (= Land der Angeln) wird. Es entwickelt sich als Sprache das Angelsächsische oder das Altenglisch, das etwa vom 7ten Jahrhundert bis 1100 gesprochen wurde. Da das Land in großen Teil

²⁰ Marion Turner: *Chaucer – A European Life*. Princeton University Press 2019.

²¹ Geoffrey Chaucer: *The Canterbury Tales* (Original spelling edition). Penguin Classics 2005.

von den Wikingern besetzt war, enthält das Angelsächsische auch skandinavisches Vokabular. Im Jahr 1066 erobert William the Conqueror aus der Normandie England. Auch William war ein Wikinger (Nordmann), und die Normandie wurde erst 911 als Lehen an den Wikingerfürsten Rollo übertragen, um die wilden Nordmänner sesshaft zu machen. Nun gelangen französische Einflüsse in die angelsächsische Sprache, die sich ab 1150 zum Mittelenglischen entwickelt, das bis etwa 1500 als englische Sprache fungierte. Ab etwa 1500 entwickelt sich dann das moderne Englisch.

Für das Mittelenglisch, in dem Chaucer schrieb, gibt es seit 1952 ein hervorragendes Handbuch von Fernand Mossé²² (1892-1956), der am Collège de France der Spezialist für germanische und englische Sprachen war. Wie Mossé ausführt, können im Mittelenglischen lokale Dialekte wie South-East Kentish, South-West Southern, East-Midland, West-Midland und Northern klar unterschieden werden.

4.3 The Equatorie of the Planetis

De Solla Price war davon überzeugt, dass es sich bei Peterhouse 75 um ein Manuskript Chaucers handelte. Das unbekannte Instrument, das darin beschrieben war, stellte sich als Äquatorium heraus, und zwar ein deutlich komplizierteres als das von Campanus beschriebene! Price machte seine Entdeckung sofort öffentlich. Die Universitätszeitung *Varsity* titelte: „Chaucer Hodograph Found in Library“ und selbst *The Times* hatte die Schlagzeile „Possible Chaucer Manuscript: Discovery at Cambridge“.

De Solla Price wandte inzwischen viel Arbeit an dem Manuskript auf. Er übersetzte es in modernes Englisch, erläuterte es, erklärte die Funktionsweise des Äquatoriums und publizierte 1955 eine Arbeit unter dem Titel des Manuskripts Peterhouse 75: *The Equatorie of the Planetis*²³. R. M. Wilson, ein Spezialist für Mittelenglisch von der University of Sheffield, steuerte eine linguistische Analyse bei, die Chaucer als den Autor zweifelsfrei beweisen sollte. Das gelang aber nicht, obwohl die Wahrscheinlichkeit für Chaucer als den Autor groß erschien. So muss also auch Price feststellen, dass er Chaucer als Autor nicht beweisen kann. Die Chaucer-Forscher blieben denn auch in der Mehrzahl reserviert. Seit den 1950er-Jahren blieb die Frage der Autorenschaft in der Schwebe.

²² Fernand Mossé: *Handbook of Middle English*. The Johns Hopkins University Press 2000.

²³ *The Equatorie of the Planetis*. Edited by D. J. Price With a linguistic analysis by R. M. Wilson. A manuscript treatise ascribed to Chaucer. Cambridge University Press 1955.

4.4 Die Lösung des Rätsels

Nachdem die Frage nach der Autorenschaft von Peterhouse 75 etwa 30 Jahre lang unbeantwortet blieb, nahm sich Kari Anne Rand, Professorin in Oslo, das Manuskript in den 1980er-Jahren vor und verglich es mit drei anderen Manuskripten zur Astronomie aus dieser Zeit, darunter auch *A Treatise on the Astrolabe* von Chaucer. Sie wendet verschiedene vergleichende philologische Methoden an, so auch Methoden der Statistik. Ihre Untersuchung erscheint im Jahr 1993²⁴ und sie stellt fest, dass das Manuskript zwar in einem Londoner Dialekt verfasst wurde, sehr ähnlich zu Chaucers, aber dass es einige nach Nordengland verweisende Abweichungen gibt. Rand hofft auf weitere Forschungen, um den Autor zu identifizieren.

Weitere 20 Jahre lang geschieht nichts. Kari Anne Rand wird ungeduldig, startet nun selbst und durchsucht ca. 200 Manuskripte aus der Chaucer-Zeit in ganz Europa. Dann hat sie Erfolg! Sie findet ein Manuskript mit der identischen Handschrift und dem Idiom wie Peterhouse 75. Das Manuskript stammt aus der Tynemouth Priory im Nordosten Englands und wurde dort 1380 geschrieben. Autor ist Bruder John of Westwyck, ein Benediktinermönch der Abtei St. Albans nahe London. Tynemouth Priory war seinerzeit ein Schwesterkloster von St. Albans und direkt auf einem Kliff an der Nordsee gelegen. Seb Falk schreibt²⁵:

Die abgelegenste Klause von St. Albans befand sich in Tynemouth weit im Norden Englands. Es war dort wohin Äbte üblicherweise aufsässige Mönche schickten und die reine Drohung mit dem Kloster auf dem Kliff war, folgt man dem Chronisten Matthew Paris, genug, damit sture Mönche weinten und um Gnade baten. Andererseits war eine solche Entsendung auch eine hervorragende Herausforderung für außerordentlich ambitionierte Mönche.

Über den Benediktinermönch John of Westwyck war sehr wenig bekannt; als Autor von *The Equatorie of the Planetis* muss er ein großartiger Astronom gewesen sein, der vermutlich in Oxford studiert hat. Als Mönch von St. Albans war er von 1383-1393 abgeordnet in die Tynemouth Priory. Im Jahr 1383 folgt er dem Bischof Despenser in einen Kreuzzug gegen den Papst in Avignon, dem kein Erfolg beschieden war. Westwycks Biographie in den Jahren 1383 bis 1393 ist völlig unbekannt; im Jahr 1393 schreibt er dann *The Equatories of the Planetis* wohl in St. Albans. Als letztes uns bekanntes Ereignis in seinem Leben erhält er ein päpstliches Indult, also einen Gnadenerweis zum Erlassen seiner Sünden, und kurz darauf ist er wohl verstorben.

²⁴ Kari Anne Rand Schmidt: *The Authorship of the Equatorie of the Planetis*. D. S. Brewer 1993.

²⁵ Seb Falk a.a.O. S. 161. Deutsche Übersetzung von mir.

Vermutlich hat er in St. Albans seine hervorragenden arithmetischen Kenntnisse erworben, denn das mathematische Niveau dort war sehr hoch. Das kam durch Richard of Wallingford²⁶ (1292-1336), der seinerzeit Abt von St. Albans war. Er konstruierte die berühmte große Uhr in St. Albans, die in der Auflösung der Klöster 1539 durch Henry VIII. zerstört wurde, und war selbst ein hervorragender Astronom und Mathematiker. Zweifellos war es Wallingford, der das wissenschaftliche Niveau von St. Albans anheb.

Richard of Wallingford konstruierte selbst ein Äquatorium, das der „Albyon“ (= all by one) nannte und in seinem *Tractatus Albionis* beschrieb. Es war eine Abschrift dieses Manuskripts, das Kari Anne Rand fand und das von John of Westwyck in Tynemouth Priory angefertigt wurde. Im Jahr 2015 konnte sie dann die Frage nach der Autorenschaft von *The Equatorie of the Planetis* eindeutig klären²⁷. John of Westwyck vermerkte auf seiner Abschrift von Wallingfords Manuskript²⁸:

Master John of Westwyck gab dieses Buch an [das Kloster] Gottes und der gesegneten Maria und St. Oswin, König und Märtyrer, in Tynemouth; und an die Mönche, die Gott dort dienen. Möge die Seele des genannten John und die Seelen aller Gläubigen durch Gottes Gnade in Frieden ruhen. Amen

und ließ sich dadurch identifizieren.

5 The Light Ages

Im Jahr 2020 erschien das Buch *The Light Ages* des englischen Historikers Seb Falk. Falk hat dort die Geschichte des Manuskripts Peterhouse 75 erzählt und ist der Lebensgeschichte des John of Westwyck im Detail nachgegangen. Der Titel des Buches drückt aus, was Falk wichtig ist: Das Mittelalter war keinesfalls ein „dunkles Zeitalter“, sondern im Gegenteil ein „Zeitalter des Lichts“.

²⁶ John North: *God's Clockmaker. Richard of Wallingford and the Invention of Time*. Hambledon and London 2005.

²⁷ Kari Anne Rand: *The Authorship of The Equatorie of the Planetis Revisited*. *Studia Neophilologica* 87, 15-35, 2015.

²⁸ Ebenda Fußnote 8. Übersetzung von mir.

Modern Trend in Mechanics of Materials

Carl Friedrich Gauß-Kolloquium 2025 zu Ehren von François Hild

Einführung

PETER WRIGGERS

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Die Festkörpermechanik untersucht das mechanische Verhalten fester Werkstoffe unter dem Einfluss äußerer Kräfte, Temperaturänderungen und weiterer physikalischer Einwirkungen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Beanspruchung, Verformung und das Versagen von Materialien und Strukturen. Als grundlegendes Teilgebiet der Mechanik bildet sie einen zentralen Pfeiler der Ingenieurwissenschaften. Während die theoretische Formulierung von Kinematik und Bilanzgleichungen gut etabliert und verstanden ist, gibt es keine universelle konstitutive Beziehung, die Kinematik und Kräfte (Spannungen) miteinander verbindet. Verschiedene Materialien – wie Stahl, Beton oder Holz – besitzen unterschiedliche mechanische Eigenschaften und erfordern daher jeweils spezifische Modellierungen und Gleichungen zur Beschreibung ihres Verhaltens. Diese Beziehungen können nicht theoretisch abgeleitet werden; daher bleibt das Experiment das entscheidende Bindeglied zwischen Theorie und Realität.

Experimente in der Festkörpermechanik dienen dazu, material- und strukturmechanische Eigenschaften zu bestimmen, wie z. B. Steifigkeit, Festigkeit, Bruchverhalten, inelastische oder viskose Effekte. Darüber hinaus erlauben sie die Validierung von Modellen und Simulationen, die Entwicklung neuer Werkstoffe sowie die Qualitätssicherung in industriellen Anwendungen.

Die Bandbreite experimenteller Methoden reicht von klassischen Zug-, Druck- oder Biegeversuchen bis hin zu modernen bildgebenden Verfahren wie der Digitalen Bildkorrelation (DIC), Mikro-CT oder In-situ-Messungen unter dem Elektronenmikroskop. Durch die quantitative Interpretation dieser Bilder können Einblicke in die Reaktion des Materials auf äußere Kräfte gewonnen werden, was zu verbesserten Modellierungs- und Vorhersagemöglichkeiten führt.

Die nachfolgenden Vorträge legen den Fokus auf die Rolle und Bedeutung wegweisender wissenschaftlicher Konzepte, die sich mit der Verknüpfung von Experimenten – insbesondere der bildgebenden Verfahren – und den modernen numerischen Methoden der Festkörpermechanik beschäftigen. Diese Beiträge beleuchten aus verschiedenen Blickwinkeln den Schwerpunkt der ausgezeichneten Arbeit von François Hild im Bereich der Bilderfassung und -verarbeitung in Verbindung mit einer quantitativen Analyse.

Modellreduktionsverfahren: Ein Paradigma in der numerischen Mechanik

UDO NACKENHORST

Leibniz Universität Hannover, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik

1 Numerische Mechanik, ein historischer Abriss

Die Mechanik beschäftigt sich mit der Lehre der Wirkung von Kräften auf Körper. Die Ursprünge lassen sich bis in Altertum zurückverfolgen, verbunden mit Namen wie Archimedes und Aristotelis. Die mathematischen Grundlagen der heutigen Mechanik wurden im frühen 16. Jahrhundert gelegt, wobei bahnbrechende Entwicklungen von Newton, Euler, D'Alembert und Lagrange etc. publiziert wurden. Im Ingenieurwesen spielt die Mechanik eine zentrale Rolle zum Beispiel bei der Bewertung der Standsicherheit von Bauwerken und Anlagen.

Mathematisch handelt es dabei um Bilanzgleichungen, z. B. für das Gleichgewicht der Kräfte,

$$\operatorname{div} \boldsymbol{\sigma} + \rho \boldsymbol{b} = \mathbf{0} ,$$

dabei ist $\boldsymbol{\sigma}$ der Spannungstensor, ρ die Massendichte und $\boldsymbol{b}$ beschreibt die Volumenkraftdichte.

Dieser Rahmen wurde im 17. Jahrhundert durch Cauchy für verformbare Körper erweitert. Dafür ist die Verformungskinetik zu beschreiben,

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{1}{2} (\operatorname{grad} \boldsymbol{u} + \operatorname{grad}^T \boldsymbol{u})$$

Dabei ist $\boldsymbol{\varepsilon}$ der Verzerrungstensor und $\boldsymbol{u}$ der Verschiebungsvektor. Diese beiden Gleichungen formulieren einen Satz partieller Differentialgleichungen, mit den Ableitungsoperatoren grad und div. Zur Lösung benötigt man noch die Stoffgleichungen, welche das individuelle Materialverhalten beschreibt. Für einen Festkörper ist die einfachste Möglichkeit das linear elastische Material, das durch folgendes Materialgesetz beschrieben ist,

$$\boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{C} \cdot \boldsymbol{\varepsilon}$$

Dabei ist $\boldsymbol{C}$ der vierstufige Stofftensor der doppelt-skalar mit dem Verzerrungstensor zu verknüpfen ist.

Die Weiterentwicklung der Materialtheorie begann dann um ca. 1940 mit der Einführung der Plastizitätstheorie durch Prager oder die Beschreibung großer Deformation durch Rivlin. Die verallgemeinerte Materialtheorie, wie sie heute gebräuchlich ist, wurde erst gegen 1960 von Kröner entwickelt.

Das System partieller Differentialgleichung ist nur unter vereinfachten Annahmen geschlossen lösbar. Heute bedient man sich numerischer Lösungsverfahren. In der Festkörpermechanik ist dieses zumeist die Finite Element Methode, die um 1960 von Clough und Turner sowie von Argyris und Zienkiewicz entwickelt wurde. Durch elementweise lokale Approximation der Lösungsfelder werden die partiellen Differentialgleichungen in algebraische Gleichungssysteme überführt, die mittels geeigneter Algorithmen effizient gelöst werden können. Allerdings war die Leistungsfähigkeit der Computersysteme zu der Zeit noch recht begrenzt. Aber mit deren Weiterentwicklung und der Verfeinerung der numerischen Methoden lassen sich heutzutage sehr detaillierte Modelle studieren. Gleichungssysteme mit mehreren Millionen Unbekannten und ggf. nichtlinearen Stoffeigenschaften sind heute handhabbar.

2 Modellreduktionsverfahren: ein Paradigmenwechsel

Vor ca. 25 Jahren erkannten Wissenschaftler, dass bei aller Steigerung der Leistungsfähigkeit der Rechnertechnik und der numerischen Algorithmen gewisse Problemklassen nicht mit vertretbarem Aufwand lösbar sind. Dies betrifft insbesondere parametrische Studien, stochastische Analysen oder Optimierungsverfahren, die das mehrfache Lösen detaillierter *High-Fidelity* (hifi-) Modelle erfordern.

Die Idee der Modellreduktionsverfahren ist dabei nicht neu. Bereits sehr früh wurden dimensionsreduzierte Ersatzmodelle verwendet oder Symmetrien ausgenutzt, um die Modelle mit der verfügbaren Technik berechenbar zu machen. Ein Vorläufer der heutigen Modellreduktionsverfahren ist z. B. die Modale Reduktion im Bereich der linearen Strukturmechanik.

Die Grundidee ist dabei, aus den hi-fi-Modellen die wesentlichen Charakteristika zu extrahieren, um damit approximativ die Lösung der *Quantity of Interest (QoI)* zu extrahieren. Heute sind verschiedene alternative Techniken der Modellreduktion bekannt, die je nach Fragestellung eingesetzt werden. Diese können grob klassifiziert werden in, siehe auch Chinesta et al. (2018):

- Intrusive Methoden: Dabei werden die partiellen Differentialgleichungen direkt behandelt. Dies erfordert die Entwicklung eigener, ggf. speziell auf ein Problem zugeschnittener Programmsysteme. Ein Beispiel dafür ist die *Proper Generalised Decomposition (PGD)*.

- Nicht-Intrusive Methoden: Dabei werden mit dem hifi-Modell mehrere Lösungen im Parameterraum, sogenannte *snap-shots* berechnet. Mittels dieser snap-shots kann entweder eine funktionale Approximation des Lösungsraums vorgenommen werden (Surrogate-Modelle), oder es werden Charakteristika mittels Eigenwert-Berechnungen identifiziert, die eine direkte Reduktion des hifi-Modells ermöglichen, z. B. *Proper Orthogonal Dekomposition (POD)*. Bei Letzteren ist immer der direkte Rückschluss auf das hifi-Modell möglich. POD ist allerdings auf lineare Probleme beschränkt, kann jedoch durch Ergänzung mit Radialen Basis Funktionen (RBF) auf moderate Nichtlinearitäten erweitert werden.
- Maschinelles Lernen: Maschinelles Lernen basiert ebenfalls auf snap-shots des hifi-Modells im Parameterraum, die als Trainingsdaten verwendet werden. Neben sehr trainingsintensiven Neuronalen Netzen erscheinen hier insbesondere Support Vector Regression oder Kriging für die Modellreduktion geeignet.
- Data Augmented Models: Neben dem Training mit snap-shot Daten des hifi-Modells werden hier auch experimentelle Daten hinzugefügt, um die reduzierten Modelle in der Aussagekraft zu verstärken.

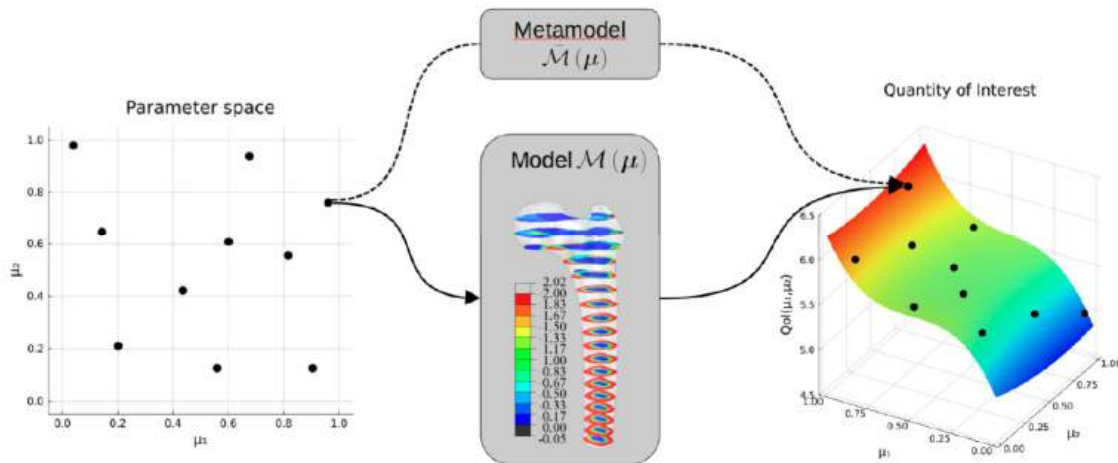


Bild 1. Diskretisierung des Parameterraums und Approximation des Lösungsraums mit dem reduzierten Modell.

Beispielhaft ist in Bild 1 die Idee der Modellreduktion skizziert. Links ist ein zweidimensionaler Parameterraum dargestellt und die Punkte, an denen das hifi-Modell ausgewertet wird, markiert. In der Mitte ist angedeutet, wie diese Punkte einerseits mit dem hifi-Modell und andererseits mit dem reduzierten Modell (hier Meta-Model) direkt abgebildet werden. Und rechts ist die Approximation des gesamten Parameterraums mittels der Modellreduktionstechnik (hier POD-RBF) skizziert.

3 Anwendungsbeispiel: Hüftgelenksendoprothetik

Bezüglich der Biomechanik ist bekannt, dass Knochen auf veränderte mechanische Belastung reagieren, sie bilden im Sinne der Mechanik optimale Tragstrukturen mit möglichst geringem Materialeinsatz aus (Wollfsches Gesetz, 1892). Bei der endoprothetischen Gelenkversorgung tritt dabei die Schwierigkeit auf, dass durch das vergleichsweise steife Implantat der natürliche Kraftfluss im Knochen verändert wird, und sich der Knochen um das Implantat herum zurückbilden kann, bis hin zum völligen Kontaktverlust (siehe Bild 2).



Intensive Forschungen zur numerischen Simulation der Knochenreaktion zufolge Implantat Versorgung werden seit etwa 30 Jahren angestrengt. Heute stehen detaillierte Modelle und Modellierungsketten zur Verfügung. Für die patientenindividuelle Prognose sind diese jedoch extrem aufwändig und erfordern vielfach auch Expertenwissen, so dass deren Transfer in die klinische Praxis derzeit nicht stattgefunden hat. Modellreduktionsverfahren öffnen hier einen Weg, diesen Transfer zu ermöglichen. Vision ist: Mittels reduzierter Modelle kann der behandelnde Arzt auf einem Tablet gemeinsam mit dem Patienten parametrische Studien bezüglich der patientenindividuell optimierten Versorgung „durchspielen“. Angemerkt sei, dass dabei bislang lediglich die biomechanische Komponente betrachtet wird. Das Expertenwissen des behandelnden Arztes wird lediglich um ein weiteres Planungswerkzeug ergänzt.

Bild 2: Röntgenbild nach der Versorgung der Hüfte mit einem Implantat. Deutlich zu erkennen ist der massive Knochenabbau um den Implantat-Schaft herum. Implantat-Versagen ist bei diesem Implantat-Design offensichtlich, und für eine konventionelle Re-Versorgung bieten die verbliebenen Knochenstrukturen keine solide Basis.

3.1 Das hifi-Modell

Mathematische Grundlage ist das bereits oben beschriebene Modell der Bilanzgleichungen, ergänzt durch Konstitutivgleichungen. Für die Konstitutivgleichungen wird hier in Analogie zur modernen Schädigungsmechanik eine innere Variable eingeführt, die die lokale Veränderung der Knochenmassendichte in Abhängigkeit von der lokalen

mechanischen Beanspruchung beschreibt. Für Details sei an dieser Stelle auf die Veröffentlichung von Lutz und Nackenhorst (2010) sowie Bense et al. (2024) verwiesen.

Für eine patientenindividuelle Analyse muss zunächst basierend auf klinischen Bildgebungsverfahren die anatomische Geometrie und die innere Verteilung der Knochenmassendichte rekonstruiert werden. Ausgehend davon wird ein Finite Element Modell erstellt. In einem zweiten Schritt werden dann mittels inverser Optimierungsmethoden die statisch äquivalenten Gelenk- und Muskelkräfte berechnet, so dass das numerische Modell mit der gemessenen Massendichteverteilung übereinstimmt. Dann wird in einem dritten Schritt das Implantat in das Modell eingebracht und die Knochenumbaureaktion berechnet, Lutz und Nackenhorst (2010). Als Zwischenschritt kann noch das knöcherne Einwachsen des Implantats für die Analyse des frühen Verhaltens eingeführt werden, Lutz und Nackenhorst (2012), Reiber et al. (2025b). Bezüglich des Parameterraums kann die individuelle Anatomie des Patienten, die Auswahl des Implantats und dessen relative Position diskutiert werden.

3.2 Das Reduzierte Modell

Die QoI ist die dreidimensionale Knochenmassendichteverteilung als Reaktion auf das künstliche Implantat. Da hier aus den Erfahrungen heraus nur moderate Nichtlinearitäten zu erwarten sind, haben wir uns für die POD-RBF Technik entschieden. Diese bietet für diese Anwendung den Vorteil, dass ein direkter Zusammenhang mit dem hifi-Modell erhalten bleibt, und dieses somit für die grafische Darstellung der Ergebnisse genutzt werden kann.

In diesem Projekt haben wir uns auf einen sechs-dimensionalen Parameterraum beschränkt, die relative Position des Implantats im Knochen. Eine erste Aufgabe war die Parametrisierung des hifi-Modells, so dass das Finite Element Modell automatisch generiert werden kann. Damit lassen sich dann automatisiert die hifi-Berechnungen im Parameterraum durchführen. Ausgehend von den snap-shots wird dann das reduzierte Modell generiert, Reiber et al. (2025a).

Der Ablauf der gesamten Berechnung wird in eine offline-Phase und eine online-Phase unterschieden, siehe Bild 3. In der offline-Phase werden die snap-shots generiert und das reduzierte Modell konstruiert. In der online-Phase werden dann Lösungen im Parameterraum mit dem reduzierten Modell berechnet.

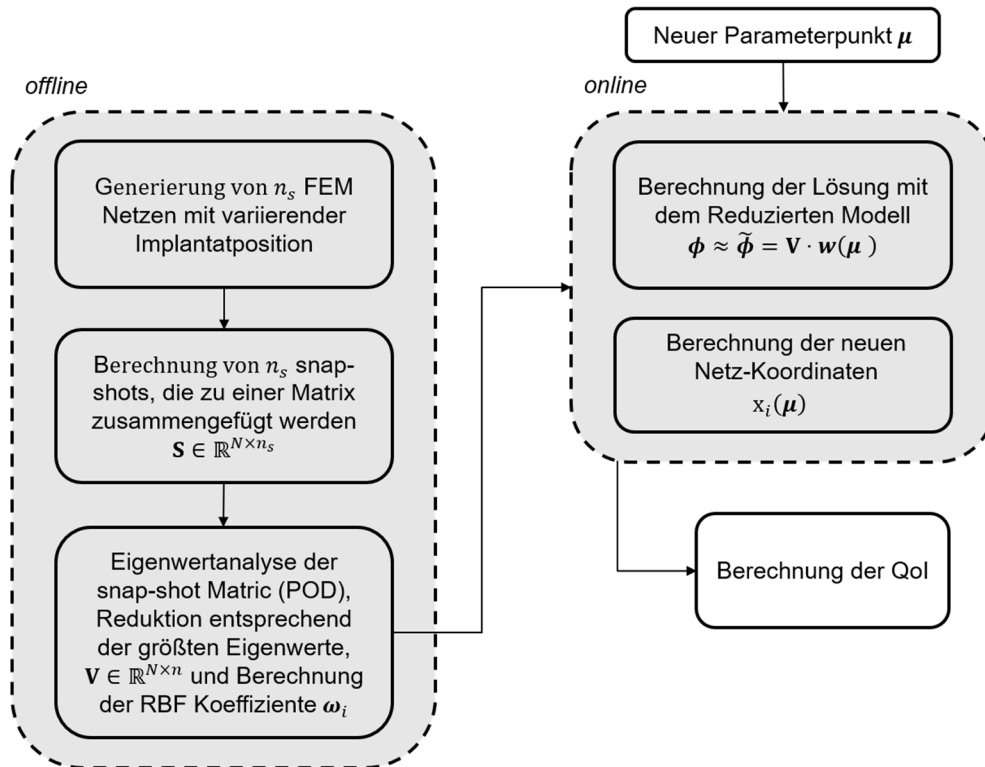


Bild 3. Berechnungsschritte während der offline- und der online-Phase.

3.3 Ergebnisse

Exemplarisch ist in Bild 4 das Ergebnis einer Berechnung mit dem hifi-Modell dem des reduzierten Modells gegenübergestellt. Farbkodiert ist hier die räumliche Verteilung der Knochenmassendichte (BMD) gezeigt. Der maximale absolute Fehler beträgt dabei lokal ca. 7 %. Demgegenüber beträgt die Berechnungsdauer mit dem hifi-Modell ca. 25 Minuten und mit dem reduzierten Modell lediglich 0,4 Sekunden. Dies entspricht einem Faktor der Beschleunigung um etwa 3000. Gleichzeitig sinken die Anforderungen an die Rechnerhardware (Speicherplatz etc.) in dem gleichen Maße, so dass das reduzierte Modell problemlos auf Tablet-PCs oder Smartphones laufen würde.

In der klinischen Praxis wird die Veränderung der Knochenmassendichte gewöhnlich anhand von Röntgenbildern bewertet, vergleiche Bild 1. Dabei wird in die sogenannten Gruen-Zonen eingeteilt, siehe Bild 5. Der relative Fehler in der zonalen Veränderung der Knochenmassendichte-Verteilung des reduzierten Modells im Vergleich mit dem hifi-Modell ist in der Tabelle rechts aufgetragen. Der größte Fehler mit ca. 5,5 % tritt in der Gruen-Zone 7 auf, der Region mit der größten Abnahme an Knochenmasse.

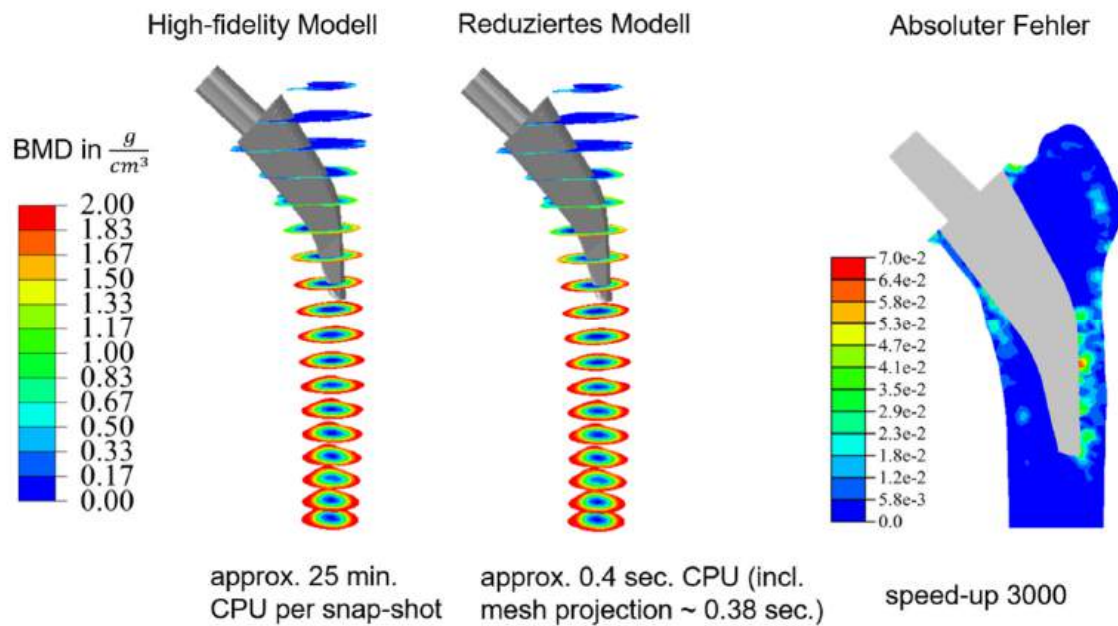


Bild 4. Biomechanische Gleichgewichtslösung mit dem hifi-Modell (links) und dem reduzierten Modell (mitte). Rechts ist der absolute Fehler zwischen den beiden Lösungen dargestellt.

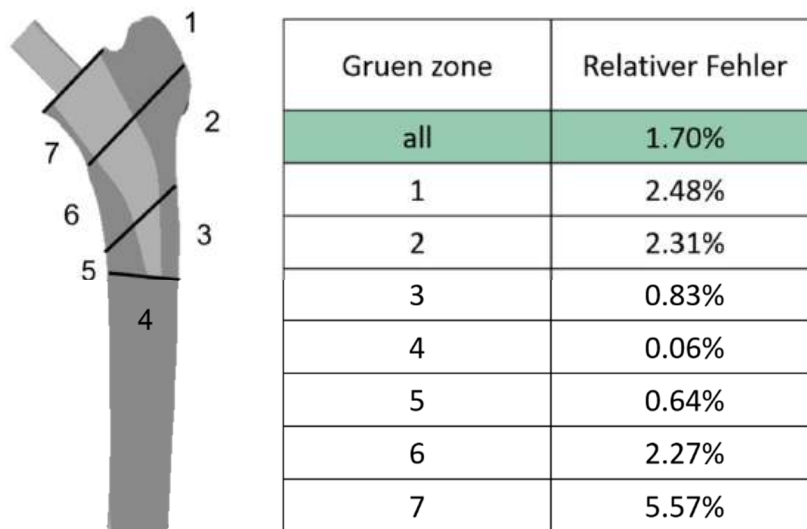


Bild 5. Einteilung der Gruen-Zonen und relativer Fehler der Berechnungen des reduzierten Modells im Vergleich mit dem hifi-Modell.

4 Zusammenfassung

Während die numerische Simulation in der Mechanik in den letzten 40 Jahren deutliche Fortschritte gemacht haben, lassen sich gewisse Problemklassen, wie parametrische Studien, stochastische Analysen, (inverse) Optimierungsverfahren etc. nur schwerlich mit klassischen Methoden behandeln. Hier liefern moderne Methoden der Modellreduktion einen Schlüssel, um solche Problemklassen effizient zu behandeln.

Nach einer kurzen Einführung in dieser Thematik wird an einem Beispiel aus der Biomechanik gezeigt, dass etablierte aussagekräftige numerische Berechnungsmethoden nur mit Hilfe von Modellreduktionsverfahren für die klinische Praxis handhabbar gemacht werden können.

Diese Forschungsarbeiten wurden am Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik in den vergangenen vier Jahren im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB/TRR 298 SIIRI und dem Internationalen Graduiertenkolleg IRTG 2657 durchgeführt. Damit wurde ein Fundament für die weiterführende Entwicklung der Methoden für diesen Anwendungsbereich gelegt. Nächste Schritte sind die Ausweitung des Parameterraums um anatomische Kenngrößen, des Prothesendesigns und die Argumentierung der Modelle auf Basis klinischer Patientendatenbanken.

Literatur

Chinesta, F., Huerta, A., Rozza, G. and Willcox, K. (2018). Model reduction methods. In: Stein, E., de Borst, R. and Hughes, T. J. R.: *Encyclopedia of Computational Mechanics*, Second Edition, Part 1 Solids and Structures, Chapter 3.

Lutz A., Nackenhorst U. (2010). Numerical investigations on the biomechanical compatibility of hip-joint endoprotheses, *Archive of Applied Mechanics*, 80 (5), pp. 503-512, DOI: 10.1007/s00419-009-0380-4

Lutz A., Nackenhorst U. (2012). Numerical investigations on the osseointegration of uncemented endoprotheses based on bio-active interface theory, *Computational Mechanics*, 50 (3), pp. 367-381, DOI: 10.1007/s00466-011-0635-0

Bensel F., Reiber M., Foulatier E., Junker P., Nackenhorst U. (2024). A gradient-enhanced bone remodelling approach to avoid the checkerboard phenomenon, *Computational Mechanics*, 73 (6), pp. 1335-1349, DOI: 10.1007/s00466-023-02413-9

Reiber M., Bensel F., Zheng Z., Nackenhorst U. (2025a). A non-intrusive reduced-order model for finite element analysis of implant positioning in total hip replacements, *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 24 (1), art. no. 127713, pp. 169-183, DOI: 10.1007/s10237-024-01903-w

Reiber M., Bensel F., Becker N., Budde S., Nackenhorst U. (2025b). Finite element analysis of stem migration after total hip replacement, *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 24 (5), pp. 1619-1631, DOI: 10.1007/s10237-025-01985-0

FESTVERANSTALTUNG
Mit Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille am 25. April 2025

Begrüßung

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Hohe Festversammlung,
verehrte Gäste,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

„Die beste Verfassung ist nur lebensfähig in einer Gesellschaft die sie trägt“¹. Dies schrieb kürzlich Professor Stephan Harbarth, der Präsident unseres Bundesverfassungsgerichts. Wir leben aktuell in besonderen und durchaus auch besorgniserregenden Zeiten. Zeiten, in denen viel zu viele Menschen unnötig in Not sind. Und Zeiten, in denen in der Welt die auch in unserem Grundgesetz garantierte Wissenschaftsfreiheit vermehrt in Frage gestellt wird.

Ich hatte lange überlegt, ob es angemessen ist, dass ich als Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) Sie mit diesen Worten zu der diesjährigen Jahresversammlung begrüße. Sie merken: Ja, es musste meines Erachtens sein. Und ich möchte das Thema Wissenschaftsfreiheit auch noch weiter ausführen – in dieser Begrüßung und in meinem Bericht – und dabei auch versuchen, den Bezug zur Arbeit der BWG herzustellen.

Aber seien Sie nun sehr herzlich willkommen zur Jahresversammlung 2025 unserer mittlerweile 82 Jahre alten wissenschaftlichen Gesellschaft! Ihre Anwesenheit belegt Ihr Interesse an unserer akademischen Institution und ihrer Arbeit. Und sie mag auch Ihre Verbundenheit mit unserer Gelehrten-gesellschaft aufzeigen.

Der wissenschaftliche Kern unserer Jahresversammlung ist seit 76 Jahren, seit dem Jahr 1949, die Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille für herausragende wissenschaftliche Leistungen. Für das Jahr 2025 hat die

¹ Stephan Harbarth. Tragik und Größe. Zum 100. Todestag des ersten Reichspräsidenten Friedrich Ebert. Süddeutsche Zeitung Nr. 50, 1./2.3.2025, S. 45.

Plenarversammlung der BWG auf Vorschlag der Klasse für Ingenieurwissenschaften als 79. Preisträger Professor François Hild aus der Universität Paris-Saclay ausgewählt. Sehr geehrter Herr Kollege Hild, cher François Hild, herzlich willkommen, bienvenue! Wir freuen uns, dass Sie zu uns nach Braunschweig gekommen sind, um die Carl Friedrich Gauß-Medaille 2025 entgegenzunehmen und um einen Festvortrag auf dieser Jahresversammlung zu halten.

Damit Sie – und auch alle Gäste – erfahren, in welchem Kreis Sie sich befinden, darf ich nun einige der Gäste namentlich begrüßen.

Anlässlich der Preisverleihung gab es heute Vormittag ein Carl Friedrich Gauß-Kolloquium zum Thema ‘Modern Trends in Mechanics of Materials’. Die Einführung und Moderation übernahm Professor Peter Wriggers (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover). Vorgetragen haben Professorin Laura de Lorenzis (ETH Zürich), Professor Stefan Hartmann (TU Clausthal) und Professor Udo Nackenhorst (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover). Herzlichen Dank an alle für Ihr Engagement.

Sie, lieber Herr Hartmann, werden auch anschließend die Laudatio halten. Als Vorsitzender unserer Klasse für Ingenieurwissenschaften waren Sie an den Vorbereitungen zur Preisvergabe, zur Organisation der Preisverleihung und zur Ausgestaltung des Kolloquiums maßgeblich beteiligt. Vielen Dank.

Die Jahresversammlung findet auch in diesem Jahr wieder in der Dornse statt, einem gleichermaßen schönen, wie auch geschichtsträchtigen Raum. Hier geht mein Dank an die Stadt Braunschweig, die uns dies ermöglicht und die auch sonst die BWG in vielfältiger Weise unterstützt. Dafür und dass Sie anschließend ein Grußwort sprechen werden, möchte ich Ihnen, sehr geehrter Herr Oberbürgermeister Dr. Thorsten Kornblum, herzlich danken. Seit vielen Jahren führt die BWG gemeinsam mit der Stadt Braunschweig die Akademie-Vorlesungen im Schloss durch. Vorgestern fand ein weiterer Vortrag in dieser öffentlichen Vortragsreihe statt, die in diesem Jahr dem Thema ‘Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?’ gewidmet ist und die Fragen des gesellschaftlichen Wandels durch technische Entwicklungen behandelt. Professor Marcus Magnor (TU Braunschweig) sprach dort ‘Über Künstliche Intelligenz und Natürliche Dummheit’. Vielen Dank für die langjährige gute Zusammenarbeit.

Die BWG ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts des Landes Niedersachsen, in dessen Ministerium für Wissenschaft und Kultur als für uns zuständigen Geschäftsbereich wir uns gut aufgehoben und unterstützt fühlen. Der im Programm aufgeführte Vertreter der Landesregierung, Staatssekretär Professor Joachim Schachtner, musste leider kurzfristig absagen. Als Vertreterin aus dem Ministerium darf ich an seiner Stelle Frau Professorin Tina Cornelius-Krügel, die Leiterin der Abteilung Hochschulen, begrüßen. Danke, dass Sie in Vertretung von Herrn Staatssekretär Schachtner ein Grußwort sprechen werden.

Vom Rat der Stadt Braunschweig sind heute Frau Bürgermeisterin Annegret Ihbe (SPD-Fraktion) und Frau Antje Maul (CDU-Fraktion) zu uns gekommen. Danke, dass Sie auch bei dieser Jahresversammlung wieder mit dabei sind.

Als Gelehrten-gesellschaft ist die BWG mit anderen Wissenschaftsakademien verbunden und steht mit Ihnen im Austausch. Dies gilt besonders für die Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, aber auch beispielsweise für die Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Deren Jahresversammlung (Öffentliche Frühjahrssitzung) fand heute vor zwei Wochen, am 11. April 2025, statt. Zum Thema Wissenschaftsfreiheit möchte ich einige wenige Sätze aus dem dort gehaltenen Grußwort von Professor Armin Willingmann, dem Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt zitieren²:

„Es steht nicht gut um die Wissenschaftsfreiheit, wenn in einer der führenden Wissenschaftsnationen der Welt genau das geschieht, was dort seit drei Monaten geschieht. In wenigen Wochen wird der Zugriff auf Daten für wissenschaftliche Projekte und Kommunikation eingeschränkt. Programme werden reduziert, gestrichen, und nicht, weil wir wissenschaftsgeleitet zu der Erkenntnis gekommen wären, dass hier schon alles bekannt sei oder wohl nichts mehr zu erforschen ist, ... Die Maßnahmen ... dienen einem einzigen Zweck: der Einschüchterung. Es geht ausschließlich darum, jene, die möglicherweise oder erwiesenermaßen anderer Ansicht sind, davon abzuhalten, sich öffentlich wirksam zu positionieren und Stellung zu beziehen.“

Zum Thema Wissenschaftsfreiheit führte Herr Willingmann im Hinblick auf Wissenschaftseinrichtungen wie die Leipziger Akademie und wie die BWG weiter aus:

² <https://www.l-iz.de/bildung/forschung/2025/04/gegen-die-bedrohung-wissenschaftsfreiheit-fruhjahrssitzung-sachsische-akademie-wissenschaften-video-622004>

„Und deshalb, liebe Kolleginnen und Kollegen, ... die Verteidigung unserer Demokratie ist nicht nur den Politikerinnen und Politikern überlassen. Auch Sie dürfen daran mitwirken. ... Ich möchte Sie dazu ausdrücklich ermutigen. Sie werden erleben, dass Ihnen die Wissenschaftsministerinnen und -minister dabei nicht in den Rücken fallen.“

Sehr geehrte Festversammlung, seien Sie versichert, dass auch die BWG hier ihren Beitrag weiter leisten wird, ganz besonders mit den Schwerpunkten Wissensvermittlung und öffentlicher Diskurs! Ich möchte aktuell nicht tauschen mit meinen Kolleginnen und Kollegen in den USA und bin dankbar, wie hier von vielen politisch Verantwortlichen Wissenschaft gesehen und Wissenschaftsfreiheit bewahrt wird. Lassen Sie mich noch ergänzen: Das Thema Einschränkung der Wissenschaftsfreiheit ist ja bei weitem nicht nur begrenzt auf die von Herrn Willingmann genannten Vereinigten Staaten von Amerika. Nur: Dieses Land galt mir und vielen als Vorbild, auch für Freiheit, Recht und Wissenschaftlichkeit. Und gerade deshalb dürfte es für viele von uns so bitter sein, die aktuellen Entwicklungen in diesem Land zu beobachten. Einem Land, das eine Person zu ihrem Präsidenten gewählt hat, der nachweislich lügt, mit vielen Personen respektlos umgeht und dessen Reden nicht selten voller Hass sind. Aber genug darüber. Vor noch nicht einmal einer Woche war Ostern, ein Fest der Versöhnung, das auch darauf hinweist, dass es gerade *keinen* Sinn macht, in gleicher Art und Weise dagegenzuhalten. Wir alle, auch die BWG, sollten unseren Beitrag leisten, dass es heutzutage in unserem Land zu keiner solchen Entwicklung kommen wird.

Besonders die ordentlichen Mitglieder der BWG haben ihre wissenschaftliche Heimat vorrangig in den Universitäten und Forschungseinrichtungen des Dreiecks Braunschweig – Clausthal – Hannover. Das hat zum einen historische Gründe. Es begründet sich aber auch dadurch, dass in dieser Region – es ist, auch im internationalen Vergleich, eine der forschungsintensivsten Regionen – die technisch ausgerichteten Universitäten Niedersachsens liegen. Universitäten und Gelehrtenvereinigungen haben unterschiedliche, sich ergänzende Aufgaben. Es freut mich, dass die Präsidentin der Technischen Universität Braunschweig, Professorin Angela Ittel zu dieser Festveranstaltung gekommen ist.

Magnifizienz, liebe Frau Ittel, unsere letzte gemeinsame Veranstaltung – Teil einer öffentlichen Vortragsreihe, in der herausragende Wissenschaftlerinnen referieren – fand gestern vor drei Wochen statt. Professorin Ina Schaefer aus dem Karlsruher Institut für Technologie hielt einen Vortrag über ‘Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht...’ gefolgt von einer breiten Diskussion mit Beiträgen aus der Wissenschaft, aber auch aus der

Wirtschaft und zu wichtigen Rechtsfragen. Durch Ihr Kommen verdeutlichen Sie erneut die Verbundenheit von Universitäten und Gelehrtenesellschaften.

In diesem Zusammenhang darf ich auch Professor Stefan Hartmann nochmals begrüßen, diesmal in seiner Rolle als Vizepräsident der TU Clausthal, die in diesem Jahr 250 Jahre alt wird. Auch die BWG beteiligt sich an den Veranstaltungen anlässlich des 250-jährigen Bestehens der TU Clausthal.

Eine traditionell enge Verbundenheit besteht auch mit zwei in Braunschweig ansässigen Stiftungen. Sehr herzlich begrüße ich die Direktorin der Stiftung Braunschweiger Kulturbesitz, Frau Maria-Rosa Berghahn, und den Präsidenten des Stiftungsrates, Herrn Ulrich Markurth, sowie die Vorstandsvorsitzende der Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis, Frau Brigitte Blum.

Nun sollte ich noch zahlreiche andere Ehrengäste begrüßen. Ich bitte um Nachsicht und Verständnis, dass mir dies aus Zeitgründen nicht möglich ist. Seien Sie alle herzlich willkommen! Danke dass Sie hier sind.

Und danken möchte ich an dieser Stelle schon jetzt allen, die an der organisatorischen Vorbereitung und Durchführung dieser Jahresversammlung beteiligt waren und sind, besonders Frau Nezahat Mumcu und Frau Jeannette Rotermund von der Geschäftsstelle der BWG. Danken möchte ich auch Herrn Volker Link für die musikalische Begleitung.

Es folgt nun das Grußwort von Oberbürgermeister Kornblum.

**Grußwort der Stadt Braunschweig, vertreten durch den
Oberbürgermeister Herrn Dr. Thorsten Kornblum, anlässlich der
Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen
Gesellschaft mit
Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille am 25. April 2025 an
den Ingenieurwissenschaftler Prof. Dr. François Hild**

Sehr geehrter Herr Präsident Professor Haux,
sehr geehrter Herr Professor Hild,
sehr geehrte Frau Professorin Cornelius-Krügel,
sehr geehrter Herr Professor Hartmann,
sehr geehrte Frau Präsidentin der TU, Professorin Ittel,
sehr geehrte Abgeordnete des Deutschen Bundestages und des Niedersächsischen
Landtages,
sehr geehrte Mitglieder des Rates der Stadt Braunschweig,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

Wissenschaft ist die Antriebskraft unserer Gesellschaft: Sie ermöglicht Wandel und Fortschritt und ist die Grundlage für unseren Erfolg in einer Welt, die uns durch immer neue Herausforderungen auf die Probe stellt. In Braunschweig, dem Zentrum einer der forschungsintensivsten Regionen in Europa, ist uns der Wert der Wissenschaft ganz besonders bewusst.

Tagtäglich sind hier Forschende aus den unterschiedlichsten Disziplinen damit befasst, Antworten auf drängende Fragen unserer Zeit zu finden und die Grenzen der Erkenntnis weiter zu stecken.

Die Wissenschaft ist der theoretische Schlüssel zur Enträtselung des Daseins und die Basis für Innovation und Wissensgewinn. Der Mathematiker und Namensgeber der heutigen Preisverleihung, Carl Friedrich Gauß, hat dazu bedeutende Meilensteine gesetzt.

Auch der diesjährige Preisträger der Gauß-Medaille, der Ingenieurwissenschaftler Prof. Dr. François Hild vom Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay, hat mit grundlegenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen wichtige Forschungsbeiträge auf dem Gebiet bildgebender Verfahren zur Verformungsmessung

heterogener Materialien geleistet. Ich freue mich, einen Spitzenforscher wie Herrn Professor Hild hier in Braunschweig begrüßen zu dürfen!

Sehr geehrter Herr Professor Hild, Sie haben an über 700 Publikationen mitgewirkt, die in der wissenschaftlichen Gemeinschaft auf hohes Interesse stoßen: Die Vernetzungsplattform Researchgate für Forschende verzeichnet über 100.000 Klicks für Ihre Veröffentlichungen und über 21.000 Zitationen. Sie gelten als Pionier der digitalen Bildkorrelation. Ihre Arbeit wurde mit zahlreichen Preisen gewürdigt. All diese Auszeichnungen sind Ausdruck Ihres wissenschaftlichen Erfolgs und Ihres wertvollen Beitrags zum Erkenntnisgewinn im Bereich der experimentellen Mechanik.

In unserer Stadt wissen wir aber nicht nur um die Bedeutung der Forschung als Stifterin elementarer Einsichten. Braunschweig ist neben einem wichtigen Forschungsstandort auch das Herz einer bedeutenden Industrieregion. Die Nachbarschaft von Wirtschaft und Wissenschaft ermöglicht einen intensiven Austausch und fruchtbare Kooperationen:

Hier bei uns wandert Wissen quasi von der Forschungsstätte direkt in die Produktionshalle – Erkenntnisgewinn und Nutzbarmachung gehen in Braunschweig Hand in Hand.

Auch Carl Friedrich Gauß stand der Anwendbarkeit einer gleichzeitig unabhängigen Wissenschaft aufgeschlossen gegenüber – er bezeichnete sie als „Freundin der Praxis“. Ebendiesem Prinzip folgt die wertvolle Forschungsarbeit von Herrn Professor Hild: Sie zielt ab auf praktische Anwendung, ermöglicht die Transformation wissenschaftlicher Errungenschaften in konkrete Instrumente für wirtschaftliches Fortkommen und schlägt damit die Brücke zwischen Theorie und Praxis. Von Belang ist dies auch ganz konkret hier vor Ort:

Im Rahmen seiner Forschung entwickelt Herr Professor Hild Messmethoden, die auch für die industrielle 3D-Messtechnik eines Unternehmens in unserer Stadt¹ relevant sind, dessen Lösungen beispielsweise in der Automobil-, Luft- und Raumfahrtbranche zum Einsatz kommen. Mit Freude kann ich feststellen, dass die guten Verbindungen von Wissenschaft und Wirtschaft sogar von Braunschweig bis nach Paris reichen!

Professor Hilds Forschungsinteresse an Messmethoden verbindet ihn in besonderer Weise mit unserer Stadt. Zum einen befindet sich in Braunschweig der

¹ Carl-Zeiss GOM Metrology GmbH

Hauptsitz der Physikalisch Technischen Bundesanstalt, des größten Metrologie-Instituts in Europa. Dort wird zum hochpräzisen Messen geforscht.

Zum anderen hat sich auch der hier geborene Mathematiker Carl Friedrich Gauß mit dem Messwesen befasst, genauer gesagt mit dem Vermessen der Erdoberfläche im wissenschaftlichen Feld der Geodäsie – wie auch der Forschungsbereich von Herrn Professor Hild eine Ingenieurwissenschaft. Fünf Jahre lang hat sich Gauß beispielsweise der Landvermessung in und um Braunschweig gewidmet und damit sein großes theoretisches Wissen auch selbst praktisch angewendet.

Innovation und Praxisbezug zeichneten das Wirken von Carl Friedrich Gauß aus – ebenso wie die Arbeit von Prof. Dr. Hild. Als zukünftiger Träger der Gauß-Medaille hält er das Erbe von Braunschweigs berühmtestem Wissenschaftler damit lebendig!

Ein Wissenschaftspreis wie die Gauß-Medaille, die Herr Professor Hild heute erhält, ist in erster Linie eine Ehrung für die außerordentliche Forschungsarbeit der Preisträgerinnen und Preisträger. Er erfüllt aber noch einen weiteren Zweck: Wissenschaftliche Auszeichnungen rücken die Errungenschaften und die hochkomplexe Tätigkeit von Forschenden ins Licht der Öffentlichkeit und gewähren uns allen einen kurzen Blick hinter die Labortür.

Dass der Allgemeinheit, den Bürgerinnen und Bürgern, die Bedeutung von Forschung und Wissenschaft immer wieder vor Augen geführt wird, ist ein enorm wichtiges Anliegen in einer Zeit, in der ein wachsender Populismus versucht, einfache Antworten auf die Fragestellungen einer vielschichtigen Welt zu liefern.

In diesem Sinne beglückwünsche ich Herrn Professor Hild im Namen der Stadt Braunschweig herzlich zur heutigen Auszeichnung seiner wissenschaftlichen Verdienste mit der Gauß-Medaille!

Herrn Professor Haux und der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft danke ich für die jährliche Verleihung dieses Forschungspreises in unserer Stadt.

Ich übergebe das Wort nun an Frau Professorin Cornelius-Krügel vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur.

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Grußwort des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und
Kultur, vertreten durch die Leiterin der Abteilung Hochschulen
Frau Prof. Dr. Tina Cornelius-Krügel, anlässlich der Jahresversammlung
der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft mit Verleihung
der Carl Friedrich Gauß-Medaille am 25. April 2025 in Braunschweig an
Professor François M. Hild**

Sehr geehrter Herr Professor Haux,
sehr geehrter Herr Dr. Kornblum,
sehr geehrter Herr Professor Hartmann,
sehr geehrter Herr Professor Hild,
sehr geehrte Mitglieder und Gäste der Braunschweigischen Wissenschaftlichen
Gesellschaft,

es ist mir eine große Freude, heute im Namen des Niedersächsischen
Ministeriums für Wissenschaft und Kultur zu Ihnen zur Jahresversammlung der
Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) zu sprechen.

Heute kommen an diesem Ort herausragende Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler, Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Gesellschaft und Kultur
sowie zahlreiche Gäste zusammen, um eine der traditionsreichsten
wissenschaftlichen Gesellschaften unseres Landes zu würdigen – und um mit der
Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille einen Wissenschaftler
auszuzeichnen, dessen Arbeiten unser Verständnis von mechanischen Materialien
und Strukturen maßgeblich geprägt haben.

Die BWG ist seit ihrer Gründung im Jahr 1943 eine Institution von
herausragender Bedeutung für die Wissenschaftslandschaft Niedersachsens und
darüber hinaus. Mit ihrer interdisziplinären Ausrichtung verbindet sie
unterschiedlichste Forschungsbereiche und fördert den Dialog zwischen
Disziplinen, die auf den ersten Blick vielleicht wenig gemeinsam haben; die sich
aber in ihrer Methodik, ihrem Erkenntnisinteresse und in ihrem Streben nach
Innovation und Exzellenz doch tiefgehend berühren.

Sie leistet damit einen unschätzbaren Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs und
zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Besondere Bedeutung kommt heute der Verleihung der Carl Friedrich Gauß-
Medaille zu. Mit dieser Ehrung erinnert die BWG an einen der ganz großen
Wissenschaftler, dessen Wirken untrennbar mit Braunschweig und Göttingen
verbunden ist.

Carl Friedrich Gauß war nicht nur ein Genie der Mathematik, sondern auch ein Universalgelehrter, dessen Ideen bis heute in zahlreichen Disziplinen nachwirken – von der Physik über die Ingenieurwissenschaften bis hin zur Informatik.

In dieser Tradition wird die Gauß-Medaille an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verliehen, die mit ihrer Forschung grundlegende Fortschritte in ihren Fachgebieten erzielt haben.

In diesem Jahr geht die Ehrung an Professor François M. Hild als einen Wissenschaftler, dessen Arbeiten auf dem Gebiet der Mechanik und Materialwissenschaften von höchster Relevanz für Wissenschaft und Technik sind.

Professor Hild, Sie haben mit Ihrer Forschung bahnbrechende Methoden entwickelt, um das mechanische Verhalten von Materialien auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene zu analysieren. Ihre Arbeiten zur digitalen Bildkorrelation haben neue Wege eröffnet, um Deformations- und Bruchmechanismen mit beispielloser Präzision zu untersuchen. Die Bedeutung Ihrer Forschung reicht weit über die akademische Welt hinaus – sie findet Anwendung in Ingenieurwissenschaften, Werkstofftechnik und vielen weiteren Feldern, die für die technologische Entwicklung unserer Gesellschaft von zentraler Bedeutung sind.

Ihr wissenschaftlicher Ansatz verbindet theoretische Exzellenz mit praxisnaher Relevanz ganz im Sinne von Carl Friedrich Gauß, der stets betonte, dass es keine schärfere Trennung zwischen reiner und angewandter Wissenschaft geben sollte. Die heutige Auszeichnung ist daher nicht nur eine Würdigung Ihrer wissenschaftlichen Verdienste, sondern auch ein Zeichen für die Relevanz der Grundlagenforschung in einer Zeit, in der technologische Innovationen unsere Gesellschaft tiefgreifend verändern.

Sehr geehrte Damen und Herren,
eine Veranstaltung wie diese ist immer auch ein Anlass, um innezuhalten und die Rolle der Wissenschaft in unserer Gesellschaft zu reflektieren. Die Herausforderungen unserer Zeit – Energiewende, Klimawandel, Digitalisierung, Rechtsruck – verlangen nach wissenschaftlicher Exzellenz, interdisziplinärer Zusammenarbeit und internationalem Austausch. Die BWG ist ein herausragendes Beispiel dafür, wie dieser Austausch gelingen kann, und die heutige Ehrung von Professor Hild zeigt, wie sehr exzellente Forschung unsere Welt prägt.

Mein Dank gilt der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft für ihr unermessliches Engagement, dem Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig für seine Unterstützung der Wissenschaft und insbesondere Ihnen, Professor Hild, für

Ihre herausragenden wissenschaftlichen Beiträge. Ich gratuliere Ihnen herzlich zur Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille und wünsche Ihnen weiterhin viel Erfolg in Ihrer Forschung. Ich danke Ihnen.

Bericht

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Meine Damen und Herren,

zu Beginn meines Berichtes ist es meine traurige Pflicht, der im Berichtsjahr verstorbenen Mitglieder unserer Gesellschaft zu gedenken.

Nachrufe

Am 14. Juli 2024 verstarb Professor Dr.-Ing. Klaus Schwerdtfeger, Professor für Metallurgie an der Technischen Universität Clausthal. Er war seit 1985 ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften.

Am 25. Juli 2024 verstarb Professor Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Gottfried Konecny, Professor für Photogrammetrie an der Leibniz Universität Hannover. Er war seit 1983 ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften.

Am 14. August 2024 verstarb Professor Dr.rer.nat. Dr.h.c. Hermann Haken, Professor für Theoretische Physik an der Universität Stuttgart. Er war seit 1987 korrespondierendes Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften.

Ich bitte Sie, sich zum Gedenken an die Verstorbenen zu erheben. Danke, dass Sie sich von Ihren Plätzen erhoben haben. Den Verstorbenen werden wir ein ehrendes Gedenken bewahren.

Zuwahlen und personeller Stand

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG) ist eine Gelehrten-gesellschaft, die nach Struktur und Zielsetzung den Akademien der Wissenschaft analog ist und die über das sogenannte Selbstergänzungsrecht verfügt. Dieses Recht auf Zuwahl gibt uns die Möglichkeit, Lücken im Fächerspektrum zu schließen und auch, dem stetigen Wandel der Wissenschaften folgend, neue Themenbereiche für uns zu gewinnen.

Gewählt wurden im Berichtszeitraum – dem Zeitraum zwischen der letzten Jahresversammlung am 14. Juni 2024 bis zum 25. April 2025 – zu ordentlichen Mitgliedern

Professorin Dr.rer.nat. Janina Bahnemann, Universität Augsburg, für das Fachgebiet Bioprozesstechnik/Life Science in die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften;

Professorin Dr.phil. Ulrike Fauerbach, Technische Universität Braunschweig, für das Fachgebiet Baugeschichte und Baukonstruktionsgeschichte in die Klasse für Geisteswissenschaften;

Professor Dr.-Ing. Nils René Goseberg, Technische Universität Braunschweig, für das Fachgebiet Küsteningenieurwesen und Seebau in die Klasse für Ingenieurwissenschaften;

Professor Dr.-Ing. Michael Haist, Leibniz Universität Hannover, für das Fachgebiet Baustoffe in die Klasse für Ingenieurwissenschaften;

Professorin Dr.-Ing. Selin Kara, Leibniz Universität Hannover, für das Fachgebiet Technische Chemie in die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

sowie – als korrespondierendes Mitglied –

Professorin Dr. Barbara Vinken, Ludwig-Maximilians-Universität München für das Fachgebiet Romanistik/Vergleichende Literaturwissenschaft in die Klasse für Geisteswissenschaften.

In der BWG bringen wir in der Jungen BWG Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler aus Niedersachsen zusammen, um sie in einem besonderen Netzwerk wissenschaftlich zu fördern und in ihrem beruflichen Werdegang zu unterstützen. In die Junge BWG wurde im Berichtszeitraum

Professorin Dr.rer.nat. Sophia Rudolf, Fachgebiet Zellbiologie und Biophysik, Leibniz Universität Hannover,

aufgenommen.

Damit gehören aktuell zur BWG: 156 ordentliche Mitglieder, davon 75 unter 70 Jahren, 55 korrespondierende Mitglieder und 23 Mitglieder der Jungen BWG.

Zur Zielsetzung der BWG in Zeiten des Umbruchs

Was sind die Ziele der BWG? Um diese zu beschreiben, möchte ich aus unserer Satzung¹ zitieren. Und ich möchte Sie an die vorhin in meiner Begrüßung geäußerten Sorgen zum Thema interessengelenkte Einschränkung der Wissenschaftsfreiheit in einigen Ländern erinnern. Die Ziele der BWG stehen, wenn Sie so möchten, für das Gegenteil.

Dort steht in der Präambel: „Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG) ist eine Vereinigung von Gelehrten. Sie hat zum Ziel, sich forschend, fördernd und vermittelnd mit den gesamtgesellschaftlichen Leistungen von Wissenschaft und Technik in einem steten interdisziplinären Diskurs auseinanderzusetzen. So trägt sie zur Bildung einer wissensorientierten Gesellschaft bei. Dabei sind die Technikwissenschaften sowohl mit den Naturwissenschaften und der Mathematik als auch mit den Geistes- und Sozialwissenschaften transdisziplinär verbunden. Das integrative Zusammenwirken ermöglicht die Transformation von akademischem zu beratungsorientiertem Wissen. Die Arbeit der BWG ist zielorientiert und wertebasiert. Ihre Mitglieder pflegen den fächerübergreifenden Dialog...“

Und in § 1 wird festgehalten: „Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft dient der Förderung der Wissenschaften und ihrer Zusammenarbeit. Sie kooperiert mit anderen Wissenschafts- und Bildungsinstitutionen und unterstützt die öffentliche Teilhabe an Forschung und Entwicklung. Mit der Expertise ihrer Mitglieder steht sie Politik und Medien als Ansprechpartnerin zur Verfügung. Sie fördert junge Wissenschaftlerinnen und junge Wissenschaftler. Sie verleiht Auszeichnungen für erfolgreiche wissenschaftliche Leistungen.“

Explizit enthalten ist in den Zielen die Vermittlung von Wissen, der Dialog mit der Öffentlichkeit, der öffentliche Diskurs. In diesen Zeiten ist vielleicht gerade dieser Beitrag der Gelehrtengesellschaften von besonderer Bedeutung. Implizit enthalten sind unsere Werte, die sich unter dem Begriff Wissenschaftlichkeit zusammenfassen lassen, darunter zählen früher als Selbstverständlichkeiten angenommene Dinge wie Ehrlichkeit, ergebnisoffene Suche nach Wahrheit und Erkenntnis, Respekt im Umgang miteinander. Um nochmals den Präsidenten unseres Bundesverfassungsgerichts zu zitieren „Die beste Verfassung ist nur lebensfähig in einer Gesellschaft die sie trägt“². Auch wir als BWG stehen, gemeinsam mit Politik und Hochschulen in dieser Verantwortung, uns zu beteiligen und, damit unsere wertorientierte Gesellschaft, in der wir hier leben dürfen und zu der auch die Wissenschaftsfreiheit gehört, zu tragen.

¹ Satzung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (<http://bwg-nds.de/über-die-bwg/satzung-und-geschäftsordnungen/>)

² Stephan Harbarth. Tragik und Größe. Zum 100. Todestag des ersten Reichspräsidenten Friedrich Ebert. Süddeutsche Zeitung Nr. 50, 1./2.3.2025, S. 45.

Die zentrale Aufgabe der BWG

Und wie bildet die BWG diese Ziele in Aufgaben, in Aktivitäten ab?

Die bei weitem nicht die einzige, aber doch zentrale Aufgabe der BWG ist die Pflege des fächerübergreifenden Dialogs und die Wissensvermittlung. Dazu gehören

- der interne fachliche Austausch,
- die öffentlichen Veranstaltungen,
- die fächerübergreifenden Arbeiten zu wichtigen Themen und
- die Preisverleihungen.

Über einige dieser Aufgaben möchte kurz berichten. In den ersten beiden Jahren meiner Präsidentschaft habe ich in diesem Bericht ganz bewusst die Bedeutung des ja wenig sichtbaren internen fachlichen Austauschs begründet und habe unsere öffentlichen Veranstaltungen aufgeführt und erläutert. In diesem dritten und letzten Jahr meiner Präsidentschaft möchte ich versuchen die die fächerübergreifenden Arbeiten etwas ausführlicher zu besprechen.

Gleich vorab: Weitere Informationen finden Sie auf den BWG-Webseiten oder in den BWG-Jahrbüchern, auf deren Online-Fassungen auch über die Webseiten zugegriffen werden kann. Und ebenfalls vorab: Viele sind an den Aktivitäten beteiligt, über die ich hier berichten darf, auch an der heutigen Veranstaltung. Nur wenige kann ich hier nennen. Mein herzlicher Dank geht an alle Beteiligten!

Der interne fachliche Austausch

Der interne fachliche Austausch geschieht vor allem über Vorträge und Diskussionen, aber auch beispielsweise durch Besichtigungen und Exkursionen. Gelehrtenvereinigungen wie unsere BWG möchten mit ihren Veranstaltungen besondere Orte und Zeiträume für diesen fachlichen Austausch bieten. Es sind Orte, in denen ein fächerübergreifender Austausch stattfindet. Die BWG will hierfür Räume schaffen, in denen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich in der heutigen Zeit oft auch als Getriebene erleben, als Freiräume empfinden. Orte und Zeiträume, in denen neue Ideen entstehen können. Dieser fachliche Austausch hilft, neue Perspektiven zu wichtigen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Themen zu gewinnen. Und er hilft auch, methodische Ansätze aus anderen Fachgebieten besser zu verstehen und die methodischen Ansätze des eigenen Fachgebiets noch intensiver zu reflektieren.

Dieser fachliche Austausch geschieht vor allem, aber bei weitem nicht nur, in den Sitzungen der drei Klassen – Geisteswissenschaften, Ingenieurwissenschaften sowie Mathematik und Naturwissenschaften –, in denen der Jungen BWG und in den gemeinsamen Plenarversammlungen. Die Treffen finden überwiegend in Räumlichkeiten der BWG in Braunschweig statt, aber auch, beispielsweise, in Räumlichkeiten der TU Braunschweig, der TU Clausthal und der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. Zudem halten die Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen und die BWG gemeinsame Sitzungen ab, die einmal im Jahr wechselseitig in Göttingen und in Braunschweig durchgeführt werden.

In diesem Berichtszeitraum gab es 7 Plenarversammlungen, 12 Klassensitzungen und mehrere Sitzungen der Jungen BWG. Auf die Inhalte der dort gehaltenen Vorträge kann ich hier nicht eingehen. Aber lassen Sie mich zumindest die Titel der Vorträge aus den ersten drei Plenarversammlungen in diesem Jahr nennen:

- Am 7. Februar 2025 trug Professor Karl-Heinz Glaßmeier vor über „Die obere Atmosphäre als Müllhalde?“;
- am 7. März 2025 trug Professorin Cornelia Denz vor über „Die Vermessung der Quantenwelt. Wie Quanten das Klima messen können“ und
- am 9. Mai 2025 wird Professor Cord-Friedrich Berghahn vortragen über „Der Dichter als Naturwissenschaftler und Ingenieur: Über die Romane Émile Zolas“.

Die öffentlichen Veranstaltungen

Das Ziel unserer öffentlichen Veranstaltungen ist die Wissensvermittlung und der Wissensdiskurs zu gesellschaftlich wichtigen Themen, dies mit Vorträgen kompetenter, fachlich ausgewiesener Personen.

Zu den öffentlichen Veranstaltungen gehört die Vortragsreihe der Akademie-Vorlesungen im Schloss. Wichtige Elemente dieses Formats sind der Vortragsort – Roter Saal im Zentrum der Stadt – und die Kooperation mit dem Kulturinstitut der Stadt Braunschweig. Das Leitthema der Vorlesungsreihe 2024 war ‘Transformation – Die Gesellschaft im Wandel’. Das Leitthema der aktuellen Vortragsreihe lautet: ‘Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?’. Behandelt werden Fragen des gesellschaftlichen Wandels durch technische Entwicklungen. Federführend bei der Organisation war bis 2024 BWG-Vizepräsident Professor Harald Budelmann und ist seit diesem Jahr sein Nachfolger BWG-Vizepräsident Professor Cord-Friedrich Berghahn.

Eine weitere Vortragsreihe findet im Wolfsburger phaeno statt. Diese veranstaltet die BWG gemeinsam mit der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften

zu Göttingen. In der Vortragsreihe des Berichtszeitraums lautete das Thema „Modernste Diagnose- und Therapieverfahren in der Medizin“. In der kommenden Veranstaltungsreihe wird es um ‘Galaktische Entdeckungen’ und um die Entstehung von Leben gehen.

Ein weiteres Vortragsformat der BWG sind die von Professorin Christel Müller-Goymann organisierten Bioethik-Symposien, in denen im Haus der Wissenschaft in Braunschweig an einem Nachmittag ein wichtiges und aktuelles Thema aus der biomedizinischen Ethik behandelt wird. Im Berichtszeitraum befasste sich das Bioethik-Symposium mit dem Thema ‘Implantation ins Gehirn - Therapeutische Möglichkeiten?’. Das diesjährige 21. Bioethik-Symposium, das am 18. Juni 2025 stattfinden wird, ist dem Thema ‘Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende’ gewidmet.

In der öffentlichen Neujahrssitzung der BWG am 25. Januar 2025 hielt Professor Tim Fingscheidt, TU Braunschweig, den Festvortrag zum Thema ‘Engineering der Halluzination in der generativen KI: It’s not a Bug, it’s a Feature’.

Seit 2024 gibt es eine gemeinsame öffentliche Vortragsreihe von der Präsidentin der TU Braunschweig und dem Präsidenten der BWG, in der herausragende Wissenschaftlerinnen referieren. Am 3. April 2025 trug in dieser Vortragsreihe Professorin Ina Schaefer aus dem Karlsruher Institut für Technologie über ‘Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht...’ vor.

Anlässlich des diesjährigen 250-jährigen Bestehens der Technischen Universität Clausthal wird die BWG am 4. Juli 2025 in Clausthal eine Veranstaltung in neuem Format durchführen. Die Federführung bei der Vorbereitung hat Professor Stefan Hartmann, unser Vorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften.

Die fächerübergreifenden Arbeiten

Die fächerübergreifenden Arbeiten der BWG geschehen in der Regel in unseren Kommissionen und Querschnittsbereichen. Über diese Arbeiten möchte ich hier etwas ausführlicher berichten, verbunden mit dem Dank an die Sprecherinnen und Sprecher für die dafür zur Verfügung gestellten Unterlagen. Unsere aktuell sechs Kommissionen und unser Querschnittsbereich sind alphabetisch nach deren Namen aufgelistet.

Kommission Bioethik, Sprecherin ist Professorin Christel Müller-Goymann. Wichtigste Aufgabe der Kommission Bioethik ist die Vorbereitung und Durchführung der Bioethik-Symposien. Diese werden seit dem Jahr 2004 durch die BWG veranstaltet und widmen sich „gleichermaßen wissenschaftlich wie

gesellschaftlich relevanten Problemfeldern“³. Ihre Vorträge bilden in der Regel einen „Vierklang“³, aus thematischer Einführung, fachlichen Grundlagen sowie rechtlichen und ethischen Aspekten. Über die Symposien 2024 und 2025 wurde bereits bei den öffentlichen Veranstaltungen berichtet. Zu den Gebieten der Mitglieder zählen Fächer wie Ethik, Medizin und Naturwissenschaften.

Kommission Gauß-Jahr 2027, Sprecher ist Professor Volker Bach. Anlässlich des 250. Geburtstags von Carl Friedrich Gauß werden in Braunschweig, in Göttingen und in ganz Niedersachsen im Jahr 2027 zahlreiche Veranstaltungen stattfinden, die Gauß' wissenschaftliche Verdienste beleuchten und ihren Zusammenhang mit modernen Entwicklungen in Mathematik, Naturwissenschaft und Technik herstellen. Ziel dieser Kommission ist, die Arbeit der BWG bei der Vorbereitung des Gauß-Jahres zu bündeln. Die BWG wird sich daran u. a. durch die Organisation einer Vortragsreihe und einer öffentlichen Veranstaltung im Rahmen der feierlichen Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille am 30. April 2027 beteiligen. Die Preisvergabe erfolgt in diesem besonderen Jahr durch alle Klassen gemeinsam. Zu den Gebieten der Mitglieder zählen Fächer wie Astronomie, Geodäsie und Geschichtswissenschaft und Mathematik.

Kommission Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide, Sprecher ist Professor Cord-Friedrich Berghahn. Die Kommission arbeitet mit einer bewusst gegenwärtigen, beinahe revisionistischen Grundannahme. Diese besagt, dass die jüdische Modernisierung im Zuge der Haskala – der Jüdischen Aufklärung – nicht nur in einem Zentrum, sondern in zwei bedeutenden Regionen Gestalt annahm. Der eine dieser Schwerpunkte, das Berlin Moses Mendelssohns und seiner Nachfolger, der Maskilim, ist mittlerweile gut erforscht und auch einer breiteren Öffentlichkeit bekannt. Der zweite jedoch – das Gebiet zwischen Harz und Heide mit wichtigen Orten wie Braunschweig, Seesen und Wolfenbüttel – ist bisher sowohl in der wissenschaftlichen Forschung als auch im öffentlichen Bewusstsein weitgehend unbekannt geblieben. Zusammen mit der an der TU Braunschweig beheimateten Forschungsstelle über Synagogalarchitektur Beth Tfila und dem Israel Jacobson-Netzwerk ist es das Ziel der Kommission, das jüdische Erbe und die jüdische Gegenwart stärker in das Bewusstsein der Wissenschaft wie der interessierten Öffentlichkeit zu rücken. Zu den Gebieten der Mitglieder zählen Fächer wie Denkmalpflege, Geschichte und Literaturwissenschaft.

Querschnittsbereich RECOLLECT, Sprecherin ist Professorin Nicole Karafyllis. Hauptaufgabe des Querschnittsbereichs RECOLLECT ist die transdisziplinäre

³ Gahl K. Symposien zur Bioethik. In: Weßelhöft D, Matuschek O. 70 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft 1943-2013, S. 70. Braunschweig: Appelhans; 2013. https://leopard.tu-braunschweig.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbbs_derivate_00036405/70_Jahre_BWG.pdf.

Verständigung über Methoden, Objekte und Begriffe der Sammlungsforschung unter Einbindung regionaler Sammlungsinstitutionen und ihrer Bestände. Konzeptuell analysiert und weiter entwickelt werden Sammlungen, Sammlungsobjekte und das Sammeln selbst. Dazu gehören Vorstellungen von Sammlungen als Wissensspeicher, Erinnerungsorte oder kulturellem Erbe. Eine Besonderheit im Vergleich mit Sammlungsforschung andernorts: Natur- und kulturwissenschaftliche Sammlungen werden zusammen und jenseits etablierter Ressortlogiken betrachtet, z. B. Museen und Botanische Gärten, Archive und Genbanken. Die Region Braunschweig als Hort umfangreicher Sammlungen hat dafür sehr gute Voraussetzungen. Zu den Gebieten der Mitglieder zählen Fächer wie Biologie, Geschichtswissenschaft, Philosophie und Zoologie.

Kommission Technik – Lebensweisen – Transformation (NFTLT), Sprecher ist Professor Harald Budelmann. Vor über einem Jahr wurde die Idee einer „Niedersächsischen Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation“ (NFTLT) im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur vorgestellt und fand seitens des Ministeriums Zustimmung. Die Arbeiten der BWG zu der Forschungsstelle haben im Jahr 2024 begonnen. Auch die Akademie-Vorlesungen im Schloss sind in diesem Jahr auf diese Thematik ausgerichtet. Zur Bündelung der weiteren Ausgestaltung der Arbeitsinhalte und Maßnahmenentwicklung beschloss die BWG auf ihrer Plenarversammlung am 13. Dezember 2024 die Einrichtung dieser Kommission. Nun steht am 29. April 2025 die konstituierende Sitzung der neuen Kommission bevor. In der Kommission sind alle Klassen, die Junge BWG und alle Standorte der BWG vertreten.

Kommission Synergie und Intelligenz (SYnENZ), Sprecher ist Professor Jochen Steil. Hintergrund und Zielsetzung der Arbeit der Kommission Synergie und Intelligenz: technische, ethische und rechtliche Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ) sind Fragen wie: (1) Wie wirken in Zeiten zunehmender Digitalisierung Menschen, Tiere und Pflanzen einerseits und Maschinen andererseits zusammen? (2) Wie erweitern sich die Möglichkeiten des Zusammenwirkens durch digitale Technologien und insbesondere, aber nicht nur durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz? (3) Lässt sich genauer bestimmen, was das Wesen solchen Zusammenwirkens ist und lassen sich Grade des Zusammenwirkens unterscheiden und messen? Und (4) wie soll Zusammenwirken gestaltet werden? Die aktuellen Fortschritte der generativen künstlichen Intelligenz zur Sprach- und Bilderzeugung und deren Anwendung, speziell im Bereich der Robotik, schlagen dabei nicht nur publizistisch hohe Wellen, sondern mobilisieren auch hohe Investitionen und erzeugen auch hohe Erwartungen. In diesem Kontext scheint die Kommissionsarbeit auch im achten Jahr ungebrochen aktuell. Im Berichtszeitraum veröffentlichte die Kommission u.a. ein Buch zu der Thematik des Beurteilens, Messens und Bewertens des

Zusammenwirkens von natürlicher und künstlicher Intelligenz. Der Band ist im März 2025 erschienen⁴ und als Open Access Publikation online abrufbar⁵. Zu den Gebieten der Mitglieder zählen Fächer wie Ethik, Informatik, künstliche Intelligenz, Medizin, Philosophie, Rechtswissenschaft, Robotik, Theologie und Verkehr.

Kommission Wissenschaftskarrieren, Sprecher ist Professor Karl-Heinz Glaßmeier. Die Kommission befasst sich zurzeit intensiv mit Fragen der wissenschaftlichen Karrieremöglichkeiten an deutschen Universitäten und wissenschaftlichen Institutionen. Im Vordergrund standen bisher eine Bestandsaufnahme der Entwicklung der rechtlichen Situation in den vergangenen Jahrzehnten und den sozialen und strukturellen Auswirkungen gegenwärtiger Rechtspraxis. Verschiedene angedachte Vorschläge werden gegenwärtig intensiv diskutiert, insbesondere auch unter dem Aspekt der zukünftigen Konkurrenzfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems. In der Kommission sind alle Klassen, die Junge BWG und alle Standorte der BWG vertreten.

Überleitung und Schluss

Konnte ich Ihnen etwas von der Vitalität, der Lebendigkeit unserer Aktivitäten in der BWG vermitteln? Natürlich haben wir auch Baustellen. Und – um nochmals auf das Thema Bewahrung der Wissenschaftsfreiheit und auf unseren Beitrag im öffentlichen Diskurs zurückzukommen: Natürlich sind schnell ein paar markige Sätze formuliert. Die konkrete Umsetzung ist facettenreicher und schwieriger. Trotz alledem musste es angesprochen werden. Auch die BWG leistet hier, sicherlich nicht nur meines Erachtens, einen wichtigen Beitrag. Es ist ein Beitrag zur *Bildung einer wissensorientierten Gesellschaft*; die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft führt das Kürzel BWG damit im doppelten Sinne.

Preisverleihungen

Zum Abschluss möchte ich noch drei Preisverleihungen ansprechen.

Zum Gedenken an Johann Friedrich Wilhelm Jerusalem (1709-1789), Theologe der Aufklärung, evangelischer Abt zu Riddagshausen und Mitbegründer des Collegium Carolinum, aus dem die Technische Universität Braunschweig hervorgegangen ist, stiften die Evangelisch-lutherische Landeskirche in Braunschweig, die Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz, die Technische Universität Braunschweig und die Braunschweigische Wissenschaftliche

⁴ Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz: Beurteilen-Messen-Bewerten. Hrsg.: Otto Richter, Uwe Drewitz, Reinhold Haux, Stefan Heuser, Tim Kacprowski, Jochen J. Steil. Springer, 2025

⁵ <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-45845-4>

Gesellschaft alle zwei Jahre den Abt Jerusalem-Preis, der für herausragende wissenschaftliche Beiträge zum Dialog der Geistes-, Natur- und Technikwissenschaften verliehen wird. Der Abt Jerusalem-Preis 2024 wurde am 25. November 2024 an Professorin Claudia Kemfert, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung und Leuphana Universität Lüneburg, verliehen. Vor dem abendlichen Festakt mit Preisverleihung in der Klosterkirche Riddagshausen fand wieder am Nachmittag ein Preis-Kolloquium statt, diesmal zum Thema „Klima, Wirtschaft, Energie: Wege aus den multiplen Krisen“.

Bei dem Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen, der durch die gleichnamige Stiftung und die TU Braunschweig jeweils am 6. Dezember eines Jahres verliehen wird, beteiligt sich die BWG u. a. durch den Festvortrag. Im vergangenen Dezember hielt diesen ein Mitglied der Jungen BWG: Dr. Björn Krenz von der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen trug vor über ‘Pflanzenviren im Fokus: Herausforderungen und innovative Lösungen für die Landwirtschaft’.

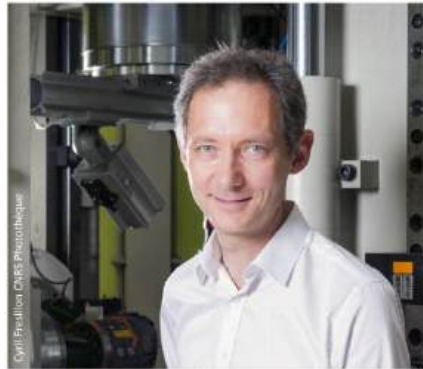
Dass die BWG seit 1949 die Carl Friedrich Gauß-Medaille für herausragende wissenschaftliche Leistungen verleiht – heute an Sie, Herr Professor Hild – hatte ich schon bei meiner Begrüßung erwähnt.

Diese Festveranstaltung, diese Preisverleihung, die Vorträge an dem heutigen Tag, dem 25. April 2025, bilden den würdigen Abschluss des Berichtsjahres, über das ich Sie, meine sehr geehrten Damen und Herren, informieren durfte. Der Kreis schließt sich – wir sind wieder bei der Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille. Ich darf Herrn Kollegen Hartmann um seine Laudatio bitten – nach einem musikalischen Zwischenspiel – und darf mich für Ihre Aufmerksamkeit bedanken.

Laudatio auf Professor François Hild zur Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille 2025

STEFAN HARTMANN

Institut für Technische Mechanik, Technische Universität Clausthal



Professor François Hild

„Datenanalyse mit Bildern“. Diese Überschrift zur Tätigkeitsbeschreibung des Preisträgers ist mir zu wenig. Aus dieser kurzen Beschreibung geht nicht die Komplexität der experimentellen Verfahren, die mathematischen Methoden der Bildauswertung und auch nicht der Zweck bzw. die dahinterstehenden Anwendungen hervor. Einen Einblick in diese Forschungsrichtung werden wir in der heutigen Veranstaltung erhalten.

Sehr verehrte Ehrengäste,
sehr verehrte Kolleginnen und Kollegen,
liebe Gäste,

ich möchte sie auch in meinem Namen recht herzlich begrüßen.

Es ist mir eine Ehre, heute und hier den Carl Friedrich Gauß-Medaillenträger 2025, Professor François Hild, zu begrüßen und für ihn die Laudatio zu halten. Mein Name ist Stefan Hartmann, und ich bin hier in der Funktion des Laudators, als Vorsitzender der Klasse der Ingenieurwissenschaften der BWG sowie als Vizepräsident für Studium und Lehre der TU Clausthal.

Im letzten Jahr hatte die Klasse der Ingenieurwissenschaften die Aufgabe, eine herausragende Person ihrer Disziplinen für die Gauß-Medaille zu benennen. Das Auswahlgremium hatte hierzu mehrfach getagt und im Einklang mit den Statuten

der BWG sich die folgenden, sehr wichtigen Kriterien für den Auswahlprozess zugrunde gelegt:

1. Es wird angestrebt, eine Person zu nominieren, die möglichst noch aktiv im Beruf steht.

Dies ist derzeit definitiv noch der Fall. François Hild arbeitet am Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay, bzw. dem Centre National de la Recherche Scientifique der Université Paris-Saclay.

2. Der- oder diejenige sollte in der letzten Zeit noch nicht mit zu viel Preisen „überhäuft“ worden bzw. sehr gut durch wissenschaftliche Veröffentlichung ausgewiesen sein und mit seiner oder ihrer Forschung für ein Thema stehen.

Dies ist ebenfalls erfüllt, wie später noch erläutert wird.

3. Zudem sollte nicht nur eine Spezialtiefe der Forschungstätigkeit vorliegen, sondern auch eine gewisse Breite nachgewiesen werden. Insbesondere wurde aber auch überprüft, ob eigene Publikationstätigkeiten erkennbar sind.

Herr Hild zeigt die Breite aus dem Hauptthema des Gebietes der experimentellen Mechanik, insbesondere optischer Verfahren, sowie den Themengebieten der Materialparameteridentifikation und Unsicherheitsquantifizierung. Darüber hinaus hat er viele Publikationen als Erstautor geschrieben.

4. Nicht nur der oder die zu Ehrende, sondern auch die BWG bzw. die wissenschaftliche Region, vertreten durch die Universitäten Braunschweig, Clausthal und Hannover, sollten durch die Preisverleihung eine Strahlwirkung erlangen.

Herr Hild ist verbunden mit der Region vertreten durch alle drei Standorte:

- a. *Er arbeitet in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Internationalen Graduiertenkolleg 2657 „Computational Mechanics Techniques in High Dimensions“, welches gemeinsam zwischen der Leibniz Universität Hannover und der École Normale Supérieure Paris-Saclay betrieben wird.*

- b. *Die Firma Carl Zeiss GOM Metrology, zunächst nur GOM, zur industriellen 3D-Messtechnik in Braunschweig, war Pionier in der Entwicklung der optischen Deformationsanalyse. Die Forschung und Weiterentwicklung gehen aber heutzutage über die reine Anwendung weit hinaus, wobei die Arbeitsgruppe von Herrn Hild aus meiner Sicht weltweit führend ist.*
- c. *In Clausthal werden die Forschungsaktivitäten des Laudators maßgeblich durch die Forschungsarbeiten beeinflusst bzw. es haben sich kollaborierende Aktivitäten entwickelt.*

Bevor ich einige Anmerkungen zur inhaltlichen Einordnung der Forschungstätigkeiten von François Hild ansprechen werde, möchte ich auf seinen Werdegang eingehen.

Professor Hild ist am 5. September 1965 in Straßbourg geboren und hat bis zu seinem 20. Lebensjahr in Bischoffsheim im Elsass gewohnt. Wie die meisten Älteren unter uns hat er in seiner Jugend das Erste und Zweite Fernsehprogramm sowie das Dritte Programm, den Südwestfunk, gehört und gesehen, sodass er die deutsche Sprache als Kind und Jugendlicher erlernen konnte.

Er begann seine Maschinenbauausbildung an einem naturwissenschaftlichen und technischen Gymnasium und schloss diese 1983 mit dem „baccalauréat“, also dem französischen Abitur ab. Danach besuchte Herr Hild zwei Jahre (1983-1985) ein Vorbereitungsstudium (classes préparatoires aux grandes écoles), um sich auf die nationale Aufnahmeprüfung für die „grandes écoles“ vorzubereiten. Sein Fachgebiet war Mathematik und Technik mit dem Schwerpunkt Maschinenbau.

Anschließend studierte er an der Ecole Normale Supérieure de Cachan von 1985 bis 1989 mit der Studienrichtung Mechanik. Der Preisträger erhielt dann sein Lehrerdiplom (agrégation) 1988 in Mechanik.

Ein Bezug zu Deutschland war auch während des Studiums erkennbar. Im Sommer 1986 verbrachte er einen Monat in Köln und nahm an einem Sprachkurs für Fortgeschrittene teil. Anschließend ging er nach Rüsselsheim zur Opel AG, um dort ein Praktikum zu absolvieren.

1992 promovierte der Preisträger an der Université Pierre et Marie Curie auf dem Thema „De la rupture des matériaux à comportement fragile“, bzw. in Deutsch „Über das Versagen spröder Materialien“, also Materialien wie zum Beispiel Keramiken, Betone, Mörtel, etc. Anschließend ging er an die University of California at Santa Barbara und erhielt dort 1995 seinen PhD über das Thema

“Ultimate Strength of Structures made of fiber-reinforced ceramic-matrix composites” (in Deutsch: „Bruchfestigkeit von Strukturen aus faserverstärkten Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffen“).

1998 habilitierte der Preisträger auf dem Thema “Damage, breakage and scale transition in heterogeneous materials” (Schädigung, Bruch und Skalenübergang in heterogenen Materialien).

Die meiste Zeit war er am Laboratoire de Mécanique et Technologie (LMT), welches in das LMPS, dem Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay, übergegangen ist.

Er hat in dieser Zeit eine Reihe von Auszeichnungen erhalten, die da wären

1. die Bronzemedaille des CNRS „Centre National de la Recherche Scientifique“ zur Ehrung eines jungen Forschers im Jahr 1995,
2. die Silbermedaille des CNRS im Jahr 2016,
3. der Jaffe-, der Beltrami- und der Jean-Mandel-Preis.
4. Im Jahr 2011 wurde ihm die Ehrenauszeichnung „Fellow of the Society of Experimental Mechanics“ verliehen, die von der Fachgesellschaft nur an herausragende Mitglieder vergeben wird, die einen bedeutenden Einfluss auf das Gebiet der experimentellen Mechanik haben.

François Hild war als Mitherausgeber einer Reihe von Büchern sowie bei mehreren wissenschaftlichen Zeitschriften als stellvertretender Herausgeber und Mitherausgeber tätig.

Der Preisträger hat gemäß Web-of-Sience an weit mehr als 450 Publikation, bei Google Scholar sogar 900 Veröffentlichungen, verfasst bzw. war Koautor. So werden die Arbeiten von dem Preisträger derzeit jährlich ca. 1800-mal zitiert. Für viele Forschende der Mechanik im Ingenieurwesen ist ein h-Index von 77 fast unerreichbar, d. h. mindestens 77 Publikationen sind von 77 üblicherweise anderen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zitiert worden. Dies ist eine sehr beeindruckende Leistung.

Wir trafen uns zum ersten Mal persönlich auf einer IUTAM-Generalversammlung (International Union for Theoretical and Applied Mechanics) in Cambridge 2022, organisieren derzeit einen internationalen Kurs zum Thema „Parameter Identification using Full-Field Measurements“ am CISM in Udine, Italien, „International Centre for Mechanical Sciences“ in Udine, der im kommenden Jahr stattfinden wird.

Bevor wir den Vortrag des Preisträgers erleben dürfen, möchte ich kurz einige einleitende Informationen bereitstellen, da viele von Ihnen mit dem Thema „Mechanik“ kaum einen Zugang haben. Die Mechanik, so wie wir sie in der Schulphysik kennengelernt haben, ist die Beschreibung der Bewegung materieller Körper unter dem Einfluss von einwirkenden Kräften. Die Angewandte Mechanik, bzw. Technische Mechanik, ist die Beschreibung der Bewegung und Deformation materieller Körper unter einwirkenden Lasten in technischen Systemen. Hierbei unterscheidet man heutzutage im Wesentlichen die Technische Mechanik in die Strömungs- bzw. Fluidmechanik, die Festkörpermechanik und die Dynamik, wobei alle Gebiete auch Überschneidungen haben können. In der Fluidmechanik werden heutzutage die Umströmung von Flugzeugen, Fahrzeugen, Rotorblättern etc., aber insbesondere auch die Durchmischung von Fluiden mit Partikeln im Rahmen der Chemischen Verfahrenstechnik untersucht. Bei der Dynamik geht es hauptsächlich um Anwendungen der Rotordynamik (Turbinen, Gebläse, Motoren, ...), der Untersuchung von Schwingungen, aber auch um die Regelung zur Minimierung von Schwingungen in Bauteilen und Strukturen. Bei allen Gebieten stehen dabei die Disziplinen der experimentellen Untersuchung, der mathematischen Modellbildung und der numerischen Behandlung zur Simulation von Systemen im Vordergrund.

Herr Professor Hild arbeitet im Gebiet der Festkörpermechanik, welches im eigentlichen Sinn die Entwicklung der Vorhersage des Bauteilverhaltens mit

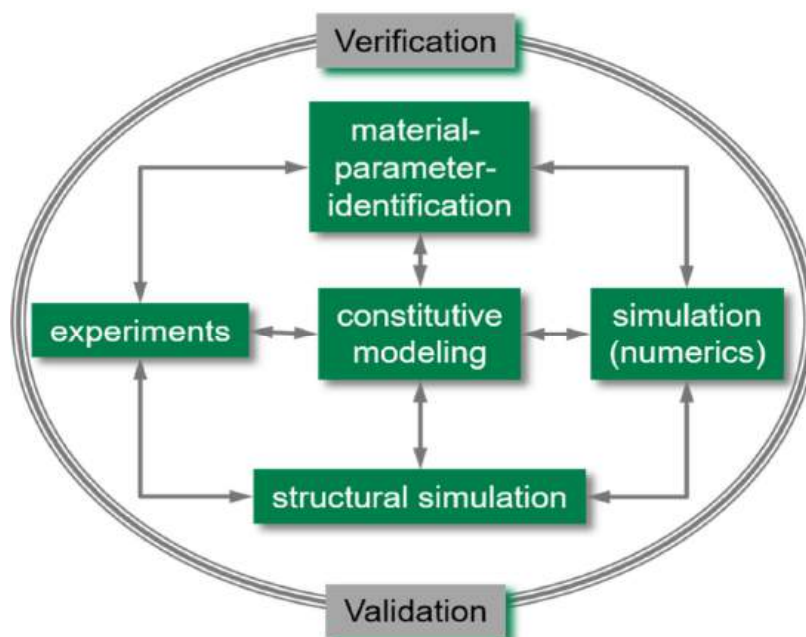


Abb. 1: Arbeitsgebiete in der Festkörpermechanik.

numerischen Berechnungsverfahren (structural simulation) zum Ziel hat, siehe Abb. 1.

Für diese Vorhersageverfahren, bei der die Methode der finiten Elemente eines der am weitesten verbreiteten Verfahren darstellt, benötigt man Modelle, d. h. mathematische Modelle, die den Zusammenhang zwischen den einwirkenden Kräften und der resultierenden Bewegung bzw. Deformation beschreiben. Diese Beziehungen (constitutive models) werden mit anderen physikalischen Größen, wie sogenannte Verzerrungen und resultierenden (mechanischen) Spannungen, formuliert. Solche Modelle basieren auf experimentellen Beobachtungen (experiments), die bei dem Preisträger insbesondere durch optische Methoden zur Bereitstellung nicht nur einzelner Messinformationen, sondern flächiger, insbesondere aber auch volumetrisch verteilter Bildinformation (digitale Bildkorrelation bei Kamerasystemen und digitale Volumenkorrelation bei Tomographien), entwickelt werden. Die das Materialverhalten beschreibenden Konstitutivmodelle müssen zudem in Berechnungsverfahren implementiert werden, wobei es heutzutage um die Neuentwicklung zur Gewinnung stabiler, hochgenauer und effizienter numerischer Berechnungsverfahren geht. In Abb. 1 wird dabei zwischen der reinen Anwendung von Berechnungsverfahren und der Entwicklung (simulation – numerics) unterschieden. In den Materialmodellen gibt es freie Parameter, die das Materialverhalten beschreiben und die an das konkrete Material angepasst werden müssen. Die Bestimmung dieser Parameter aus Experimenten unter Berücksichtigung der Berechnungsverfahren ist der Themenkomplex der Materialparameteridentifikation. Ein Themengebiet auf dem der Preisträger ebenfalls eine besondere Expertise aufweist. Eingebettet sind diese Säulen der Prognose des Verhaltens von technischen Applikationen in das Konzept der Verifikation und Validierung. Dabei beschreibt – hier sehr kurz formuliert – die „Verifikation“ die erforderliche Aussage über die Genauigkeit der Vorhersageverfahren, und die „Validierung“ die Genauigkeit des physikalischen Modells. Im eigentlichen Sinne ist die Validierung ein Prozess, welcher auch zur Änderung des Materialmodells führen kann, wenn gewisse Vorhersagegenauigkeiten nicht erfüllt werden, und bei der auch die Unsicherheiten der Prognose zu quantifizieren sind.

In den meisten dieser Aufgabengebiete hat der Preisträger gearbeitet, wobei die Experimentelle Mechanik, die heutzutage immer die Kenntnisse der Modellbildung, der Parameteridentifikation und auch der Validierung im Fokus hat, sein hauptsächliches Forschungsgebiet repräsentiert.

Daher komme ich auf den einleitenden Titel „Datenanalyse mit Bildern“ zurück, welcher eigentlich zu wenig die Arbeiten des Preisträgers charakterisiert. Es gibt

aber einen Begriff, der durch die Arbeitsgruppe von François Hild geprägt wurde: „Eikology“ und im Titel „Eikology: On the Quantitative Use of Images in Solid Mechanics“ (Eikologie: Zur quantitativen Verwendung von Bildern in der Festkörpermechanik) seines Festvortrags mit enthalten ist. Die Auswertung von Bildinformationen zur quantitativen Beschreibung der Deformation von mechanischen Systemen umschreibt daher besser die Ziele seiner Forschungstätigkeiten. Das Wort „Eikology“, bestehend aus den Wörtern „Eikon“, das Abbild, und „Logie“, die Lehre, stellt ein Neologismus dar, also der Bildung eines neuen Wortes, welches durch zwei bekannte Wörter geschaffen wird.

Wir werden in dem Vortrag des Preisträgers eine Beschreibung des Wortes sowie seine Motivation und Ideen hinter dieser Forschungsrichtung kennenlernen. Hiermit bedanke ich mich für Ihre Aufmerksamkeit und gebe das Wort an Herrn Professor Haux.

Festvortrag des Preisträgers der Carl Friedrich Gauß-Medaille 2025

Eikology: On the Quantitative Use of Images in Solid Mechanics

FRANÇOIS HILD

Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay, CNRS
LMPS – Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay

Vorwort

Sehr geehrter Herr Präsident, liebe Mitglieder der BWG,

ich bin sehr gerührt und dankbar für diese Ehrung durch die BWG, die meine bisherige Arbeit und die meines Teams am Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay besonders würdigt. Es wurde wiederholt in den vorherigen Vorträgen betont, dass ich mich auch mit Niedersachsen verbunden fühle, und das stimmt tatsächlich. An dieser Stelle möchte ich erwähnen, dass ich auf natürliche Art und Weise durch die Arbeiten von Carl Friedrich Gauß nicht nur in meinem Studium, sondern auch in meinen wissenschaftlichen Arbeiten (z. B. Gaußscher Pivot, Gauß-Verteilung, Methode der kleinsten Quadrate) beeinflusst wurde. Insbesondere danke ich meinen Kollegen für ihre Teilnahme an der heutigen Veranstaltung und ihre spannenden Vorträge am Vormittag. Ein besonderer Dank gilt Professor Stefan Hartmann für die Übernahme der Laudatio.

Es ist mir eine große Ehre diesen Festvortrag halten zu dürfen. Mein Vortrag hat den Titel „Eikology: On the Quantitative Use of Images in Solid Mechanics“. Keine Sorge, ich erkläre die Bedeutung von „Eikology“, den Namen meiner Forschungsgruppe. Bevor ich anfangе, möchte ich die Beiträge ehemaliger und aktueller Doktoranden und Postdoktoranden würdigen. Besonders möchte ich meinen Kollegen und Freund Stéphane Roux erwähnen, mit dem ich seit fast dreißig Jahren an diesem Thema arbeite. Abschließend möchte ich mich dafür entschuldigen, dass ich die Präsentation nicht auf Deutsch, sondern auf Englisch halte.

Introduction

The roots of mechanics trace back to ancient civilizations like Greece, India, and China. Early thinkers like Aristotle studied motion and forces, but their ideas were qualitative and lacked mathematical rigor. The ancient Greeks, notably

Archimedes, contributed to understanding levers, pulleys, and buoyancy. The 16th and 17th centuries marked major advancements. In particular, Galileo Galilei conducted experiments on motion, establishing the concepts of inertia and acceleration. Newton's laws of motion and universal gravitation laid the foundation for classical mechanics, describing how objects move under forces. The 19th and early 20th centuries saw the development of analytical mechanics by Euler, Lagrange, and Hamilton, the advent of thermodynamics and statistical mechanics that expanded the understanding of physical systems. Einstein's theory of relativity revolutionized mechanics at high velocities and strong gravitational fields. Quantum mechanics emerged, describing the behavior of particles at microscopic scales. Computational mechanics developed from the mid-20th century on as a response to the increasing complexity of engineering problems that could not be solved analytically. It has evolved from basic numerical methods to a sophisticated, multidisciplinary field benefiting from modern computing power. It plays a crucial role in designing, analyzing, and understanding complex physical systems across engineering and science.

Mechanics, as a fundamental branch of physics, is often described as the science of modeling the behavior of physical systems (Figure 1). It involves understanding how objects move and interact under various forces and conditions. The core of mechanics revolves around developing models (i.e., mathematical representations) that can explain *and* predict phenomena.

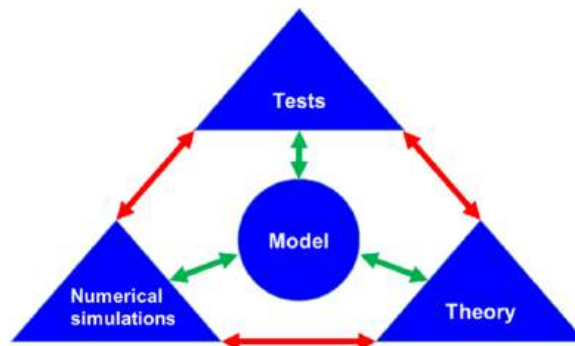


Figure 1. *Mechanics as the science of modeling integrates experimental testing to gather data, develops theoretical models to understand underlying principles, and employs computational methods to solve and predict system behavior. This modeling approach allows scientists and engineers to analyze and design complex systems by creating accurate and predictive representations of physical phenomena.*

Mechanics relies heavily on empirical data. Experiments are conducted to observe the behavior of systems (e.g., the motion of a pendulum, the impact of forces on structures, or the dynamics of celestial bodies). These tests serve to discover and understand mechanical phenomena. With the advent of computer-based design, full-scale tests have become the ultimate verification step for various industries. Mechanical tests are also conducted to identify mechanical parameters of constitutive laws, and to validate, refine, or refute theoretical models, ensuring they accurately capture the physical reality [1].

At its core, mechanics develops theories that describe how systems behave. These theories are expressed through fundamental principles (e.g., Newton's laws, conservation laws, or more advanced formulations such as Lagrangian or Eulerian mechanics). Theories provide a framework to formulate equations of motion, equilibrium conditions, and other relations that describe physical systems. They often involve assumptions and approximations to make complex systems tractable while retaining essential physics.

Once a model is formulated, solving the associated equations is key. Analytical solutions are sought whenever possible, providing explicit formulas for variables like position, velocity, or energy. Many systems, especially complex or nonlinear ones, cannot be solved exactly. In such cases, computational methods (e.g., finite element analyses, numerical integration, and simulation) are employed. Computations enable for the exploration of scenarios that are difficult or impossible to reproduce experimentally, and they help visualize system behavior over time. These are critical steps to design new structures and components.

In our fast-evolving world, there are many societal needs that call for mechanical solutions:

- **Energy and Environmental Mechanics.** This interdisciplinary field explores how mechanical systems interact with energy flows and environmental factors, emphasizing the design and optimization of technologies that minimize their environmental impact while maximizing efficiency. It encompasses principles from thermodynamics, material science, and environmental engineering to develop sustainable solutions for energy production, consumption, and material utilization.
- **Mechanics and Data.** This area comprises the methods, techniques, and principles involved in collecting, processing, and analyzing data to extract meaningful information. It is fundamental to fields like machine learning, data science, and artificial intelligence, where the quality and integration of data directly influence system performances.
- **Biomechanics** is the study of mechanical principles applied to biological systems. It involves understanding how forces interact with biological tissues and cells, influencing their structure, function, and behavior. In bioengineering, biomechanics enables for the design of medical devices, prosthetics, and therapies by analyzing material properties and mechanical responses of living tissues.
- **Micro- and nanotechnologies** are interdisciplinary fields focused on the design, development, and application of structures, devices, and systems at extremely small scales ranging from micrometers to nanometers. These

technologies enable for advancements across numerous industries by manipulating matter at the microscopic and nanoscopic levels to achieve unique properties and functionalities.

- **Additive Manufacturing (AM)**, commonly known as 3D printing, is a process that builds objects layer-by-layer from digital models. Unlike traditional subtractive manufacturing, AM allows for complex geometries, customization, and rapid prototyping. AM and bioprinting are transforming medicine by enabling for the creation of complex, functional biological structures. Incorporating advanced materials like metamaterials, functionalization strategies, and sophisticated models like phantoms and implants pushes the boundaries toward personalized, regenerative therapies and innovative research tools.

Quantitative imaging plays a central role in the advancement of experimental mechanics. By utilizing a wide range of modalities and scales, it enhances the characterization of structures through their kinematic responses under various mechanical and multiphysical loadings, in both two- and three-dimensional *in-situ* configurations. This approach applies to materials ranging from the nanoscale to entire engineering structures. Kinematic and thermal data obtained from these imaging techniques can be integrated with mechanical models by coupling their complementary nature, namely, experimental measurements inform models, which then facilitate the extraction of mechanically relevant quantities from images and experimental datasets. The next sections illustrate how quantitative imaging can be used in modern mechanical analyses.

Eikology

Eikology is an interdisciplinary science dedicated to the integration and exploitation of quantitative imaging techniques (spanning from nano- to macroscales) to characterize and model the mechanical behavior of materials and structures. It focuses on establishing synergistic relationships between high-resolution, multi-modal *in-situ* measurements and advanced mechanical modeling, thereby enabling for precise, uncertainty-minimized insights into complex phenomena under diverse conditions.

Eikology aims to optimize experimental design and data acquisition (particularly in challenging environments such as high temperatures, rapid events, or outdoor settings) by developing innovative data processing, hybrid imaging-modeling strategies, and pre-planned multi-instrumented testing. Its overarching goal is to facilitate the "right experiment," providing reliable, detailed information that feeds into models which, in turn, enhance the interpretation and prediction of material and structural responses across multiple scales and physical domains.

Extracting displacements from images

One of the key applications of quantitative imaging in solid mechanics consists in measuring displacement fields of the surface and in the bulk of deforming samples and structures. Digital Image Correlation (DIC) is a non-contact optical technique used to measure surface displacements and strains by analyzing images captured before and during deformation. It works by tracking the motion of a speckle pattern (Figure 2(a)) or natural texture of an object surface across sequential images, providing detailed, full-field displacement data. DIC is widely used in material testing, biomechanics, and structural analyses for its accuracy and versatility. The first company to commercialize such systems since 1990 is GOM (now Carl Zeiss GOM Metrology GmbH) located in Braunschweig.

To illustrate DIC, let us consider a biaxial test on a polymer matrix composite (Figure 2(b)). Images were acquired during the experiment to measure the displacement fields via DIC. From the analysis (i.e., correlation) of two images, namely, one image in the reference configuration (here the unloaded state of the sample) and another one in the deformed configuration, DIC consists in (least squares) minimizing the gray level residuals to estimate the unknown displacement field. In other words, one starts with two images and ends up with a third one, which is the difference, at each considered pixel, of the gray level of the reference image with that of the deformed image corrected by the measured displacement. When DIC is totally successful, the only residual should be related to acquisition noise. Otherwise, it highlights some phenomena that were not accounted for in the analysis.

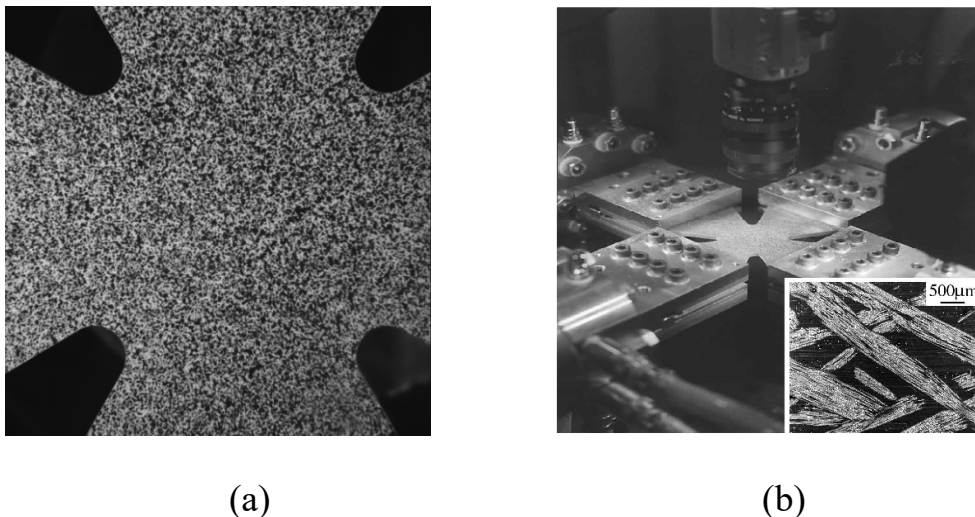


Figure 2. (a) Speckle pattern of the sample surface. (b) Biaxial experiment on a vinylester resin reinforced by a glass fiber mat.

Figure 3(a) shows the measured displacement field in the vertical direction just before final failure. The main crack is clearly visible on the top left part of the sample (i.e., the displacements vary very rapidly from one side to the other). Figure 3(b) displays the corresponding gray level residuals. The presence of the

main crack is revealed. It is due to the fact that when a crack is present, it leads to displacement discontinuities that were not considered in this first DIC analysis. Interestingly, three other regions also experienced damage activity but with more limited extend.

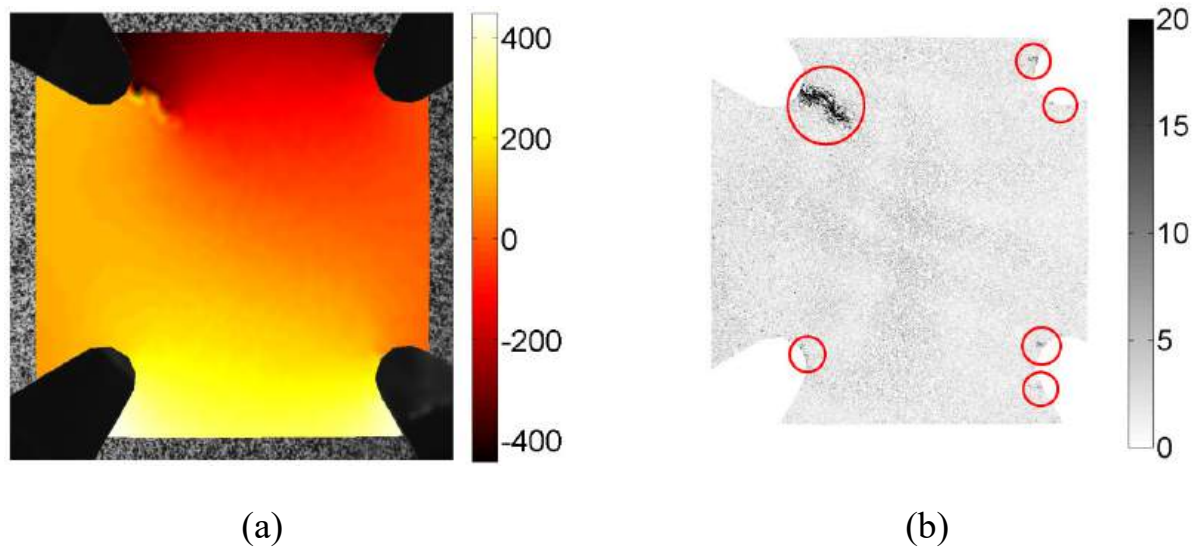


Figure 3. (a) Measured displacement field in the vertical direction (expressed in micrometers) for the last image acquired before failure. (b) Corresponding gray level residuals indicating the presence of the main crack and secondary cracks at the other connecting radii.

This first example illustrated how one could detect the presence of damage (here in the form of cracks) on the sample surface by measuring displacement fields, analyzing the gray level residuals, and having mechanical knowledge concerning cracks and their expression in terms of displacements. The interested reader may wonder what is the measurement uncertainty to better grasp what can be detected when cracks are present. In the present case, the standard displacement uncertainty was less than 7 micrometers (i.e., 60 times lower than the maximum range reported in Figure 3(a)), which shows that DIC is very resolved (i.e., about one hundredth of the pixel size).

4D Imaging mechanical tests

3D imaging in the medical field is a transformative technology that enhances diagnosis, treatment planning, and surgical procedures by providing detailed three-dimensional visualizations of anatomical structures. It involves capturing volumetric data of the human body or its parts, allowing clinicians to view structures from multiple angles and in greater detail compared to traditional 2D images. This technology synthesizes multiple 2D images or raw data to generate comprehensive three-dimensional representations. 3D imaging has led to a paradigm shift in medicine by enabling for unprecedented visualization, personalization, and precision. It bridges the gap between diagnosis and

intervention, making treatments safer, more effective, and more tailored to individual patients. As technology continues to evolve (e.g., integrating AI, virtual reality, and robotics) 3D imaging is poised to redefine the future of healthcare, making it more accurate, efficient, and patient-centered.

While 3D imaging is traditionally associated with fields like medicine and imaging sciences, its application has also brought about a significant revolution in the field of mechanics of materials. In this context, 4D imaging techniques (i.e., 3D in space and 1D in time) are transforming how researchers and engineers understand, analyze, and manipulate the internal structures and behaviors of materials at various scales. Ongoing developments include higher-resolution imaging techniques, faster data processing, and integration with machine learning for automated microstructural analyses. These advances promise to further revolutionize mechanics of materials by enabling for real-time, *in-situ* characterization and predictive modeling at unprecedented spatial and temporal scales.

X-ray tomography is also used in experimental mechanics. Instead of the patient to be imaged, it is the sample and the testing machine that are put inside the X-ray scanner; one then talks about *in-situ* tests. *In-situ* experiments are generally based on volumes reconstructed from a large number of projections acquired under constant deformation of samples. It then is possible to measure 3D displacement fields within the bulk of the imaged material through Digital Volume Correlation (DVC), which is the 3D extension of DIC. A lot of progress has been made over the last two decades in the use of DVC in mechanics of materials [2]. Yet, with a laboratory scanner, each acquisition may take a few minutes up to a few hours. Therefore, measurements of phenomena that are faster than one scan period or occur just after a scan are not possible with standard scan-based images. One route to circumvent this restriction consists in performing projection-based measurements [3]. To benefit from standard DVC *and* projection-based DVC (P-DVC), both techniques can be combined using a space-time approach [4]. This work was conducted during the joint PhD of V. Kosin between Leibniz Universität Hannover and Université Paris-Saclay. The framework was applied to a porous metamaterial fabricated using AM to investigate the interactions between manufacturing defects and the geometric mesoporosity [5].

The overall procedure was carried out in three different steps. First, an experimental protocol for the *in-situ* tensile test was defined, consisting of a sequence of loading and dwell phases. During the loading phases of a mesoporous metamaterial made of AlSi10Mg (Figure 4(a)), on-the-fly radiographs were collected, while dwell phases corresponded to tomographic scans of the loaded specimen. Around the expected point of fracture, a higher number of scans was acquired (Figure 4(b,c)).

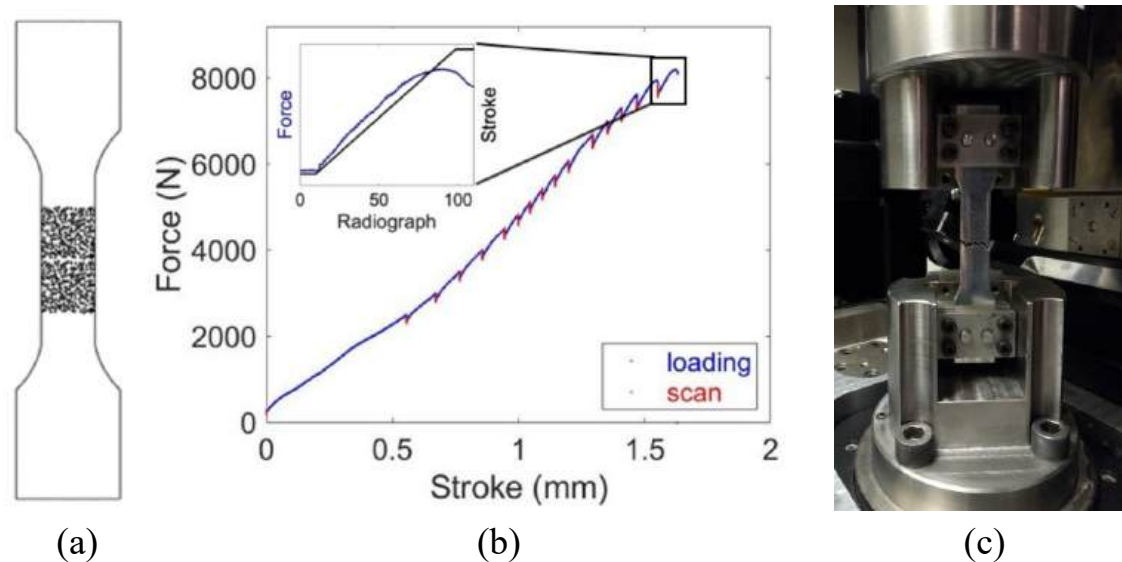


Figure 4. (a) Digital model of the mesoporous metamaterial. (b) Force-stroke curve of the *in-situ* tensile test. (c) Broken sample.

To measure the 3D displacement fields, DVC was utilized and the final fracture process was analyzed via P-DVC. This method allows the radiographs acquired on-the-fly to be correlated and, therefore, the measurements to be temporally enriched. Specifically, P-DVC was used to study the damage process between the last tomographic scan and the final material fracture (Figure 4(c)). This method is based on the minimization of the squared differences between a radiograph and a projection of the deformed volume. The latter is computed from the reference volume, which is deformed by DVC displacement fields weighted by unknown amplitudes to be determined.

Failure occurred instantaneously at approx. 8.2 kN with very little macroscopic softening (Figure 4(b)). The DVC results provided information on the 3D displacement and the residual fields. In particular, the gray level residuals were used to identify the crack initiation sites (Figure 5(a)). The latter ones corresponded to two manufacturing defects, characterized by a local lack of material induced by the AM process. The DVC results were complemented by P-DVC analyses, which provided high temporal resolution insights into damage growth within the specimen up to its final failure. The P-DVC residuals remained very low, indicating that the kinematics was well described. Instantaneous fracture was revealed by a large increase in the P-DVC residuals in the failure zone between the first radiograph acquisition after the last scan and the last one (Figure 5(b,c)). It was concluded that, first, two existing manufacturing defects grew under increasing deformation (Figure 5(a)). Then, one crack propagated toward the closest manufacturing defects, and eventually traversed the geometric pores (Figure 5(c)). This crack path was confirmed by observing the first post-mortem radiograph (Figure 5(d)).

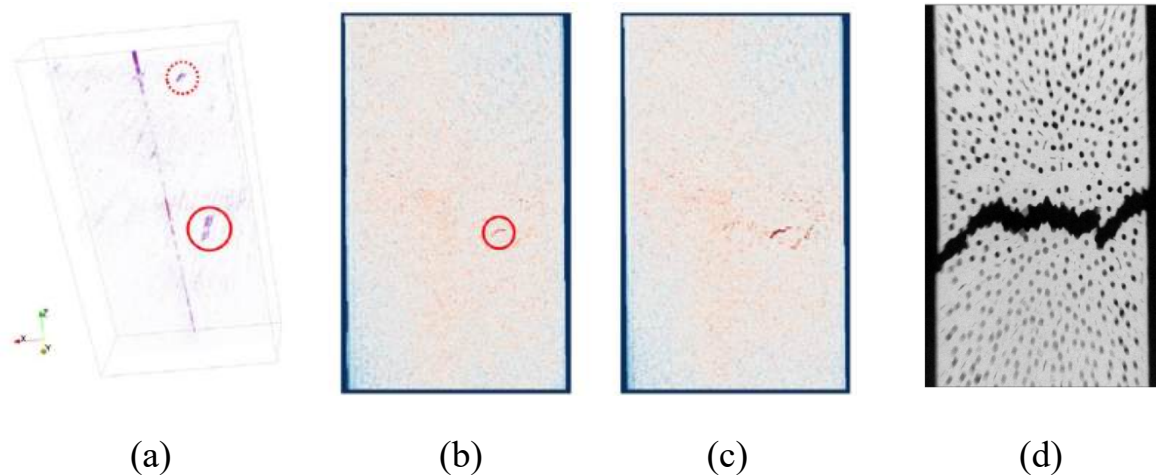


Figure 5. (a) Thresholded DVC residuals for the last tomographic scan (15). P-DVC residuals for the first radiograph after scan 15 (b) and the last radiograph before failure, highlighting crack growth (c). The solid red circle depicts the area where the main damage event occurred. (d) First radiograph after fracture.

The use of P-DVC enriched the DVC results since it allowed the radiographs acquired on-the-fly to be correlated until final failure. The results of this study proved that manufacturing defects triggered the failure response of the specimen in tension and that the interaction with the mesoporous structure occurred only at the very end of the fracture process. It was shown that manufacturing defects need to be taken into account in order to predict damage and failure of such mesoporous metamaterial.

Conclusion and Outlook

Mechanics evolved from philosophical musings to a rigorous mathematical science, fundamentally shaping our understanding of the physical world. It continues to be a cornerstone of physics, underpinning advances in technology and science. Experimental mechanics, which is one of the pillars of mechanical sciences (Figure 1), historically established itself as a dedicated field focused on understanding material and structural behavior through empirical methods. It developed its own methodologies, instrumentation, and analytical techniques, functioning largely independently within the broader realm of mechanics and engineering. Over recent decades, the field experienced a decline in prominence, partly due to the rapid advancement of computational mechanics. The increasing reliance on numerical simulations and modeling led some to perceive experimental mechanics as less central, causing a dip in research activity, funding, and academic emphasis. Yet, there is a renewed recognition of experimental mechanics' critical role in validating theories, calibrating models, and uncovering phenomena that purely computational approaches may overlook. This renaissance is driven by technological innovations associated with quantitative imaging and a better understanding of the limitations of simulations, prompting a resurgence of interest for empirical methods.

Modern experimental mechanics is increasingly integrated with computational and theoretical approaches. High-fidelity experiments inform and validate simulations; computational models help design experiments; and theoretical insights guide experimental investigations. This synergy enhances the overall robustness and predictive power of mechanics. Despite progress, the field faces numerous challenges, including developing more precise and non-invasive measurement techniques, handling complex and multiscale phenomena, integrating data-driven and machine learning approaches, and addressing emerging materials and structures. Overcoming these hurdles is essential for advancing the discipline and its applications across engineering, materials science, and beyond.

References

- [1] F. Hild, S. Roux. On the Future of Experimental Mechanics in the Digital World: An Eikological Perspective. *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 113: 105654, 2025
- [2] A. Buljac, C. Jailin, A. Mendoza, J. Neggers, T. Taillandier-Thomas, A. Bouterf, B. Smaniotto, F. Hild, S. Roux. Digital Volume Correlation: Review of Progress and Challenges. *Experimental Mechanics*, 58 (5): 661-708, 2018
- [3] C. Jailin, A. Bouterf, R. Vargas, F. Hild, S. Roux. Sub-minute In Situ Fracture Test in a Laboratory CT Scanner. *Integrating Materials and Manufacturing Innovation*, 8: 413-422, 2019
- [4] V. Kosin, A. Fau, C. Jailin, B. Smaniotto, T. Wick, F. Hild. A projection-based approach to extend digital volume correlation for 4D spacetime measurements. *Comptes Rendus de Mécanique*, 351: 265-280, 2023
- [5] V Kosin, B. Smaniotto, M.G. Tarantino, A. Fau, T. Wick, F. Hild. Quantifying damage in an AlSi10Mg porous metamaterial through projection-enhanced DVC. *Measurement Science and Technology*, 36 (7): 075002, 2025

Curriculum Vitae François Hild

FRANCOIS HILD

Research Professor

National Center for Scientific Research (CNRS)

Laboratory of Mechanics Paris-Saclay (LMPS)

Ecole normale supérieure Paris-Saclay

4 avenue des sciences, 91190 Gif-sur-Yvette, France

Email: francois.hild@ens-paris-saclay.fr

EDUCATION

Habilitation	Mechanics of Materials, University of Paris 6	1998
Ph.D.	Mechanical Engineering, University of California	1995
Ph.D.	Mechanics of Materials, University of Paris 6	1992
M.Sc.	Mechanics of Solids and Structures, University of Paris 6	1989
<i>Agrégation</i>	Mechanics, Ministry of Education	1988

ACADEMIC POSITIONS

<i>Research Professor</i> , CNRS, LMPS	2022-present
<i>Research Professor</i> , CNRS, LMT	2003-2021
<i>Associate Researcher</i> , CNRS, LMT	1997-2003
<i>Assistant Researcher</i> , CNRS, LMT	1993-1997
<i>Teaching Assistant</i> , Dept. of Mechanics, University of Paris 6	1992-1993
<i>Research Assistant</i> , Dept. of Mech. & Env. Eng., University of California at Santa Barbara	1991-1992
<i>Teaching Assistant</i> , Dept. of Mechanics, University of Paris 6	1989-1991

HONORS AND AWARDS

Fellow, Society for Experimental Mechanics	2021
Jaffé prize, Institut de France foundation (French Academy of Sciences)	2019
Beltrami prize, International Research Center M&MOCS	2019
Inaugural Fellow, iDIC society	2017
Silver Medal, CNRS	2017
George Stephenson Gold Medal outstanding research paper in IMechE journals	2016
Lazan Award, Society for Experimental Mechanics outstanding technical contribution to experimental mechanics	2013
SAGE/CEGB Best Paper Prize for J. Strain Analysis for Eng. Design (JSA)	2011

Hetényi Award, Society for Experimental Mechanics	
outstanding research paper in Experimental Mechanics	2009
Kantsios Award, best paper of Thermogramme XXVII (Thermosense 2005)	2005
First poster prize, 7th European Conference on Modern Developments	
and Applications in Microbeam Analysis	2001
Jean Mandel prize	1998
Bronze Medal, CNRS	1995

FIELD SERVICE

Responsabilities

Member of General Assembly of IUTAM	2021-present
General Assembly and board member of	
the French National Mechanics Committee (CNFM)	2019-present
Scientific head of SESAME 2006 project	2005-2013
Vice chair and head of Mechanics of Materials Division, LMT	2008-2012
Member of scientific committee of EUROMECH - MECAMAT	2007-2011
Head of Behavior and failure of Materials with Random	
Microstructure team, LMT	1999-2008
Co-head of Mecadymat, joint working group of MECAMAT	
and DYMAT	1999-2005
Head of Measurement lab, LMT	1996-2000

Editorial activities

Member of Editorial Board, Measurement Science and Technology	2024-present
Deputy Editor, J. Strain Analysis for Eng. Design	2016-present
Member of Editorial Board, Optics and Lasers in Engineering	2012-present
Co-Guest Editor, Advanced Modeling and Simulation in	
Engineering Sciences	
On the quest of constitutive models and extraction	
of material parameters from full-field measurements	2023-2025
Associate Editor, Experimental Mechanics	2008-2022
Member of Editorial Board, J. Strain Analysis for Eng. Design	2010-2016
Co-Guest Editor, Experimental Mechanics, Advanced DIC	2013-2015
Co-Editor, Full field measurements and identification in solid	
mechanics. Wiley-ISTE, London (UK), 496 p.	2011-2012
Co-Editor, Full-field measurements and identification in solid	
mechanics	
IUTAM Procedia. Volume 4, Elsevier, 226 p.	2011-2012
Co-Editor, Mesures de champs et identification en mécanique des solides	
Traité MIM, Hermès, Paris, 504 p.	2009-2011
Co-Guest Editor, Experimental Mechanics, Advanced Imaging Methods	2009-2011
Guest Editor, Eur. J. Comput. Mechanics, Pictures and Finite Elements	2007-2008

- Co-Editor, Proc. 8th European Mechanics of Materials Conference on
Material and Structural Identification from Full-Field Measurements
Euromech – MECAMAT, 219 p. 2005
- Co-Editor, Proc. Colloque National MECAMAT
« Mécanismes et mécanique du comportement, de la dégradation
et de la rupture des matériaux sous sollicitations dynamiques » 2005
- Co-Editor, Continuum Damage Mechanics of Materials and Structures
Elsevier, Amsterdam (the Netherlands), 387 p. 2000-2002

Organization of conferences

- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2026 2025-present
- Member of Scientific Committee, ESMC 2025 2024-2025
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2024 2023-2024
- Co-organizer of Experimental Mechanics session, ICTAM 2024 2022-2024
- Member of Scientific Committee, ICF 15 2019-2023
- Member of Scientific Committee, ICEM 19 2019-2022
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2021 2019-2021
- Co-organizer of Experimental Mechanics session, ICTAM 2020+1 2019-2021
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2018 2017-2018
- Member of Scientific Committee, ICEM 18 2017-2018
- General Secretary of French candidacy committee for the
organization of ICTAM 2020 in Paris 2014-2016
- Member of Scientific Committee, ICEM 17 2015-2016
- Member of Organizing Committee, CFRAC 2015 2015
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2015 2014-2015
- Member of Scientific Committee, ICEM 16 2013-2014
- Member of Scientific Committee, CNRS Summer School, Identification
Procedures using Full-Field Measurements 2013
- Member of Scientific Committee, Plasticité 2013 2013
- Member of Scientific Committee, FRAMCOS 8 2013
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2013 2012-2013
- Co-organizer of Fracture Mechanics session, ICTAM 2012 2011-2012
- Member of Scientific Committee, ICEM 15 2011-2012
- Member of Scientific Committee, EUROMECH / MECAMAT 2007-2011
- Organizer, IUTAM Symposium on Full-Field Measurements
and Identification in Solid Mechanics 2010-2011
- Organizer, CNRS Summer School, Identification Procedures using
Full-Field Measurements 2010-2011
- Member of Scientific Committee, Photomechanics 2011 2010-2011
- Member of Scientific Committee, 20^e Congrès Français de Mécanique 2010-2011
- Co-organizer of session, ECCM 2009-2010
- Member of Scientific Committee, ICEM 14 2009-2010
- Co-organizer of session, ESMC 2008-2019

Member of Scientific Committee, CNRS Summer School, Identification Procedures using Full-Field Measurements	2009
Member of Scientific Committee, Photomechanics 2008	2007-2008
Member of Scientific Committee, Photomechanics 2006	2005-2006
Co-organizer, 8th EUROMECH MECAMAT Conference on Parameter Identification in Materials and Structural Mechanics	2004-2005
Co-organizer, Colloque National MECAMAT « Mécanismes et mécanique du comportement, de la dégradation et de la rupture des matériaux sous sollicitations dynamiques »	2004-2005
Member of Organizing Committee, Recent Developments in the Modeling of Rupture in Solids	2003
Co-organizer of Session, EUROMAT Conference	2000
Co-organizer, International Bimester on Continuum Damage Mechanics	1999-2000
Member of Organizing Committee, EUROMECH 390 Colloquium on Instability, Bifurcation and Localization in Fracture of Materials	1999
Member of Organizing Committee, IUTAM Symposium on Micromechanics of Plasticity and Damage in Multiphase Materials	1994-1995

DIE BRAUNSCHWEIGISCHE WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT

verleiht die

CARL FRIEDRICH GAUSS-MEDAILLE

HERRN

FRANÇOIS M. HILD

LABORATOIRE DE MECANIQUE PARIS-SACLAY (LMPS)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)

FÜR SEINE HERAUSRAGENDE, INNOVATIVE FORSCHUNG IM BEREICH DER DEFORMATIONSANALYSE MIT BILDGEBENDEN VERFAHREN UNTER VERWENDUNG VON VOLLFELDMESSDATEN AUF UNTERSCHIEDLICHEN SKALEN. BESONDERS HERVORZUHEBEN SIND SEINE BEDEUTENDEN BEITRÄGE ZUR VERFORMUNGSMESSUNG UND SCHÄDIGUNGSANALYSE VON FESTKÖRPERMATERIALIEN MIT DIGITALEN BILDKORRELATIONSVERFAHREN, DIE ES ERMÖGLICHEN, KOMPLEXE MECHANISCHE PHÄNOMENE ZU VERSTEHEN UND ZU MODEL- LIEREN, DIE IN PHYSIKALISCHEN MODELLEN AUFTRETENDEN PARAMETER ZU KALIBRIEREN SOWIE EXPERIMENTELLE DATEN ZUR MODELLVALIDIERUNG BEREITZUSTELLEN.

MIT SEINEN WISSENSCHAFTLICHEN ARBEITEN HAT ER SOWOHL DAS VER- STÄNDNIS DER MECHANIK UNTERSCHIEDLICHER MATERIALIEN ERHEBLICH ERWEITERT, ABER AUCH PRAXISORIENTIERTE LÖSUNGEN FÜR DIE ANALYSE UND SIMULATION VON WERKSTOFFEN IN ANSPRUCHSVOLLEN TECHNISCHEN ANWENDUNGEN ENTWICKELT.

Braunschweig, den 25. April 2025



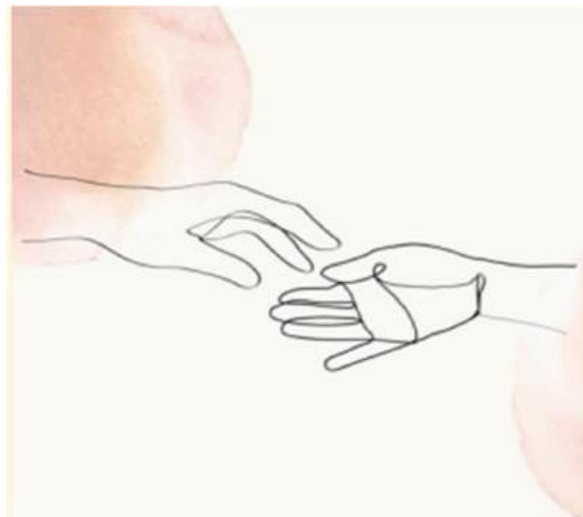
Prof. Dr. Reinhold Haux
Präsident
der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft

SYMPOSIEN UND KOLLOQUIEN

21. Bioethik-Symposium der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

„Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“

Veranstaltungstag: Mittwoch, 18. Juni 2025, 14.00 bis 18.00 Uhr
Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
und TU Braunschweig
Veranstaltungsort: Haus der Wissenschaft, Pockelsstraße 11,
38106 Braunschweig
Raum: Veolia/Weitblick, 5. OG



Das 21. Bioethik-Symposium ist der Palliativmedizin gewidmet. Im fortgeschrittenen Stadium nicht heilbarer Erkrankungen bietet eine optimale palliativmedizinische Behandlung eine verbesserte Lebensqualität und Symptomlinderung. Außerdem sind eine wertschätzende Patienten- und Angehörigen-zentrierte Kommunikation bis hin zur Begleitung des Sterbeprozesses zentrale Aufgaben. Welche Möglichkeiten bieten sich der einzelnen Patientin bzw. dem Patienten im Klinikalltag oder in der Häuslichkeit? Welches sind die rechtlichen Rahmenbedingungen und ethischen Implikationen? Zur Beantwortung dieser Fragen möchten wir mit unserem Bioethik-Symposium beitragen und danken bereits an dieser Stelle der Referentin und den Referenten für Ihre Bereitschaft zu Vortrag und Diskussion. Seien Sie herzlich eingeladen zu dieser Veranstaltung zu vier Aspekten aus dem vielfältigen Problemfeld, das jede bzw. jeden von uns am Lebensende herausfordert.

Prof. Dr. Christel Müller-Goymann, Mitglied der BWG
Prof. Dr. Reinhold Haux, Präsident der BWG

Programm

- 14:00 Uhr **Begrüßung**
Prof. Dr. Reinhold Haux
Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)
- 14:05 Uhr **Einführung**
Prof. Dr. Christel Müller-Goymann
Mitglied der BWG
- 14:15 Uhr **Terra incognita Hospiz- und Palliativversorgung**
Prof. Dr. Thomas Sitte
Deutsche PalliativStiftung, Fulda
- 15:00 Uhr **Begleitung am Lebensende – Palliativmedizin in der Klinik**
Prof. Dr. Tim R. Glowka
Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH
- 15:45 Uhr Pause
- 16:15 Uhr **Palliativmediziner – immer mit einem Bein im Gefängnis?**
Prof. Dr. Torsten Verrel
Charité Universitätsmedizin Berlin
Universität Bonn, Kriminologisches Seminar und Institut für
Medizinstrafrecht
- 17:00 Uhr **Ethik in Palliative Care: Zum Umgang mit existentiell-
Leid im Spannungsfeld von Autonomie und Fürsorge**
Dr. Lea Chilian Universität Zürich, Institut für Sozialethik
- 17:45 Uhr **Schlusswort**
Prof. Dr. Stefan Heuser Technische Universität Braunschweig,
Institut für Ev. Theologie u. Religionspädagogik

Begrüßungsansprache auf dem 21. Bioethik-Symposium

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Sehr geehrte Damen und Herren, die Sie am 21. Bioethik-Symposium teilnehmen, sehr geehrte Vortragende – Frau Dr. Chilian, Herr Professor Glowka, Herr Professor Heuser, Herr Dr. Sitte, Herr Professor Verrel –, liebe Frau Professorin Müller-Goymann, die Sie dieses Symposium zudem auch als Sprecherin der Bioethik-Kommission federführend organisiert haben,

wieder einmal behandelt das Bioethik-Symposium der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) mit dem Thema ‘Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende’ eine aktuelle und wichtige Problematik: Wie kann, ja wie soll unser Lebensende gestaltet werden? Für die betroffene Person selbst. Und auch für die ihr nahestehenden Personen, die sie begleiten. In diesem Symposium wollen wir uns dabei besonders dem Thema der Palliativversorgung und der Palliativmedizin widmen. Eine dabei zentrale Thematik: Welche Möglichkeiten bestehen für ein Leben in Würde im letzten Abschnitt des Lebens; in dem Abschnitt, der mit dem Tod endet.

Auf die Thematik dieses Symposium, werden Sie, liebe Frau Müller-Goymann, gleich nach mir in Ihrer Einführung eingehen. Lassen Sie mich bitte in meiner Begrüßung etwas zur Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und zu ihren Bioethik-Symposien sagen.

Auf der Eingangs-Webseite der BWG steht: „Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG) ist eine traditionsreiche Wissenschaftsgesellschaft ... Als Vereinigung von Gelehrten hat sie zum Ziel, sich forschend, fördernd und vermittelnd mit den gesamtgesellschaftlichen Leistungen von Wissenschaft und Technik in einem steten interdisziplinären Diskurs auseinanderzusetzen. Nach Struktur und Zielsetzung ist sie den Akademien der Wissenschaften analog und verfügt über das Selbstergänzungsrecht. Die BWG ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts des Landes Niedersachsen.“¹.

¹ Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. <http://bwg-nds.de>.

Vielleicht klingt dies etwas abstrakt. In anderen Worten und zur Erläuterung kann ich ergänzen: Zu den zentralen Aufgaben der BWG gehören die Pflege des fächerübergreifenden Dialogs und die Wissensvermittlung. Und dies zu Themen von hoher gesellschaftlicher Bedeutung. Mit Veranstaltungen wie etwa mit diesem Bioethik-Symposium unterstützt die BWG die öffentliche Teilhabe an Forschung und Entwicklung. Diese so wichtigen öffentlichen Veranstaltungen mit Vorträgen über aktuelle Forschung durch fachlich hervorragend ausgewiesene Personen sind ein Beitrag, der vielleicht besonders gut über und mit Gelehrtengeellschaften wie der BWG geleistet werden kann.

Die Bioethik-Symposien sind eine von mehreren Veranstaltungsreihen, welche die BWG durchführt. Näheres erfahren Sie auf unserer Webseite. Gerne können wir Sie – falls noch nicht geschehen – in unseren Verteiler für diese Veranstaltungen aufnehmen und Sie über die zukünftigen Bioethik-Symposien und über unsere anderen Veranstaltungen informieren. Dazu schicken Sie uns bitte eine E-Mail an info@bwg.niedersachsen.de mit Ihren Adressdaten.

Die Bioethik-Symposien veranstaltet die BWG seit dem Jahr 2004 „zu gleichermaßen wissenschaftlich wie gesellschaftlich relevanten Problemfeldern“. Die Symposien finden jährlich statt. Ihre Vorträge bilden in der Regel, wie auch auf diesem Symposium, einen „Vierklang“ aus thematischer Einführung, fachlichen Grundlagen sowie rechtlichen und ethischen Aspekten.² Initiator und viele Jahre treibende Kraft war Professor Klaus Gahl. Seit 2014, seit dem 10. Bioethik-Symposium – also seit nunmehr 12 Jahren –, sind Sie, liebe Frau Müller-Goymann, maßgeblich an der Organisation beteiligt.

Allen, die an der Vorbereitung und Durchführung des diesjährigen Bioethik-Symposiums beteiligt waren und sind, danke ich herzlich für deren Engagement! Neben der Organisatorin und den Vortragenden ist es mir ein Anliegen, auch Frau Mumcu und Frau Rotermund von der Geschäftsstelle der BWG hier zu nennen.

Nun möchte ich an Sie, Frau Müller-Goymann, übergeben. Uns allen wünsche informative Vorträge und intensive Diskussionen!

² Gahl K. Symposien zur Bioethik. In: Weßelhöft D, Matuschek O. 70 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft 1943-2013, S. 70. Braunschweig: Appelhaus; 2013. https://leopard.tu-braunschweig.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbbs_derivate_00036405/70_Jahre_BWG.pdf.

Einführung

CHRISTEL MÜLLER-GOYMANN

Das 21. Bioethik Symposium behandelt das Thema „Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“.

Eine medizinische Behandlung zielt üblicherweise auf eine Heilung ab, soll also kurativ sein. Wenn eine Heilung aber nicht möglich ist, kommt die Palliativmedizin zum Einsatz. Eine palliative Versorgung ist nicht nur für Erwachsene, sondern auch für Kinder und Jugendliche möglich. Sie bedeutet nicht zwangsläufig, dass ein baldiges Lebensende bevorsteht. Die Lebenserwartung kann dabei sehr unterschiedlich sein und von wenigen Monaten bis zu mehreren Jahren oder sogar Jahrzehnten reichen. Mit dem heutigen Bioethik-Symposium wollen wir uns insbesondere der Begleitung am Lebensende widmen, denn der Tod gehört zum Leben dazu. Im fortgeschrittenen Stadium nicht heilbarer Erkrankungen bietet eine optimale palliativ-medizinische Behandlung eine verbesserte Lebensqualität und Symptommelinderung. Außerdem sind eine wertschätzende Patienten- und Angehörigen-zentrierte Kommunikation bis hin zur Begleitung des Sterbeprozesses zentrale Aufgaben. Die Referentin und Referenten werden viele Fragen adressieren. Welche Möglichkeiten bieten sich der einzelnen Patientin bzw. dem Patienten im Klinikalltag oder in der Häuslichkeit? Welches sind die rechtlichen Rahmenbedingungen und ethischen Implikationen?

Ich freue mich daher sehr, Ihnen die Referenten unseres 21. Bioethik-Symposiums ankündigen zu dürfen. Zunächst führt Herr Dr. med. Thomas Sitte von der Deutschen PalliativStiftung in Fulda als Arzt in die Grundlagen ein. Aus der Klinik-sicht referiert anschließend Herr Prof. Tim Glowka, Chefarzt für Viszeral- und Allgemeinchirurgie des Städtischen Klinikums Braunschweig.

Nach der Pause referiert Herr Prof. Torsten Verrel von der Universität Bonn über die national und international erforderlichen rechtlichen Regelungen. Schließlich widmet sich Frau Dr. Lea Chilian von der Universität Zürich den ethischen Fragen der Palliativmedizin.

Seien Sie herzlich willkommen zu spannenden Vorträgen zu einem Thema, das uns alle berührt.

TERRA INCOGNITA – Hospiz- und Palliativversorgung

THOMAS SITTE

Geranienstraße 6, 36041 Fulda, info@doc-sitte.de

1 Dem Leben mehr Tage geben

TERRA INCOGNITA. So wurden im Zeitalter der Entdeckungen die Welten hinter dem Horizont und die großen weiten Flecken auf den Landkarten bezeichnet.

TERRA INCOGNITA. So ein unbekanntes Land ist auch heute noch in weiten Teilen der Bevölkerung die Hospizarbeit und Palliativversorgung mit ihren Zielen, Methoden und Möglichkeiten. Dabei gilt dies nicht nur für medizinisch unbedarfte Laien, sondern leider auch für manch einen sonst exzellent aufgestellten Gesundheitsprofi.

In den Medien breit diskutiert werden die letzten Fragen und alles was dazu gehört, wenn es wieder einmal um einen neuen Gesetzentwurf geht oder wenn plakative Beispiele von schwerst leidenden Patienten, denen nicht geholfen werden könne, durch die Talk Shows geistern. Mit diesem Beitrag möchte ich einige geraderücken. Wobei mir klar ist, dass ich mit meiner durchaus fundiert faktenbasierten Meinung nicht immer und überall auf Wohlwollen stoßen werde.

1.1 „Sterbehilfe“ falsch verstanden

Aktuell gibt es mehrere Fälle, über die in den Medien berichtet wird. Der Erfinder von Sarko, der todschicken, modernistischen Suizidkapsel aus dem 3-D-Drucker, hat sich gerade mit Hilfe einer deutschen Organisation das Leben genommen.

Und in Aachen steht ein Krankenpfleger vor dem Strafgericht, weil er aus Mitleid oder nachts seine Ruhe haben wollte, sterbenskranke Patienten mit einer Überdosis Beruhigungsmittel getötet haben soll.

Beides Fälle, die aufwühlen, Emotionen bewirken. Und besonders bei Menschen, die dem Thema eher fern sind, ein völlig falsches Bild von den Möglichkeiten der Begleitung am Lebensende vermitteln können.

1.2 Übertherapie vermeiden

„Übertherapie vermeiden ist vom ethischen Standpunkt aus gesehen völlig anders als ‘Sterbehilfe’, die immer falsch ist.“ so war eine Kernaussage der Botschaft von Papst Franziskus an das Treffen der World Medical Association über „End-of-Life-Questions“, das am 7. November 2017 in Rom stattfand.

Wir teilen alle dieselbe Atemluft, aber nicht dieselben Wertvorstellungen. Deswegen ist es entscheidend, was der bestimmte Mensch ganz persönlich für sich möchte, wieviel er investieren möchte für seine Gesundheit, für sein Leben, für seine Lebenserhaltung. Lebenserhaltung um jeden Preis ist nicht nur für die katholische Kirche, sondern nach dem deutschen Recht völlig unstrittig kein Selbstzweck an und für sich. Das mag vor Jahrzehnten hierzulande anders gewesen sein und es wird in manchen Kulturen auch anders gesehen.

Übrigens entschied sich Papst Franziskus an seinem Lebensende auch klar gegen eine Maximaltherapie und dafür, in Ruhe dort sterben zu können, wo er gelebt hat. In seinem eigenen Bett im Domus Sanctae Marthae im Vatikan.

Auch in Deutschland ist die Rechtslage hier eindeutig und gibt Behandlern ausreichend Sicherheit, Patienten nach deren Wünschen behandeln zu können.

Ein Arzt muss festlegen, ob es bei einer bestimmten Erkrankung sinnvolle Behandlungen gibt. Diese Behandlung bietet er dem Patienten an und muss über Sinn, Risiken und Nebenwirkungen aufklären (nur wenn und nur so weit der Patient dies möchte). Der Patient entscheidet sich dann für oder gegen die Behandlung. Die Gründe bleiben dem Patienten überlassen und müssen nicht rational begründet sein.

Wichtig ist es, dass die Beteiligten hierbei den medizinisch und rechtlich möglichen Rahmen kennen. Eine eventuell strafbare Regelüberschreitung wäre die Tötung auf Verlangen oder gar die Mitleidstötung oder auch und dies ist kaum bekannt, die nicht ausreichende Leidenslinderung z. B. bei Schmerzen oder Atemnot!

Leider gilt auch hier, wo kein Kläger, da kein Richter.

1.3 Rechtzeitig palliativ verbessert und verlängert Leben

Unstrittig und vielfach nachgewiesen ist es mittlerweile, dass die frühzeitige Integration von Palliativversorgung und Hospizarbeit eben genau dazu führt. Die Lebensqualität verbessert sich dramatisch, regelhaft verschwinden Sterbewünsche, die aus dem Leid heraus geäußert wurden. Durch die bessere Lebensqualität kann der Patient besser zu Kräften kommen und lebt länger durch die Palliativversorgung.

Von Cicely Saunders, der Grand Dame der europäischen Hospizarbeit wird seit rund 50 Jahren immer wieder der eigentlich wunderschöne Spruch zitiert und ziert zugleich viele Flyer und Hospizwände: *„Nicht dem Leben mehr Tage, sondern den Tagen mehr Leben geben.“* Diese Aussage war im letzten Jahrtausend sicher gut und richtig. Heute ist sie eher schädlich, denn dadurch wird leider eher die frühzeitige Einbindung von Hospizarbeit und Palliativversorgung behindert. Jeder palliativ Begleitende hat schon einmal die traurige Aussage gehört, *„wenn ich das vorher gewusst hätte, wäre mir so viel erspart geblieben.“*

Deshalb heißt es heute richtig mit Hospizarbeit und Palliativversorgung können wir *„Dem Leben mehr Tage geben UND den Tagen mehr Leben geben!“*



Abb. 1. © Thomas Sitte –Deutsche PalliativStiftung 2014.

2 Was? So weit ist es schon!

2.1 Wann ist „palliativ“ zu früh?

„Was? So weit ist es schon!“, das haben mir bis ins aktuelle Jahrzehnt immer wieder Palliativpatienten zitiert, wenn sie mit einem dringend benötigten Betäubungsmittelrezept in die Apotheke gingen. Natürlich, das ist weniger geworden. Aber noch immer hält sich die Mär, dass man die „starken“ Medikamente doch möglichst spät geben müsse, weil sie sonst nicht mehr wirkten, wenn sie dann wirklich gebraucht würden.

Welches sind die absolut essenziellen Medikamente zur Leidenslinderung, besonders am Lebensende. Salopp gilt hier, es sind erstens die Opioide, zweitens die Opioide und drittens die Opioide. Es geht zu Not auch ohne Opioide, aber es wird dann weder einfacher noch verträglicher noch effizienter.

Auch wenn die Indikation oftmals off-label ist, das heißt, sie wird nicht durch die Zulassung des Medikaments abgedeckt und die Verordnung geschieht auf Verantwortung des verschreibenden Arztes, sind die dem Morphinum ähnlichen Medikamente für Palliativpatienten erste Wahl bei Schmerzen wie auch bei Atemnot. Selbst als Komedikation zur Sedierung am Lebensende sind sie zwar umstritten, aber durchaus üblich.

Und sicher in der Anwendung sind sie obendrein. Es gibt auch in hoher Dosis keine Toxizität für Leber, Nieren, Herz usw. und keine Lebensverkürzung durch ein Atemversagen, wenn man die Wirkung überwacht und die Dosis an den Bedarf anpasst.

2.2 Symptomkontrolle am Beispiel Atemnot

Atemnot ist ein ausgesprochen gutes Beispiel für die Notwendigkeit frühzeitiger und effektiver Palliativversorgung mit wirksamen Medikamenten. 80 % aller Palliativpatienten leiden im Erkrankungsverlauf an Atemnot. Und Atemnot ist der häufigste Grund für eigentlich unerwünschte Krankenhauseinweisungen am Lebensende.

Atemnot hat beim Palliativpatienten in der Regel handfeste körperliche Ursachen, die oft nicht behebbar sind. Atemnot ist dann das Gefühl, nicht genug Luft zu bekommen. Dadurch kommt es zu Angst und Unruhe, das führt zu schnellerem

Puls, schnellerer Atmung, mehr Sauerstoffverbrauch und mehr CO₂-Produktion und mehr Atemnot. Ein Teufelskreis, aus dem der Patient nicht mehr herauskommt. Durch die immer schnellere Atmung kommt es zudem zu einer sogenannten Totraumventilation, bei der verbrauchte Luft in den Atemwegen nur noch hin- und hergeschoben wird, ohne dass frische Luft die Lungenbläschen erreichen kann.

Der Patient verstirbt ohne effektive Behandlung mit und durch die Atemnot also schneller!

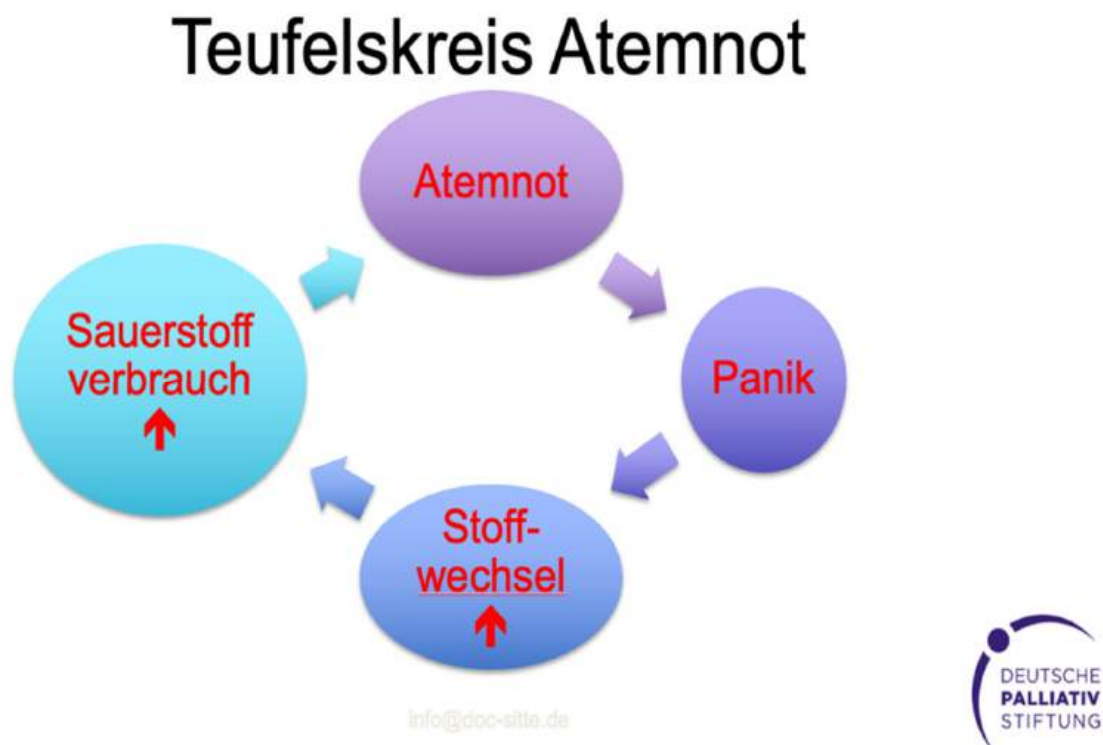


Abb. 2. Teufelskreis Atemnot.

Wenn Atemnot effektiv mit Morphin intravenös oder Fentanyl als Nasenspray behandelt wird, ist die Behandlung für die Patienten immer wieder situativ absolut lebensrettend und durch die eintretende Linderung werden Lebensqualität und Überlebenszeit nachhaltig verbessert.

Aber – siehe oben – die Behandlung ist off-label. Es gibt weltweit kein einziges Medikament, das für die Behandlung von Atemnot zugelassen wird, obwohl Opioide in der S3-Leitlinie zur Palliativversorgung onkologischer Patienten mit „A“ den höchsten Empfehlungsgrad haben.

3 Suizidassistentz ist nicht suizidpräventiv!

3.1 Framing

Wenn es um die Behandlung am Lebensende geht, gibt es eine wahrlich babylonische Verwirrung der Begrifflichkeiten, die die Diskussion und das gegenseitige Verständnis behindert: Förderung der Selbsttötung, Beihilfe zur Selbsttötung, assistierte Selbsttötung, Tötungshilfe, Förderung des Suizids, Beihilfe zum Suizid, assistierter Suizid, Suizid, Sterbehilfe, Gnadentod, Suizidhilfe, Freitod, Freitodbegleitung, ...

Ich empfehle bei der Begleitung und Linderung der Beschwerden Sterbender von **Sterbebegleitung** zu sprechen und wenn es um die **Förderung von Selbsttötung** geht, diese auch so zu benennen.

3.2 Glaube keiner Statistik, die Du nicht selbst gefälscht hast

Ein böser Spruch, der jedem, der wissenschaftlich arbeitet, geläufig ist. Mit Statistiken, die geschickt einseitig dargestellt oder gar manipuliert werden, kann man Meinung gezielt beeinflussen.

Ich bin dafür, dass insbesondere Diskussionen um dieses so relevante wie sensible Thema absolut faktenbasiert geführt werden und die Emotionen möglichst wenig befeuert werden sollten.

Immer wieder liest und hört man, dass eine Förderung der gesetzlichen Regelungen und damit eine Normierung und Normalisierung von Möglichkeiten der Lebensverkürzung, sei es durch eine Förderung von Selbsttötung, sei es insbesondere durch Tötung auf Verlangen oder Tötung ohne Verlangen suizidpräventiv wirke. Dass also durch solche Regelung die sogenannten „Gewaltsuizide“ rein durch die eigenen Hand zurückgingen. Das stimmt nicht.

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft 18. Juni 2025

„Freitodbegleitung“: Suizidverhinderung in CH?

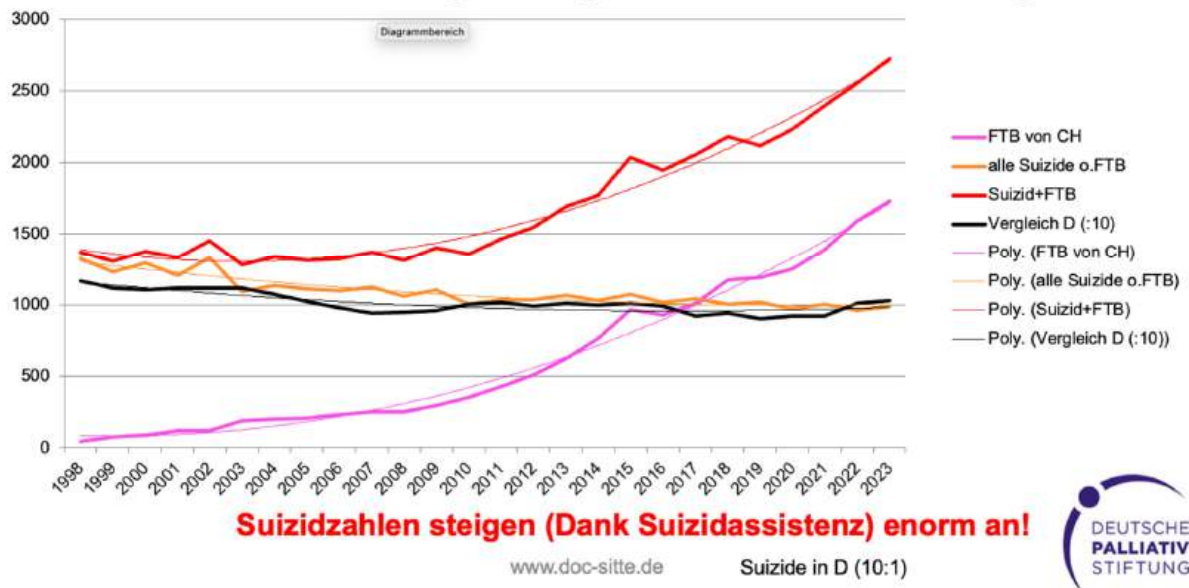


Abb. 3. Suizide in der Schweiz 1998 bis 2023.

In allen, wirklich allen Staaten, die solche Regelungen schufen, bleiben die Zahlen der „natürlichen“ Suizide unbeeinflusst und die Förderungen kommen on top dazu. Es gibt dabei gewisse Schwankungen, die Tendenz ist aber stets eindeutig. Das Beispiel der Schweiz mag dies verdeutlichen.

Noch deutlicher wird dies in Staaten, die Tötungen durch Ärzte einführten. Die niederländischen Leitlinien für die dort sogenannte Euthanasie raten sogar eindeutig von einer Suizidassistenten ab und empfehlen ausschließlich die Tötung durch Dritte mittels Infusion.

4 Ein Problem im Alltag: Medikamente im Notfall

4.1 Das Haus, das Verrückte macht

Kennen Sie noch Asterix in Rom. Asterix und Obelix benötigen warum auch immer den Passierschein A38 und irren auf der Suche nach dem Formular von Zimmer zu Zimmer durch „das Haus, das Verrückte macht“.

Genau so fühlt sich eine angemessene Sterbebegleitung an, wenn die Versorgenden sie ernst nehmen und tun, was medizinisch und ethisch angemessen ist. Immer wieder kollidieren Pflegekräfte wie auch Ärzte dann mit Empfehlungen,

Gesetzen, Vorschriften und Verordnungen, die an der Versorgungswirklichkeit komplett vorbei gehen, teils widersprechend sind, auf jeden Fall aber die Leidenslinderung sehr behindern und eigentlich unmöglich machen, wenn man sie einhalten würde ...

Ein Beispiel, das man kaum für möglich halten wird, ist die fehlende Hausapotheke in Pflegeeinrichtungen. Bis in Mitte der 90er-Jahre durften Pflegeheime einen allgemein verfügbaren Bestand an notwendigen Medikamenten vorhalten und auch dringend benötigte Medikamente bei einem Bewohner leihen und einem anderen auf ärztliche Anordnung hin verabreichen.

Das ist jetzt verboten!

- Im Notfall muss ein Arzt gerufen werden.
- Der Arzt muss ins Haus kommen.
- Der Arzt muss ein Rezept ausstellen.
- Das Rezept muss in die Apotheke gebracht werden.
- Die Apotheke muss es teils dann erst bestellen (wird am nächsten Werktag geliefert, nicht früher).
- Das Medikament muss aus der Apotheke zu Bewohner gebracht werden.

Das gilt für Antibiotika, Fiebersenker und alles andere. Es gilt nicht für Betäubungsmittel, da gäbe es andere Möglichkeiten, die aber umständlich und kaum bekannt sind.

Die Deutsche PalliativStiftung setzt sich gemeinsam mit der Bundesärztekammer derzeit gegen diesen Missstand ein. Aber da sind dicke Bretter zu bohren und es braucht noch viel Unterstützung.

4.2 Großes Problem. Einfache Lösung.

Die Lösung wäre technisch leicht.

Medikamente müssten im Notfall von einem Patienten an einen anderen ausgeliehen werden dürfen.

Und es müsste eine Hausapotheke in allen Pflegeheimen für Notfälle verfügbar sein, die je nach Art der Bewohner recht verschieden sein und auch Verbandstoffe, Infusionen, Sauerstoff beinhalten kann.

4.3 Ermutigung zum Schluss

„Zweifle nie daran, dass eine kleine, nachdenkliche Gruppe von Bürgern nicht die Welt verändern könne. In der Tat, es ist das Einzige, das je gelang.“

Diese Aussage der US-amerikanischen Philosophin und Ethnologin möchte ich ans Ende meines Beitrages stellen. Eine angemessene Begleitung selbst schwerkranker, hoch belasteter Patienten am Lebensende bis zum natürlichen Tod ist hierzulande prinzipiell möglich. Aber sie kann schwierig sein. Sie kann Mut erfordern. Und sie kann Regelverstöße erfordern, für die man sich gegebenenfalls rechtfertigen muss.

Ich möchte Sie ermuntern, dazu aufrufen etwas dagegen zu tun, wenn Ihnen auffällt, dass Änderungen notwendig sind. Nehmen Sie die Probleme nicht einfach hin, sondern tragen Sie bitte dazu bei, dass die Probleme beseitigt werden. Auch wenn es anfangs schwierig, vielleicht unmöglich aussieht, versuchen Sie es! Gemeinsam ist dann viel mehr an Verbesserungen erreichbar, als man glaubt.

Begleitung am Lebensende – Palliativmedizin in der Klinik

TIM R. GLOWKA

Städtisches Klinikum Braunschweig

Das städtische Klinikum Braunschweig ist eines der großen kommunalen Krankenhäuser (1). Das niedersächsische Krankenhausgesetz von 2022 definierte acht Regionen im Bundesland mit je einem zuständigen Maximalversorger. In der Region Braunschweig nimmt diese Funktion das Städtische Klinikum wahr (2). Mit 21 Kliniken wird ein Einzugsgebiet von 1,4 Millionen Menschen versorgt, dies entspricht pro Jahr rund 50.000 stationären und 200.000 ambulanten PatientInnen (1). Es werden 1499 Planbetten ausgewiesen, von denen 1475 vollstationär sind. Die spezialisierte Palliativstation des Städtischen Klinikums umfasst 12 Betten, dies entspricht 0,81 % der Gesamtbetten. Wenn die Palliativbehandlung im speziellen betrachtet werden soll, dann lohnt ein Blick auf die generelle Sterblichkeitsstatistik chirurgischer PatientInnen in Deutschland: Baum et al. haben 2019 im Deutschen Ärzteblatt eine Analyse der fallpauschalenbezogenen Krankenhausstatistik mit Fokus auf chirurgische Eingriffe veröffentlicht (3). Hier zeigt sich eine Krankenhaussterblichkeit im Rahmen von großen Krebseingriffen von 6,9 % – 11,7 % (Pankreas 6,9 %, kolorektale Operationen 7,5 %, Leber 7,7 %, Ösophagus 8,6 %, Magen 11,7 %). Dem gegenüber ist die Mortalität von Eingriffen der Grund- und Regelversorgung deutlich niedriger, sie beträgt 0,04 % – 0,4 % (Leistenhernie 0,04 %, Schilddrüse 0,1 %, Appendektomie 0,2 %, Cholezystektomie 0,4 %).

In der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie des städtischen Klinikums betrug die Krankenhaussterblichkeit zwischen 06/2024 und 06/2025 3,5 % (48 PatientInnen). Hiervon waren 32 männlich und 16 weiblich, das mittlere Alter betrug 72 Jahre (min. 30 Jahre – max. 96 Jahre, Standardabweichung ± 14 Jahre). Um nun den Stand der Palliativbehandlung in der chirurgischen Klinik betrachten zu können, muss eine Unterscheidung getroffen werden, da sich nicht bei jeder Patientin/jedem Patienten die Möglichkeit einer Palliativbehandlung ergibt. Die meisten Patienten wünschen sich nach den Erfahrungen des Autors eine ambulante Palliativbehandlung, idealerweise im eigenen häuslichen Umfeld. Spezialisierte Palliativeinrichtungen („Hospize“) sind ebenfalls möglich, allerdings muss hier üblicherweise mit längerem Vorlauf eine Anmeldung und Organisation derselben erfolgen. Sind bestimmte medizinische Maßnahmen nicht aussetzbar (etwa Infusionsbehandlung, Schmerzmittelgabe intravenös, Absaugung, höherdosierte Sauerstoffgabe), so kann eine Palliativbehandlung nur stationär erfolgen, den Bettenrahmen dafür habe ich oben angeführt. Ein gewisser Anteil der PatientInnen

befindet sich aber nun in einem unumkehrbaren Sterbeprozess. Dieser erlaubt diesen Rückzug aus der vollstationären, teils sogar intensivmedizinischen Versorgung nicht. 45 % der oben genannten PatientInnen befanden sich in diesem unumkehrbaren Sterbeprozess. Die medizinischen Ursachen umfassten Durchblutungsstörungen des Darms (sog. Mesenterialischämie; n=7), Darmverschluss (sog. Ileus; n=6), Hohlorganperforationen (n=3), eingeklemmte Bauchwandbrüche (sog. Hernien; n=2) und Folgezustände medizinischer Maßnahmen (n=4, davon zwei nicht aus dem eigenen Haus). Die unmittelbaren Todesursachen waren Blutvergiftung (sog. Sepsis, n=9), Herzrhythmusstörungen (n=5), Altersschwäche (n=2; 86 und 91 Jahre) und andere (n=2). Unklar verblieb die Todesursache in drei Fällen. Der Tod trat median drei Tage nach Aufnahme im Krankenhaus und median drei Tage nach einer eventuellen Operation ein, zwanzig dieser PatientInnen wurden als Notfall über das Notfallzentrum aufgenommen. Bei 55 % der PatientInnen wurde eine stationäre Palliativbehandlung durchgeführt. Die Aufnahmediagnosen waren dabei: Zustand nach großer Krebsoperation (n=7), Hohlorganperforation (n=6), Durchblutungsstörungen des Darms (n=4), Darmverschluss (n=2), nach medizinischen Maßnahmen (n=2; keine aus der eigenen Abteilung) und andere (n=5). Die unmittelbare Todesursache war Sepsis (n=10), Lungenentzündung (sog. Pneumonie; n=8), OP-Komplikationen (n=3), Herzschwäche (n=2) und andere (n=3). Bei den palliativ behandelten PatientInnen trat der Tod deutlich später ein, im median 13 Tage nach Aufnahme und median 12 Tage nach einer Operation. 15 PatientInnen wurden als Notfall aufgenommen. Keine/r der 26 palliativ in der Klinik behandelten PatientInnen konnte nach Hause entlassen werden, bei einem Großteil der PatientInnen war eine intensivmedizinische Therapie notwendig.

Zu diesen oben genannten 48 PatientInnen kamen etwa 10 PatientInnen, bei denen eine Entlassung nach Hause mit der Unterstützung eines ambulanten Palliativdienstes oder in eine ambulante Palliativeinrichtung möglich war. Beispielhaft wird diesbezüglich anonymisiert über einen Fall berichtet:

Fall 1

Die Einweisung erfolgte vom Gastroenterologen mit einem neu diagnostizierten Bauchspeicheldrüsenkrebs. Eine erste OP kurz nach Aufnahme zeigte eine Inoperabilität des Tumors (Einbruch in die Darmgefäße), so dass diese abgebrochen werden musste. Es erfolgte dann eine gute Einstellung der Tumorschmerzen, eine Mitbetreuung durch die Psychologinnen der Klinik und die Planung der ambulanten Chemotherapie. Die Entlassung erfolgte in gutem Allgemeinzustand. Eine stationäre Wiederaufnahme war fünf Tage später notwendig, da die orale Nahrungsaufnahme zunehmend beeinträchtigt war. Zwei Versuche, die Nahrungspassage interventionell, d. h. ohne Operation, wiederherzustellen, misslangen. In einer zweiten OP wurde dann eine Kurzschlussverbindung vom Magen in den Dünndarm und ein Chemotherapiekatheter angelegt. Stationäre Verlegung in die Onkologie, dort Beginn der Chemotherapie. Häusliche Entlassung dann nach 39

stationären Tagen. Geplante Wiederaufnahme dann 18 Tage später zum geplanten zweiten Chemotherapiezyklus. Der dann zwei Wochen später geplante dritte Zyklus war nicht mehr möglich. Notaufnahme 8 Tage nach dem zweiten Zyklus im akuten Nierenversagen. Auf Patientenwunsch dann 13 Tage später Verlegung in ein Hospiz. Dieser Fall illustriert den Idealfall, d. h. dem Patientenwunsch nach Palliativbehandlung kann in seiner Wunscheinrichtung entsprochen werden. Allerdings ist ein ausreichender zeitlicher Vorlauf zur Organisation notwendig.

Im Weiteren wird dann über die Möglichkeit der palliativen Behandlung im Krankenhaus berichtet. Hier werden drei Aspekte hauptsächlich adressiert: Schmerzen, Luftnot und Angst. Zur Schmerztherapie eignen sich Opioide, die eine starke schmerzstillende Wirkung haben, aber auch sedierend wirken und die Atmung verflachen können. Luftnot kann bis zu einem gewissen Grad durch Sauerstoffgabe behandelt werden, eine mechanische Atemunterstützung im Sinne einer maschinellen Beatmung ist im palliativen Setting nicht angezeigt. Opioide werden auch hier eingesetzt, sie nehmen den „Lufthunger“. Die Angst kann medikamentös behandelt werden (sog. Beruhigungsmittel), dies ersetzt aber nicht die menschliche Sterbebegleitung. Hier ergibt sich nicht selten ein Spannungsfeld der Betreuenden: Angehörige sollten eingebunden werden, dürfen aber nicht mit der Situation überfordert werden, das medizinische und psychologische Personal hat die professionelle Distanz, ist aber dem Zeitdruck des Gesundheitssystems ausgesetzt.

Im Folgenden werden vier anonymisierte Fälle aus der stationären Palliativbehandlung der chirurgischen Klinik präsentiert und in direkter Folge das subjektive Fazit des Autors zu den Fällen geäußert:

Fall 2

55 Jahre alter Mann, fortgeschrittener, aber noch kurativ behandelbarer Speiseröhrenkrebs. Initial über sechs Wochen vorbereitende (sog. Neoadjuvante) Bestrahlungs- und Chemotherapie. Sechs Wochen später Operation (minimalinvasive Speiseröhrenentfernung über Bauchraum und Brustkorb). Anfänglich unauffälliger Verlauf, der Kostaufbau wurde begonnen. Am 11. Tag nach OP Fieber und auffällige Laborchemie, im Computertomogramm (CT) und Spiegelung keine Auffälligkeiten. Wiederholung dieser Untersuchungen vier Tage später bei ausbleibender Besserung unter Antibiotikatherapie, hier Diagnose einer Querverbindung (sog. Fistel) zwischen Speise- und Luftröhre. Beginn einer Unterdruckbehandlung der Speiseröhre und Stentung der Luftröhre und Aufnahme auf die Intensivstation. Trotz Abdichtung zunehmende Zustandsverschlechterung. In Gesprächen mit den Angehörigen (der Patient selber war zu diesem Zeitpunkt in einem künstlichen Koma) Ermittlung des mutmaßlichen Willens, diese Therapie nicht mehr fortzuführen. Wechsel auf eine palliative Behandlung, der Patient verstarb am 25. Tag nach der Operation.

Subjektives Fazit: medizinisch-ethisch war die ursächliche Behandlung der Komplikation nicht möglich, eine Fortsetzung der Therapie würde Leiden verlängern. Allerdings konnte sich der Patient selber zu seinen Wünschen nicht mehr äußern, es wurde der mutmaßliche Willen ermittelt.

Fall 3

48 Jahre alter Mann, über Wochen Übelkeit und Erbrechen nach dem Essen. Aufnahme im externen Krankenhaus, hier Verdacht auf einen Tumor ohne den genauen Ort und den Zellausgang sichern zu können. Übernahme in das Städtische Klinikum, hier Diagnose eines bösartigen Zwölffingerdarmtumors. In einer OP Versuch der Entfernung, allerdings zeigten sich bereits Metastasen im Bauchraum, Anlage einer Kurzschlussverbindung zwischen Magen und Dünndarm. Initial unauffälliger Verlauf, insbesondere war das normale Essen wieder möglich. Im Verlauf zeigte sich dann eine zunehmende Nierenfunktionsstörung, die durch eine eventuell nur temporäre Dialyse behandelbar gewesen wäre. Dies wünschte der Patient nicht, einzig die Tumorschmerzen sollten behandelt werden. Dem Wunsch wurde entsprochen. Der Tod trat im Nierenversagen am 12. Tag nach OP ein.

Subjektives Fazit: Medizinisch infaustes Tumorleiden. Der Patient konnte seine Wünsche bezüglich Therapielimitierung frei äußern. Ein „Zurücktreten“ aus der stationären Behandlung war allerdings nicht möglich.

Fall 4

60 Jahre alter Mann, Enddarmkrebs vor 5 Jahren erstdiagnostiziert. Damals Operation, Bestrahlung und Chemotherapie. Vor drei Jahren Tumorrezidiv, Entfernung bei breiter Aussaat im Bauchraum nicht möglich. Kurzschlussverbindung wurde angelegt und es wurde eine Chemotherapie der letzten Jahre fortgeführt. Aufnahme nun mit einem großen Abszess im kleinen Becken, gespeist von dem zerfallenden Tumor. Beginnende Blutvergiftung bei Aufnahme. Im OP Eröffnen des Abszesses, gefolgt von täglichen Verbandswechseln. Das Hauptproblem bildeten bei dem wachen Patienten massive Tumorschmerzen, die auch durch Opioide in Narkosedosierung nicht zu durchbrechen waren. Im Verlauf dann zusätzlich Pneumonie. Beginn einer kreislaufunterstützenden Therapie. Eine maschinelle Beatmung wurde auf Wunsch von Patient und seinen Angehörigen nicht mehr durchgeführt. Verstorben am sechsten Tag nach Aufnahme.

Subjektives Fazit: Zwei Jahre palliative Tumorbehandlung mit hoher Lebensqualität. Nun massive Schmerzen, a. e. bei Knochen- und Nerveninfiltration. Patient und Angehörige äußerten gemeinsam den Therapiewunsch. Technisch gesehen war der Patient bei den extrem hohen Schmerzmedikamentendosen nicht mehr geschäftsfähig.

Fall 5

85 Jahre alte Frau mit vorbekannter Herzschwäche. Eine Woche vor Aufnahme noch stationäre Behandlung bei Pneumonie. Nun notfallmäßige Vorstellung und Diagnose einer Darmperforation in die freie Bauchhöhle bei Divertikeln. Sofort Notoperation mit Entfernung des betroffenen Darmabschnitts und Anlage eines künstlichen Darmausgangs. Nach dieser ersten OP konnte die Beatmung zügig beendet werden. Im Verlauf allerdings immer wieder nichtinvasive Beatmung und Lungenspülungen notwendig. Mehrere Gespräche mit den Angehörigen, die klar äußerten, dass eine u. U. länger dauernde Beatmung von der Patientin nicht gewünscht ist. Aufgrund einer Sprachbarriere konnte mit der Patientin selbst nicht kommuniziert werden. Unter supportiven Maßnahmen verstarb die Patientin 9 Tage nach der Operation.

Subjektives Fazit: Bei der hochbetagten und herzkranken Patientin kann eine einmalig eingeleitete Beatmung unter Umständen nicht mehr beendet werden („dauerhafter Luftröhrenschnitt“ mit Pflegedürftigkeit). Die Kommunikation war allerdings nicht mit der Patientin selber möglich.

Der Autor schließt mit seinen empirisch gewonnen aber subjektiven Eindrücken zur Situation der Palliativmedizin im Krankenhaus: Der Tod im Krankenhaus ist trotz gegenteiliger Wünsche vieler Menschen eine Tatsache. Die Unsicherheit ist nicht nur bei PatientInnen und Angehörigen, sondern auch auf Personalseite groß. Es gibt zu wenig formalisierte Ausbildung im Medizinstudium zu dem Thema und auch zu wenig ärztliche Fortbildungen zu nicht-spezialisierter stationärer Palliativmedizin. Speziell die Unkenntnis zu juristischen Implikationen einer Palliativbehandlung erzeugen viel Unsicherheit bei den im Krankenhaus tätigen Ärztinnen und Ärzten. Meines Erachtens sollten auch die strukturellen und personellen Voraussetzungen für eine Palliativbehandlung im Krankenhaus gestärkt werden. Die meisten im Krankenhaus arbeitenden würden sich wünschen, dass alle PatientInnen ihre Wünsche betreffend Pflegebedürftigkeit, Therapielimitierung, Ausschluss von Wiederbelebung oder Intensivtherapie und Palliativbehandlung möglichst klar im Vorfeld artikulieren und diese Wünsche der Familie bewusst gemacht werden.

- 1) www.klinikum-braunschweig.de
- 2) <https://www.ms.niedersachsen.de/Krankenhausreform/das-niedersaechsische-krankenhausgesetz-222264.html>
- 3) Baum P, Diers J, Lichthardt S, Kastner C, Schlegel N, Germer CT, Wiegering A: Mortality and complications following visceral surgery – a nationwide analysis based on the diagnostic categories used in German hospital invoicing data. Dtsch Arztebl Int 2019; 116: 739–46. DOI: 10.3238/arztebl.2019.0739

Palliativmediziner – immer mit einem Bein im Gefängnis?

TORSTEN VERREL

Institut für Medizinstrafrecht, Fachbereich Rechtswissenschaft der Universität
Bonn, Adenauerallee 24-42, 53113 Bonn

1 Einstimmung

Trotz einer seit vielen Jahrzehnten betriebenen Aufklärung über die strafrechtliche Beurteilung der verschiedenen Formen ärztlicher Sterbehilfe – dieser Begriff wird hier ohne jegliche Konnotation für alle Fälle verwendet, in denen ärztliches Handeln oder Unterlassen den Tod eines Patienten erleichtert, beschleunigt, bewirkt oder nicht verhindert und soll auch den ärztlich assistierten Suizid umfassen –, besteht unter Ärzten¹ nach wie vor eine erhebliche Rechtsunsicherheit.² Ein geradezu erschreckendes Beispiel aus dem Jahr 2024 stellt der Fall einer hirntoten Patientin dar, bei der auf Betreiben des Ehemannes und unter Einschaltung des Betreuungsgerichts eine Weiterbehandlung erfolgte, bis ein Herz-Kreislauf-Versagen der Patientin zu einem natürlichen Ende dieses unwürdigen Verfahrens führte.³ Für Unruhe haben auch die im selben Jahr erfolgten Verurteilungen von zwei Ärzten zu jeweils dreijährigen Freiheitsstrafen geführt, die psychisch kranken Patienten Suizidmittel verschafft hatten.⁴

Ein Grund für das Auseinanderfallen von objektiv durchaus vorhandener Rechtsicherheit und gefühlter Rechtsunsicherheit ist der Umstand, dass die Rechtslage weniger durch Gesetze als vielmehr durch Leitentscheidungen der obersten Gerichte geprägt ist. Dies gilt nicht zuletzt für das Urteil des Bundesverfassungsgerichts aus dem Jahr 2020 (BVerfGE 153, 182), in dem ein umfassendes, auch den freiverantwortlichen Suizid einschließendes Grundrecht auf autonomes Sterben anerkannt wurde, welches in der zweiten Hälfte dieses Beitrags näher betrachtet wird. Die weitgehende Abstinenz des Gesetzgebers im Bereich der Sterbehilfe hat

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird das generische Maskulin verwendet, das sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter bezieht.

² Ein früher Beleg für ärztliche Unsicherheit bei der rechtlichen Einordnung von Sterbehilfefällen sind die von *Weber/Stiehl/Reiter/Rittner* in Dt Ärztebl 2001, 98 veröffentlichten Ergebnisse einer Ärztebefragung in Rheinland-Pfalz.

³ *Erbgut*, Hirntod ist nicht tot gut genug, DGNeurologie 2025 8 (3): 269-271; s. auch DIE ZEIT vom 11.07.2024, S. 16.

⁴ LG Essen, MedR 2024, 919; rechtskräftig nach Verwerfung der Revision durch BGH, Beschl. v. 29.01.2025 – 4 StR 265/24; eine dagegen eingelegte Verfassungsbeschwerde hatte keinen Erfolg: BVerfG, Beschluss vom 01.07.2025 – 2 BvR 860/25; LG Berlin, Urteil vom 08.04.2024 – 540 Ks 2/23.

in Kombination mit einer gerade in der medialen Darstellung zu beobachtenden begrifflichen Unschärfe dazu geführt, dass die strafrechtliche Beurteilung von Sterbehilfe eine nicht einfach zu vermittelnde Spezialmaterie geworden ist, die selbst Juristen nicht immer geläufig ist. Tatsächlich ist der in den nachfolgenden Kapiteln skizzierte Rechtsrahmen für das Handeln von Palliativmedizinern, aber auch anderen Ärzten, die Sterbehilfe leisten, weit weniger kompliziert als es den Anschein hat.

2 Erlaubte und verbotene Formen der Sterbehilfe

Für das Verständnis der strafrechtlichen Beurteilung der unterschiedlichen Konstellationen von (ärztlicher) Sterbehilfe ist es hilfreich, zunächst einen Blick auf das von diesem Kontext losgelöste, allgemeine rechtliche Verständnis von medizinischer Behandlung zu werfen.

2.1 Rechtfertigungsbedürftigkeit jeder medizinischen Behandlung

Nach ständiger Rechtsprechung⁵ und vorherrschender Auffassung in der Literatur⁶ stellt jeder medizinische Eingriff in die körperliche Integrität eine tatbestandliche und damit rechtfertigungsbedürftige Körperverletzung dar. Dies gilt unabhängig davon, ob der Eingriff medizinisch indiziert war und zu einer Erhaltung oder sogar Verbesserung des Gesundheitszustandes geführt hat. Diese Einordnung sichert die Patientenautonomie ab, mit der das allgemein anerkannte Recht des Patienten bezeichnet wird, über die Vornahme, die Fortsetzung und das Ende einer medizinisch indizierten Behandlung eigenverantwortlich zu entscheiden. Es gilt „*voluntas aegroti suprema lex*“! Dieses Selbstbestimmungsrecht des Patienten hat zur Folge, dass medizinische Interventionen grundsätzlich einer Einwilligung des Patienten oder des gegebenenfalls für ihn eingesetzten Vertreters bedürfen. Diese Rechtmäßigkeitsvoraussetzung ist auch eine in der Medizin mit dem Begriff des informed consent bezeichnete Selbstverständlichkeit. Hier nicht weiter vertiefte Ausnahmen vom Einwilligungserfordernis können sich bei Eilbedürftigkeit oder in den wenigen Fällen gesetzlicher Zwangsbehandlungsbefugnisse ergeben.

⁵ BGH, NStZ 1996, 34 mwN.

⁶ Statt vieler *Grünwald* in Leipziger Kommentar, Strafgesetzbuch, 11. Band, 13. Aufl. 2023, § 223 Rn 67 ff.

2.2 Behandlungsbegrenzungen

Da sich das Selbstbestimmungsrecht auch auf lebenserhaltende Behandlungen wie etwa intensivmedizinische Maßnahmen oder eine vital indizierte Amputation erstreckt,⁷ folgt daraus, dass ein vom Patienten aktuell geäußelter oder in einer validen Patientenverfügung enthaltener Behandlungsverzicht (§ 1827 Abs. 1 BGB) zu respektieren ist. In gleicher Weise sind frühere (Nicht-)Behandlungswünsche oder eine sich aus dem mutmaßlichen Willen des Patienten ergebende Behandlungsuntersagung beachtlich (§ 1827 Abs. 2 BGB). Dies gilt auch dann, wenn die Befolgung des Patientenwillens den aktiven Abbruch einer laufenden Behandlung zur Folge hat.⁸ Daher wird das Zulassen des Sterbens eines Patienten heute nicht mehr missverständlich als „passive Sterbehilfe“ bezeichnet, sondern von „Behandlungsbegrenzung“ oder „Therapiezieländerung“ gesprochen.⁹ Diese Form der Herbeiführung des Todes gemäß dem erkennbaren Willen des Patienten ist nicht nur eine erlaubte, sondern sogar gebotene Form der Sterbehilfe. Denn eine dem Patientenwillen widersprechende (Weiter-)Behandlung kann, wie unter 2.1 ausgeführt, als Körperverletzung strafbar sein.¹⁰ Die Begriffe Behandlungsbegrenzung und Therapiezieländerung haben gegenüber der u. a. vom BGH verwendeten Bezeichnung „Behandlungsabbruch“¹¹ den weiteren Vorteil, deutlicher zu machen, dass es nicht zu einem vollständigen Behandlungsrückzug kommt, sondern der Sterbeprozess selbstverständlich durch palliativmedizinische und pflegerische Maßnahmen zu begleiten, also eine Basisbetreuung weiterhin zu gewährleisten ist.

Eine erlaubte Behandlungsbegrenzung kann aber nicht nur Ausfluss der Patientenautonomie sein, sondern kommt auch dann in Betracht, wenn eine lebenserhaltende Behandlung nicht (mehr) indiziert ist, etwa weil der irreversible Sterbeprozess eingesetzt hat.¹² Mit anderen Worten: die Patientenautonomie umfasst nur das Recht, in eine medizinisch indizierte Behandlung einzuwilligen oder die Einwilligung darin zu versagen, nicht aber, eine medizinisch sinnlose (Weiter-)Behandlung zu verlangen.¹³ Es besteht kein Anspruch auf eine – von Patienten oder Angehörigen zunehmend eingeforderte – Maximaltherapie ungeachtet ihrer

⁷ Vgl. BGHSt 11, 111, 113 f.

⁸ BGHSt 55, 191, 203.

⁹ S. etwa die Grundsätze der Bundesärztekammer zur ärztlichen Sterbebegleitung, Dt Ärztebl 2011, A 346, https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/Sterbebegleitung_17022011.pdf, zugegriffen am 19.10.2025.

¹⁰ GenStA Nürnberg, NSTZ 2008, 343 f.

¹¹ BGHSt 55, 191, 1. Leitsatz.

¹² BGHSt 40, 25; s. auch *Sahm*, Sterbehilfe in der aktuellen Diskussion – ärztliche und medizinisch-ethische Aspekte, ZfL 2005, 45 f.

¹³ BGHSt 32, 367; s. auch BGH, NJW 2003, 1588, 1592 f. *Ulsenheimer*, Arztstrafrecht in der Praxis, 6. Aufl., 2020, Rn. 720; *Beckmann*, MedR 2018, 556 (559).

Erfolgsaussichten. So war in dem eingangs erwähnten Fall spätestens mit der richtlinienkonformen Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls jegliche Indikation für eine – nicht der Vorbereitung einer Organentnahme dienende¹⁴ – weitere intensivmedizinische Behandlung entfallen und diese hätte demzufolge eingestellt werden müssen.

2.3 Lebensverkürzende Symptomkontrolle

Erlaubt ist auch eine vom Patienten (mutmaßlich) gewünschte und medizinisch indizierte leidenslindernde Behandlung, die mit der nicht beabsichtigten Folge einer Lebensverkürzung etwa durch eine Atemdepression verbunden ist.¹⁵ Diese Fallgruppe wird herkömmlich, aber wiederum wenig begriffsscharf, als indirekte Sterbehilfe bezeichnet. So kann, ja muss eine effektive Schmerztherapie am Lebensende auch dann erfolgen, wenn dabei Dosierungen notwendig werden, die zu einer Beschleunigung des Sterbens führen können, auch wenn dieser Effekt bei den heutigen Analgetika nur noch selten eintritt. Das juristische Problem liegt nicht in der Vornahme einer medizinisch indizierten Behandlung von Schmerzen oder anderen belastenden Krankheitszeichen Sterbender, sondern vielmehr in der unterlassenen oder unzureichenden Leidenslinderung, die als Körperverletzung strafbar sein kann.

Nicht zu verkennen sind allerdings die Schwierigkeiten, die erlaubte Leidenslinderung von einer verbotenen gezielten (eigenmächtigen oder gewünschten – s. dazu 2.4) Patiententötung abzugrenzen. Die Unterscheidung erfolgt in subjektiver Hinsicht danach, ob die Herbeiführung des Todes eine um der wirksamen Leidenslinderung willen hingenommene Nebenfolge darstellt oder es dem Behandler gerade darauf ankam, den Tod des Patienten herbeizuführen, um dadurch sein Leiden zu beenden. Ein maßgeblicher Anhaltspunkt für die Beurteilung der Intention des Arztes ist die Höhe und Abfolge der Medikamentendosierung (Titration), deren sorgfältiger Dokumentation daher besondere Bedeutung zukommt.

2.4 Verbotene Tötung auf Verlangen

Für das in § 216 StGB enthaltene Verbot der Tötung auf „ausdrückliches und ernstliches Verlangen des Getöteten“ wird nach wie vor, aber wiederum

¹⁴ § 3 Abs. 1 Nr. 2, Abs. 2 Nr. 2 TPG bestimmen die Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls als eine Voraussetzung für die Organentnahme.

¹⁵ BGHSt 42, 301, 305; 46, 279, 285.

missverständlich, der Begriff der aktiven oder direkten Sterbehilfe verwendet. Denn wie bereits unter 2.2 dargestellt, fällt eine vom Patienten gewünschte Behandlungsbegrenzung auch dann nicht unter § 216 StGB, wenn sie in einer Aktivität wie etwa dem Ausschalten eines Beatmungsgeräts oder der Beendigung einer Katecholamentherapie besteht. Von § 216 StGB ebenso wenig erfasst sind Lebensverkürzungen, die Folge einer vom Patienten gewünschten und *lege artis* durchgeführten Symptomkontrolle sind (s. dazu 2.3). Der Anwendungsbereich des § 216 StGB bezieht sich in den Worten des BGH auf „gezielte Eingriffe in das Leben eines Menschen, die nicht im Zusammenhang mit dem Abbruch einer medizinischen Behandlung stehen.“¹⁶ Erfasst ist also insbesondere die Verabreichung von überdosierten Medikamenten oder toxischen Substanzen.

Unter dem Eindruck der im folgenden Kapitel näher dargestellten Entscheidung BVerfGE 153, 182 hat der BGH in einem Beschluss aus dem Jahr 2022 angedeutet, dass es in Ausnahmekonstellationen eine Einschränkung des bislang absolut verstandenen Verbots der Tötung auf Verlangen geben könnte. Gemeint sind Fälle, „in denen es einer sterbewilligen Person faktisch unmöglich ist, ihre frei von Willensmängeln getroffene Entscheidung selbst umzusetzen, aus dem Leben zu scheiden, sie vielmehr darauf angewiesen ist, dass eine andere Person die unmittelbar zum Tod führende Handlung ausführt.“¹⁷ Es bleibt abzuwarten, ob der BGH jemals Gelegenheit haben wird, über einen derartigen Extremfall zu entscheiden, in dem der Sterbewunsch eines Patienten weder durch eine Behandlungsbegrenzung noch durch einen Suizid und dazu geleistete Beihilfe erfüllt werden kann.

Dies führt zu der im Rahmen von § 216 StGB weiterhin erforderlichen Abgrenzung zur straflosen Suizidbeihilfe. Das Verbot der Tötung auf Verlangen bezieht sich ausschließlich auf Fremdtötungen, also im vorliegenden Kontext auf die Tötung eines Patienten unmittelbar durch den Arzt, der z. B. dem Patienten das totbringende Mittel injiziert. Davon zu unterscheiden ist der ärztlich assistierte Suizid, bei dem der Patient selbst Hand an sich legt, und dabei bloß ärztliche Unterstützung, etwa durch die Beschaffung des Suizidmittels, erhalten hat, dieses dann aber eigenhändig einnimmt. Maßgebliches Abgrenzungskriterium zwischen strafbarer Fremdtötung und nicht unter § 216 StGB fallender Suizidbeihilfe ist die sog. Tatherrschaft, die danach fragt, wer das unmittelbar zum Tode führende Geschehen beherrscht, es also bis zum Schluss in den Händen gehalten hat¹⁸. War es der sterbewillige Patient selbst oder der Arzt? Dass der BGH bereit ist, auch diese

¹⁶ BGHSt 55, 191, 3. Leitsatz.

¹⁷ BGHSt 67, 95 Rn 23.

¹⁸ BGHSt 63, 161, 165 f.

Abgrenzung in Richtung einer straflosen Suizidbeihilfe zu verschieben, zeigt die eben genannte Entscheidung. Darin findet sich nicht nur die Andeutung einer Einschränkung des § 216 StGB in Extremfällen, sondern auch eine entscheidungsstragende „normative“ Interpretation von Tatherrschaft.¹⁹ Zugrunde lag der Fall eines multimorbiden sterbewilligen Ehemannes, der seine Ehefrau zunächst darum gebeten hatte, ihm Schmerzmittel in einer letalen Dosierung in einem Glas mit Wasser aufzulösen, welches der Ehemann anschließend selbst ausgetrunken hat. Zur Absicherung seines Todes forderte er seine Ehefrau dann aber noch auf, ihm, einem Diabetiker, alle sechs vorrätigen Insulinspritzen zu verabreichen, was diese auch tat. Der Tod des Ehemannes trat vor der Wirkung der Schmerzmittel durch Unterzuckerung infolge des injizierten Insulins ein. Gleichwohl ging der BGH auch insoweit von einer Tatherrschaft des Ehemannes aus, die u. a. darin begründet sei, dass der Ehemann davon abgesehen habe, Rettungsmaßnahmen zu veranlassen.²⁰ Es bleibt abzuwarten, welche Signalwirkung von dieser sehr umstrittenen Interpretation von Tatherrschaft auf die strafrechtliche Beurteilung künftiger Fälle ausgeht, in denen „Helfer“ eine todesursächliche, aber nicht unumkehrbar zum Versterben führende Handlung vorgenommen haben.²¹

3 Beihilfe zum Suizid: Was sich durch BVerfGE 153, 182 (nicht!) geändert hat

Der Patientensuizid und die (ärztliche) Beihilfe dazu bedürfen auch abgesehen von den eher seltenen Fällen, in denen es zu Abgrenzungsproblemen mit § 216 StGB kommt, einer besonderen Betrachtung. Der ärztlich assistierte Suizid ist seit langer Zeit Gegenstand einer insbesondere unter Palliativmediziner sehr kontrovers, ja zuweilen hochemotional geführten medizinethischen Debatte und es scheinen nach wie vor Unsicherheiten über dessen strafrechtliche Bewertung zu bestehen. Aber auch insoweit ist ein Widerspruch zwischen gefühlter und objektiver Rechtslage zu konstatieren. Denn mit der oben genannten Entscheidung hat das Bundesverfassungsgerichts im Jahr 2020 eine seit langer Zeit bestehende Strafrechtslage wiederhergestellt, die der Gesetzgeber fünf Jahre zuvor durch die Einführung des Verbots der geschäftsmäßigen Suizidförderung (§ 217 StGB) in problematischer Weise umgestaltet hatte. Zum besseren Verständnis sollen zunächst wiederum die allgemeinen strafrechtlichen Grundlagen der Beurteilung

¹⁹ BGHSt 67, 95 Rn 15-17.

²⁰ BGHSt 67, 95 Rn 17.

²¹ Kritische Urteilsanmerkungen u. a. von *Franzke/Verrel*, JZ 2021, 1113; *Jäger*, JA 2022, 870; *Grünewald*, NJW 2022, 3035.

von Suizidbeihilfe und der zur Entscheidung des BVerfG führende § 217 StGB erläutert werden.

3.1 Straflosigkeit der Suizidbeihilfe – nur unter zwei Voraussetzungen!

Die Anstiftung oder Beihilfe zu einer Straftat setzt eben eine solche voraus (sog. Akzessorietät der Teilnahme). Da der Suizid aber keine Straftat ist – die Tötungsdelikte im StGB erfassen, auch wenn das dort nicht explizit steht, nur die Tötung eines *anderen* Menschen –, kann es daran im Grundsatz auch keine strafbare Teilnahme geben. Die gilt aber zum einen nur für Fälle, die sich tatsächlich als ein Suizid, also eine eigenhändige Tötung durch den Suizidenten selbst und nicht als eine unter 2.4 beschriebene Tötung auf Verlangen darstellen. Zum anderen – und das ist die weitaus belangreichere Voraussetzung – muss es sich um einen freiverantwortlichen Suizid, also eine Selbsttötung infolge einer autonom getroffenen Entscheidung handeln.²² Ist diese Anforderung wie in den ganz überwiegenden Fällen nicht erfüllt, etwa weil es sich um eine Kurzschlussreaktion, einen Appellsuizid, oder eine durch Drohung bewirkte oder auf den unmittelbaren Einfluss einer psychischen Erkrankung zurückzuführende Selbsttötung handelt, kann die Mitwirkung daran durchaus strafbar sein. Je nach Art der Einflussnahme und der Beziehung des „Helfers“ zu dem Suizidenten reicht das Spektrum der Strafbarkeit von unterlassener Hilfeleistung bis zum Totschlag oder gar Mord in mittelbarer Täterschaft. So wurden die eingangs genannten Ärzte wegen Totschlags in mittelbarer Täterschaft verurteilt, weil sie einem an Schizophrenie leidenden Patienten bzw. einer depressiven Patientin ein Suizidmittel verschafft hatten, die nach Auffassung der Gerichte aufgrund ihrer Erkrankungen nicht freiverantwortlich handeln konnten.

Je nach verwendetem Suizidmittel kommt auch bei freiverantwortlichen Selbsttötungen eine Strafbarkeit des Arztes wegen Verstoßes gegen das Betäubungsmittelgesetz (§ 29 BtMG) in Betracht.²³ Dagegen hat der BGH im Jahr 2019²⁴ seine verfehlte Rechtsprechung aus dem Jahr 1984 aufgegeben, nach der auch bei autonom ausgeführten Suiziden für Ärzte und andere Garanten eine strafbewehrte Rettungspflicht bestand, sobald der Suizident seine Handlungsherrschaft verloren hatte.²⁵

²² BGHSt 32, 38; zu den Anforderungen an die Freiverantwortlichkeit BVerfGE 153, 182, Rn 241-246.

²³ BGHSt 46, 279.

²⁴ BGHSt 64, 121 und 135; es handelte sich hier bemerkenswerterweise um Freisprüche derselben Ärzte, die 5 Jahre später in den beiden in der Einleitung erwähnten Fällen wegen Totschlags in mittelbarer Täterschaft verurteilt wurden.

²⁵ BGHSt 32, 367.

3.2 Der Sündenfall des § 217 StGB

Von der schon seit Ende des 19. Jahrhunderts bestehenden Strafflosigkeit der Mitwirkung an einem freiverantwortlichen Suizid²⁶ hat der Gesetzgeber im Jahr 2015 durch die Kriminalisierung der geschäftsmäßigen Suizidförderung (§ 217 StGB) eine schon bei ihrer Einführung sehr umstrittene und von der Strafrechtswissenschaft²⁷ nahezu einhellig abgelehnte Ausnahme gemacht. Die Vorschrift, die gegen die Tätigkeit von Sterbehilfeorganisationen gerichtet war, sah allein in der Geschäftsmäßigkeit der Suizidbeihilfe, also einer auf Wiederholung angelegten Förderung von Suiziden,²⁸ ein strafwürdiges Unrecht und zwar unabhängig davon, ob es sich um einen freiverantwortlichen Suizidentschluss gehandelt hat. Gegen diese Vorschrift, die auch wegen ihrer Weite, Unbestimmtheit und den Zugang zu suizidgefährdeten Patienten erschwerenden Wirkung höchst problematisch war,²⁹ haben u. a. Patienten und Palliativmediziner Verfassungsbeschwerden eingelegt. Diese führten im Ergebnis dazu, dass das BVerfG § 217 StGB für verfassungswidrig und damit nichtig erklärt hat. Entgegen der Wahrnehmung dieser Entscheidung in der Öffentlichkeit und insbesondere auch von Ärzten hat das BVerfG mit seinem Urteil keineswegs die Suizidbeihilfe „erstmals erlaubt“, sondern nur die unter 3.1. beschriebene Rechtslage wiederhergestellt, nämlich die Strafflosigkeit der wiederholten Mitwirkung an einem freiverantwortlichen Suizid, auch wenn diese wiederholt erfolgt.

3.3 Die „eigentlichen“ Ausrufungszeichen aus Karlsruhe

Gleichwohl wurde mit dieser Entscheidung Rechtsgeschichte geschrieben, da sich das BVerfG dazu veranlasst sah, das Selbstbestimmungsrecht des Einzelnen über sein Lebensende in einem bisher nicht vorhandenen Umfang grundrechtlich abzusichern. Es leitete aus dem Persönlichkeitsrecht und der Menschenwürde (Art. 2 Abs. 1 i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG) ein Grundrecht auf autonomes Sterben ab, das nicht nur das unter 2.2 beschriebene Recht umfasst, eine lebenserhaltende Behandlung abzulehnen, sondern außerdem die Freiheit beinhaltet, sich selbstbestimmt(!) das Leben zu nehmen, dafür Hilfe bei anderen zu suchen und

²⁶ Zur geschichtlichen Entwicklung s. *Feldmann*, Die Strafbarkeit der Mitwirkungen am Suizid, 2009, S. 70 ff.; *Henking*, Der ärztlich assistierte Suizid und die Diskussion um das Verbot von Sterbehilfeorganisationen, JR 2015, 174 f.

²⁷ *Hilgendorf/Rosenau*, Stellungnahme deutscher Strafrechtslehrerinnen und Strafrechtslehrer zur geplanten Ausweitung der Strafbarkeit der Sterbehilfe, medstra 2015, 129.

²⁸ BT-Drucks. 18/5373, S. 12, 17.

²⁹ S. nur *Duttge*, Strafrechtlich reguliertes Sterben, NJW 2016, 120; *Grünwald*, Zur Strafbarkeit der geschäftsmäßigen Förderung der Selbsttötung, JZ 2016, 938, 941 ff.

angebotene Hilfe in Anspruch zu nehmen. Das BVerfG stellte aber auch klar, dass niemand verpflichtet werden kann, Suizidhilfe zu leisten.³⁰

Mit einem Schlag war damit die zuvor vielfach zu beobachtende Diskriminierung und Tabuisierung ärztlicher Suizidassistenz vom Tisch und der Deutsche Ärztetag hob in Folge von BVerfGE 153, 182 das bis dato in § 16 der ärztlichen Musterberufsordnung (MBO) enthaltene Verbot ärztlicher Suizidhilfe auf.³¹ Es sei daran erinnert, dass es in der Präambel der bis 2011 gültigen Fassung der Grundsätze der Bundesärztekammer zur ärztlichen Sterbebegleitung sogar noch geheißen hat, „die Mitwirkung des Arztes bei der Selbsttötung widerspricht dem ärztlichen Berufsethos“³², was danach auf die bis heute geltende Formulierung abgeschwächt wurde, dass die Mitwirkung am Suizid „keine ärztliche Aufgabe“ sei.³³ Was jedenfalls seit BVerfGE 153, 182 Grundrechtsausübung ist, kann schlechterdings nicht verboten oder unethisch sein.

Der noch weitreichendere Schritt, den die Karlsruher Richter gegangen sind, bestand in der Entkoppelung der Freiheit zum autonomen Suizid von „schwere(n) oder unheilbare(n) Krankheitszustände(n) oder bestimmte(n) Lebens- und Krankheitsphasen“ und in dem Verbot einer staatlichen Bewertung der Suizidmotivation „anhand allgemeiner Wertvorstellungen, religiöser Gebote, gesellschaftlicher Leitbilder für den Umgang mit Leben und Tod oder Überlegungen objektiver Vernünftigkeit.“³⁴ Dafür sind die Karlsruher Richter in teils rüder Form kritisiert worden.³⁵ Es ist jedoch nur konsequent, ebenso wie bei vom einwilligungsfähigen Patienten gewünschten Behandlungsbegrenzungen, auch bei Suizident Schlüssen Freiverantwortlichkeit ausreichen zu lassen und keine Differenzierung nach der „Wertigkeit“ des Sterbemotivs vorzunehmen. Damit sind keineswegs „Suizide aus Liebeskummer absolut schützenswert“³⁶ geworden, fehlt es hier doch offensichtlich an der vom BVerfG verlangten Dauerhaftigkeit und Festigkeit des Sterbewunsches.

³⁰ BVerfGE 153, 182, Leitsätze 1 und 6.

³¹ Dt. Ärztebl. 2021, <https://www.aerzteblatt.de/news/aerztetag-streicht-berufsrechtliches-verbot-der-aerztlichen-suizidbeihilfe-7ee56c97-e00b-4e02-8b3b-d5b0666dfed5>, zugegriffen am 19.10.2025.

³² Dt. Ärztebl. 1998, <https://www.aerzteblatt.de/archiv/grundsätze-der-bundesaerztekammer-zur-aerztlichen-sterbebegleitung-f7f15603-ae9f-47b9-ad6e-807552dbb84c>, zugegriffen am 19.10.2025.

³³ Dt. Ärztebl. 2011, A 346, https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/Sterbebegleitung_17022011.pdf, zugegriffen am 19.10.2025.

³⁴ BVerfGE 153, 182, Rn 210.

³⁵ Der ehemalige Bundestagspräsident Thierse verstieg sich in FAZ 29.02.2020, S. 20, zu der Bezeichnung der Richter des BVerfG als „furchtbare Juristen“; so lautet der Titel des 1987 erschienen Buchs von Ingo Müller über in der NS-Zeit und danach tätige Juristen.

³⁶ Schütz/Sitte, FAZ Einspruch 26.02.2020.

Im Zusammenhang mit dem Verbot einer materiellen Bewertung äußerte sich das BVerfG auch mit deutlichen Worten zur Rolle der Palliativmedizin. Trotz ihrer besonderen Bedeutung für die Suizidprävention sei sie „kein Korrektiv zur Beschränkung dennoch oder losgelöst davon in freier Selbstbestimmung gefasster Selbsttötungsentschlüsse“ und es bestehe keine „Pflicht zur Inanspruchnahme palliativmedizinischer Behandlung“.³⁷

Mit seiner Entscheidung hat das BVerfG einen ganz wesentlichen Beitrag dazu geleistet, dass über den ärztlich assistierten Suizid nunmehr sachlicher, offener, ehrlicher und ohne moralische Keulen gesprochen wird. Das ändert freilich nichts an den Schwierigkeiten, die mit der Feststellung des Ausnahmefalls einer freiverantwortlichen Suizidentscheidung – insbesondere in von körperlicher Krankheit losgelösten Kontexten – verbunden sind und auch nichts an den nachvollziehbaren Vorbehalten gegenüber unseriösen Sterbehelfern und der Sorge vor möglichen Normalisierungseffekten, die von einer staatlich regulierten Suizidhilfe ausgehen könnten.³⁸ Die schwierige Regelungsaufgabe für den Gesetzgeber, dem das BVerfG nahegelegt hat, ein prozedurales Schutzkonzept zu entwickeln,³⁹ besteht jetzt darin, einerseits Selbstbestimmung zu ermöglichen, andererseits Vorkehrungen zu treffen, um unfreie, insbesondere unter sozialem Druck zustande gekommene Suizidentschlüsse zu verhindern. Die zuletzt vorgelegten Gesetzentwürfe für eine Neuregelung der Suizidhilfe, von denen keiner eine Mehrheit gefunden hat,⁴⁰ balancierten dieses Spannungsverhältnis in einer entweder restriktiven oder liberalen Weise aus. Es bleibt abzuwarten, ob sich der Bundestag auf eine konsensfähige Lösung versteht, die in jedem Fall die Rolle von Ärzten wird definieren müssen.

4 Fazit

Solange es dazu nicht kommt, kann festgehalten werden, dass die vermutlich in der Minderheit befindlichen Palliativmediziner, die bereit sind, Suizidhilfe zu leisten, kein Gefängnis fürchten müssen, wenn sie sich in einer auch von Staatsanwaltschaften und Gerichten nachvollziehbaren Weise von der Freiverantwortlichkeit des Suizidentschlusses überzeugt und das Betäubungsmittelrecht im Blick behalten haben. Die psychische Erkrankung eines Patienten schließt zwar die

³⁷ BVerfGE 153, 182, Rn 298 f.

³⁸ Vgl. BT-Drucks. 18/5373, S. 11.

³⁹ BVerfGE 153, 182, Rn 338 ff.

⁴⁰ Deutscher Bundestag, <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw27-de-suiziddebatte-954918>, zugegriffen am 19.10.2025.

Annahme von Entscheidungsautonomie keineswegs per se aus.⁴¹ Eine ärztliche Suizidassistenz ist hier aber, das zeigen die Urteile des LG Essen und LG Berlin, mit besonderen Strafbarkeitsrisiken verbunden. Für die weitaus häufigeren Fälle von durch Behandlungsbegrenzung oder kunstgerechte Symptomkontrolle geleisteter Sterbehilfe gibt das (Richter-)Recht einen Rahmen vor, in dem sich Palliativmediziner ohne Furcht vor strafrechtlichen Konsequenzen bewegen, also mit beiden Beinen fest im Krankenzimmer stehen können.

⁴¹ *Saß/Cording*, Zur Freiverantwortlichkeit der Entscheidung für einen assistierten Suizid. *Der Nervenarzt* 2022, 1150, 1153.

Ethik in Palliative Care: Zum Umgang mit existentielltem Leid im Spannungsfeld von Autonomie und Fürsorge¹

LEA CHILIAN
Institut für Sozialethik
Ethik-Zentrum der Universität Zürich
Zolliker Straße 117; 8008 Zürich
Lea.chilian@uzh.ch

1 Einleitung: Frau M.

„Ich bin fertig mit meinem Leben.“

So begrüßt Frau Maria M. die Palliativfachkraft, die an diesem Morgen ihr Zimmer betritt. Frau M. ist 92 Jahre alt. Sie lebt seit einigen Wochen auf der Pflegestation eines Altenheims. Körperlich ist sie erstaunlich stabil: Die Herzschwäche wird gut behandelt, die Schmerzmedikation ist gut verträglich. Ihre Werte sind weiterstehend unauffällig.

Aber Frau M. zieht sich immer mehr zurück. Sie verweigert Mahlzeiten, lehnt weitere Diagnostik ab. „Ich will einfach nur noch meine Ruhe“, sagt sie. Und manchmal: „Ich bin nur noch da. Nicht tot, aber auch nicht mehr richtig lebendig.“

Die Pflegekräfte kümmern sich liebevoll um sie, doch sie können die nötige Essbegleitung zeitlich kaum leisten, da Frau M. nur unter großem Widerstand und mit viel gutem Zureden bereit ist, zu essen. Ihre Kinder besuchen sie gelegentlich – aber sie wohnen weit entfernt. Frau M. ist geistig noch erstaunlich gut orientiert, freundlich, aber müde. Lebensmüde. Lebenssatt.

In der Teambesprechung wird ihr Fall intensiv diskutiert. Die einen sagen: „Wir müssen das akzeptieren – sie will gehen.“ Andere fragen: „Ist das nicht ein Zeichen für eine Depression? Müssen wir nicht mehr für sie tun?“

Der Seelsorger, der mit ihr gesprochen hat, erzählt: „Frau M. fühlt sich überflüssig. Sie sagt, alles Wichtige in ihrem Leben sei vorbei. Sie ist umgeben von Menschen – und fühlt sich trotzdem allein.“

¹ Der Vortragsstil wurde bewusst beibehalten und die Allgemeinverständlichkeit und Anknüpfbarkeit der Symposiumsteilnehmenden stand bei der Ausformulierung im Vordergrund.

Dieses Fallbeispiel führt mitten hinein in einige zentrale Fragen der medizinethischen Arbeit in der Palliativversorgung: Wie kann mit existentielltem Leid umgegangen werden? Wie können Menschen ernstgenommen werden in ihrer Autonomie – ohne sie sich selbst zu überlassen? Und wie lässt sich Fürsorge gestalten, ohne zu bevormunden und gleichzeitig die Autonomie zu achten?

Diesen Fragen möchte ich im Folgenden nachgehen. Wobei erst zu klären ist, was unter existentielltem Leid zu verstehen ist. Anschließend thematisiere ich die Grundspannung, in der sich medizinische Behandlungen immer befinden, zwischen Autonomie und Fürsorge. Im nächsten Schritt nähere ich mich dieser Problematik aus einer relationsethischen Perspektive und stelle abschließend einen care-ethischen Ansatz für Auseinandersetzung mit existentielltem Leid zur Verfügung.

2 Was ist existentielles Leid?

Frau M., deren Geschichte diesen Beitrag einleitet, leidet.

Aber worunter genau? Ihre körperlichen Beschwerden sind kontrolliert, die physischen Schmerzen auch. Dennoch verweigert sie die Nahrungsaufnahme und sagt: „Ich bin fertig mit meinem Leben.“

Dieses Beispiel zeigt eine Form des Leidens, die mit medizinischen Mitteln allein nicht erfasst werden kann – das sogenannte existenzielle Leid.

Im Kontext der Palliative Care versteht man darunter ein nicht-physisches Leid, das aus der Auseinandersetzung mit den grundlegenden Fragen des Menschseins entsteht: mit der eigenen Endlichkeit, mit Sinnverlust, mit Gefühlen von Hoffnungslosigkeit, Isolation, Kontrollverlust oder einem bedrohten Selbstbild.² Zentral ist dabei, dass dieses Leid individuell erlebt wird. Es betrifft nicht nur den Verstand oder den Körper, sondern das ganze Dasein. Die Forschung spricht von einem mehrdimensionalen Leid, das psychische, emotionale, soziale und spirituelle Ebenen umfasst. Es ist nicht messbar wie Fieber, nicht sichtbar wie ein Tumor, aber ebenso real – und oft schwerer zu lindern.

Die Beachtung dieser vier Dimensionen menschlichen Leidens findet sich auch in der Definition von Palliative Care der Weltgesundheitsorganisation (WHO):³

² Vgl. Hagmann, Dana; Fleckinger, Susanne; Paal, Piret: Die Entscheidungsfindung zur palliativen Sedierung bei existenzielltem Leid am Lebensende. Ein Umbrella-Review, *Spiritual Care*, 14/3 (2025), pp. 229-242. <https://doi.org/10.1515/spircare-2024-0046>

³ <https://www.who.int/cancer/palliative/definition/en/>

“Palliative care is an approach that improves the quality of life of patients and their families facing the problems associated with life-threatening illness, through the prevention and relief of suffering by means of early identification and impeccable assessment and treatment of pain and other problems, physical, psychosocial and spiritual.”

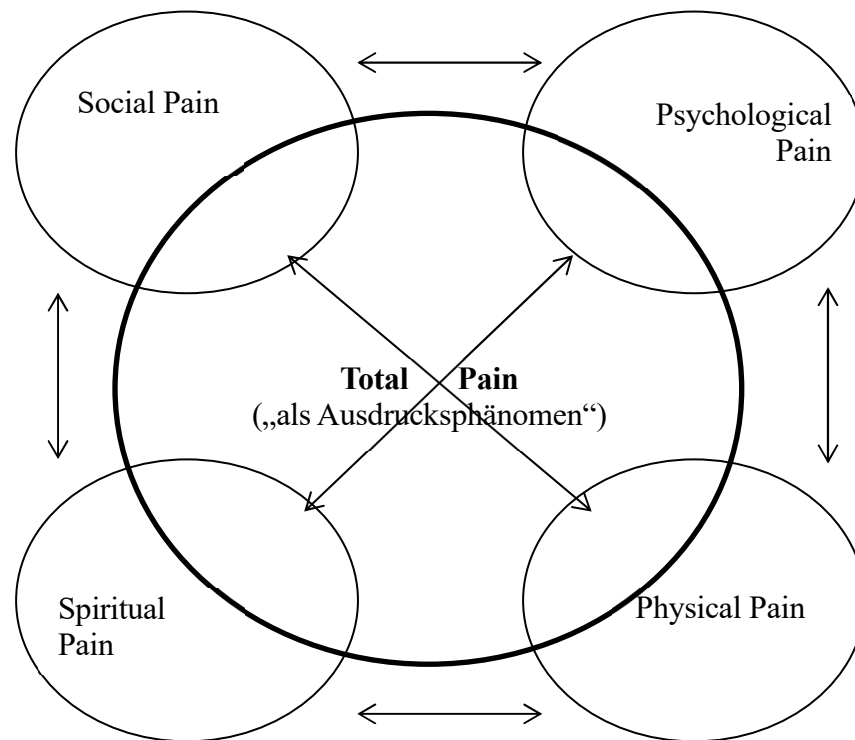


Abb. 1. Total Pain Concept nach Cicely Saunders⁴

„Palliative Care ist ein Ansatz zur Verbesserung der Lebensqualität von Patienten und ihren Familien, die mit Problemen konfrontiert sind, welche mit einer lebensbedrohlichen Erkrankung einhergehen. Dies geschieht durch Vorbeugen und Lindern von Leiden durch frühzeitige Erkennung, sorgfältige Einschätzung und Behandlung von Schmerzen sowie anderen Problemen körperlicher, psychosozialer und spiritueller Art.“

Den spirituellen oder auch existentiellen Schmerz hat der Psychiater Viktor Frankl als „existenzielles Vakuum“ beschrieben: einem Zustand innerer Leere, der dann entsteht, wenn Menschen keinen Sinn mehr im Leben sehen. Frankl war überzeugt: Der Mensch kann selbst schweres Leiden ertragen, wenn er einen Sinn darin sieht – aber sinnloses Leid wird zur unerträglichen Last.⁵

⁴ Vgl. Saunders, Cicely: The evolution of palliative care. Patient Education and Counseling 41 (2000), 7–13.

⁵ Vgl. Saunders, Cicely: Watch with Me. Inspiration for a life in hospice care, Lancaster 2003.

Genau hier liegt die Herausforderung: Existentielltes Leid entzieht sich einfachen Lösungen. Es ist zutiefst subjektiv, lässt sich nicht eindeutig klassifizieren oder objektiv bewerten. In der Literatur wird deshalb betont: *Leid ist, was der leidende Mensch als Leid erlebt*.⁶

Gerade in der letzten Lebensphase – etwa bei hochaltrigen, lebenssatten Menschen – wird dieses Leid besonders deutlich. Die Sorge, niemandem mehr etwas zu bedeuten, niemandem zur Last zu fallen, „nur noch da zu sein“: All das sind Ausdrucksformen existenziellen Leids.

Für Palliative Care bedeutet das: Wer den ganzen Menschen in den Blick nehmen will, darf das existenzielle Leid nicht übersehen. Es geht dabei nicht nur um das „richtige Tun“, sondern um das „gute Dasein“. Für die Ethik bedeutet das, nicht nur nach dem richtigen Handeln zu fragen, sondern auch nach dem guten Leben.

3 Autonomie und Fürsorge – Beschreibung eines Konflikts

Die Navigation im ethischen Spannungsfeld zum Umgang mit existenzielltem Leid am Lebensende ist komplex: Wie kann das Bedürfnis nach Autonomie realisiert und unterstützt werden – und wie viel Fürsorge braucht ein Mensch?

Beides sind zentrale Werte der modernen Medizinethik. Für die Beratung und Entscheidung der konkreten Einzelfälle klinischer Praxis wurden Prinzipien mittlerer Reichweite entwickelt, die in der Klinischen Ethikberatung heute die zentralen Kriterien für eine ethisch „richtige“ Entscheidung im klinischen Kontext darstellen. Die von Tom Beauchamp und James Childress entwickelten Prinzipien sind: Respekt vor der Autonomie (respect for autonomy), Nichtschaden (non-maleficence), Wohltun/Fürsorge (beneficence) und Gerechtigkeit (justice).⁷ Bei der Rezeption dieser Prinzipien lässt sich festhalten, dass gesellschaftliche Entwicklungen wie die Bedeutsamkeit persönlicher Autonomie und Individualität sich in diesen Prinzipien widerspiegeln. Gleichzeitig ist die „Diversität der Prinzipien [...] Abbild einer Diversität unterschiedlicher ethischer Begründungssysteme“.⁸

Für die Untersuchung des Umgangs mit existenzielltem Leid fokussiere ich im Folgenden die Spannung zwischen Fürsorge und Autonomie:⁹

⁶ Vgl. Clark, David: 'Total pain', disciplinary power and the body in the work of Cicely Saunders, 1958-1967, *Social Science & Medicine* 49 (1999), 727-736.

⁷ Beauchamp, Tom L.; Childress, James F. (2013): *Principles of biomedical ethics*, New York.

⁸ Coors, Michael: Moralische Diversität. Grenzen und Notwendigkeit moralischer Vielfalt im Gesundheitswesen, in: Steger, Florian (Hg.), *Diversität im Gesundheitswesen*, Freiburg i. Br. 2019, 29–45, 34.

⁹ Vgl. für das Folgende z. B. Rauprich, Oliver (2005), *Prinzipienethik in der Biomedizin – Zur Einführung*, in: ders.; Steger, Florian (Hg.), *Prinzipien in der Biomedizin. Moralphilosophie und medizinische Praxis*, Frankfurt, New York, 11–45.

Der Respekt der Autonomie umfasst die Sicherstellung von Selbstbestimmung und Entscheidungsfreiheit. Der Mensch soll in der Lage sein, über sein Leben – und auch über sein Sterben – selbst zu entscheiden. Diese Überzeugung steht hinter der Patientenverfügung, dem Recht auf informierte Einwilligung (informed consent) und nicht zuletzt hinter der Frage nach der Ermöglichung von assistiertem Suizid. Das deutsche Bundesverfassungsgericht hat 2020 betont: Zur Würde des Menschen gehört auch das Recht, über das eigene Lebensende zu bestimmen – im Rahmen der Freiheit zur Selbsttötung.¹⁰

Das Prinzip der Fürsorge umfasst die Verantwortung füreinander, besonders dann, wenn jemand schwach oder verletzlich ist. In der Gesundheitsfürsorge zeigt sich das u. a. in der Pflicht, Leiden zu lindern, Schutz zu bieten und Menschen nicht allein zu lassen. Fürsorge ist dabei als Ausdruck von Verbundenheit zu verstehen – aber sie kann auch zum Problem werden, wenn sie zu Paternalismus überdehnt wird, wenn jemand über das Leben eines*r anderen ohne Zustimmung bestimmt, weil es „gut gemeint“ ist.

In der Praxis – gerade in der Palliativversorgung – kann das zu großen Konflikten führen: Was tun, wenn eine hochbetagte Patientin wie Frau M. äußert, sie wolle nicht mehr leben? Ist es Ausdruck ihrer freien Entscheidung – oder ein Ruf nach Aufmerksamkeit? Wird ihr Wunsch respektiert – oder gilt es sie zu schützen?

Was würde es konkret heißen, Frau M. größtmögliche Autonomie zu gewähren? Es hieße, ihren Wunsch ernst zu nehmen, auf weitere Diagnostik oder Interventionen zu verzichten, vielleicht auch ihren Rückzug zuzulassen – selbst wenn das bedeutet, dass sie sich zunehmend isoliert.

Und wie sähe die Situation aus, wenn Fürsorge das leitende Prinzip wäre? Dann würde man versuchen, sie mit sanftem Nachdruck zum Essen zu motivieren, Gespräche anzubieten, soziale Kontakte zu aktivieren – vielleicht auch gegen ihren erklärten Willen, aus der Sorge heraus, dass sie sich selbst schadet oder innerlich aufgegeben hat.

Beide Perspektiven haben ihre Berechtigung – und beide bergen Risiken.

Wer allein auf Autonomie setzt, läuft Gefahr, Menschen im existenziellen Leid sich selbst zu überlassen. Wer Fürsorge über alles stellt, riskiert, die Freiheit des Anderen zu verletzen.

Die Idee der sittlichen Autonomie verlangt ursprünglich immer auch ein solidarisches Eintreten *für* die Freiheit der anderen. Die Philosophin Theda Rehbock

¹⁰ Vgl. Bundesverfassungsgericht, Urteil vom 26.02.2020: https://www.bundesverfassungsgericht.de/Shared-Docs/Entscheidungen/DE/2020/02/rs20200226_2bvr234715.html (letzter Zugriff: 24.09.2025)

kritisierte deshalb eine kompetenzorientierte Autonomiekonzeption in der modernen Medizin in der das allgemein ethische wie politische Ziel die Förderung von Unabhängigkeit geworden sei.¹¹ Für solche Problemlagen wird eine Ethik benötigt, die beides ernst nimmt: den Willen des Einzelnen und das Beziehungsgehehen, in dem Entscheidungen überhaupt erst tragfähig werden.

4 Relationalität und existentielles Leid

Wenn Menschen am Lebensende leiden, dann geschieht dieses Leiden nicht im luftleeren Raum. Es geschieht in Beziehung – zu sich selbst, zur eigenen Lebensgeschichte, zu Angehörigen, zu professionell Begleitenden, vielleicht auch zu etwas Höherem, das trägt oder irritiert.

Deshalb lässt sich existenzielles Leid nicht einfach individuell betrachten – sondern muss in einem relationalen Zusammenhang verstanden werden.

Menschen sind soziale und existenziell relationale Wesen. Sie werden erst durch Beziehung wirklich ein Selbst. Von Geburt an sind wir auf andere angewiesen – auf Nähe, Resonanz, Anerkennung und Trost. Auch im Sterben bleibt das so. Gerade in Situationen großer Verletzlichkeit ist Beziehung nicht nur hilfreich, sondern notwendig.¹²

Moderne Ansätze der Medizinethik nehmen diese Perspektive auf und betonen, dass Abhängigkeit keine Schwäche, sondern ein Grundzug menschlicher Existenz ist. Von Joan Tronto stammt die prägnante Aussage, dass niemand jemals völlig unabhängig von anderen sei: „None of us is ever completely independent of others. We are all, always, interdependent.“¹³

Menschen als multidimensionale soziale Wesen leben in einem lebenserhaltenden Netz aus Beziehungen, das durch eine Sorge-/ Care-Praxis gewebt wird. Elisabeth Conradi formuliert: „Care ist eine Praxis der Achtsamkeit und Bezogenheit, die Selbstsorge und kleine Gesten der Aufmerksamkeit ebenso umfasst wie pflegende und versorgende menschliche Interaktionen sowie kollektive Aktivitäten.“¹⁴

Dies macht sichtbar, dass Autonomie in Wahrheit oft beziehungsabhängig ist: Nur wer sich gehalten und gehört weiß, kann auch wirklich frei entscheiden. Dazu

¹¹ Vgl. Rehbock, Theda: Warum und wozu Anthropologie in der Ethik. In: Anthropologie und Ethik. Biologische, sozialwissenschaftliche und philosophische Überlegungen, hrsg. v. Jean-Pierre Wils. Tübingen/Basel 1997.

¹² Vgl. ten Have, Tenk: Vulnerability. Challenging bioethics, London/New York 2016.

¹³ Tronto, Joan: The Ethics of Care, Democracy and Social Inequalities. An Interview, in: Sorge. Arbeit, Verhältnisse, Regime (Soziale Welt, Sonderband 20), hrsg. v. Aulenbacher, Brigitte; Riegraf, Birgit; Theobald, Hildegard (Hg.), Baden-Baden 2014, 41–47, 42.

¹⁴ Conradi, Elisabeth: Take Care. Grundlagen einer Ethik der Achtsamkeit, Frankfurt a. M., New York 2001, 13f.

gehört auch, anzuerkennen, dass existenzielles Leid durch Beziehung gelindert oder verschärft werden kann. Ein Mensch, der sich allein gelassen fühlt, empfindet sein Leiden oft als unerträglicher als jemand, der in einem tragenden Netz von Beziehungen lebt – auch wenn die äußeren Umstände ähnlich sind. Umgekehrt kann gut gemeinte Nähe auch zu viel werden, wenn sie bedrängt, überfordert oder nicht „richtig“ zugehört hat.

Was heißt das für Frau M.? Vielleicht liegt der Schlüssel zu ihrer Situation nicht in mehr medizinischer Intervention oder in strengem Rückzug auf ihren Wunsch. Sondern darin, ihr resonante Beziehung anzubieten – jemanden, der da ist, ohne zu drängen. Vielleicht ist es weniger wichtig, ob sie isst – und wichtiger, ob jemand da ist, der ihr zuhört, wenn sie sagt: „Ich bin fertig mit meinem Leben.“ Vielleicht wäre der erste Schritt nicht, eine Entscheidung herbeizuführen, sondern gemeinsam auszuhalten, was sich nicht sofort lösen lässt. So verstanden ist Beziehung nicht bloß Mittel zum Zweck, sondern selbst schon Teil der Antwort auf existenzielles Leid.

Im nächsten und letzten Kapitel zeige ich, wie die Care-Ethik dieses Denken systematisch fasst – und warum sie für die Palliativversorgung besonders hilfreich sein kann.

5 Ein care-ethischer Ansatz

Wie also kann mit Situationen existenziellen Leids umgegangen werden, in denen weder die strikte Achtung der Autonomie noch eine rein fürsorgliche Haltung weiterführt?

Eine mögliche Antwort darauf – und eine Bereicherung der „festgefahrenen“ Situation, bietet die Care-Ethik. Diese, ursprünglich aus der feministischen Ethik hervorgegangenen, Entwürfe einer sorgebasierten Ethik, stellen nicht das autonome Individuum in den Mittelpunkt, sondern den Menschen in seinen Beziehungen: als verletzliches, angewiesenes und zugleich verantwortliches Wesen. Care-Ethik beruht dabei nicht auf Prinzipien und deduktiver Begründung, sondern ist selbst auf Praxis, Erfahrung und Kontext bezogen – arbeitet quasi induktiv. Care ist dabei weder eine Tugend noch ein Prinzip, sondern eine Haltung und Lebensweise, die auf Beziehungen gründet. Moralische Probleme seien nicht durch abstraktes Denken, sondern durch konkrete Beziehungsarbeit zu bearbeiten, so die Überzeugung ihrer Vertreter:innen.¹⁵ Care-ethische Entwürfe entstanden damit in Abgrenzung zu universalistischen Ansätzen, die auf Autonomie, Unparteilichkeit

¹⁵ Vgl. u.a. Noddings, Nel: *Caring. A feminine approach to ethics and moral education*, Berkeley 2013. Es gibt verschiedene care-ethische Entwürfe, weshalb man eigentlich nicht von „der“ Care-Ethik sprechen kann, sondern von Ethikentwürfen sprechen müsste, die den Begriff Care zentral stellen, und zwar oft im Vergleich zur Gerechtigkeit oder Autonomie. Vgl. Deutscher Ethikrat 2016, 42, und Vosman, Conradi 2016).

und Vernunft setzten. Stattdessen betonen sie spezifische Beziehungen, situative Besonderheiten und emotionale Anteilnahme. Care-Ethik biete nach dieser Auffassung eine umfassendere Erfassung moralischer Situationen, da Gefühle und Beziehungen nicht ausgeblendet, sondern zentral einbezogen werden. Sie ist insofern als relationale Ethik zu beschreiben, die Verbundenheit statt Autonomie betont und in der alle Menschen zugleich Sorgegebende und Sorgeempfangende sind: „human beings live their life in a network of care and dependence“.¹⁶ Conradi fasst dies im Begriff der *Interrelationalität*:

„Mit dem Konzept der Interrelationalität sollen verschiedene Formen des Angewiesenseins von Menschen und ihre Bezogenheit aufeinander sowie ihre Einbindung in gesellschaftliche Macht- und Herrschaftsverhältnisse in ein systematisches Verhältnis gesetzt werden.“¹⁷

Ein zentrales Spannungsfeld care-ethischer Diskussionen bildet die Auseinandersetzung mit dem Autonomieprinzip. Während universalistische Ansätze Autonomie als Selbstständigkeit begreifen, wird von Care-Ethiker:innen betont, dass Autonomie erst durch Fürsorgebeziehungen erlernt und ermöglicht werde. Care-Ethik bedeute die Integration von Gefühl und Verstand sowie Kontextsensibilität, anstatt auf Abstraktion und Unparteilichkeit zu setzen.¹⁸

Hinter der relationalen Grundlegung einer Care-Ethik steht die Wahrnehmung menschlicher Vulnerabilität aus der die moralische Schlussfolgerung zu ziehen sei „not to turn away from someone in need“¹⁹. Damit verbindet Care sowohl Bezogenheit als auch Aktivität. Care-Ethik ist deshalb auch als Praxis zu verstehen, die nach Tronto aus vier moralischen Elementen besteht:²⁰

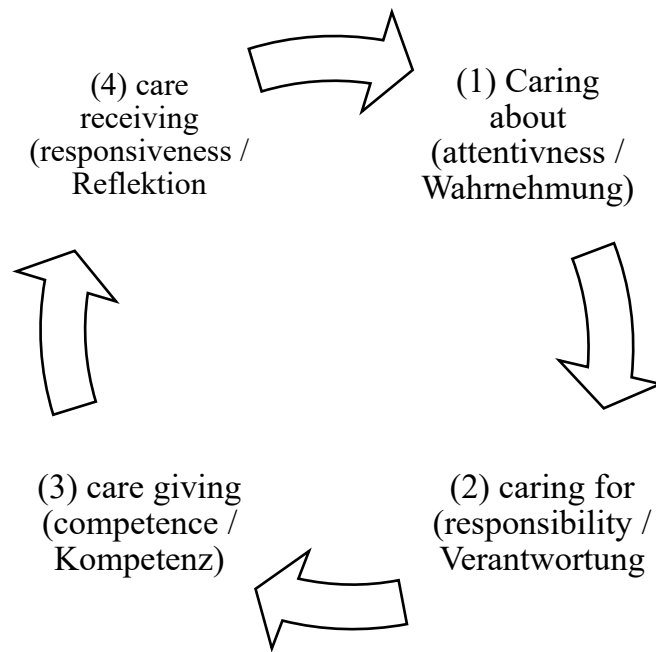
¹⁶ Leget, Carlo; Kohlen, Helen: End of Life Care. Care Ethical Perspectives, in: Contemporary European Perspectives on the Ethics of the End of Life Care (Philosophy and Medicine 136), hrsg. v. Emmerich, Nathan; Mallia, Pierre; Gordijn, Bert et al., Basel 2020, 75–92, 77.

¹⁷ Conradi, Elisabeth: Take Care. Grundlagen einer Ethik der Achtsamkeit, Frankfurt a. M., New York 2001, 23.

¹⁸ Vgl. u.a. Kohlen, Helen: Sorge als Arbeit und Ethik der Sorge. Zwei wissenschaftliche Diskurse, in: Praxis der Achtsamkeit. Schlüsselbegriffe der Care-Ethik, hrsg. v. Conradi, Elisabeth; Vosman, Frans, Frankfurt a. M., New York 2016, 115–127.

¹⁹ Conradi: Take Care, 228.

²⁰ „To use the care ethic requires a knowledge of the context of the care process.“ Tronto, Joan: Moral boundaries. A political argument for an ethic of care, New York 1993, 136f.



Für Palliative Care bedeutet das: Zu der Frage nach der Autonomie („Was will der Mensch?“) und der Frage nach der Fürsorge („Was braucht der Mensch?“ tritt die care-ethische Frage nach den Sorgebeziehungen („In welchen Sorgebeziehungen steht der Mensch?“) hinzu. Diese Aspekte zusammengenommen ermöglichen eine kontextsensible und situations-angemessene Haltung zu dem, was als gute und richtige Handlung bewertet werden kann.

Dabei geht es im palliativen Behandlungsteam um ein aufmerksames Aushandeln, ein gemeinsames Tragen von Unsicherheit, um die Bereitschaft, offen zu bleiben für das, was sich zeigt. Es heißt: die Situation als ethischen Raum ernst zu nehmen – nicht nur als Problem, das gelöst werden muss.

Was bedeutet das für Frau M.?

Ein care-ethischer Ansatz ergänzt Ansätze, die Autonomie und Fürsorge gegeneinander ausspielen. Sie sind nicht als zwei diametrale Pole einer Entscheidung zu begreifen, sondern stehen im Wechselverhältnis zueinander und können erst gänzlich erfasst und ausbalanciert werden, wenn die verschiedenen, konkreten Sorgeabhängigkeiten offengelegt werden.

Ein Team, das care-ethisch arbeitet, würde Frau M.s Aussagen existenziell begleiten. Es würde fragen: Wie kann Frau M. darin unterstützt werden, in dieser letzten Lebensphase nicht allein zu sein – und doch sie selbst zu bleiben?

So kann Care-Ethik zu einer Haltung werden, die weder aufgibt noch übergeht. Sie bleibt da – im Zwischenraum von Autonomie und Fürsorge.

Vielleicht kann Frau M.s Wunsch nach Ruhe, nach einem würdevollen Abschied in care-ethischer Perspektive nicht als Ausdruck von Schwäche oder Aufgeben verstanden werden, sondern als Stimme existenziellen Leids – einer Müdigkeit, die nicht medizinisch behandelt, sondern menschlich begleitet werden will.

Der Konflikt zwischen Autonomie und Fürsorge ist in Frau M.s und vergleichbaren Situationen besonders spürbar. Aber wie deutlich wurde, geht es nicht darum, sich für das eine oder das andere zu entscheiden. Sondern darum, (Sorge-)Beziehungen in den Mittelpunkt zu stellen: aufmerksam zu bleiben, zuzuhören, dazu bleiben.

Vielleicht ist das am Ende die wichtigste Antwort auf existenzielles Leid: Nicht eine Lösung, sondern eine Begleitung. Kein „Reparieren“, sondern ein würdiges Miteinander – bis zuletzt.

KOMMISSIONEN UND QUERSCHNITTSBEREICHE

Bericht aus der Kommission Bioethik

CHRISTEL MÜLLER-GOYMANN
Sprecherin der Kommission

Als Höhepunkt der diesjährigen Kommissionsarbeit wurde am 18. Juni 2025 zum 21. Mal ein von der Kommission vorbereitetes Bioethik-Symposium der BWG durchgeführt – dieses Mal zum Thema „Palliativmedizin – Begleitung am Lebensende“. Über das Symposium wurde bereits in den öffentlichen Veranstaltungen berichtet. Der interdisziplinär zusammengesetzten Kommission gehören aktuell folgende Mitglieder an:

Stephanus Büttgenbach, Klasse Ingenieurwissenschaften der BWG
Heike Bunjes, Klasse Mathematik und Naturwissenschaften der BWG
Tim Glowka, Klasse Mathematik und Naturwissenschaften der BWG
Christel Müller-Goymann, Klasse Mathematik und Naturwissenschaften der BWG
Stefan Heuser, TU Braunschweig

In den Kommissionssitzungen am 23. Januar, 30. Juni und 2. Oktober 2025 wurde in Anwesenheit des BWG-Präsidenten Reinhold Haux und – bei den beiden letztgenannten Terminen – zusammen mit den Medizininformatik-Professoren Michael Marschollek (MHH) und Alfred Winter (Universität Leipzig) als Gästen das 22. Bioethik-Symposium zum Thema „Elektronische Patientenakte – Digitalisierung in der Krankenversorgung“ vorbereitet, das am 17. Juni 2026 stattfinden wird.

Bericht aus der Kommission Gauß-Jahr 2027

VOLKER BACH

Institut für Analysis und Algebra, TU Braunschweig

Die im Oktober 2024 durch einen Beschluss in der Plenarversammlung eingerichtete Kommission der BWG zum Gauß-Jahr 2027 traf sich um die Jahreswende 2024/25 in den Räumen der BWG. Teilgenommen hatten Volker Bach (BWG), Harald Budelmann (BWG), Joachim Klein (BWG), Rainer Löwen (BWG), Titus Meyerhoff (PTB) und Hartmut Pasternak (BWG) als erste Mitglieder der Kommission Gauß-Jahr 2027.

Als weitere Mitglieder konnten Bettina Eick (BWG), Markus Gerke (BWG), Christian Kehrt (Wissenschaftsgeschichte, TU BS), Thomas Schick (AdW GÖ) und Henning Steinführer (Braunschweiger Stadtarchiv) gewonnen werden.

Weiterhin sollen auch Dirk Langemann (Mathematik, TU BS), Thomas Sonar (Mathematik, TU BS) und Bettina Wahrig (BWG) einbezogen werden.

Im Februar 2025 beschloss der Vorstand der BWG, dass folgende Aktivitäten und Veranstaltungen seitens der BWG für das Gauß-Jahr 2027 geplant werden sollen:

- Genau an Gauß' 250. Geburtstag am 30. April soll die BWG die Gauß-Medaille 2027 in der Dornse in Braunschweig an eine prominente Wissenschaftlerin oder einen prominenten Wissenschaftler vergeben, deren oder dessen Arbeit eng mit dem Werk Carl Friedrich Gauß' in Verbindung stehen. Der großen Breite des Gaußschen wissenschaftlichen Wirkens gemäß wird die Preisträgerin bzw. der Preisträger ausnahmsweise von allen Klassen gemeinsam gefunden werden.
- Zur Preisvergabe am 30.04.2027 sollen auch die früheren Gauß-Medaillenträger eingeladen werden, und mit ihnen soll ein Symposium oder/und eine an die Öffentlichkeit gerichtete Veranstaltung an diesem Tag ausgerichtet werden. Zudem wird ein Buch über die Gauß-Medaillenträger und deren Werk entstehen.
- Die Akademie-Vorlesungen im Schloss werden im Jahr 2027 gemeinsam mit der Göttinger Akademie ausgerichtet und befassen sich mit dem Werk von Carl Friedrich Gauß.

Im Januar 2025 und im August 2025 fanden vom Haus der Wissenschaft organisierte Planungstreffen statt, an denen Vertreterinnen und Vertreter des Landes

Niedersachsen, der Stadt Braunschweig, der Braunschweiger und Helmstedter Museen, der Braunschweiger Forschungsinstitute und insbesondere der PTB, der Medien, der Berufsverbände u. v. m. sowie Volker Bach für die BWG teilnahmen. Dort wurden die bisher geplanten Aktivitäten vorgestellt und miteinander koordiniert.

Die Verleihung der Gauß-Medaille am 30.04.2027 durch die BWG tangieren insbesondere die Planung der an die allgemeine Öffentlichkeit gerichteten Festveranstaltung: Diese soll entweder vor dem Schloss oder auf dem Altstadtmarkt stattfinden. Außerdem soll den Plänen des Hauses der Wissenschaft gemäß eine von Drohnen getragene Lichtershow als besonderes Highlight für eine große, überregionale mediale Aufmerksamkeit garantieren.

- Für eine Veranstaltung vor dem Schloss spricht der dort wesentlich höhere zu erwartende Durchfluss von Passanten im Vergleich zum Altstadtmarkt. Außerdem braucht die oben skizzierte Drohnenshow viel Platz und kann nur vor dem Schloss stattfinden.
- Für den Altstadtmarkt spricht ihre unmittelbare Nähe zur Dornse, wo der Festakt stattfindet und so die Verbindung zur Gauß-Medaillenverleihung evident ist. Außerdem kann die auf dem Markt stattfindende Veranstaltung so auf einen kürzeren Zeitraum am späten Nachmittag oder frühen Abend begrenzt werden, ohne dass Pausen entstehen, in denen „nichts passiert“.

Mitte September traf sich Volker Bach auch mit Vertreterinnen des Büros des Bürgermeisters, wo auch eine gewisse Skepsis zur Realisierbarkeit des Festes auf dem Schlossplatz geäußert wurde, insbesondere hinsichtlich der finanziellen Realisierbarkeit in Zeiten knapper Haushalte. Zudem könnten vor dem Hintergrund des Krieges in der Ukraine Drohnen derzeit eher bedrohlich als unterhaltsam wirken. Eine Festveranstaltung am Altstadtmarkt wäre jedenfalls der klare Favorit.

Nach der Jahreswende 2025/26 soll die Kommission zusammengerufen und konkrete Planungen in Gang gesetzt werden. Außerdem hatte Volker Bach auch ein erstes Gespräch mit Vertreterinnen der Braunschweigischen Stiftung über die Möglichkeit einer finanziellen Förderung des Projekts geführt. Eine Antragstellung scheint aussichtsreich zu sein und soll gleich nach dem Jahreswechsel erfolgen.

Bericht der BWG-Kommission

Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide

CORD-FRIEDRICH BERGHAHN

Institut für Germanistik

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Bienroder Weg 80

c.berghahn@tu-braunschweig.de

Die Kommission *Jüdische Geschichte und Kultur zwischen Harz und Heide* in der BWG wurde 2024 ins Leben gerufen. Zu ihren Mitgliedern zählen:

Prof. Dr. Cord-Friedrich Berghahn (TU Braunschweig/Israel Jacobson-Netzwerk/BWG; Literaturwissenschaft, Jewish Studies) – Sprecher der Kommission

Prof. Dr. Peter Burschel (Herzog August Bibliothek/BWG; Geschichte, Bibliothekswissenschaft)

Prof. Dr. Ulrike Fauerbach (Lehrstuhl für Baugeschichte und Baukonstruktionsgeschichte/Leiterin des Instituts für Baugeschichte an der TU Braunschweig/BWG/Leiterin der Forschungsstelle Beth Tfila)

Dr. Katrin Kessler (Beth Tfila/Israel Jacobson-Netzwerk/Objektgeschichte/Geschichte und Gegenwart synagogaler Architektur)

Prof. Dr. Alexander von Kienlin (Lehrstuhl für Baugeschichte/Technische Universität München)

PD Dr. Ulrich Knufinke (Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege/Beth Tfila/Israel Jacobson-Netzwerk/Denkmalschutz/Geschichte der Jüdischen Baukunst)

Dr. Heike Pöppelmann (Braunschweigisches Landesmuseum/Israel Jacobson-Netzwerk; Jüdische Sammlung)

Prof. Dr. Ismar Schorsch (Leo Baeck Institute, New York/Jewish Theological Seminary, New York; Jewish Studies, Jüdische Theologie, Geschichte)

Dieser Kreis wird je nach konkretem Forschungsthema um entsprechende Expertinnen und Experten und Institutionen erweitert. Das gilt insbesondere für die regelmäßig stattfindenden wissenschaftlichen Veranstaltungen der Forschungsstelle Beth Tfila, die mit der Kommission der BWG und dem Israel Jacobson-Netzwerk eng verbunden ist.

Im Berichtsraum haben sie die Akteurinnen und Akteure in unterschiedlichen Konstellationen getroffen und an konkreten Projekten gearbeitet. Dazu zählten 2025 vor allem die *Jüdischen Kulturtage zwischen Harz und Heide* (mit mehr als 70 Veranstaltungen mittlerweile die größten ihrer Art im deutschen Sprachraum). Hier war 2025 Seesen zentraler Ort, die Stadt also, in der Israel Jacobson mit der Stiftung der Reformsynagoge und der Jacobson-Schule entscheidende Bausteine seines Reformwerks verwirklicht hat. Das Spektrum der Veranstaltungen reichte von wissenschaftlichen Veranstaltungen im engeren Sinn bis hin zu populären Formen der Wissensvermittlung und umspannte Vorträge, Diskussionen, Konzerte, Führungen, Fahrradtouren zu jüdischen Orten und Musikveranstaltungen und kulinarischen Events.

Daneben haben Pflege und kontinuierlicher Ausbau der Internetseite *Jüdisches Niedersachsen. Online* (<https://juedisches-niedersachsen.de/home>) eine Reihe von Treffen gezeitigt. Das Onlineportal wird seit seiner Freischaltung im Jahr 2024 im Sinne des Netzwerk-Konzepts zur zwischen Wissenschaft, Kultur, Alltag und Dokumentation vermittelnden Plattform weiterentwickelt, auf der jüdische Themen mit regionalem Bezug verhandelt und vermittelt werden.

Eine ganze Reihe von dezentralen Treffen mit unterschiedlichen Akteuren schließlich standen 2025 im Zusammenhang mit den Bemühungen, die Archive und Sammlungen von Heimatforschern zu sichten, überregional sichtbar zu machen und Strategien der Sicherung für die Nachwelt zu erproben.

Bericht aus der Kommission

Technik – Lebensweisen – Transformation (NFTLT)

HARALD BUDELMANN

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig

Beethovenstraße 52, 38106 Braunschweig

E-Mail: h.budermann@ibmb.tu-bs.de

1 Eine neue Kommission: Entstehung und Intention

NFTLT steht für Niedersächsische Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation. Diese Forschungsstelle gibt es noch nicht. Doch hat die BWG sich vorgenommen, ihre mögliche Einrichtung zu prüfen und ihre Ausgestaltung vorzubereiten. Das ist die Aufgabe der neuen Kommission.

Wie ist die Idee zur Schaffung einer solchen Forschungsstelle bei der BWG entstanden? Welche Aufgaben soll sie haben? Warum bei der BWG? Welches Potenzial für die BWG kann eine solche Forschungsstelle bergen? Welche Voraussetzungen müssen geschaffen werden? Gibt es Risiken zu scheitern? Auf einige dieser Fragen soll eingegangen werden, die Aufgaben der Kommission sollen vorgestellt und zur Mitwirkung in ihr soll aufgerufen werden.

2 Die Idee für die Forschungsstelle Technik – Lebensweisen – Transformation

In Vorbereitung eines Gesprächs mit dem Staatssekretär im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Prof. Dr. Joachim Schachtner, im Februar 2024 entwarf der Präsident der BWG, Prof. Dr. Reinhold Haux, Überlegungen zur Einrichtung einer solchen Forschungsstelle.¹ Das Papier folgt der Ausarbeitung und dem Vortrag von Reinhold Haux auf der Veranstaltung zum 80-jährigen Bestehen der BWG im November 2023 mit dem Titel „Technik im Wandel – Lebensordnungen im Wandel: Beiträge von Gelehrtengeellschaften“.²

In diesen Ausarbeitungen wird das Ziel für die Forschungsstelle „Technik – Lebensweisen – Transformation“ zusammenfassend so definiert: in der BWG einen öffentlichen Diskurs zu entwickeln und zu etablieren, der die Transformation, hier verstanden als gesellschaftlicher Wandel durch Technik, mit ihren Chancen und

¹ Textvorlage für ein Gespräch mit Prof. Dr. Joachim Schachtner, Staatssekretär im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur am 23. Februar 2024.

² Vortrag auf der Festveranstaltung zum 80-jährigen Bestehen der BWG am 30. November 2023, abgedruckt in der Festschrift „80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft“, 2023, S. 49-55.

Risiken mit hoher wissenschaftlicher Kompetenz diskutiert und im Rahmen von unterschiedlichen Projekten und Angeboten (an die Öffentlichkeit) langfristig dokumentiert und festhält.

3 Zur Motivation für die Forschungsstelle

Technische Entwicklungen und die Entwicklung der Gesellschaft stehen seit jeher in einer spannenden Beziehung. Zweifellos prägen besonders seit Beginn der Industrialisierung neue technische Möglichkeiten die gesellschaftliche Entwicklung und damit die Lebensweise. Andererseits können gesellschaftliche Anforderungen und Bedürfnisse technische Entwicklungen auslösen. Und fast immer spielen in diesem Spannungsfeld politische Entscheidungen mit, fördern oder bremsen technische Entwicklungen unter dem Gesichtspunkt von Wachstum, Wirtschaftlichkeit, Gerechtigkeit, Umweltschutz und weiteren Kriterien. Für den Einzelnen in der Gesellschaft sind technischer Fortschritt und dessen Möglichkeiten, aber auch dessen langfristig mögliche Folgen für die künftigen Lebensweisen und Lebenschancen einer Gesellschaft immer weniger zu verstehen. Eine wissensbasierte Meinungsbildung, letztlich die Grundlage für die fundierte demokratische Willensbildung, fällt zunehmend schwer und ist durch populistische Einflussnahme gefährdet.

Der Wissenschaft kommt in diesem Kontext eine doppelte Aufgabe zu. Einerseits „Wissen zu schaffen“ und technische Entwicklungen zu ermöglichen, und andererseits, diese zu vermitteln und zugänglich zu machen. Diese Aufgabe zu leisten bedarf „einer langfristig angelegten Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, die insbesondere den Dialog mit der Öffentlichkeit sucht“, so thematisiert vom Staatssekretär Prof. Dr. Schachtner.³

4 Voraussetzungen und Vorarbeiten in der BWG

Die Verbindung der Entwicklung der Wissenschaft in Technik, Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften mit der Dokumentation und Diskussion deren gesellschaftlichen Nutzens steht seit jeher im Stammbuch der BWG. So gibt die BWG sich in der Präambel der aktuellen Satzung das Ziel, „sich forschend, fördernd und vermittelnd mit den gesamtgesellschaftlichen Leistungen von Wissenschaft und Technik in einem steten interdisziplinären Diskurs auseinanderzusetzen“.⁴ Die Struktur der BWG in ihren drei Klassen und mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus vielen Universitäten und weiteren Forschungseinrichtungen, vornehmlich aus den drei Universitäten in Braunschweig, Hannover und

³ Schreiben vom 4. April 2024.

⁴ Satzung der BWG, <https://www.bwg-nds.de/ueber-die-bwg/satzung-und-geschaeftsordnungen>.

Clausthal, sowie ihre vielfältigen fachübergreifenden Aktivitäten sind schon immer an diesem Ziel ausgerichtet.

Das Feld „Technik und Gesellschaft“ ist dabei etabliertes Arbeitsgebiet der BWG. Eine Vielzahl der Vorträge und Veröffentlichungen in den letzten Jahren ist den zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen des Klimawandels, der Mobilität, der Gesundheit, der Ernährung, der Energie, der digitalen Entwicklung und weiteren gewidmet. Die Kommission „SYnENZ“ (Synergie und Intelligenz) befasst sich schon langjährig mit dem Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz. Die Kommission „Bioethik“ veranstaltet seit mehr als zwanzig Jahren jährliche Symposien zu aktuellen Themen der Entwicklung in Medizin, Biologie, Ethik und Recht. Die gemeinsame Veranstaltung der BWG und der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen im phaeno in Wolfsburg war in den letzten Jahren Fragen der Entwicklung in der Medizin und zur Energiewende gewidmet. Und die Akademievorlesungen der BWG im Roten Saal des Braunschweiger Schlosses befassen sich schon mehrjährig mit dem Thema Technik und Gesellschaft, so „Technologischer Wandel und Gesellschaft“, „Mobilität in der Zukunft“, „Transformation – Die Gesellschaft im Wandel“, „Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben“.

In seinem Vortrag anlässlich des 80-jährigen Bestehens der BWG⁵ sieht Staatssekretär Prof. Dr. Schachtner die BWG gut vorbereitet für die beabsichtigte Forschungsstelle: „Denn ihre Stärken sind, Wissenschaft nach außen zu tragen – in die Gesellschaft, in die Öffentlichkeit und in den Austausch“, und dies „im Format des Dialogs, zwischen Institutionen und Standorten, zwischen Disziplinen und Gruppen, mit der Leistung des Verknüpfens, des Zusammenführens und des Einordnens“.

5 Die Aufgaben der Kommission

Auf Vorschlag der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften beschloss die Plenarversammlung der BWG am 13.12.2024 die Einrichtung einer Kommission zur Vorbereitung einer Niedersächsischen Forschungsstelle „Technik – Lebensweisen – Transformation“.

Die Aufgabe der Kommission ist es, die Voraussetzungen für die Arbeit einer künftigen Forschungsstelle zu analysieren und Vorschläge für deren Einrichtung zu erarbeiten. Die Kommission steht allen interessierten Mitgliedern der BWG offen; es sollten alle drei Klassen und Standorte sowie die Junge BWG vertreten sein.

⁵ Vortrag auf der Festveranstaltung zum 80-jährigen Bestehen der BWG am 30. November 2023, abgedruckt in der Festschrift „80 Jahre Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft“, 2023, S. 19-22.

In zwei Sitzungen im April und Mai 2025 wurden die Ziele, Themen, Perspektiven und möglichen Hindernisse der künftigen Forschungsstelle diskutiert (Teilnehmer: Budelmann, Haux, Reimers, Rudolf, Klein, Richter, Bunjes, Fauerbach, Fingscheidt). Einige der Diskussionspunkte sollen nachfolgend angesprochen werden.

Wie kann man sich eine solche Forschungsstelle unter den bekannten Randbedingungen der Arbeit der BWG vorstellen, wenn sie die Aufgabe einer langfristig angelegten, nach außen aktiven, Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Gesellschaft erfüllen soll, die ein erkennbares, aktuelles und attraktives Angebot für einen öffentlichen Diskurs zum gesellschaftlichen Wandel durch technische Entwicklungen bietet und die bisherigen guten Angebote der BWG bündelt und organisiert? Die Frage nach der Notwendigkeit und Finanzierbarkeit einer Koordinierungsstelle ist offen.

Es erscheint ratsam, die thematischen Arbeitsgebiete der Forschungsstelle zumindest anfangs auf zwei zukunftsbedeutende Themenbereiche zu konzentrieren, die in der BWG entwickelt und etabliert sind, nämlich „Digitalisierung und Künstliche Intelligenz“ und „Entwicklungen in der Medizin“. Es ist beabsichtigt, im kommenden Jahr zwei interne Diskussionsveranstaltungen zu diesen beiden Themen zu veranstalten.

Um die Forschungsstelle mittelfristig als „Marke“ der BWG zu etablieren, müssen attraktive, moderne Aktivitäts- und Kommunikationsformate geschaffen werden, beispielsweise internetbasierte Informationsangebote, periodische Kolumnen in der lokalen Presse, eine jährliche größere Veranstaltung, z. B. eines Wissensforums zur Transformation, ggf. in Kooperation mit den Universitäten.

Um eine wirkliche Forschungsstelle zu werden, ist auch wirkliche eigene Forschung auf dem Gebiet „Technik und Gesellschaft“ unabdingbar. Wären Studien über aktuelle technische Entwicklungen und ihre Einflüsse auf gesellschaftliche Prozesse denkbar, z. B. im Sinne von Metaanalysen? Und wäre insbesondere zu denken an die langfristige Dokumentation und Kommentierung von Veränderungsprozessen, einer typischen Aufgabe für wissenschaftliche Akademien? Inwieweit können dafür zweifellos notwendige Projektmittel beschafft und Projekte organisiert werden?

Die Dimension der Herausforderung für die BWG wird deutlich. Und auch die der Notwendigkeit, die Entwicklung dieser Forschungsstelle auf die breite Basis der Unterstützung und Arbeit sehr vieler Mitglieder der BWG aus allen Klassen zu stellen. Aber auch die Chancen für eine attraktive Zukunftsentwicklung der BWG sind beträchtlich. Und die Risiken? Sie liegen „nur“ in uns selbst. Gute Ideen und die Mitarbeit in der Kommission NFTLT sind höchst willkommen!



**Bericht aus der BWG-Kommission
Synergie und Intelligenz:
technische, ethische und rechtliche Herausforderungen
des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten
im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ)**

JOCHEN STEIL (Sprecher der SYnENZ-Kommission)
Institut für Robotik und Prozessinformatik der TU Braunschweig,
Mühlenpfordtstraße 23, DE-38106 Braunschweig
E-Mail: j.steil@tu-braunschweig.de

1 Hintergrund und Zielsetzung der Kommissionsarbeit

Wie wirken in Zeiten zunehmender Digitalisierung Menschen, Tiere und Pflanzen einerseits und Maschinen andererseits zusammen? Wie erweitern sich die Möglichkeiten des Zusammenwirkens durch digitale Technologien und insbesondere, aber nicht nur durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz? Lässt sich genauer bestimmen, was das Wesen solchen Zusammenwirkens ist und lassen sich Grade des Zusammenwirkens unterscheiden und messen? Und wie soll Zusammenwirken gestaltet werden?

Die Kommission Synergie und Intelligenz: technische, ethische und rechtliche Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ) der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) befasst sich seit dem Jahr 2017 mit solchen fundamentalen Fragen. Die aktuellen Fortschritte der generativen künstlichen Intelligenz zur Sprach- und Bilderzeugung und deren Anwendungen schlagen dabei nicht nur publizistisch hohe Wellen, sondern halten in atemberaubender Geschwindigkeit Einzug in unseren Alltag. In diesem Kontext ist die Kommissionsarbeit auch im neunten Jahr seit ihrer Gründung hoch aktuell.

Die Leitung der Kommission lag weiterhin bei dem Sprecher Jochen Steil, stark unterstützt von Stefan Heuser und Susanne Beck und hat zum Jahresende 21 Mitglieder. Dabei ist die Kommission immer bestrebt, durch die Aufnahme neuer Mitglieder ihren Horizont zu erweitern und die Arbeitsfähigkeit zu erhöhen. Daher begrüßt die Kommission mit Herrn Tim Glowka (Allgemein- und Viszeralchirurgie) und Mitglied der BWG seit 2025 und Frau Esther Greussing (Kommunikationswissenschaft), Mitglied der Jungen BWG, zwei neue Mitglieder. Beide zeichnet neben wissenschaftlicher Exzellenz auch ein hohes Interesse an den interdisziplinären Themen der SYnENZ Kommission aus und sie erweitern und ergänzen ihr Fachspektrum.

2 Die Kommissionsarbeit im Jahr 2025

Im Jahr 2025 hat die Kommission insgesamt drei offizielle Sitzungen am 09.01.2025, 08.05.2025 und 10.07.2025 durchgeführt. Dazu kam noch eine informelle Sitzung im Rahmen des Sommerworkshops am 24.09.2025. Die Sitzungen wurden in der Regel hybrid durchgeführt, um die Teilnahme möglichst vieler Mitglieder zu ermöglichen. Ein Videobeitrag für die neue Webseite wurde in Zusammenarbeit mit dem Präsidium der BWG produziert.

2.1 Inhaltliche Kommissionsarbeit

Inhaltlich waren die Sitzungen neben den obligatorischen organisatorischen Anlässen zunächst davon geprägt, neue Themen und Impulse aufzunehmen.

Während in den vergangenen Jahren oft assistierte Entscheidungsfindung und hybride Mensch-Maschine Systeme – speziell im Gesundheitswesen – im Mittelpunkt standen, hatte sich die Kommission für das Jahr 2025 vorgenommen, weitere inhaltliche Bereiche in den Vordergrund zu stellen. Besonders relevant erschien der Kommission dabei, den starken Einfluss der digitalen Technologie auf Kommunikation, unsere Vorstellungen von Lebenswelt und die Frage, wie sich Wirklichkeit unter den Bedingungen allgegenwärtiger Datenverarbeitung konstituiert, zu untersuchen.

In seinem Vortrag in der Januarsitzung stellte Herr Tim Glowka neben seiner ärztlichen Tätigkeit insbesondere die Veränderungen, die Digitalisierung und Operationsroboter im Operationssaal für die Kommunikation und die Teamarbeit mit sich bringen, in den Vordergrund. In der gleichen Sitzung trug Frau Greussing zu ihrer Forschung zu den Auswirkungen von generativer KI auf den Forschungsprozess vor. Beide für SYnENZ sehr einschlägige Themen wurden intensiv diskutiert und setzten Impulse im Hinblick auf die thematische Fortentwicklung der Kommission. Im Mai 2025 konnte Herr Alexander Büssing für einen Vortrag

gewonnen werden, der seine Forschung zum Einsatz von virtueller Realität und digitalen Medien im Schulunterricht vorstellte. Gemeinsamkeit der Vorträge war die Beobachtung und Analyse einer zunehmenden, tiefen Durchdringung von Arbeitspraktiken und -strukturen sowie alltäglicher Kommunikation durch verschiedene Digitalisierungsvorgänge, wobei generative KI eingeschlossen, aber bei weitem nicht exklusiv die einzige relevante Technologie ist.

2.2 Zusammensetzung der Kommission

Die Beteiligung an den Kommissionssitzungen war weiterhin hoch und die Mitglieder der Kommission arbeiteten genauso effektiv wie konstruktiv zusammen. Die Leitung blieb unverändert. Im Anschluss an die oben diskutierten Vorträge hat die Kommission Frau Esther Greussing und Herrn Tim Glowka als Mitglieder aufgenommen und freut sich über diese Erweiterung.

2.3 Der Sommerworkshop 2025

Ein Höhepunkt der Kommissionsarbeit war der am 24.09.2025 in den Räumlichkeiten der BWG in Braunschweig durchgeführte Sommerworkshop, der leider aufgrund kurzfristiger krankheitsbedingter Absagen nur mit neun Teilnehmer:innen stattfinden konnte. Der Workshop stand unter dem Motto Titel: „Daten, Fakten, Fakes“ und beschäftigte sich schwerpunktmäßig mit der Frage, wie durch die umfassende Datenverarbeitung und die Kommunikation durch und mit generativen KI-Modellen unsere Lebens- und Arbeitswelt gestaltet wird, und wie so Wirklichkeit erzeugt wird. Aufhänger war dabei zunächst die Auseinandersetzung mit dem aktuellen Artikel „ChatGPT is bullshit“ von Hicks, Humphries & Slater¹, der den vom Philosophen Harry Frankfurt geprägten Begriff „bullshit“ verwendet, um die Textkonstruktionen von generativer KI bezüglich ihrer Beziehung zur Wahrheit zu untersuchen. Schnell ergab sich daraus eine intensive Diskussion über die Praktiken der Verwendung von Sprachmodellen und darüber hinaus anderer digitaler Datenverarbeitungsmethoden, insbesondere auch in aktueller Forschung der Kommissionsmitglieder. Besonders spannend war dabei, die wirklichkeitsvermittelnde oder -schaffende Rolle digitaler Techniken z. B. in der Erschließung von Archivtexten oder anderen Originalmaterialien zu beleuchten. Denn einerseits ergeben sich so Verzerrungen, andererseits sind viele Materialien ohne solche „digitale Vermittlung“ ja gar nicht verfügbar oder schlicht praktisch zu aufwändig zu untersuchen. Was die Textproduktion generativer KI angeht, die häufig auf „Fortsetzung“ angelegt ist², stellt sich zusätzlich heraus, dass

¹ Hicks, M.T., Humphries, J. & Slater, J. ChatGPT is bullshit. In: Ethics Inf Technol 26, 38 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10676-024-09775-5>.

² Heuser, S., Steil, J.J. (2025). Ist KI zu kontrollieren? Überlegungen zur Ethik des Zusammenwirkens von Menschen und KI-Maschinen. In: Richter, O., Drewitz, U., Haux, R., Heuser, S., Kacprowski, T., Steil, J. (eds).

zahlreiche selbstverstärkende Effekte zu beachten sind, denn die Technologien schaffen die Wirklichkeit erst, die sie abzubilden vorgeben, obwohl dieses Abbild rein statisch ist und – wie oft kritisiert wird – nicht in Erfahrungen gründet. Die Kommission wird sich weiterhin mit diesen Fragen beschäftigen, die offensichtlich für die übergeordnete Themenstellung

Bericht aus der Kommission „Wissenschaftskarrieren“

KARL-HEINZ GLABMEIER

Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik, TU Braunschweig

Im Jahr 2025 tagte die Kommission insgesamt sechs Mal in den Räumlichkeiten der Braunschweigischen Gesellschaft. In diesen Sitzungen wurden zunächst verschiedene Modelle für Wissenschaftskarrieren intensiv beraten und diskutiert, darunter beispielsweise ein gemeinsamer Vorschlag der Jungen Akademie und der Mitgliedergruppe Universitäten der Hochschulrektorenkonferenz mit dem Titel „Leitlinien für unbefristete Stellen an Universitäten neben der Professur“. An einzelnen Universitäten, etwa an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, werden die in diesen Leitlinien formulierten Überlegungen und Empfehlungen bereits teilweise umgesetzt. Zu den konkreten Erfolgen und Auswirkungen liegen der Kommission bislang jedoch noch keine detaillierten Informationen vor.

Um die Überlegungen zur Problematik der Wissenschaftskarrieren an der Technischen Universität Braunschweig näher kennenzulernen, führte die Kommission ein anregendes Gespräch mit der Präsidentin der Technischen Universität Braunschweig, Prof. Dr. Angela Ittel. Da im Verlauf der intensiven Diskussionen innerhalb der Kommission auch zahlreiche rechtliche Fragestellungen aufkamen, fand zudem ein konstruktiver Austausch mit der Personaldezernentin der TU, Frau Anne Fritz, zur Klärung sachlicher und rechtlicher Aspekte statt.

Gegenstand weiterer Beratungen waren auch frühere Förderinstrumente wie die Fiebiger-Professur sowie die DFG-Heisenberg-Stipendien. Ebenso wurde das Tenure-Track-Verfahren für sogenannte Juniorprofessuren unter dem Gesichtspunkt seiner praktischen Umsetzung näher betrachtet.

In den letzten drei Sitzungen standen schließlich die eigenen Positionen und Vorstellungen der Kommissionsmitglieder zur Ausgestaltung von Wissenschaftskarrieren im Mittelpunkt. Diese Beiträge dienen der Vorbereitung des Schlussberichts sowie der Erarbeitung eigener Vorschläge der Kommission für das Jahr 2026.

BWG-Querschnittsbereich zur Sammlungsforschung

RECOLLECT

NICOLE C. KARAFYLLIS

(Sprecherin von RECOLLECT), Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften
Institut für Philosophie der TU Braunschweig, Bienroder Weg 80,
D-38106 Braunschweig, E-Mail: n.karafyllis@tu-braunschweig.de

Treffen:

06.02.2025 im BWG-Haus in Braunschweig

11.09.2025 im Naturhistorischen Museum Braunschweig (Arbeitsgruppe)

23.09.2025 im Niedersächs. Landesarchiv. Abt. Wolfenbüttel (Arbeitsgruppe)

15.10.2025 im BWG-Haus in Braunschweig

1 Aktivitäten

Im Jahr 2025 konnte RECOLLECT das Ausstellungsthema *Migrationen* mit den betreffenden Objektgeschichten und -narrativen deutlich weiterentwickeln und die finanzielle Unterstützung der Ausstellung erreichen. Dazu gab es kleinere Arbeitsgruppentreffen (11.09. und 23.09.2025) in den Sammlungsinstitutionen und größere Treffen des gesamten Querschnittsbereichs im BWG-Haus (06.02.2025; 15.10.2025).

In der großen Sitzung am 06.02.2025 im BWG-Haus waren Gäste geladen: Herr Dr. Thomas Richter, Direktor des Herzog Anton Ulrich-Museums [HAUM], Frau Tanja Wolf (Leiterin des Universitätsarchivs Braunschweig) und Herr Prof. Dr. Johannes Wienand (Leiter des Münzkabinetts am HAUM, Professor für Alte Geschichte an der TU Braunschweig). Neben den regulären RECOLLECT-Mitgliedern aus dem Kreis der BWG nahmen aus der Klasse für Geisteswissenschaften Herr Prof. Dr. Cord-Friedrich Berghahn (Vizepräsident der BWG), aus der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Altpäsident Prof. Dr. Joachim Klein teil.

Herr Richter sagte die Unterstützung des HAUM zur Ausstellung zu und brachte neue geisteswissenschaftliche Impulse in die Forschungsarbeit ein; für die Naturwissenschaften war das ständige Mitglied Prof. Dr. Ulrich Joger zentral. Der Titel der Ausstellung wurde in seiner Interdisziplinarität erneut besprochen und festgelegt wie folgt: „Migrationen: Wege durch Natur, Wissenschaft und Kunst“. Vom Versuch, auch die Kinder- und Jugendbuchsammlung der Universitätsbibliothek

mit einzubinden, riet die Archivarin Frau Wolf wegen des Erschließungsstandes eher ab. Der Gedanke wurde daher vorerst verworfen. Der nächste Schritt war nun die Text- und Bildproduktion zu den ausgewählten Objekten, die mögliche Hinzunahme neuer Objekte und ein Drittmittelantrag sowie die Vernetzung mit weiteren Personen. Bei einem Treffen am Rande der Einweihung des Mineralienkabinetts am 11.09.2025 sagte auch der jetzige Direktor des Staatlichen Naturhistorischen Museums, Herr PD Dr. Mike Reich, seine persönliche Unterstützung zu.

Mit den neu hinzugekommenen Objekten eines kleinen, einst wasserspeienden Bronzeelefanten vom Brunnen aus dem Garten von Schloss Hessen (bei Osterwieck) und dem zurzeit näher erforschten Spazierstock von Gotthold Ephraim Lessing konnten Objektbeschreibungen zweier Wissenschaftlerinnen, Dr. Regine Marth (HAUM) und Dr. Elizabeth Harding (HAB), erreicht werden. Frau Prof. Dr. Karafyllis steuerte zudem einen Text zu Lessings Beobachtung des Spazierens in Turin aus seinem italienischen Reisetagebuch (1775) bei.

Am 23.09.2025 fand ein längeres AG-Treffen von RECOLLECT statt, diesmal vor Ort im Niedersächsischen Landesarchiv in Wolfenbüttel (Bei der Wieden, Joger, Karafyllis). Akten wurden eingesehen u. a. zur Geschichte des Naturhistorischen Museums mit Zeitungsausschnitten und Korrespondenz seines früheren Direktors Dr. Gerhard von Frankenberg, der in der NS-Zeit wg. seiner SPD-Mitgliedschaft entlassen wurde (vgl. dazu die Aufarbeitungen der TU Braunschweig). Ziel der Recherchen war es, genauere Hintergründe über den Ankauf und v. a. die Montage (1928) des Skeletts der Stellerschen Seekuh zu eruieren. Denn die meisten Sammlungen in Deutschland hatten von dieser Spezies nur einen Schädel, Braunschweig aber ein ganzes Skelett. Die Archivfunde wurden auf dem zweiten großen Treffen von RECOLLECT im Oktober diskutiert. In der Zwischenzeit wechselte eines der Gründungsmitglieder von RECOLLECT, Prof. Dr. Jörg Overmann, wissenschaftlicher Direktor der DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH in Braunschweig und Mitglied der BWG, zum 01.08.2025 nach München als Generaldirektor der Staatlichen Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns. RECOLLECT darf sich auch weiterhin auf seinen Rat in mikrobiellen Fragen verlassen.

Ziel der Sitzung am 15.10.2025 im BWG-Haus war die Konstellierung der neu hinzugekommenen Objekte, die Justierung des Narrativs und die anzupassende Konzeptentwicklung zum objektorientierten Rahmenthema (Bericht der Vorsitzenden Karafyllis mit Folienpräsentation und Diskussion). Von Frau Karafyllis wurde angeregt, den Geopunkt Jurameer Schandelah mit aufzunehmen; auch wegen der Querverbindungen zu den Ichthyosauriern als lebendgebärenden Kriechtieren im Ausstellungstext. Herr Joger und Frau Karafyllis berichteten, dass die eingesehenen Akten zum Theologen und Paläontologen Johann Georg Justus Ballenstedt im Nds. Landesarchiv Wolfenbüttel für die Belange der Ausstellung

wenig aufschlussreich waren, wohl aber die Lektüre seines Werks bezüglich der Mammutausgrabungen bei Thiede.

Des Weiteren wurde über DDB Studio als Ausstellungstool der Deutschen Digitalen Bibliothek beraten, weshalb der betreffende Experte des HAUM, Herr Daniel Friedrich-Kockro als Gast geladen war. Wenn möglich, soll in die virtuelle Ausstellung Kartenmaterial einbezogen werden. Es wurde beschlossen, eine zugehörige Ring-Vorlesung „Migrationen“ mit Referenten und Referentinnen aus dem Kreis von RECOLLECT im WS 2026/27 parallel zur Ausstellung laufen zu lassen. Die nächsten Schritte sind das Suchen und Finden einer geeigneten IT-affinen Person zur Unterstützung beim Webdesign, die neue Abfotografie der ausgewählten Objekte für die Internetpräsenz, die Ring-Vorlesungsplanung, die Klärung von CC-Lizenzen und das Anfertigen von weiteren Kurztexten zu Objekthintergründen, so etwa zur Bildtradition der Drachen- und Schlangensymbolik im Werk Rembrandts, die, so informierte Prof. Döring, bis auf Plinius Secundus zurückgeht. Der engagierte Kunsthistoriker des HAUM, dort u. a. Leiter des Virtuellen Kupferstichkabinetts, ging am 01.12.2025 in den Ruhestand.

Nachdem im Sommer ein Großteil der Objekt-Texte von den Beteiligten geliefert worden war, hatte Nicole C. Karafyllis mit einem Rahmentext einen Drittmittelantrag bei der Scheller-Stiftung in Braunschweig gestellt, der mit der **Zusage über 5.000 EUR** für die Ausstellung bewilligt wurde. Der Querschnittsbereich dankte dem Stifter und gratulierte ihr zu diesem Erfolg. – Über die Aktivitäten und die Mitteleinwerbung des Querschnittsbereichs erstattete die Vorsitzende Bericht in der Plenarversammlung der BWG am 05.12.2025. Dort wurde als neues ordentliches Mitglied der BWG in der Klasse für Geisteswissenschaften der Althistoriker Prof. Johannes Wienand zugewählt, der schon seit 2024 zum Kreis von RECOLLECT gehört und die Sammlungsforschung nun mit seiner Expertise als Althistoriker und Numismatiker auch im Bereich der BWG-Mitglieder verstärken wird.

2 Hintergrund und Zielsetzung

Hauptaufgabe des Querschnittsbereichs RECOLLECT ist die transdisziplinäre Verständigung über Methoden, Objekte und Begriffe der Sammlungsforschung unter Einbindung regionaler Sammlungsinstitutionen und ihrer Bestände. Konzeptuell analysiert und weiter entwickelt werden Sammlungen, Sammlungsobjekte und das Sammeln selbst. Dazu gehören Vorstellungen von Sammlungen als Wissensspeicher, Erinnerungsorte oder kulturellem Erbe. Eine Besonderheit im Vergleich mit Sammlungsforschung andernorts: Natur- und kulturwissenschaftliche Sammlungen werden zusammen und jenseits etablierter Ressortlogiken betrachtet, z. B. Museen und Botanische Gärten, Archive und Genbanken. Die Region Braunschweig als Hort umfangreicher Sammlungen hat dafür sehr gute

Voraussetzungen. Öffentlichkeitswirksame Verwertungsformen der gemeinsamen Arbeit sind v. a. Ausstellung, Workshop, Film und Text.

3 Mitglieder

Der Querschnittsbereich RECOLLECT arbeitet transdisziplinär. Seine ständigen Mitglieder sind: Brage Bei der Wieden (Archivwissenschaft/Geschichte), Dietmar Brandes (Botanik), Peter Burschel (Geschichte, Bibliothekswissenschaft), Thomas Döring (Kunstgeschichte), Ulrich Joger (Zoologie, Naturgeschichte), Nicole C. Karafyllis (Philosophie, Biologie), Jörg Overmann (Mikrobiologie), Henning Steinführer (Archivwissenschaft/Geschichte), Johannes Wienand (Numismatik/Alte Geschichte).

Damit sind folgende Sammlungsinstitutionen begründend am Querschnittsbereich beteiligt:

- Braunschweiger Stadtarchiv
- Niedersächsisches Landesarchiv Abteilung Wolfenbüttel
- Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel
- Herzog Anton Ulrich-Museum, Braunschweig
- DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Braunschweig
- Staatliches Naturhistorisches Museum, Braunschweig
- Botanischer Garten der TU Braunschweig

Der Kreis wird je nach konkretem Forschungsthema um entsprechende Expertinnen und Experten sowie Sammlungen erweitert.

„Junge BWG“ Bericht zu den Aktivitäten in 2025

INKA MAI, Vorsitzende der JBWG

FRIEDERIKE HENDRIKS, Vorsitzende der JBWG

FELIX KASPAR, Stellv. Vorsitzender der JBWG

HANNES MÜLLER-THOMY, Medienmanager der JBWG

Das Jahr 2025 war für die Junge BWG ein Jahr der Transformation. Das in der Satzung vorgesehene Ausscheiden der Gründungsmitglieder in 2024 führte zu einem Generationenwechsel bei den Mitgliedern der Jungen BWG, welcher auch Ende des Jahres 2025 noch nicht abgeschlossen ist. Derzeit umfasst die Junge BWG eine Gruppe aus 23 WissenschaftlerInnen. Die Frauenquote beträgt derzeit 35 %. Das Ziel für das Jahr 2026 ist es, die Mitgliederanzahl zu erhöhen (Ziel: 30 Mitglieder) und die drei Klassen (Ingenieurwissenschaften, Geisteswissenschaften, Naturwissenschaften) quantitativ anzunähern. Alle Jungen BWG-Mitglieder waren zum Zeitpunkt ihrer Aufnahme in Niedersachsen beschäftigt; mittlerweile sind die Junge BWG-Mitglieder an 10 nationalen und einem internationalen Standort tätig (siehe Abb. 1, Stand: Oktober 2025). Es besteht ein enges Netzwerk zu den Junge BWG-Alumnis, welche uns nach Ablauf ihrer 6-jährigen Mitgliedschaft verlassen haben. Unsere Alumnis verstärken unsere örtliche Diversität mit 9 weiteren nationalen und zwei weiteren internationalen Standorten deutlich.

Diese geografische Streuung zeigt, dass Wissenschaft in einem steten Wandel begriffen ist, und Wechsel von Mitgliedern der Jungen BWG an renommierte Standorte in und außerhalb Niedersachsens auch als Auszeichnung ihrer Qualität gesehen werden können.

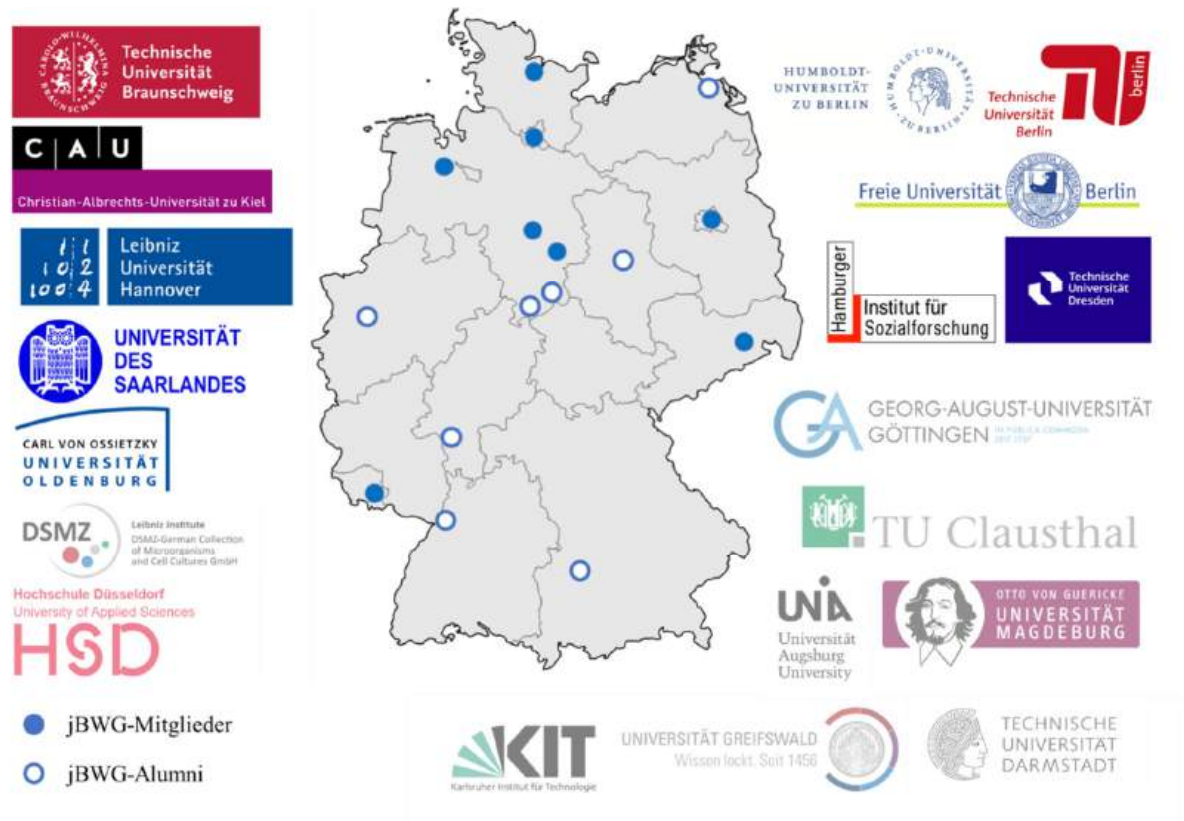


Abb. 1. Aktuelle Wirkstätten der Mitglieder sowie Alumnis der Jungen BWG, Stand: Oktober 2025 (aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur nationale Standorte aufgezeigt, ausgegraute Logos: Standorte der Junge BWG-Alumni); nicht dargestellt: University of Glasgow, University of Bergen, University of Gothenburg.

Die Präsenz der Jungen BWG in Wissenschaft und Gesellschaft war im Jahr 2025 bemerkenswert. Preise, Berufsangebots, kompetitive Projekte sowie der Dialog mit der Gesellschaft fanden statt.

Prof. Dr. Bernhard Vowinckel erhielt den Arthur Thomas Ippen Award zur Anerkennung seiner bahnbrechenden Beiträge zum Sedimenttransport und zur Mehrphasenströmungsdynamik, die durch innovative Modellierungstechniken und interdisziplinäre Forschung das Wasserbauwesen vorangebracht haben.

Prof. Inka Mai nahm den Berliner Wissenschaftspreis 2024 (Kategorie: Nachwuchswissenschaftlerin) beim regierenden Bürgermeister entgegen, welcher in Berlin entstandene hervorragende Leistungen in Wissenschaft und Forschung auszeichnet. Zudem wurde sie als einer von „100 Köpfe der Berliner Wissenschaft“ in 2025 ausgezeichnet.

Prof. Dr. Timm Wilke hat einen Ruf auf die W3-Professur für Didaktik der Chemie an der Universität in Köln erhalten, diesen abgelehnt und ist an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg geblieben.

Prof. Dr. Philipp Otto wurde zum Full Professor in Statistics and Data Science an der Universität Glasgow befördert (2024) sowie zum Ausschussvorsitzenden für die Gruppe „Computational Statistics and Data Science“ der Deutschen Statistischen Gesellschaft gewählt.

Dr. Felix Kaspar hat ein Liebig-Stipendium des Fonds der chemischen Industrie erhalten, welches seine Tätigkeit als Gruppenleiter an der Universität des Saarlandes in den nächsten Jahren ermöglicht.

Dr. Jacob Blumenfeld erhielt für ein Verbundforschungsvorhaben in einem hoch kompetitiven Verfahren eine Förderung durch die Gerda Henkel Stiftung, welches im Centre for Social Critique an der Humboldt-Universität zu Berlin angesiedelt ist.

Prof. Dr. Stefanie Kroker, Junge BWG-Alumni, wurde in die BWG aufgenommen.

Auch im Kontext der Veranstaltungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft waren Mitglieder der Jungen BWG sehr aktiv. So hielt Prof. Ulrich Römer die Schlussrede beim Neujahrsempfang. Dr. Hannes Müller-Thomy leistete mit „Klimawandel und Niederschlag: Was braut sich da zusammen?“ Beiträge zur Akademievorlesung im Roten Saal im Schloss und zum „Salon der Wissenschaft“. Dem gemeinsam ausgerichteten Sommerfest von Junger BWG und BWG wurde auch ein Festkolloquium zu Ehren von Prof. Dr. Dr.h.c. Joachim Klein anlässlich seines 90. Geburtstags angeschlossen. Bei diesem waren mit Dr. Friederike Hendriks, Prof. Dr. Janina Bahnemann und Dr. Björn Krenz aktuelle und ehemalige Junge BWG-Mitglieder als Interviewpartner zu den Lebensstationen von dem Jubilar vertreten.

Darüber hinaus waren die Mitgliederversammlungen eine wertvolle Möglichkeit des Zusammenkommens und des Austausches.

Am 14.02.2025 gab es eine Mitgliederversammlung an der Leibniz Universität Hannover mit Diskussionen zu den Kommissionen „Wissenschaftskarrieren“ sowie „Technik – Lebensweisen – Transformation“.

Am 09.05.2025 wurde die Mitgliederversammlung in Braunschweig abgehalten, wobei insbesondere die Gewinnung neuer Mitglieder diskutiert wurde. Nach seinem Fachvortrag wurde die Neuaufnahme von Prof. Dr. Oliver Völkerink (Institut für Mechanik und Adaptronik, TU Braunschweig) in die Klasse der Ingenieurwissenschaften angeregt und später auch umgesetzt.

Am 18.07.2025 fand eine hybride Präsenzveranstaltung in Braunschweig statt, wobei die interdisziplinäre Vernetzung der Klassen im Vordergrund stand. Zudem hat Dr. Hannes Müller-Thomy einen Fachvortrag mit dem Titel „Niederschlag: Informationserweiterung in Raum und Zeit“ gehalten.

In der Sitzung am 07.11.2025 in Braunschweig wurden die Neuaufnahmen vorangetrieben. Prof. Dr. Jana Raupach (Institut für Lebensmittelchemie, TU Braunschweig) wird für die Aufnahme in die Klasse der Naturwissenschaften sowie Jun.-Prof. Dr. Henriette Bertram (Gender.Ing, TU Braunschweig) in die Klasse der Geisteswissenschaften vorgeschlagen. Prof. Lars Wolf, Mitglied der BWG, berichtete zum Thema „Gute Wissenschaftliche Praxis“, was zu einer angeregten Diskussion führte.

Mitglieder der Jungen BWG (Stand: Oktober 2025)

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften:

Prof. Dr. Matthias Bücker (CAU Kiel), Prof. Dr. Jakob Franke (LU Hannover), Dr. Felix Kaspar (Stellvertretender Sprecher der Jungen BWG, Universität des Saarlandes), Prof. Maximilian Merkert (TU Braunschweig), Prof. Dr. Philipp Otto (University of Glasgow), Prof. Dr. Sophia Rudolf (LU Hannover), Dr. Dennis Schlipfert (Klassenvorsitzender Mathematik und Naturwissenschaften, LU Hannover), Dr. Maren Schubert (TU Braunschweig), Prof. Dr. Timm Wilke (Carl Ossietsky-Universität Oldenburg), Prof. Dr. Antje Wulff (Carl Ossietsky Universität Oldenburg), Dr. Michael Zopf (LU Hannover).

Klasse für Ingenieurwissenschaften:

Dr. Susana Castillo (TU Braunschweig), Prof. Dr. Iordania Constantinou (TU Braunschweig), Dr. Aidin Lak (TU Braunschweig), Jun.-Prof. Dr. Inka Mai (Sprecherin der Jungen BWG, TU Berlin), Dr. Hannes Müller-Thomy (Medienmanager, Klassenvorsitzender der Klasse für Ingenieurwissenschaften, TU Braunschweig), Prof. Dr. Ulrich Römer (TU Braunschweig), Prof. Oliver Völkerink (TU Braunschweig), Prof. Dr. Bernhard Vowinckel (TU Dresden).

Klasse für Geisteswissenschaften:

Dr. Jacob Blumenfeld (Humboldt Universität Berlin), Dr. Esther Greussing (Klassenvorsitzende Geisteswissenschaften TU Braunschweig), Dr. Friederike Hendriks (Sprecherin der Jungen BWG, TU Braunschweig), Dr. Sebastian Huhnholz (Hamburger Institut für Sozialforschung/Freie Universität Berlin).

ÖFFENTLICHE VORTRÄGE UND VERANSTALTUNGEN

Gemeinsame Vortragsveranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und der Technischen Universität Braunschweig

Bei den seit 2024 stattfindenden Vortragsveranstaltungen von TU Braunschweig und BWG werden herausragende Wissenschaftlerinnen eingeladen, über ihre Forschung zu berichten. Zu den jährlich stattfindenden Vorträgen laden die Präsidentin der TU Braunschweig, Prof. Angela Ittel, und der Präsident der BWG ein und übernehmen die Moderation (‘Presidential Lectures’).

Sind wir bald da?

Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht...

Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer, Leiterin des Instituts für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL), KIT – Karlsruher Institut für Technologie

Veranstaltungstag:	Donnerstag, 3. April 2025, 17.30 Uhr
Veranstalter:	Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und TU Braunschweig
Veranstaltungsort:	Aula der TU Braunschweig Haus der Wissenschaft Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig

Autonome Fahrzeuge, wie Robotaxis, versprechen verbesserte Mobilitätsangebote und mehr Verkehrssicherheit bei gleichzeitig höherer Nachhaltigkeit. Dennoch gibt es immer noch große Hindernisse für die Einführung autonomer Mobilität in der Breite. Dies ist neben rechtlichen Aspekten die Absicherung dieser Systeme. Der SOTIF-Standard (ISO 21449) etabliert das szenariobasierte Testen zur Absicherung automatisierter Fahrfunktionen. Er lässt jedoch offen, in welchen Szenarien autonome Fahrzeuge getestet werden müssen, um sie auf die Straße zu lassen. In diesem Vortrag diskutiere ich die Herausforderungen für die Einführung von autonomen Fahrzeugen und stelle ein Konzept zur Generierung von Testszenarien vor, welches den Anforderungen des SOTIF-Standards entspricht und somit die Einführung von autonomen Fahrfunktionen voranbringen wird.

Ina Schaefer ist Professorin für Software Engineering am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Von 2012 bis 2022 war sie Professorin für Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik an der Technischen Universität Braunschweig. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Correctness-by-Construction Engineering, die Qualitätssicherung variantenreicher Softwaresysteme, insbesondere im Automobilbereich, sowie Quantum Software Engineering. Ina Schaefer war von 2022 bis 2025 Co-Vorsitzende der Expertenkommission „Transformation der Automobilindustrie“ beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie Leiterin des Mobilitätslabors des KASTEL Security Research Labs am KIT.

Programm

Begrüßung:

Prof. Dr. Angela Ittel

Präsidentin der Technischen Universität Braunschweig

Prof. Dr. Reinhold Haux

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)

Vorstellung Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Vietor, Leiter des Instituts für Konstruktionstechnik der Technischen Universität Braunschweig, Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF)

Vortrag Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer

Leiterin des Instituts für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL), Test, Validierung und Analyse (TVA), KIT – Karlsruher Institut für Technologie

Sind wir bald da? Warum die schöne neue Welt der Robotaxis weiter weg ist als gedacht ...

Diskussion

Schlusswort:

em. Prof. Dr. Brigitte Jockusch

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und TU Braunschweig, BRICS

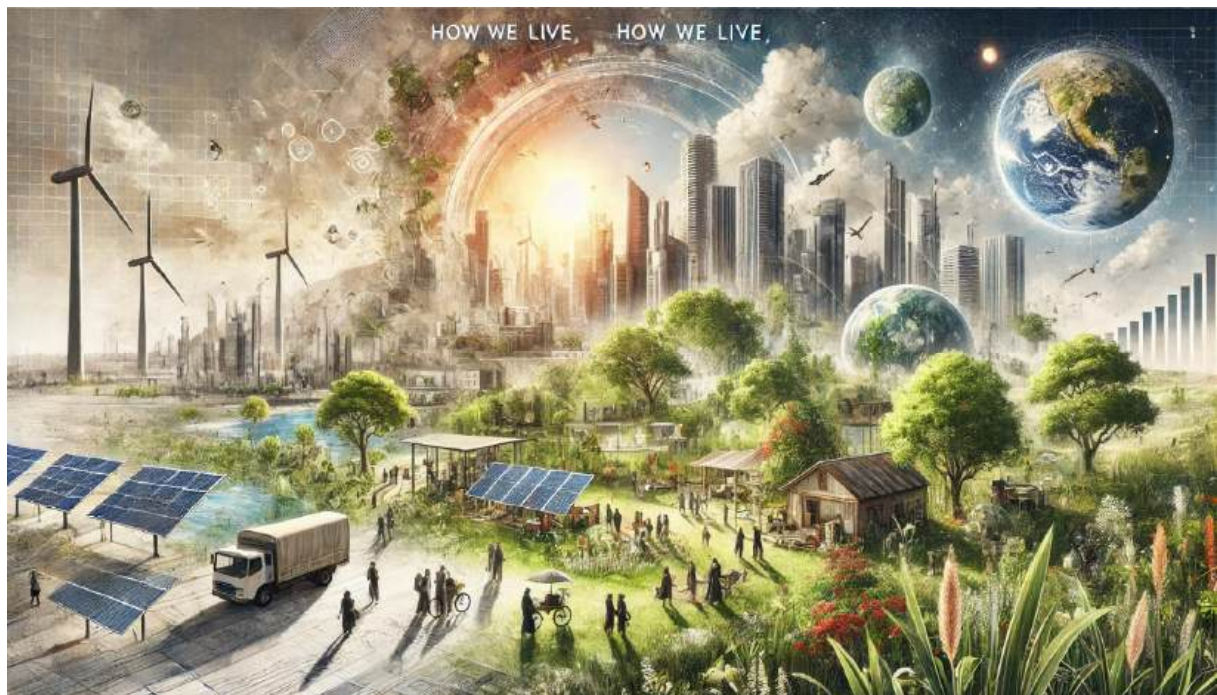
Akademie-Vorlesungen im Schloss 2025

„Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?“

Veranstaltungstage: 23.04., 14.05., 04.06. (ausgefallen), 17.09., 15.10., 26.11. und 10.12.2025

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Stadt Braunschweig

Veranstaltungsort: Kulturinstitut der Stadt Braunschweig, Roter Saal,
Schlossplatz, 38100 Braunschweig



Natur- und gesellschaftswissenschaftliche Erkenntnisse sowie technische Entwicklungen prägen unsere Gesellschaften und unsere Lebensweisen. So stellt sich die Frage, wie wir leben wollen, welche Möglichkeiten zur Lebensgestaltung wir haben wollen? Und wie weit können wir erkennen und mitgestalten, welche Entwicklungen wir für die von uns gewünschten Lebensmöglichkeiten haben wollen? Oder prägen stattfindende Entwicklungen ohne Beeinflussbarkeit durch uns unsere Lebenswirklichkeiten aus? Es gibt auf diese Fragen keine eindeutigen Antworten. Möglichkeiten und Wirklichkeiten stehen einander gegenüber, einerseits Chancen, andererseits Risiken enthaltend, Planbares steht neben Unwägbarem,

Gewünschtes neben Unerwünschtem. Jeder Einzelne in der Gesellschaft sucht in einem zunehmend komplexen und sich fortwährend verändernden Umfeld Information und Orientierung. Die Wissenschaft kann hier einen Beitrag leisten, durch Information und Dialog; sie vermag Erkenntnisse fachübergreifend zu vermitteln, zusammenzuführen, einzuordnen und zu bewerten. Im Rahmen ihrer Niedersächsischen Forschungsstelle Technik - Lebensweisen - Transformation bietet die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft einen öffentlichen Diskurs an, in dem der gesellschaftliche Wandel durch technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Erkenntnisse diskutiert wird. Die jährlich im Roten Saal des Schlosses in Braunschweig gemeinsam mit dem Kulturinstitut der Stadt Braunschweig angebotenen Akademievorlesungen widmen sich im Jahr 2025 am Beispiel verschiedenster Wissenschaftsgebiete dem komplexen Wandel unserer Lebenswirklichkeiten.

Mittwoch, 23.04.2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr.-Ing. Marcus Magnor

Technische Universität Braunschweig, Institut für Computergraphik. Mitglied der BWG.

Über Künstliche Intelligenz und Natürliche Dummheit

Mittwoch, 14.05.2025, 18:30 Uhr

Landesbischof Dr. Christoph Meyns

Evangelisch-lutherische Landeskirche in Braunschweig

Leben in der Verantwortung vor Gott Ein theologischer Blick auf gesellschaftliche Transformationsprozesse

Mittwoch, 04.06.2025 (ausgefallen), 18:30 Uhr

Prof. Dr.-Ing. Manfred Krafczyk

Technische Universität Braunschweig, Hauptamtlicher Vizepräsident für Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Mitglied der BWG.

Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Antipoden oder Synergiepartner?

Mittwoch, 17.09.2025, 18:30 Uhr

Prof. Elisabeth Endres

Technische Universität Braunschweig, Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur.

Klimawandel und Niederschlag: Was braut sich da zusammen?

Mittwoch, 15.10.2025, 18:30 Uhr

Dr.-Ing. Hannes Müller-Thomy

Technische Universität Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau. Mitglied der Jungen BWG.

Klimawandel und Niederschlag: Was braut sich da zusammen?

Mittwoch, 26.11.2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. med. Dr.-Ing. Michael Marschollek

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover. Mitglied der BWG.

Wie verändert sich die Gesundheitsversorgung durch Digitalisierung und Künstliche Intelligenz?

Mittwoch, 10.12.2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Stefan Heuser

Technische Universität Braunschweig, Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik.

Wie wollen wir als Menschen leben?

Leben in der Verantwortung vor Gott

Ein theologischer Blick auf gesellschaftliche Transformationsprozesse

CHRISTOPH MEYNS

Landesbischof

Als Landeskirche geben wir viermal im Jahr ein Magazin heraus, das über das kirchliche Leben im Braunschweiger Land und über kirchliche Positionen zu aktuellen gesellschaftlichen Themen berichtet. Es heißt "Evangelische Perspektiven", und eben darum geht es mir heute, Ihnen etwas darüber zu erzählen, was es aus einer evangelischen Perspektive zu sagen gibt zum Thema: „Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?“ über Fragen der Lebensführung im Kontext fortwährender Veränderungen und zunehmender Komplexität durch naturwissenschaftliche Erkenntnisse und technische Entwicklungen.

Und wir haben ja im Laufe der letzten vier Generationen einen enormen Wandel erlebt. Mein Großvater, Jahrgang 1901, musste als Knecht auf Gut Knoop bei Kiel lernen, wie man einen vierspännigen Wagen lenkt. Bis in die 1930er-Jahre hinein bewirtschaftete er zusammen mit seiner Frau einen kleinen Hof in Ostholstein – nicht anders als seine Vorfahren ohne Maschinen, ohne Kunstdünger, ohne Elektrizität. Erst Mitte der 1930er-Jahre kam elektrischer Strom ins Dorf. Daraufhin schafften sich die Bauern des Dorfes eine Dreschmaschine an. Der Kunstdünger war erfunden, kam aber erst nach dem Zweiten Weltkrieg durchgehend zum Einsatz. Der erste Trecker hielt in den Jahren um meine Geburt herum in den frühen 1960er-Jahren Einzug zusammen mit einem Selbstbinder.

Heute bewirtschaftet mein Cousin in Mecklenburg einen Milchviehbetrieb, in dem 200 Kühe von Robotern gemolken werden. Die Kühe meines Großvaters gaben 2 Liter Milch am Tag, die meines Cousins 20 Liter. Zur Zeit der Geburt meines Großvaters hatte man noch keine konkrete Vorstellung von der Gestalt der Milchstraße und der Position der Sonne in ihr. Heute führt uns das James-Webb-Teleskop über 13 Mrd. Jahre zurück bis auf 300 Mio. Jahre nach dem Urknall. Damals waren Proton und Neutron noch nicht entdeckt. Das heutige Standardmodell beschreibt den Aufbau der Materie mithilfe von

17 Elementarteilchen, die noch einmal 100-millionenfach kleiner sind als ein Atom.

Die Säuglingssterblichkeit lag zur Zeit der Geburt meines Großvaters bei 20 %, im letzten Jahr waren es 0,3 %. Ein Bruder meines Vaters starb 1942 an einer Weisheitszahnentzündung, weil es damals noch keine Antibiotika gab. Vor fünf Jahren konnten Forscher innerhalb eines Jahres dank der neuen mRNA-Technik einen Impfstoff gegen ein bis dahin unbekanntes Virus entwickeln.

Ich habe in meiner Lebenszeit seit Anfang der 1960er-Jahre die Entwicklung vom Schwarz-Weiß-Fernseher zum iPad erlebt, vom Matrizendrucker zum Multifunktionsgerät, vom Telegramm über Telex und Fax zur E-Mail, vom Schwarz-Weiß-Film zur Digitalfotografie, von der Röntgenreihenuntersuchung zum MRT, von der Ölheizung zu Wärmepumpe, vom alten VW Käfer zum ID 7, vom schwarzen Telefon mit Wählscheibe zum Smartphone. Ich habe in der Mittelstufe Ende der 1970er-Jahre noch gelernt, mit Rechenschieber zu rechnen. Dann hielt der Taschenrechner Einzug. In der Oberstufe bestaunten wir an der Schule einen erste PC. Freunde bekamen zu Weihnachten einen C 64. Mein erster Computer hatte 1991 eine 20 MB-Festplatte, mein aktueller hat 16 GB Arbeitsspeicher und eine 1 TB-Festplatte.

Und damit haben wir noch nicht von dem geredet, was uns in den kommenden Jahren und Jahrzehnten erwarten wird im Blick auf die weiteren Erkenntnisse im Bereich der Astronomie, der Quantenphysik, der Chemie, der Biotechnologie, im Blick auf Digitalisierung, Quanten-Computer, KI oder Robotik.

Vieles am naturwissenschaftlich-technischen Wandel ist segensreich. Aber nicht alles dient sinnvollen Zwecken, so etwa die bemannte Raumfahrt, mit Worten des Physikers Max Born „ein Triumph des Verstandes, aber ein tragisches Versagen der Vernunft!“ Anderes ist ambivalent. Der naturwissenschaftlich-technische Fortschritt hat die maschinengestützte industrielle Produktion und Verteilung von Gütern auf der Grundlage der Verbrennung fossiler Brennstoffe ermöglicht und damit ein hohes Maß an Wohlstand erzeugt. Zugleich hat es 150 Jahre gebraucht, um die dadurch erzeugten sozialen Verwerfungen einigermaßen zu bewältigen. Seit fünf Jahrzehnten werden zunehmend die negativen Nebenwirkungen auf das Ökosystem und die natürlichen Grenzen wirtschaftlichen Wachstums deutlich. Am schrecklichsten ist der Einsatz von Naturwissenschaft und Technik im Krieg: von Maschinengewehr, Kanonen und Panzer über Sprengstoffe und Nervengase bis hin zu aktuell 13.000 Atomsprengköpfen, mit denen die Menschheit in der

Lage ist, sich selbst und einen großen Teil des Lebens auf dieser Erde auszulöschen.

Als Theologe allerdings – und hier zeigt sich die erste Besonderheit einer evangelischen Perspektive – sieht man bei allem Wandel zugleich ein hohes Maß an Kontinuität. So steht in meinem Bücherbord zu Hause unsere alte Familienbibel. Sie gehörte meiner Urgroßmutter Becke Meyns, geb. Wolter, Ehefrau meines Urgroßvaters Peter Meyns. Sie lebte von 1828 bis 1861 in West-Krauel, einem kleinen Dorf in den Vierlanden östlich von Hamburg und bekam diese Bibel anlässlich ihrer Konfirmation 1843 geschenkt. Die Sprache dieser Bibel ist mit Ausnahme einiger Lautverschiebungen und orthografischer Veränderungen die der letzten von Martin Luther herausgegebenen Übersetzung von 1545. Sie ist in der alten Frakturschrift noch heute gut lesbar und unterscheidet sich wiederum mit Ausnahmen der Korrektur einiger Übersetzungsfehler und Anpassungen an den aktuellen Satzbau und die Orthografie nur wenig von der aktuellen Fassung von 2017.

Auch inhaltlich steht die Bibel für das, was bei allem Wandel gleich bleibt. Sie bewahrt wichtige Einsichten über die menschliche Existenz aus der Antike und dem Alten Orient. Zentral ist dabei ein relationales Denken. Die Bibel sieht den Menschen nicht als Individuum, als isolierte, unteilbare Einheit, sondern als Schnittpunkt unterschiedlicher Beziehungen. Die Qualität seines Lebens hängt an der Qualität seiner Beziehung zu Gott, zum Mitmenschen, zu Natur und Umwelt. Dieser relationale Charakter menschlicher Existenz kommt bereits im ersten Kapitel der Bibel zum Ausdruck. Dort heißt es: „Und Gott schuf den Menschen zu seinem Bilde, zum Bilde Gottes schuf er ihn“ (1. Mose 1,27). Damit ist nicht ein Abbild gemeint. Der Mensch ist keine billige Kopie Gottes. Damit ist das Spiegelbild gemeint. Der Mensch ist geschaffen als Gegenüber zu Gott und dazu bestimmt, in Beziehung zu ihm zu leben und auf sein schöpferisches Wort zu antworten. Daraus ergibt sich die Vorstellung eines Lebens in der Verantwortung vor Gott, wie sie auch in der Präambel des Grundgesetzes ihren Platz gefunden hat. Der Titel der Vortragsreihe müsste aus meiner Sicht deshalb erweitert werden: Nicht, wie will, kann oder wird jeder von uns leben? Sondern: Wie leben wir mit wem zusammen, wie wollen wir zusammenleben, wie können wir zusammenleben, wie werden wir zusammenleben? Und dazu die normative Frage

nach Maßstäben außerhalb des Horizonts eigener Wünsche und Bedürfnisse: Wie sollen wir mit wem zusammenleben?

Im Zusammenhang dieser Fragen bearbeitet die biblische Überlieferung die Grundprobleme menschlicher Existenz:

- Sie beschreibt die tragische Grundsituation des Menschen, der viel weiß und kann, aber eben deshalb auch um seine eigene Sterblichkeit weiß, ohne daran etwas ändern zu können.
- Aus diesem Wissen erwachsen immer wieder Angst, Misstrauen, Neid und Hass.
- Diese Gefühle wiederum führen in immer neuen Wellen zu Ausbrüchen von Gewalt mit zerstörerischen und selbstzerstörerischen Folgen. Eine zentrale Rolle spielt dabei der Sündenbock-Mechanismus.
- Dieser menschliche Drang in die Verhältnislosigkeit lässt sich teilweise eindämmen durch Regeln des menschlichen Zusammenlebens: Gesetze, Gebote und Verbote, Ethik und Moral.
- Das reicht jedoch nicht aus. Es braucht darüber hinaus Formen für Neuanfänge nach einem moralischen Scheitern. Diese Erneuerung muss auf der Ebene ansetzen, auf der der Mensch Halt sucht, nicht auf der seines Verhaltens. Dem dienten im alten Israel die Gebete, Opfer und Riten im Tempel. Die Jünger Jesu verstanden Jesu Tod am Kreuz vor dem Hintergrund ihrer Begegnung mit dem Auferstandenen als endgültige Versöhnung Gottes mit dem Menschen, das Ende aller Opfer und die Überwindung Notwendigkeit, Minderheiten zu Sündenböcken zu machen.

Fragen für das Leben des Einzelnen und das Zusammenleben ergeben sich aus theologischer Sicht deshalb weniger aus dem naturwissenschaftlich-technischen Wandel an sich. Das Problem liegt vielmehr darin, dass das Wissen und Können des Menschen enorm gewachsen ist, der Mensch aber ist nicht mitgewachsen. Er ist noch immer, was er immer war: ein sterbliches, zutiefst geängstigtes Wesen mit einem Talent für Zerstörung und Selbstzerstörung und einem kurzen Gedächtnis

Diese Diskrepanz zwischen dem Wissen und Können des Menschen und seinem Drang zu Verhältnislosigkeit, Zerstörung und Selbstzerstörung hat Albert Schweitzer herausgearbeitet. An ihn möchte ich heute Abend erinnern. Als Pfarrerssohn aus dem Elsass, mit seiner deutsch-französischen Prägung, als Theologe, Philosoph, Mediziner und Musiker zeichnete ihn ein weiter Horizont des Denkens aus. Wir verdanken ihm bleibende Impulse für den Orgelbau und die Interpretation der Orgelwerke J. S. Bachs. Anfang des 20. Jahrhunderts veröffentlichte er mit seinem Buch „Die Geschichte der Leben-Jesu-Forschung“ einen theologischen Klassiker, in dem er nachwies, dass das, was in der Theologie zwischen dem 17. und 19. Jahrhundert über Jesus von Nazareth aus historischer Perspektive geschrieben worden war, mehr über die Überzeugungen der Autoren und ihrer Zeit aussagte als über Jesus selbst. Seine These: Wir dürfen das Reden und Handeln Jesu nicht im Horizont unseres eigenen Denkens, Redens und Handels interpretieren, sondern ihn akzeptieren als jemanden, der uns immer auch fremd gegenübersteht und dessen Reden und Handeln Befremden auslösen. Dazu schreibt er in seinen Lebenserinnerungen: „Unter allen Umständen ist die Wahrheit wertvoller als die Nichtwahrheit. Dies muss auch von der geschichtlichen Wahrheit gelten. Auch wenn sie der Frömmigkeit befremdlich vorkommt und ihr zunächst Schwierigkeiten schafft, kann das Endergebnis niemals Schädigung, sondern nur Vertiefung bedeuten.“¹

Zugleich war er der Naturwissenschaft verbunden. So schreibt er über den Beginn des Medizinstudiums: „Von jeher hatte ich es als eine psychische Gefahr empfunden, dass es in den sogenannten Geisteswissenschaften [...] keine Wahrheit gibt, die sich von selbst als solche erweist, sondern dass eine Ansicht durch die Art, in der sie auftritt, Geltung von Wahrheit erlangen kann. Das Ergründen der Wahrheit auf dem Gebiete der Geschichte und der Philosophie spielt sich in stets wiederholten, endlosen Zweikämpfen zwischen dem Wirklichkeitssinn der einen und der erfindungsreichen Einbildungskraft der anderen ab. Nie vermag das sachliche Argument einen definitiven Sieg über die geschickt vorgebrachte Meinung davonzutragen. Wie oft besteht, was als Fortschritt gilt, darin, dass eine mit Virtuosität argumentierende Ansicht die wirkliche Einsicht für lange ausser Gefecht setzt! Fort und fort diesem Schauspiel zusehen zu müssen und es so vielfältig mit Menschen zu tun zu haben, denen der Sinn für das Wirkliche abhandengekommen war, hatte ich als etwas Deprimierendes erlebt. Nun war ich plötzlich in einem anderen Lande. Ich gab mich mit Wahrheiten ab, die aus Wirklichkeiten bestanden, und befand mich unter

¹ Albert Schweitzer, Aus meinem Leben und Denken, Gesammelte Werke in fünf Bänden, Band 1, München 1994 [1931]:68.

Menschen, denen es selbstverständlich war, dass sie jede Behauptung durch Tatsachen zu erweisen hatte.“² Mit seiner Tätigkeit als Arzt wiederum war er einer der Pioniere der Entwicklungshilfe.

Weniger bekannt, aber aus meiner Sicht bedeutsam für das heutige Thema sind die Schriften Albert Schweitzers zur Kulturphilosophie. Die ersten beiden Teile entstanden unter dem Eindruck des Ausbruchs des Ersten Weltkriegs zwischen 1914 und 1917 während seines ersten Aufenthaltes in Lambarene. Sie wurden 1923 unter dem Titel „Kultur und Ethik“ veröffentlicht.³ Ein geplanter dritter Band über die Weltanschauung der Ehrfurcht vor dem Leben und ein vierter Band über den Kulturstaat sind nie erschienen. Die umfangreichen Vorarbeiten dazu im Nachlass erschienen erst in den Jahren 1999 und 2000. Sie zeigen das Ringen Schweitzers mit der Komplexität des Themas und sein letztendliches Scheitern.

Schweitzer war zutiefst entsetzt über den Ausbruch des Krieges. Er hatte sich schon als Student nicht der allgemeinen Auffassung anschließen können, die Menschheit befände sich auf einem gesicherten Pfad ständigen Fortschritts. „Ich hatte den Eindruck, dass das Feuer der Ideale herunterbrannte, ohne dass man es bemerkte oder sich Sorgen darüber machte. Bei soundso viel Gelegenheit musste ich feststellen, dass die öffentliche Meinung öffentlich kundgegebene Inhumanitätsgedanken nicht mit Entrüstung ablehnte, sondern hinnahm und inhumanes Vorgehen der Staaten und Völker als opportun guthieß. Auch für das Gerechte und Zweckmäßige schien mir nur noch ein lauer Eifer vorhanden zu sein.[...] Die für alle Gebiete ausgegebene Parole ‚Realpolitik‘ bedeutete die Gutheißung eines kurzsichtigen Nationalismus mit Mächten und Tendenzen, die man bisher als fortschrittsfeindlich bekämpft hatte.“⁴

Im Ersten Weltkrieg sah er den Verfall der europäischen Kultur und einen Rückfall in die Barbarei. Seine zentrale These lautete: Der eigentliche kulturelle Fortschritt ist nicht ein naturwissenschaftlicher oder technischer, sondern ein ethischer. „Bei aller Bedeutung, die den Errungenschaften des Wissens und Könnens zukommt, ist doch offenbar, dass nur eine ethischen Zielen zustrebende Menschheit des Segens materieller Fortschritte in vollem Masse teilhaftig und der mit ihnen gegebenen Gefahren Herr werden können. Dem Geschlechte, das sich dem Glauben an einen immanenten, sich gewissermassen von selbst und naturhaft verwirklichendem Fortschritt ergab und meinte, ethischer Ideale nicht mehr zu

2 A.a.O.: 118.

3 Albert Schweitzer, Verfall und Wiederaufbau der Kultur. Kulturphilosophie, Erster Teil; Kultur und Ethik. Kulturphilosophie, Zweiter Teil, Gesammelte Werke in fünf Bänden, Band 2, München 1974 [1923]: 16–420.

4 A.a.O.: 158f.

bedürfen, sondern allein durch Können und Wissen vorankommen zu können, lieferte die Lage, in die es daraufhin geriet, den furchtbaren Beweise des Irrtums, in dem es sich befunden hatte.“⁵.

Die Ursache für diese Lage liegt für Schweitzer in einem Versagen der Philosophie des 18. und 19. Jahrhunderts. Sie habe es versäumt, die Ethik gut genug zu begründen und damit dazu beigetragen, dass sich das im Christentum an sich angelegte Band zwischen dem Willen, das Leben materiell zum Besseren zu wenden, und dem ethischen Fortschrittswillen im Laufe der Zeit lockerte und schließlich ganz löste. „Es kommt also dahin, dass die europäische Menschheit von einem Fortschrittswillen geleitet wird, der veräusserlicht ist und die Orientierung verloren hat.“⁶ Die Aufklärung habe den Zusammenhang von aktiver Gestaltung der Welt und Ethik zwar gefühlt, aber nicht in einer Lebens- und Weltanschauung umfassend begründet, mit fatalen Folgen.

Bei dieser Diagnose blieb Schweitzer jedoch nicht stehen. Lange rang er darum, wie sich denn die Verbindung einer Lebens- und Weltbejahung im Zeichen eines ethisch gebundenen naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts neu denken und begründen lassen könne. In den bisherigen Ansätzen der philosophischen Ethik fand er dazu nach eigener Auskunft nichts und hatte das Gefühl, absolutes Neuland zu betreten.

In seiner Autobiografie beschreibt er, wie ihm die entscheidende Idee kam, während er auf einer Fahrt mit dem Schiff auf dem Ogooué an einer Herde Nilpferde vorbeifuhr. Es sei nicht das „cogito sum“ von René Descartes, von dem aus man alles begründen könne. Das führe unrettbar in die Bahn des Abstrakten. Es sei vielmehr das unmittelbare Bewusstsein der eigenen Lebendigkeit, zusammengefasst in dem berühmten Satz „Ich bin Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will.“⁷ In dem darin gegebenen Blick nicht nur auf das eigene, sondern auf das Zusammensein mit allem Leben ergibt sich für Schweitzer die Ehrfurcht vor dem Leben als Grundprinzip des Sittlichen. Gut ist, was das Leben fördert. Schlecht ist, was das Leben schädigt oder gar zerstört. Das gilt nicht nur für das menschliche Leben, sondern in gleicher Weise für Tiere und Pflanzen.

Zugleich bietet die Welt Schweitzer zufolge das grausige Schauspiel einer Selbstentzweiung des Willens zum Leben. Ein Dasein setzt sich auf Kosten des

5 A.a.O.: 161f.

6 A.a.O.: 165.

7 A.a.O.: 169f.

anderen durch, zerstört das andere. Selbst ein Mensch, der sich solidarisch mit allem Leben fühlt, ist gezwungen, ständig auf Kosten anderen Lebens zu leben und an der Schädigung und Vernichtung anderen Lebens schuldig zu werden. „Als ethisches Wesen ringt er aber darum, dieser Notwendigkeit, wo er nur immer kann, zu entinnen und als einer, der wissend und barmherzig geworden ist, die Selbstentzweiung des Lebens aufzuheben, soweit der Einfluss seines Daseins reicht. Er dürstet danach, Humanität bewähren zu dürfen und Erlösung vom Leiden bringen zu können.“⁸ Eine ethische Lebensführung bedeutet nach Schweitzer also nicht, danach zu streben, Leben zu fördern und die Zerstörung anderen Lebens so weit wie möglich zu beschränken.

Aus der Haltung der Ehrfurcht vor dem Leben ergibt sich für Schweitzer der Wille, statt einem gedankenlosen Wissen und Können im Banne von Machtidealen der materiellen, geistigen und ethischen Höherentwicklung des Menschen zu dienen. Dazu gehört für ihn die Befreiung von Menschen aus sozialen Nöten und prekären Lebensverhältnissen, die aus seiner Sicht Gedanken- und Kulturlosigkeit fördern, eine umfangreiche Bildungsarbeit und eine möglichst große Rücksichtnahme auf Tiere und Pflanzen.

Schweitzer selbst empfand seine Ethik als ungenügend begründet. Er wollte sie über seine intuitive Einsicht hinaus ausbauen zu einer im Denken begründeten Weltanschauung. Daran hat er zwischen 1931 und 1945 gearbeitet, musste sich aber am Ende sein Scheitern eingestehen. Die Schriften aus dem Nachlass zeigen, wie er in vier großen Anläufen immer wieder versucht hat, Ethik und Weltanschauung zusammenzudenken und wie er daran immer wieder scheiterte. Er empfand, er habe wohl den Chorraum einer Ethik geschaffen, den Dom einer geschlossenen Weltanschauung aber nicht vollenden können.

Warum war das so?⁹ In „Kultur und Ethik“ hatte Schweitzer streng zwischen Lebens- und Weltanschauung unterschieden. Die Welt sei ambivalent und rätselhaft. Ethisch zu handeln, das heißt aus innerer geistiger Notwendigkeit heraus gegen die Natur zu handeln und damit in unaufhebbarer Spannung zu stehen zu dem ziellosen Gesetz des Fressens und Gefressenwerdens. Als Ethiker gerät Schweitzer damit in die denkbar größte Distanz einer Harmonie zwischen

8 A.a.O.: 172.

9 Zum Folgenden vgl.: Albert Schweitzer: Werke aus dem Nachlass. Die Weltanschauung der Ehrfurcht vor dem Leben, Kulturphilosophie III, Erster und zweiter Teil, hg. von Claus Günzler und Johann Zürcher, München 1999: 18–28.

Mensch und Natur. Doch als Naturphilosoph und Mystiker wiederum strebt er danach, eine neue Form des Einsseins von Mensch und Natur zu finden.

Von der Ethik aus will Schweitzer also eine Weltdeutung entwickeln, in der sich der ethisch gesinnte Mensch mit seinen Sinnfragen aufgehoben weiß. Der Versuch, einen Mensch-Natur-Dualismus wiederum in einem höheren Monismus aufzuheben und den ethischen Menschen mit der nichtethischen Natur zu versöhnen, war im Grunde von vornherein zum Scheitern verurteilt. Wie soll Harmonie mit einer Welt gedacht werden, deren Gesetze in völliger Disharmonie zu den Ansprüchen der Ethik stehen? Schweitzer hatte seine Ethik so vehement gegen den Lauf des Natürlichen entworfen, dass er damit den Zugang zu ihm versperrte. So ist weder der geplante Band III einer Weltanschauung der Ehrfurcht vor dem Leben erschienen noch Band IV über den Kulturstaat mit Richtlinien für die Gestaltung von Normen für Recht, Wirtschaft, Wissenschaft, Sozialwesen und Politik.

Was bleibt? Zum einen ist aus meiner Sicht seine Diagnose bis heute gültig. Das Maß menschlichen Fortschritts lässt sich nicht allein an Naturwissenschaft und Technik ablesen. Genauso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger sind Fortschritte auf dem Gebiet der Ethik. Zu einem solchen Fortschritt beizutragen, daran lag Schweitzer. Und hier geht von ihm ein entscheidender Impuls aus. Die Ethik kann sich nicht auf das menschliche Zusammenleben beschränken. Sie muss eine Ethik alles Lebendigen sein und das menschliche Handeln im Kontext seiner Einbettung in die Natur reflektieren. Dahinter gibt es kein Zurück.

Auch beeindruckt der weite Horizont seines Denkens. Er nahm für sich in Anspruch, zum Menschheitsdenken beizutragen und rezipierte deshalb nicht nur europäische, sondern auch indische und chinesische Denkansätze. Zugleich verweist die Gleichzeitigkeit eines weiten und tiefen theologischen und philosophischen Denkens mit der praktischen Tätigkeit als Arzt in Afrika auf die Notwendigkeit, sich nicht im Abstrakten zu verlieren, sondern Denken und Handeln immer zusammenzuhalten.

Ein weiterer Punkt: Das ethische Denken lässt sich nicht nur mit dem Verstand begründen. Es bedarf einer Verwurzelung hinein in die vorsprachlichen, emotionalen und unbewussten Anteile der Seele, die sich nur im Schauen, im Ahnen, im Glauben auch gegen den Augenschein erschließen, im Staunen, in Ehrfurcht, in Mitleid. Schweitzers Kulturphilosophie zeigt darüber hinaus mit ihrem fragmentarischen Charakter die bleibende Spannung zwischen der Notwendigkeit, den Menschen einerseits als Teil der Natur zu denken und ihr ein

Eigenrecht zuzugestehen, um nicht den universellen Bezug zum Leben zu verlieren und andererseits aber zwischen Mensch und Natur zu unterscheiden und aus dem Sosein der Natur keine Schlüsse auf das Sollen des menschlichen Handelns zu ziehen.

Elisabeth Gräb-Schmidt würdigt Albert Schweitzers Kulturethik als Ausdruck einer holistischen, die Natur umfassenden Sorgepflicht des Menschen.¹⁰ Sie habe bereits Anfang des 20. Jahrhunderts die Aufgaben einer Umweltethik vorweggenommen. Seine Perspektive sei aber leider erst zwei Generationen später nach dem Bericht des Club of Rome 1972 weiterentwickelt worden. Zugleich zeigt ihr Beitrag über Umweltethik, dass es wohl seitdem mancherlei Ansätze gegeben hat, das Verhältnis von Mensch und Natur ethisch zu durchdenken. Aber die von Albert Schweitzer aufgeworfenen Probleme sind bis heute nicht gelöst. Es gibt die eine oder andere kleine Mauer, die an den Chorraum angebaut wurde, aber es gibt keinen Gesamtplan für den Dom einer umfassenden weltanschaulich umfassend begründeten Ethik alles Lebendigen.

„Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?“ Wie leben wir wie mit wem zusammen, wie wollen wir zusammenleben, wie sollen wir zusammenleben, wie können wir zusammenleben, wie werden wir zusammenleben, wie sollen wir zusammenleben? Aus evangelischer Perspektive und in Aufnahme der Kulturphilosophie Albert Schweitzers lautet meine Antwort: Es kommt darauf an, den naturwissenschaftlich-technischen Wandel laufend ethisch zu reflektieren und ethisch verantwortlich zu leben, sowohl im Zusammenleben mit anderen Menschen als auch mit der Natur.

Zugleich stimmt Schweitzers Diagnose bis heute: Es herrscht nach wie vor eine gefährliche Diskrepanz zwischen dem Niveau des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts und dem der ethischen Reflexion und des ethischen Handelns. Eine Weile sah es nach 1945 zu aus, als habe die Menschheit aus den bitteren Erfahrungen von zwei Weltkriegen gelernt. Es wurden wichtige politische, wirtschaftliche und soziale Fortschritte im Geiste der Völkerverständigung und der Humanität erreicht. Aber 80 Jahre nach Kriegsende scheinen Menschen die schrecklichen Erfahrungen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit Barbarei und Unmenschlichkeit zu vergessen. Anders ist es nicht zu erklären, dass nationalistische, imperialistische und rechtsradikale Kräfte stärker werden, die Menschen anderer Herkunft und Religion, Migranten und Geflüchtete zu Sündenböcken machen. Der naturwissenschaftlich-technische

10 Vgl. Elisabeth Gräb-Schmidt: Umweltethik, in: Wolfgang Huber, Torsten Meireis, Hans-Richard Reuter (Hg.): Handbuch der Evangelischen Ethik, München 2015: 666.

Fortschritt im Bereich der digitalen Medien wird zur Verbreitung von Propaganda, Hetze und Lügen missbraucht. Länder definieren ihre Macht wieder am Maßstab ihrer geografischen Größe und sind bereit, ihr Territorium mit den Mitteln politischer Erpressung und militärischer Gewalt auszuweiten.

Dabei rücken die dringend zu lösenden ökologischen Probleme immer stärker an den Rand. Was können wir dem entgegensetzen? Ich meine, der Schlüssel dazu steckt in der Bildung.

Kinder, Jugendliche und junge Menschen müssen von früh an neben Deutsch, Mathematik und Naturwissenschaften in ihrer ethischen Urteilskraft geschult werden. Das kann sich nicht beschränken auf Fächer wie Ethik, Normen und Werte oder den Religionsunterricht, sondern muss integriert sein als Teilaspekt aller Fächer, vor allem der geschichtlichen und der naturwissenschaftlichen. Dazu wiederum braucht es eine gute ethische Bildung der künftigen Lehrkräfte an den Universitäten.

Das allerdings bedarf eines langen Atems. Im Jahr 1528 forderte Johannes Bugenhagen in der ersten evangelischen Kirchenordnung Deutschlands für die Stadt Braunschweig die allgemeine Schulpflicht für Jungs und Mädchen. Die Stadt jedoch führte sie nur für Jungen ein. Das Herzogtum Pfalz-Zweibrücken führte die allgemeine Schulpflicht für Jungs und Mädchen als erstes Gebiet weltweit 1592 ein. Im Herzogtum Braunschweig-Wolfenbüttel geschah das 1647. Erst mit der Weimarer Reichsverfassung wurde die allgemeine Schulpflicht 1919 flächendeckend umgesetzt.

Damit sind wir bei etwas Zweitem, was sich zu Fragen der Lebensführung im Kontext fortwährender Veränderungen und zunehmender Komplexität durch naturwissenschaftliche Erkenntnisse und technische Entwicklungen aus evangelischer Perspektive sagen lässt: Man soll die Hoffnung nicht aufgeben, sondern beharrlich dranbleiben an den ethischen Fragen, die sich daraus ergeben.

Kulturelle Lernprozesse sind generationsübergreifend und mit vielen Rückschlägen verbunden und bedürfen, selbst wenn sie erfolgreich sind, der ständigen Pflege, will man nicht schnell hinter das Erreichte zurückfallen oder um es noch einmal mit Albert Schweitzer zu sagen: „Alles was du tun kannst, wird in Anschauung dessen, was getan werden sollte, immer nur ein Tropfen statt eines Stromes sein; aber es gibt deinem Leben den einzigen Sinn, den es haben kann, und macht es wertvoll.“¹¹

11 Albert Schweitzer: Predigten 1898–1948, München 2021: 1244.

Klimawandel & Niederschlag: Was braut sich da zusammen?

HANNES MÜLLER-THOMY

TU Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abt. Hydrologie und
Flussgebietsmanagement, Beethovenstr. 51A, 38106 Braunschweig

1 Klimawandel und modelltechnische Umsetzung

Die Veränderung des Klimas stellt eine der größten Herausforderungen der Menschheit dar. Durch die Anreicherung von Treibhausgasen (Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, fluorierte Gase etc.) als Folge anthropogener Einflüsse wird die von der Erdoberfläche emittierte, langwellige Strahlung verstärkt in der Atmosphäre reflektiert. Dadurch erhöht sich die mittlere Temperatur stetig.

Um die Folgen der Veränderungen des Strahlungshaushaltes abschätzen zu können, werden Klimamodellierungen durchgeführt. Die atmosphärischen Randbedingungen sowie zu untersuchende Zukunftsszenarien werden durch das International Panel on Climate Change (IPCC) vorgegeben. Die Klimamodellierung erfolgt in zwei Stufen: Zunächst wird auf globaler Ebene simuliert, um atmosphärische Prozesse in allen horizontalen und vertikalen Richtungen ohne künstliche Randbedingungen („Schränken“) zu ermöglichen. Die grobskaligen Ergebnisse des globalen Klimamodells (Global Climate Model, GCM, räumliche Auflösung: 100-300 km) dienen als Randbedingung für regionale Klimamodelle (Regional Climate Model, RCM, 10-50 km), welche das Klima für wesentlich kleinere Modellgebiete (z. B. Europa) simulieren. Eine Besonderheit sind konvektionserlaubende Modelle (Convective-Permitting Models, CPM). Aufgrund ihrer hohen räumlichen Auflösung (≤ 5 km) und der damit verbundenen Rechenleistung können sie nur sehr kleine Modellgebiete (z. B. Deutschland) mit nur einem GCM als Randbedingung simulieren., Dafür generieren sie jedoch Zeitreihen mit einer höheren zeitlichen Auflösung ($\Delta t=1$ h statt $\Delta t=1$ d wie bei GCM und RCM).

Durch neue Erkenntnisse aus Beobachtung und Forschung werden die Klimaszenarien stetig weiterentwickelt. So wurden im Jahr 2000 die SRES-Szenarien (Special Report on Emissions) veröffentlicht, von welchen für Deutschland zumeist das A1B-Szenario (alternative Energien werden ausgeglichen zu fossilen Energieträgern verwendet) als repräsentativ erachtet wurde. Mit den 2014 veröffentlichten RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) wurden für

Deutschland die Szenarien 4.5, 6.0 und 8.5 als repräsentativ erachtet. Dabei bezeichnen die Zahlen den Strahlungsantrieb (W/m^2) im Jahr 2100 durch höhere Treibhausgaskonzentrationen. Seit 2021 werden die SSP-Szenarien (Shared Socioeconomic Pathways) 2 („Mitte des Weges“) und 5 („Fossil befeuerte Entwicklung“) betrachtet, welche auf demographischen und wirtschaftlichen Veränderungen basieren, aber in ihrer Ausprägung mit den RCP-Szenarien 4.5 (SSP2-4.5) und 8.5 (SSP5-8.5) konsistent sind.

2 Niederschlagsveränderungen

Im Rahmen des KliBiW-Projekts (Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung des globalen Klimawandels für die Binnengewässer in Niedersachsen) wird seit 2008 der Einfluss des Klimawandels auf verschiedene Aspekte der Hydrologie(u. a. Hochwässer, Niedrigwasser, Grundwasser) in Niedersachsen untersucht. Die nachfolgenden Ergebnisse in diesem Kapitel sind dem Abschlussbericht von KliBiW-Phase 7 entnommen (NLWKN, 2023).

Der Einfluss des Klimawandels auf das Niederschlagsgeschehen wird im Folgenden für die Perioden C20 (Kontrollzeitraum, 1981-2010), NTF (nahe Zukunft, 2021-2050) und LTF (ferne Zukunft, 2071-2100) betrachtet. Die Jahresniederschlagssummen in Niedersachsen steigen von 780 mm im RCP8.5-Szenario um +6 mm in NTF und +38 mm in LTF. Diese Veränderungen sind jedoch skalenabhängig und sind fast ausschließlich in den Wintermonaten November bis April zu finden (C20: 367 mm, NTF: +9 mm, LTF: +42 mm). Gleichzeitig verdunstet aufgrund der höheren Temperaturen jedoch mehr Wasser. Die potentielle Verdunstung¹ steigt von 576 mm (C20) um +29 mm (NTF) und +81 mm (LTF), wobei sich die Änderungen besonders im Sommerhalbjahr wiederfinden (NTF: +23 mm, LTF: + 57 mm). Beide Effekte können mithilfe der klimatischen Wasserbilanz quantifiziert werden, welche die Differenz aus Niederschlag und potentieller Verdunstung darstellt. Für Niedersachsen ist die klimatische Wasserbilanz auf Jahresbilanz in Abb. 1 dargestellt. Die noch in C20 im Mittel klimatisch verfügbaren 202 mm werden durch den Klimawandel in LTF um 42 mm reduziert. Aus Abb. 1 werden zusätzlich die regionalen Unterschiede sichtbar, die sich trotz Mittelung der Wasserbilanz über 30 Jahre deutlich zeigen. Bei saisonaler Betrachtung zeigt sich, dass sich die klimatische Wasserbilanz im Winterhalbjahr im Mittel leicht verbessert (C20: 234 mm, NTF: +3 mm, LTF: +19 mm), in den Sommer jedoch

¹ Die potentielle Verdunstung wird nach internationalen Standards für Bermudagrass ermittelt (Grasreferenzverdunstung) und ist landnutzungsunabhängig. Dies ermöglicht klimatische Vergleiche zwischen verschiedenen Regionen und Zeitperioden.

das bereits bestehende Defizit von 32 mm stark verschlechtert (NTF: -25 mm, LTF: -61 mm). Die mittlere Änderung in LTF von -61 mm führt bereits zu Herausforderungen für die Wasserwirtschaft. Besonders kritisch sind jedoch einzelne Sommer mit bis zu -190 mm Änderungssignal, also einem Gesamtdefizit von bis zu 220 mm.

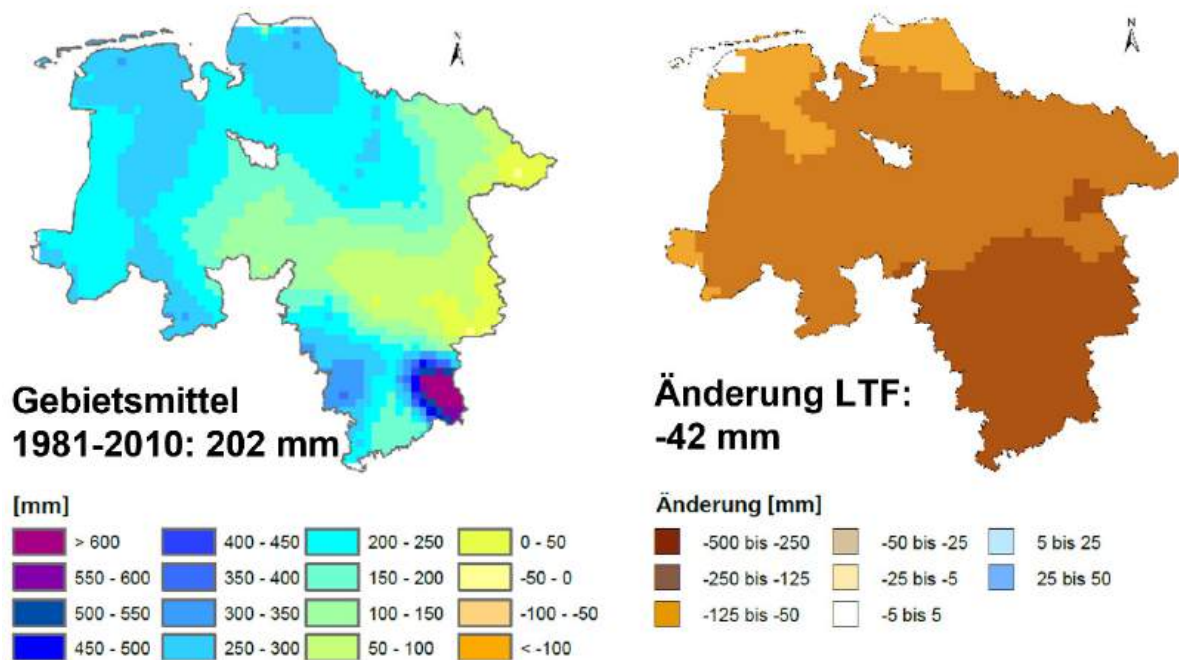


Abb. 1. Klimatische Wasserbilanz für C20 und LTF (basierend auf Zeitliche und räumlicher Skalen hydrologischer und meteorologischer Prozesse (basierend auf NLWKN (2023) und darin enthaltener Quellen, verändert).

Während die Betrachtung saisonaler Niederschlagssummen für einige wasserwirtschaftliche Anwendungen wie Speicher- und Landwirtschaft ausreichend ist, werden für dynamischere Prozesse andere zeitliche Auflösungen benötigt. In Abb. 2 sind hydrologische Prozesse und die dafür benötigten zeitlichen und räumlichen Auflösungen dargestellt. Es ist erkennbar, dass für die Untersuchungen von Gewittern, Hochwässern kleinerer Einzugsgebiete oder Sturzfluten Niederschlagszeitreihen mit Werten feinerer Auflösungen als Tageswerte benötigt werden.

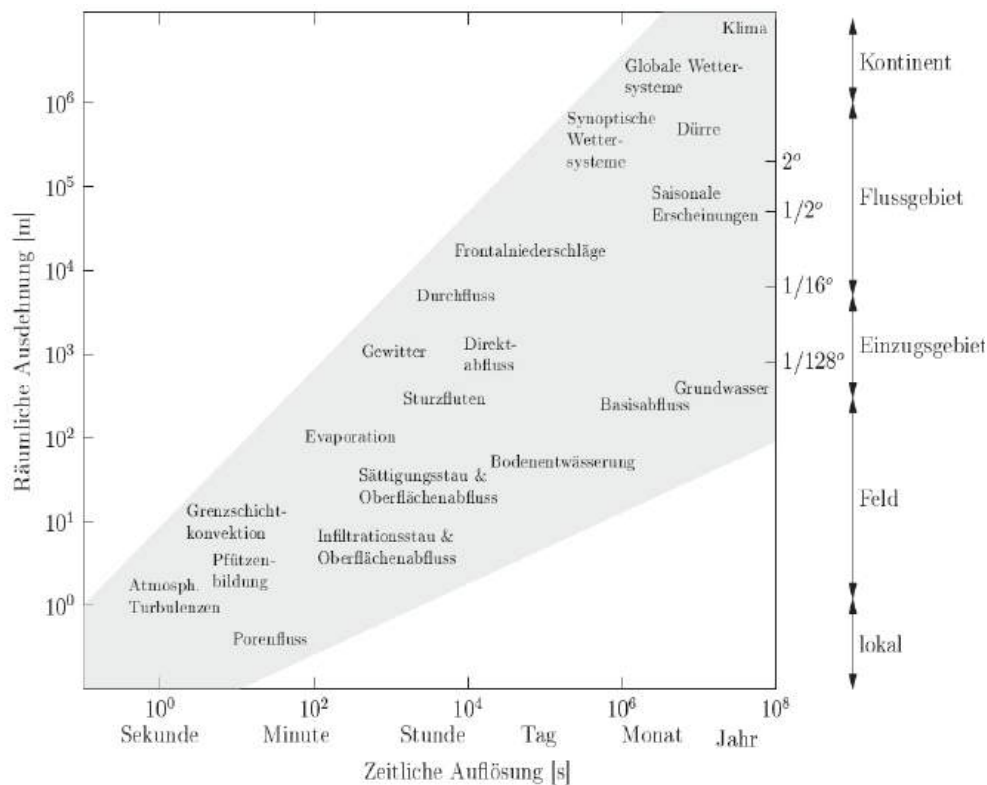


Abb. 2. Zeitliche und räumlicher Skalen hydrologischer und meteorologischer Prozesse (basierend auf Melsen et al. (2015) und darin enthaltener Quellen).

Da Klimamodelle bis auf die wenigen CPM-Läufe ausschließlich Tageswertzeitreihen zur Verfügung stellen, muss deren zeitliche Auflösung erhöht werden. Hierfür wird ein multiplikatives Kaskadenmodell verwendet (Abb. 3), welches die Tagesniederschlagsmengen schrittweise auf immer feinere Zeitschritte unter exaktem Massenerhalt aufteilt, bis die benötigte zeitliche Auflösung erreicht ist ($\Delta t = 1$ h oder 5 min). Durch die Berücksichtigung verschiedener Zeitschrittcharakteristika (Positions- und Volumenklassen) bei der Schätzung der Kaskadenmodellparameter können physikalische Niederschlagseigenschaften statistisch berücksichtigt werden und realitätsnahe, zeitlich hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen generiert werden. Die Modellparameterschätzung erfolgt ausschließlich datenbasiert ohne manuelle Kalibrierung. Das Kaskadenmodell wurde positiv evaluiert, u.a. in den Bereichen Starkregen, Hochwasserrisiko, Urbanhydrologie, Erosion und Infektionsrisiken für Deutschland (Müller-Thomy et al., 2018, Ebers et al., 2024), Österreich (Derx et al., 2023), Schweiz (Müller-Thomy und Sikorska-Senoner, 2019) und Slowenien (Müller-Thomy et al., 2025).

gewährleisten zu können, wäre ein Speicherbeckenvolumen von 330.000 m³ nötig, für eine 80 % Bewässerungssicherheit sind bereits 115.000 m³ ausreichend.

3.2 Infektionsrisiken bei Naherholung an urbanen Gewässern

Starkregenereignisse können aufgrund ihrer hohen Intensitäten zu Überlastungen der Kläranlagen führen. Da das zur Kläranlage strömende Abwasser aufgrund der enthaltenen hohen Niederschlagsmengen sehr stark verdünnt ist, wird es in das nächstgelegene Gewässer abgeschlagen und die Kläranlage somit entlastet. Gewässer verfügen zwar durch Mikroorganismen über eine gewisse Selbstreinigungskraft, jedoch können so keine Pathogene entfernt werden. Die Entlastungen führen somit zu einem erhöhten Infektionsrisiko, besonders wenn das Gewässer zur Naherholung genutzt wird (Schwimmen, spielende Kinder, badende Hunde etc.). Dieses erhöhte Infektionsrisiko besteht nicht nur direkt nach der Entlastung, sondern hält je nach Pathogen und Gewässer bis zu mehreren Tagen an.

Zusammen mit der TU Wien und dem ICC (Interuniversity Cooperation Centre Water & Health) wurde für ein städtisches Gewässer in Wien, Österreich, untersucht, wie sich Starkregenhäufigkeiten in Zukunft verändern und wie sich dadurch das Infektionsrisiko erhöht (Derx et al., 2023). Da der Niederschlags-Abfluss-Prozess aufgrund der hohen innerstädtischen Versiegelung über eine sehr hohe Dynamik verfügt, müssen für eine realitätsnahe Simulation von Gewittern und deren Auswirkungen zeitlich hoch aufgelöste Niederschlagszeitreihen verwendet werden (siehe Abb. 2). Die verwendeten 21 Kombinationen aus globalen und regionalen Klimamodellen (RCP4.5 und RCP8.5) lagen nur auf Tageswertbasis vor und wurden daher mit dem Kaskadenmodell (Abb. 3) zu Zeitreihen mit 5-minütiger Auflösung disaggregiert. Die Auswertung der Niederschlagsextremwerte zeigt, dass deren Intensitäten in NTF um 8-22 % und in LTF um 15-33 % zunehmen werden. Dies führt sowohl zu einer Zunahme der Entlastungshäufigkeiten (LTF: +14-39 %) als auch des Entlastungsvolumens (LTF: +28 %-summer, +53 %-winter). Um das Infektionsrisiko ermitteln zu können, wurde der Abfluss im Fließgewässer oberhalb der Entlastungsstelle mittels eines Niederschlags-Abfluss-Modelles simuliert (Tageswertbasis, Kontinuumsimulation). Der Abfluss verändert sich am stärksten im Frühling (LTF: +12 %) und Winter (LTF: +31 %). Mittels des unbelasteten Abflusses aus dem Einzugsgebiet und des belasteten Abflusses aus dem Kanalnetz kann die Pathogenkonzentration unterhalb der Entlastung und darauf basierend das Infektionsrisiko ermittelt werden. Das Infektionsrisiko ist pathogenabhängig und zeigt die größten Veränderungen für Giardia im

Herbst (LTF: +41 %) und Sommer (LTF: +33 %), bzw. für *Cryptosporidium* im Herbst (LTF: +10 %) und Frühling (LTF: +6 %).

3.3 Fazit

Die beiden Praxisbeispiele zeigen exemplarisch, wie wichtig die Berücksichtigung aller Prozesse ist, die einen Einfluss auf das Untersuchungsergebnis haben können. Die Prozesse verschiedener Disziplinen (Niederschlagsgenerierung, Verdunstung, Urbanhydrologie, Hydrologie, Wasserqualität, Infektionsrisiko) sind durch hoch nicht-lineare Zusammenhänge verbunden. Vereinfachte Annahmen über zukünftige Änderungen können das Untersuchungsergebnis wesentlich beeinflussen. Nur durch die simultane Berücksichtigung und Modellierung aller relevanten Prozesse können belastbare Untersuchungsergebnisse hinsichtlich zukünftiger Klimaauswirkungen erzielt werden.

Literatur

- Derx, J., Müller-Thomy, H., Kilic, H. S., Cervero-Arago, S., Linke, R., Lindner, G., Walochnik, J., Sommer, R., Komma, J., Farnleitner, A., Blaschke, P. (2023): A probabilistic-deterministic approach for assessing climate change effects on infection risks downstream of sewage emissions from CSOs, *Water Research*, 247, 120746.
- Ebers, N., Schröter, K., Müller-Thomy, H. (2024): Estimation of future rainfall extreme values by temperature-dependent disaggregation of climate model data, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 24, 2025-2043.
- Ebers, N., Schröter, K., Müller-Thomy, H. (2025): A deterministic approach for assessing climate change effects on irrigation demands and reservoir dimensioning, in preparation.
- Melsen, L., A., Teuling, A. J., Torfs, P. J. J. F., Uijlenhot, R., Mizukami, N., Clark, M. P. (2015): Hydrology and Earth System Science Opinions: The need for process-based evaluation of large-domain hyper-resolution models, *Hydrology and Earth System Sciences*, 20, 1069-1079.
- Müller-Thomy, H., Sikorska-Senoner, A. (2019): Does the complexity in temporal precipitation disaggregation matter for a lumped hydrological model?, *Hydrological Sciences Journal*, 64 (12), 1453-1471.
- Müller-Thomy, H., Wallner, M., Förster, K. (2018): Influence of spatial consistency in disaggregated rainfall time series on simulated runoff statistics, *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 5259-5280.

Müller-Thomy, H., Kellner, J., Nistahl, P., Bezak, N., Zabret, K., Schröter, K. (2025): Innovative use of reanalysis data in Slovenia: Enhancing precipitation time series with a multiplicative cascade model, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 60, 102530.

NLWKN (2023): Grundwasser, *KliBiW Phase 7-Abschlussbericht*, Schriftenreihe des NLWKN, Band 60.

Wie wollen wir *als Menschen* leben?

STEFAN HEUSER

Technische Universität Braunschweig

Institut für Ev. Theologie und Religionspädagogik

Bienroder Weg 97

38106 Braunschweig

s.heuser@tu-braunschweig.de

1 Die Leitfragen der Akademievorlesung... und der Ethik

„Wie leben wir, wie wollen wir leben, wie können wir leben, wie werden wir leben?“ – blickt man mit etwas Abstand auf die übergeordneten Leitfragen der diesjährigen Akademievorlesung, lassen sie sich als Ausdruck von Erstaunen hören, vielleicht auch als Ausdruck von Verunsicherung: „Wie leben wir ... eigentlich?“ Deutet sich in dieser Frage nicht eine Verwunderung über das Leben an, das wir führen – in der Vielfalt seiner Formen, mit all seinen guten und schlechten Seiten, seinen Höhen und Tiefen, seinen Rätseln und Abgründen? Wenn man sich Zeitreisende vorstellt, die aus ferner Zukunft oder tiefer Vergangenheit auf Stippvisite wären, könnte man sich auch ausmalen, wie sich ein wenig Fassungslosigkeit in die Verwunderung darüber mischt, wie wir leben. Und zeigt sich in der Frage „Wie wollen wir leben?“ nicht auch die Suche nach Orientierung, nach einem neuen Selbstverständnis – und zugleich ein Moment von Überforderung? Denn welche Folgen hätte es tatsächlich, wenn wir angesichts der vielen Beziehungen, Bindungen, Aufgaben, Verpflichtungen, Gewohnheiten und Trägheiten wirklich einmal anders, vielleicht sogar ganz anders leben wollten?

Auch die Frage: „Wie können wir leben?“ steckt voller Implikationen. Ist sie nicht von einer mehr oder weniger großen Unsicherheit über die Grundlagen und Quellen unseres Lebens geprägt – und zugleich von einem Bedürfnis nach Selbstvergewisserung? Schließlich die Frage „Wie werden wir leben?“ Schwingt da neben den Bildern einer anderen, vielleicht besseren Zukunft oder der Hoffnung auf eine einigermaßen bruchlose Fortschreibung der Gegenwart nicht auch die besorgte Frage nach der Persistenz eines Lebens mit, das wir noch als ein „menschliches“ Leben erkennen können?

Die vier Leitfragen dieser Vorlesungsreihe lassen sich jedenfalls in verschiedene Richtungen interpretieren – als Ausdruck optimistischer Fortschrittserwartungen ebenso wie als Anzeichen dafür, dass jene, die sie stellen – also „wir“ – sich ihres Lebens nicht mehr ganz so sicher sind.

Die politische, ökonomische, ökologische und kulturelle Krisenstimmung unserer Zeit verleiht den Fragen nach dem Leben-Können, dem Leben-Wollen und dem

Leben-Sollen jedenfalls einen besorgten Unterton, so als stellten sie sich am Rand eines Abgrunds: des Abgrunds der Frage nach dem Überleben. Es ist angesichts einer spürbaren Verunsicherung in vielen gesellschaftlichen Systemen und Gruppen keineswegs einfach, diesen Fragen eine positive Wendung zu geben und sie – wie es in der antiken Ethik durchaus üblich war – als Fragen nach dem *guten Leben* zu formulieren. Im Dauerkrisenmodus haben wir uns geradezu abgewöhnt, noch nach einem guten Zusammenleben mit anderen zu fragen, nach einer geteilten Welt, vielleicht auch nach einer Kultivierung und Verfeinerung des gemeinsamen Lebens. Solche Fragen sind wie eingezwängt zwischen ganz anderen Imperativen: der Lebensbehauptung und Sicherung auf der einen und der unabsehbaren Steigerung und Intensivierung des Lebens und der Erweiterung von Lebensmöglichkeiten auf der anderen Seite.

Aus der Perspektive der antiken Ethik erscheinen die Leitfragen unserer Vorlesungsreihe aber auch noch aus einem anderen Grund als interpretationsbedürftig. Die abstrakte Rede vom „Leben“ verdeckt, dass es menschliches Leben nicht ohne Beziehungen, Kontexte, Praktiken, Strukturen, Räume, Zeiten und Geschichten gibt. Wir leben ja immer schon auf bestimmte, in all diese Zusammenhänge eingebettete Weisen, bevor wenn wir fragen, wie wir leben wollen. Diese Frage stellt sich jedenfalls nicht unabhängig vom bereits gelebten Leben und Zusammenleben. Weil wir immer schon mit anderen leben und zusammenleben, eröffnen sich uns in der Frage, wie wir leben wollen, jedenfalls keine unbegrenzten oder unabsehbaren Möglichkeiten. Es kommt freilich darauf an, dass diese Einbettung menschlichen Lebens sichtbar, erkannt und relevant wird. Wir sind – um nur dies zu nennen – Kinder unserer Eltern und Eltern unserer Kinder, wir haben Berufe und sind eingefügt in zahlreiche Verwandtschaftsverhältnisse, Bindungen und Freundschaften. Es gibt so etwas wie eine eigene Widerständigkeit des Sozialen, des Zusammenlebens, die unseren Möglichkeiten, uns „frei“ auszudenken, wie wir leben wollen, und unseren Lebenswillen oder unsere Lebensvorstellungen ungehemmt auszuleben, schwer überwindbare Grenzen setzt. Und das nicht nur, weil wir unsere Beziehungen nicht ohne Weiteres hinter uns lassen können, sondern vor allem, weil es eben diese Beziehungen sind, die unser Leben tragen und prägen.

Vielleicht haben wir das, was unser Leben im guten Sinne ausmacht, noch gar nicht hinreichend bemerkt und bedacht, wenn wir derart allgemein fragen, wie wir „leben wollen“. Wenn uns jedoch vor Augen tritt und vor Augen bleibt, was unser Leben trägt, dann fragen wir nach dem Leben weder im Sinne einer unbedingten Lebensbehauptung, noch machen wir es zum Gegenstand einer unabsehbaren Lebensgestaltung. Unser Leben ist mehr als das, was wir an Leben selbst hervorbringen. Diese Einsicht ist weniger trivial, als sie auf den ersten Blick wirkt. Denn es ist alles andere als einfach, sich dessen bewusst zu werden und bewusst zu bleiben, was unser Leben alles ausmacht: was uns in unserem Leben stützt und

entgegenkommt, was uns am Leben erhält, unser Leben bereichert, was wir mit anderen teilen und was wir ihnen mitteilen können.

Wenn wir so fragen, folgen wir erneut der Spur der antiken Ethik und ihrer Frage nach einem „guten Leben“, in dem Menschen „Glück“ finden. Nicht, wie wir leben wollen, sondern wie wir glücklich werden, ist in dieser Tradition von Ethik die Leitfrage. Ihre Beantwortung setzt voraus, dass es nicht entscheidend ist, unsere Vorstellungen vom guten Leben jederzeit realisieren zu können, sondern das Richtige zu wollen, das heißt: den Willen auf das zu richten, was den Sinn menschlicher Lebensformen erfüllt. Das Glück – in der antiken Ethik die „εὐδαιμονία“ („eudaimonia“ = ein guter Dämon bzw. ein guter „spirit“) – stellt sich dann ein, wenn wir mit unserem Leben diesen Sinn treffen und verwirklichen. Die ethische Frage lautet dann: Wie werden Menschen glücklich? Und die Antwort heißt: indem sie den Sinn ihrer Lebensform treffen und erfüllen.

Was aber ist der Sinn der menschlichen Lebensform – in der Pluralität ihrer Erscheinungen? Diese Frage ist schon mit Blick auf andere Lebewesen schwer zu beantworten, erst recht mit Blick auf „den“ Menschen. Beim Menschen wären wir sogar gut beraten, diese Frage offen zu lassen. Warum, das zeigt wiederum ein Blick in die antike Ethik. In ihr treffen wir eine Denkweise an, der wir in der Moderne kritisch gegenüberstehen und die man „teleologisch“ genannt hat, vom griechischen Wort „τέλος“ (= „telos“), **dessen Bedeutungsspektrum von „Ziel“ bis „Sinn“ reicht**. Ein Lebewesen wird demnach glücklich, wenn es tun kann, wozu es da bzw. worauf es aus ist. Demnach würde beispielsweise ein Vogel „glücklich“, wenn er fliegt, und eine Blume, wenn sie „blüht“. Ist aber ein Vogel dazu da, zu fliegen, „nur“ weil er Flügel hat? Ist ihm dieser Sinn aufgrund seiner Biologie vorgegeben? Wissenschaftlich würden wir das heute gewiss anders sehen, mehr noch: wir sind heute zurecht sehr vorsichtig, ein Lebewesen auf einen bestimmten Lebenssinn festzulegen. Das gilt erst vor allem für „den“ Menschen. Denn wofür ist „Mensch“ da? Worauf ist „Mensch“ intrinsisch aus? Was wäre denn der Sinn, das Ziel des Menschen? Aristoteles beispielsweise sagt: der Mensch ist ein ζῷον πολιτικόν (= „zoon politikon“, „ein politisches Tier“). Der Mensch wäre demnach dazu da und darauf aus, mit anderen zusammenzuleben, mit ihnen gut zurechtzukommen und sich mit ihnen über Fragen des guten Lebens auszutauschen.

Das würde einerseits bedeuten, dass wir Menschen unser Leben verfehlen und am Sinn unseres Lebens vorbeileben können. Andererseits aber ist schon der Versuch, „den“ Sinn menschlichen Lebens eindeutig zu identifizieren und zu definieren, bereits zutiefst problematisch. Es besteht nämlich die Gefahr, dass diejenigen, die die Macht besitzen, den Sinn menschlichen Lebens festzulegen, anderen das Menschsein absprechen: jenen, die diesen Sinn nicht erfüllen wollen oder können oder einem gänzlich anderen Lebenssinn folgen. Aus guten Gründen ist man daher in der Geschichte des Nachdenkens über „den“ Menschen sehr zurückhaltend

geworden, wenn es darum geht, den „Sinn“ dieses Menschen verbindlich zu bestimmen.

Die Frage nach der Bestimmung und dem Sinn „des“ Menschen muss offenbleiben. Das „noch nicht festgestellte Thier“ (F. Nietzsche, *Jenseits von Gut und Böse*, Aph. 62) entzieht sich allen Versuchen, ihm einen bestimmten Sinn anzuhängen. Dennoch lassen uns die antike Frage, wie man glücklich wird, und damit verbunden die Frage nach dem Sinn menschlichen Lebens bis heute nicht los. Immer dann, wenn wir nicht nur fragen, was wir tun sollen, sondern auch über die menschliche Lebensform nachdenken, geht es um den – variablen und variierbaren – Sinn der Praktiken und Strukturen unseres Lebens: dessen, was unserem Leben Form gibt. Eine Lebensform lässt sich demnach als ein von Sprechen und Tun geprägter Lebensvorgang verstehen, in den Menschen durch gemeinsame Praktiken hineinwachsen, in dem sie geübt sind, in dem sie sich mit anderen zusammen auskennen und der ihnen Halt gibt.

Sprechen wir in der Ethik von „Lebensformen“, dann geht es nicht nur um Gewohnheiten, sondern vor allem um durch kontextuelle, traditionelle, kulturelle, religiöse u. ä. Einflüsse geprägte Weisen, in denen Menschen sich kleiden, sich verständigen, sich ernähren, lernen, lehren, musizieren, Kinder sind (aufwachsen), Mutter oder Vater sind (erziehen), pflegen, sterben – kurz: wie sie verschiedene Lebensvorgänge in geprägter Weise leben und sagen würden, dass sie darin ein „gutes Leben“ finden. So würden wir das Ethos von Schülerinnen und Schülern, Lehrerinnen und Lehrern, Handwerkerinnen und Handwerkern, Studierenden, Dozierenden, Eltern, Kindern, Ärztinnen und Ärzten, Kaufleuten, Ingenieurinnen und Ingenieuren etc. als Lebensformen bezeichnen, zu denen bestimmte Praktiken, Orientierungen, Strukturen und Institutionen gehören. Diese erweisen sich gesellschaftlich als relativ träge und stabil, sind aber kulturell und historisch plural und einem permanenten, oft unbemerkten Wandel unterworfen.

Zugleich gilt, dass wir unbeschadet solcher Versuche, die vielfältigen Konturen eines Lebens zu beschreiben, das Menschen als „gut“ erfahren, dennoch daran festhalten, dass „der“ Mensch nicht zu definieren und ein einheitlicher „Sinn“ daraus nicht abzuleiten ist. Die Frage nach dem guten Leben und seinen Formen ist von der Frage zu unterscheiden, was der Mensch ist. Es sei denn, es gelänge, beide Fragen gänzlich in den Horizont der Freiheit zu stellen – was uns angesichts der Leitfragen dieser Akademievorlesung in die Nähe Immanuel Kants führt.

Kant fragt nicht danach, was wir alles für unser Leben wollen können, sondern was wir wollen *sollen*: worauf sich unser Wille richten muss, wenn wir im eigentlichen Sinne frei handeln wollen. Autonom handeln wir Kant zufolge dann, wenn wir fragen, was von allen gewollt sein kann, und unser Handeln an universalisierbaren Grundsätzen ausrichten. Seine Leitfrage lautet nicht: „Wie wollen wir leben?“, sondern: „Was soll ich tun?“ – allenfalls lässt sich in seinem Horizont noch

fragen: „Wie soll man leben?“ oder: „Wie führen wir unser Leben in Freiheit?“ In jedem Fall aber müssen wir, wenn wir auf den Spuren Kants unterwegs sind, die Frage(n) zuspitzen. In einer berühmten Passage aus seiner Logik (AA IX, S. 25) stellt Kant folgende vier Fragen: „1) Was kann ich wissen? 2) Was soll ich tun? 3) Was darf ich hoffen? 4) Was ist der Mensch? Die erste Frage beantwortet die *Metaphysik*, die zweite die *Moral*, die dritte die *Religion*, und die vierte die *Anthropologie*. Im Grunde könnte man aber alles dieses zur Anthropologie rechnen, weil sich die drei ersten Fragen auf die letzte beziehen.“ Auf der Spur dieser Fragen kommt in den Blick, was es heißt, *als Menschen* zu leben – es ist die Leitfrage dieses Vortrags.

Diese Frage: „Wie wollen wir als Menschen leben?“ eröffnet zugleich eine neue Perspektive auf das menschliche Leben. Sie klang in diesem Vortrag bereits dort an, als wir fragten, was unser Leben trägt und was unser menschliches Leben ausmacht. Auf dieser Spur könnten wir auch fragen, worin sich unser Leben erfüllt und was bzw. wer wir sein dürfen. Oder: Was empfangen wir in unserem Leben – wovon leben wir – und was können wir anderen davon mitteilen? Menschliches Leben ist ja nicht nur eine *vita activa*, ein tätiges, produzierendes, durch Arbeit und andere Tätigkeiten die Welt veränderndes Leben, sondern immer auch eine *vita passiva*: ein Leben im Empfangen. Sie ahnen vielleicht, dass wir uns hier den theistischen Religionen nähern, in denen die Frage nach dem Menschen als Frage nach dem Menschen *als Geschöpf* gestellt wird. Dazu gehört gewiss auch die Frage, welcher Geschichte ein Mensch seine eigene Lebensgeschichte zuordnet, welcher Geschichte er oder sie sich zugehörig fühlt – eine durchaus abgründige Frage, die beispielsweise in den Textwelten der Hebräischen Bibel und des Neuen Testaments einen Schwerpunkt der Reflexion auf das menschliche Leben bildet. Paradigmatisch lässt sich hier der 23. Psalm anführen, in dem es von Gott heißt, dass er die Seele des betenden Menschen „erquicket“, wie Luther übersetzt. Das hebräische Original kann auch so wiedergegeben werden, dass Gott die Seele (das „Leben“, das „Selbst“) „zurückbringt“ – zurück in das Leben mit dem Schöpfer, zurück in eine heilvolle Geschichte, in der das menschliche Leben behütet bleibt und erneuert wird.

Durch diese Einbettung in eine Geschichte der Bewahrung und Zuwendung durch seinen Schöpfer verliert die Frage nach dem menschlichen Leben ihren sorgenvollen Unterton. Die abgründige Sorge, den Sinn des Lebens zu verfehlen oder zu verlieren, weicht einer neuen Aufmerksamkeit für das, was menschliches Leben im guten Sinne trägt.

Paradigmatisch für diese Suchbewegung ist jene bekannte Passage aus der „Bergpredigt“ von Jesus im Evangelium nach Matthäus im 6. Kapitel. Dort heißt es in den Versen 25f: „Darum sage ich euch: Sorgt euch nicht um euer Leben, was ihr essen und trinken werdet; auch nicht um euren Leib, was ihr anziehen werdet. Ist nicht das Leben mehr als die Nahrung und der Leib mehr als die Kleidung? Seht

die Vögel unter dem Himmel an: Sie säen nicht, sie ernten nicht, sie sammeln nicht in die Scheunen; und euer himmlischer Vater ernährt sie doch. Seid ihr denn nicht viel kostbarer als sie?“

An die Stelle der Besorgnis als Signatur des menschlichen Daseins tritt hier die Einladung zu unterscheiden, wofür Menschen sorgen müssen – und wofür nicht. Die Frage nach der Teilhabe des Menschen an jener Geschichte, durch die menschliches Sorgen begrenzt bleibt, leitet zur Suche nach Faktoren an, die verhindern, dass menschliches Sorgen in grenzenlose Besorgnis umschlägt. Es geht hier also nicht darum, sich um nichts mehr zu kümmern, sondern angesichts der vielen unvermeidlichen Sorgen nicht in Kümmernis zu versinken. Die Frage ist, wie Menschen aufmerksam auf das werden, was ihnen an Gutem entgegenkommt und anvertraut ist, damit sie nicht aus den Augen verlieren, von welcher Sorge sie befreit sind – und wie sie sich in dieser Freiheit anderen zuwenden können. Die Geschichte, in der sie diese Entdeckungen machen, wäre eine Geschichte von Gottes Ökonomie, in der menschliches Sorgen getragen und begrenzt und menschliches Leben umgriffen bleibt.

Blicken wir nun auf die vier Leitfragen der Akademievorlesung, dass lassen sich diese in Gestalt von drei Fragetypen pointieren und weiterentwickeln, die in der folgenden Grafik farblich voneinander unterschieden sind, wobei die blaue Farbe für die moderne, die rote Farbe für die antike und die lila Farbe für die biblische Fragerichtung steht:

Die Leitfragen der Akademievorlesung ... und der Ethik



Im zweiten Teil dieser Ausführungen soll die Frage „Wie wollen wir als Menschen leben?“ zur weiteren Konkretisierung in den Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte gestellt werden. Im mündlichen Vortrag wurde zuvor zudem der Themenbereich „Mobilität“ vertiefend behandelt, der in der vorliegenden schriftlichen Ausarbeitung aus Gründen der begrenzten Darstellungskapazität jedoch unberücksichtigt bleibt.

2 Was heißt: *nachhaltig* leben?

In ihrem Buch „Ethik des Klimawandels“ (2015) entwickeln Dominic Roser und Christian Seidel folgendes Gedankenexperiment: Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich auf einer Hüttenwanderung in einer jener abgelegenen Berghütten, die von Wandernden jeweils nur für eine Nacht genutzt und am folgenden Morgen wieder verlassen werden. Eine Bewirtschaftung der Hütte findet nicht statt; ihre Reinigung obliegt den Besuchenden selbst. Nach Ihnen werden erneut andere Wandernde für jeweils eine Nacht in der Hütte übernachten. Sie kennen diese Personen nicht, und es wird zu keiner direkten Begegnung kommen. Nehmen Sie nun an, der Hüttenwirt möchte zu Beginn der Wandersaison eine verbindliche Regel erlassen, in welchem Zustand die Hütte nach der Übernachtung zu hinterlassen ist. Dabei stehen ihm drei alternative Regelungen zur Auswahl:

Regel 1: „Hinterlasse die Hütte so sauber, wie du sie angetroffen hast.“

Regel 2: „Jeder soll ein wenig zur Verschönerung der Hütte beitragen.“

Regel 3: „Hinterlasse die Hütte sauber.“

Welche Regel trägt, vorausgesetzt, dass sie befolgt wird, am ehesten dazu bei, dass die Hütte dauerhaft in einem sauberen Zustand verbleibt? Ist es jene, nach der die Wandernden – wie in Regel 1 – jeweils gleich viel zur Sauberkeit beitragen; jene, in der sie angehalten werden, mehr zu tun; oder jene, nach der sie ausreichend viel tun sollen, um die Hütte sauber zu hinterlassen?

In der anschließenden Diskussion über diese drei Regelungsvarianten sprachen sich annähernd gleich viele Teilnehmende für Regel 1 und Regel 2 aus, während eine Minderheit Regel 3 den Vorzug gab. Vereinzelte Stimmen plädierten zudem dafür, überhaupt keine Regel festzulegen, da formale Vorgaben den Common Sense der Wandernden unterlaufen und überdies Anreize zu ihrer Übertretung setzen könnten. Im Blick auf Regel 1 wurde insbesondere kritisch angemerkt, dass die Hütte – selbst dann, wenn während der gesamten Wandersaison keine gravierende Verschmutzung auftritt – bei konsequenter Befolgung dieser Regel allmählich an Sauberkeit einbüßen würde. Dies wurde als Vorteil von Regel 2 hervorgehoben, bei der allerdings die Realitätsnähe und Praktikabilität in Frage gestellt wurde. Regel 3 wurde überwiegend als zu unbestimmt bewertet, da ihre Auslegung in hohem Maße vom individuellen Sauberkeitsempfinden der jeweils

Anwesenden abhinge. Weitere Begründungen für die Präferenz einzelner Varianten können hier aus Platzgründen nicht im Detail dargestellt werden.

Für die leitende Fragestellung dieses Vortrags ist jedoch von Bedeutung, dass es den Teilnehmenden offenkundig keine Schwierigkeiten bereitete, das Gedankenexperiment auf die Nachhaltigkeitsdebatte im globalen Maßstab zu übertragen und die Hütte als Metapher für unseren Planeten zu verstehen. In der Diskussion wurden unterschiedliche Nachhaltigkeitskonzeptionen thematisiert: angefangen bei der Idee einer „starken“ Nachhaltigkeit, die eine Nutzung der Erde und ihrer endlichen Ressourcen nach Maßgabe ihrer Regenerierbarkeit fordert, über das Konzept „schwacher“ Nachhaltigkeit, das die Nutzung an der Möglichkeit der Substituierbarkeit von Naturgütern orientiert, bis hin zur Konzeption einer „kybernetischen“ Nachhaltigkeit, welche die Vermeidung des Zusammenbruchs (auch artifizieller) Systeme in den Vordergrund rückt. Im Hinblick auf das Gleichnis der Berghütte mit seiner Abfolge von „Kohorten“ von Wandernden thematisierten die Teilnehmenden zudem den Aspekt „sozialer“ Nachhaltigkeit, der eine Nutzung der vorhandenen Güter nach Maßgabe intra- und intergenerationeller Gerechtigkeit nahelegt.

Im oben genannten Buch von Dominic Roser und Christian Seidel wird in diesem Zusammenhang die Frage aufgeworfen, ob wir künftigen Generationen – also Menschen, die es noch gar nicht gibt – überhaupt etwas moralisch schulden können; ob es mithin Pflichten gibt, die sich über zeitliche Distanzen hinweg erstrecken und nicht auf direkten, realen Beziehungen zwischen gleichzeitig lebenden Personen beruhen. Roser und Seidel erörtern diese Frage anhand zweier Beispiele: Zum einen diskutieren sie den Fall der Bewohnerinnen und Bewohner einer sehr wohlhabenden Insel, in deren Nachbarschaft sich eine sehr arme Insel befindet, von deren Existenz sie jedoch keine Kenntnis haben. Es stellt sich die Frage, ob die reichen Inselbewohner den Menschen auf der armen Insel zu einem Ausgleich verpflichtet sind, obwohl keinerlei Austausch oder Beziehung zwischen ihnen besteht. Zum anderen verweisen Roser und Seidel auf das Beispiel des Generationenvertrags im Rahmen unseres umlagefinanzierten, solidarischen Rentensystems, über das aktuell anlässlich der Rentenreform erneut intensiv diskutiert wird: Die Jüngeren verpflichten sich innerhalb dieses Solidarverbunds, für die Älteren zu sorgen, und erwerben dadurch Ansprüche gegenüber den zukünftig Jüngeren, die ihrerseits den dann Alten gegenüber zur Solidarität verpflichtet sind.

Roser und Seidel identifizieren im Hinblick auf das erste Beispiel zwei minimale Pflichten gegenüber völlig Fremden – und damit auch gegenüber zukünftigen Generationen: das Gebot des Nicht-Schadens sowie die Pflicht zur Wahrung der Menschenrechte. Demnach besitzen Menschen allein kraft ihres Menschseins Rechte gegenüber anderen Menschen, die nicht verletzt werden dürfen; diese „anderen“ müssen dabei nicht bestimmte, individuell identifizierbare Personen sein (die es ja noch gar nicht gibt), sondern Menschen überhaupt. Hinsichtlich des

zweiten Beispiels verweisen Roser und Seidel darauf, dass sich die Generationen wechselseitig insofern kennen, als sie für eine gewisse Zeit simultan existieren. Da sich alle Generationen zeitlich überlappen, bestehen stets auch direkte moralische Pflichten gegenüber künftigen Generationen, die von Klimaschäden betroffen sein werden.

Die Frage nach intergenerationeller Nachhaltigkeit ist damit jedoch keineswegs erschöpfend beantwortet. Die unabsehbaren Folgen der gegenwärtigen globalen Wirtschaftsweise mit ihrem hohen Technologieeinsatz und Ressourcenverbrauch spitzen das Problem der Pflichten der gegenwärtig Lebenden gegenüber zukünftigen Generationen zunehmend auf die Frage zu, was die Menschheit überhaupt davor bewahrt, sich selbst zum Verschwinden zu bringen. Der enorme Verbrauch nicht erneuerbarer und nicht substituierbarer Ressourcen sowie die fortschreitende Zerstörung der Bewohnbarkeitsbedingungen dieses Planeten werfen die Frage nach der Dauerhaftigkeit eines menschlichen Lebens auf der Erde auf, das nach heutigen Maßstäben noch das Prädikat „menschliches“ Leben verdient. Mit der Frage, ob es überhaupt weiterhin eine Menschheit geben kann und soll, gelangen wir zu jenem Philosophen, der diese Debatte bereits vor über fünfzig Jahren im Anschluss an den Bericht des Club of Rome (1972) angestoßen hat.

Hans Jonas (1903-1993) setzt bei dem Problem der technischen Macht an, die – wie er sagt – heute alles bislang Dagewesene übersteigt, unüberschaubare Folgen zeitigt und daher mit den Mitteln der herkömmlichen Verantwortungsethik nicht mehr adäquat bearbeitet werden kann. Sein wohl bekanntestes Werk, „Das Prinzip Verantwortung“ (1979), versteht sich programmatisch als „Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation“, so der Untertitel. Im Zentrum seines Neuentwurfs von Verantwortungsethik steht nicht die fragile und stets gefährdete politische Macht, sondern die Macht der Technik. Macht wird bei Jonas nicht primär als politische Macht – wie etwa bei Max Weber – reflektiert, dessen Konzeption von Verantwortungsethik es wesentlich mit der begrenzten Reichweite politischer Entscheidungen zu tun hatte. Jonas hingegen thematisiert jene Macht, die mit dem technologischen Vermögen des Menschen einhergeht. An die Stelle des „homo politicus“, der bislang im Zentrum ethischer Überlegungen stand, ist nach Jonas der „homo faber“ getreten, der mittels seiner technologischen Fähigkeiten die Reichweite seines Handelns ins Unbestimmte ausdehnt und die Welt in ihren grundlegenden Bedingungen zu verändern vermag.

Nach Hans Jonas war die Technik noch vor weltgeschichtlich kurzer Zeit im Wesentlichen eine neutrale Angelegenheit, die die Welt nicht grundlegend zu verändern vermochte. Der Zustand des Menschen und der Natur galt im Großen und Ganzen als festgelegt. Auf dieser Grundlage ließ sich auch bestimmen, was das Gute für den Menschen sei. Man konnte eine „Ontologie“, also eine Lehre vom Sein der Dinge und des Menschen entwickeln; aus dieser Lehre vom Sein ließ sich vergleichsweise unproblematisch eine Lehre vom Sollen – eine

Pflichtenlehre – ableiten. Nicht zuletzt ließ sich auf diese Weise auch die Reichweite menschlichen Handelns und damit menschlicher Verantwortung begrenzen. Heute hingegen, so Jonas, ist die Technologie zum Dreh- und Angelpunkt der Ethik geworden, der alle überkommenen Ordnungen in Frage stellt. Nicht das, was wir nicht können, erzeugt unsere Probleme, sondern das, was wir können – ohne die Folgen unseres Könnens hinreichend überblicken zu können. Die Technologie bindet die Phantasie und die Kräfte der Menschen derart an sich, dass für die Frage nach dem guten Leben und dem rechten Zusammenleben nur noch wenig Zeit und Aufmerksamkeit bleibt. Die Technik, die uns eigentlich frei machen sollte, das zu tun, was wir wollen, macht uns in gewisser Weise unfrei, überhaupt noch zu erkennen – geschweige denn frei zu entscheiden –, was wir wollen. Unsere gesamte Vorstellungskraft gerät in den Bann der Erfindung und Produktion immer neuer Technologien.

Hans Jonas zufolge ist der *homo politicus* im *homo faber* aufgegangen. Dies zeige sich auch im Handeln der Regierungen, die sich vielfach nicht mehr primär mit kommunikativem Handeln befassen, sondern vor allem mit technischen Fragestellungen, also mit einem Handeln, das auf Herstellung und technokratische Problemlösungen ziele. Vor diesem Hintergrund stellt Jonas die Frage, ob wir die unterschiedlichen Rationalitäten menschlichen Handelns – sowohl in ethischen Konfliktlagen als auch in unserem alltäglichen Leben – überhaupt noch ausschöpfen. Fragen wir noch nach dem politischen Handeln im Sinne dessen, was die antike Ethik „Praxis“ nannte? Fragen wir noch nach politischen, nicht nur technokratischen Transformationsmöglichkeiten? Oder überspringen wir diese Fragen, weil wir die Lösung unserer Probleme primär vom technologischen, herstellenden Handeln erwarten? Fragen wir – jenseits technischer Strategien zur Bewältigung etwa des Energieversorgungsproblems – überhaupt noch politisch danach, wie wir leben und zusammenleben wollen und ob wir unsere Lebensweise ändern müssten, um beispielsweise Energie zu sparen? Welche Formen menschlichen Handelns und welche Möglichkeiten der Imagination sind in dieser Situation eigentlich gefordert?

Hans Jonas zufolge hat uns die Verlagerung der ethischen Leitfrage – von der Frage nach der politischen Macht hin zur Frage nach dem technischen Vermögen – um jene Freiheit gebracht, die Fülle der möglichen Bestimmungsgründe unseres Handelns auszuloten. In der vielzitierten Einleitung seines Werkes „Das Prinzip Verantwortung“ schreibt er:

„Der endgültig entfesselte Prometheus, dem die Wissenschaft nie gekannte Kräfte und die Wirtschaft den rastlosen Antrieb gibt, ruft nach einer Ethik, die durch freiwillige Zügel seine Macht davor zurückhält, dem Menschen zum Unheil zu werden. Daß die Verheißung der modernen Technik in Drohung umgeschlagen ist, oder diese sich mit jener unlösbar verbunden hat, bildet die Ausgangsthese des Buches. Sie geht über die Feststellung physischer Bedrohung hinaus. Die dem

Menschenglück zgedachte Unterwerfung der Natur hat im Übermaß ihres Erfolges, der sich nun auch auf die Natur des Menschen selbst erstreckt, zur größten Herausforderung geführt, die je dem menschlichen Sein aus eigenem Tun erwachsen ist (...). Was der Mensch heute tun kann und dann, in der unwiderstehlichen Ausübung seines Könnens, weiterhin zu tun gezwungen ist, das hat nicht seinesgleichen in vergangener Erfahrung...Keine überlieferte Ethik belehrt uns daher über die Normen von ‚Gut‘ und ‚Böse‘, denen die ganz neuen Modalitäten der Macht und ihrer möglichen Schöpfungen zu unterstellen sind“ (1979/84, 7).

Weiter schreibt er: „Die neuartigen Vermögen, die ich im Auge habe, sind natürlich die der modernen Technik. Mein erster Punkt ist demgemäß, zu fragen, in welcher Weise diese Technik die Natur unseres Handelns affiziert, inwiefern sie das Handeln in ihrem Zeichen verschieden macht von dem, was es durch alle Zeiten gewesen ist. Da durch all diese Zeiten der Mensch niemals ohne Technik war, zielt meine Frage auf den menschlichen Unterschied moderner von aller früheren Technik.“ (1979/84, 15f.)

Man muss die Problembeschreibung von Hans Jonas nicht in allen Punkten teilen, um die ethische Relevanz einiger seiner zentralen Beobachtungen für die Gegenwart anzuerkennen. So gehört es nach Jonas zu den charakteristischen Merkmalen moderner Technologien, dass sie Folgewirkungen erzeugen, die ihrerseits die Entwicklung neuer Technologien erforderlich machen, mit deren Hilfe die unerwünschten Effekte früherer Technologieanwendungen bearbeitet werden sollen – was wiederum weitere Folgen nach sich zieht, die abermals technologisch bewältigt werden müssen. Der Zwang, immer neue und „bessere“ Technologien hervorzubringen, wird so zum Schicksal des *homo faber*. Auf diese Weise entsteht nach Jonas ein utopischer Schneeballeffekt: Wir Menschen sehen uns aufgrund der Nebenfolgen unserer technologischen Erfolge genötigt, immer wirksamere Techniken zu entwickeln, um die Welt stets umfassender zu beherrschen, unsere Lebensverhältnisse immer weiter zu optimieren und schließlich auch uns selbst technologisch zu „verbessern“. Der Mensch dieser Utopie muss sich in der Welt immer besser einrichten, ist und bleibt in ihr jedoch immer weniger zu Hause. Das utopische Prinzip verspricht durch den Fortschritt immer leistungsfähigerer Technologien letztlich einen Zustand vollkommener Naturbeherrschung und vollständiger Befriedigung aller menschlichen Bedürfnisse – einen Zustand, der auf dieser Welt faktisch keinen Ort hat.

Entgegen der weit verbreiteten Annahme, Ethik habe sich vornehmlich auf den „Missbrauch“ von Technik zu richten, rückt Hans Jonas den schlichten „Gebrauch“ von Technik in den Mittelpunkt – ein technisches Vermögen, das nicht aufgrund seiner Misserfolge, sondern gerade aufgrund seiner Erfolge zur Bedrohung wird. Der Mensch, der wir sind und den wir kennen, droht in den utopistischen Dynamiken auf diese Weise verloren zu gehen. Aus der Perspektive von Hans Jonas tritt damit in der Geschichte der Ethik erstmals die Frage auf, wie es

überhaupt möglich sein wird, dass es künftig noch ein menschliches Leben auf Erden geben kann – ein Leben, das wir aus heutiger Sicht noch als „menschlich“ erkennen würden.

In dieser Situation empfiehlt Hans Jonas zunächst, Bedenken grundsätzlich den Vorrang vor Bedenkenlosigkeit zu geben und einer „Heuristik der Furcht“ zu folgen. Angesichts eines dominanten Utopismus könne unsere „Furcht“ nicht nur als Indikator von Gefahren, sondern auch als mögliches Medium der Erkenntnissuche dienen, etwa indem man den Gründen der Furcht systematisch nachgeht. Vor allem aber begibt sich Jonas auf die Suche nach den Grundlagen einer neuen Ethik, da die herkömmlichen Imperative – etwa der kantische – den neuartigen Gefahren seiner Ansicht nach nicht mehr gewachsen sind. Die bisherige Ethik habe stets mit dem prinzipiellen Fortbestand der Menschheit in ihrer bisherigen Gestalt gerechnet. So formuliert Kant etwa: „Handle so, dass du die Menschheit sowohl in deiner Person, als in der Person eines jeden anderen jederzeit zugleich als Zweck, niemals bloß als Mittel brauchst.“ Die Frage aber, ob diese Menschheit überhaupt fortbestehen soll, stellt Kant freilich nicht; ihr Fortbestand bildet vielmehr die unhinterfragte Voraussetzung für die Anwendbarkeit des kategorischen Imperativs. Gegenüber einer Menschheit, die im Begriff steht, sich selbst aufzugeben, bleibt der kategorische Imperativ daher nach Ansicht von Hans Jonas stumm: Mit dem Verschwinden der Menschheit in ihrer bisherigen Form verschwindet auch jene Universal-moral, auf die er sich stützt. Hans Jonas macht sich deshalb auf die Suche nach einem Imperativ, der dem *homo faber* untersagt, sich selbst zum Verschwinden zu bringen.

Ein solcher Imperativ muss nach Hans Jonas auf die Menschheit in einer Weise Bezug nehmen, die dem *homo faber* als dem neuen Subjekt technologischen Vermögens vorgeordnet ist. Dass die Menschheit fortbestehen soll, lässt sich, so Jonas, nicht im eigentlichen Sinne moralisch, sondern nur metaphysisch begründen. Für moralische Fragen können zwar „bessere Gründe“ angeführt werden – etwa, warum dieses und nicht jenes zu tun gut sei –, doch es lassen sich keine besseren Gründe dafür angeben, dass es überhaupt eine Menschheit geben soll. Hierzu bedarf es Aussagen über den prinzipiell unbegrenzten Fortbestand der Menschheit. Vor diesem Hintergrund formuliert Jonas seinen Vorschlag für Imperative, die dem neuen Typ menschlichen Handelns Rechnung tragen, wie folgt:

- „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.“
- „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung nicht zerstörerisch sind für die künftige Möglichkeit solchen Lebens.“
- „Gefährde nicht den indefiniten Fortbestand der Menschheit auf Erden.“
- „Schließe in deine gegenwärtige Wahl die zukünftige Integrität des Menschen als Mit-Gegenstand deines Wollens ein.“

Der Kategorische Imperativ der technologischen Zivilisation lautet demnach, dass es eine Menschheit geben soll. Das zentrale Kriterium dieser Ethik ist der Mensch, wie er ist – jedenfalls dasjenige menschliche Leben, das wir als „echt“ ausmachen können und festhalten wollen. Damit ist die – politische – Aufgabe markiert, sich gemeinsam darüber klar zu werden, was wir als „echtes menschliches Leben“ erkennen – und wie wir uns darüber verständigen können. Hans Jonas Thema sind also nicht die bestmöglichen Folgen menschlicher Handlungen (wie in der utilitaristischen Ethik) oder das Glück des Menschen (wie in der aristotelischen Ethik), sondern er fragt nach der Möglichkeit einer unbegrenzten Erhaltung des Menschen.

Mit seinem neuen Imperativ fordert Hans Jonas aber nicht nur, dass es Menschen geben soll, sondern er begründet auch, warum: Weil wir nämlich unser eigenes Leben, „aber nicht das der Menschheit wagen *dürfen*“ (1979/84, 36). Hier stellt sich aber wiederum die Frage: Warum dürfen wir heute die Existenz künftiger Generationen nicht aufs Spiel setzen? Warum soll es mit der Menschheit überhaupt weitergehen?

Hans Jonas Gründe dafür, warum wir heutigen Menschen Verantwortung für den Fortbestand der Menschheit auf Erden tragen, hängen weniger damit zusammen, *wie* wir argumentieren, als vielmehr damit, *wer* wir seinem Verständnis nach sind. Für ihn gibt es auf der Welt etwas, das sein Sollen unmittelbar in seinem Sein trägt – also einen Bereich, in dem nicht mit „guten Gründen“ strittig sein kann, dass es dieses Sein geben darf: paradigmatisch sind dies unsere Kinder. An ihnen wird das Prinzip Verantwortung und die Verantwortung als Prinzip evident. Anders als Kant liefert Jonas daher keine klassische „Begründung“ für seinen kategorischen Imperativ, sondern stellt seine Imperative angesichts des Kindes als desjenigen Menschen, der uns in die Verantwortung ruft, als evident in den Raum. Für Jonas ist das Kind der „Urgegenstand der Verantwortung“. Von der elterlichen Verantwortung für das Kind lässt sich nach ihm darauf schließen, was Verantwortung generell ist und bedeutet: So gibt es beispielsweise keinen vernünftigen Grund, einem hungrigen Säugling die Nahrung zu verweigern. Die Verantwortung für das Leben dieses konkreten Kindes ist Jonas zufolge evident und bedarf keiner weiteren Rechtfertigung. Es muss nicht eigens rational begründet werden, warum es gut ist, das Kind zu nähren. Umgekehrt können wir der Verantwortung, in die uns das Kind ruft, auch nicht argumentativ ausweichen. Als Archetyp jener Verantwortung, die wir grundsätzlich für jeden Menschen haben, ruft uns der Säugling in die Pflicht. Das „Allervertrauteste“, in dem Sein und Sollen ineinanderfallen, ist für Hans Jonas „das Neugeborene, dessen bloßes Atmen un widersprechlich ein Soll an die Umwelt richtet, nämlich: sich seiner anzunehmen. Sieh hin und du weißt. Ich sage ‚unwidersprechlich‘, nicht ‚unwiderstehlich‘: denn natürlich lässt sich der Kraft dieses wie jedes Soll widerstehen, sein Ruf kann auf Taubheit stoßen ... an der Unwidersprechlichkeit des Anspruchs als solchen und seiner unmittelbaren Evidenz ändert dies nichts“ (Jonas 1979/84, 235).

Daraus gelangt Hans Jonas zu seiner Definition von Verantwortung: „Verantwortung ist die als Pflicht anerkannte Sorge um ein anderes Sein, die bei Bedrohung seiner Verletzlichkeit zur ‚Besorgnis‘ wird“ (Jonas 1979/84, 391).

Ausgangspunkt der Überlegungen von Hans Jonas ist demnach nicht lediglich eine Moral, die mit Regeln operiert, sondern die reale Sorge um und Sorge für den anderen Menschen. Grundsätzlich geht es Jonas dabei nicht nur um den bloßen Fortbestand der Menschheit, sondern vor allem darum, dass zukünftige Generationen in einer Weise handeln können, wie es auch uns bislang noch freisteht: Sie sollen die Macht zum Handeln besitzen, ohne dass diese Freiheit durch die Macht der Technik und deren determinierende Wirkungen aufgehoben wird. Unsere Kinder sollen Jonas zufolge vergleichbare Handlungsfreiheiten vorfinden wie wir – und nicht darauf festgelegt sein, dauerhaft mittels immer neuer Technologien lediglich die Folgen zu bearbeiten, die unser heutiger Technologieeinsatz hervorgebracht hat.

Ausgehend von diesen Überlegungen zu Hans Jonas stellte der Vortrag einen neueren Ansatz in der Nachhaltigkeitsdebatte vor, der in den vergangenen Jahren intensiv diskutiert worden ist und die Leitfragen der Akademievorlesung – wie wir leben, leben wollen, leben können und leben werden – nochmals zuspitzt. In seinen letzten Schriften hat der 2022 verstorbene Bruno Latour zunehmend die Frage in den Vordergrund gerückt, *wo* wir leben werden. Angesichts der multiplen Krisen der Gegenwart – insbesondere des Klimawandels – diagnostiziert Latour in seiner Streitschrift „Das terrestrische Manifest“ (Berlin: Suhrkamp 2018), dass uns Menschen weltweit „der Boden unter den Füßen weggezogen“ wird. Während Millionen von Menschen auf der Suche nach menschenwürdigen Lebensbedingungen ihre Heimat verlassen müssen, erfahren diejenigen, die – wie die alteingesessenen Bewohnerinnen und Bewohner wohlhabender Länder – (noch) an ihrem Ort verbleiben, zugleich, „wie ihr Land sie verlässt“ (S. 13). Für jede und jeden von uns stellt sich Latour zufolge die Frage: „Sollen wir weiter eskapistischen Träumen nachhängen oder uns nicht doch aufmachen und ein für uns und für unsere Kinder bewohnbares Territorium suchen? Nun, entweder leugnen wir das Problem oder wir versuchen, uns zu erden. An dieser Frage spalten sich heute die Geister – viel mehr als an der von links oder rechts. Und das betrifft die alteingesessenen Bewohner der reichen Länder ebenso wie deren künftige Bewohner. Erstere, weil sie begreifen, dass es keinen globalisierungsgerechten Planeten gibt und dass sie ihre gesamten Lebensweisen verändern müssen; letztere, weil sie ihren verwüsteten angestammten Boden verlassen und ebenfalls lernen müssen, alle ihre Lebensweisen zu verändern“ (S. 14).

Das Geschichtsnarrativ des Fortschritts: der Modernisierung und der Globalisierung, das wir seit der Moderne erzählen, bietet Latour zufolge keine Orientierung mehr. Gesucht und notwendig sei insbesondere eine Ökonomie, die anders als bisher ihre Aufmerksamkeit nicht nur auf den Einsatz von Ressourcen zum

Zwecke der Produktion richtet, sondern – wie Latour in seinem Memorandum „Zur Entstehung einer ökologischen Klasse“ (2022) schreibt – „in der Lage ist, sich zurückzuwenden in Richtung des Erhalts der Bewohnbarkeitsbedingungen der terrestrischen Welt. Mit anderen Worten, die imstande ist, jener ausschließlichen Aufmerksamkeit für die Produktion den Rücken zu kehren und sie neu auszurichten auf die Suche nach den Bewohnbarkeitsbedingungen“ (S. 21). Latour ist der Auffassung, dass es in der aktuellen Lage darum geht, die Aufmerksamkeit von der Produktion weg auf die Praktiken zu richten, „die die für die Wahrung der Lebensbedingungen notwendige *Erzeugung* begünstigen - oder aber vernichten. Produzieren heißt zusammenstellen und kombinieren, nicht erzeugen, will heißen: mit Sorgfalt den Fortbestand der Wesen entstehen lassen, von denen die Bewohnbarkeit der Welt abhängt. Um diese Umkehrung zu fassen, wäre es sinnvoller, von *Einwicklung* zu sprechen, statt die sonderbare Metapher der *Entwicklung* im Mund zu führen: Alle auf die Produktion bezogenen Fragen sind umgeben von, eingepackt in Erzeugungspraktiken, von denen sie abhängen. (...) Wir sind es gewohnt, Wachstum als einziges Mittel zu begreifen, um uns aus der Affäre zu ziehen, wobei wir vergessen, welche Zerstörungen es anrichtet. Dabei hing Prosperität indes immer schon von Erzeugungspraktiken ab. Es geht nicht um »weniger Wachstum«, sondern darum, endlich zu prosperieren. Und doch hat noch kein einziger bedingter Reflex, noch kein Instinkt, noch kein Affekt diese Umkehr derart umgesetzt, dass sie zum neuen Sensus communis, zum neuen Gemeinsinn, geworden wäre“ (Latour 2022, 18-28).

Latours Gegenwartskritik und seine Vorschläge zur Transformation unserer Produktions- und Lebensweisen haben neben großer Zustimmung auch erhebliche Einwände bis hin zur dezidierten Ablehnung hervorgerufen – sowohl im wissenschaftlichen Diskurs als auch in der Diskussion im Anschluss an den Vortrag im Rahmen der Akademievorlesung. Auf diese – in vielen Punkten durchaus stichhaltige – Kritik kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Ziel des Vortrags war es, die vier Leitfragen der Akademievorlesung vor dem Hintergrund metaethischer Überlegungen und mithilfe konkreter Bezugnahmen auf die angewandte Ethik – hier: die Nachhaltigkeitsdebatte – zu klären und zu perspektivieren. Dabei wurde deutlich, dass die Leitfragen sowohl revisionsbedürftig als auch revisionsfähig sind und sich, wie vorgeschlagen, in der Frage „Wie wollen wir *als Menschen* leben?“ provisorisch zuspitzen lassen.

Die aktuelle Nachhaltigkeitsdebatte erfährt gegenwärtig eine durchaus dramatische Verschiebung ihrer Leitfragen – paradigmatisch sichtbar im Spätwerk Bruno Latours. Neben die Frage, *wie* wir leben wollen, tritt zunehmend die Frage, *wo* wir überhaupt leben können, und was wir zum Erhalt der Lebensbedingungen in jener „Critical Zone“ unseres Planeten beitragen können. Damit rückt die ökologische Frage par excellence in den Vordergrund: die Frage nach dem „*oikos*“ (*oikos*), dem „Haus“ bzw. „Haushalt“, in dem wir leben und dessen

Bewohnbarkeitsbedingungen es zu erhalten gilt. Diese Zusammenhänge wären allerdings an anderer Stelle weiter zu vertiefen.

Literatur

- Jonas, H. (1979/1984). Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Kant, I. (1800/1923). Logik. In: Kants gesammelte Schriften, hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Bd. IX, Berlin 1923 = AA IX.
- Latour, B. (2018). Das terrestrische Manifest, Bernd Schwibs (tr.), Berlin: Suhrkamp.
- Latour, B. (2022). Zur Entstehung einer ökologischen Klasse. Ein Memorandum, hrsg. von N. Schulz. Berlin: Suhrkamp.
- Nietzsche, F. (1886/1980). Jenseits von Gut und Böse. In: Sämtliche Werke Bd. 5. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden, hrsg. von G. Colli und M. Montinari, München/Berlin/New York: de Gruyter.
- Roser, D. & Seidel, Chr. (2015). Ethik des Klimawandels. Eine Einführung, 2. Auflage, Darmstadt: WBG.

Frag die BWG!

Veranstaltungstage: 28. und 29. Oktober 2025, jeweils 15.00 Uhr

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Veranstaltungsort: Wissenschaftsschaufenster, Waisenhausdamm 8,
38100 Braunschweig



Wer kennt nicht „Frag die Maus“ aus der „Sendung mit der Maus“, in der Fragen aus dem Alltag kindgerecht beantwortet werden.

Professorinnen und Professoren der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) – inzwischen selbst im Oma- und Opa-Alter – stellen sich Fragen von Jung und Alt zur Wissenschaft und darüber hinaus. Sie informieren zunächst kurz (5 bis 10 Minuten) über ihr jeweiliges Fachgebiet und ihr persönliches Hobby. Danach sind unsere Gäste eingeladen, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihres Interesses zu befragen und sich im Gespräch mit Ihnen auszutauschen. Eine rege Diskussion mit dem Publikum ist unser Wunsch.

Dienstag, 28.10.2025

15.00 Uhr

Einführung: *Prof. Dr. Christel Müller-Goymann*

15.05 bis 15.35 Uhr

Vorstellung der wissenschaftlichen Fachgebiete und persönlichen Hobbies:*Prof. Dr. Heiko Harborth*

Fachgebiete: Zahlentheorie, Kombinatorik, Graphentheorie,

Hobby: Fußballschiedsrichter

Prof. Dr. Reinhold Haux

Fachgebiet: Medizininformatik

Hobby: Chorgesang

Prof. Dr. Christel Müller-Goymann

Fachgebiet: Arzneimittelherstellung

Hobby: Botanik

15.35 bis 16.40 Uhr

Gespräche mit den Wissenschaftlern

16.40 bis 16.45 Uhr

Schlusswort: *Prof. Dr. Christel Müller-Goymann***Mittwoch, 29.10.2025**

15.00 Uhr

Einführung: *Prof. Dr. Christel Müller-Goymann*

15.05 bis 15.25 Uhr

Vorstellung der wissenschaftlichen Fachgebiete und persönlichen Hobbies:*Prof. Dr. Karl-Heinz Gericke*

Fachgebiete: Laserchemie und -physik

Hobby: Segeln

Prof. Dr. Rainer Löwen

Fachgebiet: Geometrie

Hobbies: Sologesang, Fotografieren

15.25 bis 16.05 Uhr

Gespräche mit den Wissenschaftlern

16.05 bis 16.25 Uhr

Vorstellung der wissenschaftlichen Fachgebiete und persönlichen Hobbies:

Prof. Dr. Petra Mischnick

Fachgebiet: Lebensmittelchemie

Hobby: Küchenexperimente

Prof. Dr. Ulrich Reimers

Fachgebiet: Nachrichtentechnik

Hobbies: Orchideen, Vogelkunde

16.25 bis 17.05 Uhr

Gespräche mit den Wissenschaftlern

17.05 bis 17.10 Uhr

Schlusswort: *Prof. Dr. Christel Müller-Goymann*

Vortragsreihe im phäno Wolfsburg „Galaktische Entdeckungen“

Veranstaltungstage: 28. August, 4. und 25. September und 9. Oktober 2025

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Niedersächsische Akademie der Wissenschaften
zu Göttingen
phäno Wolfsburg

Veranstaltungsort: phäno Wissenschaftstheater, Willy-Brandt-Platz 1,
38440 Wolfsburg
vor Ort oder im Livestream



Was ist der Ursprung des Lebens? Und gibt es außerhalb der Erde Lebensformen oder wenigstens Lebensspuren? Durch Fortschritte in der Astrochemie verstehen wir immer besser, wie komplexe Moleküle, die für das Leben notwendig sind, im interstellaren Raum entstehen. Die Erforschung von „Exoplaneten“ macht vieles denkbar, denn einige dieser Planeten außerhalb unseres Sonnensystems befinden sich in der sogenannten „habitablen Zone“. Dort könnte es also Wasser geben – eine Voraussetzung für die Entwicklung von Leben. Auch die Magnetosphäre spielt bei der Entstehung von Leben eine entscheidende Rolle. Sie schützt Planeten vor der kosmischen Strahlung und den schädlichen Partikeln, die von Sternen ausgesendet werden. Wo gibt es sie noch im Universum?

In der gemeinsamen Vortragsreihe der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) und der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen (NAWG) werden vier namhafte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Sie über die neuesten galaktischen Entdeckungen informieren.

Die Vortragenden Prof. Dr. Petra Mischnik und Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier sind Mitglieder der BWG. Prof. Dr. Stefan Dreizler und Prof. Dr. Joachim Reitner sind Mitglieder der NAWG.

Donnerstag, 28. August 2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Stefan Dreizler
Universität Göttingen

Planeten außerhalb unseres Sonnensystems - Gibt es einen Plan(eten) B?

Die Entdeckung des ersten Planeten außerhalb unseres Sonnensystems war ein Meilenstein in der modernen Astrophysik. Damit war die Jahrtausende alte Frage beantwortet, ob unser Sonnensystem einmalig ist. Inzwischen kennen wir fast 6000 solcher Exoplaneten. Für viele dieser Planeten wird es in naher Zukunft möglich sein, die Atmosphäre zu untersuchen. Welche Methoden zur Suche und Charakterisierung der Planeten und Planetensysteme gibt es? Was ist der aktuelle Stand des sich sehr dynamisch entwickelnden Forschungsgebiets? Und wie einmalig ist unsere Erde. Was spricht für einen „Planeten B“?

Donnerstag, 4. September 2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Petra Mischnik
Technische Universität Braunschweig

Astrochemie - Auf der Suche nach den Bausteinen des Lebens

Unter den extremen Bedingungen des Universums entstehen auf völlig anderen Raum- und Zeitskalen als im Labor einfache Moleküle und daraus komplexere organische Verbindungen. Mit Hilfe spektroskopischer Messungen durch Weltraumteleskope sowie auch mittels Laboranalysen von z. B. Meteoriten hat man Hunderte von chemischen Strukturen nachgewiesen. Die Existenz von Aminosäuren und Basen der DNA macht es denkbar, dass die Bausteine des irdischen Lebens aus dem Weltraum stammen. Allerdings gilt es, neben vielen anderen die Frage zu klären, wie und wo es zu der für Lebewesen charakteristischen Bevorzugung einer der beiden spiegelbildlichen Formen der Proteinbausteine und von Zucker gekommen sein könnte.

Donnerstag, 25. September 2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier

Technische Universität Braunschweig

Von den Polarlichtern zu den Kometen - Die faszinierende Welt der Magnetosphäre

Polarlichter machen neugierig. Wie entstehen diese Himmelslichter? Erst seit etwa 70 Jahren wissen wir um ihre wahren Ursachen. Der Raum zwischen den Planeten ist erfüllt mit dem Sonnenwind – das sind von der Sonne ausgehende Partikel, die auch unsere Erde umströmen. Die entstehende Wechselwirkungsregion nennen wir Magnetosphäre. Sie ist ständig in Bewegung. Sichtbare Folgen sind die Polarlichter. Eine Magnetosphäre hat aber nicht nur die Erde; auch andere Planeten und planetare Körper wie Kometen und Asteroiden bilden sie aus. Die Magnetosphären der Kometen sind für uns sogar sichtbar in Form der Kometenschweife.

Donnerstag, 9. Oktober 2025, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Joachim Reitner

Universität Göttingen

Das Schneeball-Erde-Paradox - Beginn moderner Lebenswelten?

Die frühe Erde war vor 2,4 Milliarden Jahren und vor 800 bis 600 Millionen Jahren fast komplett vereist. Der „Schneeball-Erde“-Zustand hat jeweils bis zu 100 Millionen Jahren gedauert. Die ökologischen Auswirkungen waren erheblich. Die Ursachen sind weitgehend unbekannt, aber die älteste Vereisung hängt unmittelbar mit der Entstehung der Sauerstoff-Atmosphäre auf unserer Erde zusammen. Nach den Vereisungen kam es zu einer rapiden Entwicklung komplexer Lebensformen. Die Eismonde von Jupiter und Saturn stellen Laboratorien von Eiswelten dar, in denen geobiologische Prozesse ablaufen, wie sie möglicherweise auch während der Vereisung der Erde relevant waren.

Astrochemie – auf der Suche nach den Bausteinen des Lebens

PETRA MISCHNICK

Technische Universität Braunschweig

Sterne und Planeten haben Menschen auch außerhalb der Wissenschaft von jeher fasziniert. Wir wollen uns im Universum verorten, aus dessen Zentrum wir mit wachsender Erkenntnis immer weiter in die Peripherie gerückt sind. Es bleibt die große Frage, wie Leben überhaupt entstanden ist und ob unser Planet in dieser Hinsicht eine Sonderstellung im Universum einnimmt oder ob wir auch anderwärts im Weltraum Spuren von – früherem – Leben finden können. Hinzu kommen die gigantischen, schier unvorstellbaren Dimensionen hinsichtlich Raum und Zeit. Allein unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, zählt mehr als 100 Milliarden Sterne und hat einen Durchmesser von ca. 100 Lichtjahren (ca. 10^{15} km).

So verwundert es nicht, dass selbst noch nicht gesicherte Beobachtungen einzelner „lebensnaher“ Moleküle sofort in Presse und Nachrichten vermeldet und teils recht gewagte Schlüsse daraus abgeleitet werden [1]. Aber auch in der Fachliteratur findet die Suche nach dem Ursprung des Lebens als Motiv für die durchgeführten Forschungen stets Erwähnung.

Die Bausteine des Lebens – Wonach suchen wir?

Die Frage nach dem Ursprung des Lebens oder zumindest seiner Bausteine im Weltraum berührt die Astrochemie, denn Leben ist an Materie gebunden, die auf ganz besondere und faszinierende Weise organisiert ist. Wonach suchen wir also?

- Leben ist gekennzeichnet durch Stoffwechsel. Stoffwechselreaktionen benötigen Enzyme, um unter milden, also lebenskompatiblen Bedingungen ablaufen zu können. Enzyme sind chemisch im Wesentlichen Proteine [2] und diese sind aus den sogenannten proteinogenen Aminosäuren aufgebaut (Abb. 1.).
- Leben erfordert Reproduktion, somit eine molekulare Informationsspeicherung der Baupläne. Bei uns ist dafür die DNA (Desoxyribonucleinsäure) zuständig, als Vorläufer kann die RNA angesehen werden (Ribonucleinsäure). Auch diese sind Makromoleküle, gebildet aus Nucleotidbausteinen. Die Hauptkette besteht aus durch Phosphorsäure verknüpften Zuckerbausteinen, bei der RNA der Ribose. Und an den Zuckereinheiten hängt jeweils eine sogenannte Base, die mit einem Buchstaben bezeichnet wird: Adenin

(A), Guanin (G), Cytosin (C) und Uracil (U) bei der RNA, bei der DNA ist letztere durch Thymin (T) ersetzt (Abb. 2.).

Wir gucken also vornehmlich nach Aminosäuren, Ribose und den Nucleobasen der RNA.

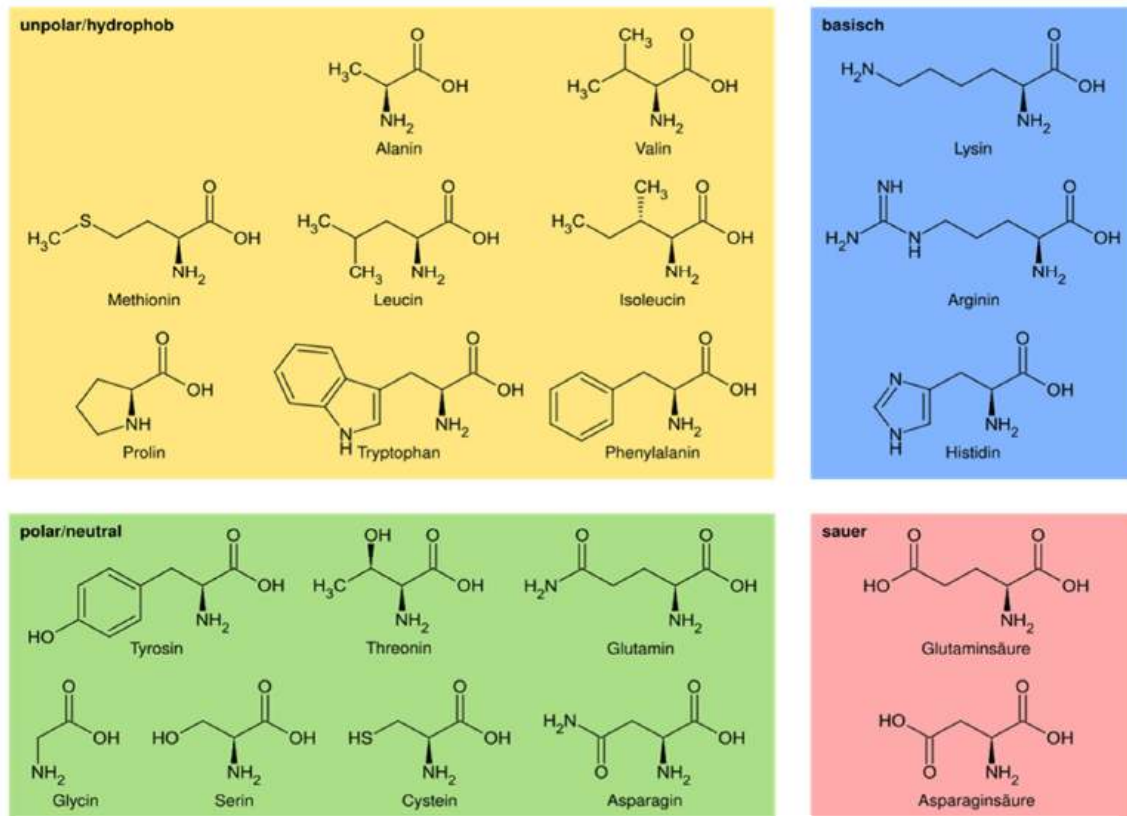


Abb. 1. Die proteinogenen Aminosäuren, Bausteine der Proteine
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9685121>, von Sponk (talk) - Eigenes Werk, Gemeinfrei (21.09.2025).

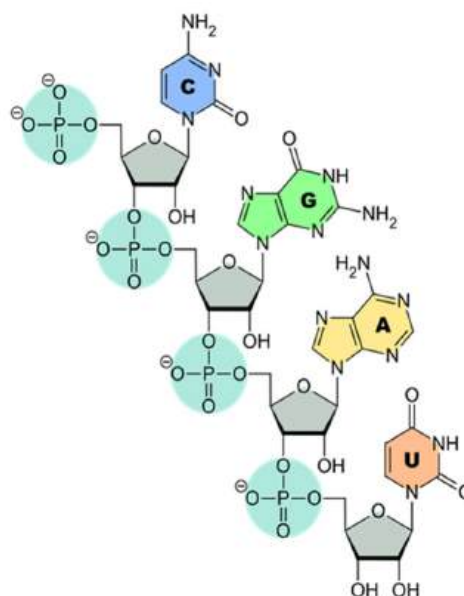


Abb. 2. Struktur der Ribonucleinsäure, RNA
<https://de.wikipedia.org/wiki/Ribonukleins%C3%A4ure#/media/Datei:RNA-Nucleobases.svg> (13.06.2025).

Charakteristisch für lebende Systeme sind auch Membranen, die Zellen voneinander abgrenzen und eine zelluläre Kompartimentierung ermöglichen. Dafür sind amphiphile Substanzen aus der Klasse der Lipide erforderlich, z. B. Phospholipide. Auch dazu gibt es Erkenntnisse. Hier soll jedoch nicht weiter darauf eingegangen werden.

Chemie im Weltraum – Geht das?

1926 schrieb der britische Astrophysiker Sir Arthur Eddington, sinngemäß übersetzt:

Keine bekannten Prozesse in den interstellaren Gaswolken können mit einer solchen Geschwindigkeit Moleküle bilden, dass sie detektierbar wären [3].

Dies ist eine wissenschaftlich flankierte Aussage, die die Möglichkeiten der Zeit widerspiegelt. Inzwischen sind 100 Jahre vergangen, in denen sich das Wissen, die analytischen und technischen Möglichkeiten enorm entwickelt haben. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können also heute viel weiter, viel empfindlicher, viel höher aufgelöst Informationen über ferne Moleküle aus dem All empfangen.

Chemische Prozesse benötigen die Elemente, die im Periodensystem (PSE) systematisch angeordnet sind. Die systematisch ansteigende Ordnungszahl (OZ) gibt die Anzahl von positiv geladenen Teilchen, den Protonen, im Atomkern wieder. Durch Neutronen werden diese voneinander abgeschirmt. Aus ihrer Summe ergibt sich die relative Atommasse (A_u), bei Wasserstoff (H, OZ 1), dem leichtesten Element mit nur einem Proton, 1, bei Helium (He), OZ 2, beträgt diese 4. Diese beiden Elemente sind schon unmittelbar nach dem „Urknall“ vor 13,7 Milliarden Jahren entstanden. Nach ca. 380 000 Jahren war das Universum mit 3000 K (Kelvin) so weit abgekühlt, dass die Atomrümpfe Elektronen an sich binden konnten und neutral wurden. Die weiteren Elemente bis etwa zum Eisen (Fe) entstehen in den Sternen. Durch die Gravitationskraft zieht sich Materie zusammen bis das Zünden einer Kernfusion zu einer Gegenkraft führt („Strahlungsdruck“). Wasserstoff verbrennt zu Helium, Helium zu Kohlenstoff usw. [4, 5]. Dies wird z. B. in dem Buch „Warum leuchten Sterne?“ der Chemikerin Mai Thi Nguyen Kim [6], schon für Kinder anschaulich dargestellt. Man kann die Atome gut mit Legobausteinen vergleichen, aus denen man verschiedenes auf-, um- und abbauen kann, wobei die Steine respektive Atome erhalten bleiben. - Für die schwereren Elemente ist Energiezufuhr notwendig, die durch Super novae-Explosionen eingebracht wird. Gleichzeitig wird bei solchen Ereignissen Materie weiträumig verteilt. Auf diese Weise entstehen alle 94 natürlichen Elemente des PSE. Ihre relative Häufigkeit unterscheidet sich im Weltraum allerdings stark von der auf der Erde. Auf 1000 Wasserstoffatome kommen ca. 100 Heliumatome. Alle anderen

Elemente zusammen machen weniger als ein Promille aus (Abb. 3.). Absolut gesehen sind die Mengen dennoch gigantisch, dominiert von Sauerstoff (O), gefolgt von Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Silicium (Si), Magnesium (Mg), Eisen (Fe), Schwefel (S), Natrium (Na) und Calcium (Ca), also Elementen, die wesentlich für organische Moleküle wie für Mineralien sind.

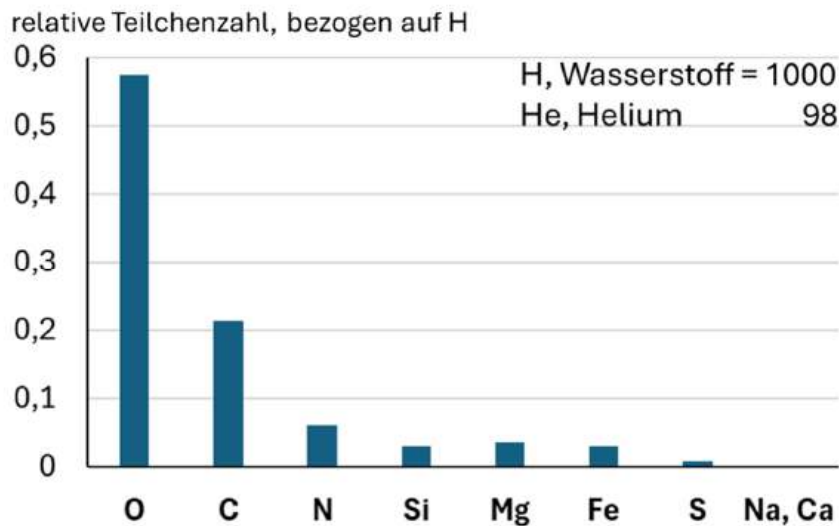


Abb. 3. Elementverteilung in unserem Sonnensystem; Daten aus [5], S. 7.

Eddington hatte nicht von ungefähr postuliert, dass im interstellaren Raum nichts zu finden sein würde. Dort herrscht ein nach irdischen Maßstäben ausgezeichnetes Vakuum, also Leere. Wie kann man sich die Chemie dort vorstellen? In der Luft auf der Erde, die uns als „fast nichts“ erscheint, befinden sich in einem cm^3 6×10^{19} Teilchen (v. a. Stickstoff und Sauerstoff). Bei 0°C (273 K) treffen dort im Mittel alle 0,15 ns zwei Teilchen aufeinander. Im Mittel haben die Teilchen zwischen zwei Stößen 68 nm zurückgelegt. Im interstellaren Raum ist die Materie nicht gleich verteilt. Infolge von Sonnenwinden und Schockwellen gibt es dort viel Dynamik. Die Gravitation führt zur Anhäufung/Zusammenballung von Materie. Man unterscheidet verschiedene Reaktionsräume, von denen hier nur zwei genannt werden sollen. Die dunklen Molekülwolken enthalten immerhin 1 Million Teilchen/ cm^3 . Bei nur etwa 50 K legen diese zwischen zwei Begegnungen im Mittel 465 km zurück, eine Strecke, die der Entfernung von Braunschweig nach München entspricht. Viel extremer noch sind die Verhältnisse in den verdünnten Molekülwolken (HI), wo Teilchen bei ca. 100 K und einer Dichte von $50/\text{cm}^3$ nur noch alle 8 Jahre aufeinandertreffen [4].

In den dichteren Molekülwolken befinden sich auch Staubpartikel auf Mineral- oder Kohlenstoffbasis. Sie sind von einem Eismantel umgeben, in den einfache Moleküle wie Kohlenmonoxid ($\text{C}\equiv\text{O}$), Methanol (CH_3OH), Methan (CH_4) oder Ammoniak (NH_3) enthalten sind. Diese ermöglichen neben der sehr verdünnten Gasphasenchemie eine effizientere Oberflächen- und Festphasenchemie, die zu etwas komplexeren Molekülen führt. Es gelten dieselben physikalischen Gesetze wie auf der Erde, die ja selbst auch Teil des Universums ist, aber die Bedingungen

hinsichtlich Konzentration und Temperatur sind extrem. Hinzu kommt energiereiche elektromagnetische und kosmische (Partikel-) Strahlung, die entstandene Verbindungen wieder zersetzen können. Aber auch die Zeiträume, in denen wir denken müssen, sind ganz andere. Im irdischen Labor erwarten wir, dass eine Reaktion nach Stunden oder zumindest Tagen abgeschlossen ist, im interstellaren Raum denken wir eher in 100 000en oder Millionen von Jahren. Mit Hilfe moderner instrumenteller Technik hatte man bis Mitte 2021 in diesem Raum ca. 250 Moleküle detektiert, die ersten sehr einfachen zweiatomigen Spezies bereits 1937, viele weitere dann ab Ende der 1960er-Jahre, der Zeit der Apollo-Missionen. Darunter sind auch dem Laien bekannte Vertreter wie Methanol, Ameisen- und Essigsäure, Benzol, aber auch komplexere Verbindungen wie das Fulleren C_{60} , ein fußballartiges Molekül aus 60 Kohlenstoffatomen [5]. Abb. 4. illustriert einige Moleküle in einem Schaubild der NASA.

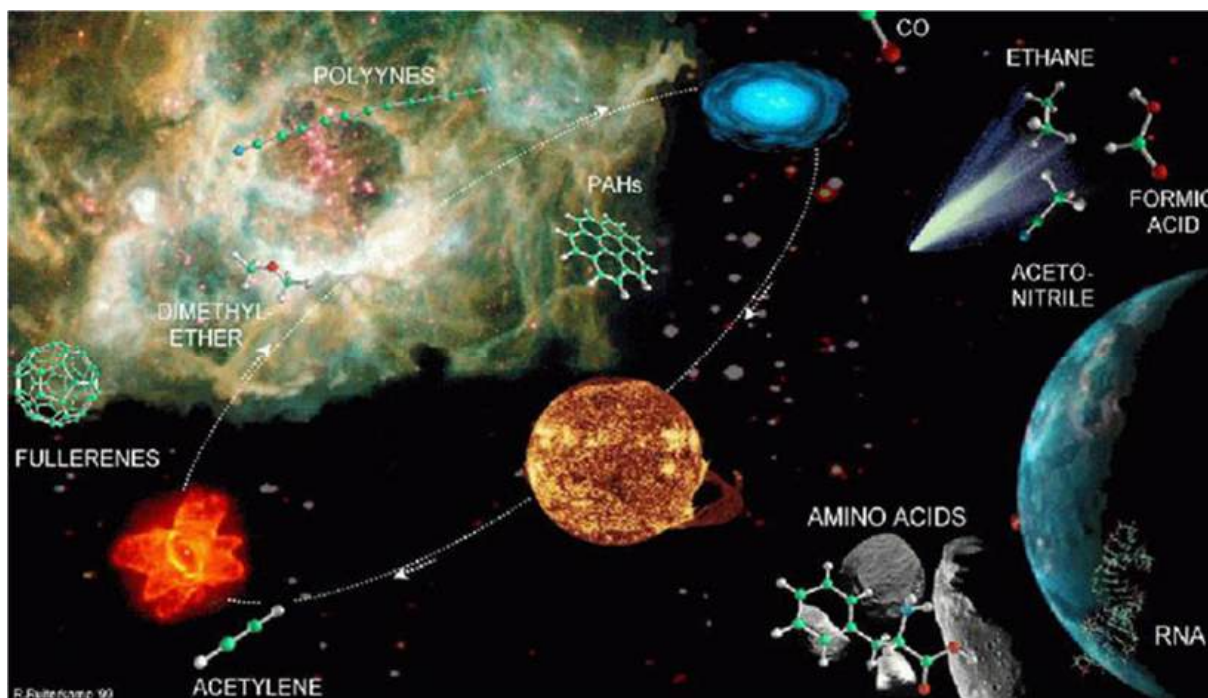


Abb. 4. Im Weltraum detektierte Moleküle. Schaubild der NASA

https://www.esa.int/kids/de/lernen/Unser_Universum/Geschichte_des_Universums/Verbreitung_des_Lebens (11.06.2025).

Woher wissen wir das alles?

Wie können wir diese so verdünnt vorliegenden Moleküle in großen Entfernungen erkennen und identifizieren? Hier sind v.a. spektroskopische Methoden zu nennen. Das elektromagnetische Spektrum beschreibt die wellenförmige Ausbreitung von Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge und Energie, von sehr kurzweiliger und energiereicher gamma-Strahlung und Röntgenstrahlung, den Ultraviolett-(UV) und sichtbaren Bereich (Vis) von 400-780 nm, gefolgt von der infraroten Wärmestrahlung (IR) über Mikro- bis zu Radiowellen. Moleküle haben die

hilfreiche Eigenschaft, in verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums bei ganz bestimmten Wellenlängen Energie aufzunehmen und auch wieder abzugeben. Im UV/Vis-Bereich werden Bindungselektronen angeregt, im IR-Bereich Schwingungen, im Mikrowellenbereich Rotationen. Die Spektren sind so spezifisch wie eine Signatur und können mit modernen moleküldynamischen Methoden auch berechnet werden. Durch eine solche Absorption wird die Hintergrundstrahlung aus dem Weltraum geschwächt. Gemessen wird mit Teleskopen von der Erde aus wie dem 2013 in Betrieb genommenen ALMA-Teleskop in den chilenischen Anden. Dieses befindet sich auf 5000 m Höhe. Die dortige saubere und trockene Luft sorgt für eine möglichst geringe Absorption interessierender IR-Strahlung durch die Erdatmosphäre, die solche Messungen beeinträchtigt. Messen kann man hier v.a. im fernen IR und Mikrowellenbereich. Ganz ausschalten kann man diese Effekte der Erdatmosphäre durch Weltraumteleskope wie das Hubble-Space Teleskop, das seit 1990 die Erde umkreist. Wesentlich leistungsfähiger ist das James-Webb Space-Teleskop, das seit 2022 in Einsatz ist. Es umkreist erdgebunden die Sonne, misst im IR- und Mikrowellen-Bereich und liefert viele neue Beobachtungen und Entdeckungen.

Hat man festes Material vorliegen, z. B. von Meteoriten, kann man das gesamte Repertoire moderner analytischer Laboruntersuchungen darauf anwenden: Aufschluss- und Trennverfahren, spektroskopische und massenspektrometrische Analysen. Die Ergebnisse der analytischen Arbeit sollten durch Experimente, die die Bedingungen im Weltraum simulieren, überprüft werden. Am bekanntesten ist hier das Miller-Urey-Experiment von 1953, in dem eine vermeintliche Uratmosphäre Lichtbogenentladungen ausgesetzt und nach einiger Zeit die entstandenen Verbindungen analysiert wurden. Für die damalige Zeit war es sicher sensationell, dass man in dem Gemisch schon einige Aminosäuren identifizieren konnte, darunter auch zwei oder drei proteinogene (s. o., Abb. 1.). In jüngerer Zeit stellt man die Oberflächen- und Festphasenreaktionen in den Eisummantelungen von Staubteilchen nach [7a]. Wichtig ist es auch, die Puzzlesteine einzelner Befunde zu einem Netzwerk zu verbinden, durch Messung von Geschwindigkeitskonstanten für gefundene Verbindungen die Plausibilität von postulierten Entstehungswegen zu überprüfen. Und die in der Wissenschaft grundsätzlich wichtige Sensibilität für potenzielle Fehlerquellen ist hier besonders gefragt. Aufgrund der geschilderten extremen Bedingungen bewegt sich die Analytik oft an der Nachweisgrenze. Versuche können, wenn überhaupt, nicht beliebig oft wiederholt werden. Damit bewegt sich auch die Interpretation an Grenzen und geht gerade in den öffentlichen Medien manchmal darüber hinaus. Terrestrische Kontamination muss vermieden und von originärem Material unterschieden werden. Dies ist grundsätzlich über die Isotopenverhältnisse möglich [7b]. Isotope sind Vertreter eines Elements, die sich in der Anzahl der Neutronen im Kern und damit der Masse unterscheiden. Am bekanntesten sind vermutlich die Kohlenstoffisotope C-13 (^{13}C) und das instabile C-14 (^{14}C), das zur Altersbestimmung organischer Materialien herangezogen wird. Das Hauptisotop hat die Masse 12 (^{12}C). Infolge

der Tieftemperaturchemie sind schwerere Isotope in organischen Molekülen aus dem Weltraum im Vergleich zu solchen irdischen Ursprungs stärker vertreten. Allerdings ist deren Bestimmung wegen der geringen Konzentrationen nicht immer möglich. Die erwähnten Experimente, die interstellare Bedingungen simulieren, sind eine andere Möglichkeit, Befunde abzusichern.

Als Beispiele für die umfassende Analyse von Himmelskörpern sollen ein Meteorit, ein Asteroid und ein Komet vorgestellt werden. Als Meteoriten bezeichnet man aus Stein und Metall bestehendes Material, das nach dem Eintritt von Meteoriden in die Erdatmosphäre zu Boden gegangen ist. Meteoriden sind Bruchstücke von Asteroiden. Der wohl am intensivsten untersuchte ist der Murchison-Meteorit, der Ende September 1969 in Australien niederging. Dabei handelt es sich um einen kohligen Chondriten. Chondriten stammen aus der frühen Phase des Sonnensystems, sind also ca. 4,5 Milliarden Jahre alt, kohlige enthalten bis zu 5 % Kohlenstoff. Im Juli 1969 war Apollo 11 auf dem Mond gelandet. Die Labore waren für die Analytik des erwarteten Mondgesteins vorbereitet. Das kam auch der Untersuchung des Murchison-Meteoriten zugute. Insgesamt wurden 100 kg Material geborgen, das über die Jahrzehnte von vielen Forschungsgruppen analysiert wurde. Insgesamt hat man tausende organischer Verbindungen entdeckt, wobei ein Hauptaugenmerk auf Aminosäuren lag. Aminosäuren, also Verbindungen mit einer Amino- und einer Säuregruppen, gibt es beliebig viele, aber nur 20 sogenannte α -Aminosäuren mit der Säure-, Aminogruppe, einem H und einem variierenden Rest R am α -C-Atom sind in unseren Proteinen enthalten (proteinogene Aminosäuren). Man unterscheidet je nach Rest R unpolare, polare, saure und basische Aminosäuren (Abb. 1.). Die Reste sorgen in der Proteinkette über physikalische Wechselwirkungen wie z. B. hydrophobe oder Wasserstoffbrückenbindungen für die spezifische dreidimensionale Struktur eines Proteins. Diese ist sehr wichtig für die Funktion als Enzym, denn die umzusetzenden Moleküle müssen wie in einer Werkbank in passender Orientierung fixiert werden, um eine Reaktion zu katalysieren, also unter milden Bedingungen zu ermöglichen. Ein besonderes Augenmerk war bei der Analytik daher immer auf die proteinogenen Aminosäuren gerichtet, wobei wesentlich mehr andere identifiziert wurden. Im Murchison-Meteoriten fand man 7 der 20 proteinogenen Aminosäuren, neben der einfachsten, Glycin ($R = H$), vor allem unpolare wie Alanin ($R = CH_3$) und saure wie Asparaginsäure ($R = CH_2COOH$). Außerdem wurden alle Nucleobasen entdeckt wie auch alle Zucker der Gruppe der Pentosen, zu der auch die Ribose gehört [8].

Asteroiden bewegen sich zwischen Mars und Jupiter, sind ebenfalls feste Körper aus Stein und Metall und größer als Meteoriden. Der erdnahe Asteroid Bennu wurde mittels der OSIRIS REx-Raumsonde untersucht, die 2016 startete. Der kugelige Himmelskörper besitzt einen Durchmesser von ca. 500 m. 2023 wurde von Bennu genommenes Material auf der Erde geborgen, ca. 120 g. Die Laboranalyse dieses kohligen Asteroiden mit 5 % Kohlenstoff ergab unter tausenden organischen Verbindungen 33 Aminosäuren, davon 14 proteinogene, darunter keine der

basischen Aminosäuren. Auch alle Basen von DNA und RNA wurden detektiert. Die Mengen sind allerdings generell sehr gering (ppm- bis ppb-Bereich) [9].

2004 startete die ESA-Sonde Rosetta zum Kometen P67/Churyumov Gerasimenko. 2014 landete sie auf diesem knochenartig geformten, aus Staub, Geröll und Eis bestehenden Himmelskörper mit ca. 4 km Ausdehnung. Zusätzlich zu Messgeräten an Bord von Rosetta wurde ein Lander Namens Philae, ausgestattet mit einer voll automatisierten Probenahme und Laboranalytik (COSAC = Cometary Sampling and Composition experiment), auf Chury abgesetzt. Leider kam Philae auf einem schattigen Ort und etwas schräg zum Stehen, so dass seine Akkus nach 63 Stunden leer waren und viele geplante Untersuchungen nicht durchgeführt werden konnten. Aus den Messdaten dieser 63 Stunden konnten jedoch 16 organische Moleküle identifiziert werden, darunter Aceton, Ameisensäure- und Essigsäureamid sowie Methylisocyanat [10], die von Bredehöft in ein plausibles Netzwerk eingefügt wurden [11]. Spätere massenspektrometrische Untersuchungen durch Rosetta gaben Hinweise auf die Präsenz vieler weiterer organischer Moleküle, darunter die einfachste Aminosäure Glycin [12].

Chiralität - Von nichts kommt nichts oder wie kam es zum Symmetriebruch

Bei der Suche nach den Bausteinen des Lebens gibt es noch einen anderen Aspekt, der von großer Bedeutung ist. Aminosäuren wie auch die Zucker in DNA und RNA sind asymmetrisch gebaut. Es gibt von ihnen zwei zueinander spiegelbildliche Formen, wie die linke und rechte Hand. Man nennt diese Eigenschaft daher auch Chiralität, was Händigkeit bedeutet.

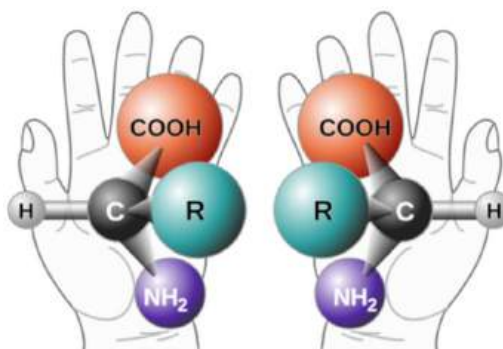


Abb. 5. Chiralität von Aminosäuren. Es existieren zwei spiegelbildliche Formen https://de.wikipedia.org/wiki/Chiralit%C3%A4t_%28Chemie%29 (13.06.2025).

Bei einer Synthese ohne einen asymmetrischen Einfluss entstehen diese beiden gleichwertigen Formen im Verhältnis 1:1. Spiegelbildliche Formen eines Moleküls, man nennt sie Enantiomere, kann man nur in Wechselwirkung mit etwas Asymmetrischem unterscheiden, so wie auch eine völlig symmetrische Tüte keinen Unterschied zwischen der linken und rechten Hand erkennen lässt, ein Fingerhandschuh hingegen, der selbst chiral ist, zur Unterscheidung dienen kann.

Man bezeichnet Enantiomere bei Naturstoffen mit D (*dexter* = rechts) und L (*laevus* = links). – Nun ist es jedoch so, dass unsere Proteine aus L-Aminosäuren aufgebaut sind und die RNA ausschließlich D-Ribose enthält. Diese Homochiralität ist eine essentielle Voraussetzung für unseren molekularen Lebensgrundlagen, denn nur so kann die jeweils definierte räumliche Struktur der aus ihnen aufgebauten Makromoleküle (Proteine, RNA) gebildet werden. Ein Durcheinander von D- und L-Formen im selben Molekül würde nichts dergleichen hervorbringen. Lediglich eine völlig spiegelbildliche Welt mit D-Aminosäuren und L-Ribose wäre gleichwertig. Aber auch eine Koexistenz zweier spiegelbildliche Systeme auf einem Planeten wäre unökonomisch, da miteinander nicht kompatibel.

Wie hat man die Chiralität von Molekülen überhaupt bemerkt? Diese Entdeckung ist mit dem Namen Louis Pasteur (1822-1895) verbunden, einem französischen Chemiker, der sich auch mikrobiologischer Forschung widmete. (Nach ihm ist z. B. das Verfahren der Pasteurisierung benannt.) Er beobachtete das Phänomen an der Weinsäure.

Die Weinsäure ist ebenfalls ein chirales Molekül und entsteht synthetisch in der D- und L-Form (und in einer meso-Form). In der Natur kommt sie fast ausschließlich in der L-Form vor. Sie hat die besondere Eigenschaft, dass sich beim Kristallisieren eines ihrer Salze, des Natrium-ammonium-tartrats, die L-Formen „lieber“ mit L-, die D-Formen „lieber“ mit D- zusammenlagern. Es entstehen spiegelbildliche Kristalle. Man nennt diese enantiomorph zueinander. Pasteur, auf der Suche nach einer asymmetrischen Lebenskraft, sortierte diese Kristalle 1848 mit Mikroskop und Pinzette und steckte sie nach erneuter Lösung separat in ein Polarimeter, ein damals noch sehr junges Gerät [13]. Um dessen Funktion zu verstehen, muss man sich noch einmal mit elektromagnetischer Strahlung befassen. Diese schwingt bei ihrer wellenförmigen Ausbreitung in allen Raumebenen. Man kann sie aber in eine Ebene zwingen. Daraus resultiert sogenanntes linear polarisiertes Licht. Bringt man nun chirale Moleküle in den Strahlengang und misst das austretende Licht, so ist dessen Schwingungsebene um einen bestimmten Winkel gedreht. Man nennt dieses Phänomen optische Aktivität und den Drehwert α . Pasteur fand nun heraus, dass die eine Sorte der enantiomorphen Kristalle die Schwingungsebenen nach links dreht, die andere, spiegelbildliche Sorte nach rechts. – Es ist übrigens die L-Weinsäure, die nach rechts dreht. Die D,L-Nomenklatur beschreibt nicht den Drehsinn, sondern die räumliche Molekülform nach festgelegten Regeln.

Wie kam es zu diesem Symmetriebruch? Auch hieran wird seit Jahrzehnten intensiv geforscht. Es werden aktuell vor allem die in Abb. 6. gezeigten Ursachen diskutiert.

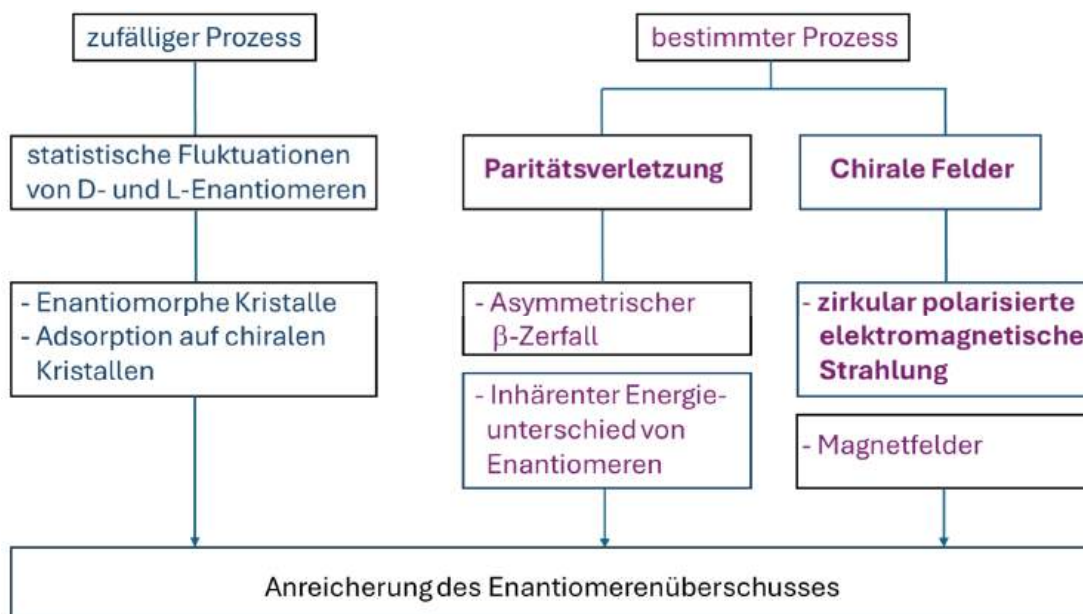


Abb. 6. Übersicht über mögliche Ursachen für einen Enantiomerenüberschuss in chiralen Aminosäuren im Weltraum; adaptiert nach [7a].

Zum einen wird ein zufälliger Prozess erwogen. Hierher gehören spontane Trennungen, die der einen Form einen Vorsprung verschafft. Zu den *bestimmten* Prozessen zählt die Möglichkeit, dass eine Verletzung der Gleichwertigkeit von D und L die Ursache sein könnte. In der Tat hat man in den 1950er-Jahren eine solche Paritätsverletzung erst vorausgesagt und dann auch experimentell bewiesen. Beim radioaktiven β -Zerfall, bei dem Elektronen den Atomkern verlassen (wodurch Neutronen zu Protonen werden und aus dem im Experiment verwendeten Kobalt-60 (^{60}Co) das Nickelisotop-60 (^{60}Ni) entsteht), tritt eine Asymmetrie beim spin (Drehsinn) dieser Elektronen auf. Diese könnten nun in Wechselwirkung mit chiralen Molekülen zwischen D- und L-Form unterscheiden und ein Ungleichgewicht bewirken. Zum anderen ergibt sich daraus auch ein inhärenter Energieunterschied für beide Enantiomere. Dieser Energieunterschied ist allerdings so winzig klein, dass Berechnungen ihn für nicht ausreichend für die Entwicklung zur Homochiralität halten. Es wird aber weiterhin darüber geforscht [14]. Am meisten wird der Einfluss asymmetrischer elektromagnetischer Strahlung diskutiert [7, 15]. Es ist ja auf den ersten Blick verwunderlich, dass die völlig symmetrisch erscheinende linear polarisierte Strahlung einen Unterschied zwischen D und L machen soll. Wo ist da die asymmetrische Wechselwirkung? (s.o.) Nun, man kann sich diese aus links und rechts zirkular polarisiertem Licht (circular polarized light, CPL) zusammengesetzt denken. Zwei sich schraubenförmig mit linkem bzw. rechtem Drehsinn ausbreitende Wellen gleicher Amplitude und Phase addieren sich zu einer linear polarisierten Strahlung. Dies ist auch der Grund, warum dieses Licht zwischen D und L unterscheiden kann. Denn die beiden zirkular polarisierten Strahlen wechselwirken jeweils unterschiedlich mit den Enantiomeren eines asymmetrisch gebauten Moleküls. Setzt man nun ein D,L-Gemisch (1:1 = Racemat) einer links-CPL aus, beobachtet man einen kleinen Überschuss an L-Aminosäure, so gezeigt für Alanin [7, 15]. Entsprechendes gilt

für D-Alanin mit rechts-CPL. Der erzielte Enantiomerenüberschuss (enantiomeric excess, ee) beträgt dabei 1-2 %. Er ist definiert als der Quotient aus $(L-D)/(L+D)$, beträgt also z. B. bei einem Verhältnis von 51:49 2 %. Auch bei der simulierten Synthese aus einfachen Molekülen (CO , CO_2 , H_2O , CH_3OH , NH_3) in einem Eismantel auf einem Staubkern im Hochvakuum bei 80 K unter dem Einfluss von links bzw. rechts-Vakuum-UV-CPL zeigt sich die entsprechende Bevorzugung [7a]. Allerdings kommt dieser Symmetriebruch durch die selektive Zersetzung eines Enantiomers durch Photolyse zustande, vernichtet also Material. Die Untersuchung der D,L-Verhältnisse der in Meteoriten und Asteroiden gefundenen Aminosäuren – man benutzt dazu chirale Trennphasen – ergab für Alanin ebenfalls ee-Werte in dieser Größenordnung. Glavin et al. vergleichen in ihrem jüngsten Paper über den Asteroiden Bennu die ee-Werte von Isovalin für zahlreiche Meteoriten und Asteroiden [9]. Während für letztere der ee für die dort gefundenen Aminosäuren gleich null ist, sind für mehrere Meteoriten, darunter auch den Murchison-Meteoriten, ee-Werte von bis zu 16 % gefunden worden. Isovalin ist im Gegensatz zu Valin keine proteinogene Aminosäure. Sie wurde jedoch ausgewählt, weil sie stabiler ist und sie ihre Asymmetrie auf bestimmte andere Moleküle in Reaktionen übertragen kann. Wir finden also eine Ungleichheit für D und L in Himmelskörpern, die weiter ausgebaut werden kann. Bleibt die Frage, woher die asymmetrische Strahlung gekommen sein soll. Man benötigt hier Strahlung ganz bestimmter Wellenlängen im UV-Bereich, die von den Aminosäuren absorbiert werden kann. Diese kann man im Weltraum nicht messen. Man nimmt heute an, dass diese Strahlung in Sternentstehungszonen mit einer solch großen räumlichen Auflösung von links- und rechts-CPL aufgetreten sein könnte, dass das gesamte Planetensystem unserer Sonne dem Einfluss der zirkular polarisierten UV-Strahlung eines Drehsinns (links-CPL) ausgesetzt gewesen sein könnte [7,15].

Bleibt die Frage, wie ein kleiner ee von wenigen Prozent zur Anreicherung des bevorzugten Enantiomers bis hin zur Homochiralität geführt haben kann. Hierzu gibt es eine Fülle beeindruckender Forschungsergebnisse. Zum einen werden physikalische Phänomene diskutiert, Lösen und Kristallisieren, z. B. durch Temperaturfluktuationen, Sublimation und Resublimation, also der Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand und zurück [16]. Dabei kommt die Tatsache zum Tragen, dass Enantiomere ja selbst als chirale Selektoren wirken können. Kristallisiert eine Aminosäure z. B. bevorzugt als reiner L- bzw. D-Kristall, wie wir es für das Weinsäuresalz gesehen haben, dann entspricht das einer spontanen Disproportionierung. Gibt es mehr L als D, werden sich schneller und größere L-Kristalle bilden. Durch Temperaturfluktuation kommt es zu Löse- und Kristallisationszyklen. Dabei lösen sich die größeren Kristalle langsamer, wachsen aber schneller als die kleineren. Koppelt man diesen Prozess mit einer Racemisierung in Lösung, d.h. einer Umwandlung von D in L (bzw. L in D) durch geeignete Zusätze, dann kann schon nach wenigen Wochen eine reine L-Aminosäure vorliegen, so demonstriert für Asparaginsäure [17]. Häufiger kristallisieren Aminosäuren, und

chirale Moleküle generell, als racemische Verbindung, d.h. unter Einbau von D und L im Verhältnis 1:1. In solchen Fällen reichert sich bei einer Kristallisation das überschüssige Enantiomer in der Lösung an. Kommt es zur Trennung von flüssiger (der Lösung mit erhöhtem ee) und fester Phase (mit bevorzugt racemischen D,L-Kristallen), so kann die Lösung mit dem angereicherten L-Enantiomer in anderen Prozessen wiederum einen enantioselektiven Effekt ausüben. Damit sind wir im Bereich von chemischen Reaktionen, in denen die Gegenwart von chiralen Molekülen (mit ee) die Synthese von anderen Molekülen derart beeinflussen können, dass auch hier Enantiomerenüberschüsse entstehen. Dies ist für die Synthese von Zuckern unter Aminosäure-Einfluss gezeigt worden wie auch umgekehrt. Ein System, das sich gewissermaßen gegenseitig „hochschaukelt“. Viele solcher Reaktionen sind mechanistisch gut untersucht und verstanden [18]. Kritisiert wird allerdings an solchen Modelluntersuchungen, dass kaum Konkurrenz durch die Präsenz anderer Reaktanden berücksichtigt wird, und wenn auch präbiotisch mögliche, so doch selektive Bedingungen gewählt werden bzw. erforderlich sind [19].

Auch wenn es hier um die Suche nach molekularen Spuren im Weltall geht, so soll trotz deren Existenz nicht unerwähnt bleiben, dass es auch alternative Szenarien für den Ursprung des Lebens gibt. Einfache organische Moleküle könnten auch an hydrothermalen Schloten, den black smokers, entstanden sein. Die Energie könnte aus der Reduktion von Eisen-Schwefel-Mineralien durch Wasserstoff in Tiefsee-Vulkanen stammen [4, 5 (S. 219.ff), 19].

Stereochemische Implikationen

Interessant hinsichtlich weiterer Forschungsfragen ist eine Betrachtung, welche Implikationen die genannten möglichen Ursachen für einen Symmetriebruch für die Chiralität im Weltall haben [20,21]. Ist es purer Zufall, dann müssten sich auf anderen Planeten, sofern es dort Spuren von Leben gibt, auch spiegelbildliche Verhältnisse finden. Dazu bräuchte man allerdings eine größere Fallzahl. Ist die Paritätsverletzung verantwortlich, dann müsste überall und ausschließlich die Bevorzugung der energetisch günstigeren Form gefunden werden. Und ist die zirkular polarisierte Strahlung der Ausgangspunkt, so müssten in unserem Sonnensystem überall L-Aminosäuren bevorzugt sein, da der Auslöser während der Sternentstehung wirksam gewesen sein müsste. Im Umfeld anderer Sterne müssten auch spiegelbildliche Verhältnisse existieren, initiiert durch zirkular polarisierte Strahlung entgegengesetzten Drehsinns.

Fazit

- Bausteine des Lebens“ sind im Weltraum gebildet worden und von dort auf die Erde gelangt. Sie können somit, müssen aber nicht die molekulare Grundlage für eine chemische Evolution gelegt haben.
- Ein kleines Ungleichgewicht spiegelbildlicher Moleküle (D-/L-Aminosäuren) ist in manchen Meteoriten nachweisbar und könnte z. B. durch zirkular polarisiertes Licht in unserem Sonnensystem entstanden sein
- Ist erst ein Ungleichgewicht vorhanden, gibt es verschiedene Wege, auf denen sich dieses weiter in Richtung Homochiralität entwickelt haben könnte
- Chemische Selektionsprozesse im Zuge der Oligo- und Polymerisierung (Aminosäuren → Proteine, Nucleotide → RNA) könnten dabei verstärkend wirken
- Kritik: Oft werden selektive Bedingungen angenommen, die nicht einfach begründbar sind. Die Einzelergebnisse fügen sich bisher nicht plausibel zusammen.

Ausblick

Damit stehen wir noch ganz am Anfang einer chemischen Evolution. Es gibt ein Henne-Ei-Problem, da für die RNA-Synthese Protein-basierte Enzyme erforderlich sind, die Proteinsynthese jedoch den Bauplan und die ribosomale Unterstützung der RNA benötigt. Die Entdeckung 1982, dass RNA selbst katalytisch wirken kann (→ Ribozyme) stützt die Annahme einer „RNA-Welt“. Nicht vollständig verstanden ist, wie sich aus den Bausteinen Ketten gebildet haben, also Proteine aus den Aminosäuren und RNA aus den Nucleotiden. Es gibt hierzu zumindest interessante Erklärungsansätze, wie aus zyklischen Ribose-Phosphaten von Nucleotiden kurze Ketten von RNA [22] oder aus Aminoketenen, die Aminosäuren minus Wasser entsprechen, kleine Peptide gebildet worden sein könnten [23]. Diese entfalten dann möglicherweise einen Templateffekt und begünstigen ihrerseits die Bildung ähnlicher Verbindungen.

Lebende Systeme bewegen sich fern von Gleichgewichten. Das thermodynamische Gleichgewicht ist mit dem Tod verknüpft, in dem die hochgeordneten Strukturen des Lebens dem Energieminimum und der Unordnung zustreben. Lebensprozesse müssen ständig angetrieben werden, durch verschiedene Gradienten, etwa der Temperatur (z. B. Tag-Nacht-Zyklen) oder Konzentrationsunterschieden, die im Fall von Ionen ein elektrisches Potenzial bewirken. Hohlräume und Kapillaren in porösem Gestein haben vermutlich ebenfalls eine Rolle als Kompartimente gespielt.

Im Gegensatz zur besser verstandenen biologischen Evolution sind hinsichtlich der chemischen Evolution noch viele Fragen zu klären. Die Forschungsergebnisse

der letzten Jahrzehnte haben viele interessante Puzzleteile hervorgebracht, die aber noch kein geschlossenes Bild ergeben. Schaut man jedoch in der Wissenschaftsgeschichte zurück, z. B. auf die Entdeckung der Chiralität und die Erklärung des Zusammenhangs von optischer Aktivität und Molekülgeometrie, dann sehen wir, dass uns manches Mal einfach die Phantasie fehlt, das noch nie Gedachte zu denken. Als die noch jungen Wissenschaftler van't Hoff und Le Bel 1875 (deutsch 1877) unabhängig voneinander ihre Theorie hierzu veröffentlichten, wurden sie von dem etablierten Chemiker Kolbe schärfstens kritisiert, der dieses Phänomen für unergründbar hielt [24]. Es ist also durchaus zu erwarten, dass wir den Sternen auch hinsichtlich der Entstehung von Leben weitere Geheimnisse entlocken werden.

Literatur

- [1] z.B. FAZ Nr. 174, 30.07.2025, S.N2, Manfred Lindinger: Die Samen der Biomoleküle; SZ, Nr. 210, 12.09.2025, S. 12, Hanno Charisius: Gab es früher Leben auf dem Mars
- [2] Daneben besitzen Co-faktoren eine wichtige Funktion, von denen viele wasserlösliche Vitamine darstellen, die strukturell teils mit den Nucleobasen verwandt sind. s. dazu A. Kirschning, Coenzyme und ihre Rolle in der Evolution des Lebens, *Angew. Chem.*, 2021, 133, 6308-6337; doi.org/10.1002/ange.201914786. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 6242 – 6269; doi.org/10.1002/anie.201914786
- [3] A.S. Eddington, *Proc. R. Soc. A*, 1926, 111, 424-456
- [4] N. Welsch, C. Chr. Liebmann, J. Schwab: *Erde und Leben*, Springer 2017
- [5] D.A. Williams, C. Cecchi-Pestellini, *Astrochemistry - Chemistry in Interstellar and Circumstellar Space*, RSC, 2023
- [6] Mai Thi Nguyen Kim, Marie Meimberg: *Warum leuchten Sterne*, Oetinger Verlag, 2024
- [7] s. z.B. (a) A.C. Evans, C. Meinert, Ch. Giri, F. Goesmann, U.J. Meierhenrich, Chirality, photochemistry and the detection of amino acids in interstellar ice analogues and comets, *Chem. Soc. Rev.*, 2012, 41, 5447–5458. (b) D.P. Glavin, A.S. Burton, J.E. Elsila, J.C. Aponte, J.P. Dworkin, The Search for Chiral Asymmetry as a Potential Biosignature in our Solar System, *Chem. Rev.* 2020, 120, 4660-4689; doi:10.1021/acs.chemrev.9b00474
- [8] Y. Furukawa, Y. Chikaraishi, N. Ohkouchi, N. O. Ogawa, D. P. Glavin, J. P. Dworkin, C. Abe, T. Nakamura, Extraterrestrial ribose and other sugars in primitive meteorites, *PNAS*, 2019, 24440-24445
- [9] D. P. Glavin et al., (62 Autor/inn/en), Abundant Ammonia and Nitrogen-Rich Soluble Organic Matter in Samples from Asteroid (101955) Bennu, *Nature Astronomy*, 2025, 9, 199-210

- [10] F. Goesmann et al. (21 Autor/inn/en), Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry, *Cometary Science* 2015, 349, aab0689-1 – 3, 10.1126/science.aab0689
- [11] J. H. Bredehöft, Helfen Kometen uns, den Ursprung des Lebens zu verstehen, *Bunsen-Magazin* 2022 24(4), 130-132
- [12] (a) K. Altwegg et al. (32 Autor/inn/en), Prebiotic chemicals - amino acid and phosphorus - in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Sci. Adv.* 2016, 2, e1600285. (b) N. Hänni, K. Altwegg, M. Combi, S. A. Fuselier, J. De Keyser, M. Rubin, S. F. Wampfler, Identification and characterization of a new ensemble of cometary organic molecules. *Nat. Commun.* 2022, 13, 3639; doi.org/10.1038/s41467-022-31346-9
- [13] G. Vantomme, J. Crassous, Pasteur and chirality: A story of how serendipity favors the prepared minds. *Chirality.* 2021, 33, 597–601; doi:10.1002/chir.23349
- [14] (a) M. Quack, How Important is Parity Violation for Molecular and Biomolecular Chirality? *Angew. Chem. Int. Ed.* 2002, 41, 4618 – 4630. (b) D. Vadivel, D. Dondi, Parity Violation Energy Difference Calculation of Atropisomers, *Orig. Life Evol. Biosph.* 2023, 53, 61–69; doi.org/10.1007/s11084-023-09639-w1 3
- [15] I. Myrgorodska, C. Meinert, Z. Martins, L. Le Sergeant d’Hendecourt, U. Meierhenrich, Molecular Chirality in Meteorites and Interstellar Ices, and the Chirality Experiment on Board the ESA Cometary Rosetta Mission, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, 54, 1402 – 1412; doi:10.1002/anie.201409354
- [16] C. Viedma, W. L. Noorduin, J.E. Ortiz, T. de Torres, P. Cintas, Asymmetric amplification in amino acid sublimation involving racemic compound to conglomerate conversion, *Chem. Commun.*, 2011, 47, 671-673
- [17] C. Viedma, J.E Ortiz, T. de Torres, T. Izumi, D.G Blackmond, Evolution of solid phase homochirality for a proteinogenic amino acid. *J. Am. Chem. Soc.* 2008, 130, 15274-15275
- [18] D. G. Blackmond, The origin of biological homochirality, Eds: Th.R. Cech, J.A. Steitz, J.F. Atkins, *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2019, 11, a032540; doi:10.1101/cshperspect.a032540
- [19] H. R. Kricheldorf, *Leben durch Chemische Evolution*, Springer-Verlag, 2019; doi.org/10.1007/978-3-662-57978-7
- [20] M. Gleiser, Biological Homochirality and the Search for Extraterrestrial Biosignatures, *Orig. Life Evol. Biosph.* 2022, 52, 93–104; doi.org/10.1007/s11084-022-09623-w
- [21] R. Breslow, The origin of homochirality in amino acids and sugars on prebiotic earth, *Tetrahedr. Lett.* 2011, 52, 4228-4232; doi:10.1016/j.tetlet.2011.06.002
- [22] s. z.B. AG Dietmar Braun, LMU München, <https://www.biosystems.physik.uni-muenchen.de/papers-braun/index.html>

- [23] S.A. Krasnokutski, C. Jäger, Th. Henning, C. Geffroy, Q.B. Remaury, P. Poinot, Formation of extraterrestrial peptides and their derivatives, *Sci. Adv.* 2024, 10, eadj7179
- [24] Mitteilungen, Gesellschaft Deutscher Chemiker / Fachgruppe Geschichte der Chemie (Frankfurt/Main), 2002, 16, 47-74. Regine Zott: Jacobus Henricus van't Hoff: Sein Werdegang und sein Weg nach Berlin

Die faszinierende Welt der Magnetosphären¹

KARL-HEINZ GLABMEIER

Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik, TU Braunschweig und Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen

1 Einführung

Als Kind hat es mich immer wieder sehr beeindruckt, wenn ich einen einfachen Stock in den Bachlauf nahe unseres Schrebergartens gehalten habe und das strömende Wasser sich durch mich beeinflussen ließ. Sobald ich den Stock bewegte, änderte sich das Strömungsmuster, ganz so wie ich es gerne hatte. Dass viele Jahre später Umströmungsphänomene einmal eines meiner wissenschaftlichen Arbeitsgebiete werden würde, wusste ich damals natürlich noch nicht.

Aber die Wechselwirkungsregion, die mein Stock im Wasser erzeugt, weist bereits viele typische Strukturen auf, die wir heute auch von Magnetosphären her kennen. Da ist zunächst das umströmende Medium, im einfachen Falle Wasser. Der Stock ist das zu umströmende Hindernis, vor dem eine Bugwelle entsteht. Hinter dem umströmten Objekt entsteht der Nachlauf (Abb. 1.).



Abb. 1. Die Wechselwirkungsregion eines Holzstockes im strömenden Wasserlauf.

¹ Schriftliche Fassung eines Vortrages, gehalten am 25. September 2025 im phäno in Wolfsburg im Rahmen der Vortragsreihe „Galaktische Entdeckungen“.

Als Magnetosphären bezeichnen wir heute die Wechselwirkungsregionen des Sonnenwindes mit planetaren Körpern. Planetare Körper sind zum einen die acht Planeten in unserem Sonnensystem, aber auch Asteroiden und Kometen, die im Sonnenwind ihre Bahnen ziehen. Etwas genauer kann man unterscheiden zwischen klassischen Magnetosphären und Magnetosphären im verallgemeinerten Sinne.

Klassische Magnetosphären sind die Wechselwirkungsregionen der Planeten, die ein globales planetares Magnetfeld besitzen. Diese Planeten sind Merkur, unsere Erde, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun². Der Begriff „Magnetosphäre“ geht auf eine Studie von Gold (1959) zurück, in der die Bedeutung des Erdmagnetfeldes auf die Wechselwirkungsregion mit dem Sonnenwind hervorgehoben wird.

Als Magnetosphären im verallgemeinerten Sinne können die Wechselwirkungsregionen mit den Planeten Venus und Mars, aber auch die der Asteroiden und Kometen mit dem Sonnenwind bezeichnet werden. Im Falle von Venus und Mars spielen deren Atmosphären und Ionosphären eine wesentliche Rolle für die Struktur und Dynamik der Wechselwirkungsregion. Kometen dürfen in diesem Zusammenhang als sehr spezielle Objekte betrachtet werden, da sie in Sonnennähe sehr stark ausgasen. Es kommt zu einer Wechselwirkung zwischen einer Plasmaströmung und einem Neutralgas.

Zu den genannten planetaren Körpern gesellen sich dann auch noch die vielen planetaren Monde wie unser Erdmond, die Galileischen Monde des Jupiters oder Titan und Triton als Monde des Saturns und des Neptuns. Diese wechselwirken teils mit dem Sonnenwind, ansonsten mit dem Plasma der Magnetosphären ihrer Mutterplaneten. Auch die große Zahl von Exoplaneten darf hier nicht unerwähnt bleiben. Denn die mögliche Beobachtung ihrer Wechselwirkungsregionen mit ihren Sonnenwinden, besser Sternwinden, lässt Rückschlüsse auf ihre planetaren Eigenarten zu.

Als strömendes Medium dient der Sonnenwind, eine Partikelströmung, die von der Sonne ausgehend den interplanetaren Raum erfüllt. Die Existenz eines Sonnenwindes wurde erstmals von Biermann (1951) postuliert. Eine ausführlichere theoretische Arbeit über den Sonnenwind legte Parker (1958) vor. Experimentell überzeugend nachgewiesen wurde der Sonnenwind dann erst anhand von Plasmamessungen an Bord der Raumsonde Mariner 2³.

² Siehe z. B. Glaßmeier, K. H., D. Heyner, Planetary Magnetic Field, Magnetospheres in the Solar System, S. 367-389, Geophysical Monograph 259, American Geophysical Union, Washington, 2021. doi: 10.1002/9781119815624.ch24.

³ Neugebauer, M. und Snyder, C. W., The Mission of Mariner II, Preliminary Observations, Solar Plasma Experiment, Science 138, 1095–1100, 1962.

Heutige Messungen zeigen, dass der Sonnenwind eine Plasmaströmung ist, die sich mit Geschwindigkeiten von zwischen 400-2000 km/s von der Sonne kommend ausbreitet. Das Plasma besteht hauptsächlich aus Protonen und Elektronen mit kinetischen Temperaturen von einigen Hunderttausend Grad Kelvin. Beimengungen von einigen Prozent Helium sind nicht ungewöhnlich. Der Sonnenwind schleppt auch das solare Magnetfeld mit sich in den interplanetaren Raum. Typische Magnetfeldwerte liegen bei 5-10 nT. Dies ist etwa der zehntausendste Teil des Erdmagnetfeldes.

Im magnetisierten Plasma des Sonnenwindes können sich magnetohydrodynamische Wellen ausbreiten. Die Phasenausbreitungsgeschwindigkeiten dieser Wellen liegen bei 80-100 km/s, d.h. das Sonnenwindplasma ist eine super-sonische (genauer eine super-magnetoakustische) Strömung mit Machzahlen von 5-10. Dies hat für die Umströmung planetarer Körper eine große Bedeutung.

2 Die Magnetosphäre der Erde

Die Erdmagnetosphäre ist der Prototyp einer Magnetosphäre. Ihre Struktur ist in Abb. 2. dargestellt. Der Sonnenwind strömt in der schematischen Darstellung das im wesentlich dipolartige Erdmagnetfeld auf der Tagseite der Erde an. Die Wechselwirkung führt zu einer Kompression des Magnetfeldes auf der Tagseite und zur Ausbildung eines langgestreckten Magnetosphärenschweifes, der auch in Abständen von über tausend Erdradien noch beobachtbar ist. Dieser Magnetosphärenschweif ist das Äquivalent zum Nachlauf einer einfachen Wechselwirkungsregion wie sie in Abb. 1. dargestellt ist.

Die Bugwelle der einfachen, subsonischen Wechselwirkungsregion wird im Falle der magnetosphärischen Wechselwirkung zur Bugstoßwelle. Das Auftreten einer Stoßwelle ist Folge der supersonischen Umströmung des Hindernisses Erde durch den schnellen Sonnenwind. Die Umströmung erfordert Strömungsveränderungen, die vom zu umströmenden Objekt ausgehend dem Medium stromaufwärts durch charakteristische Wellen „mitgeteilt“ werden müssen. Im Sonnenwindplasma sind dies sogenannte magnetoakustische Wellen.

In Nähe des Hindernisses muss die Strömungsgeschwindigkeit daher deutlich vermindert werden. Dies geschieht in der Bugstoßwelle vor der Erde. Das Auftreten von Stoßwellen ist keine alltägliche physikalische Erscheinung, aber gut bekannt vom sogenannten „Überschallknall“, ein Phänomen, das auftritt, wenn ein Düsenjäger die „Schallmauer durchbricht“. Vor dem mit Überschallgeschwindigkeit sich bewegenden Flugzeug muss Bewegungsenergie der Strömung in thermische Energie umgewandelt werden (Abb. 3.).

Dies führt zu einer Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit, Erhöhung des Druckes und der Schallgeschwindigkeit. Diese Umwandlung geschieht in der Stoßwelle. Hinter der Stoßwelle ist die Strömung dann subsonisch und das Hindernis kann umströmt werden.

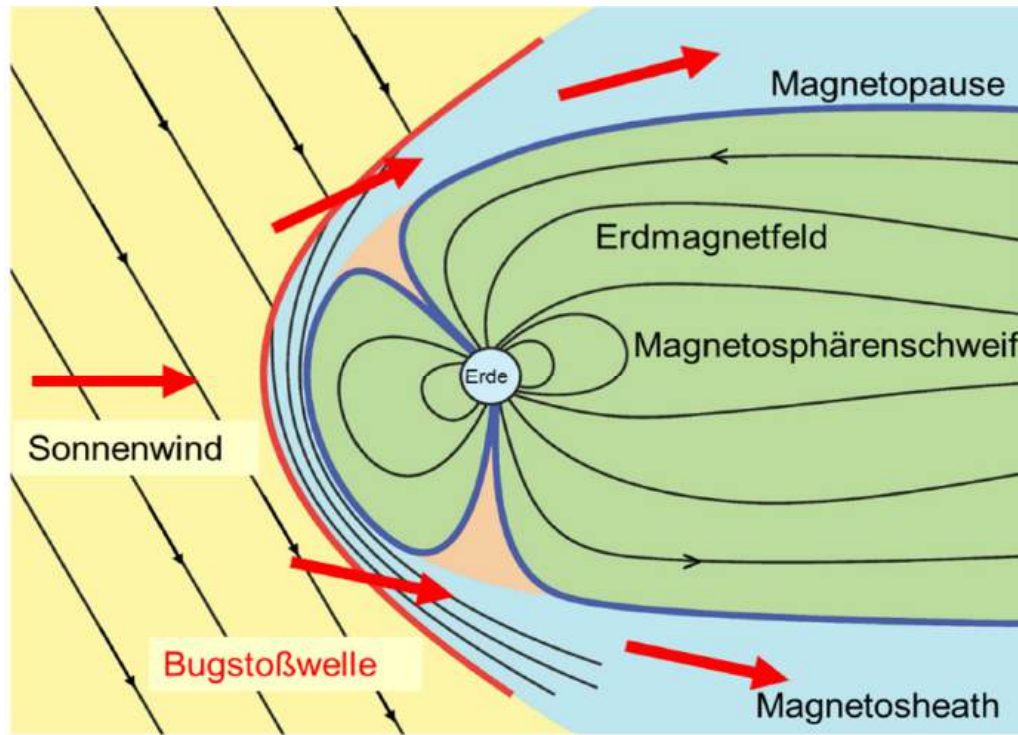


Abb. 2. Die Magnetosphäre der Erde mit einigen wichtigen Strukturelementen.

Im Falle des Düsenflugzeuges bewegt sich die Stoßwelle mit dem Flugzeug relativ zur Erdoberfläche. Eine Beobachterin am Boden nimmt die sich bewegende Stoßfront als plötzliche Druckänderung wahr. Dies ist der „Überschallknall“. Die Umwandlung kinetischer Energie in thermische Energie und damit einhergehend eine Druckänderung geschieht durch vermehrte Stöße zwischen Luftmolekülen. Die Dicke der Stoßwelle ist durch die mittlere freie Weglänge der Luftmoleküle bestimmt; sie liegt bei etwa $1\ \mu\text{m}$.

Bedingt durch die extrem geringe Teilchendichte im Sonnenwindplasma ist die mittlere freie Weglänge im interplanetaren Medium dagegen von der Größenordnung einer astronomischen Einheit, d. h. etwa 150 Millionen Kilometer. Der Sonnenwind kann daher als stoßfreies Medium aufgefasst werden. Wie kann es dann aber zur Ausbildung einer Bugstoßwelle vor der Erde kommen?

Der Sonnenwind ist ein sehr turbulentes Plasma, angefüllt mit einer Vielzahl von nieder- und hochfrequenten Plasmawellen. Diese dürfen gerne als Quasi-Teilchen betrachtet werden, mit denen Protonen und Elektronen wechselwirken. Vermittelt durch diese Form der Wechselwirkung befinden sich Protonen und Elektronen in ständigem Impuls- und Energieaustausch. Dies ist der physikalische Grund für

das Auftreten von Stoßwellen im Sonnenwindplasma. Diese stoßfreien Stoßwellen sind eine echte „galaktische Entdeckung“ gewesen.

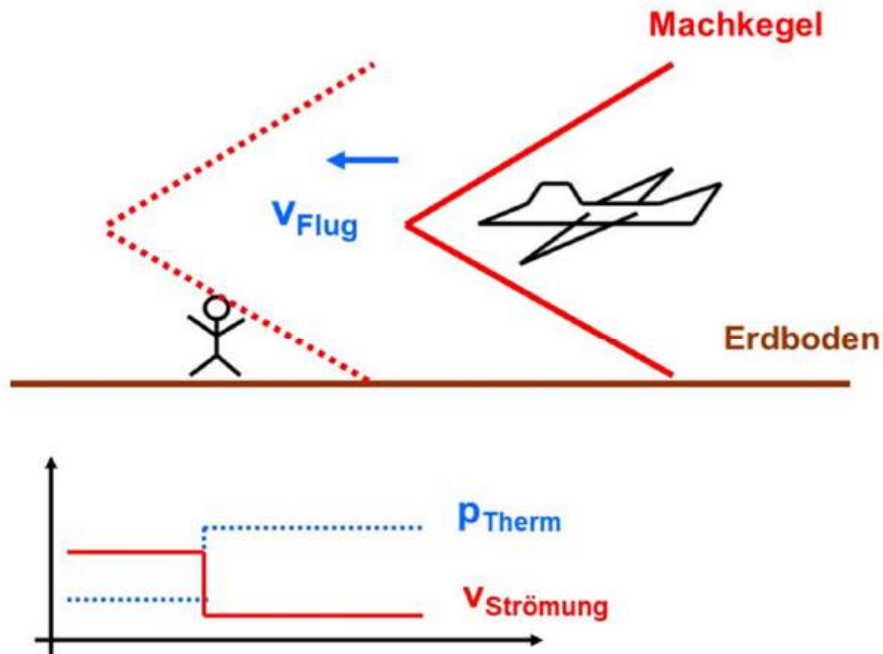


Abb. 3. Schematische Darstellung des sogenannten „Überschallknalls“.

Als Beispiel für einen Durchgang eines Satelliten durch die Bugstoßwelle vor unserer Erde zeigt Abb. 4. Beobachtungen, die an Bord eines der fünf THEMIS-Satelliten gemacht wurden, deren Magnetfeldinstrument von der TU Braunschweig entwickelt wurde⁴. Gegen 20:40 UT zeigen die Magnetometermessungen eine deutliche Zunahme des Magnetfeldes um etwa 25 nT. Gleichzeitig vermindert sich die Strömungsgeschwindigkeit von etwa 350 km/s auf 80 km/s. Diese Verminderung geht einher mit einer Zunahme der Temperaturen der Elektronen und Ionen. Geschwindigkeitsabnahme und Zunahme der Temperatur sind die charakteristischen Hinweise auf die Durchquerung einer „Stoßfreien Stoßwelle“.

Gegen 20:30 ist eine weiter deutliche Änderung der Plasmaeigenschaften zu vermerken (Abb. 4.), die ebenfalls auf eine Durchquerung einer Bugstoßwelle hindeuten. Diese Messungen lassen darauf schließen, dass die Bugstoßwelle kein statisches Gebilde vor der Erde ist, sondern eine dynamische Struktur, die rasch ihre Lage und Form ändern kann. Im Mittel ist die Bugstoßwelle tagseitig bei etwa 13 Erdradien oder 100.000 km Abstand zur Erde zu finden.

⁴ Auster, H.U., K. H. Glaßmeier, W. Magnes, O. Aydogar, W. Baumjohann, D. Constantinescu, D. Fischer, K. H. Fornacon, E. Georgescu, P. Harvey, O. Hillenmaier, R. Kroth, M. Ludlam, Y. Narita, R. Nakamura, K. Okrafka, F. Plaschke, I. Richter, H. Schwarzl, B. Stoll, A. Valavanoglou, M. Wiedemann, The THEMIS Fluxgate Magnetometer, Space Sci. Rev., 141, 235-264, 2008.

Die Breite einer „Stoßfreien Stoßwelle“ liegt bei einigen Hundert Kilometern. D. h. aber, dass in keinem irdischen Labor solche Stoßwellen zu realisieren sind.

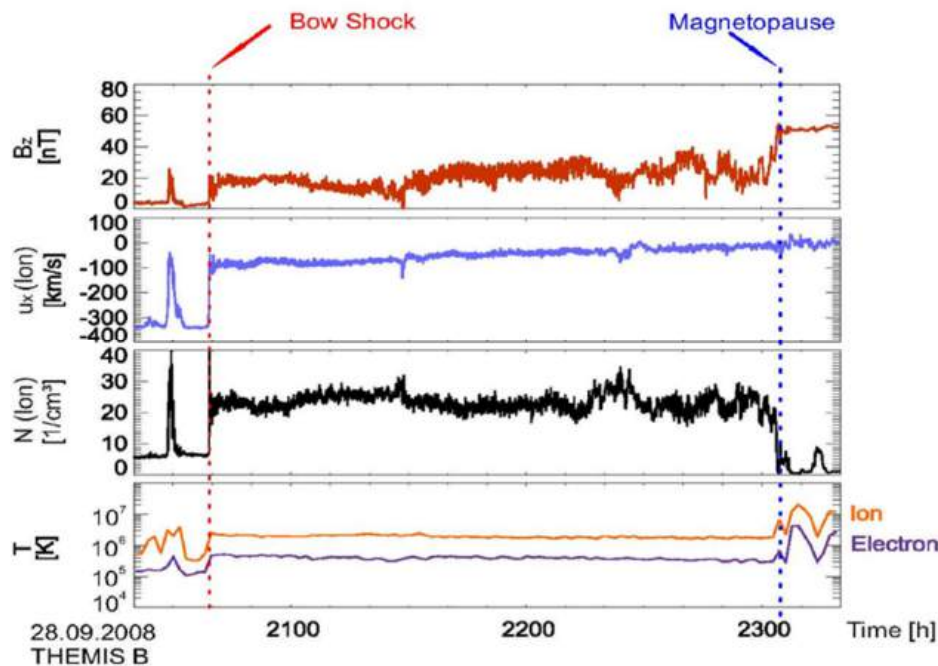


Abb. 4. Beispiel für den Durchgang durch die Bugstoßwelle der Erde (linke Seite). B_z bezeichnet die Komponente des interplanetaren Magnetfeldes senkrecht zur Ekliptik; u_x ist die Komponente der Sonnenwindgeschwindigkeit in Richtung Erde, N die Teilchendichte und T die Temperatur der Elektronen und Ionen.

Die geringe Teilchenzahldichte und die dadurch bedingten großen Skalen der physikalischen Phänomene machen unsere extraterrestrische Plasmaumgebung zu einem natürlich Labor par excellence. Es sei noch hinzugefügt, dass in Stoßwellen elektrisch geladene Teilchen auch auf sehr große Geschwindigkeiten beschleunigt werden können. Solche Beschleunigungsprozesse sind dann auch verantwortlich für sehr energetische kosmische Teilchen, wie sie z. B. in den Stoßwellen einer Supernova-Explosion auftreten können.

In Abb. 4. ist gegen 23:00 UT ein weiterer Sprung im Magnetfeld sowie eine signifikante Abnahme der Teilchendichte zu beobachten. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt kontinuierlich bis zu diesem Sprung ab, geht gegen 0 km/s. Wir sehen hier einen Durchgang durch die tagseitige Magnetopause (siehe Abb. 2.), etwa entlang der Staupunktstromlinie. Die Dicke der Magnetopause liegt bei einigen Hundert Kilometern, d. h. wieder ist es de facto unmöglich einen solchen Durchgang in einem irdischen Labor zu studieren.

Die von den TU-Magnetometern auf THEMIS vermessenen Magnetfeldänderungen sind mit starken elektrischen Strömen in der durchquerten Magnetopause zu erklären. Auf der erd zugewandten Seite der Magnetopause verstärkt dieser Magnetopausenstrom das Magnetfeld und schwächt es auf der erd abgewandten Seite

deutlich ab (Abb. 5.). Die Stromstärke liegt bei etwa 250.000 A, eine sehr große Zahl im Vergleich zu den üblichen 16 A in unseren Haushalten. Physikalisch und technisch interessanter ist allerdings die Dichte des fließenden elektrischen Stromes. In der terrestrischen Magnetopause sind die Stromdichten von der Größenordnung 10^{-8} A/m^2 . In unseren Haushalten sind Werte von 10^6 A/m^2 vorherrschend.

Tagseitig findet man die terrestrische Magnetopause in Abständen von etwa 10 Erdradien, d. h. 64.000 km über der Erdoberfläche. Die tagseitige Position ist bedingt durch ein Druckgleichgewicht zwischen dem Staudruck des Sonnenwindplasmas und dem sogenannten magnetischen Druck auf der erd zugewandten Seite der Magnetopause. In einem Plasma lassen sich die auf das Volumen bezogenen Lorentzkkräfte zerlegen in einen magnetischen Druck und in eine magnetische Spannung. Da sich Sonnenwinddichte und -geschwindigkeit als auch das von der Sonne mitgeschleppte interplanetare Magnetfeld ständig ändern, ist auch die Position der Magnetopause sehr variabel.

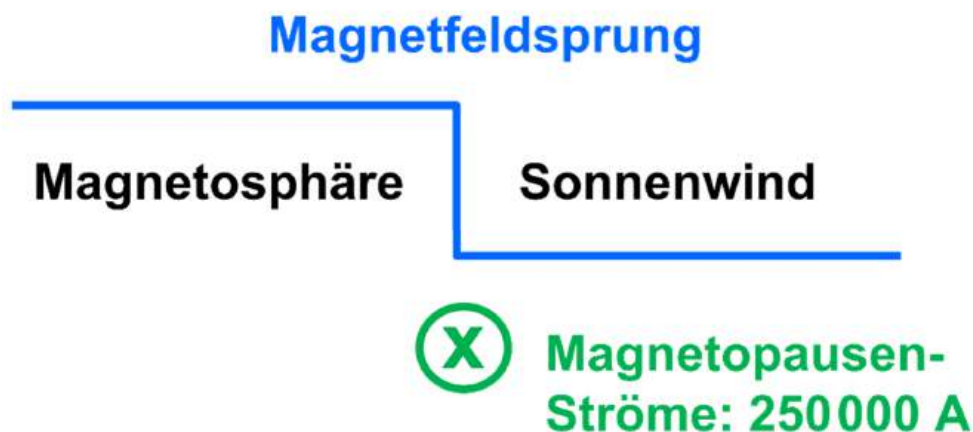


Abb. 5. Schematische Darstellung eines Durchgangs durch eine Magnetopausenschicht. Die den Magnetfeldsprung verursachenden Ströme sind in das Blatt hinein gerichtet.

Natürlich verändert sich auch das Erdmagnetfeld, allerdings auf Zeitskalen von Jahren, Jahrzehnten und Jahrmillionen. Während sogenannter Umkehrungen des Erdmagnetfeldes, Situationen in denen die Dipolkomponente des Erdmagnetfeldes seine Richtung umkehrt, schwächt sich das für die Position der Magnetopause maßgebliche Dipolfeld der Erde stark ab und fällt auf Werte von 5.000 nT, einem Zehntel des heutigen Wertes in Braunschweig, zurück. Nun könnte man annehmen, dass dann die Magnetopause deutlich näher an die Erde heranrückt. Doch zeigen genauere Betrachtungen, dass selbst unter solch extremen Bedingungen die Magnetopause nicht näher als etwa 5 Erdradien an die Erde heranrückt⁵.

⁵ Glaßmeier, K.H., J. Vogt, A. Neuhaus, S. Buchert, Concerning long-term geomagnetic variations and space climatology, Ann. Geophys., 22, 3669-3677, 2004.

Im Falle des Mondes, der heute kein eigenes Magnetfeld mehr besitzt, prallt der Sonnenwind mit seinen hochenergetischen Teilchen auf die Oberfläche unseres Trabanten. Auch die Oberfläche des Planeten Merkur mit seinem schwachen intern erzeugten Magnetfeld ist sehr häufig schutzlos dem Sonnenwind ausgesetzt. Die direkte Wechselwirkung mit solchen ungeschützten planetaren Oberflächen führt zu interessanten physikalischen Effekten wie dem Herauslösen von Atomen aus der Oberfläche. Das kräftige Magnetfeld unserer Erde schützt uns aber gemeinsam mit der Atmosphäre vor dem schädigenden Sonnenwind. Planeten mit starken planetaren Magnetfeldern sind daher auch wichtige Kandidaten für Planeten mit möglicher biogener Aktivität.

3 Magnetosphärenschweif und Polarlichter

Durch die Wechselwirkung des Erdmagnetfeldes mit dem Sonnenwindplasma wird das terrestrische Magnetfeld tagseitig stark gestaucht (Abb. 6.). Ursache dafür ist der tagseitige Magnetopausenstrom. Nachtseitig wird das Magnetfeld in einen sogenannten Magnetosphärenschweif ausgedehnt. Dieser Schweif ist für uns Menschen nicht sichtbar. Mit wissenschaftlichen Messinstrumenten, z. B. Magnetfeldmessungen, ist er aber noch in nachts seitigen Entfernungen von einigen Hundert Erdradien nachweisbar.

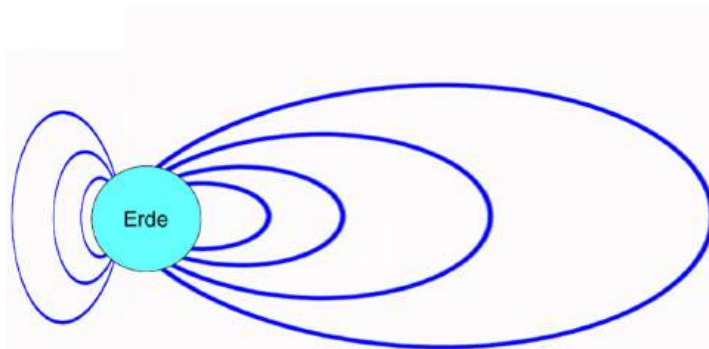


Abb. 6. Deformation des terrestrischen Dipolfeldes durch die Wechselwirkung mit dem Sonnenwindplasma.

Die nachts seitige „Dehnung“ des Feldes ist Folge eines neuen physikalischen Prozesses, der erst mit der Untersuchung extraterrestrischer Plasmen bekannt wurde: Magnetische Rekonnexion. Wegen weiterer Details sei z. B. auf Glaßmeier und Heyner (2021) verwiesen. Daher hier nur eine kurze Erläuterung: Magnetische Rekonnexion ist ein Prozess, in dem magnetische Energie in kinetische Energie umgewandelt wird. Daher kann die Magnetische Rekonnexion auch als Anti-Dynamo-Prozess interpretiert werden. In einem Dynamoprozess wird kinetische Energie in magnetische Energie umgewandelt. Dies geschieht z. B. im äußeren Kern unserer Erde und ist die Ursache für das Erdmagnetfeld.

In Folge des Prozesses der Magnetischen Rekonnexion wird die Topologie des Magnetfeldes verändert. Es entstehen deutlich verbogene Magnetfeldlinien, d. h. magnetische Spannungen treten auf. Einfach gesprochen darf man sich solch verbogene und gedehnte Magnetfeldlinien als gespannte Gummibänder vorstellen. Diese magnetische Spannung versucht sich abzubauen, was mit der Beschleunigung von Plasmateilchen und konvektiven Plasmabewegungen einhergeht. Zunächst findet der Prozess an der Tagseite der Magnetosphäre statt. Magnetfeld und Plasma werden so von der Tagseite zur Nachtseite transportiert (Abb. 7.). Der Magnetosphärenschweif bildet sich.

Dies führt zu einer zunehmenden magnetischen Erosion der tagseitigen Magnetosphäre. Solch ein Prozess kann nicht unendlich weitergehen. Daher setzt nach einiger Zeit auf der Nachtseite im sich bildenden Schweif auch wieder Magnetische Rekonnexion ein. Diese nachtsseitige Rekonnexion führt zu zwei interessanten Plasmabewegungen: einerseits wird Material in Schweifrichtung weg von der Erde in den interplanetaren Raum transportiert, andererseits zur Erde hin transportiert. Der Schweif wird gewissermaßen in zwei Teile getrennt.

In Erdrichtung kommt es durch weitere physikalische Prozesse zur Beschleunigung von elektrisch geladenen Teilchen und in Erdnähe zu einem Plasmatransport zurück zur Tagseite. Sehr anschaulich gesprochen wird der Schweif wie ein Kondensator aufgeladen und entlädt sich in unregelmäßigen Abständen wieder. Typische Zeitskalen liegen bei einigen Stunden. Der ganze Prozess wird auch als Dungey-Zyklus bezeichnet⁶.

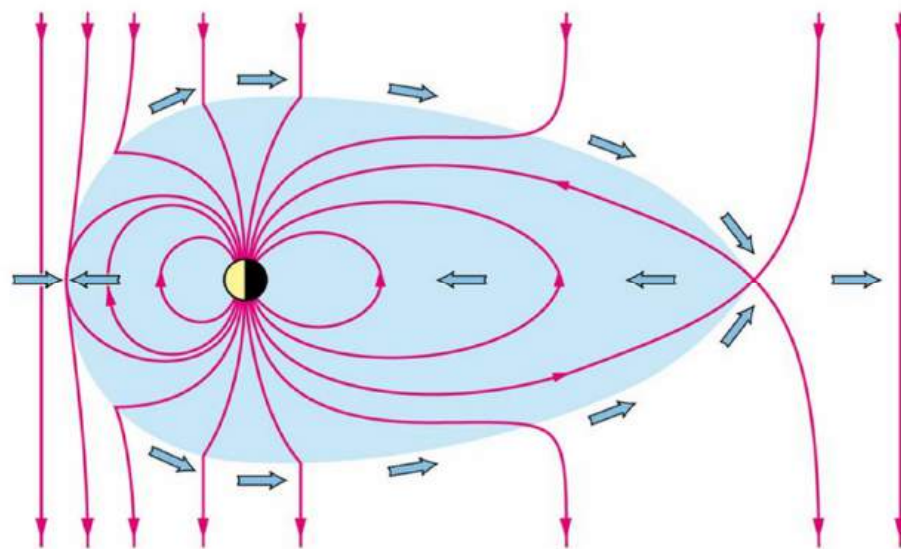


Abb. 7. Schematische Darstellung des Dungey-Zyklus. Quelle: Wolfgang Baumjohann, Institut für Weltraumforschung, Graz.

⁶ Baumjohann, W., R. A. Treumann, Basic Space Plasma Physics, Imperial College Press, 2012.

Die energetischen elektrischen Teilchen, insbesondere Elektronen, die auf der Nachtseite durch Magnetische Rekonnexion und weitere Prozesse in Richtung Erde beschleunigt werden, treffen auf Sauerstoff und Stickstoffatome und -moleküle der nachtseitigen Atmosphäre. Dort regen sie die faszinierenden Polarlichter an (Abb. 8.). Diese Leuchterscheinungen sind nicht auf die Nordpolarregion beschränkt, sondern treten auch in der südlichen Polarregion auf. Polarlichter sind allerdings beschränkt auf die Regionen, wo magnetische Feldlinien durch die Magnetische Rekonnexion neu geordnet wurden. Diese Region nennt man auch das Polarlichtoval. Es stellt eine Art Gürtel um die beidseitigen magnetischen Pole der Erde bei etwa 65° bis 75° magnetischer Breite dar. An den Polen selber treten Polarlichter in der Regel nicht auf.

In vielen populären Veröffentlichungen und in den Medien wird regelmäßig berichtet, dass Polarlicht durch den Einfall von Sonnenwindteilchen in die Atmosphäre entstehen. Dies ist schlicht falsch. Die Polarlichter erzeugenden Elektronen werden auf der Nachtseite der Erde im Magnetosphärenschweif durch die genannten Prozesse erst präpariert. Sie entstammen teilweise dem Sonnenwindplasma, haben ihre Quelle aber auch im Ionosphärenplasma an der Oberkante der Atmosphäre. Es sind diese nachtseitigen Elektronen, die in der Atmosphäre zu den uns faszinierenden Polarlichter führen.

Die Vielfältigkeit der Formen der Polarlichter und ihre Dynamik gehen zurück auf die komplexen plasmaphysikalischen Prozesse im Magnetosphärenschweif. Das sich in Höhen von etwa 80-300 km abspielende himmlische Kinoereignis ist damit auch eine Art Fernseh Bildschirm, durch den wir die Dynamik der Magnetosphäre und Prozesse in der Ionosphäre studieren können.

Polarlichter treten in der Regel in zwei Spektralfarben auf, grün und rot. Das grüne Leuchten ist auf den Übergang eines durch Elektroneneinfall angeregten metastabilen Zustandes auf einen weniger angeregten Zustand des Sauerstoffes zurückzuführen: $O(^1S) \rightarrow O(^1D)$, Wellenlänge 557,7 nm. Rotes Polarlicht geht auf den Übergang $O(^1D) \rightarrow O(^3P)$ bei einer Wellenlänge von 630 nm zurück. Die Lebensdauer des angeregten $O(^1D)$ -Zustandes liegt bei 0,7 s, die des $O(^1D)$ -Zustandes bei 107 s. Die Langlebigkeit des $O(^1D)$ -Zustandes bedingt auch, dass dieser Zustand ohne Emission von Photonen durch sogenanntes Quenching, d. h. Kollision mit thermischen Elektronen abgeregt werden kann. Dies ist besonders in geringeren Höhen wegen der großen Teilchendichte möglich. Daher tritt rotes Polarlicht in der Regel über dem grünen Polarlicht auf.



Abb. 8. Polarlichterscheinung, aufgenommen am 25. März 2025 in Finnisch Lappland. In der oberen Bildmitte ist auch rotes Polarlicht zu beobachten.

Polarlichter sind eine sehr natürliche Folge des Einfalls energetischer Teilchen aus dem Schweif einer Magnetosphäre in die Atmosphäre eines Planeten. Polarlichter werden daher nicht nur auf unserer Erde beobachtet, sondern sind auch beeindruckende Phänomene bei den Planeten Jupiter und Saturn. Abb. 9. zeigt eine Aufnahme des NASA/ESA Hubble Space Telescopes des Planeten Jupiter. Deutlich ist die Polarlichtaktivität in der Polarregion dieses Gasriesen zu sehen. Der Nachweis von Polarlichtern bei Planeten außerhalb unseres Sonnensystems, sogenannten Exo-Planeten, darf daher auch als Hinweis auf die Existenz eines globalen Magnetfeldes und einer planetaren Atmosphäre gesehen werden. Polarlichter sind somit nicht nur faszinierende Himmelserscheinungen, sondern auch Hinweise auf eine habitable planetare Umgebung.

4 Die Magnetosphären von Kometen

Magnetosphären im klassischen Sinne sind die Wechselwirkungsregionen von Planeten mit einem deutlichen globalen Magnetfeld und dem Sonnenwind. Die Magnetosphäre und der Schweif sind nicht sichtbar. Gänzlich anders ist dies im Falle der Kometen. Kometenschweife gehören neben den Polarlichtern zu den herausragenden sichtbaren Himmelsereignissen (Abb. 10.). Die Wechselwirkung ist jedoch von völlig anderen physikalischen Prozessen bestimmt.

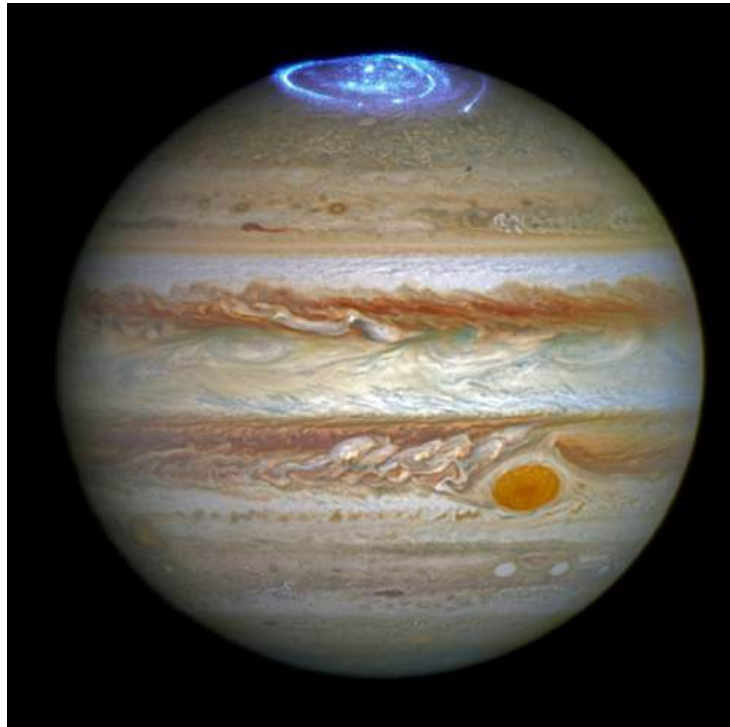


*Abb. 9. Polarlichterscheinung über der Nordpolarregion des Planeten Jupiter.
Quelle: NASA, ESA, und J. Nichols (Universität Leicester).*

Sobald ein Kometenkern, bestehend aus Staub und Eis, in Sonnennähe kommt, sublimieren seine oberflächennahen Schichten und große Mengen Staub und Gas werden in seine interplanetare Umgebung getragen. Die die Oberfläche verlassenden Gase sind zunächst Neutralgase. Durch die UV-Strahlung der Sonne und Kollisionen mit energetischen Elektronen des Sonnenwindplasmas werden diese Neutralgase jedoch ionisiert. Im Moment der Ionisation „sehen“ die entstandenen Elektronen und Ionen sofort das Magnetfeld des Sonnenwindes. Lorentzkräfte wirken und koppeln die „neugeborenen“ Ionen mit dem vorbeiströmenden Plasma. Diese Kopplung bewirkt einen Impuls- und Energieübertrag vom Sonnenwind auf die Teilchen kometaren Ursprungs. Die kometaren Ionen werden vom Sonnenwind aufgepickt; man spricht daher auch von „Pick-Up-Ionen“ und einer Massenbeladung des Sonnenwindes. Wegen weiterer Details dieses Prozesses sei auf den Übersichtsartikel von Glaßmeier (2017) verwiesen.

Die Wechselwirkung von Kometen mit dem Sonnenwind ist eine Wechselwirkung zwischen zwei Gasen bzw. Plasmen. Das zu umströmende Objekt ist kein fester Körper wie der Mond oder ein Objekt mit starkem Magnetfeld. Trotzdem sind die entstehenden morphologischen Strukturen vergleichbar. Auffällig ist zunächst der Kometenschweif. Aufgrund der Wechselwirkung ist er immer in Richtung der Sonnenwindströmung gerichtet. Ludwig Biermann (1907-1986) folgerte aus dieser Eigenschaft auf die Existenz einer die Sonne verlassenden Partikelströmung, die wir heute als Sonnenwind bezeichnen⁷.

⁷ Biermann L., Kometenschweif und Korpuskularstrahlung, Z. Astrophys., 29, 274–286, 1951.

Es war der spätere Nobelpreisträger Hannes Alfvén (1908-1995), der die Entstehung der Plasmaschweife der Kometen als Folge der Wechselwirkung mit dem Sonnenwind erklärte⁸. Aufgrund der Massenbeladung kommt es in der Nähe des Kerns zu einer deutlichen Verminderung der Geschwindigkeit des Sonnenwindes.



Abb. 10. Der Komet 1P/Halley, beobachtet am 9. Januar 1986 mit dem Schmidt-Teleskop auf dem Calar Alto in Südspanien. 1P/Halley war zur Zeit der Beobachtung etwa 200 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Der abgebildete Schweif war etwa sechs Millionen Kilometer lang. Quelle: Kurt Birkle, Max-Planck-Institut für Astronomie.

In größerer Entfernung ist der Sonnenwind unbeeinflusst, da die Dichte der kometaren Ionen mit zunehmendem Abstand zum Kern deutlich abnimmt. Daher drapiert sich das Sonnenwindmagnetfeld um den Kern des Kometen (Abb. 11.). Da das Magnetfeld eine wesentliche Rolle für die Wechselwirkung mit Ionen kometaren Ursprungs spielt, ist dies eine plausible, erste Erklärung für die Schweifentstehung.

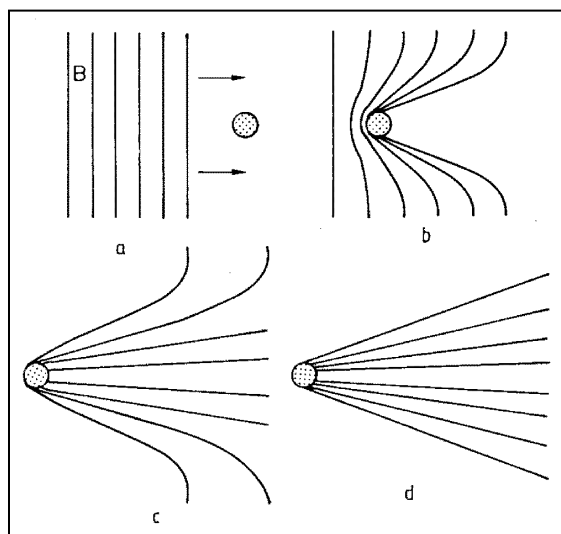


Abb. 11. Schematische Darstellung der Entstehung eines kometaren Plasmaschweifes nach Hannes Alfvén. Quelle: Alfvén (1957).

⁸ Alfvén, H., On the theory of comet tails, Tellus, 9, 92-95, 1957.

Das Leuchten des Schweifes ist, ähnlich wie das Polarlichtleuchten, auf durch energetische Elektronen angeregte meta-stabile Zustände von z. B. Sauerstoff und Kohlendioxid zurückzuführen. Strukturen im Plasmaschweif, in Abb. 10. z. B. sichtbare leuchtende Streifen, sind Hinweise auf die Dynamik des massenbeladenen Plasmas in der Wechselwirkungsregion. Die zugrundeliegenden Prozesse sind allerdings aufgrund fehlender Detailbeobachtungen noch nicht eindeutig geklärt.

Auch die Wechselwirkung mit einem ausgasenden Kometenkern findet in einem super-sonisch strömenden Medium statt. Es tritt demnach wieder das Problem der „Benachrichtigung“ des Mediums stromaufwärts auf. Dieses Problem führt im Falle der Wechselwirkung mit Planeten, die ein globales Magnetfeld besitzen, zur Ausbildung einer Bugstoßwelle. Dies geschieht auch bei den Kometen, aber in etwas anderer Art und Weise. Der Sonnenwind wird zunächst mit neuer Masse kometaren Ursprungs beladen. Diese Massenbeladung unterliegt gewissen Einschränkungen. Denn Impuls- und Energieerhaltungssatz müssen gleichzeitig erfüllt werden, was ab einer bestimmten Beladung nicht mehr möglich ist. In einer kritischen Entfernung vom Kometenkern bildet sich dann eine Bugstoßwelle aus (Abb. 12.). Wegen weiterer Details sei auf die Arbeit von Glaßmeier (2017) verwiesen.

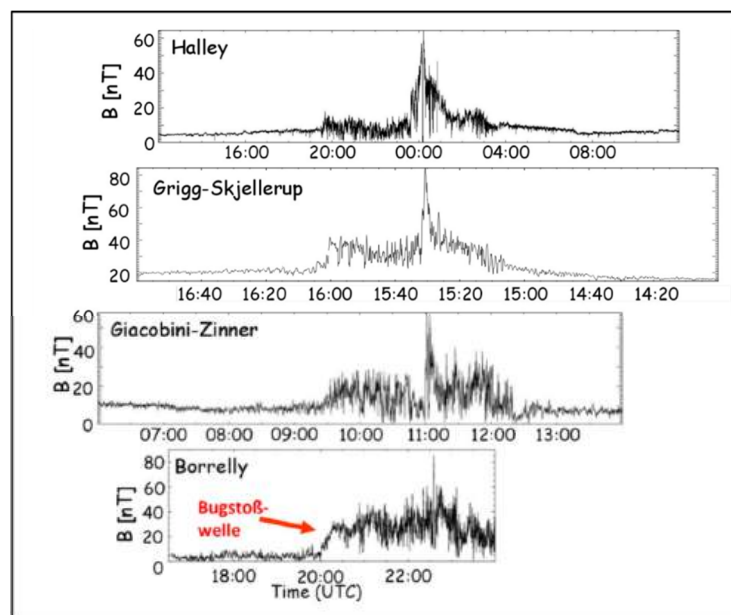


Abb. 12. Magnetfeldmessungen in der Nähe der Kometen 1P/Halley, 26P/Grigg-Skjellerup, 21P/Giacobini-Zinner und 19P/Borelly.

Die Lage der Bugstoßwelle hängt wesentlich von der Aktivität des Kometenkerns ab. Sie variiert zwischen einigen Hundert Kilometern und mehreren Hunderttausend Kilometern Abstand zum Kometenkern. Die Dicke der Stoßwelle liegt bei einigen Tausend Kilometern. Wieder haben wir es mit räumlichen Skalen zu tun, die in keinem irdischen Labor realisierbar sind. Unsere extraterrestrische Plasmaumgebung ist daher das geeignete natürliche Labor, um plasmaphysikalische Prozesse in astrophysikalischen Umgebungen in-situ studieren zu können.

Sehr häufig können auch kometare Schweifabtrennungen beobachtet werden, sichtbare Abtrennungen des Schweifes von seiner Kernumgebung. Ein besonders prägnantes Ereignis dieser Art zeigt Abb. 13. Die Physik solcher Vorgänge ist nicht geklärt. Vermutlich spielt aber Magnetische Rekonnexion, wie sie im Schweif der Erdmagnetosphäre auftreten kann, eine wichtige Rolle. Während uns eine terrestrische Schweifabtrennung (siehe die schematische Darstellung in Abb. 7) nicht sichtbar ist, sondern nur durch physikalische Messungen nachgewiesen werden, bieten uns daher Kometen und ihre Wechselwirkung mit dem Sonnenwind ein eindrucksvolles, sichtbares Zeichen komplexer plasma-astrophysikalischer Prozesse.



Abb. 13. Der Komet 1P/Halley, beobachtet am 10. Januar 1986 mit dem Schmidt-Teleskop auf dem Calar Alto in Südsanien. Deutlich sichtbar ist die Schweifabtrennung. Quelle: Kurt Birkle, Max-Planck-Institut für Astronomie.

5 Zusammenfassung

Etwa 99 % der baryonischen Materie im Universum befindet sich im Plasmazustand. Das Verständnis von Plasmaprozessen ist daher von fundamentalem Interesse für ein vertieftes Verständnis astrophysikalischer Vorgänge. Die räumlichen Skalen solcher Vorgänge liegen meist bei Hunderten bis einigen Tausenden Kilometern. In keinem irdischen Labor können solche Prozesse somit experimentell untersucht werden. Seit mehr als sechzig Jahren bietet uns aber die Raumfahrt die Möglichkeit, unsere extraterrestrische Umgebung genauer zu erforschen. Besondere Bedeutung hat hier der Untersuchung der Wechselwirkung des Sonnenwindplasmas mit planetaren Körpern.

Drei interessante physikalische Prozesse wurden in dieser Übersicht angesprochen: Stoßfreie Stoßwellen, Magnetische Rekonnexion und Massenbeladung

durch Pick-Up-Ionen. Alle drei Prozesse sind von universeller Bedeutung und treten auch in anderen astrophysikalischen Systemen in abgewandelter Form auf. Sie dürfen als galaktische Entdeckungen bezeichnet werden, nicht im Sinne der Entdeckung neuer Objekte wie schwarzer Löcher oder Quasaren, sondern im Sinne der Entdeckung bisher unbekannter physikalischer Prozesse.

Literaturhinweise

Alfvén, H., On the theory of comet tails, *Tellus*, 9, 92-95, 1957.

Auster, H.U., K. H. Glaßmeier, W. Magnes, O. Aydogar, W. Baumjohann, D. Constantinescu, D. Fischer, K. H. Fornacon, E. Georgescu, P. Harvey, O. Hillenmaier, R. Kroth, M. Ludlam, Y. Narita, R. Nakamura, K. Okrafka, F. Plaschke, I. Richter, H. Schwarzl, B. Stoll, A. Valavanoglou, M. Wiedemann, The THEMIS Fluxgate Magnetometer, *Space Sci. Rev.*, 141, 235-264, 2008.

Baumjohann, W., R. A. Treumann, *Basic Space Plasma Physics*, Imperial College Press, 2012.

Biermann L., Kometenschweife und Korpuskularstrahlung, *Z. Astrophys.*, 29, 274–286, 1951.

Glaßmeier, K.H., J. Vogt, A. Neuhaus, S. Buchert, Concerning long-term geomagnetic variations and space climatology, *Ann. Geophys.*, 22, 3669-3677, 2004.

Glaßmeier, K. H., Interaction of the solar wind with comets: A Rosetta perspective, *Phil. Trans. R. Soc. A*, 375, doi:10.1098/rsta.2016.0256, 2017.

Glaßmeier, K. H., D. Heyner, Planetary Magnetic Fields, in: Maggiolo, R., André, N., Hasegawa, H., Welling, D. (Hrsg.), *Space Physics and Aeronomy Collection Volume 2: Magnetospheres in the Solar System*, S. 367-389, *Geophysical Monograph* 259, American Geophysical Union, Washington, 2021. doi: 10.1002/9781119815624.ch24.

Gold, T., Motions in the magnetosphere of the Earth, *Journal of Geophysical Research*, 64, 1219-1224, 1959. doi:10.1029/JZ064i009p01219

Neugebauer, M. und Snyder, C. W., The Mission of Mariner II, Preliminary Observations, *Solar Plasma Experiment*, *Science* 138, 1095–1100, 1962.

Parker, E. N., Dynamics of the Interplanetary Gas and Magnetic Fields, *Astrophysical Journal*, 128, 664-668, 1958. doi:10.1086/146579

Das Schneeball-Erde-Paradox

JOACHIM REITNER

Geobiologie, Fakultät für Geowissenschaften und Geographie der Universität
Göttingen

Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen

jreitne@gwdg.de

Der Begriff „Schneeball Erde“ oder „Snowball Earth“ wurde von Joseph Kriscvink 1992 in einer kleinen versteckten Publikation definiert. Er kam zu dem Schluss, dass im ausgehenden Proterozoikum (vor ca. 900-600 Mill. Jahren) mehrere globale Vereisungen stattgefunden haben müssen aufgrund von Eiszeit-Sedimenten (Tillite, Diamiktite), die auf allen damaligen Kontinenten gefunden wurden (Reitner 2009). Die damaligen Kontinente waren zu einem Superkontinent mehr oder weniger vereinigt, den man Rodina nennt (Hoffman, 1991). Die Bildung von Rodina begann vor ca. 1,1 Mrd Jahren, und ab einem Zeitraum vor rund 750 Mill. Jahren wurde das plattentektonische Zerbrechen von Rodina über einen sog. „Superplume“ eingeleitet. Superplumes sind gigantische Magmen-Aufstiege im Erdmantel, die auch zu umfangreichem Vulkanismus führen und verstärkt Plattenbewegungen verursachen. Wichtig ist die Erkenntnis, dass die meisten Kontinente in niederen Breiten sich befunden haben. Soweit zur Einführung von Kriscvinks Idee einer Schneeball-Erde.

Bevor wir weiter ins Detail gehen, müssen wir einen Blick zurück in die Frühzeit der Erde, dem sog. Hadaikum (4,5 bis 4 Mrd. Jahre), werfen. Von den ersten 500 Mill. Jahren auf der Erde gibt es praktisch keinen geologischen Bericht. Mit Ausnahme von kleinen Zirkon-Kristallen (ZrSiO_4) mit einem Alter von ca. 4,4 Mill. Jahren, die in Konglomeraten des Yigarn Kraton in Westaustralien gefunden wurden (Wilde et al. 2001). Die stabilen Sauerstoff-Isotope ($\delta^{18}\text{O}$) zeigen für diese Zeit schon flüssiges Wasser an. Es sollte aber kalt und die Erdoberfläche vereist sein – die Sonne hatte nur 70 % ihrer Strahlkraft. Die Lösung dieses Paradox liegt in den Gezeitenkräften des damals noch nahen Mondes, der nur rund 30.000 bis 130.000 km von der Erde entfernt war (Zharkov, 2000, Heller et al. 2021). Die enormen Gezeitenkräfte, die auf die Erde einwirkten, erwärmten die Erde in vergleichbarer Weise wie dies heute bei den Monden der großen Planeten, wie Jupiter und Saturn, der Fall ist. Wir haben in einer detaillierten Studie nachgerechnet, welche Auswirkungen dieses Phänomen auf die Habitabilität der frühen Erde gehabt hat (Heller et al. 2021). Durch die erheblichen Gezeitenkräfte (Tidal Bulge) kam es zu hydrothermalen Pumpensystem in der frühen ozeanischen Kruste, welche das Ozeanwasser flüssig hielt. Diese Gezeiten-gesteuerten hydrothermalen Pumpensysteme spielten bis in das ausgehende Archaikum

(2,6 Mrd. Jahre) eine große Rolle. Das Vorhandensein von flüssigem, ozeanischem Wasser in einem Zeitraum von 4,4 bis 4 Mrd. Jahren war essentiell für die Entwicklung einer präbiotischen Welt und Bildung von organischen Molekülen (OM). Es gibt zwei Quellen für die Versorgung der präbiotischen Welt mit OM, zum einen über Meteoriten („Kohlige Chondriten“) und Kometen und zum anderen über Wasser-Gesteinswechselwirkungen, auch im Umfeld von hydrothermalen Pumpensystemen. Ein wichtiger Prozess ist dabei die Serpentinisierung von ultramafischen Mantelgesteinen, die, z. B. reich an Mg-Olivinen (Forsterit) sind. Es kommt dabei zur Bildung von molekularem Wasserstoff (H_2) der mit Mantel- CO_2 über Fe-Ni Metalle (z. B. Awaruit- $FeNi_3$) zu Kohlenwasserstoffen katalysiert wird (FTT-Fischer-Tropsch-Typ Reaktion) (Russel, et al. 2010). Wasser-Gesteinswechselwirkungen sind ein fundamentaler Prozess, der nachhaltig die chemische Dynamik und Habitabilität der Erde beeinflusst – aber nicht nur der Erde. Interessante „Schnee-/Eis-Bälle“ stellen eine Reihe von Monden der großen Gasplaneten Saturn und Jupiter dar, die z. T. eine ungewöhnliche Dynamik aufweisen. Von besonderem Interesse sind die kleinen Eismonde „Europa“ (Jupiter) und „Enceladus“ (Saturn) (Carroll 2019). Am besten untersucht ist der kleine Saturn-Mond Enceladus, an dem die Cassini-Sonde 2005-2017 mehrfach an ihm vorbeiflog und eine Vielzahl von Daten gesammelt hat. Von besonderem Interesse sind sog. „Kalte Geysire“, die am Südpol von Enceladus beobachtet wurden. Man geht davon aus, dass es unter der 20 bis 25 km dicken Eisschicht einen salzigen (3,8 %) und alkalischen Ozean gibt (pH 9-10) und der innere Kern aus vermutlich porigen ultramafischen Silikaten besteht. Eine aktuelle Studie kommt zu dem Ergebnis, dass durch Gezeitenreibung, verursacht durch Saturn, vergleichbar wie wir sie auch für die frühe Erde annehmen, genügend Wärme erzeugt werden kann, um die hydrothermalen Aktivitäten im Inneren des Saturnmondes Enceladus über lange Zeit hinweg anzutreiben, sofern der Mond einen hochporösen silikatischen Kern hat. Die Eisdicke an der Südpolregion beträgt nur 1 bis 5 km. Dort werden Wasserdampf und Eiskörner durch Spalten im Eis („Tiger Stripes“) in den Weltraum ausgestoßen. Die Zusammensetzung des von Cassini gemessenen ausgestoßenen Geysir-Materials umfasste diverse Salze und SiO_2 -Partikel, was darauf hindeutet, dass sie durch heißes Wasser bei mindestens ca. 90 °C entstanden sind. Dieses Wasser tritt mit silikatischem, ultramafischen Gestein im porösen Kern des Mondes in Wechselwirkung und es entstehen dabei auch komplexe organische Moleküle, vergleichbar mit Prozessen, die bei Serpentinisierung ultramafischer Minerale mit Fischer-Tropsch-Typ Reaktionen ablaufen. Diese organischen Moleküle (z. B. Methan, C2-C6 Kohlenwasserstoffe, auch NH_3 usw.) wurden in den kalten Geysiren gemessen (Khawaja et al. 2025, Choblet et al. 2017, Waite et al. 2009) und sind vergleichbar mit präbiotischen Molekülen, wie wir sie auch für die Erde annehmen. Die Eismonde repräsentieren ein präbiotisches Modell für die frühe Erde.

Nun zurück zur Erde in einem Zeitraum vor rund 2,5 Mrd. Jahren (Beginn des Proterozoikums). In der hadaischen und archaischen Zeit davor war die Erde

anoxisch, d. h. es war nahezu kein freier Sauerstoff vorhanden. Die Atmosphäre war bestimmt durch N_2 , CH_4 , CO_2 , H_2 , NH_3 , H_2O (Dampf)) (Catling & Zahnle 2020) und hohen Gehalten an Edelgasen (z. B. Xenon) (Avicé et al. 2025). Autotrophe C-Fixierung erfolgte überwiegend über anoxygene Photosynthese, z. B. via photoferrotrophe Bakterien (Bryce & Kappler et al 2023). Das änderte sich in einem Zeitraum vor rund 2,5 Mrd. Jahren durch den Beginn oxygener Photosynthese durch die stammesgeschichtlich im späten Archaikum entstandenen Cyanobakterien, die CO_2 und H_2O mit Hilfe von Sonnenlicht in Kohlenhydrate (CH_2O), H_2O und molekularen Sauerstoff O_2 umwandeln (Schirrmeister et al. 2015; Davín et al. 2025). O_2 stellt dabei ein toxisches Stoffwechselendprodukt dar. Dieser Zeitraum wird auch als „Great Oxidation Event – GOE“ bezeichnet (Lyons et al. 2015). Die Folgen waren gravierend, es kam zu einem rapiden Anstieg der Biomasse, zu einem enormen CO_2 -Verbrauch, zu einer erheblichen Oxidation von Methan und somit zu einer massiven Reduktion von Treibhausgasen. Die Auswirkungen waren global, es führte zu einer „Vergiftung“ der anoxygenen Biosphäre, Verdrängung und Aussterben anaerober Lebensgemeinschaften und zum Ende der spät-archaischen Treibhauswelt. Der enorme Verbrauch an CO_2 und anaerobe und aerobe Oxidation von Methan führte zu einer rapiden Abkühlung – es kam in der Folge zur Bildung einer ersten „Schneeball-Erde“ der Huron Vereisung vor ca. 2,4 Mrd. Jahren. Typische Gletscher Sedimente (Tillite, Diamiktite) wurden auf allen damals existierenden Kontinenten gefunden, die schon zu einem vermutlich ersten Superkontinent (Kenorland) (Rogers & Santosh 2003) in niederen Breiten gruppiert waren (Gumsley et al. 2017). Das Abschmelzen der Gletscher am Ende der Huron-Vereisung führte zu einem erheblichen Sedimenteintrag in die Ozeane, verbunden mit einer Eutrophierung des Meerwassers durch unterschiedliche mineralische Nährstoffe, z. B. Phosphat. Dies begünstigte das mikrobielle Wachstum in Ozeanen und verbunden mit einer Schichtung der Ozeane in einen oxygenierten oberen Wasserkörper und einen anoxischen tieferen Wasserkörper. Die Bildung von ausgedehnten „Banded Ironstone Formations – BIF“ in einem Zeitraum um 2,2 Mrd. Jahren ist vermutlich damit verbunden. Heute wird davon ausgegangen, dass BIFs überwiegend über photoferrotrophe Bakterien gebildet wurden (Widdel et al 1993; Bryce & Kappler et al 2023). Der verstärkte Nährstoff-Eintrag beeinflusste auch das Wachstum der Cyanobakterien und andere mikrobielle Gemeinschaften, was zur Bildung umfangreicher Stromatolith-Bildungen im Proterozoikum führte. Cyanobakterien begünstigen auch die Karbonatfällung *via* exopolymere Substanzen (EPS) und fixieren so zusätzlich im erheblichen Maß CO_2 in Karbonat. Mikrobielle Photosynthese und Karbonatfällung, zusammen mit anaerober Methan Oxidation (AOM), halten die Treibhausgas Konzentrationen über einen langen Zeitraum von ca. 1 Mrd. Jahren stabil. Dieser Zeitraum wird auch als „Boring Billion“ bezeichnet (Knoll et al. 2008). Eine wichtige phylogenetische Innovation findet in dieser Zeit statt, die Entstehung komplexer Zellen (eukaryotische Zellen) mit Zellkern und Aufnahme von Alpha-Proteobakterien in die Zelle – Entstehung der Mitochondrien, später auch einzellige Cyanobakterien, die zu Chloroplasten umgewandelt wurden. Diese

Vorgänge werden als Endosymbiose bezeichnet. Die Mithilfe der Mitochondrien konnte die Zellatmung *via* ATP-Adenosin Triphosphat optimiert werden (Sagan 1967). Die organismische und ökologische Entwicklung im frühen und mittleren Proterozoikum sind eine unmittelbare Folge des verstärkten sedimentären Nährstoffeintrags im Nachgang zur Huron-Vereisung. Die eukaryotische Innovation war ein evolutionäres Schlüsselereignis.

Vor rund 1,1 Mrd. Jahren kommt es zu einer erneuten Bildung eines Superkontinents, der „Rodinia“ genannt wird, und damit zu ca. 400 Mill. Jahren andauernden sehr instabilen ökologischen Bedingungen, die gesteuert wurden von verschiedenen globalen Vereisungsphasen. Die Hauptphasen der Schneeball-Erde-Vereisungen fallen in einem Zeitraum vor ca. 850 Mill. Jahren bis ca. 635 Mill. Jahren und werden Cryogenium genannt (Gradstein et al. 2004; Hoffman et al. 2017). Es lassen sich 4 Vereisungsphasen nachweisen, wobei allerdings nur zwei, die Sturt- und Marinoan-Vereisung, einen globalen „Snowball“-Charakter aufweisen. Die Sturt-Vereisung begann vor rund 717 Mill. Jahren und dauerte bis vor 660 Mill. Jahren, mit ca. 57 Mill. Jahren eine sehr lange Zeit. Der Beginn ist auch markiert mit einer sog. „Large Igneous Province-LIP“ eine Art Superplume, der das Zerbersten von Rodinia einleitet. Die Marinoan-Vereisung begann vor rund 654 Mill. Jahren und endete vor ca. 632 Mill. Jahren und hatte somit eine Dauer von rund 22 Mill. Jahren. Die Kontinente lagen alle wieder mehr oder weniger in niederen Breiten und die Polregionen hatten keine Landmassen. Man kann davon ausgehen, dass die ehemaligen kontinentalen Kollisionszonen durch Hochgebirge gekennzeichnet waren, vergleichbar heute mit dem Himalaya. Die Vereisungen begannen vermutlich in den Polregionen und wanderten in die niederen Breiten, beschleunigt durch Vereisungen in den Gebirgszonen, hier verbunden vermutlich

„Schneeball Erde“ Szenario

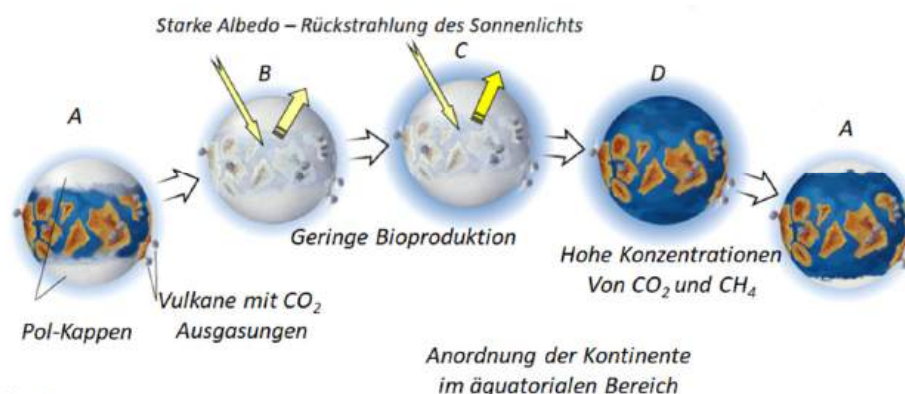


Fig.1

Dargestellt sind vereinfacht die 4 Hauptphasen der Vereisung. Die Kontinente sind in niederen Breiten lokalisiert und noch gruppiert in der Rodinia-Superkontinent-Konstellation. In A Wachsen der Eisschilde von den Polkappen zu den niederen Breiten. Hier wird die Vereisung durch Hochgebirge begünstigt. B+C repräsentieren die Schneeball-Erde-Situation mit starker Albedo und geringer Primärproduktion. Allmähliche Zunahme von Treibhausgasen, bedingt durch Vulkanismus und geringer Primärproduktion. D sogenannte „Hothouse“-Situation. Dann wieder Beginn der Vereisung (Abbildung verändert nach Pearson Education 2006 und Reitner 2009).

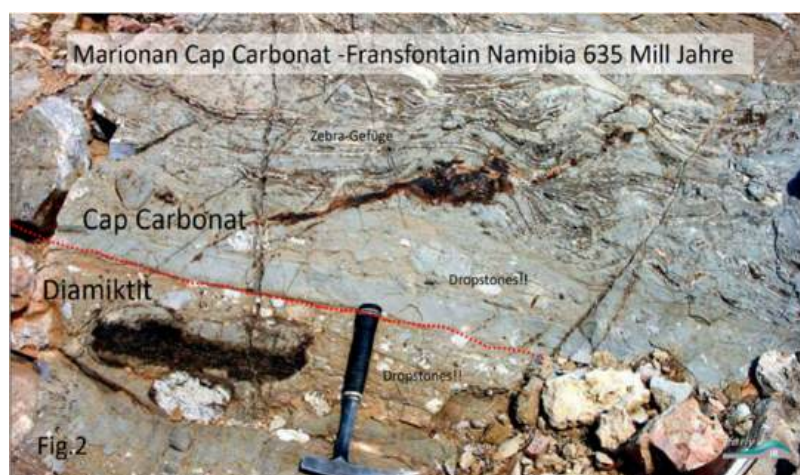
mit erheblichen Monsunregen. Es erfolgte ein Rückgang der Bioproduktion und eine verstärkte Albedo mit einem Rückkoppelungseffekt. Ob die Ozeane komplett vereist waren ist umstritten, vermutlich nicht (Lewis et al. 2007) (Fig. 1).

Folge war, dass für Millionen von Jahren die Bioproduktion eingeschränkt war und somit der CO_2 -Verbrauch niedrig. Durch Vulkanismus stieg der Anteil an Treibhausgasen ebenso weiter an, so dass es irgendwann zu einer rapiden Erwärmung kam und der Planet wieder auftaute. Vermutlich wird dieses Szenario während der beiden großen Vereisungsphasen mehrfach passiert sein. Was die Schneeball-Erde-Phasen initial verursacht hat, ist bis dato unklar.

Für unsere Betrachtungen sind letztlich wieder die Auftauphasen von erheblicher Bedeutung, wie schon für die Huron-Eiszeit postuliert. Eis ist kein homogenes sauberes Material, sondern voll mit unterschiedlichen Sedimenten und volatilen Phasen (Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse) – Dirty Ice – und eben Süßwasser. Die Erosionskraft der Gletscher ist enorm und das Abschmelzen des Dirty Ice hatte nachhaltige gravierende Folgen, vor allem für die Chemie der Ozeane. Dies führte zu einer gravierenden Veränderung der Ozean-Chemie und zur Überdüngung!

Der Eintrag von Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{PO}_4^{3-}/\text{P}^{3-}$, SiO_2 , SiO_4^{4-} und vielen anderen Molekülen, Kationen und Elementen, sowie Karbonat-Ionen (CO_3^{2-} ; HCO_3^-), bedingt durch Aufarbeitung von Silikat- und Karbonatgesteinen durch Gletscher, veränderte die Meerwasser-Zusammensetzung nachhaltig gravierend. Der massive Anstieg der Ca^{2+} -Konzentration führte sehr wahrscheinlich zu einem Ca-Stress bei Organismen und somit auch zu einem „Evolution-Beschleuniger“.

Eine unmittelbare Folge dieser Veränderung der Ozeanchemie lässt sich in dem „Cap Carbonat“ Paradox ablesen (Fig. 2).



Dieses Bild zeigt die scharfe fazielle Trennung zwischen Gletscher-Eisberg Diamiktit und überlagernden Cap Carbonat. Normalerweise ist eine solche fazielle Abfolge unwahrscheinlich. Interessant ist, dass in dem basalen Cap Carbonat noch Dropstones aus den abschmelzenden Eisbergen zu sehen sind. Das heißt, die Cap Carbonate wurden noch unter glazialen Bedingungen gebildet. Die oberen Abfolgen zeigen eine Zebra-artige Struktur der Karbonate, die vermutlich auf Schrumpfung der vermutlich hydratisierten Karbonate durch Wasserlust zurückzuführen ist. Cap Carbonate sind eine unmittelbare Folge der Eutrophierung des Ozeanwassers durch abschmelzende Gletscher.

Auf den Eiszeitsedimenten der finalen Abschmelzphasen bildeten sich ausge dehnte Karbonat-Ablagerungen, meistens als Dolomit und auch Kalzit, die eigentlich unter diesen Bedingungen nicht entstehen sollten (Reitner 2011; Shields 2005; Jiang et al. 2003). Hauptursache der sog. Cap Carbonat-Bildung war eine extrem hohe Karbonat-Alkalinität (CO_3^{2-} , HCO_3^-), hohe Konzentrationen an divalenten Kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , etc.) und hohe Gehalte an Mikronährstoffen (z. B. Ni, Zn, Fe, Mo, P, usw.). Ein Teil der Cap Carbonate ist vermutlich in der noch kalten Wassersäule als hydratisiertes Karbont gefällt worden, ähnlich Ikait-Glendonit, das sich in kaltem Meerwasser bilden kann (Diekmann et al. 2008; Suess et al. 1982). Mikrobielle Mineralisationsprozesse spielten eine weitere steuernde Rolle bei der Karbonatfällung, insbesondere mikrobielle Sulfatreduktion (MSR), oft auch gekoppelt mit anaerober Methanoxidation (AOM). Durch die Erwärmung der Ozeane kam es auch zu einem Kollaps der Methan-Hydrate („Methan-Eis“) und zu einer erheblichen Freisetzung von Methan. Das Methan wurde *via* MSR anaerob oxidiert und die daraus resultierenden Cap Carbonate haben leichte $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von bis zu -50 ‰, typisch für diesen Prozess. Grundsätzlich spielt MSR eine erhebliche Rolle und lässt sich über mikrobiell gebildete Pyrit-Stromatolithe und framboidalen Pyrit in den Cap Karbonaten nachweisen. Die mit der MSR verbundenen Karbonate zeigen $\delta^{13}\text{C}$ Werte von rund -15 ‰.

Die postglaziale Eutrophierung hat zu einer erheblichen mikrobiellen Aktivität, verbunden mit umfangreichen Cap Carbonat-Bildungen, geführt.

Per Definition ist das Cryogenium mit dem Ende der Marinoan-Eiszeit beendet. Eine letzte kleine Vereisung, die Gaskiers-Vereisung vor rund 580 Mill. Jahren, beendete die glazialen Phasen des Proterozoikums und leitet das Zeitalter des Ediacariums (635-539 Mill. Jahre) ein, und den Beginn komplett veränderter globaler Environments und Lebenswelten (Condon et al. 2005). Eine unmittelbare Auswirkung der umfangreichen Eutrophierung des Ozeanwassers war eine Phase mit hohen Phosphatwerten um 575 Mill. Jahre, die bis in das untere Kambrium (ca. 530 Mill. Jahre) anhielt. Spektakulär sind die phosphatisierten Mikrofossilien aus dem Ediacarium-Doushantou (ca. 575 Mill. Jahre) der Lokalität Weng'an in Südchina, die mehrzellige eukaryotische Algen, umfangreiche mikrobielle Strukturen, wie Mega-Mikroben des *Thiomargarita*-Typs (Sulfid-oxidierende Bakterien), Sulfat-reduzierende Mikroben und eventuell unterschiedliche Embryonalstadien früher Tiere (Bilateria) aufweisen (Lu et al. 2026, Yin et al. 2007, Xiao et al. 2014).

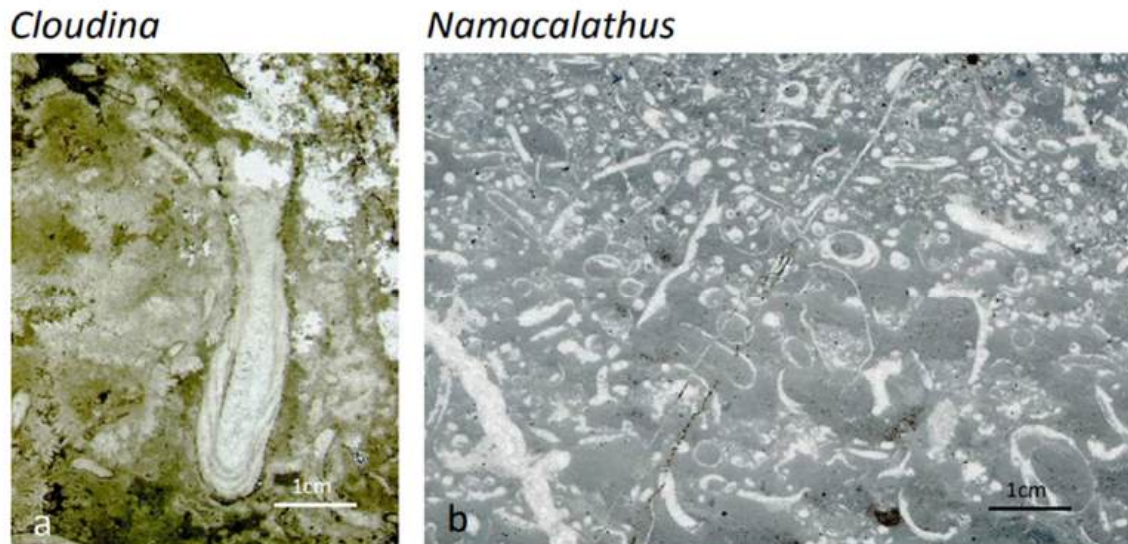
Im mittleren Ediacarium ab ca. 575 Mill. Jahre werden weltweit die ersten „Groß“-Fossilien gefunden, die von Seilacher (1992, 2007) als Vendobionta bezeichnet wurden und einen speziellen Pneu-Bauplan („Luftmatratzen“) als Art Skelett aufweisen (Fig.3).



Dickinsonia ein typischer Ediacara-Organismus (ca. 555 Mill. Jahre) mit einem sog. Pneu-Skelett aus den Ediacara Hills, nördlich von Adelaide/Australien. Vermutlich handelt es sich um einen Holobiont, einem multizellularen Organismus, der in Symbiose mit Mikroben gelebt hat. Einige Autoren glauben, dass es sich dabei schon um ein Tier gehandelt hat, was aber umstritten ist. Es handelt sich um die ersten „größeren“ Organismen der Erdgeschichte, allerdings noch ohne festem Skelett.

Es handelt sich vermutlich um eukaryote multizelluläre Holobionten, die in enger Symbiose mit Mikroben gelebt haben. Diskutiert wird auch bei einigen Formen (*Dickinsonia*) eine Zuordnung zu den Metazoa (Tiere) (Bobrovskiy et al. 2018), ist aber umstritten. Erste fossile Metazoa (Bilateria) konnten im späteren Ediacarium (ca. 555 Mill. Jahre) nachgewiesen werden, z. B. der Urmollusk *Kimberella*.

Eine Innovation, die um ca. 550 Mill. Jahren erstmals beobachtet wird, ist der Beginn einer karbonatischen Biomineralisation bei Metazoa (-Tieren). Die ersten mineralisierten Organismen waren der röhrenförmige *Cloudina*-Organismus, vermutlich ein früher Cnidaria und *Namaclathrus*, vermutlich ein Schwamm (Germs 1972, Grotzinger & Miller 2008, Reitner 2015) (Fig.4a, b).

**Fig.4**

Erste Tiere in der Erdgeschichte mit einem kalkigen Skelett aus dem jüngeren Ediacarium (ca. 550 Mill. Jahre) von Südnamibia (Zebra River Canyon). a: Röhrenartiges kalzitisches Skelett von *Cloudina*, eingewachsen in ein mikrobielles Karbonat. *Cloudina* ist ein Tier, vermutlich eine ursprüngliche Form von Cnidaria (Nesseltiere). b: *Namacalathus* ein weiterer verkalkter Organismus, vermutlich mit einem ursprünglichen aragonitischem Skelett. Die systematische Zuordnung ist umstritten, vermutlich handelt es sich um einen schwammartigen Organismus.

Der Eintrag von divalenten Kationen, wie Ca^{2+} , Mg^{2+} und Karbonat-Ionen, bedingt durch Aufarbeitung von Silikat- und Karbonatgesteinen durch die Gletscher im Cryogenium und frühen Ediacarium hat die Meerwasser-Zusammensetzung nachhaltig verändert. Der massive Anstieg der Ca^{2+} -Konzentration führte zu einem Ca-Stress beim Metabolismus vieler komplexer Organismen.

Calcium-Ionen-Konzentrationen waren im archaisch-proterozischen Ozean sehr niedrig: Ca^{2+} : 10^{-7} bis 10^{-5} mol/l im Meerwasser – in Zellen mit vergleichbaren Werten Ca^{2+} : 10^{-8} bis 10^{-6} mol/l. In den heutigen Ozeanen, vermutlich ab dem Ende der Schnellball-Erde-Vereisungen, gibt es ein starkes Ungleichgewicht der Ca-Ionen Konzentration (Ca^{2+} : 10^{-2} mol/l) zwischen Umgebungswasser und dem Zell-Fluid. Die hohe Ca-Ionen-Konzentration führte vermutlich zu massiven Stoffwechsel-Problemen wie von Simkiss (1977) und Kempe & Degens (1985) ausführlich dargelegt wurde. Die frühen Tiere mussten dieses Problem in den Griff kriegen und dies wurde durch eine enzymatische Innovation gelöst, die Bildung von Carboanhydrase-Enzymen (α -CA), mit denen es möglich ist, überschüssige Ca-Ionen in CaCO_3 zu neutralisieren (Jackson et al. 2007).

Ohne diesen enzymatischen Detoxifikationsprozess und Entwicklung einer gesteuerten Biomineralisation wäre es nicht zu einer Diversifizierung der modernen Tierstämme gekommen („Kambrische Explosion“). Das „Schneeball-Erde-Paradox“ war ein exzellenter „Evolution-Driver“!

Literatur

- Avice, G., Mißbach-Karmrodt, H., Vayrac, F., Reitner, J. (2025): Noble Gases in Archean Barites: Precise Determination of the Isotopic Fractionation of Atmospheric Xenon 3.48 Ga Ago.- ACS Earth and Space Chemistry 9
- Bryce, C., Kappler, A. (2023). Photoferrotrophy. In: Gargaud, M., et al. Encyclopedia of Astrobiology. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65093-6_5415
- Bobrovskiy et al. (2018): Ancient steroids establish the Ediacaran fossil Dickinsonia as one of the earliest animals.- Science 361, DOI: 10.1126/science.aat7228
- Catling, D.C., Zahnle, K.J. (2020): The Archean Atmosphere.- Science Advances, 6, eaax1420
- Choblet, G. et al. (2017): „Powering prolonged hydrothermal activity inside Enceladus,” Nature Astronomy
- Carroll, M. (2019): Ice Worlds of the Solar System - Their Tortured Landscapes and Biological Potential; Springer
- Condon, D., Zhu, M., Bowring, S., Wang, W., Yang, A. Jin, Y. (2005): U-Pb Ages from the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China.- Science 308, 95-98
- Davín, A.A. et al. (2025): A geological timescale for bacterial evolution and oxygen adaptation.- Science 388, eadp1853 (2025). DOI: 10.1126/science.adp1853
- Diekmann, G.S. et al. (2008): Calcium carbonate as ikaite crystals in Antarctic sea ice.- GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 35, L08501, doi:10.1029/2008GL033540
- Germis, G.J. (1972): New shelly fossils from the Nama Group, South West Africa: American Journal of Science 272, 752-761, doi:10.2475/ajs.272.8.752.
- Gradstein, F., Ogg, J., Smith, A. (2004): A Geological time Scale; Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge UK
- Grotzinger, J.P., and R.McG, Miller (2008): Nama Group, in Miller, R., ed., The Geology of Namibia, Volume 2: Windhoek, Geological Survey of Namibia, p. 13.229-13.272.
- Hoffman, P.F. (1991): Did the Breakout of Laurentia Turn Gondwanaland Inside-Out?.-Science 252, No.5011

Hoffman, P. F. et al. (2017): Snowball Earth climate dynamics and Cryogenian geology-geobiology.- Science Adv. 3/11; DOI: 10.1126/sciadv.1600983

Jackson, D.J., Macis, L., Reitner, J., Degnan, B.M. & Wörheide, G. (2007): Sponge Paleogenomics Reveals an Ancient Role for Carbonic Anhydrase in Skeletogenesis.-Science, 316: 1893-1895.

Jiang, G., Kennedy, M. J., and Christie-Blick, N., 2003. Stable isotopes evidence for methane seeps in Neoproterozoic postglacial cap carbonates. Nature, 426, 822-82

Kempe, S, Degens, E.T. (1985): An early soda ocean.- Chemical Geology 53, 95-108; [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90023-3](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90023-3)

Khawaja, N. et al. (2025): "Detection of Organic Compounds in Freshly Ejected Ice Grains from Enceladus's Ocean".- Nature Astronomy,

Kirschvink, J. (1992): Late Proterozoic low-latitude global glaciation: The snowball earth. In: J. Schopf, C. Klein (Hrsg.), The Proterozoic Biosphere: A Multidisciplinary Study, Cambridge University Press, Cambridge 1992, 51.

Lewis, J. P., A. J. Weaver, and M. Eby (2007), Snowball versus slushball Earth: Dynamic versus nondynamic sea ice?.- J. Geophys. Res., 112, C11014, doi:10.1029/2006JC004037.

Lu. L., Duda, J.P., Schönig, J., Reitner, J. (2026): Unravelling the nature of enigmatic fossils in the Ediacaran Weng'an phosphorite: a geobiological approach.- Lethaia 60 (1), im Druck

Ramme, L., Ilyina, T. & Marotzke, J. (2024): Moderate greenhouse climate and rapid carbonate formation after Marinoan snowball Earth. Nat Commun 15, 3571. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47873-6>

Reitner, J. (2009): Die „Schneeball-Erde“ - Eine eisige Welt vor 600 Millionen Jahren oder das Rätsel vom Ursprung der modernen Tierstämme.- In: Elsner, N., Fritz, H.-J., Gradstein, R. & Reitner, J. (eds), 265-293: Evolution; Zufall und Zwangsläufigkeit der Schöpfung (Wallstein, Göttingen).

Reitner, J. (2011). Cap Carbonates. In: Reitner, J., Thiel, V. (eds) Encyclopedia of Geobiology. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9212-1_44

- Reitner, J. (2015): Ediacaran Seepage-related *Cloudina*-Microbialites from Southern Namibia.- Geophysical Research Abstracts Vol. 17, EGU2015-5655, 2015
- Rogers, J.J.W. & Santosh, M. (2003): Supercontinents in Earth History. *Gondwana Research*, 6(3): 357–368
- Russel, M.J., Hall, A.J., Martin, W. (2010): Serpentinization as a source of energy at the origin of life.- *Geobiology* (2010), 8, 355-371; DOI: 10.1111/j.1472-4669.2010.00249.x
- Sagan, L. (1967): On the Origin of Mitosing Cells.- *Jour. Theoretical Biol.* 14, 225-274
- Schirrmeister, B. E., Gugger, M., Donoghue, P.C.J. (2015): Cyanobacteria and the Great Oxidation Event: Evidence from Genes and Fossils.- *Palaeontology* 58, 769-785.
- Seilacher, A. (1992): Vendobionta and Psammocorallia: lost constructions of Precambrian evolution. - *Journal of the Geological Society*, 149 (4) 607-613; doi:10.1144/gsjgs.149.4.0607
- Seilacher, A. (2007): The Nature of Vendobionts.- *Geological Society, London, Special Publications* 286, 387-397; doi.org/10.1144/SP286.28
- Simkiss, K. (1977): Biomineralization and Detoxification.- *Calcif. Tiss. Res.* 24, 199-200;
- Shields, G. A. (2005): Neoproterozoic cap carbonates: a critical appraisal of existing models and plumeworld hypothesis.- *Terra Nova*, 17, 299-310.6.
- Suess, E. et al. (1982): Calcium Carbonate Hexahydrate from Organic-Rich Sediments of the Antarctic Shelf: Precursors of Glendonites.- *Science* 216, 1128-1131
- Wilde, S., Valley, J., Peck, W. et al. (2001): Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago. *Nature* 409, 175-178 <https://doi.org/10.1038/35051550>
- Xiao, S., Muscente, A.D., Chen, L., Zhou, C., Schiffbauer, J.D., Wood, A.D., Polys, N.F. & Yuan, X. (2014): The Weng'an biota and the Ediacaran radiation of multicellular eukaryotes.- *National Science Review* 1, 498-520. <https://doi.org/10.1093/>

Yin, Z., Zhu, M., Knoll, A.H., Yuan, X., Zhang, J. & Hu, J. (2007): Doushantuo embryos preserved inside diapause egg cysts.- *Nature* 446, 661-663; <https://doi.org/10.1038/nature05682>

Zharkov, V.N., (2000): On the history of the lunar orbit.- *Sol. Syst. Res.*34, pp. 1-11.

GEMEINSAMES SOMMERFEST
der BWG und der Jungen BWG
mit Festkolloquium anlässlich des 90. Geburtstags
von Prof. Dr. Dr.h.c. Joachim Klein am 22. August 2025

Begrüßung

REINHOLD HAUX

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Sehr geehrte Mitglieder der BWG und der Jungen BWG
– liebe Kolleginnen und Kollegen –,
sehr geehrte Gäste,

das heutige Sommerfest der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) hat in diesem Jahr einen ganz besonderen Rahmen erhalten. Und dies aus gutem Grund. Es beginnt mit einem Festkolloquium zu Ehren einer Person, welche die BWG wie wohl kein anderer geprägt hat: Professor Joachim Klein.

Sehr geehrter, lieber Herr Klein,

vor zwei Tagen, am 20. August 2025, wurden Sie 90 Jahre alt. Vielen Dank, dass Sie zugestimmt haben, dass wir heute dieses Kolloquium zu Ihren Ehren abhalten dürfen. Sie haben, wie gesagt, die BWG maßgeblich geprägt, besonders während Ihrer Zeit als Präsident in den Jahren 2000 bis 2013. Aber ihr wissenschaftliches Werk betraf ja bei weitem nicht nur die BWG. Dieses Festkolloquium soll uns Ihr Wirken und Ihre Verdienste in Ihren drei wichtigsten beruflichen Lebensabschnitten nochmals vergegenwärtigen.

Dieses Kolloquium ist nicht die erste akademische Veranstaltung der BWG zu Ihren Ehren. Vor zehn Jahren fand im Senatssitzungssaal der Technischen Universität Braunschweig eine akademische Feierstunde anlässlich Ihres

80. Geburtstags statt¹. Besonders durch die Grußworte von Prof. Tangermann, er war Präsident der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen², von Prof. Manger, er war Präsident der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, und von Prof. Kreuzer, er war Präsident der Akademie der Wissenschaften in Hamburg, ist mir damals deutlich geworden, wie eng die BWG zu anderen Gelehrten-gesellschaften in Beziehung steht. Heute kann ich noch ergänzen: Und wie vielfältig wir als BWG zudem mit Ihnen verbunden sind. Die Veranstaltung vor fünf Jahren anlässlich Ihres 85. Geburtstages fand pandemiebedingt mit nur wenigen Personen hier in unseren Räumlichkeiten statt. Zum Glück sind die Vorträge aber gut in unserem Jahrbuch 2020 dokumentiert und für uns alle nachlesbar³.

In diesem Jahr haben wir wieder ein anderes Format gewählt. Ihre drei wichtigsten beruflichen Lebensabschnitte, lieber Herr Klein,

- von 1972 bis 1984 an der Technischen Universität Braunschweig,
- von 1984 bis 1990 und anschließend von 1990 bis 1995 an den Helmholtz-Zentren für Infektionsforschung (früher Gesellschaft für Biotechnologische Forschung) sowie für Umwelt und Gesundheit (früher Gesellschaft für Strahlenforschung) und
- von 2000 bis 2013 Ihre BWG-Präsidentschaft,

möchten wir uns in Form von drei Interviews mit Ihnen in Erinnerung rufen und in unser Blickfeld rücken.

Die Interviews werden von aktuellen oder ehemaligen Mitgliedern der Jungen BWG durchgeführt – liebe Frau Prof. Bahnemann, liebe Frau Dr. Hendriks, lieber Herr Dr. Krenz, vielen Dank dafür! Für das Schlusswort konnte ein langjähriger Begleiter von Herrn Klein gewonnen werden. Lieber Herr Prof. Scheier, auch bei Ihnen möchte ich mich herzlich bedanken! Sie waren unter anderem von 2001 bis 2012 als damaliger Generalsekretär und Vizepräsident der BWG sozusagen die rechte Hand von Herrn Klein.

Ein solches Sommerfest mit Festkolloquium bedarf der Vorbereitung durch viele. Einige beteiligte Personen habe ich schon nennen können. Ergänzen möchte ich

¹ Akademische Feierstunde anlässlich des 80. Geburtstages des Altpräsidenten Prof. Dr. Dr.h.c. Joachim Klein. Jahrbuch 2015 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, 414-425. Braunschweig: J. Cramer Verlag; 2016.

² Die aktuelle Bezeichnung Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen.

³ Akademische Feierstunde anlässlich des 85. Geburtstages des Altpräsidenten der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft Prof. Dr. Dr.h.c. Joachim Klein am 16.09.2020. Jahrbuch 2020 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, 185-212. Göttingen: Cuvillier Verlag; 2021.

unbedingt noch wenigstens zwei Personen, Frau Nezahat Mumcu und Frau Jeanette Rotermund von der Geschäftsstelle der BWG, ohne die auch diese Veranstaltung so nicht möglich geworden wäre. Vielen Dank Ihnen allen!

Und nun bitte ich Frau Bahnemann um das erste Interview mit Herrn Klein und bedanke mich bei Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

Ein wissenschaftliches Lebenswerk im Spiegel der Zeit: Ein Gespräch mit Prof. Dr. Joachim Klein anlässlich seines 90. Geburtstags

JANINA BAHNEMANN¹, BJÖRN KRENZ² UND FRIEDERIKE HENDRIKS³

¹Universität Augsburg, Institut für Physik, Universitätsstraße 1, 86159 Augsburg

²Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Abteilung Pflanzenviren, Inhoffenstraße 7b, 38124 Braunschweig

³Technische Universität Braunschweig, Institut f. Kommunikationswissenschaft & Institut f. Pädagogische Psychologie, Bienroder Weg 87, 38106 Braunschweig

1 Stationen eines außergewöhnlichen Forscherlebens

Anlässlich des 90. Geburtstags von Prof. Dr. Joachim Klein führten Prof. Dr. Janina Bahnemann, Dr. Björn Krenz und Dr. Friederike Hendriks¹ ein gemeinsames Interview, das zentrale Stationen seines wissenschaftlichen Werdegangs beleuchtet. In drei aufeinanderfolgenden Gesprächsteilen richteten sie den Blick auf die prägenden Jahre an der Technischen Universität Braunschweig (1972–1984), auf seine Tätigkeit an der GBF bzw. GSF (1984–1995) sowie auf sein späteres Wirken als Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (2000–2013).

Der folgende Beitrag fasst die wesentlichen Inhalte dieses Gesprächs zusammen und würdigt damit ein herausragendes wissenschaftliches Lebenswerk.

1.1 Rückblick auf eine prägende Ära an der Technischen Universität Braunschweig (1972–1984)

Von München nach Braunschweig – ein unerwarteter Ruf

Nach Promotion und Habilitation an der TU München hatte Klein zunächst nicht geplant, eine akademische Laufbahn fortzuführen. Der Weg führte ihn bewusst in die Industrie, zu Hoechst – ein Schritt, den er als notwendige Ergänzung zur universitären Technischen Chemie verstand: „Um Technische Chemie lehren zu können, muss man wissen, wie sie in der Praxis funktioniert – nicht nur aus dem Textbuch, sondern im Gang durch die Fabrik.“ Der Wechsel zurück in die Wissenschaft kam überraschend. Ein Anruf aus Braunschweig informierte ihn, dass

¹ Alle waren oder sind Mitglieder der von Prof. Klein maßgeblich initiierten Jungen BWG.

der traditionsreiche Lehrstuhl für Chemische Technologie neu besetzt werden sollte. „Es kam aus heiterem Himmel. Und plötzlich war ich wieder dort, wo ich eigentlich sein wollte – nur an einem anderen Ort.“ Dass Braunschweig sein ehemaliger Studienort war, erleichterte den Übergang erheblich.

Aufbauarbeit: Forschung, Lehre und wissenschaftliche Struktur

Die Anfangsjahre schildert Klein als zugleich herausfordernd und gestaltbar. Zwar waren alle Planstellen zunächst mit Mitarbeitenden seines Vorgängers besetzt, doch das Institut bot moderne Voraussetzungen für den Aufbau eigener Forschungsschwerpunkte. Entscheidend war für ihn die Etablierung einer wissenschaftlich tragfähigen Struktur: Forschung, Lehre und Selbstverwaltung verstanden als gleichwertige Säulen. Klein setzte früh auf Sichtbarkeit in der Lehre: „Über die Lehre kommt man in Kontakt mit den Studierenden. Dann kommt der erste Mitarbeiter, dann der zweite – und so wächst eine Gruppe.“ Binnen weniger Jahre entwickelte sich seine Arbeitsgruppe zu einer dynamischen und personell starken Einheit.

Wissenschaftliche Impulse: Erdölkrise und Aufbruch in die Biotechnologie

Die Forschungsausrichtung seiner frühen Braunschweiger Jahre wurde auch durch äußere Entwicklungen beeinflusst. Die Erdölkrise 1972/73 führte zu staatlich geförderten Programmen zur Verbesserung der Erdölförderung – ein Feld, in dem Niedersachsen eine zentrale Rolle spielte. Gleichzeitig gewann die Biotechnologie in Deutschland an Bedeutung und eröffnete neue Kooperationsmöglichkeiten. In dieser Phase traf Klein auf Fritz Wagner von der damaligen Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF). Die Verbindung aus mikrobiologischer Expertise und chemisch-technischem Know-how wurde Ausgangspunkt einer jahrelangen erfolgreichen Zusammenarbeit. Zwei Forschungsachsen prägten bald sein Institut: (1) Polymerchemie und Anwendungen für die Erdölförderung und (2) Biotechnologische Prozesse und die Fixierung von Mikroorganismen in Reaktorsystemen.

Die TU Braunschweig der 1970er-Jahre beschreibt Klein als Universität mit starkem wissenschaftlichem Profil und international renommierten Persönlichkeiten – insbesondere in der Chemie. Neben wissenschaftlichen Themen rückten jedoch bald strukturelle Reformen in den Vordergrund. Das Hochschulrahmengesetz führte zu veränderten Mitbestimmungs- und Leitungsmodellen, die die organisatorische Arbeit zunehmend prägten. Bereits nach wenigen Jahren übernahm Klein administrative Aufgaben als Abteilungsleiter und später als Dekan.

Eine Generation prägen – der nachhaltigste Beitrag

Auf die Frage nach seinem wichtigsten Beitrag aus dieser Zeit verweist Klein nicht auf Publikationen, sondern auf die Entwicklung seiner Mitarbeitenden: „Das wichtigste Ergebnis ist die berufliche und wissenschaftliche Laufbahn meiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das ist das, was bleibt.“ Damit beschreibt er eine Grundhaltung, die seine gesamte Karriere geprägt hat: Wissenschaft als kollektives Projekt, dessen nachhaltigste Wirkung in der Förderung junger Talente liegt.

2 Die Jahre an der GBF – Aufbau, Verantwortung und Wandel (1984-1990)

Von der TU Braunschweig zur GBF – Leitung in der Krise

Als Joachim Klein 1984 von der Technischen Universität Braunschweig an die Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) wechselte, begann eine neue Phase seines Wirkens. Rückblickend beschreibt er diesen Schritt als „einerseits logisch, andererseits total überraschend“. Logisch, weil er sich als Biotechnologe in Forschung und Gremienarbeit bereits einen Namen gemacht hatte und die GBF aus dieser Tätigkeit gut kannte – inklusive „aller Probleme, die es dort gab“. Überraschend, weil die Einrichtung Anfang der 1980er-Jahre in einer existenziellen Krise steckte: Neue biotechnologische Zentren entstanden, Länder konkurrierten um Standorte, und eine vom Bundesministerium eingesetzte Kommission stellte die Zukunft des Standorts Braunschweig grundsätzlich in Frage. Klein übernahm zunächst kommissarisch die Leitung, um in einer kritischen Transferphase „die Weichen für eine gute Zukunft“ zu stellen. Aus der „Leihgabe der Universität“ entwickelte sich bald eine gemeinsame Berufung von TU Braunschweig und GBF.

Organisatorischer Neubeginn und neue Forschungsachsen

Die eigentliche Aufgabe sieht Klein in dieser Zeit vor allem in der organisatorischen Neuaufstellung: „Wir haben eine breitere Führungsbasis geschaffen und das Personal innerhalb weniger Jahre verdoppelt.“ Die institutionelle Stärkung ging mit einer inhaltlichen Erweiterung einher. Neue Abteilungen – etwa in medizinischer Mikrobiologie, Enzymtechnologie und Proteinforschung – brachten zusätzliche Expertise ein und hoben die GBF wissenschaftlich „auf ein neues Niveau“. Damit entstanden Forschungsfelder, die die Nachfolgeinstitutionen bis heute prägen. Zugleich blieb für Klein die Frage leitend, wie eine Großforschungseinrichtung strukturell so aufgestellt werden kann, dass sie langfristig leistungsfähig und verantwortungsvoll agiert.

Brücke zwischen Universität und Großforschung

Ein zentrales Anliegen war die Wiederannäherung von Universität und Großforschung. In den Jahren vor seinem Amtsantritt hatten sich die GBF und die TU Braunschweig voneinander abgeschottet. „Es war fast undenkbar, dass Doktoranden an der GBF promovierten“, erinnert sich Klein. Diese Trennung zu überwinden, wurde zu einer seiner Kernaufgaben. In enger Abstimmung mit dem Land Niedersachsen entstand das Biozentrum der TU Braunschweig, flankiert von neuen Studiengängen in Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik. Wechselseitig geöffnete Labore und gemeinsame Lehrangebote legten die Grundlage für das, was Klein als Beginn der heutigen „Forschungsregion Braunschweig“ beschreibt.

Biotechnologie im gesellschaftlichen Konflikt

Gleichzeitig war die Arbeit an der GBF von intensiven öffentlichen Debatten um die Gentechnologie begleitet. Die Biotechnologie sei „in der Öffentlichkeit nicht unumstritten“ gewesen, so Klein – bis hin zu offenen Feindseligkeiten, die sich im Bombenanschlag auf das Institut in Stöckheim entluden. Die Folge waren erhöhte Sicherheitsmaßnahmen: Zäune, Pforte, Zugangskontrollen. Trotzdem suchte Klein konsequent den Dialog. Er berichtet von vielen Abenden und Wochenenden, in denen er „die Biotechnologie zu verkaufen“ versuchte – im Sinne einer verständlichen Vermittlung ihrer Möglichkeiten, aber auch ihrer Grenzen. Zugleich blieb intern eine „Politik der offenen Tür“ prägend: Wer ein Anliegen hatte, konnte kommen – dieses Miteinander im Labor und im Büro beschreibt Klein als einen der besonders erfüllenden Aspekte seiner Braunschweiger Jahre.

Neuorientierung in München und Verantwortung für die Asse

1990 wechselte Klein an das GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit nach Neuherberg bei München. Die Biotechnologie in der GBF hatte sich in der Zwischenzeit stark in Richtung Molekularbiologie und Genetik entwickelt. Klein beschreibt, dass sich das Institut „von einem chemisch-biologischen zu einem biologisch-chemischen Institut“ gewandelt habe – eine Entwicklung, bei der er zunehmend den unmittelbaren fachlichen Zugriff schwinden sah. Für ihn stellte sich die Frage, „wie weit ich noch die Hand dafür ins Feuer legen kann“, wissenschaftliche Arbeiten auch öffentlich – ethisch, sicherheitstechnisch und fachlich – zu vertreten. In München fand er Themen, die seinem eigenen wissenschaftlichen Selbstverständnis näherstanden: Umwelt- und Kerntechnikforschung, Fragen der Sicherheit und des Umgangs mit Risiken. Dazu gehörte auch die Verantwortung für das Forschungsbergwerk Asse bei Braunschweig, in dem zur Endlagerung radioaktiver Stoffe geforscht wurde. Klein betont, dass die heute diskutierten Fässer nicht von der GSF, sondern in früheren Jahren vom Bund eingelagert wurden und die rechtlichen Rahmenbedingungen sich mit dem Atomgesetz 1978 dahingehend änderten, dass keine weiteren Endlagerungen mehr stattfanden.

und ein Forschungsbergwerk entstand. Im Rückblick nimmt Klein die Entwicklungen in Asse und Biotechnologie auch als Ausdruck eines tieferen Wandels im Verhältnis von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft wahr: vom „Vertrauen“ zur „Vorsicht“, vom ungebrochenen Fortschrittsglauben zur stärkeren Risikoabwägung. Wissenschaft zu betreiben, so sein Fazit, bedeute immer auch, Verantwortung zu übernehmen – „nicht nur im Labor, sondern gegenüber der Gesellschaft“. Diese Haltung zieht sich wie ein roter Faden durch seine Jahre an der GBF und darüber hinaus.

3 Wegweisende Impulse als Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (2000 - 2013)

Neue Impulse in die BWG hinein, und aus ihr heraus in die Region Braunschweig

Nach seinem planmäßigen Eintritt in den Ruhestand wurde Klein angesprochen, Norbert Kamp als Präsident der BWG nachzufolgen. Zunächst unschlüssig – gab es doch Kollegen, die höhere Seniorität hatten – nahm er die Einladung in Abstimmung mit seiner Familie an. Klein setzte sich zwei zentrale Aufgaben: Erstens, die Stärkung der internen Kommunikation und Kooperation – insbesondere im transdisziplinären Austausch, und durch Gründung der Kommissionen für Bioethik und für Recht und Technik. Dies diente dazu, die Mitglieder aktiv einzubinden und gemeinsame Fragestellungen zu vertiefen. Zweitens, der Ausbau der öffentlichen Vermittlung wissenschaftlicher Themen, denn, so Klein, „Wir sollten es nicht nur erforschen, sondern wir sollten es auch vermitteln“. Er begründete die Akademie-Vorlesungen im Roten Saal, initiierte die gemeinsame Vortragsreihe im Wolfsburger phaeno mit der Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, organisierte das Wissenschaftsforum Peine und trieb 2007 die „Stadt der Wissenschaft“-Bewerbung für die Stadt Braunschweig voran, aus der unter anderem das Haus der Wissenschaft entstand.

Durch enge Partnerschaften mit der TU Braunschweig, der Physikalisch-Technische Bundesanstalt, dem Braunschweigischen Landesmuseum, der Stadt und Industriepartnern etablierte er die BWG zudem als sichtbaren Impulsgeber am Wissenschaftsstandort Braunschweig – mit großer Initiative bei der Gründung der ForschungRegion Braunschweig. Ein besonders schönes Ergebnis einer Kooperation mit der Bayerischen Akademie der Wissenschaften sowie verschiedenen Stiftern und einem Bildhauer aus Braunschweig führte 2007 zur Aufnahme der Büste von Carl Friedrich Gauß in die deutsche Walhalla-Ruhmeshalle/Regensburg.

Die Junge BWG – Nachwuchsförderung trotz knapper Mittel

Klein betont, dass Junge Akademien, etwa in Berlin-Brandenburg und Bayern Millionenförderungen erhalten, in Braunschweig jedoch stets finanzielle Knappheit herrschte. So wurde ein Konzept für eine vorrangig selbstorganisierte Junge BWG entwickelt: Die Kandidatinnen und Kandidaten präsentieren ihre Forschungsarbeiten im eigenen Kreis. Nach positiver Begutachtung durch die junge BWG erfolgt eine Empfehlung zur Aufnahme als assoziiertes Mitglied – befristet, aber mit vollem Zugang zu Sitzungen, Vorträgen und Diskussionen. Auf diese Weise entsteht ein niedrigschwelliges Netzwerk, das jungen Forschenden den direkten Anschluss die BWG ermöglicht. Klein unterstützte die Junge BWG in ihren ersten sieben Jahren auch nach seiner Präsidentschaft stark.

Soziale Vernetzung als Erfolgsfaktor

Klein betont, die Bedeutung der sozialen Aspekte in einer Organisation könne man nicht hoch genug einschätzen: Informelle Begegnungen und persönliche Kommunikation seien in jeder Institution entscheidend für Zusammenhalt und Erfolg. Bereits im Jahr 2000 initiierte seine Frau, Juliane Klein, das erste BWG-Sommerfest auf Terrasse und Garten, das eine breite Resonanz fand und seitdem ein Fixpunkt im Terminkalender der BWG darstellt. Dieses lockere Format bot Raum für ungezwungene Gespräche, Einbindung von Lebenspartnern und das Knüpfen neuer Kontakte. Klein schließt das Gespräch mit einem Appell für eine stärkere Forcierung solcher informeller Zusammenkünfte in der Zukunft, und leitet zugleich in das Sommerfest über: „Lasst uns feiern, fröhlich sein, zusammen – dann gelingt auch das andere besser.“

Schlusswort

CLAUS-ARTUR SCHEIER
Mitglied der BWG

Verehrter Jubilar, geehrte Sommerfestversammlung unsrer alten und Jungen BWG!

Zunächst möchte ich mich im Namen aller unsrer Mitglieder bedanken bei Ihnen, lieber Herr Haux, dem Spiritus rector des heutigen Festkolloquiums und Sommerfests, und mit Ihnen bei Frau Mumcu und Frau Rotermund für die wie stets liebevolle Realisierung – sodann bei unsrer Jungen BWG: bei Professorin Dr. Janina Bahnemann, bei Dr. Björn Krenz und bei Dr. Friederike Hendriks für Ihre facettenreichen Interviews mit dem Altpäsidenten – Abschnitte eines beruflichen Lebenswegs, der von Anfang an im Zeichen intensiver Forschung und entschiedenen Engagements für wissenschaftliche und metawissenschaftliche, interdisziplinäre wie gesellschaftliche Innovation stand. Dieser unternehmende Geist kam der BWG auf vielfältige Weise zugute. Als Generalsekretär und Vizepräsident hatte ich die Ehre, dem Präsidenten Joachim Klein von 2001 bis 2012 zur Seite zu stehen, und habe dank seiner reichen Erfahrung, darf ich sagen, einen Cursus angewandter Interdisziplinarität durchlaufen.

Schlussworte, lernte ich damals sozusagen *en passant*, sind nicht mehr Teil des eigentlichen Kolloquiums, sondern formulieren dessen Metamorphose in die Feier. So bleibt mir heute statt der historisch-biographischen *Rekapitulation* die besondere Freude einer *Reflexion* im Blick nicht auf die arbeitende, sondern auf die feiernde BWG. Traditionell zählt sie jährlich zwei feierliche Anlässe, beide öffentlich, die Neujahrssitzung und die Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille; hinzukommen einzelne Glanzpunkte wie die Aufstellung der Gauß-Büste von Georg Arfmann in der Walhalla *anno* 2007, dem Braunschweiger Jahr der „Stadt der Wissenschaft“. Der Aufgabe der BWG entsprechend sind solche Anlässe wissenschaftlicher bzw. wissenschaftsgeschichtlicher Natur, ihre Feier ist *diachronen* Zuschnitts im Rückblick einerseits auf das Erreichte, im Vorblick anderseits auf das zu Erreichende. Die Feier als solche jedoch beabsichtigt nichts und ist – Zukünftiges wie Vergangnes auf das *Jetzt* versammelnd – das *Fest* der Gegenwart um ihrer selbst willen: In ihr feiern wir jetzt und hier dabei zu sein und in Freundschaft zusammenzugehören. Wir alle erinnern das, wenn wir an unsre schönsten Feste denken: ihre Schönheit ist eben die für den Augenblick aller Sorge enthobene *Gegenwart*.

Und auch solche Feste feiert die BWG Jahr für Jahr – ich blättere zurück: seit 2000, dem Jahr des Amtsantritts von Joachim Klein. Sie waren freilich nicht seine Idee, vielmehr das Geschenk, lieber Achim, Deiner Frau Juliane an die BWG: *Sie* hat die „Sommerfeste auf der Terrasse“ erfunden, und *sie* hat sie ausgerichtet und getauft. Dies, das *Motto*, der „Denkspruch“, seit

- 2005: Zum 150-jährigen Gedenktag an Gauß überraschte auf der Terrasse ein Teleskop, emporweisend in die verräumlichte Zeit des bestirnten Himmels. (Leider blieb die Nacht des 13. August bewölkt, die Temperaturen lagen bei maximal 18 Grad. Nicht immer war ja Terrassenwetter – noch habe ich einen Starkregen vorm inneren Auge, der die durchhängende Terrassenmarkise im Schwall überfließen ließ und das Präsidentenzimmer flutete. Dort wartete das Büffett. Sekunden später war ein Kollege der Klasse für Ingenieurwissenschaften zur Stelle mit Eimer und Aufnehmer.)
- 2006 feierten wir die Ernennung Braunschweigs zur „Stadt der Wissenschaft“ und
- 2007 die Stadt selbst – auf ihr tomatenillustriertes Logo anspielend unter dem Büffett-Motto „Alles Tomate“. Gastronomisch schloss sich
- 2008 das „Jahr der Mathematik“ an mit dem Motto „Der Goldene Schnitt, Schnittchen und Schnitzel“;
- 2009 wurde die 10-jährige Tradition des Sommerfests gefeiert „Im Namen der Rose“;
- 2010, im „Jahr der Energie“, bewährte sich die Formel „Sommerfest + Sonne = Energie“;
- 2011 bekannte sich unsre Gelehrtenengesellschaft zur Tradition der Weimarer „Fruchtbringenden Gesellschaft“ des 17. Jahrhunderts; das Jahr
- 2012 rief mit Rousseaus 18tem Jahrhundert „Zurück zur Natur“. Und das Jahr
- 2013 (der Amtsabschied von Joachim Klein) gedachte mit dem 200-jährigen Geburtstag Richard Wagners zugleich jenes Gaußschen Teleskops mit der Frage „– erblicken wir den holden Abendstern? –“

Vorgestern, lieber Achim, begingst Du Deinen 90. Geburtstag, den wir heute in Deinem jungen 91. Lebensjahr feiern: Unsre herzlichsten Glückwünsche auf den Weg!

Die empirische Zeit ist das fließende Fortwähren der Differenz von Vorblick und Rückblick in der unberechenbaren Kontingenz der alltäglichen Ereignisse. Im Fest sind Vorblick und Rückblick durchstrahlt von ihrer *Koinzidenz*, der Grenze der Zeit als dem stehenden Augenblick, der die erfüllte Gegenwart ist. Der

strengste Denker unsrer Moderne, Ludwig Wittgenstein, konnte in diesem Sinn sagen: „Wenn man unter Ewigkeit nicht unendliche Zeitdauer, sondern Unzeitlichkeit versteht, dann lebt der ewig, der in der Gegenwart lebt.“ Als konzentrierter Golfspieler weißt Du, lieber Achim, was Gottfried Benn meinte, als er schrieb: „der Schlag, mit dem du alles löst: [...] dieser Schlag ist deiner und er entscheidet.“ In solche Gegenwart versammeln sich Dir unsre Wünsche.

EXKURSIONEN

Vogelkundliche Exkursion in den Norden des Braunschweiger Hügellandes

ULRICH REIMERS, PROF. A. D. DR.-ING.
Kollwitzstraße 28, 38159 Vechelde

Das Braunschweiger Hügelland, das sich in der von Avifaunisten (Avifauna: Wissenschaft von der Verbreitung der Vogelarten) genutzten Gebietsdefinition von der Südheide bis zum Harz-Rand und von der Grenze zu Sachsen-Anhalt im Osten bis hinter die Stadt Peine im Westen erstreckt, gehört zu den ornithologisch gut untersuchten Regionen Deutschlands. In der Jahresschrift AVES Braunschweig finden sich jeweils die Beobachtungsmeldungen aus dem Kreis der Beobachterinnen und Beobachter in der Region. Für das Jahr 2023 greift dieser Bericht beispielsweise auf ca. 40.000 Meldungen zurück [1]. In der Region gibt es für Vogel-Beobachtungen besonders attraktive Gebiete, und daher stammen Gelegenheitsmeldungen, die also nicht im Zuge von flächendeckenden Erfassungsprogrammen systematisch erfolgen, häufig daher. Typisch für das Braunschweiger Hügelland ist, dass diese „Hotspots“ ursprünglich auf menschliche Aktivität zurückgehen. Es kann sich um Rieselfelder, Fischteich-Anlagen, Schlamm-Klärteiche, Truppenübungsplätze o. ä. handeln. In [2] findet sich dazu eine umfassende Darstellung.

Genau in zwei dieser Gebiete führte eine Exkursion von Mitgliedern der BWG am 17. Mai 2025. Los ging es allerdings mit einem Besuch des NABU-Artenschutzentrums in Leiferde. Dort werden Tiere aufgenommen und gepflegt, die beispielsweise als Verkehrsoffer verletzt gefunden, bei Haushaltsauflösungen entdeckt, oder wegen Verstoßes gegen Tierschutz- und Artenschutzgesetze beschlagnahmt wurden. Das Zentrum ist auch eine staatliche anerkannte Pflegestation für Weißstörche. <https://www.nabuzentrum-leiferde.de/>. Der Besucher erlebt eine Art von zoologischem Garten, wo Eulen, Greifvögel wie der Rotmilan, Weißstörche, Papageien aber auch Schildkröten und viele andere Arten aus der Nähe zu sehen sind.

Die nahe liegenden Leiferder Teiche, ein wunderschönes Gebiet mit zahlreichen Fischteichen, war das nächste Ziel. Auffälligste Vögel waren hier Silberreiher (Abb. 1.). Diese große, unübersehbare, Reiher-Art ist die mit der weltweit weitesten Verbreitung und in Deutschland ganzjährig zu entdecken. Überraschenderweise gibt es in unserem Land nur sehr wenige Bruten. Der erste Brutnachweis gelang 2012 und aktuell gibt es bundesweit nur etwa 40.



Abb. 1. Silberreiher an den Leiferder Teichen.

Zahlreiche Kleinvögel ließen sich durch ihren Gesang entdecken. Dazu gehörten Mönchsgrasmücken, Zilpzalp, Fitis und Kuckuck.

Das 125 ha große Naturschutzgebiet Ilkerbruch westlich von Wolfsburg mit dem künstlich angelegten Ilkerbruch-See war das dritte Ziel. Die Entstehungsgeschichte geht darauf zurück, dass die Stadt Wolfsburg ihre Mülldeponie erweitern musste und dafür Baumaterial für die Dämme benötigte. Dieses beschaffte sie aus einem bis dahin extensiv genutzten, naturschutzfachlich sehr wertvollem Grünland, und so entstand der See. Worüber Kenner immer noch staunen, ist, dass es der Stadt gelang, die Geländegestaltung zur Reparatur dieser radikalen Maßnahme gleich auch noch als Ausgleichsmaßnahme für die Müll-Deponie-Erweiterung anerkennen zu lassen. Von einer Beobachtungshütte am Nordrand des Sees und einem Beobachtungs-Turm im Süden konnten die Exkursions-Teilnehmerinnen und Teilnehmer Kraniche (Abb. 2.), Haubentaucher, Flussregenpfeifer und manches mehr beobachten und Dorngrasmücken und Nachtigallen singen hören. Die in der Nähe brütenden Seeadler und die in dem Gebiet geradezu charakteristischen Eisvögel ließen sich zum Bedauern aller nicht blicken.



Abb. 2. Übersommernde Kraniche am Ilkerbruch-See.

Literaturverzeichnis

- [1] Brombach, G.; Bobzin, Chr.; Hommes, M.; Teichmann, H; Velten, P. Avifaunistischer Jahresrückblick auf 2023 für die Umgebung Braunschweigs. AVES Braunschweig 15 (2024), S. 3 bis 21
- [2] Arnoldt, H-M.; Bobzin, Chr.; Brombach, G.; Reimers, U.; Steinmann, M. Natur aus zweiter Hand – eine Vorstellung herausragender Beobachtungsgebiete des Braunschweiger Hügellandes. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 50, Heft 1/2, S. 325 bis 350

Geologische Exkursion in die Rhön
vom 19. bis 20. Juli 2025 zusammen mit der
Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)

JOACHIM REITNER & GERHARD WÖRNER

Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen (NAWG)



Exkursionsplan:

- Abfahrt von Göttingen Geo-Institute 9.00 Uhr
- Abfahrt von Braunschweig 8.00 Uhr?
- Auf alle Fälle Autobahn 7 bis Fulda Mitte dann rechts auf die B 458
- Abbiegen bei Steinwand nach Kleinsassen
- dann Richtung Milseburg ist ausgeschildert

Treffen um ca. 11.00 Uhr auf dem Parkplatz Milseburg
Kleinsassen-Danzwiesen



Festes Schuhwerk!, Wanderkleidung, Hut, Marschverpflegung inkl. Getränke
Möglichkeiten zur Einkehr gibt es, je nach Bedarf...

Teile der Wege sind holperig und steinig, Wanderstöcke sind zu empfehlen

Voraussichtlicher Plan:

19.07.: 1. Milseburg, 2. Steinwand, 3. Schackau, 4. Wachtküppel

Übernachtung Sure Hotel

20.07.: 5. Bauersberg, 6. Rotes Moor, 7. Ufhausen, 8. Burg Hauneck

Mobile Phone:

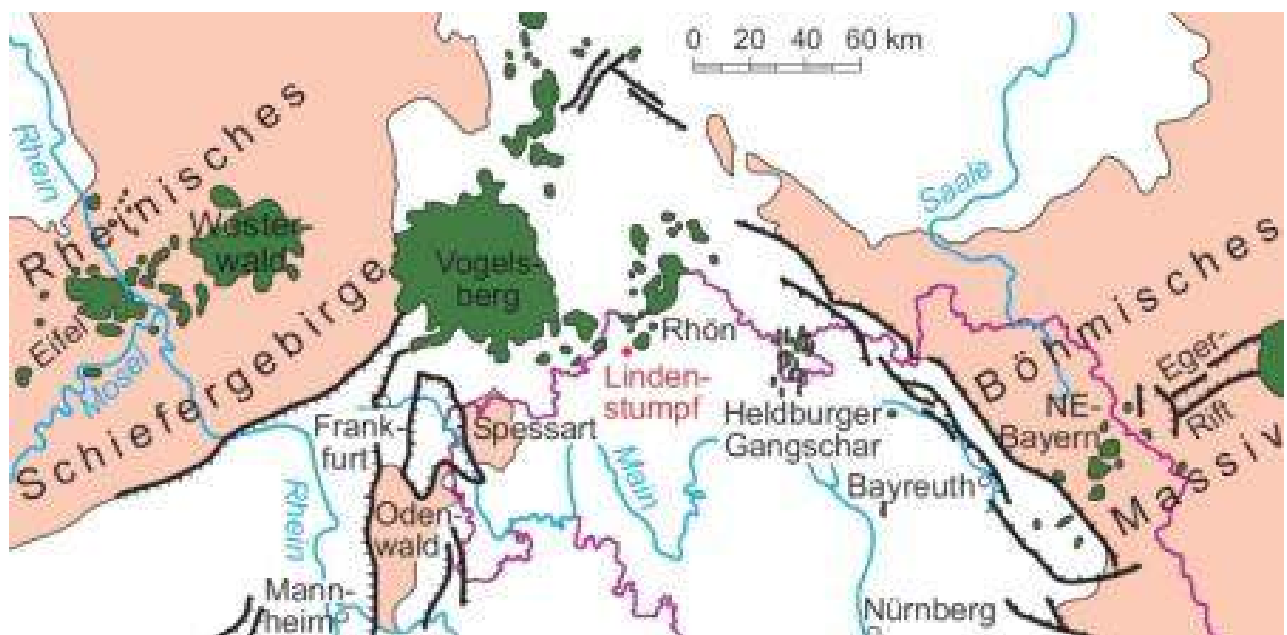
Joachim Reitner: 01 70/5 69 63 06

Otto Richter: 01 74/1 90 73 18

Der Name „Rhön“ ist altgermanischen Ursprungs und findet sich im isländischen „röjn“ wieder, das Lavafeld und/oder Steiniges Land bedeutet.

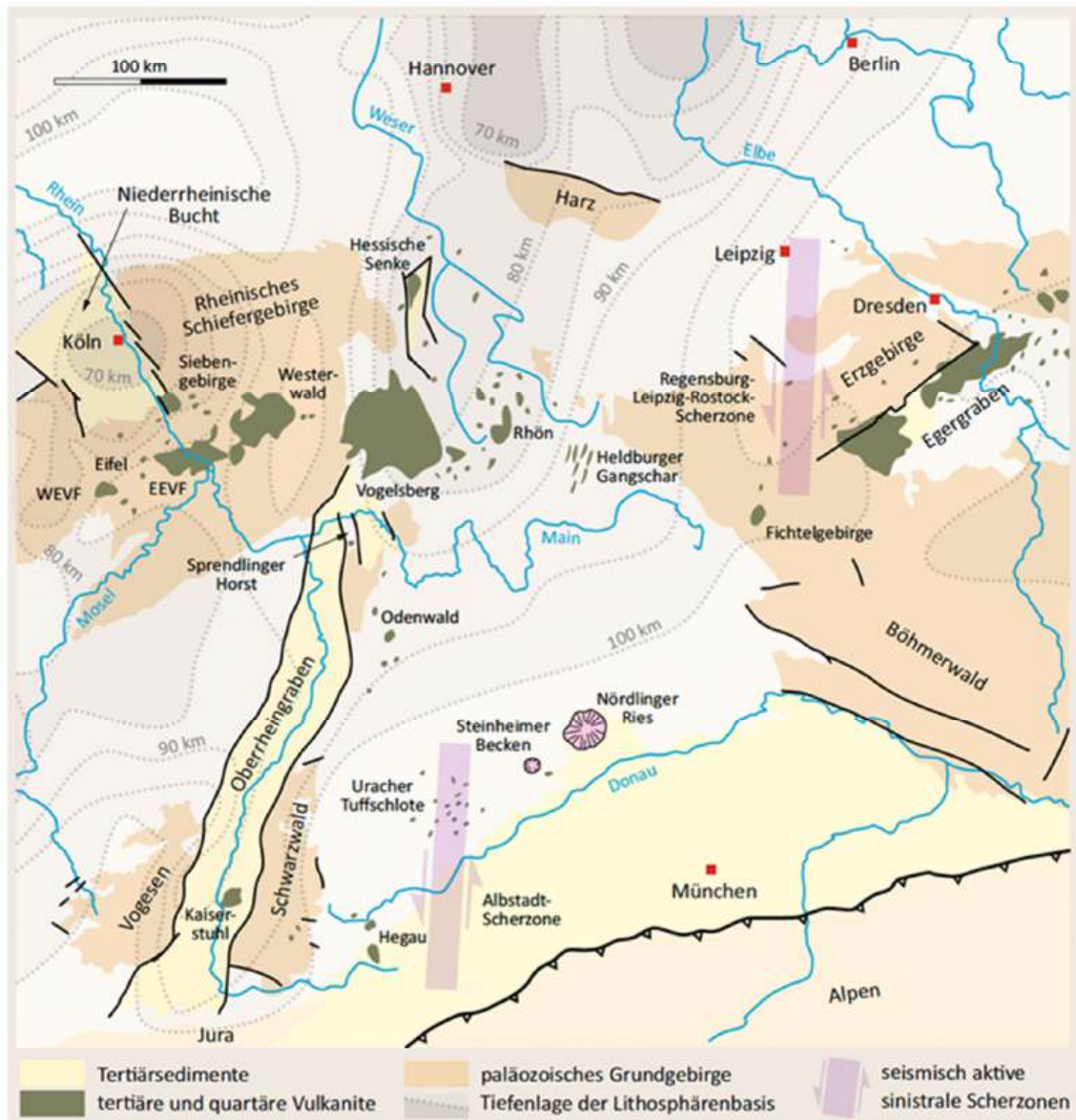
Die Rhön ist ein Mittelgebirge in der Mitte Deutschlands, das geprägt ist durch eine Vielzahl von geologischen Besonderheiten wie tertiäre Vulkan-Kuppen, Gesteine der Trias, tertiäre Seenablagerungen und Braunkohlen. Während der pleistozänen Eiszeiten war die Rhön eine periglaziale Landschaft belegt durch ausgedehnte Blockfelder zerbrochener Basaltsäulen am Rand von vulkanischen Kuppen. Die Rhön weist bis zu 500 vulkanische Schlote und Spalten auf, die überwiegend aus Basalt und Phonolith bestehen. Der Vulkanismus dauerte vom Mitteloligozän (ca. 25 Mill. Jahre) bis ins Mittelmiozän vor rund 11 Mill. Jahren. Die Sedimentgesteine der Rhön gehören überwiegend zur Trias Zeit mit Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Am besten aufgeschlossen ist der Buntsandstein, u. a. mit Fährten des Handtiers *Chirotherium* einem frühen Landsaurier und Ablagerungen des Muschelkalks. Bekannt ist die Rhön auch für ihre tertiären Seenablagerungen (Fossilagerstätte Sieblos) und Braunkohlen, z. B. am Bauersberg

Geologie – Rhön



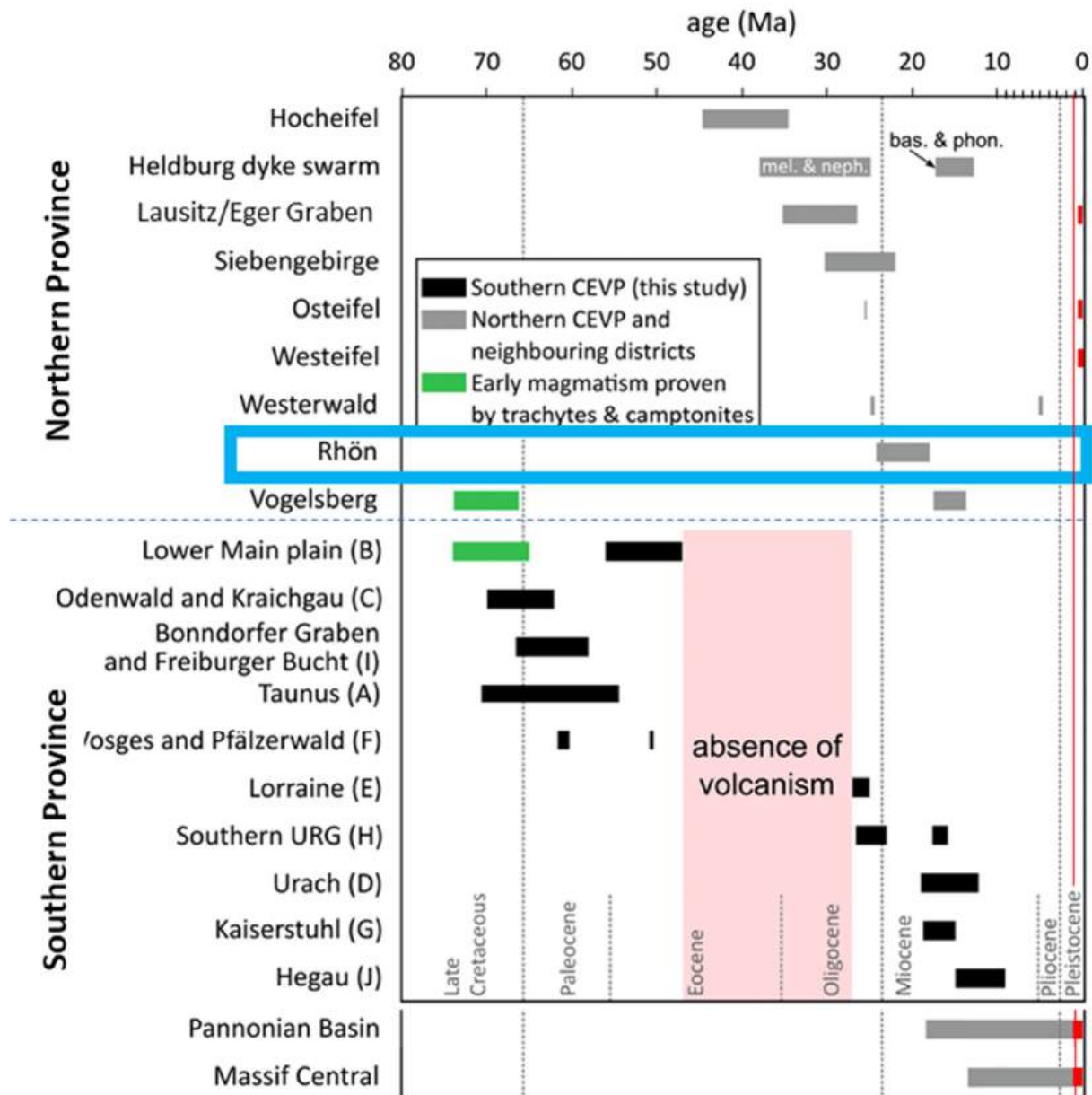
https://www.lfu.bayern.de/geologie/bayerns_schoenste_geotope/7/index.htm

>70 Millionen Jahre Vulkanismus in Deutschland

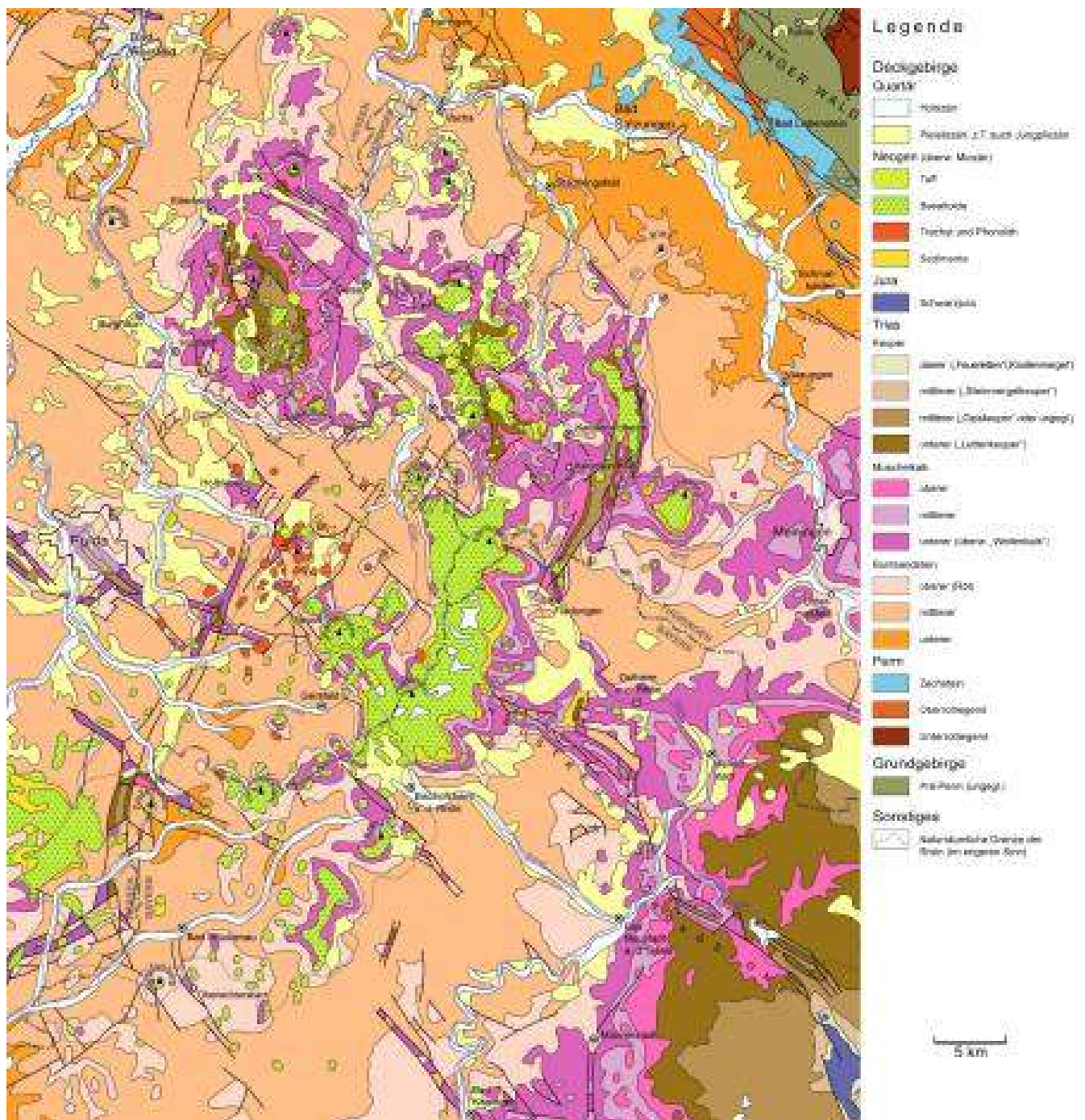


aus: Tertiäre und Quartäre Vulkangebiete in Deutschland und Umgebung (aus Meschede, 2018: Geologie Deutschlands - Ein prozessorientierter Ansatz. Springer Spektrum, 662-56422-6 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56422-6>

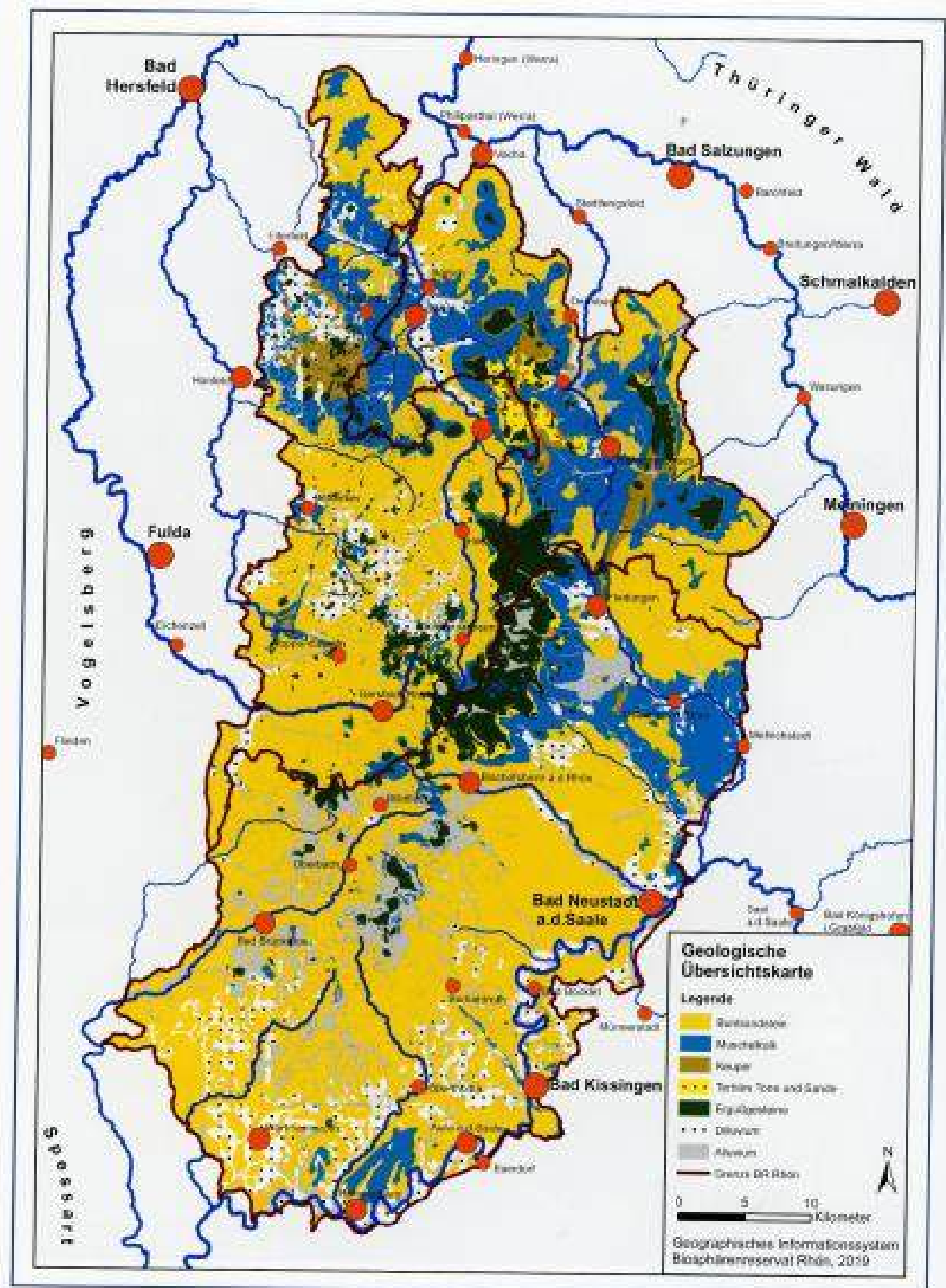
>70 Millionen Jahre Vulkanismus in Deutschland



modifiziert aus: Binder T et al (2022) Two distinct age groups of melilitites, foidites, and basanites from the southern Central European Volcanic Province reflect lithospheric heterogeneity. International Journal of Earth Sciences <https://doi.org/10.1007/s00531-022-02278-y>



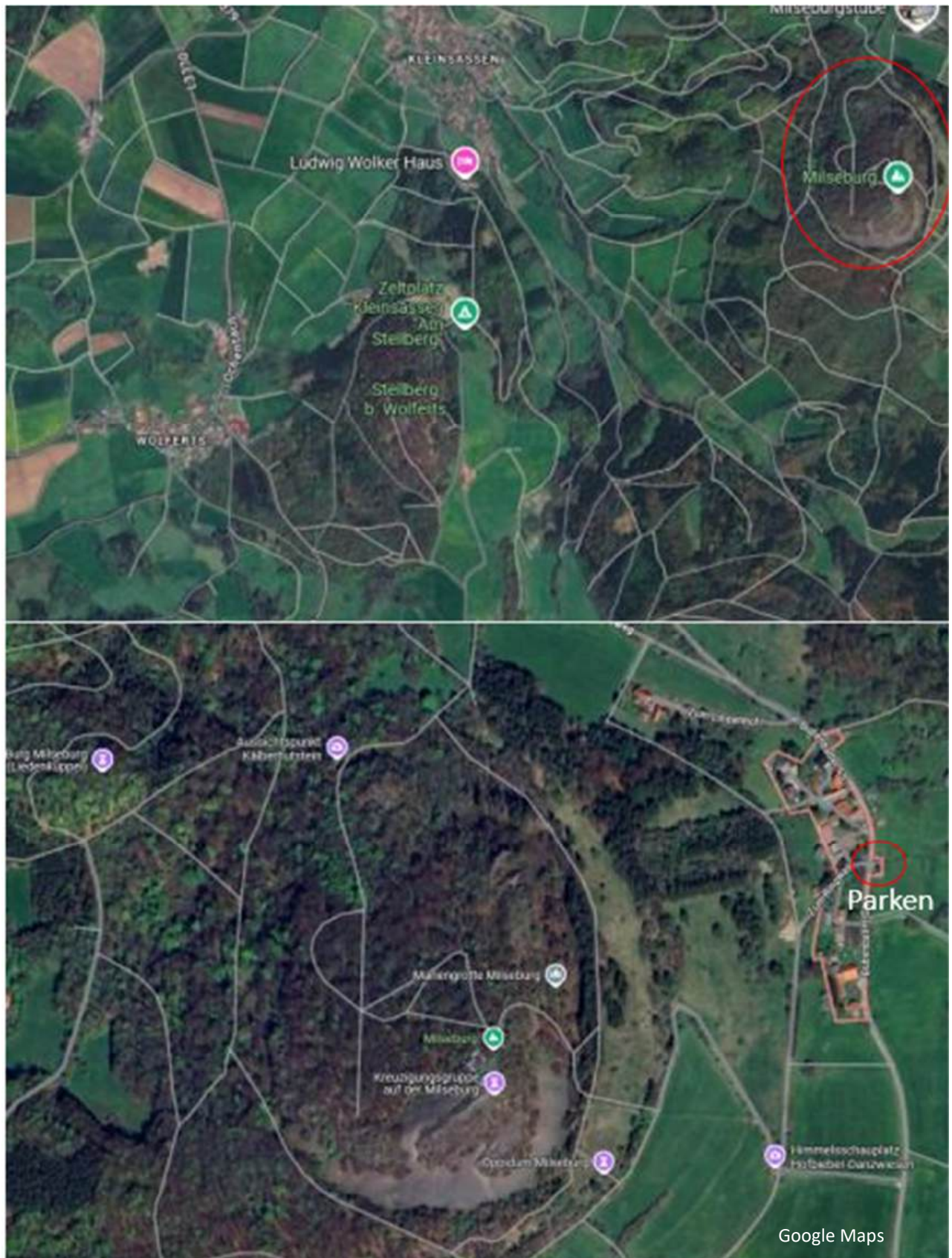
https://de.wikipedia.org/wiki/Rh%C3%B6n#/media/Datei:Geomap_Rhoen.jpg



Karte 4: Geologische Übersichtskarte

aus: Fossilien der Rhön

1. Milseburg



1. Milseburg Danzwiesen



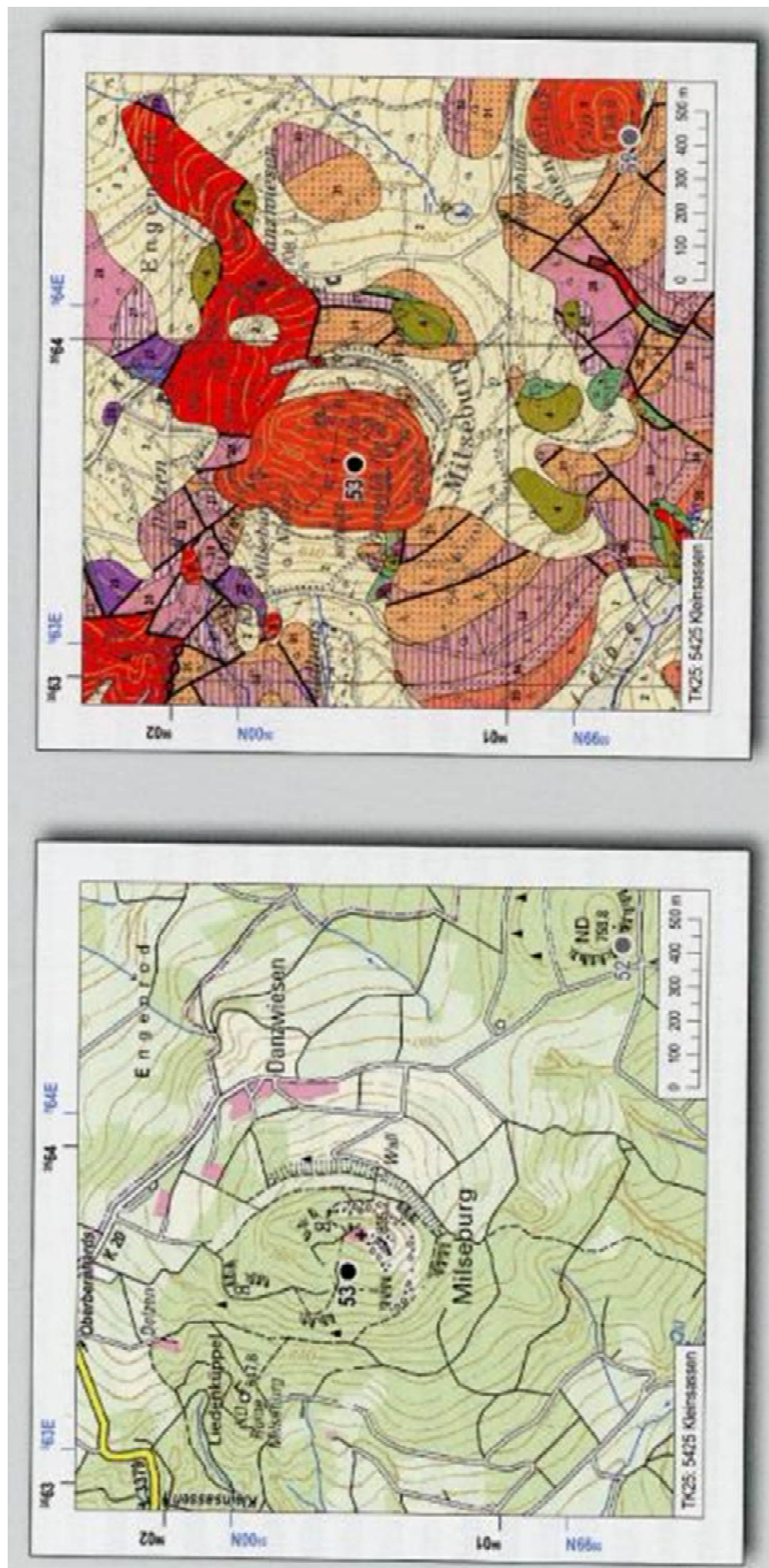
<https://wasserkuppe.net/milseburg>



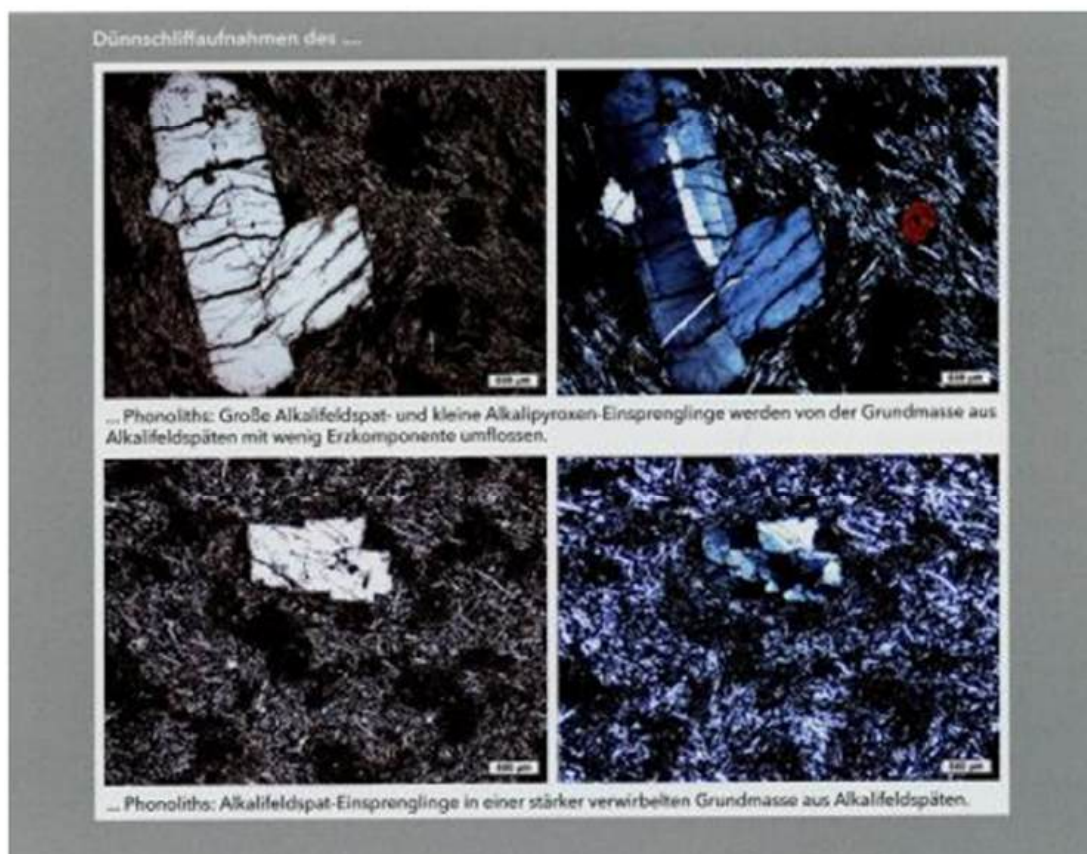
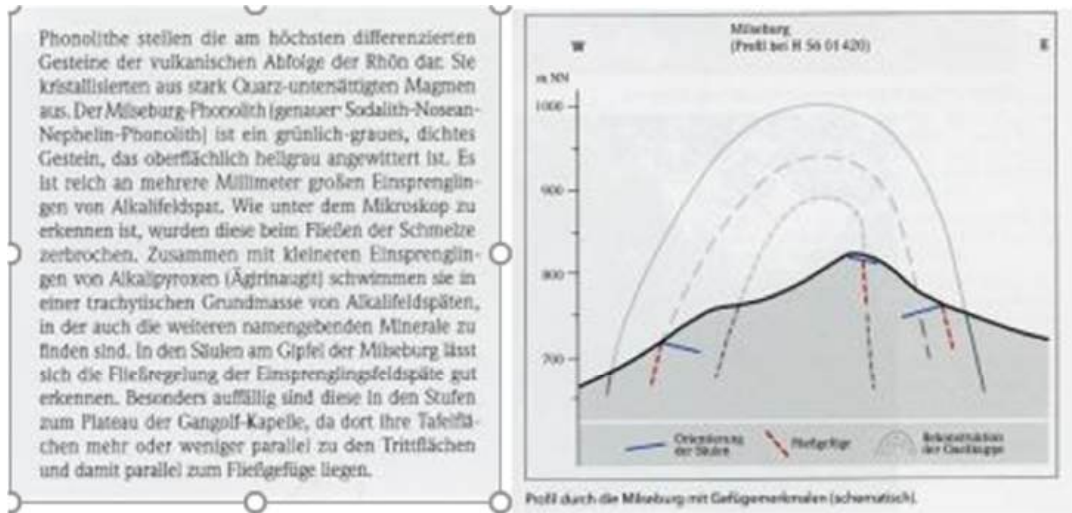
Phonolith

Aufschluss:	Felsmassiv
Gestein:	Phonolith
TK 25:	5425 Kleinsassen
Lage:	R: 35 63 640, H: 56 01 460
Landkreis:	Fulda
Gemeinde/Ortsteil:	Hofbieber Danzwiesen
Status:	Naturschutzgebiet

1. Milseburg



aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen



aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen

Der Heilige Gangolf

Der Berg verdankt seinen Namen einer Sage über den Riesen Mils, der hier zusammen mit dem Teufel sein Unwesen getrieben haben soll. Der Hl. Gangolf soll ihn schließlich bezwungen haben, worauf der Riese Mils sich selbst umbrachte. Der Teufel bedeckte den Leichnam schließlich mit Steinen – so soll die Milseburg entstanden sein.

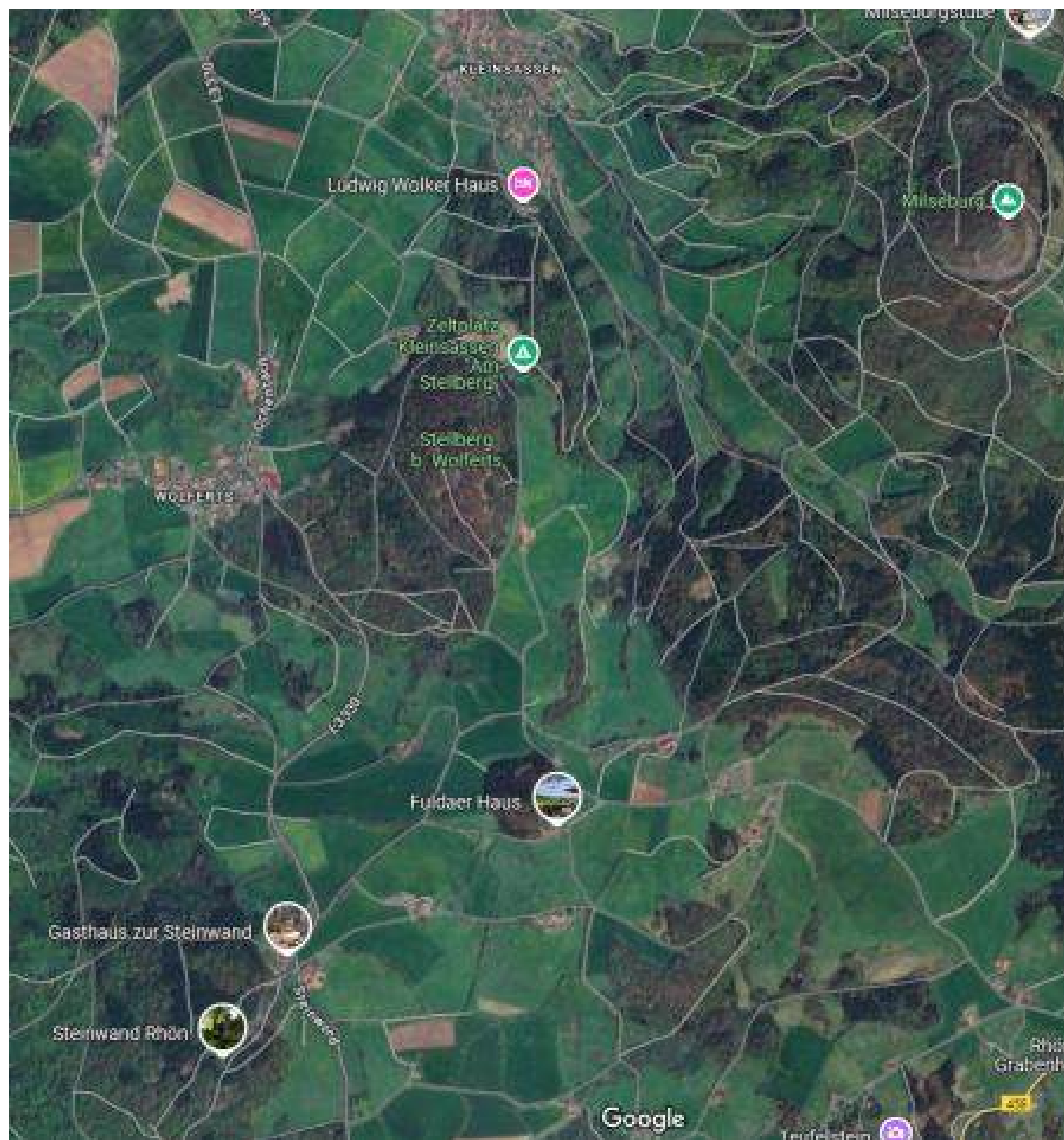
Danach wählte der Hl. Gangolf die Milseburg zu seinem Lieblingsaufenthaltort. Dieser wurde deshalb früher auch Gangolfsberg genannt. Unterhalb des Gipfels soll 1493 eine kleine Wallfahrtskapelle erbaut worden sein, die diesem Heiligen geweiht war.

Der Hl. Gangolf brachte auch einen frischen und heilkräftigen Brunnen auf die Milseburg mit. Diesen kaufte Gangolf in Fulda einem Bürger ab. Dieser freute sich, den frommen Mann überlistet zu haben, „denn“ so dachte er, „der Brunnen mag immerhin sein Eigen sein, mein bleibt doch der Platz, wo er quillt.“ Der Hl. Gangolf ließ sich einen kleinen hölzernen Brunnenkasten machen, füllte den mit Wasser aus dem Brunnen, trug ihn eigenhändig auf die Milseburg, stellte dort den Kasten hin und durchstieß mit seinem Stabe den Boden. Siehe, da quoll das Wasser fort und fort von unten herauf in den Kasten, dass dieser überfloss, der Brunnen des Bürgers drunten in Fulda aber versiegte. Der Gangolfbrunnen aber quillt noch fort bis auf den heutigen Tag, sein Wasser soll sich jahrelang frisch erhalten (LUDWIG BECHSTEIN 1853: Deutsches Sagenbuch; Leipzig).

Gipfel mit Gangolf Kapelle



2. Steinwand



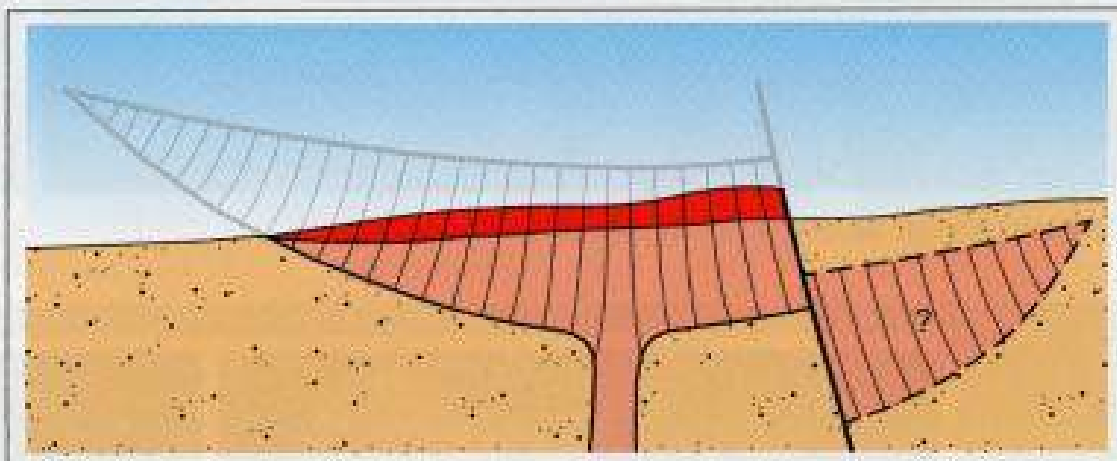
2. Steinwand



2. Steinwand

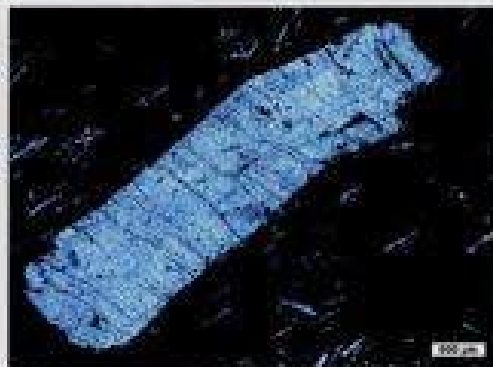


Als Alternative wird bisher von einem Lakkolith-artigen Körper des Phonolith-Vorkommens ausgegangen (EHRENBERG et al. 1994), d.h. einem pilzförmigen Körper mit der Wölbung nach oben. Doch die Orientierung der Säulen deutet die entgegengesetzte Form an, nämlich eine Schüssel, d.h. eine Wölbung nach unten, Lopolith-artig (**Abb.** schematisches Profil; die genannten Fachbegriffe sind für größere Intrusionen geprägt worden, deshalb die zurückhaltende Ausdrucksweise).



Lopolith der Steinwand, sichtbarer Teil hervorgehoben (schematisch).

2. Steinwand



Dünnschliffaufnahmen des Phonoliths: Zerbrochener Alkalifeldspat-Einsprengling in fließeregelter Grundmasse aus Alkalifeldspäten mit Erzkomponente und Alkalipyroxenen (X bunt) in Zwickeln.

Das dichte, in frischem Zustand grünlichgraue und angewittert hellgraue Gestein des Nephelin-Phonoliths der Steinwand zeigt unter dem Mikroskop ein typisches trachytisches Grundmassegefüge der Alkalifeldspäte, wobei die mehrere Millimeter großen, fluidal eingeregelter Einsprenglinge der Alkalifeldspäte in engem Abstand quer zerbrochen sind.



aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen

3. Schackau, Glutlawinen Sediment – pyroklastischer Strom



3. Schackau, Glutlawinen Sediment – pyroklastischer Strom



3. Schackau, Glutlawinen Sediment – pyroklastischer Strom

Die Bimsstein-Ablagerungen am Stettenrain – Zeugen eines explosiven Vulkanausbruchs in der Tertiär-Zeit

HUG



In der späten Tertiär-Zeit, vor 11–22 Millionen Jahren, war die Rhön ein überaus aktives Vulkangebiet. Immer wieder kam es zu hochexplosiven Vulkanausbrüchen. Zeuge eines solchen Naturereignisses ist das Bimsstein-Mahorkommen hier am Stettenrain in Schackau. Das hellgraue Gestein ist aus Glutlawinen hervorgegangen, die mit hoher Geschwindigkeit vom Ausbruchszentrum her die Vulkanhänge hinunter rasteten. Vergleichbare Vorgänge haben in historischer Zeit bis hin zur Gegenwart weltweit immer wieder stattgefunden und konnten somit direkt beobachtet werden. Einer der am besten untersuchten Beispiele ist der Ausbruch des Mount-St.-Helens-Vulkans im Jahre 1980 in den USA.

In der Rhön stieg während der Tertiär-Zeit eine über 700 °C heiße Gesteinsschmelze aus der Tiefe auf. Dabei kam es zur Freisetzung der in der Schmelze mitgeführten vulkanischen Gase, vergleichbar der Kohensäure in einer plötzlich geöffneten Mineralwasserflasche. Durch die explosionsartige Entgasung wurde die Gesteinsschmelze zersplittert und gemeinsam mit lockerem Nebengestein aus dem Vulkanschoß herausgeschleudert. Die sich weiter ausdehnenden heißen Gase stiegten zusammen mit den vulkanischen Schmelzpartikeln und Nebengesteinsbruchstücken mehrere Kilometer hoch in die Atmosphäre auf. Über dem Vulkan entstand eine riesige Wolke, eine so genannte Eruptionsssäule.

Immer wieder brachen Teile dieser Eruptionsssäule unter der Last der mitgerissenen Schmelzpartikel und Nebengesteinsbruchstücke zusammen und bildeten Glutlawine. Diese flossen mit Geschwindigkeiten von über 100 km/h die Hänge des Vulkans hinunter, wobei sie bevorzugt dem Verlauf von Tälern folgten.

Im Vorland des Vulkans kam das Gesteinsmaterial dann als lockere Ablagerung zur Ruhe. Die zu Bims entstandenen Schmelzpartikel waren zu diesem Zeitpunkt immer noch mehrere 100 °C heiß und somit plastisch verformbar. Im **unteren Teil der Glutlawinen-Ablagerung** wurden sie daher durch die Auflast zu flachen Linien zusammengedrückt und miteinander verschweißt. Dies lässt sich an Gesteinserschäfften aus der über 150 m tiefen Bohrung am Stettenrain deutlich erkennen. Diese flachgedrückten ehemaligen Bimse werden wegen ihrer oft geschwungenen Form mit dem vulkanischen Wort „fumarie“ = „Flammen“ bezeichnet.

Reste des ursprünglich lockeren **oberen Teils der Glutlawinen-Ablagerung** sind hier am Stettenrain aufgeschlossen. Die einzelnen Bimse und Nebengesteinsbruchstücke wurden im Laufe der Jahrmillionen durch neu gebildete Minerale miteinander verfestet – es entstand ein Festgestein.



Hochverschmolzener Bimsstein aus der Tiefbohrung am Stettenrain mit deutlich erkennbaren dunkelgrauen „Flammen“.



Bimsstein vom Stettenrain, hell- bis graue Bimse sind schnell zu Bauschutt zerbröckelnd, eingebettet in feine, körnige Asche (Angestrichen).

„Es ist aus in die Luft gehaut!“

Mit freundlicher Unterstützung von:

FCN
BRUNNENBERG, BÜCHERBERG

Rhein-Spallerei

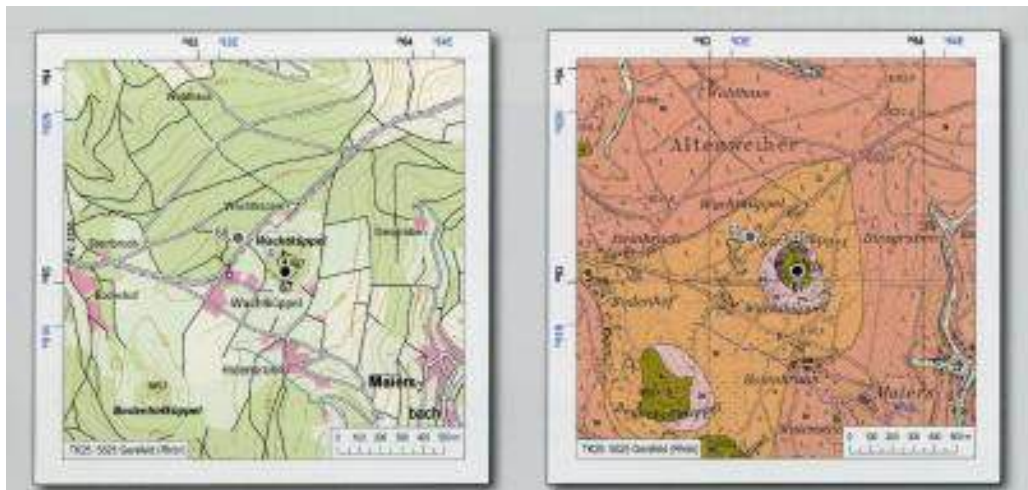
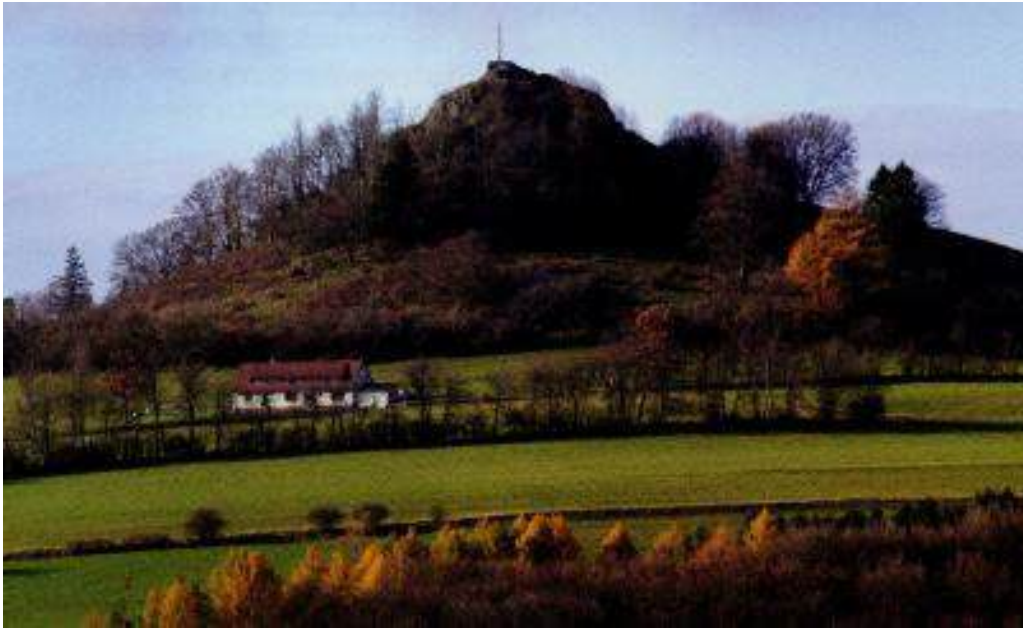
DAV
Deutscher Alpenverein

St. Hubert
Region Kitzbühel

St. Hubert
Region Kitzbühel

St. Hubert
Region Kitzbühel

4. Wachtküppel Trachybasalt



aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen



4. Wacktküppel



An seiner Nordost- und Ost-Seite sind dagegen nach liegende Säulen am Gipfel zu beobachten, ...

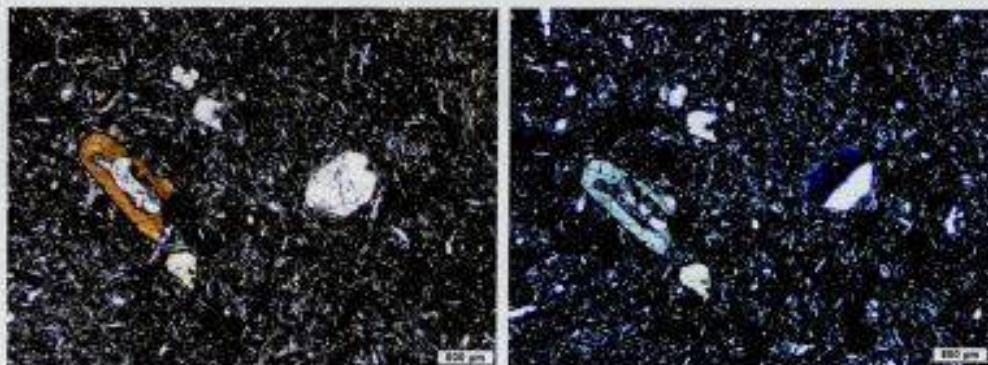
... deren Säulenköpfe ebenfalls aufgeschlossen sind.

Unter dem Mikroskop fallen die oft mehrere Millimeter großen Einsprenglinge von Klinopyroxen auf, die teilweise verzwilligt sind und Bruchstücke von Amphibolkristallen wie auch Apatitnadeln einschließen können. Amphibol bildet kleinere eigenständige Einsprenglinge, ist dann aber opazitiert (durch Oxidations- und Entwässerungsvorgänge mit Magnetitkriställchen durchstäubt). Die Grundmasse ist sehr feinkörnig. Sie wird beherrscht von leicht im Fließen eingeregelter Feldspatleisten (vorwiegend Plagioklas), deren Zwickel

von Klinopyroxen und Erz besetzt sind. Bereits makroskopisch zeigen sich die typischen Flecken eines Sonnenbrenner-Basalts.

Die exponierte Stellung des Wacktküppels, durchgebrochen als Schlot durch Schichten des Oberen Buntsandsteins, macht ihn möglicherweise zu einem bevorzugten Ziel für Blitze bei Gewittern. Der hohe Magnetit-Anteil des basaltischen Gesteins bewirkt bei den elektrischen Entladungen offensichtlich eine örtlich starke Magnetisierung des Gesteins, so dass der Kompass mitunter keine verlässlichen Daten mehr liefert. Man spricht von Aberration, einer zusätzlich zur magnetischen Deklination auftretenden Ablenkung der Nadel des Magnetkompasses.

Der Wacktküppel gehört zu den vereinzelten Förder-schlotten in der Vorrhön am Übergang zur Kuppenrhön, welche die ursprünglich weit größere Ausdehnung der basaltischen Decken in der Rhön belegen. In einer stellen, etwa 50 m durchmessenden und durch die Erosion herauspräparierten Bergkuppe stehen die basaltischen Gesteine in den Felsen des Gipfelbereichs weithin sichtbar an. In der geologischen Karte noch als Feldspatbasalt bezeichnet, gehen sie inzwischen nach der chemischen Klassifikation als Trachybasalt. Dieser ist eng verwandt mit dem Alkalibasalt und unterscheidet sich von ihm durch einen leicht höheren Alkaligehalt (s. Teil I, Kap. 4.1).



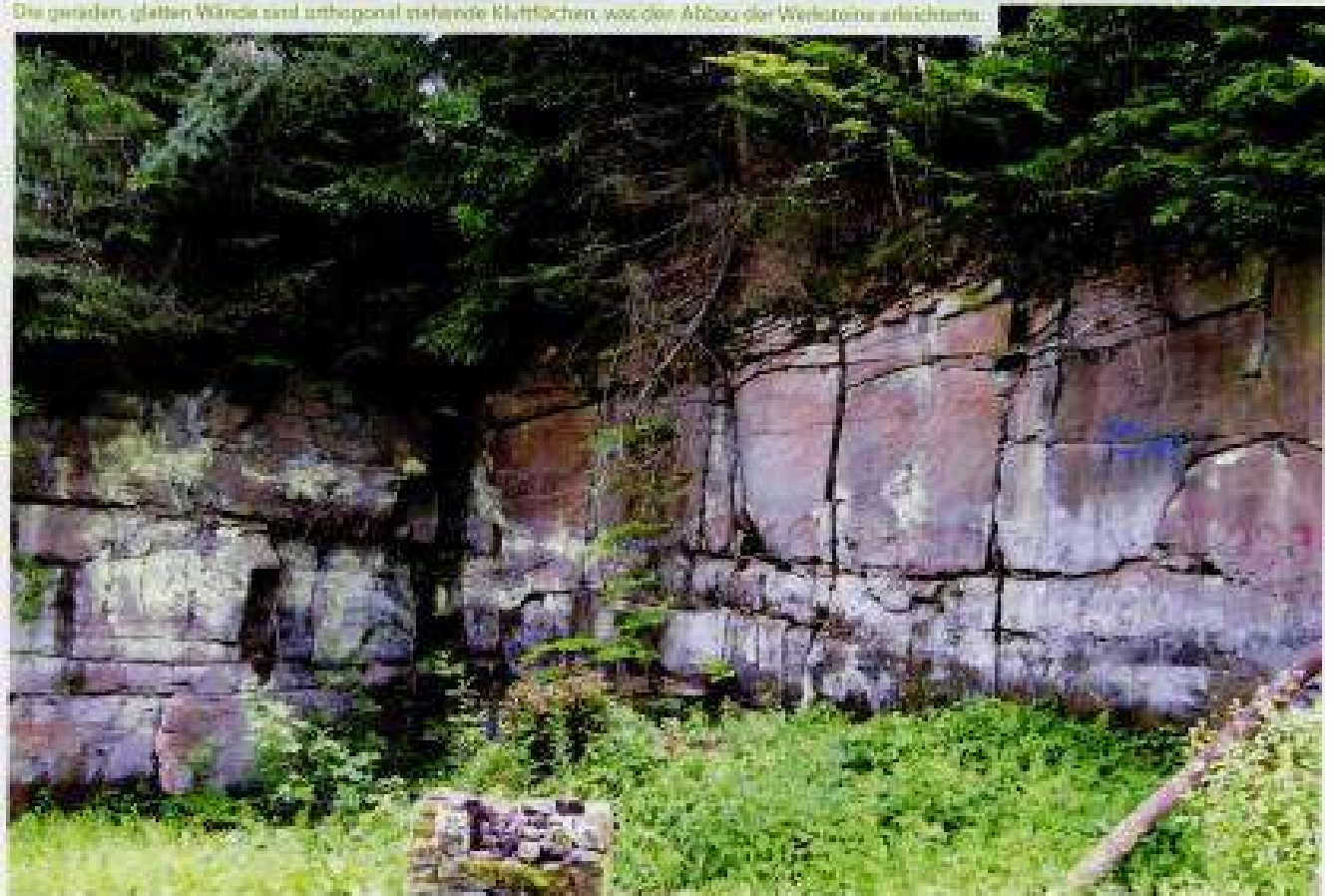
Dünnschliffaufnahmen des Trachybasalts: Stark korrodierte Hornblende-Einsprenglinge (braun) und z.T. verzwilligte Klinopyroxen-Einsprenglinge (z.B. großer, achtseitiger Kristall in der rechten Bildhälfte) in feinkörniger Grundmasse aus leicht fließgeregelten Feldspäten (neben Plagioklas untergeordnet Alkalifeldspat) mit Erzphase und Klinopyroxen in den Zwickeln.

aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen

4a. Wachtküppel - Buntsandstein

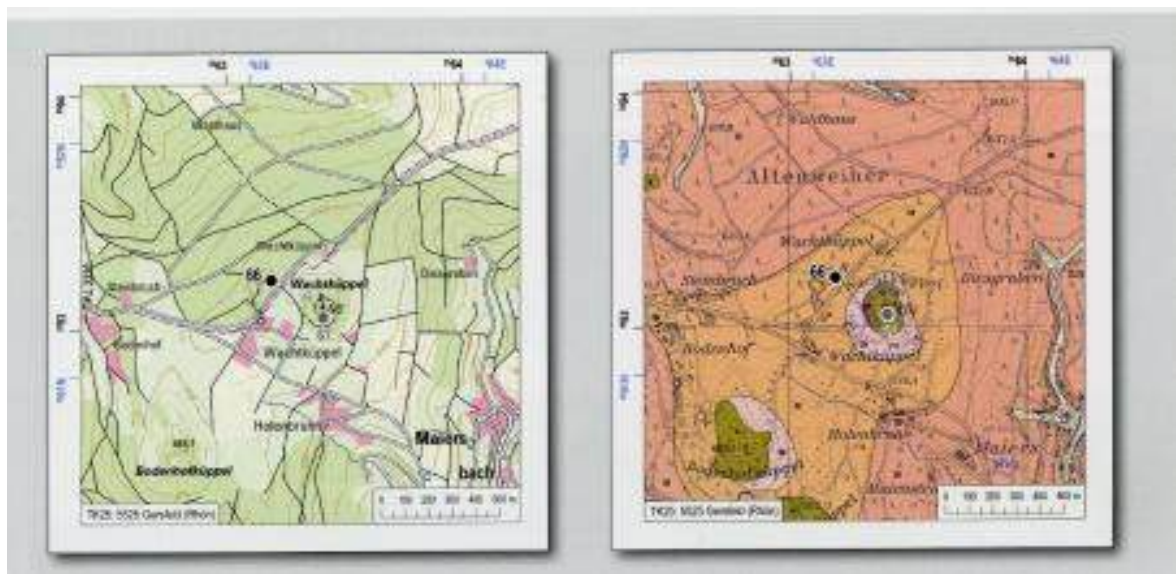


Die geraden, glatten Wände sind orthogonal stehende Klüfflflächen, was den Abbau der Werksteine erleichterte.



aus: Die Hessische Rhön-Geotope im Land der offenen Fernen

4a. Wacktküppel - Buntsandstein



Chrono- stratigraphie Zeitalter / Ma	Lithostratigraphie			Allostratigraphie	Höhe
	Gruppe	Subgruppe	Konsolidierte Gesteinskörper		
Perm	Werra- tuff (m)	Untere Muschel- tuff (m)	Jura-Formation	Gera-Formation	241
Untere Trias	Buntsandstein (8) 8.0 Ma	Obere Buntsand- stein (m) 1.5 Ma	Alte-Formation	Alte-Formation	17
			Solling-Formation	Solling-Formation	15
		Mittlere Buntsand- stein (m) 1.5 Ma	Harde-Formation (Solling-Formation)	Harde-Formation (Solling-Formation)	15
			Harde-Formation (Solling-Formation)	Harde-Formation (Solling-Formation)	15
			Harde-Formation (Solling-Formation)	Harde-Formation (Solling-Formation)	15
			Harde-Formation (Solling-Formation)	Harde-Formation (Solling-Formation)	15
		Untere Buntsand- stein (m) 1.5 Ma	Solling-Formation	Solling-Formation	15
			Solling-Formation	Solling-Formation	15
			Solling-Formation	Solling-Formation	15
			Solling-Formation	Solling-Formation	15
Perm	Zechstein (m)	Zechstein (m)	Alte-Formation (Solling-Formation)	Alte-Formation (Solling-Formation)	15
			Alte-Formation (Solling-Formation)	Alte-Formation (Solling-Formation)	15

Abb. 6: Stratigraphie des Buntsandsteins (Germanische Trias).

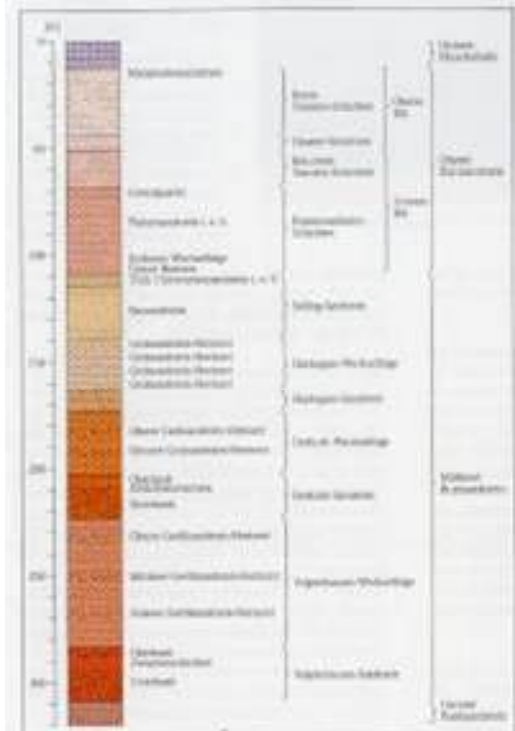


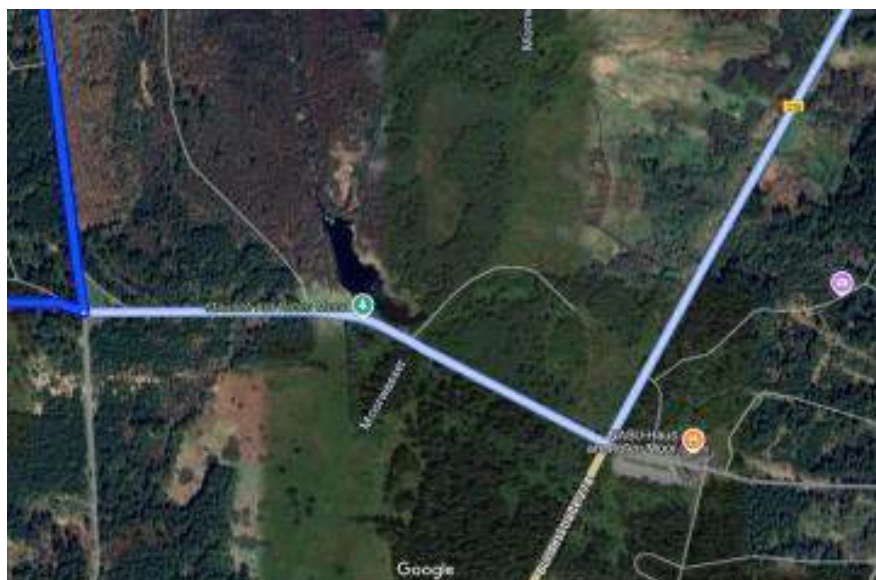
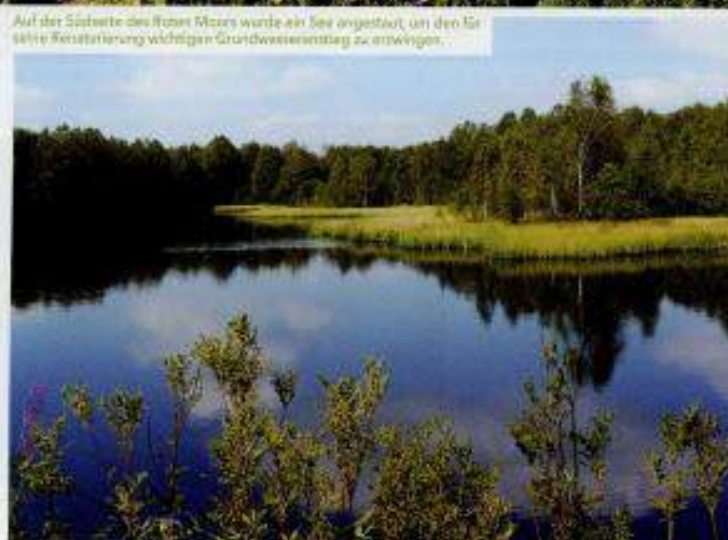
Abb. 7: Standardprofil des Mittelen und Oberen Buntsandsteins in der Rhön (nach Grottel et al. 1994, verändert).

Der Steinbruch beschränkt sich in seiner Aufschluss-
höhe auf einen massigen Abschnitt in der Solling-
Formation, die eine Abbauhöhe von etwa 4 m erlaubt
hat. Die Sohle liegt im Bereich des Kameol-Dolomit-
Horizonts (RUTTE & WILCZEWSKI 1983) der Solling-
Formation. Beim Betreten besonders auffällig sind die
geraden, glatten Wände, die hier nicht das Ergebnis
menschlicher Bearbeitung sind, sondern durch ein
System von ebenen, in ungefähr rechtem Winkel zu-
einander stehenden, senkrechten oder fast senkrechten
Klüften hervorgerufen werden. Für die Gewinnung
von Werksteinen war diese Situation günstig. Der in
flacher Lagerung (120/6) anstehende Sandstein zeigt
in frischem Zustand die typische hellrote Farbe, mit
einem Stich ins Violette, teilweise auch ins Weißliche
übergehend, wie sie allgemein im Buntsandstein über-
wiegt. Die Gesteinsabfolge setzt sich aus mehreren bis

wiegt. Die Gesteinsabfolge setzt sich aus mehreren bis
zu 2 m mächtigen Bänken ohne größere Ton-/Siltstein-
Zwischenschichten zusammen. Die Sandsteinbänke
sind, wie im Buntsandstein üblich (s. Teil I, Kap. 3.1
Buntsandstein), aus Schrägschichtungskörpern aufge-
baut. Diese fallen besonders auf, wenn sie sich durch
Verwitterungseinfluss in der Nähe zur Oberfläche in

die einzelnen Schrägschichtungsblätter auflösen. Ein-
schlüsse von Tongallen spielen in diesem Vorkommen
keine große Rolle. Nur in wenigen Horizonten waren
sie angereichert. Sie sind jetzt ausgewittert und lassen
durch ihre Ausrichtung die Schrägschichtung ebenfalls
nachvollziehen.

5. Rotes Moor



5. Rotes Moor



Aufschluss:	Moor
Gestein:	—
TK 25:	5525 Gersfeld (Rhön)
Lage:	E: 35 89 600, N: 55 92 700
Landkreis:	Fulda
Gemeinde/Ortsteil:	Gersfeld (Rhön); Sandberg
Status:	Naturschutzgebiet

Beschreibung:

Zugang: Das Naturschutzgebiet Rotes Moor liegt westlich der B278 zwischen Bischofsheim und dem Ehrenberger Ortsteil Wüstensachsen, westlich des Ottlienstein. Der Zugang erfolgt bequem vom Parkplatz Moordorf an der B278. Man überquert die Bundesstraße und erreicht nach 450 m eine Schutzhütte. Hier beginnt ein gut 1 km langer Bohlenweg in grob nördlicher Richtung durch das Moor. An seinem nördlichen Ende verschafft ein Aussichtsturm (AT in der Karte) einen Überblick über das Gelände. Der Besuch des Roten Moors lässt sich gut mit einem Gang zur Ulsterquelle (Geotop 85) oder durch die Kaskadenschlucht (Geotop 87) verbinden.

Das Rote Moor auf der Hohen Rhön – genauer westlich des Kammes der Langen Rhön im Übergang zur Wasserkuppenrhön – ist mit einer Fläche von 30 ha

das zweitgrößte Hochmoor der Rhön. Ursprünglich war es sogar zwischen 40 und 50 ha groß. Lediglich das zu Bayern gehörende, ebenfalls auf der Langen Rhön gelegene Schwarze Moor ist noch größer. Den Namen – seine Herkunft ist nicht zweifelsfrei belegt – hat das Rote Moor entweder von der rot blühenden Heide, die früher ihr Kennzeichen war (Version 1) oder von seiner Bedeckung mit rötlichem Torfmoos, wobei dieser Eindruck durch mit Eisenerz überzogene Schlammstellen zusätzlich verstärkt wurde (Version 2). Das Moor hat durch den intensiven, bis 1984 umgehenden Torfabbau sehr gelitten, weil es dazu durch Gräben entwässert werden musste. Der Torf wurde für medizinische Zwecke genutzt (Moorbäder). Inzwischen wird eine



Ein Bohlenweg führt durch ein Wäldchen mit Karpatsenbirk, deren Vorkommen in Mitteleuropa einzigartig ist.

26 Rotes Moor, Gersfeld (Rhön) – Sandberg

erfolgreiche Renaturierung betrieben. Für den notwendigen Anstieg des Grundwassers ist auf der Südseite ein See aufgestaut worden (Näheres zur Historie bei Jensch & Kries 2012).

Während andere Hochmoore auf der Hohen Rhön ihren Ursprung in abflusslosen Senken auf den Basaltdecken haben, entwickelte sich das Rote Moor auf undurchlässigen (präbasaltischen) Tonen und Sanden. Diese bilden auch das Unterlager für die Basalte der Umgebung und gehören wie diese ins Miozän. In dieser Zeit fanden im weiteren Umfeld des Roten Moors bereits basaltische Ergüsse statt, wie das Auftreten entsprechender Geröllkomponenten anzeigt.

Auf drei Seiten wird das Rote Moor von den Relikten der Basaltdecken umgeben, wobei deren lokales Fehlen hier primär und nicht erst eine Folge von Abtragungsvorgängen sein dürfte. Diese freie Fläche zwischen verschiedenen Lavaströmen hat zweifellos die viel spätere Moorbildung begünstigt und die Entwässerung von dort nach Süden in Richtung zur Fränkischen Saale vorgegeben.

Die Moorbildung im Roten Moor hat im späten Würm-Glazial (der letzten Kaltzeit) eingesetzt. So richtig in Gang gekommen ist sie aber erst nachkaltzeitlich, wie die Lage des Laacher-See-Tuffs aus der Eifel als wichtigem Markerhorizont von vor 12 900 Jahren – kurz vor Beginn des Holozäns – anzeigt. Die Entwicklung des Roten Moores begann auf der gesamten Fläche mit einem Flachmoor-Stadium (Sumpfmoor). Ausgehend von einem kleinen Zentrum breitete sich das Moor nach außen zum Rand hin hangaufwärts aus. So blieb ein Gefälle erhalten, über das das Moor nach Süden entwässert wurde. Ein See als Ausgangsstadium für ein Flachmoor kann ausgeschlossen werden, da dieses sich entgegengesetzt von außen nach innen entwickelt hätte. Es sind auch keine limnischen Ablagerungen bekannt, die einen See belegen könnten.

Der Ausgang war demnach ein Sumpfmoor-Stadium, das sich an einem Bachlauf entwickelte, vergleichbar den heutigen Quellmooren in der Rhön. Ein mehrfaches Verlagern des Bachbetts verbreiterte die Basis der Moorbildung. Von dort ausgehend wuchs das Moor unter Ausbildung verschiedener Typen in die Breite und Höhe. Nach einem sogenannten Zwischenmoor-Stadium gegen Ende einer Zwischenkälteperiode im Holozän,



Über der abgetorften Fläche ragt das noch intakte Moor heraus, im Hintergrund der Heidelstein.

während der Eisenzeit um 500 v. Chr., setzte das Hochmoor-Stadium ein. Dieses besteht weiterhin fort und gibt dem Roten Moor sein heutiges Gesicht.

Mit dem Hochmoor-Stadium ist das Rote Moor vom Wasser im Untergrund unabhängig, dafür aber vom Klima abhängig geworden. Bedingt durch die Hochlage der Langen Rhön um 800 m ü. NN, die wiederum eine Folge ihrer geologischen Geschichte (vgl. Teil I) ist, übersteigt hier die Niederschlagsmenge den Wasserverlust durch Abfluss und Verdunstung und schuf somit eine wichtige Voraussetzung für die Hochmoorbildung. Aber nicht nur ausreichende Niederschlagsmengen, sondern auch nicht zu lange Trockenperioden und nicht zu große Temperaturschwankungen, die wiederum ein Austrocknen begünstigen würden, sind wichtige Voraussetzungen für die Entwicklung des Hochmoores.

Literatur:

- Bouché, H. (1909): Erl. geol. Kt. Preußen u. benachb. Bundesstaaten 1 : 25 000, Lfg. 171 Bl. Gersfeld: 43 S., Berlin. – [Faksim. Nachdruck Bl. 5525 Gersfeld (Rhön); Wiesbaden 1994, HLB].
- Bouché, H. (1910): Geol. Kt. Preußen u. benachb. Bundesstaaten 1 : 25 000, Lfg. 171 Bl. Gersfeld: Berlin. – [Faksim. Nachdruck Bl. 5525 Gersfeld (Rhön); Wiesbaden 1994, HLB].
- Fuchs, H. (2012): Die geologische Geschichte der Rhön – Voraussetzung zur Entstehung des Roten Moores. – In: Jensch, J. & Kries, W.: Das Rote Moor. Ein Juwel in der Hohe Rhön: 18–26, zahlr. Abb. u. Tab., Fulda (Parzeller).
- Jensch, J. & Kries, W. (2012): Das Rote Moor. Ein Juwel in der Hohe Rhön. – 408 S., zahlr. Abb. u. Tab., Fulda (Parzeller).

6. Bauersberg bei Bischofsheim Braunkohle Besucherbergwerk

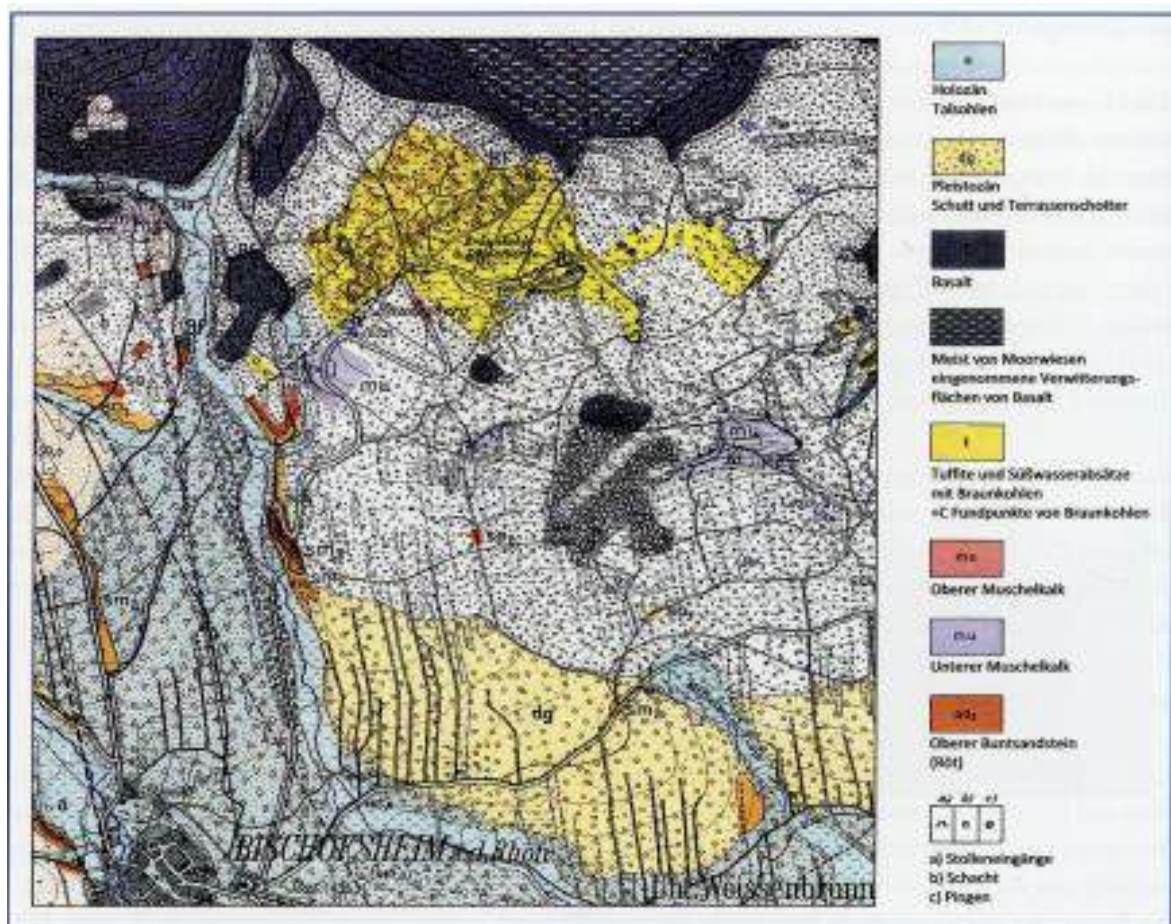


Abb. 136: Auszug der historischen geologischen Karte, Blatt Bischofsheim (NATHAN 1935), mit dem alten Straßenverlauf von Bischofsheim bis zur Verladestation bei der Zeche Einigkeit.

aus: Fossilien der Rhön

2.6 Fossilagerstätte Bauersberg – Paläobotanisches Schaufenster im Braunkohlentertiär der Rhön und 500 Jahre Bergbautradition

Bei Bischofsheim a. d. Rhön, am südlichen Ende der Hohen Rhön, liegt der Bauersberg. Hier beginnt bzw. endet die Hochrhönstraße und weiter über die Bauersbergstraße gelangt man hinunter zur Stadt Bischofsheim. Die Straße führt am Bauersberg zwischen Rothsee, Basalwerk und dem Schullandheim Bauersberg durch ein altes Bergbaurevier, was besonders für die Tradition des historischen Braunkohlenbergbaus in der Rhön von großer Bedeutung ist. Sedimentäre Ablagerungen der Braunkohlzeit, verzahnt mit eruptivem Basalt, lagern hier auf den Gesteinsschichten des Muschelkalks. Vor ca. 20 Millionen Jahren entwickelten sich in diesem Gebiet ein größerer Süßwassersee und ein Braunkohlensumpf (Abb. 129), in denen es zur Ablagerung von Vulkanaschen (Tuffite), Ton, Kohleton und Braunkohlen kam. Insgesamt erreichen diese tertiären Sedimente am Bauersberg eine Mächtigkeit von über 50 m.

Ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden fossile Pflanzenreste aus den Braunkohlegruben vom Bauersberg bekannt gemacht (HEER 1859, HASSENKAMP 1858 u. 1860). Somit gilt der Bauersberg (Bischofsheim) wie Sieblös an der Wasserkuppe im hessischen und Kaltennordheim im thüringischen Teil der Rhön, als klassische Fossilfundstätte im bay-

erischen Teil der Rhön. Neben den wissenschaftlich sehr bedeutsamen Fossilfundstellen bei Oberleiersbach und Ostheim v. d. Rhön (vergl. Kapitel 2.2 und 2.9) ist der Bauersberg nun die dritte Tertiär-Lokalität aus dem bayerischen Teil des Biosphärenreservats Rhön, die in diesen Mitteilungen behandelt wird. Da die Thematik sehr umfangreich und der Zeitrahmen für die Ausarbeitung des Artikels begrenzt war, kann in diesen Mitteilungen nur ein grober Überblick zur Fossilagerstätte Bauersberg gegeben werden.

Aufschlussituation am Bauersberg

HASSENKAMP und 100 Jahre später auch A. ELZONG, der 1953 als Geologe zur Braunkohlenerkundung in die Zeche Bischofsheim kam, hatten noch die Möglichkeit, die geologischen Verhältnisse der Braunkohlenablagerungen persönlich unter Tage zu studieren. HASSENKAMP (1858) wollte mit seiner Publikation über die Braunkohlenformation das Interesse der Fachwelt für die Rhön anregen. Für das Vorkommen am Bauersberg schrieb er: „Dieses Braunkohlenlager ist sicher das Interessanteste der Rhön, und wollen wir hier alle Geologen, welche dieses Gebirge besuchen, aufmerksam machen.“

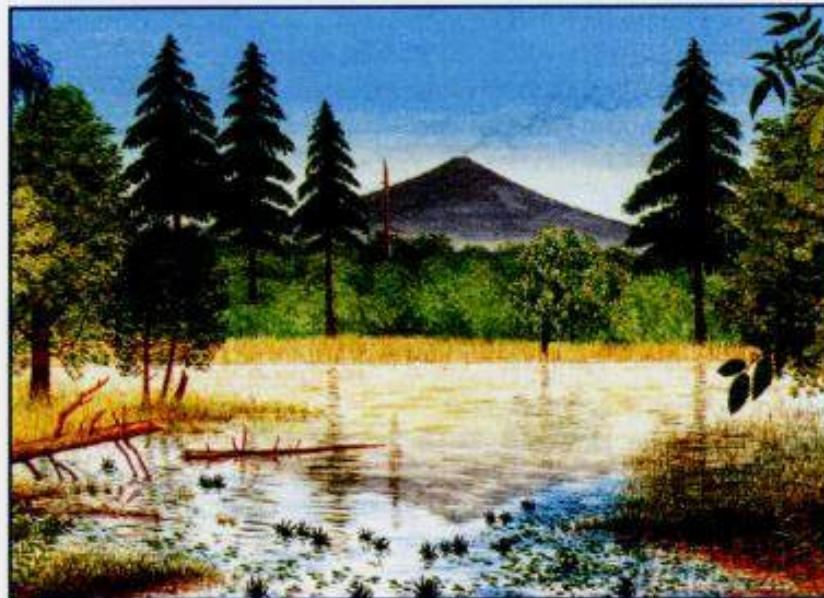


Abb. 129: Rekonstruktion der miozänen Landschaft nach Funden vom Bauersberg (Zeichnung: Dr. F. MÜLLER, Vonderau-Museum Fulda)

500 Jahre Bergbautradition

Wie es die Überschrift schon andeutet, geht es im folgenden Abschnitt nicht um die geologischen und paläontologischen Verhältnisse der Fossilagerstätte, sondern um die Thematik Bergbau. Die Fischerhütte am Rothsee ist heute ein bekanntes Ausflugsziel am Bauersberg, bis in die 1950er Jahre des vergangenen Jahrhunderts schaufelten hier im Untergrund noch Bergleute im Abbaufeld der Zeche Bischofsheim nach Braunkohlen. Auch dass über dem bereits großräumig abgebauten Basalt im Steinbruch der Basalt AG früher die Zeche Einigkeit lag, in der Braunkohlen unter Tage wie auch im Tagebau abgebaut wurde, ist nur noch zu erahnen. 1972 wurde hier ein naturkundlicher Wanderpfad eröffnet, auf dem der Besucher ein ausgebautes Teilstück eines originalen Stollens der Zeche Einigkeit als Sehenswürdigkeit erleben durfte (Abb. 132a und 132b).

Infolge von Erweiterungen des Basaltsteinbruchs verschwand nicht nur allmählich der bergbauliche Lehrpfad, auch die tertiären Sedimente und Koh-

leschichten samt den bergbaulichen Relikten sind großflächig abgetragen worden (Abb. 133). 2014 wurde ein neuer künstlich angelegter Schaustollen (Abb. 132c und 132d) eröffnet. Interessierte Besucher können nun wieder ein Besucherbergwerk erleben und sich auf einem neugestalteten Lehrpfad mit Schautafeln über den Basalt- und historischen Braunkohlenabbau sowie die Geologie des Bauersberges informieren.

Aus montanarchäologischer Sicht war und ist der Bauersberg für die Geschichte des regionalen Bergbaus, insbesondere für die des Braunkohlenbergbaus von großer Bedeutung und einzigartig in der Rhön.

Im 16. Jahrhundert scheint die Verhüttung von Eisenerz in verschiedenen Regionen der Rhön nochmals kurzzeitig aufzublühen, wie z. B. der Eisenhammer an der Felda bei Neidhartshausen (MÖTSCH 2012) in der thüringischen Rhön belegt. Aus älteren fränkisch-würzburgischen Chroniken zur Region und der Stadt Bischofsheim (u. a. STUMPF 1796, DENZINGER 1811 u. 1851, SCHUMM 1875) erfahren wir, dass im Süden der Rhön am

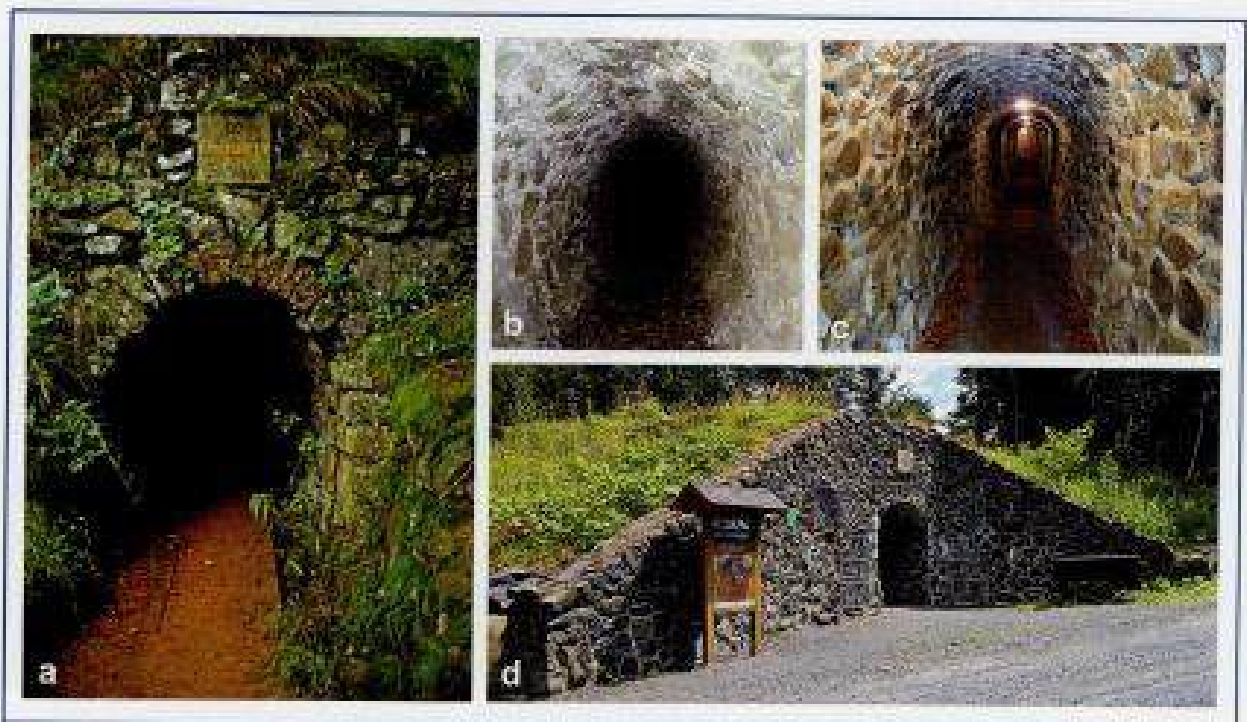
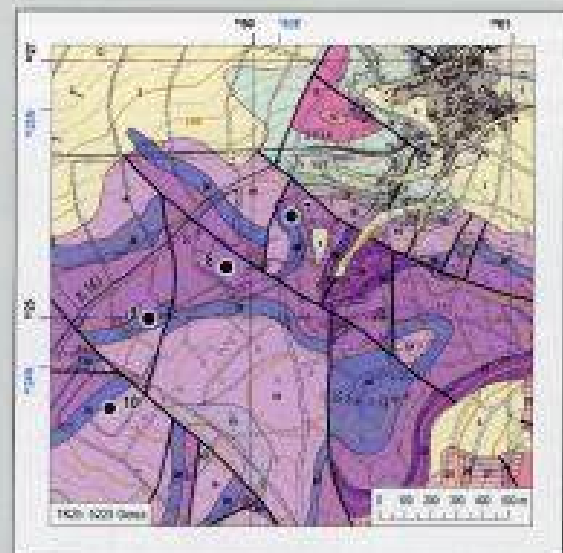
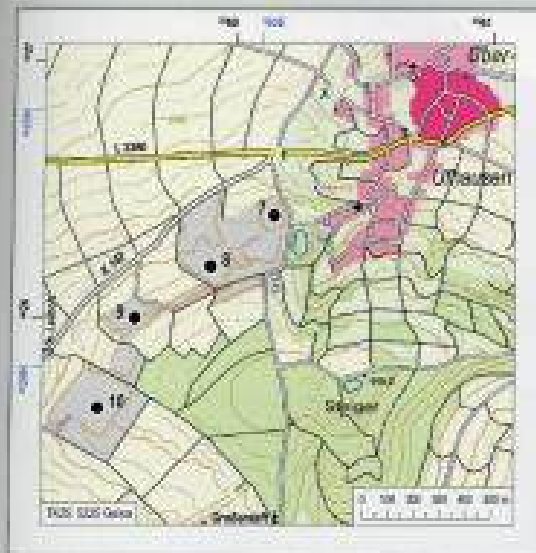


Abb. 132: a) u. b) Ehemaliger Stollen der Zeche Einigkeit (a: Portal Zeche Einigkeit, 1984, (Foto: KLAUS-PETER KELBER, Würzburg), c) u. d) neues Besucherbergwerk am Rothsee

7. Ufhausen, Unterer Muschelkalk

7, 8, 9, 10 Steinbrüche (ehem. und in Betrieb), Eiterfeld



Aufschluss:	Steinbruch
Gestein:	Kalk bis Mergelstein
Stratigraphische Position:	Unterer Muschelkalk (Weissenkalk)
TK25:	S225 Geisa
Lage:	7: R: 35 60 150, H: 56 26 400 (ehem. Steinbruch I); 8: R: 35 59 900, H: 56 26 200 (Steinbruch I); 9: R: 35 59 600, H: 56 26 000 (ehem. Steinbruch II); 10: R: 35 59 450, H: 56 25 650 (Steinbruch II)
Landkreis:	Felds
Gemeinde/Ortsteil:	7, 8, 9: Eiterfeld, Ober-Ufhausen; 10: Eiterfeld, Leibolz
Status:	Steinbrüche, z.T. stillgelegt, z.T. in Betrieb, ungeschützt

Beschreibung:

Zugang: Südwestlich des Eiterfelder Ortsteils Ober-Ufhausen befinden sich an der K147 nach Leibolz insgesamt vier Steinbrüche, von denen der erste (**ehem. Steinbruch I**, Geotop 7) und dritte (**ehem. Steinbruch II**, Geotop 9) stillgelegt und der zweite (**Steinbruch I**, Geotop 8) sowie vierte (**Steinbruch II**, Geotop 10) in Abbau stehen. Für den erst- und zweitgenannten Steinbruch erfolgt die Zufahrt von der Lokalstraße zum Sportgelände, auf der im weiteren Verlauf gewichtsbeschränkter Straße zum Ortsteil Großtauf. Die beiden anderen Steinbrüche sind 600 m bzw. 1200 m nach Passieren dieser Lokalstraße direkt von der K147 aus zu erreichen.

Alle vier Steinbrüche sind in der Schichtenfolge des Unteren Muschelkalks angelegt, die dort um die 10° in nördliche Richtungen einfällt. Ihre jeweiligen stratigraphischen Ausschnitte überschneiden sich aber nur zum Teil. Der stillgelegte **Steinbruch I** (Geotop 7) umfasst auf mehreren Teilniveaus insgesamt etwa 20 m aus dem Mittleren Weissenkalk (Folge m2) mit Bimbacher Echinodermenbank (auch Bimbacher Seelilienbank genannt; Abb. 9, Teil 1), Thüringischer *Sporferina*-Bank und den Terebratelbanken. Die Bimbacher Echinodermenbank besteht aus einer rinnenartig in einen liegenden Hartgrund eingetieften Intraklastbank. Sie lieferte bei Ufhausen u.a. Reste von articulaten Seelilien und Seeliegen.

Auf den noch nicht zerfallenen, aber durch Lösungsanwitterung herauspräparierten Abbauwänden lassen sich die verschiedenen durch Sedimentation und Diagenese erzeugten Strukturen hervorragend erkennen. Dadurch werden Rutschmassen, Rinnenstrukturen, Schrägschichtung oder die knauerige Wulstschichtung innerhalb einzelner Blöcke sichtbar gemacht. Für letztere wird deutlich, dass dieser Schichtungstyp die Folge diagenetischer Vorgänge ist. Eine feine Rippelschichtung, die auch auf den herumliegenden Blöcken zu sehen ist, hat sich besonders bei dünnblättrigen Zwischenlagen auf den Schichtflächen erhalten. Eine auffällige Bruchzone, in der die Schichten nach Westen verkippt sind, schneidet den Steinbruch in nord-südlicher Richtung. Inwieweit diese Zone tektonisch bedingt oder eine Folge von Subrosionsvorgängen im Untergrund ist, muss offen bleiben.

7. Ufhausen, Unterer Muschelkalk



8. Burgruine Hauneck



8. Burgruine Hauneck

HEINER FLICK & ADALBERT SCHRAFF, HLUK
Die Hessische Rhön – Geotope im Land der offenen Fernen –



Aufschluss:	Felsen mit Bergfried
Gestein:	Nephelin-Tephrit
TK 25:	5224 Eiterfeld
Legende:	R: 35 49 556, H: 56 24 247
Landkreis:	Fulda
Gemeinde/Ortsteil:	Haunetal, Oberstoppel
Status:	Kulturlandmark

Beschreibung:

Zugang: Zur Burg Hauneck auf dem Stoppelsberg führt man rund 500 m von Oberstoppel auf der K47 Richtung Unterstoppel bis zur Jugendbildungseinrichtung Villa Phantasia. Hier dem Hinweisschild zur Burg folgen. Da die Schranke an der Zufahrt zur Burg Hauneck gelegentlich geschlossen ist, empfiehlt sich ein kurzer Spaziergang hoch zur Burg. Nach rd. 600 m in westlicher Richtung biegt neben der Zufahrt zu einem ehem. kleinen Steinbruch ein Weg nach Süden ab, der direkt zur Burg führt. Vom Bergfried aus bietet sich ein schöner Blick auf das Hessische Kegelspiel. Wer „Die langen Steine“ (Geotop 18) besucht, kommt auf dem von den langen Steinen nach Nord- bis Nordnordost führenden Weg ebenfalls zur Burg.

Der 524 m hohe Stoppelsberg gilt als westlichster Ausläufer der Kuppenrhön. Auf Nordnordwest strei-

chenden Bruchstrukturen aufgestiegen, hat hier ein Nephelin-Tephrit die Schichten des Oberen Buntsandsteins (Röt) durchschlagen und bewahrt mit seiner 524 m hohen basaltischen Kuppe, dem Rest des ehemaligen Schlots, die unterlagernden mesozoischen Schichten vor der Abtragung.

An der Südseite des Bergfrieds steht der Basalt in schlanken Säulen an. Im Mittel beträgt ihr Durchmesser rd. 30–40 cm; sie streichen Südwest-Nordost und tauchen mit ca. 55° nach Osten ab. Das Gestein ist hellgrau und dicht, Hohlräume sind mit Zeolithen, untergeordnet auch mit Kalzit gefüllt.

Literatur:

- KARSELTZ, M. (2009): Nördliche Rhön: Steile Wände und offene Fernen. – Streifzüge durch die Erdgeschichte: 1–128, zahlr. Abb. u. Tab., Wiebelsheim (Ed. Goldschneek, Quelle & Meyer).
- MOTZKA, R. & LAEMMELIN, M. 1967a): Geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 5224 Eiterfeld, 2. Aufl., Wiesbaden (HLFB).
- MOTZKA, R. & LAEMMELIN, M. mit Beiträgen von HOLTWAG, B., KUTSCHER, E., MATTHIES, G., MEHL, S., ROTH, H., SEMMEL, A. & WENDLER, R. 1967b): Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 5224 Eiterfeld, 2. Aufl., 213 S., 20 Abb., 7 Tab., 5 Taf., 1 Beibl., Wiesbaden (HLFB).

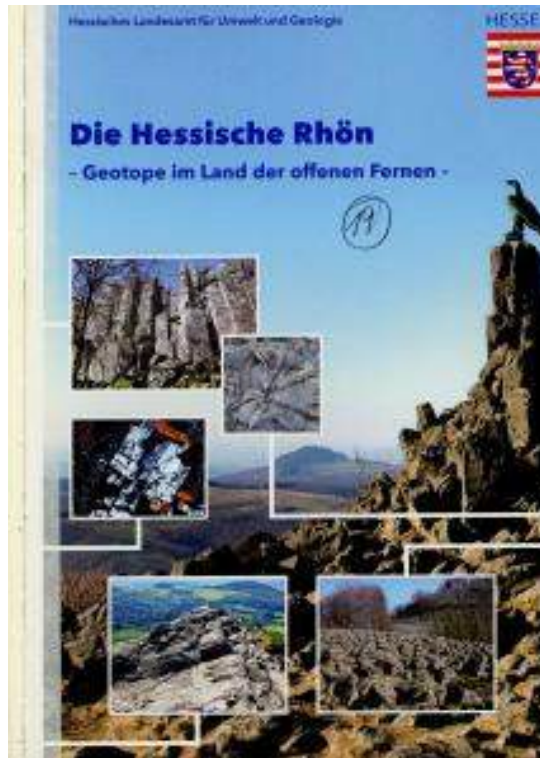
Sure Hotel by Best Western
Rhön Garden
Kohlstöcken 4
36163 Poppenhausen, Rhön

Tel: +49 (0)6658-91760

reservierung@bwhhotels.de



Verwendete Literatur



Flick, H. & Schraft, A. (2013). Die Hessische Rhön: Geotope im Land der offenen Fernen. Hess. Landesamt für Umwelt u. Geologie.



Gümbel, f. (2019): Fossilien der Rhön.- Mitteilungen aus dem Biosphärenreservat Rhön 10. Monographie

MÜNZPATENSCHAFT IM HERZOG ANTON ULRICH-MUSEUM

Klaus Alpers zum 90. Geburtstag

NICOLE C. KARAFYLLIS

Am 27. September 2025 wäre der Lüneburger Byzantinist Klaus Alpers, ordentliches Mitglied der BWG und langjähriger Vorsitzender der Klasse für Geisteswissenschaften,¹ 90 Jahre alt geworden. Für diesen Anlass kursierte im Plenum und in der Klasse ein Hut (*pecunia non olet*), um ein besonderes Gedenken zu ermöglichen (gleichsam eine *largitio*): eine Münzpatenschaft im Herzog Anton Ulrich-Museum. Genauer hat der Leiter des dortigen Münzkabinetts, Johannes Wienand, gleich fünf Münzen ausgewählt, die nun mit dem Zusatz versehen sind „Prof. Klaus Alpers zum 90. Geburtstag von der BWG“. Man kann sie über die Suchfunktion des Virtuellen Münzkabinetts (www.virtuelles-muenzkabinett.de) (Eingabe: Klaus Alpers) oder mit dem QR-Code (siehe Abb.) auch digital finden.

The screenshot displays the website of the Herzog Anton Ulrich-Museum's virtual coin cabinet. At the top left, a search bar is highlighted with a red circle, containing the text "Klaus Alpers". To its right, the title "Münzpatenschaft im virtuellen Münzkabinett des Herzog Anton Ulrich-Museums in Gedenken an Prof. Dr. Klaus Alpers" is visible. Below the search bar, a grid of ten coins is shown, with a red arrow pointing from the search bar to the first coin. Below the grid, a section titled "Liste der Paten" (List of Patents) is visible, with a button "bis zu 10 Objekte" (up to 10 objects) and the text "Prof. Klaus Alpers zum 90. Geburtstag von der BWG". On the right side, a detailed view of a coin is shown, with a red arrow pointing from the search bar to it. The coin is a gold coin of Constantine II, with the inscription "CONSTANTINVS AVG" and "P F". The reverse side of the coin is also visible, showing the inscription "P F" and "CONSTANTINVS AVG". The website footer includes the URL <https://www.virtuelles-muenzkabinett.de> and the logo of the Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft.

¹ vgl. den Nachruf auf Klaus Alpers von Nicole C. Karafyllis und Claus-Artur Scheier in BWG (Hg.): *Jahrbuch 2022*. Göttingen: Cuvillier 2023, 241-242.

Die Möglichkeit einer Münzpatenschaft steht jedem offen, wie die einer Baumpatenschaft im Botanischen Garten oder einer Patenschaft eines Kinosessels im Universum Filmtheater. Botanisches kam auch bei Alpers nicht zu kurz, weil von unserem Mitglied Otto Luchterhandt ein Blumenstrauß der BWG an Frau Alpers in Lüneburg zum Ehrentag überreicht wurde.

Für Klaus Alpers wurden selbstverständlich Münzen mit Bezug zu „seinem“ Kulturraum Antike und Byzanz ausgewählt. Sie repräsentieren mit Nikomedes II., ab 149 v. Chr. König von Bithynien, über die römischen Kaiser Trajan und Marc Aurel bis zu Kaiser Constantius II., dem Sohn Konstantins des Großen, die Zeitspanne von den hellenistischen Reichen in ihrem Kampf mit Rom bis hin zur Christianisierung des Römischen Reichs ausgehend vom oströmischen Konstantinopel im 4. Jahrhundert n. Chr. Den Abschluss bildet eine byzantinische Münze mit dem Bildnis von Kaiser Konstantin VII. (905-959),² der mit seinem Sohn Romanus II. das byzantinische Reich gegen die Araber und auf dem Balken gegen die Ungarn erfolgreich verteidigte. So blieb Konstantinopel im 10. Jahrhundert die wichtigste mediterrane Metropole – und für Klaus Alpers ein Leben lang.

² Da Konstantin VII. (Κωνσταντῖνος Πορφυρογέννητος) Schriftsteller war, findet er sich auch bei Alpers.

PREISVERLEIHUNGEN

Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen Leistungsstärke gepaart mit sozialem Engagement

Veranstaltungstag: 6. Dezember 2025

Veranstalter: Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende
studentische Leistungen
Braunschweigisches Landesmuseum
Technische Universität Braunschweig
Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Veranstaltungsort: Aula der Technischen Universität Braunschweig (Haus
der Wissenschaft), Pockelsstraße 11, 3. OG,
38106 Braunschweig

Die „Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen“ wurde 1996 von einer der TU Braunschweig eng verbundenen Braunschweiger Bürgerin ins Leben gerufen. Zweck der Stiftung ist die Förderung besonders begabter Studierender der TU Braunschweig. Ihnen wird der Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen (zum Beispiel exzellente schriftliche Ausarbeitungen auf hohem wissenschaftlichem Niveau) sowie für besondere mit herausragendem Engagement und Ideenreichtum betriebene Aktivitäten verliehen. Zeitgleich mit der Vergabe des Braunschweiger Bürgerpreises werden finanzielle Hilfen an besonders bedürftige Studierende vergeben, die unverschuldet in eine soziale Notlage geraten sind.

Programm:**Begrüßung**

Prof. Dr. Angela Ittel

Präsidentin der TU Braunschweig

Grußwort

Brigitte Blum

Vorstandsvorsitzende der Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis

Preisverleihung und Vorstellung der Preisträgerinnen und Preisträger**Gratulation**

Prof. Dr. Matthias Tamm

Mitglied des Vorstands der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Festvortrag

„Karten des Denkens: die Vermessung neuronaler Netzwerke“

Prof. Dr. Moritz Helmstaedter, Direktor des Max-Planck-Instituts für Hirnforschung, Department Connectomics, Frankfurt am Main

Schlusswort

Dr. Heike Pöppelmann

Direktorin des Braunschweigischen Landesmuseums

ABHANDLUNGEN

Das Ganze und seine Teile

Zu einer griechischen Architekturkategorie
und deren Rezeption durch Leon Battista Alberti

CORD MECKSEPER
Eisenacher Weg 4,
D-30179 Hannover
E-Mail: cordmeckseper@gmx.de

„Weshalb sind die Dinge da ein Haus?“

Aristot. metaph. 1041b5-6

Nicht jedes Bauwerk kann mit dem Begriff „Architektur“ gefasst werden. Als Formbegriff meint er ein solches, das als Ganzes bis in seine Teile durchgängig dieselbe ästhetische Struktur aufweist – ein Begriffsverständnis, das auf Leon Battista Alberti (1404-1472) zurückgeht, indem er zu Architektur definierte,

„Schönheit [sei] eine bestimmte gesetzmäßige Übereinstimmung aller Teile, was immer für einer Sache,[...], die darin besteht, dass man weder etwas hinzufügen, noch hinwegnehmen oder verändern könnte, ohne sie weniger gefällig zu machen: Das ist eine gewaltige göttliche Sache, bei deren Ausführung es Anspannung aller künstlerischer und geistiger Kräfte bedarf; sogar der Natur ist es selten vergönnt, etwas hervorzubringen, das absolut und in allen Teilen vollkommen ist.“¹

Dass dies nichts mit Schmuck (*ornamentum*) zu tun habe, vielmehr strukturelle Schönheit von etwas Ganzheitlichem meint, präzisiert er später:

„Schönheit ist eine Art der Übereinstimmung und ein Zusammenklang der Teile zu einem Ganzen, das nach einer bestimmten Zahl, einer besonderen Beziehung und Anordnung ausgeführt wurde, wie es das Ebenmaß, das heisst das vollkommenste und oberste Naturgesetz fordert.“²

Architekturgeschichtlich wird diese Auffassung heute im Bauen bereits des perikleischen Athen verwirklicht gesehen, der Sache nach mit dem auf der Akropolis errichteten Athenatempel „Parthenon“ (448-443/2 v. Chr.), den Propyläen (437-

¹ Alberti (1541), 79 (VI,2): „ut sit pulchritudo quidem certa cum ratione concinnitas universarum partium in eo, cuius sint, it ut addi aut diminui aut immutari possit nihil, quin improbabilius reddatur. Magnum hoc est divinum, in quo perficiendo omnes vires artium et ingenii consumuntur; raroque, vel ipsi naturae, cuiquam concessum, ut in medium proferat, quod plane absolutum atque omni ex parte perfectum sit. Übersetzung: Alberti (2005), 293.

² Alberti (1541), 136 (IX,2): „pulchritudinem esse quendam consensum et conspirationem partium in eo, cuius sunt, ad certum numerum finitionem collocationemque habitam, ita uti concinnitas, hoc est absoluta primariaque ratio naturae postularit.“ Übersetzung: Alberti (2005), 492.

432 v. Chr.), dem Niketempelchen (vor 430-421 v. Chr.) und dem Erechtheion mit seiner Korenhalle (Ende 20er-Jahre 5. Jh.-409/406 v. Chr.).³ Wenn eingehende bauliche Analyse erweist, dass im Parthenon „die weitgehende Typisierung der meisten architektonischen Einzelformen mit einer bis dahin nicht gekannten Steigerung der architektonischen Verschmelzung des Ganzen zusammen geht“⁴, stellt sich die Frage: Projizieren wir damit „Alberti“ auf den Parthenon zurück oder war dessen Denkansatz bereits zu griechischer Zeit entwickelt worden. Da architekturtheoretische Schriften namentlich überlieferter Architekten nicht erhalten sind und zu konkreten baulichen Abläufen nur dürftig Inschriften zur Verfügung stehen⁵, sei hier einmal der Versuch unternommen, auch um eines breiteren Verständnisrahmens willen griechische Dichtung, geographische Historiographie und Philosophie kursorisch, also in aller Knappheit daraufhin zu befragen, inwieweit sich darin Beziehungen zwischen einem Ganzen und seinen Teilen thematisiert oder sogar ausdrücklich veranschaulicht finden.⁶

Soweit es dabei um Bauliches geht, gilt einiges zu beachten. Literarischer Nennung von Baulichem liegt keine architekturtheoretische Absicht zugrunde. In philosophischen Texten steht Baulichkeit nicht für sich als solche, sondern paradigmatisch für eine These. Dabei meint „οἶκος/oikía“ = „Haus“, vor allem bei Aristoteles, meist nicht „Wohnhaus“ im engeren Sinn, sondern steht eher für „Gebäude“ allgemein.⁷ Dichtung kann fiktive Baulichkeit nennen, was Freiheit der Beschreibung erlaubt. Jede Nennung eines Bauwerks bedarf zur Vermittlung seiner Gestalt einer bestimmten Methode, wobei ein Unterschied zwischen dem phänomenologischen Beschreiben der Gesamterscheinung einer Baulichkeit und dem modellierenden Aufbauen besteht, dies zudem gegenüber einem Publikum unterschiedlicher Erwartungshaltung und Verständnisfähigkeit.⁸

Des Weiteren ist die etymologische Bedingtheit und damit das zeitgenössische Bedeutungsspektrum bestimmter Begrifflichkeiten zu beachten. Der im Wort „Architektur“ enthaltene τέχνη-Begriff, regelmäßig einengend mit „Kunst“ – in unserem Fall „Baukunst“ – übersetzt und damit unseren heutigen Kunstbegriff als etwas ästhetisch Herausragendes suggerierend, meint zunächst lediglich einen auf ein Ganzes abzielenden, planmäßigen Herstellungsvorgang. Schon zu homerischen Zeiten beginnend, aus dem Wortfeld des Bauens zu „erfolgreich bewerkstelligen“ verallgemeinert zu werden, hat sich der Begriff in Kombination mit ἀρχή = „Leitung“, „Herrschaft“ zu ἀρχι-τέκτων = „Architekt“ entwickelt,⁹ dennoch aber außerbauliche Bedeutung weiter behalten, wenn zum Beispiel in der

³ Bauzeiten nach Muss/Schubert (1994).

⁴ Zitat: Korres (2002), 367.

⁵ Eiteljorg (1974), Wesenberg (1983). Siehe zuletzt umfassend Osthues (2014).

⁶ Grütter (1987), 229-253: „Teil und Ganzes“.

⁷ Vgl. auch δῶμα, δόμος. Eine neuere Bedeutungsfelduntersuchung zu den verschiedenen griechischen „Haus“-Termini scheint zu fehlen.

⁸ Vorzüglich auch für unser Thema die Einführung Engelbrecht (2014), 17-26: „Zu den Entstehungskontexten antiker Architekturbeschreibungen“.

⁹ Siehe für das Folgende Löbl (1997), 6-8.

Politik gesetzgeberische Klugheit „leitende“ (*ἀρχιτεκτονική*) Kenntnis zu sein hat (Aristot. eth. Nic. 1141b22-23). Wobei einige heutige Autoren den ursprünglich baulichen Sinngehalt weiterhin als wirksam ansehen: Selbst die philosophische Gedankenbildung des Erdmodells Anaximanders (um 610/09-um 547/46 v. Chr.) in Gestalt einer steinernen Säulentrommel sei unter zeitgenössischem Architektureinfluss als gleichsam „Baubeschreibung“ (*συνγραφή*) der Welt entstanden.¹⁰ Überlassen wir hier die genauere semantische Wortfeldhistorie sprachwissenschaftlicher Gräzistik.¹¹

Das Ganze und seine Teile

Autoren vorsokratischer Zeit

Eindrücklich setzt die griechische Literatur mit dem Thema bereits zu ihrem Beginn ein, und dies bemerkenswert auffallend anhand „Häuser“ (*δῶματα*). In der „Ilias“ (2. Hälfte 8. Jh. v. Chr.) hören wir von der materiellen und räumlichen Struktur des aus wohlgeglätteten Steinen erbauten, schönen Hauses (*δόμος περικαλής*) des Priamos, dessen 50 dicht aneinander gebauten Gemächer (*θάλαμοι*) seiner Söhne und ihrer Frauen und auf der anderen Seite des Hofes gelegen 12 Gemächer seiner Töchter mit seinen Schwiegersöhnen (Hom. Il. 6,242-249) allerdings nur benannt werden, ohne dass sich diese Teilelemente zu einem baulichen Gesamtbild zusammenfügen. Deutlicher veranschaulicht wird der aus Tannenholz errichteten, mit struppigem Schilf gedeckten Sitz des Achilles (Hom. Il. 24,448-456) im Lager der Griechen, dessen großer, von dichtgereihten Pfählen umschlossener Hof ein nur von Achilles zu bewegender Torriegel verschließt, und dessen Mauer mit hohen Türmen und einem Graben mit spitzen Pfählen auf seiner Sohle ausgestattet ist. Im Thalamon der Göttin Hera hatte die von ihrem Sohn Hephaistos zwischen Pfosten gefügte Tür einen geheimen, von keinem anderen Gott zu öffnenden Verschluss (Hom. Il. 14,166-169). Und noch das homertypische Gleichnis, in dem sich Aias, „so wie die Sparren des Daches, die ein kundiger Zimmermann fügte an einem hohen Haus, den Gewalten der Winde zu trotzen“, im Ringkampf mit Odysseus verhakte (Hom. Il. 23,712-713), benennt damit das Gefüge der Teile eines baulichen Ganzen. Vergnügen am Detail geben des Weiteren unter anderem die Anlandung Odysseus‘ mit Benennung von sechs Teilelementen seines Schiffs oder ein Tieropfer mit neun Sachbezeichnung zu erkennen (Hom. Il. 1,453-456; 1,459-465).

In der „Odyssee“ begegnen gleich dreizehn (!) namentlich bezeichnete Elemente seines Floßbaus auf der Insel Kalypsos (Hom. Od. 5,233-262), ebenso dann sieben ebenso als solche benannte, pflanzliche Fruchtelemente im Palastgarten

¹⁰ Ausführlich Landrum (2015), 6; Baracchi (2009), 38-40: „3. Architecture as First Philosophy“; 40-42: „The Discipline ‚Architectonic‘ and ‚Authoritative‘ in the highest degree“; Hahn (2001), 181: „*syngraphē*“.

¹¹ Fögen (2003), 48-49: „Bedeutungswandel von Fachwörtern“.

Alkinoos‘ (Hom. Od. 7,110-131). Das Megaron des Phäakenherrschers wird aus der Perspektive des „lange sinnend“ vor ihm verweilenden Odysseus zunächst in seiner Gesamterscheinung „hochüberdachter Wände“, dann mehr und mehr hin zu seinen baulichen Einzelementen bis schließlich zum einzelnen Türring geschildert, gefolgt vom Gesamteindruck des Inneren bis hin zu dessen Detail (Hom. Od. 7,82-102).¹² Gleiche Abfolge gilt selbst dem Schweinestall im Hof des Odysseussitzes auf Ithaka (Hom. Od. 14,5-15)! Wogegen letzterer selbst durch eine ganze Folge handlungsbedingter Raumerwähnungen, ausgehend vom Saal der Freier (Hom. Od. 22,126-146 u. 22,171-193) bis zum Schlafgemach im Obergeschoss mit seinem unverrückbaren, da durch Integration des Stamms eines erhalten gebliebenen Ölbaum geschaffenen Bett (Hom. Od. 23,190-201) vielleicht wie auch schon zum Priamossitz in der Ilias „unüberschaubare Größe“ des Ganzen vermitteln sollte.

Bis in die Zeit Hesiods (um 700 v. Chr.) begegnet das Ganze/Teile-Thema nicht nur auf baulicher Ebene, sondern auch in anderen Lebensbereichen. Beispielsweise mit der detailreichen Schilderung der von Edelmetallen und -steinen strotzenden Prunkrüstung Agamemnons (Hom. Il. 2,16-46) oder der nicht minder ebenso aufwändige Tracht Heras auf ihrem Weg zum Liebeslager mit Zeus (Hom. Il. 14,166-169) – in beiden Fällen die Person jeweils das „Ganze“ vertretend – gefasst werden; erst recht das in konzentrischen Kreisen gegliederte Geschehen auf dem von Hephaistos geschaffenen Achillesschild (Hom. Il. 18,481-608) und auf dem Schild des Herakles; Hesiod zugeschrieben, der in seinen „Werke und Tage“ zudem ausführlich den Zusammenbau zahlreicher unterschiedlicher, je nach Einzelteil hinsichtlich Material und Gestalt benannter Hölzer zu einem Pflug (Hes. erg. 420-436) schildert. Wogegen zum Bau eines Wagens lediglich, aber immerhin, von „hundert Hölzern“ gesprochen wird (Hes. erg. 454-455).

Neben solchen Einzelbeschreibungen ist die literarische Form des „Katalogs“ zu nennen, der unter einem Oberbegriff unterschiedlich Dinge und Personen rein benennend, auf bestimmte Weise geformt oder mit unterschiedlichen Realien verknüpft aufführt, wie schon in der Ilias der Schiffskatalog mit den Besitzernamen unter stichwortartiger Charakterisierung ihrer Herkunftsorte (Hom. Il. 2,494-759), als dessen literarische Aufgabe inzwischen verstärkt die Vermittlung ganzheitlich panhellenischer Identität angenommen wird.¹³ Kataloge sind dann ein Grundthema Hesiods, wie jener der Göttinnen, die mit sterblichen Männern jeweils unterschiedlich charakterisierte Nachkommen zeugten (Hes. theolog. 965-1020), oder sein nur in Fragmenten überlieferter Katalog („Ehoien“) sterblicher Frauen, mit denen Götter Männer zeugten, der verknüpft mit ihren jeweils ausführlichen Genealogien gleichsam geschlossene Familienverbände aufführte.¹⁴

¹² Xian (2021). Zur inzwischen inflationären, eingehendere Interpretation blockierenden Benennung einiger solcher Hausbeschreibungen als „Ekphrasis“, z.B. Baltzly/Miles (2020), siehe kritisch schon Rosenberg 2007.

¹³ Siehe u. a. Eder (2003).

¹⁴ West (1983).

Die Wiederholung des Handlungsziels am Ende Hesiod'scher Kataloge, mnemotechnisch und entwicklungsgeschichtlich erklärt¹⁵, verdeutlicht die jeweils behandelte Personengruppe als etwas Ganzheitliches. Erwähnt seien hier schließlich noch Hesiods Benennung der vor allem durch adjektivische Epitheta höchst unterschiedlich akzentuierten Häuser der Titanen und Unterweltgottheiten.¹⁶

Bezogen auf seine Ganzheit an das Vorstellungsvermögen der Hörer appellierend beabsichtigte Pindar (522/518-nach 446) poetisch eine Art „Ehrenmegaron“ für einen Olympiasieger zu errichten, bei dem die äußere Gesamterscheinung des Bauwerks hier nun einmal am Ende des Texts steht:

„Goldene Säulen aufstellend der wohlgemauerten Vorhalle des Saals (θαλάμου) zur Stütze, wollen wir gleichsam ein bewundernswert mächtiges Megaron errichten; am Anfang des Werks tut es not, ihm eine weitleuchtende Stirnseite (ἔργου πρόσωπον) zu setzen.“ (Pind., O. 6,1-3) Übersetzung Franz Dormseiff

Ein reales Gebäude würdigte Pindar mit seiner (nur fragmentarisch überlieferten) achten pythischen Ode auf einen bestimmten Bauzustand des viermal erneuerten Apollontempels in Delphi mit Wänden und Säulen aus Bronze, auf dem, als Akrotere gedeutet, sechs goldene „κηληδόνες“, eine Art von Sirenen, sangen. Das im Gedicht genannte Stichwort „Rythmus“ ließ sie, wie selbst die gesamte Architektur, als ein klingendes und tanzendes Ganzes interpretieren.¹⁷

Nur die Nennung einzelner Bauteile bezeichnet das oben von Türsturz und unten von Schwelle gefasste Tor des „Hauses der Nacht“, durch das der Philosoph Parmenides (um 520/515-um 460/455 v. Chr.) zusammen mit Mädchen zu einer nicht benannten Göttin gefahren wird, die ihn über den Begriff des allumfassend homogenen und allein darin unteilbaren Seins aufklären wird:

„Da steht das Tor, wo sich die Pfade des Tages und der Nacht scheiden; Türsturz und steinerne Schwelle hält es auseinander; das Tor selbst, das ätherische, hat eine Füllung von großen Flügeltüren; die wechselnden Schlüssel verwahrt Dike, die gewaltige Rächerin. Ihr nun sprachen die Mädchen mit Schmeichelworten zu und beredeten sie klug, ihnen den verpflockten¹⁸ Riegel geschwind von dem Tore zu stoßen. Da sprang es auf und öffnete weit den Schlund der Füllung, als sich die erzbeschlagenen Pfosten, die mit Zapfen und Dornen eingefügten, nach einander in ihren Pfannen drehen.“

Ἐνθα πύλαι Νυκτός τε καὶ Ἡματός εἰσι κελεύθων, καὶ σφας ὑπέρθυρον ἀμφὶς ἔχει καὶ λάινος οὐδός· αὐταὶ δ' αἰθέριαι πλῆνται μεγάλοισι θυρέτροις· τῶν δὲ Δίκη πολύποινος ἔχει κληῖδας ἀμοιβούς. Τὴν δὴ παρφάμεναι κοῦραι μαλακοῖσι λόγοισιν. πεῖσαν ἐπιφραδέως, ὥς σφιν βαλανωτὸν ὀχῆα ἀπτερέως ὥσειε πύλων ἄπο· ταὶ δὲ θυρέτρων χάσμι' ἄχανες ποίησαν ἀναπτάμεναι πολυχάλκους ἄξονας ἐν σύριγγιν ἀμοιβαδὸν εἰλίξασαι γόμοις καὶ περόνησιν ἀρηρότε· (Parm.Frg.1, DK 28 B1)¹⁹

¹⁵ Humar (2016).

¹⁶ Hes. theog. 303 κλυτὰ δώματα, 410 μέγα δῶμα, 744 οἰκία δεινὰ, 767 δόμοι ἡχήμεντες, 779 ἀμφὶ δὲ πάντα κίοισιν πρὸς οὐρανὸν ἐστήρικται.

¹⁷ Porter (2010), 438-439; Power (2011).

¹⁸ Für „πολύποινος“ finden sich vielfältigste weitere Übersetzungen, wie „passende“, „ineinander greifende“, „mit Stiften verschlossene“, „vielstrafende“ Riegel.

¹⁹ DK 1, 229: Frgm. 1,11–13. Burkert (2008[1])

Grundthema vorsokratischer Philosophie ist in der Folge die Mannigfaltigkeit der Vielheit körperlich verstandener Einzeldinge eines Ganzen, das von Empedokles‘ (um 495-um 435) als anfänglich mit Gottheiten verbundenen, daher noch eher personalisiert verstandenen (ῥιζώματα) Grundelementen Erde, Wasser, Luft und Feuer bis zu den von Leukipp (480/70f.) und seinem Schüler Demokrit (um 460-380/370) erdachten, kleinsten dinglichen Elementen führte, die als „unteilbar“ (ἄτομος, „Atom“) Vielheit allein durch ihre unterschiedliche Anordnung konstituieren; wobei Demokrit wohl vor diesem Hintergrund den „wohlgeordneten Bau (κόσμος) mannigfaltiger Verse“ bewundert haben mag, die Homer „gezimmert“ (ἐτεκτάνετο) habe.²⁰

Herodot (um 490 – ca. 425/420 v. Chr.)

Herodot scheint sich zur anschaulichen Vermittlungform komplexer baulicher Gebilde methodische Gedanken gemacht zu haben. Man hat bei seiner Beschreibungstechnik an Anregung seitens der Rhetorik und seitens des ersten Autors geometrischer Beweismethoden, Hippokrates von Chios (2. Hälfte 5. Jh.), gedacht.²¹ Wenn er ungewöhnlich folgerichtig und damit anschaulich nachvollziehbar, baulich die Städte Ekbatana (heute Hamadân) und Babylon beschreibt (Ekbatana: Hdt. I,98; Babylon: Hdt. I,178-187), indem er beide Mal von einer geometrischen Grundfigur ausgeht – konzentrischen Kreisen bei ersterer Stadt und rechtwinkligem Viereck bei letzterer – um jeweils von ihr aus in weiteren Schritten mehr und mehr ins städtebauliche Detail zu gehen, möchte man in der Tat eine Orientierung an geometrischen Konstruktionsabläufen annehmen.²² Es ist deren Zwang, der schließlich zu einem gewissen Schematismus auf solche Weise modellierend erzeugter Vorstellungsbilder führt, beispielsweise zur Axialsymmetrie der Bebauung Babylons beidseits des eine Mittelachse der Stadt bildenden Euphrats.²³ Jedenfalls kommt mit der auf solche Weise entwickelten Endfigur des Stadtgrundrisses ein Formverständnis zu tragen, das auf formal alle Einzelgebäude systematisch einbindende Ganzheitlichkeit des jeweiligen Stadtgebildes abhebt.

²⁰ DK 1, 147: Frgm. 21,11-13.

²¹ Thesleff (1966), 105.

²² Es geht hier um eine Beschreibungstechnik, nicht um Proportionsverhältnisse im Sinn der in der archäologischen Bauforschung immer noch anhaltenden Dominanz der Metrologie. Die von Herodot zu Babylon genannten Einzelmaße fügen sich ebenso wenig zu einem übergeordneten metrologischen Gesamtsystem zusammen wie die sehr zahlreichen Einzelmaßangaben der hier in der Folge angesprochenen Syngraphe zur Skeuothek am Hafen von Peiraeus.

²³ Nicht eingegangen sei hier auf die allzu phantastisch übertreibenden, nur indirekt bei Diodor (Diod. 2,7-10) referierten Stadt- und Baubeschreibungen des Ktesias (um 400): Bichler (2011).

Gleichfalls in sich stimmig sind Herodots als Ganzes aus Teilen zusammengesetzt beschriebene Einzelbauwerke: Der Babylonische Turm aus acht übereinander gestellten, von einer Treppe zusammengefassten „[Einzel]türmen“, das heißt einzelnen Turmelementen, bekrönt von einem Tempel (Hdt. I,181); die Erstellung der Cheopspyramide in Gizeh aus den Stufen einzelner Qaderschichten wie „eine Treppe“ aufsteigend, um schließlich von der Spitze aus „fertig gebaut“ (gemeint ist, von dort aus wieder nach unten zum Erscheinungsbild eines Ganzen verkleidet) zu werden (Hdt. II,124-125).²⁴

Polismodelle Platons (427-347 v. Chr.) und Aristoteles' (384-322 v. Chr.)

In Platons „Gesetzen“ und Aristoteles' „Politik“ unternahmen es die beiden Philosophen, ihrem jeweils zuvor entwickelten gesellschaftspolitischen Modell bildhaft bauliche Gestalt zu geben – *τύπον τινὰ τῆς δικαιοσύνης*, wie es in seinem Fall Platon, der in seinem „Kritias“ zuvor mit „Atlantis“ ein Gegenbild zu Athen entwickelt hatte, ausdrückte (Plat. rep. 443c). Es ging ihnen jeweils nicht um die Baulichkeit „Stadt“ im heutigen Sinn, sondern um die Gesamtheit des Staatsgebiets „Polis“, also unter Einschluss der Raumordnung des agrarisch genutzten und dem baulichen Zentrum „Stadt“ politisch unterstehenden Umlands.

In allen drei Fällen wird zunächst die räumliche Grundsystematik des Stadtgrundrisses im engeren Sinn beschrieben, dies im Sinn eines ganzheitlich übergreifenden, geometrischen Ordnungsprinzips, wie es besonders in der formal klaren Modellhaftigkeit der Atlantisbeschreibung Platons hervortritt.²⁵ Bereits die sichernde bauliche Abgrenzung (Aristoteles nennt zusätzlich strategische Vorteile eines ungeordneten Straßensystems) erweist jede Polis als Ganzheitlichkeit und ihre Einzelbauten als deren Teilelemente. Ihre Benennung hebt in keinem Fall auf architektonische, das heißt gebäudetypologische Aspekte ab, sondern durchwegs auf ihre inhaltlich funktionale Bauaufgabe als Baugattung, für die zeitgenössisch feste Gestaltvorstellung vorlagen. Die durchwegs griechischen Bezeichnungen der Atlantisbauten ließen Platon seinen Erzähler Kritias ausdrücklich erklären, bereits ihr Überlieferer Solon habe sie aus dem Ägyptischen entsprechend seiner Feststellung ihres Sinns ins Griechische übertragen. Was allerdings im Gegensatz zur Bemerkung über die barbarische Gestalt (*εἶδος βαρβαρικὸν ἔχοντος*) des Poseidontempels steht und alle anderen Baulichkeiten implizit als stilistisch dann doch als „griechische“ ausweist.

²⁴ Möglicherweise könnte Herodot Reste der als gesichert geltenden Verkleidung noch gesehen haben. Nicht zu berühren braucht uns hier die einstige bauliche Realität, die im Rahmen einer spekulativen „Pyramidologie“ eine umfangreiche Literatur hervorgebracht hat.

²⁵ Nesselrath (2006).

Platons Dialoge

In keinem Dialog Platons wird bauliche Realität als solche thematisiert, sondern nur immer als kaum einmal baulich knapp akzentuierter Ort eines Dialogs genannt; allein im „Phaidros“ emphatisch der des Treffens von Sokrates und Phaidros vor den Mauern Athens mit seiner mächtigen Platane und einem Keuschbaum, voll Blütenduft, Sirren der Cikaden und zum Lagern einladenden Gras am klaren Bächlein Ilisos geschildert – Nymphen und dem Flußgott Acheloos geweiht.

Mehrfach wird in Dialogen der Architektenberuf hinsichtlich Ausbildung, Qualifikation und beruflicher Aufgabe behandelt, ebenso die Rolle der Baukunst als theoretische Wissenschaft diskutiert. Leider nicht anhand baulicher Terminologie wird erklärt, über die Dinge zu sprechen, heiße sie in Worte fassen, wobei sie etymologischen Nachahmungen der Dinge selbst seien, und dies am Grundwort „τέχνη“ anhand seiner (angeblichen) Ausgangsbedeutung „ἔχνοη“, das heißt „Vernunft haben“ demonstriert (Plat. Krat. 414b6-c3). An keiner Stelle wird die Ideenlehre auf Baulichkeiten angewandt, sie vielmehr im zehnten Buch des „Staat“, wie vergleichbar anderen Stellen, lediglich an der Dinglichkeit von Liege (κλίνη) und Tisch (τράπεζα) exemplifiziert (Plat. rep. 396b).

Zum Verhältnis eines Ganzen zu seinen Teilen im Sinn unsere Grundfrage erfahren wir zunächst im „Gorgias“, die Architekten ließen wie alle Werkmeister für jeden ihrer Handgriffe eine bestimmte Ordnung walten und zwingen, das eine sich passend dem anderen anzufügen, bis sich das Ganze (τὸ ἅν) zu einem wohlgeordneten (τεταγμμένον) und wohlgegliedertem (κεκοσμημένον) Werk zusammengeslossen habe; Ordnung und Wohlgestalt müsse demnach ein Haus haben, um brauchbar zu sein, Kümmerlichkeit mache es unbrauchbar (τάξεως ἄρα καὶ κόσμον τυχοῦσα οἰκία χρηστὴ ἂν εἴη, ἀταξίας δὲ μοχθηρά) (Plat. Gorg. 504a–e). Im „Theaitetos“ sind es Hesiods „hundert Stücke des Wagens“, deren hier jetzt genauer genannten Verwendungsorte „wie Räder, Achse, Obergestell, Sitz, Joch“ erst das Wesen des Wagens bestimmten (Plat. Tht. 207a).

Was zur Frage führt, inwieweit eine Beschreibung der Dinge mittels Buchstaben (στοιχεῖα) eine Sachbestimmung abgebe, was am Beispiel des Namens des Theaitetos diskutiert wird (Plat. Tht. 207e-208b). Wobei der Terminus στοιχεῖον durch Platon eine begriffliche Neuprägung im allgemeineren Sinn „grundlegendes, unableitbares Element“ einer als solche abgeschlossenen Reihung, dies nicht nur des Alphabets, sondern beispielsweise für die Worte der Dichtungen Homers erfuhr.²⁶ „Στοιχεῖα“ war im 5. Jahrhundert v. Chr. Titel eines nicht erhaltenen geometrischen Werks des Hippokrates von Chios, wie dann auch der Geometrie Euklids,

²⁶ Burkert (2008[2]).

hier die festdefinierten Reihe unbeweisbarer Axiome bezeichnend.²⁷ Als bestimmte Form dinglichen Weltverständnisses hatte den Terminus schon Herodot zur Bezeichnung der Stufen der Cheopspyramide eingesetzt (Hdt. 2,125) – rarstes zeitgenössisches Dokument für das Gesamtverständnis eines baulichen Zusammenhangs!²⁸

Begnügen wir uns, ohne tiefer auf das hochkomplexe, kosmische Weltbild des „Timaios“ einzugehen, mit seiner aufs absolute Ganze gehenden Feststellung, die „Welt“ (κόσμος) sei dem ähnlich, von dem alles sowohl als Einzelnes wie nach seiner Gattung (καθ' ἐν καὶ κατὰ γένῃ) nur Teile (μέρη) seien, wobei deren als körperlich zu verstehende Grundelemente (σώματα) Feuer, Erde, Wasser und Luft der Grundform ihrer glatten Oberfläche (ἐπίπεδον) als Dreieck nicht nur die fünf sogenannt platonischen geometrischen Körper bilden, auf denen die vier Grundelemente beruhen, sondern in Gestalt kleinster Dreieckflächen alle Wesenheiten (ζῷα πάντα) der Welt (Plat. Tim. 30c).²⁹

Wenn wir im „Protagoras“ (Plat. Prot. 329d-e) erfahren, dass Mund, Nase, Augen und Ohren unterschiedlich zu einem bestimmten Gesicht fügen, hier auf die Eigenschaften der Tugend (ἀρετή) bezogen, lässt dies in unserem Zusammenhang an das Thema anthropomorph, also menschlich „gegliederter“ Architektur denken, wie es auf der Athener Akropolis realistisch die Karyatiden am Erechtheion verkörpern, aber auch an Euripides' „Iphigenie bei den Taurern“ mit dem Traum des Einsturz ihres Frauengemachs im heimatlichen Argos: Nur eine Säule stand noch aufrecht, aus deren Kapitell (ἐπικράνων) blondes Haar herabwallte und Menschenstimme ertönte (Eur. Iph.T. 44-54).

In seinem „Parmenides“ unternahm Platon dann einen entscheidenden Schritt, indem er gegenüber früheren Autoren, denen bei einer Beschreibung oder Auflistung dinglicher oder personeller Gegebenheiten die „Ganzes/Teile“-Thematik meist nur eher implizit zugrunde lag, diese als solche nunmehr mittels unterschiedlicher logischer Zugriffe rein begrifflich reflektierte.³⁰ Wozu dann im „Politikos“ festgestellt wird, was zu igend einer Sache im [formalen] Verhältnis zu dessen Gestalt (εἶδος) stehe, Teil (μέρος) der begrifflichen Sache sei, [umgekehrt] aber das Teil nie zwangsläufig die Gesamtgestalt einer Sache bestimme (Plat. polit. 263b).

²⁷ Diels (1899); Burkert (2008); Porter (2010), 213-239: „Stoicheia‘ and componential analysis“. Das Stichwort thematisch bis in hochmittelalterliche und islamische Zeit verfolgend Acevedo (2020).

²⁸ Das in der einschlägigen Literatur als solches bislang nicht erkannt worden zu sein scheint.

²⁹ Die architektonische Begrifflichkeiten suggerierenden Übersetzungen bei Otto Apelt 1922, VI, δημιουργός = „Baumeister“ (Tim. 29a), κόσμος = „Weltgebäude“ (Tim.29c), ἀνδρῶν φρονιμὴν = Werkmeister (Tim. 30a) stellt zu sehr bauliche Züge heraus.

³⁰ Der „Parmenides“ löste die stark mathematisierte Mereologie („Teilchenlehre“) als Teilgebiet heutiger Ontologie und Logik aus. Kutschera (2019), 149-168; Varzi (2019)

Aristoteles

Wird in Platons Dialogen ein Thema in persönlicher Runde dialektisch deduzierend auf eine Antwort hin eingekreist, entwickelt Aristoteles immer wieder einen allgemeinen Gedankengang gegenüber fiktiven Zuhörern ausgehend von einem konkreten Fallbeispiel (*παράδειγμα*)³¹, vorrangig dem „Haus“: Werde zum Beispiel das Fundament gelegt und ein Haus gebaut, lasse das [allgemein] erwarten, dass wenn etwas wegen etwas anderem geschehen ist, dies [andere] ebenfalls geschehe (Aristot. rhet. 1393a25). Es könne unterschiedliche Zugänge zu „Haus“ geben, wie aufgrund dessen Beweggrunds (*κίνησις*), Herstellungsvorgangs (*τέχνη*) und Baumeisters (*οἰκοδόμος*), ebenso seines „Weswegens“ (*ἐνεκα*), Stoffs (*ὕλη*) und seiner Form (*εἶδος*), da der Mensch auf mehrfache Weise über ein und dieselbe Sache Bescheid wisse (Aristot. metaph. 996b5-25).

Kein griechischer Autor spricht so häufig von „Haus“ (*οικία*)³² wie Aristoteles. Selbst in seiner Schrift „Über die Teile der Tiere“³³ zieht er es zu diesen heran, indem er feststellt, das Haus sei nicht um [der Teile] Ziegel und der Steine willen da, sondern diese um des Hauses willen (Aristot. part. an. 640b16-641a1); oder er nutzt das Haus in seiner Schrift „Über die Seele“ zur Erläuterung der Möglichkeit thematisch unterschiedlicher Zugänge zu einem Begriff (Aristot. an. 403b1-6). Thesen immer wieder am Beispiel „Haus“ zu exemplifizieren, dürfte Folge der Tradition von Hausbeschreibungen seit literarischer Frühzeit sein, wurde doch das „Haus“ von Hesiod, seitens Aristoteles‘ ausdrücklich zitiert, sogar als existenzielle Grundbedingung einer „Hausstandsgründung“ angesehen (*οἶκον μὲν πρότιστα*, Hes. erg. 404; Aristot. pol. 1252b9-14), um als allgemeiner Hauptlebensort gegenüber funktional spezialisierten, anderen Baugattungen zum prinzipiell jedem vertrauten „Gebäude“ zu werden.³⁴

Grundanliegen aristotelischer Philosophie ist Begriffsbestimmung: Zu definieren, „was-es-heißt-dies-zu-sein“ (Aristot. metaph. 1029b13-14).³⁵ Sie setzt dazu beispielhaft mit der Frage ein, „weshalb sind diese Dinge da ein Haus?“ (Aristot. metaph. 1041b6-7). Im Gegensatz zu einem Naturvorgang existiere dessen Form (*εἶδος*) innerhalb eines *τέχνη*-Vorgangs bereits zuvor in der Seele (*ψυχή*) und sei als Grundwesen (*πρώτην οὐσίαν*) „was-es-ist-dies-zu-sein“ zu verstehen. In gewisser Hinsicht entstehe also das Haus aus dem Haus, nämlich als etwas, das über Stoff (*ὕλη*) verfügt, aus etwas, das ohne Stoff ist; denn „Hausbau“ (*οἰκοδομική*) beträfe die Form (*εἶδος*) des Hauses (Aristot. metaph. 1031a32-1032b14).

³¹ Ramharter (2018).

³² Hier nur immer baulich und nicht im personellen Sinn von Hausgemeinschaft“ gemeint.

³³ Die zudem die große Breite des thematischen Interessengebiets erweist.

³⁴ Eine Studie zu den verschiedenen griechischen Termini für „Haus“ könnte aufschlussreich sein.

³⁵ Deslauriers (2007), 142-147: „Parts of the matter and parts of the form“.

Zu unterscheiden sei, *wie* etwas zustande kommt und *wozu* es zustande kam. Man könnte eine Mauer zwangsläufig entstanden ansehen, weil natürlicherweise das Schwere nach unten fällt und das Leichte oben darauf, weshalb die Steine und das Fundament unten, der Lehm wegen seiner Leichtigkeit darüber und zuoberst die Hölzer als das Leichteste lägen. Tatsächlich sei die Mauer zwar nicht ohne diese Dinge zustande gekommen, aber nicht durch sie, außer als Material, sondern zum Zweck, etwas zu verbergen und zu schützen (Aristot. phys. 199b35-200a5).

Zum Ganzes/Teil-Thema legt Aristoteles im fünften Buch seiner Metaphysik zunächst begrifflich sehr offene Definitionen vor, indem er beispielsweise selbst das Material und die geometrischen Winkel eines Würfels als „Teil“ bezeichnet (Aristot. metaph. 1023a12-1024a10). Zu genaueren Vorstellungen gelangt er, wenn er die Frage stellt: *„Weshalb sind diese Dinge da, wie Ziegel und Steine, ein Haus? Weil ihm das zukommt, was das Haus ist. Sie sind auf eine Weise zusammengesetzt ist, dass das Ganze ein „Eines“ (πᾶν)³⁶ und nicht ein „Haufen“ (σωρός) ist; so wie eine „Silbe“ (συλλαβή), die sich aus Buchstaben (στοιχεῖα) als etwas anderem bildet: ‚a‘ + ‚b‘ = ‚ab‘ (Aristot. metaph. 1041b5-12).*

Das Haus kann also von seinen Teilen, dem Baumaterial „Stoff“ und der „Form“ ihrer einzelnen Zusammensetzungen her gesehen, jeweils etwas Verschiedenes sein. Wie eine Schwelle als ein Holz oder Stein (λίθον) definiert ist, das so oder so liegt, definieren Backsteine (πλίνθοι) oder Hölzer, die so oder so liegen ein Haus (Aristot. metaph. 1043a7-9). In einer längeren Abhandlung der „Topik“ erfahren wir zur Relation zwischen dem Ganzen (τὸ ὅλον) und den Teilen (τὰ μέρη), dass die Teile und das Ganze nicht dasselbe seien, bewaise sich am besten dort, wo die Zusammensetzung der Teile offensichtlich sei, wie bei einem Haus und anderen gleichartigen Dingen. Es spräche eben nichts dagegen, dass es, obwohl es die Teile gibt, das Ganze nicht gibt. Die Teile seien daher nicht dasselbe wie das Ganze. Allerdings sei für das Ganze die Art der Zusammensetzung (τρόπος τῆς συνθέσεως) der Teile wichtig, es reiche für das Erkennen nicht, auszusagen, dass etwas aus diesen sei. Das „auf diese Weise“ (τὸ οὕτως) aus den Dingen zu sein, sei das Wesen alles Zusammengesetzten, zum Beispiel beim Haus, das nämlich, würden sie beliebig zusammengesetzt, kein Haus sei (Aristot. top. 150a16-150b26). Zur Weise der Zusammensetzung kann aus anderem Zusammenhang ergänzt werden, es komme auf die „Übereinstimmung“ (ἁρμονία) an, wobei es keinen Unterschied mache, ob man statt ihr von „Anordnung“ (τάξις) oder „Zusammensetzung“ (σύνθεσις) spreche, da alles dasselbe meine³⁷ (Aristot. phys. 188b14-20).

³⁶ Das „Eine“ (griechisch ἓν ist für Aristoteles nicht wie bei Platon ideebezogen, sondern empirisch sachbezogen – erläutert am Beispiel „Schuh“ (ὁπόδημα) und seiner Einzelteile! (metaph. 1016b14-15).

³⁷ Vgl. Met. 1022b1-2: „Anlage (διάθεσις) nennt man die Anordnung eines Dinges, das über Teile verfügt – entweder dem Ort (τόπος), dem Vermögen (δύναμις) oder der Gestalt (εἶδος) nach.“

Das Erbauen eines Hauses sei vollendet, wenn es sein Ziel erreicht habe. In seinen einzelnen Zeitabschnitten seien dagegen alle Arbeitsbewegungen unvollendet und in ihrer Art nach sowohl vom Gesamtvorgang ihres Ablaufs, wie ihren untereinander verschieden, denn das Zusammenfügen der Steine sei etwas anderes als das Kannelieren der Säule, und beides wiederum etwas anderes als das Herstellen eines ganzen Tempels, dessen Erstellung ein vollendeter Arbeitsvorgang sei (da für die vorliegende Aufgabe weiter nichts mehr erforderlich ist), die des Fundaments und der Triglyphen dagegen ein unvollendeter; denn diese beträfen nur einen Teil (Aristot. eth. Nic. 1174a20-29). Eine der wenigen Stellen bei Aristoteles, bei denen es beispielhaft ausführlicher bis in die Detailformen von „Architektur“ geht.

Entscheidend für unsere zu Beginn gestellte Grundfrage nach einer möglichen Vergleichbarkeit griechischer Architekturdefinition mit der Albertis ist schließlich Aristoteles' Definition, das Vermögen, beispielsweise ein Haus zu sein, verwirkliche sich, wenn in ihm und im Baumaterial kein Hindernis aufträte

„und nichts ist, das noch hinzugefügt, weggenommen oder verändert werden muss.“
(„οὐδ' ἔστιν ὃ δεῖ προσγενέσθαι ἢ ἀπογενέσθαι ἢ μεταβαλεῖν“) (Aristot. metaph. 1049a9-11).

Eine Formulierung, die mit ihren Kernbegrifflichkeiten denen von Albertis Diktum identisch ist; wie dann auch Aristoteles' bereits vorweggenommene Aussage über die Qualität des Ergebnisses – wenn auch hier nun ohne bauliches Beispiel: Von Dingen spräche man als gut geglückt (*εὖ*) wenn sie insgesamt in ihrer jeweiligen Gattung (*γένει*) nicht übertroffen werden könnten und nichts [übertreffendes] außerhalb ihrer [Gattung] sei (Aristot. metaph. 1021a30-1022a1).

Architekturtheoretisches Resümee und Rezeptionen

Dass sich etwas Ganzes aus unterschiedlichen Teilen zusammensetzt, kann als ein anthropologisch begründetes Grundverständnis von Welt angesehen werden, das sich spätestens mit dem Bau von Behausungen herausbildete; möchte man nicht schon an vorgeschichtliche Vorgänge der Zerlegung jagdlicher Beute oder Sammelns pflanzlicher Früchte denken.³⁸ Als eines der großen Themen der Gestaltpsychologie hat die Wahrnehmungstheorie, soweit sie sich mit dem Vorgang als solchem beschäftigt, zwar zu Klärungen entsprechend psychologischer Prozesse geführt, sich an historischen Wahrnehmungsvorgängen jedoch kaum interessiert gezeigt.³⁹ Das Ganze/Teile-Thema prägte jedenfalls dingliche und damit bauliche Beschreibung bereits seit homerischer Zeit, um schließlich – unter Anaximander, konkreter dann Empedokles, Leukipp und Demokrit zu einem dinglichen

³⁸ Toepfer (2017).

³⁹ Trotz Vorbehalten gegenüber zeitweilig früherer Einstellung hervorzuheben Lorenz (1973).

Deutungsvorgang von Welt insgesamt geworden – bei Platon und Aristoteles auf rein abstrakter Diskussionsebene diskutiert zu werden.

Die Vielzahl bei Aristoteles argumentativ eingesetzter Vorgänge von Bauabläufen lassen sich zu seiner Zeit mit den wenn auch nur sporadisch und fast ausschließlich inschriftlich überlieferten Äußerungen von Architekten selbst korrelieren.⁴⁰ Glücksfall ist die inschriftlich einer soweit lesekundigen Öffentlichkeit zur Abstimmung in der Athener Volksversammlung vor Augen gestellte, also all-gemeinheitsorientierte Beschreibung (*συγγραφή*) der Bauablaufplanung einer großen Skeuothek (Schiffsausrüstungslagers) am Hafen von Peiraeus, die auf den baulichen Umgang mit einer Fülle konstruktiver und ornamentaler Baulemente eingeht:

„Auf dem Orthostaten soll man die Mauern aus Quadern schichten von vier Fuß Länge, fünf Halbfuß Breite (an den Ecken die Länge aus dem Maß der Triglyphen) und drei Halbfuß Dicke. An Höhe soll man die Wände von der Euthynterie siebenundzwanzig, einschließlich dem Triglyphon unter dem Geison, die Türöffnungen jedoch soll man fünfzehn Fuß und einen Halbfuß hoch machen. Und man soll Türsturze darüber legen aus Pentelischem Stein von zwölf Fuß Länge, in der Breite gleich den Mauern, zwei Quaderschichten hoch; zuvor soll man Türleibungen einstellen aus Pentelischem und Hymettischem Stein und dabei zunächst Hymettische Schwellen unterlegen.“⁴¹ (Ausschnitt!)

Einen solchen Bauvorgang auf das Verhältnisses eines Ganzen zu seinen Teilen zu abstrahieren und dabei aristotelisch auf „die Art der Zusammensetzung der Teile“ im Sinn eines „auf diese Weise zu sein“ abzuheben, genauer sogar auf die Stellung von Teilen einzugehen, wie sie zueinander liegen – ob sie „so oder so liegen“, genauer: „gerade-, über- oder zurückstehen“ (*ἐπ’ εὐθείας, ὑπερέχειν, ἐλλείπειν*) (Aristot. cat. 10a20-24) –, liegt nahe und erleichtert, solchen Vorgang zu verstehen. Schon da die Beschreibung des Architekten den Ablauf der Errichtung seines Bauwerks beinhaltet, entsprach sie aristotelischem *τέχνη*-Begriff.⁴²

Um unsere Übersicht insgesamt auf den Punkt zu bringen: Zu belegen ist bereits früh ein ausgeprägtes Ganzes/Teile-Verständnis allgemein gegenständlicher Welt und damit auch von Baulichkeiten, dies aber auf Seite der Architekten aufgrund Überlieferungsdefiziten nur bezogen auf Erstellungsvorgänge zu fassen, dagegen hinsichtlich formaler Gesamtbegrifflichkeit von Architektur nur aus literarischer und philosophischer Sicht. Das Gesamtbild einschlägiger Textstellen kann jedoch implizit als architekturtheoretische Definition des Begriffs „Architektur“ gelesen

⁴⁰ Zur Rezeption solcher inschriftlichen Baukonzeptionen liegen offenbar keine Untersuchungen vor. Die hier genannte Inschrift findet sich weder bei Petrovic/Petrovic/Thomas (2019), noch in den Publikationen des 2023 abgeschlossenen Sonderforschungsbereichs „Materiale Textkulturen“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG erwähnt.

⁴¹ Linfert (1981), 8 (Ausschnitt!).

⁴² Nahezu kaum wird in der literarischen und philosophischen Überlieferung die Metrologie von Architektur berührt – dass beispielsweise dem Parthenon ein ausgeklügeltes System von Maß- bzw. Zahlenverhältnissen zugrunde liegen soll, die „Wesentliches über die Dinge selbst aussagen wollten.“ Muss/Schubert (1988), 62-63.

werden⁴³, welche die eingangs genannte Formulierung zum Athener Parthenon bereits zeitgenössisch als zutreffend bestätigt, dann aber auch dem Diktum Albertis nahe steht. Was nach denkbaren Rezeptionswegen zu fragen aufgibt.

Vitruv

Man möchte zunächst an einschlägige Überlieferung durch Vitruv denken, dem eine ganze Anzahl griechischer Architektenschriften noch bekannt war und dem wir daher umfassendere Kenntnis griechischer Architekturbegrifflichkeiten, wenn auch aus römischer Sicht, verdanken. Bereits in Kenntnis hellenistischer Architektur nachklassischer Zeit schreibend, waren ihm Platon und Aristoteles doch ein Begriff; letzterer habe der ganzen Menschheit frische und liebliche Früchte (*recentes et floribus fructus*) hervorgebracht (Vitr. 212,24). Das Ganzes/Teile-Thema wird von ihm allerdings lediglich unter der Begriffsbestimmung von „*ordinatio*“ mit der dem griechischen „*ποσοτης*“ entsprechenden „*quantitas*“ als „*harmonische Ausführung des Gesamtbaues aus den einzelnen Teilen der Bauglieder*“ („*e singulis membrorum partibus universi operis conveniens effectus*“ berührt (Vitr. 11,17-19); später nur knapp unter dem Begriff der „*symmetria*“ wieder aufgegriffen, die von „*Proportion*“ erzeugt werde, was die Griechen „*αναλογια*“ nennen würden und die genau bestimmte maßliche Korrespondenz („*totoque commodulatio*“) aller Glieder beinhalte: „*Proportio est ratae partis membrorum in omni opere totoque commodulatio*“ (Vitr. 65,3-5): *commodulatio* also statt *concinntas*! Letzteren Terminus, der Ganze/Teile-Definition Aristoteles‘ verwandt, benutzt er nicht⁴⁴, geht vielmehr anschließend vom menschlichen Körper aus: Voraussetzung für Symmetrie und Proportion sei, dass die Glieder in einem bestimmten Verhältnis zu einander stünden, wie die Glieder eines wohlgeformten Menschen (Vitr. 65,7-8).⁴⁵

Letztlich umschreibt Vitruv das Ganze/Teile-Thema nur mittels einer Begriffswolke aus der dem griechischen *τάξις* entsprechenden *ordinatio*, der *dispositio* entsprechenden *διάθεσις*, den unübersetzten griechischen Termini *ἐνρρυθμία* und *συμμετρία*, schließlich dem lateinischen *decor* und der dem griechischen *οἰκονομία* entsprechenden *distributio* – dies alles dann im dritten und vierten Buch seines Werks anhand von Tempelbauten exemplifiziert.⁴⁶

⁴³ Es ist zweifellos legitim, Äußerungen vor allem Aristoteles‘ hinsichtlich gegenwärtiger Architektur weiterzudenken. Ein folgerichtig hylomorpher Transformationsprozess vom Backstein bis zur Stadt ist aber bei ihm selbst als solcher nicht im Entferntesten angedeutet (Gleiter [2013]), ebensowenig ein baulicher Anwendungshinweis des „Mimesis“-Begriff“ (Mayer [2017]). Siehe zu diesem Hose (2023), 30-36 („Schlüsselbegriffe Mimesis und Fiktionalität“).

⁴⁴ Er schrieb nur einmal von *concinntata* (Vitr. 187,12) für eine dazu „fertig gemachte“ Lampe, um Bodenfeuchtigkeit aufzuspüren.

⁴⁵ Siehe dazu Knell (1991), 32.

⁴⁶ Zur „Idealarchitektur“ seines Entwurfs eines griechischen Tempels siehe Wesenberg (1984).

Leon Battista Alberti

Das Diktum Albertis war in der Forschung zeitweilig dominierendes Thema wegen des denkbaren Bezugs des von ihm immerhin sechzehnmal genannten Begriffs *concinnitas* = „richtige, gefällige Übereinstimmung“ auf Ciceros „Rhetorik“,⁴⁷ in der dieser feststellte, wenn man eine gute Zusammenstellung von Wörtern auflöse, das Ganze zusammenbreche.⁴⁸ Wobei zurecht festgestellt wurde, dass es bei Cicero um den Inhalt einer Sache gehe, bei Alberti dagegen um deren Form.⁴⁹

Einen Hinweis auf Aristoteles hatte dagegen bereits 1957 der Kunsthistoriker Martin Gosebruch gegeben, gefolgt von weiteren Autoren.⁵⁰ Diesen jedoch statt der hier genannten baulichen Stelle auf eine literaturbezogenen. Wurde bereits in Platons „*Phaidros*“ festgestellt, Sophokles und Euripides würden es lächerlich finden, dass eine Tragödie etwas anderes als Zusammenfügung von allem sei, das in passender Beziehung zueinander und zu einem Ganzen stünde (Plat. *Phaidr.* 268d), hatte nach Aristoteles' „*Poetik*“ die Fabel eines Stücks die Nachahmung einer einzigen, und zwar ganzheitlichen Handlung zu sein: „*Ferner müssen die Teile der Geschehnisse so zusammengefügt sein, daß sich das Ganze verändert und durcheinander gerät, wenn irgendein Teil umgestellt oder weggenommen wird. Denn was ohne sichtbare Folgen vorhanden sein oder fehlen kann, ist gar nicht ein Teil des Ganzen.*“ (Aristot. *poet.* 1451a30-35; Übersetzung Manfred Fuhrmann).⁵¹

Es dürfte die akademische Nähe der Kunstgeschichte zur Literaturgeschichte sein, dass man sich bei Aristoteles allein auf seine literaturbezogenen Texte kaprizierte, statt den sehr viel breiteren Fundus vor allem der „*Metaphysik*“ in den Blick zu nehmen. Es sind aber deren Stellen, die sehr viel überzeugendere, da inhaltlich bauliche Nähe zum Diktum Albertis zeigen. Aristoteles wird von Alberti achtzehnmal namentlich zitiert und dabei festgestellt, was er unter anderen Autoren als „für die Erbauung von Häusern zweckmäßig“ überliefert hätte (Alberti II,4), zudem im Anschluss an die hier eingangs zitierten, zweiten Definition von „Schönheit“ auf die Stelle der „Zehn als vollkommenste Zahl“ in der „*Metaphysik*“ verwiesen⁵² (Alberti IX,4; Aristot. *metaph.* 986a8-12).

Beruhet die Ähnlichkeit des Diktum Albertis zweifellos auf der Kenntnis der mit ihr nahezu völlig übereinstimmenden Feststellung Aristoteles' in der „*Metaphysik*“, wäre nach der Textvorlage zu fragen, die benutzt worden sein könnte.

⁴⁷ Alberti-Index (1975), 1; Biermann (1997), 198–205, Rütther-Weiss (1991); Poeschke (1985).

⁴⁸ „*si aut compositi oratoris bene structam collocationem dissolvas permutatione verborum; corrumpatur enim tota res.*“ (Cic. *or.* 232)

⁴⁹ Biermann (1997), 200; leider ohne in der Folge diesen Gedanken weiter zu vertiefen.

⁵⁰ Gosebruch (1957), 233; Rütther-Weiß (1991), 90; Vickers (1999), 67–68.

⁵¹ Siehe die eindringliche Studie zu beiden Stellen Heath (2015), 381–387.

⁵² Alberti (2005), 495.

Albertis seit 1441 erstaunlich steigende Kenntnis griechischer Literatur ist schon längst registriert worden, allerdings ohne dass ein sicherer Beleg für griechische Sprachkenntnis vorliegt.⁵³ Seine Kenntnis griechischer Werke beruhte, wie allgemein unter den damaligen Humanisten, offenbar ganz auf lateinischen Übersetzungen.⁵⁴ Spätestens als er nach seiner eigenen Vita von seinem Studienort Padua und Bologna in den 20er-Jahren des 15. Jahrhunderts nach eigener Angabe zu einem Studium der Naturphilosophie und Mathematik (*philosophia atque Mathematicam*) wechselte (Alberti, Vita 10)⁵⁵, muss er mit Aristoteles bekannt geworden sein, der vor allem in der Frührenaissance studiert wurde. Zur lateinischen Metaphysikübersetzung wäre vorrangig an die seinerzeit verbreiteste des flämischen Dominikaners Wilhelm von Moerbeke (vor 1235-vor 1280) zu denken, der sich zeitweilig auf griechischem Boden aufgehalten hatte.⁵⁶ In seiner Übersetzung lautet die hier infrage stehende Stelle:

„Similiter autem POTENTIA ET domus; si nihil PROHIBET eorum que* in HIS et materia fieri domum, nec est OPORTEAT ADICI aut ROMOUERI aut permutari: hoc* DOMUS POTENTIA. Et in aliis similiter >QUORUMCUMQUE EXTRINSECUS< principium est questionis. ET [QUORUMCUMQUE ETIAM] in ipso habente. QUALE sperma nondum; oportet enim in ALIO permutari. Quando uero iam per suum principium est tale, iam hoc est POTENTIA.“ (1049a9-1049a17)⁵⁷

Um mit einer Handschrift eines anderen Verfassers zu ergänzen, sei hier die entsprechende Stelle aus der Translatio Anonyma sive „Media“ zitiert:

„Similiter autem potestate domus; si nichil obest eorum que sunt in hoc et materia fieri domum, nec est quod oportet adesse aut abesse aut permutari hoc in domum potestate. Et in aliis similiter extra que principium est generationis. Et in ipso habente, quolibet nullo exteriorum impediante erunt per ipsum, ut sperma nondum (oportet enim in aliud permutari), quando vero iam per suum principium est tale, iam hoc est potestate.“ (1049a8-11)⁵⁸

Damit ergibt sich die Gegenüberstellung

poet. 1451a30-35	μετατίθημαι	διαφέρειν	–
metaph. 1049a10-11	προσγενέσθαι	ἀπογενέσθαι	μεταβαλεῖν
Moerbeke	adicein	romoveri	permutari
„Media“	adicein	abesse	permutari
L. B. Alberti	addire	diminuere	immutari γίγνομαι

⁵³ Bertolini (2005), 101-103; siehe aber schon Bertolini (1998).

⁵⁴ Iorio (1991).

⁵⁵ Lines (2008); McLaughlin (2023).

⁵⁶ Beullens (2022).

⁵⁷ Vuillemin-Diem (1995). Textauszeichnungen laut dieser Publikation: „Großbuchstaben: Guillelmo novata indicantur; *: locus indicant ubi verba Translationi Anonymae a guillelmo ommissa sunt; []: verba quae Guillelmus transposuisse videtur“.

⁵⁸ Vuillemin-Diem (1976).

Keine Kommentierung fand die Formulierung bei Thomas von Aquin, dessen Texten die Metaphysikübersetzung Moerbekes zugrunde lag.⁵⁹ Halten wir damit fest: Die prinzipielle inhaltliche Übereinstimmung und formelhafte Aufzählung der drei Begriffe sind das zwar einzige, dafür aber sichere Moment für Albertis Kenntnis der aristotelischen Formulierung.

Schönheit statt Gebrauch

Dennoch: Aristoteles' Feststellung steht der Albertis nur scheinbar nahe! Geht es in Albertis Diktum um die „Schönheit“ (*pulchritudo*) von Architektur, so Platon und Aristoteles um ihren „Gebrauch“; dieser begrifflich nicht im Sinn von „Funktion“ als Ermöglichung guter Nutzung verstanden, sondern wie auch bei ihren Polis-Modellen hinsichtlich der gebrauchsbestimmten Baugattungen aus der Perspektive der Nutzer gesehen. Schon nach Zenon (um 495-445) war das Ziel von τέχνη das εὐχρηστον, das „leicht zu gebrauchende“ gewesen.⁶⁰ Sokrates hatte nach Xenophon „τὸ καλόν“ = als das Gute hinsichtlich des „Gebrauchs“ (χρήσιμον) bestimmt und anhand eines Wohnhauses mit der Nützlichkeit (οἰκίαν οἷαν χρὴ ἔχειν) unter klimatischem Gesichtspunkt erläutert; Malerei und Bildwerk würden nur stören! Es sei jeglicher Gegenstand, erfahren wir von ihm in der Folge, bei dem nichts anderes als „schön“ zu bezeichnen sei, als dessen Gebrauch – „schön“ also im griechischen Wortbeiklang von „gut“ nicht im primär ästhetischen Sinn zu verstehen ist.⁶¹ Nach Aristoteles ist „Gebrauch“, ebenfalls unter ausdrücklichem Hinweis auf eine bauliche Situation, Ziel (τέλος) eines Verwirklichungsvorgangs (Aristot. metaph. 1050a24), wogegen wir von ihm zum ästhetisch „Schönen“ (καλόν), dieses explizit vom ethisch „Guten“ (ἀγαθόν) trennend, nur in den mathematischen Abschnitten seiner Metaphysik und dort ohne Baubezug als dessen wichtigsten Arten (τοῦ δὲ καλοῦ μέγιστα εἶδη) „Ordnung“ (τάξις), „Gleichmaß“ (συμμετρία) und „Begrenztheit“ (ὁρισμένον) erfahren (Aristot. metaph. 1078a31–1078b1). Genauer darüber sprechen wolle er aber an anderer Stelle. Ein nicht gehaltenes (oder nur nicht überliefertes?) Versprechen.

Erst Alberti brachte die Dominanz von „Schönheit“ ins Spiel: Im Eingangskapitel des sechsten Buches seines Architekturwerks stellte er fest, Architektur bislang auf ihre Eignung zu Gebrauch (*ad usum apta*) hin (also vielleicht noch „aristotelisch“ denkend?) behandelt zu haben, nun aber auf deren Schönheit (*pulchritudo*) eingehen wolle⁶² – und sie zum primären Kernbegriff seiner architektonischen Qualitätsdefinition machte. Als solcher ist sie aus klassisch griechischer Zeit nicht überliefert – für die daher die hier vorgestellten Beobachtungen zur seitens

⁵⁹ Thomas von Aquin (2023), 79-99.

⁶⁰ SVF I fr. 73; siehe zum frühen Auftreten Heinimann 1961, 117-118.

⁶¹ Xen.mem. III,8,8–10; IV,6,9.

⁶² Alberti (1541), 78.

bauarchäologischer Forschung bislang erst wenig beachteten Ganzes/Teile-Thematik⁶³ vertiefter Diskussion anheimgestellt seien.

Literatur

Acevedo, Juan (2020), *Alphanumeric cosmology from Greek into Arabic: the idea of "stoicheia" through the medieval mediterranean* (Tübingen: Mohr Siebeck).

Abbamonte, Giancarlo / Harrison, Stephen (2019), *Making and Rethinking the Renaissance. Between Greek and Latin in 15th-16th Century Europe* (Berlin: De Gruyter).

Alberti, Leon Battista (1975), *Der re aedificatoria, Index verborum: A-E*, bearb. von Hans-Karl Lücke (Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Kunstgeschichte; München: Prestel).

Alberti, Leon Battista (1541), *De re aedificatoria libri decem*, hg. von Eberhard Tappe (Commerlander, Straßburg; Facsimile, Legare Street Press 2022, Chambersburg).

Alberti, Leon Battista (2005), *Zehn Bücher über die Baukunst*, ins Deutsche übertragen, eingeleitet und mit Anmerkungen und Zeichnungen versehen durch Max Theuer (unveränderter Nachdruck der 1. Auflage 1912; Darmstadt: WBG).

Alberti Index (1975), *Leon Battista Alberti. De re aedificatoria, Florenz 1485, Index verborum* (Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Kunstgeschichte in München, 1; München: Prestel)

Baltzly, Dirk / Miles, Graeme (2020), *Der Spiegel der Seele: Ekphrasis in antiken Quellen*, in: *Betrachtungen der Architektur. Versuche in Ekphrasis*, hg. von Tim Kammasch (Bielefeld: Transcript), 35-45.

Baracchi, Claudia (2009), *Aristotle's Ethics as First Philosophy* (Cambridge: University Press).

Bertolini, Lucia (2005), *Per la biblioteca greca dell'Alberti*, in: *Leon Battista Alberti. La biblioteca di un umanista*, hg. von Cardini, Roberto et al. (Florenz: Mandragore 2005), 101-103.

Bertolini, Lucia (1998), *Grecus sapor. Tramiti di presenze grece in Leon Battista Alberti* (Rom: Bulzoni).

⁶³ Die unbedingt, schon ihrer wichtigen Rolle in der Paideia wegen, musikalische Aspekte zu berücksichtigen hätte.

Beullens, Pieter (2023), *The friar and the philosopher. William Moerbeke and the Rise of Aristotle's Science in medieval Europe*. Studies in medieval history and culture (London / New York: Routledge).

Bichler, Reinhold (2011), *Ktesias spielt mit Herodot*, in: *Ktesias' Welt. Ktesias' World*, hg. von Josef Wiesehöfer, Josef / Rollinger, Robert / Lanfranchi, Giovanni B. (Classica et Orientalia, 1; Wiesbaden: Harrassowitz), 21-52.

Biermann, Veronica (1997), *Ornamentum. Studien zum Traktat „De re aedificatoria“ des Leon Battista Alberti* (Hildesheim / Zürich / New York: Olms), 198-205.

Burkert, Walter (2008[1]). Das Proömium des Parmenides und die Katabasis des Pythagoras, in: *Kleine Schriften VIII*, hg. von Szlezák, Thomas A. / Stanzel, Karl-Heinz. (Hypomnemata. Untersuchungen zur Antike und zu ihrem Nachleben. Supplement-Reihe, 2; Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht), 1-27.

Burkert, Walter (2008[2]), ΣΤΟΙΧΕΙΟΝ. Eine semasiologische Studie, in: *Kleine Schriften VIII* (hg. von Szlezák, Thomas A. / Stanzel, Karl-Heinz. Hypomnemata. Untersuchungen zur Antike und zu ihrem Nachleben. Supplement-Reihe, 2; Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht), 80–110.

Diels, Hermann (1899), *Elementum*. Eine Vorarbeit zum griechischen und lateinischen Thesaurus. (Leipzig: Teubner).

Eder, Brigitte (2003), Noch einmal: der homerische Schiffskatalog, in: Ulf, Christoph (Hg.), *Der neue Streit um Troia. Eine Bilanz* (München: Beck), 287-308.

Eitelfjorg, Harison (1974), *The Greek Architect of the Fourth Century B.C.: Master Craftsman or Master Planner* (Ann Arbor: University of Pennsylvania).

Engelbrecht, Martina (2014), *Architektur sehen, erleben, beurteilen. Formen- und Funktionswandel von Architekturbeschreibungen im 18. und frühen 19. Jahrhundert* (Heidelberg: Universität Heidelberg).

Fögen, Thorsten (2003), *Metasprachliche Reflexionen antiker Autoren zu den Charakteristika von Fachtexten und Fachsprachen*, in: *Antike Fachschriftsteller: Literarischer Diskurs und sozialer Kontext*, hg. von Horster, Marietta / Reitz, Christiane. (Palingenesia. Schriftenreihe für Klassische Altertumswissenschaft, 80. Wiesbaden: Steiner), 31-60.

Gleiter, Jörg H. (2013), *Überschuss an Form*, in: Ästhetik und Architektur. Schriftenreihe des Weißenhof-Instituts zur Architektur- und Designtheorie, hg. von Feige, Daniel Martin / Meireis, Sandra, 2 (Bielefeld: transcript), 39-65.

Gosebruch, Martin, (1957), „Varietà“ bei L. B. Alberti und der wissenschaftliche Renaissancebegriff, *Zeitschrift für Kunstgeschichte* 20, 229-238.

Grütter, Jörg Kurt (1987), *Ästhetik der Architektur. Grundlagen der Architektur-Wahrnehmung* (Stuttgart u. a.: Kohlhammer).

Hahn, Robert (2001), *Anaximander and the Architects. The Contributions of Egyptian and Greek Architectural Technologies to the Origins of Greek Philosophy* (New York: New York Press).

Heath, Malcolm (2015), *Unity, Wholeness, and Proportion*, in: A Companion to Ancient Aesthetics, hg. von Pierre Destrée / Penelope Murray; Hoboken, John Wiley & Sons), 381–392.

Heinimann, Felix (1961), *Eine vorplatonische Theorie der τέχνη*, in: Museum Helveticum 18, 105–130.

Hose, Martin (2023), *Aristoteles, Poetik* (Texte zur aristotelischen Literaturtheorie, 1. Berlin Boston: De Gruyter.

Humar, Marcel (2016), *Kataloge und Ringkompositionen in Hesiods „Theogonie“*, in: Hermes 144, 2016, 384-400.

Iorio, Dominick A. (1991), *The Aristotelians of Renaissance Italy. A Philosophical Exposition* (Studies in der History of Philosophy 24; Lewiston NY: Mellen).

Knell, Heiner (1991), *Vitruvs Architekturtheorie. Versuch einer Interpretation* (Darmstadt: WBG).

Korres, Manolis (2002), *Die klassische Architektur und der Parthenon*, in: Die griechische Klassik. Idee oder Wirklichkeit. Ausstellungskatalog (Staatliche Museen Preußischer Kulturbesitz: Berlin), 364-373.

Landrum, Lisa (2015), *Before Architecture: Archai, Architects and Architectonies in Plato and Aristotle*, in: Montreal Architectural Review 2, 5-25.

Lines, David (2008), *Leon Battista Alberti e lo studio di Bologna*, in: La vita e il mondo di Leon Battista Alberti, 2 (Florenz: Olschki), 377-395.

Linfert, Andreas (1981), *Die Skeuothek des Philon im Piräus. Zusammenfassung der Ergebnisse einer Übung über die Skeuothek-Inschrift (IG II/2 1668) im Wintersemester 1779/80* (Köln: Archäol. Inst. d. Universität).

Löbl, Rudolf (1997), *TEXNH-TECHNE. Untersuchung zur Bedeutung dieses Wortes in der Zeit von Homer bis Aristoteles, 1, Von Homer bis zu den Sophisten* (Würzburg: Königshausen & Neumann).

Lorenz, Konrad (1973), *Die Rückseite des Spiegels - Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens* (München: Piper 1973).

Mayer, Hartmut (2017), *Mimesis und moderne Architektur. Eine architekturtheoretische Neubewertung* (architekturen, 42; Bielefeld: transcript)

McLaughlin, Martin (2023), *Leon Battista Alberti. Biographical and autobiographical Writings* (The I Tatti Renaissance Library, 96; Cambridge/Massachusetts: Harvard University Press).

Muss, Ulrike / Schubert, Charlotte (1988), *Die Akropolis von Athen* (Graz: Akad. Druck- u. Verlagsanstalt).

Nesselrath, Heinz-Günther (Bearb.) (2006), *Kritias* (Platon Werke: Übersetzung und Kommentar, 8,4; Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht).

Osthues, Wilhelm (2014), *Bauwissen im Antiken Griechenland*, in: Wissensgeschichte der Architektur, 2, Vom Alten Ägypten bis zum Antiken Rom (hg. von Jürgen Renn / Wilhelm Osthues / Hermann Schlimme (Max Planck research library for the development of knowledge. Studies 4; Berlin), 127-261.

Petrovic, Andrej / Petrovic, Ivana / Thomas, Edmund, *The Materiality of Text – Placement, Perception, and Presence of Inscribed Texts in Classical Antiquity* (Brill Studies in Greek and Roman Epigraphy, 11; Leiden / Boston: Brill).

Poeschke, Joachim (1985), *Zum Begriff der concinnitas bei Leon Battista Alberti*, in: Intuition und Darstellung, hg. von Frank Büttner (München: Nymphenburger Verlagsanstalt), 45-50.

Porter, James I. (2010), *The Origins of Aesthetics Thought in Ancient Greece: Matter, Sensation, and Experience* (Cambridge: University Press).

Power, Timothy (2011), *Cyberchorus: Pindar's Κληδόνες and the aura of the artificial*, in: Archaic and classical choral song: performance, politics and dissemination, hg. von Lucia Athanassaki / Ewen Bowie, Trends in classics. Supplementary volumes, 10 (Boston: DeGruyter).

Ramharter, Esther (2018), *Über das Verhältnis von Epagoge, Paradeigma und Galle bei Aristoteles*, in: Archiv für Begriffsgeschichte, 50, 2018, 29-40.

Rosenberg, Raphael (2007), *Inwiefern Ekphrasis keine Bildbeschreibung ist. Zur Geschichte eines missbrauchten Begriffs*, in: Bildrhetorik (Tübinger Rhetorikgespräche, hg. von Joachim Knappe; Baden-Baden: Koerner), 271-284.

Rüther-Weiß, Veronika (1991), *Studien zu L. B. Albertis Architektursystem, venustas-dignitas-pulchritudo-ornamentum*, Diss. (Bonn, Universität).

Thesleff, Holger (1966), *Technical Style Greek prose*, in: Arctos 4 (Acta philologica Fennica), 89-113.

Thomas von Aquin (2023), *Kommentar zu Aristoteles' Metaphysik, 8.-12. Buch, Lectiones Thomisticae 3*, hg. von Obenauer, Klaus; Neuenkirchen-Seelscheid: Editiones Scholasticae), 110-116.

Toepfer, Georg (2017), *Biologie und Anthropologie der Wahrnehmung: Kopplung und Entkopplung von Organismus und Umwelt*, in: Interdisziplinäre Anthropologie, hg. von Hartung, G./ Herrgen, M. (Wiesbaden: Springer Fachmedien), 1-48.

Varzi, Achille (2019), "Mereology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.)

Varzi, Achille (2019), "Mereology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/mereology/> (letzter Zugriff 18.12.2025).

Vickers, Brian (1999), *Humanismus und Kunsttheorie in der Renaissance*, in: Theorie der Praxis. Leon Battista Alberti als Humanist und Theoretiker der bildenden Künste (hg. Forster, Kurt W. / Locher, Hubert; Berlin: De Gruyter), 9-74.

Vuillemin-Diem, Gudrun (1995), *Metaphysica Lib. I-XIV, Recensio et Translatio Guillelmi de Moerbeka* (Aristoteles Latinus 25; Leiden / New York / Köln: Brill).

Vuillemin-Diem, Gudrun (1976), *Metaphysica Lib. I-X, XII-XIV, Translatio Anonyma sive „Media“* (Aristoteles Latinus XXV 2; Leiden: Brill).

Wesenberg, Burkhardt (1984), *Vitruvs griechischer Tempel* (Vitruv-Kolloquium des Deutschen Archäologenverbands e. V.; Darmstadt: TH Darmstadt), 65-96.

Wesenberg, Burkhardt (1983), *Zu den Schriften der griechischen Architekten*, in: Bauplanung und Bautheorie der Antike (Diskussionen zur archäologischen Bau-forschung. 4; Berlin: Wasmuth), 39-48.

West, Martin Litchfield (1985), *The Hesiodic catalogue of woman: its nature, structure and origins* (Oxford: Clarendon Press).

Xian, Ruobing (2021), *Raum und Erzählung in der Odyssee* (Mnemosyne Supp-lements 444; Leiden Boston: Brill).

Abkürzungen

DK Diels, Hermann (2004), *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Unveränderter Nachdruck der 6. Auflage 1951 (hg. von Walter Kranz; Zürich: Weidmann).
SVF *Stoicorum Veterum Fragmenta*, I, Leipzig: Teubner 1915.

Übersetzungen

Platon: Unter teilweise ändernder Zuhilfenahme von Platon, *Sämtliche Dialoge*, Bd. I-VII, hg. und mit Einleitung, Literaturübersichten, Anmerkungen und Regis-tern versehen von Otto Apelt, Lizenzausgabe Edition Kramer 2013.

Aristoteles: Unter teilweise ändernder Anlehnung an die jeweiligen neuesten Aus-gaben in der Reclam Universal-Bibliothek.

Übrige Autoren: Siehe jeweilige Angabe.

Braunschweig und die verzögerte Gründung des Landes Niedersachsen

Von der Vorabstimmung über die Brüningschen Denkschriften und den Gau Ostfalen bis zur Selbstauflösung des Landtags

ULRICH MENZEL

Die Braunschweiger Reaktion auf die von der Deutsch-Hannoverschen Partei für den 18. 5. 1924 angestrebte Vorabstimmung über die Abtrennung der Provinz Hannover von Preußen lassen sich, soweit man die Braunschweiger Tageszeitungen, nämlich die Landeszeitung (überparteilich), den Volksfreund (SPD), die Neuesten Nachrichten (DNVP) und den Allgemeinen Anzeiger (DVP), vom Mai 1924 heranzieht, in drei Punkten zusammenfassen: (1) Nichtbeachtung; (2) die preußischen Gegenstimmen und deren Gegenargumente zur Vorabstimmung zu Wort kommen lassen;¹ (3) sich über das Vorhaben lustig machen², indem z. B. darüber spekuliert wurde, ob es anschließend zu einem Pakt von Hannover und England kommen werde³ oder ob das neue Land auch eine eigene Währung bekomme.⁴ Für Beruhigung in Braunschweig gesorgt hatte die wenige Tage zuvor abgehaltene Reichstagswahl vom 5.5.1924, bei der die Deutsch Hannoversche Partei nur 318.451 Stimmen bzw. fünf Mandate im Reichstag erhalten hatte und damit weit unter dem für den Erfolg der Vorabstimmung notwendigen Quorum von einem Drittel der Wahlberechtigten in der Provinz Hannover geblieben war, wie die Presse triumphierend vermeldete.⁵

Tatsächlich hatten zwei Wochen später am 18. Mai in der Provinz Hannover nur 439.562 bzw. 24,9 Prozent der Stimmberechtigten mit „ja“ gestimmt. Notwendig gewesen wären aber mindestens 589.600, um die eigentliche Abstimmung zu ermöglichen.⁶ Für das Scheitern der Vorabstimmung wurde von Deutsch-hannoverscher Seite vor allem der Druck der Preußischen Behörden und namentlich des Oberpräsidenten der Provinz Hannover und ehemaligen Reichswehrministers, Gustav Noske (SPD), verantwortlich gemacht.⁷

¹ Z.B. Gegen die Abstimmung in Hannover. Kundgebung preußischer Minister in Hannover In: Neueste Nachrichten vom 8.5.1924; Der Kronprinz und die Deutsch-Hannoversche Frage. In: Neueste Nachrichten vom 15.5.1924.

² Vom Handschuh an der Leine. In: Braunschweigische Landeszeitung vom 21.5.1924

³ Zur hannoverschen Abstimmung. In: Braunschweigische Landeszeitung vom 17.5.1924.

⁴ Zur Abstimmung in Hannover. Ist eine hannoversche Währung möglich? In: Neueste Nachrichten vom 15.5.1924.

⁵ Das amtliche Wahlergebnis. In: Neueste Nachrichten vom 8.5.1924.

⁶ Die Abstimmung der Niedersachsen. Das erforderliche Drittel Ja-Stimmen ist nicht erreicht. Die Beteiligung an der Abstimmung war sehr gering. In: Braunschweigische Landeszeitung vom 20.5.1924.

⁷ Vgl. dazu die nach der gescheiterten Vorabstimmung erschienene Broschüre „Der Kampf um die Vorabstimmung in Hannover im Jahre 1924. Herausgegeben im Auftrage der Deutsch-hannov. Partei. Hannover 1924.



Abb. 1. Broschüre der Deutsch-Hannoverschen Partei nach der verlorenen Vorabstimmung.

Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass der braunschweigische Ableger der Welfenpartei, die Braunschweigisch-Niedersächsische Partei, in Form ihrer Ortsgruppe Braunschweig im Anschluss an die Vorabstimmung eine EntschlieÙung verabschiedete, in der sie ihre Solidarität mit den Verlierern zum Ausdruck brachte: „Das treue hannoversche Volk, seit dem Jahre 1866 in einem ihm aufgenötigten Kampfe gegen die völkerrechtswidrige, brutale Gewaltpolitik des preußischen Staates stehend, ist am 18. Mai, als es auf dem im Artikel 18 der Reichsverfassung gewiesenen Wege sich die Freiheit erkämpfen wollte, der Uebermacht der Gegner unterlegen. Wenn je, so gilt für diesen Kampf 'Viel Feind, viel Ehr!' Die Ortsgruppe Braunschweig der Braunschweigisch-Niedersächsischen Partei spricht den hannoverschen Stammesbrüdern, die in vorbildlicher Weise dem Stammesrecht bis heute die Treue gehalten haben, die herzlichste Sympathie aus.“⁸ Die Partei der braunschweigischen Welfen spielte im Freistaat allerdings nur eine marginale Rolle, war nicht im Landtag vertreten und fand in den Braunschweiger Zeitungen im fraglichen Zeitraum des Mai 1924 auch keinen Widerhall.

⁸ Ebd. S. 62.

Dennoch waren, wenn auch von der Presse nur am Rande thematisiert, Befürchtungen geweckt worden, dass bei einem Erfolg der Vorabstimmung ein anderes Thema auf die Tagesordnung gerückt wäre, welches die Selbständigkeit des Freistaats Braunschweig ganz existentiell betraf.⁹ Die Provinz Hannover war zwar viel größer als Braunschweig, aber kein territorial konsolidiertes Gebiet, sondern ein ähnlicher Flickenteppich wie der Freistaat.

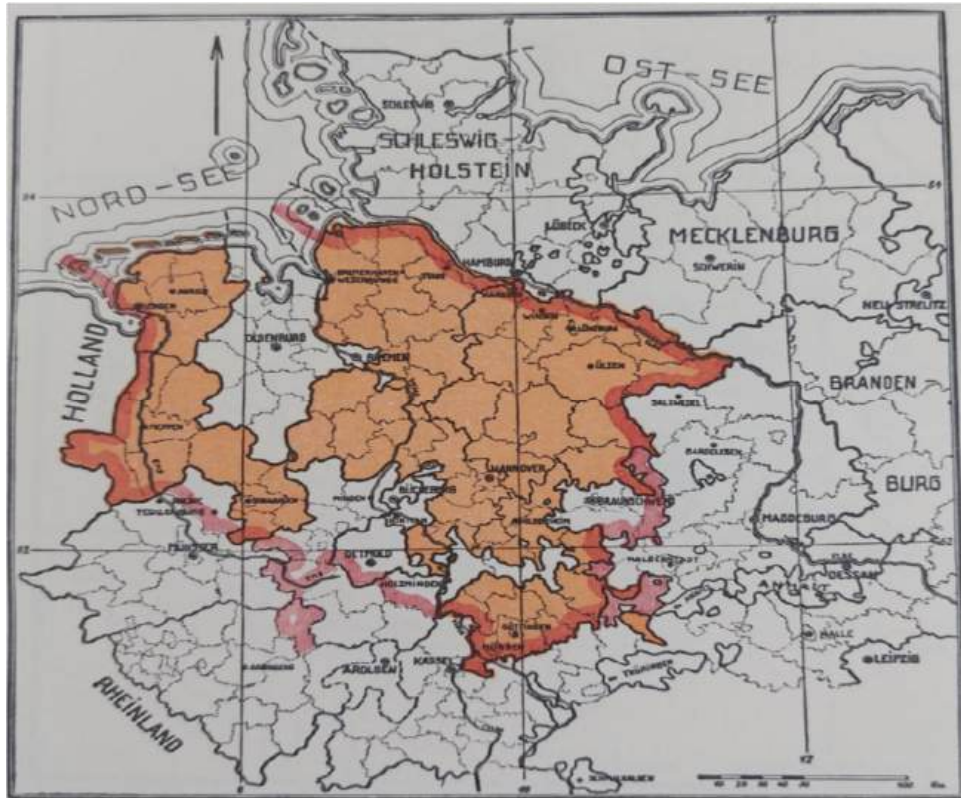


Abb. 2. Karte der Provinz Hannover 1929. Quelle: Brüning 1929, Karte 3 nach S. 12.

Der westliche Teil der Provinz, das katholische Emsland und das reformierte Ostfriesland, waren durch den Freistaat Oldenburg, der von Norden wie ein Keil in die ansonsten lutherisch geprägte Provinz hereinragte, vom Kerngebiet abgetrennt. Das gleiche galt für einen Teil der Preußischen Provinz Westfalen, die Region um Minden an der Porta Westfalica, und die beiden Lippe, nämlich das kleine Lippe-Detmold und das noch kleinere Schaumburg Lippe, die von Süden in die Provinz hereinragten. Deshalb verband nur eine Landbrücke von wenigen Kilometern die westlichen und östlichen Teile der Provinz. Ferner wurde ihr südlicher Teil, das Gebiet um Göttingen, durch die beiden braunschweigischen Landkreise Holzminden und Gandersheim, die sich vom Ufer der Weser bis an den Rand des Harzes erstreckten, vom Kerngebiet abgetrennt und besaß nur über den Landkreis Goslar eine Landverbindung.

⁹ Um den „Bundesstaat Niedersachsen“. In: Braunschweigische Landeszeitung vom 09.05.1924.

Wenn also die Initiative zur Abtrennung der Provinz Hannover Erfolg gehabt hätte, dann wäre es im nächsten Schritt unweigerlich um die territoriale Konsolidierung eines neuen Landes Niedersachsen gegangen und damit um die Frage, welche Gebiete denn alles dazu gehörten. Ein bloßer Blick auf die Karte der Provinz genügte, um zu erkennen, dass mindestens neben Oldenburg, den beiden Lippe, Bremen mit Bremerhaven selbstverständlich auch Braunschweig gemeint war. Vorläufig beruhigt haben dürfte die auf die Selbständigkeit des Freistaats bedachten Braunschweiger Gemüter der Umstand, dass der § 18 der Weimarer Verfassung, der die mögliche Veränderung der Binnengliederung des Reiches vorsah, nur ein einziges Mal erfolgreich in Anspruch genommen worden war – nämlich 1920 bei der Gründung des Landes Thüringen durch den Zusammenschluss der sechs sächsisch-thüringischen Kleinstaaten, dem sich nur Sachsen-Coburg, das für Bayern votiert hatte, nicht anschließen mochte. Alle anderen Anläufe zuvor oder später, so die Abtrennung Oberschlesiens von Preußen, der Anschluss von Schaumburg-Lippe an Preußen oder der Anschluss von Altona an Hamburg, waren gescheitert.

Lediglich bezüglich des Wahlgesetzes war es zu einer Neugliederung des Reiches in 35 annähernd gleichgroße Reichstagswahlkreise gekommen, die ggf. die Ländergrenzen ignorierten und jeweils mehrere Abgeordnete in den Reichstag entsandten. Im Schnitt sollten jeweils 150.000 Einwohner durch einen Abgeordneten vertreten sein. Auf dem Gebiet des heutigen Niedersachsens lagen der Wahlkreis 15 (Osthannover) mit den Regierungsbezirken Lüneburg und Stade und der Wahlkreis 16 (Südhanover-Braunschweig) mit den Regierungsbezirken Hannover und Hildesheim sowie dem Freistaat Braunschweig.

Diese Gliederung wurde von der NSDAP 1928 nachvollzogen, als sie aus organisatorischen Gründen ihre Parteigäue den Wahlkreisen anpasste. Aus dem Gau Lüneburg-Stade wurde der Gau Nr. 19 Osthannover mit dem Gauleiter Otto Telschow in Lüneburg. Aus dem Zusammenschluss der Gaue Hannover-Nord-Bremen und Hannover-Süd entstand der Gau Nr. 27 Südhanover-Braunschweig mit dem Gauleiter Bernhard Rust in Hannover. Diese wahltaktische Reorganisation sollte nach der „Machtergreifung“ Ende Januar 1933 im Hinblick auf die Neugliederung des Reiches insofern eine Eigendynamik entfalten, als über die schrittweise „Gleichschaltung“ von Partei und Staat die von der Münchener Parteizentrale favorisierte Idee im Raum stand, die Parteigäue mit den neu zu bildenden Provinzen zu verschmelzen. Wir werden darauf zurückkommen.

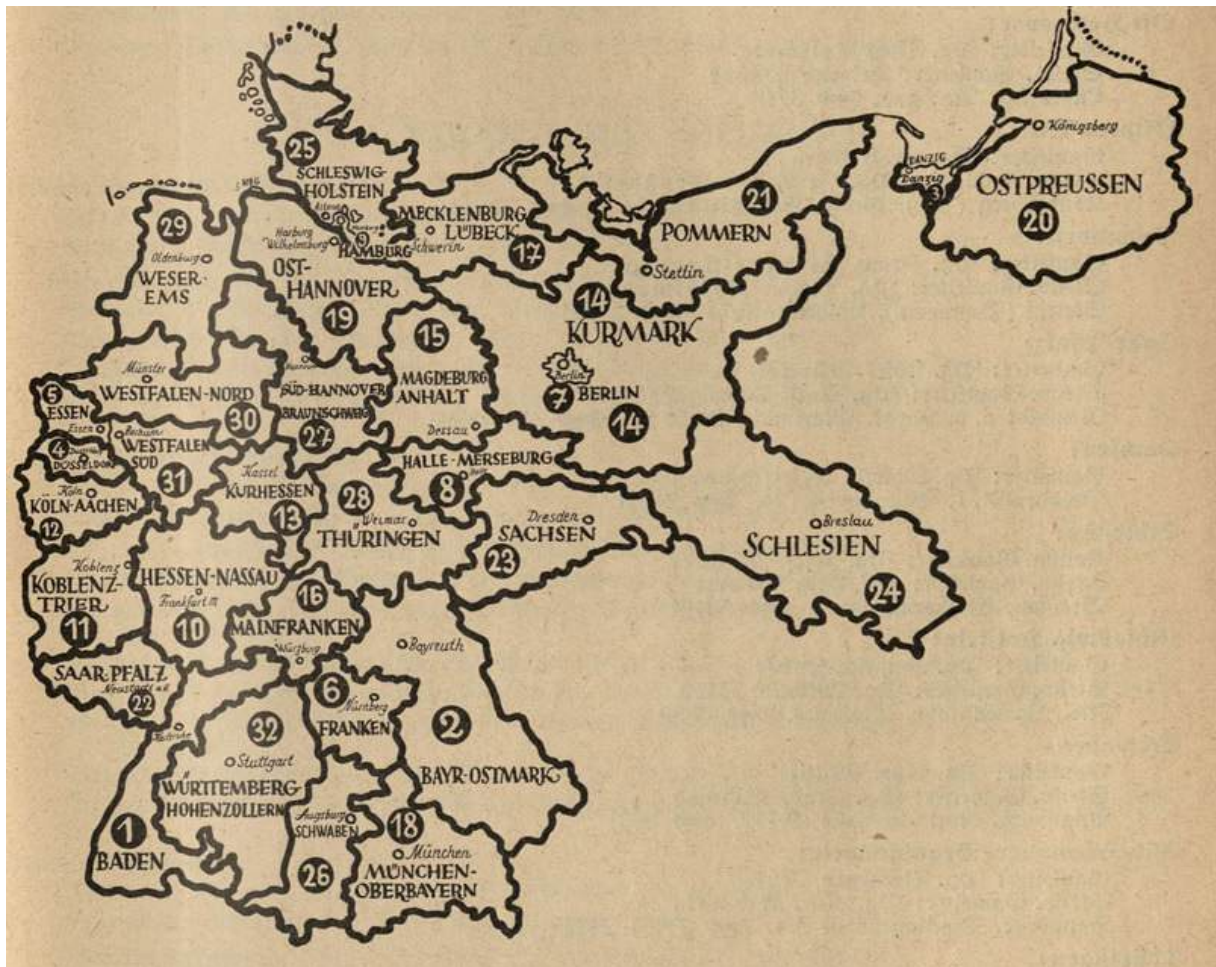


Abb. 3. Parteigaue der NSDAP seit 1928. Quelle: Bayerische Staatsbibliothek, U 67.4029.

Erst knapp vier Jahre später wurde das Thema wieder aktuell. Auf einer Reich-Länder-Konferenz Anfang 1928¹⁰, die sich der Frage widmete, wie die überragende Dominanz Preußens gegenüber den noch 16 anderen Ländern gebrochen und die in Mittel- und Norddeutschland so ausgeprägte kleinstaatliche Zersplitterung mit ihren vielen Ex- und Enklaven überwunden werden könne, wurde unter Teilnahme des Braunschweigischen Ministerpräsidenten Jasper (SPD) gegen den föderalistischen Widerstand Bayerns der Grundsatzbeschluss gefasst, dass Preußen zugunsten seiner Provinzen aufgelöst wird, dass die von preußischen Provinzen umgebenen Kleinstaaten in ihnen aufgehen, dass Bayern auf seinen altbayerischen Kern reduziert wird und dass die mittelgroßen süddeutschen Länder erhalten bleiben. So wäre das Reich in annähernd gleichgroße Länder unterteilt worden.¹¹

¹⁰ Helmut Nicolai, *Reichsreform und Länderkonferenz. Die Beratungen und Beschlüsse der Länderkonferenz und ihrer Ausschüsse*. Berlin 1930.

¹¹ Zu den Details wie zu dem gesamten Kontext des Themas vgl. Ulrich Menzel, *Die Steigbügelhalter und ihr Lohn. Hitlers Einbürgerung in Braunschweig als Weichenstellung auf dem Weg zur Macht und die Modernisierung des Braunschweiger Landes*. Braunschweig 2020, hier besonders S. 307ff.

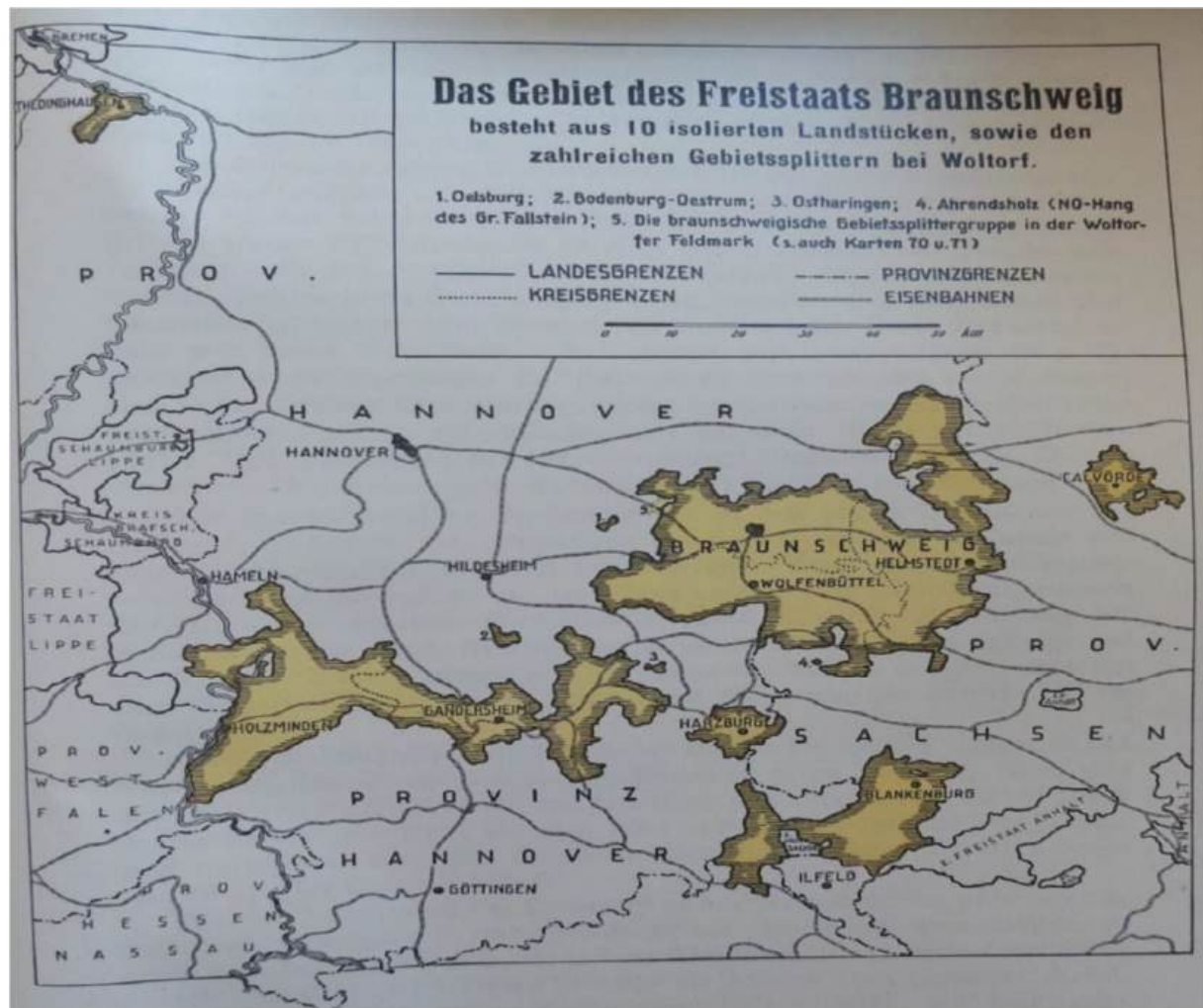


Abb. 4. Karte des Freistaats Braunschweig. Quelle: Brüning 1931, nach S. 274.

Im Freistaat Braunschweig war der Widerstand gegen den Beschluss trotz der Teilnahme von Jasper besonders groß, da dessen Umsetzung nicht nur den Verlust der Eigenstaatlichkeit, sondern womöglich auch die Aufteilung auf zwei neue Länder bedeutet hätte. Obwohl zu den kleinen Ländern des Reiches gehörend bestand dessen Territorium nämlich neben dem Kerngebiet um die Landeshauptstadt mit 1819 qkm aus neun isolierten Landesteilen von mittlerer Größe, nämlich den zusammenhängenden Landkreisen Holzminden und Gandersheim sowie Blankenburg, ferner aus kleineren Gebieten wie Calvörde, Bad Harzburg und dem am weitesten vom Kerngebiet entfernten Thedighausen vor den Toren von Bremen mit nur 57 qkm sowie den winzigen, nur ein bis zwei Dörfer umfassenden, Ölsburg, Bodenburg-Oestrum, Ostharingen und Ahrendsholz. Umgekehrt waren manche Landesteile von preußischen und sogar anhaltinischen Enklaven durchsetzt. Auch unabhängig von der Frage der Reichsreform wäre hier eine territoriale Konsolidierung, etwa durch einen Gebietstausch, dringend geboten gewesen. Noch fataler war der Umstand, dass die Braunschweigischen Territorien an zwei Preußische Provinzen angrenzten bzw. von ihnen umgeben waren – nämlich im Westen von der Provinz Hannover und im Osten von der Provinz Sachsen. Blankenburg hatte außerdem eine gemeinsame Grenze mit dem genauso kleinen und

zersplitterten Freistaat Anhalt. Eine konsequente Umsetzung des Beschlusses wäre demnach auf die Aufteilung Braunschweigs auf zwei Provinzen, des Kerngebiets und der westlichen Exklaven auf Hannover und der östlichen Exklaven Calvörde und Blankenburg auf Sachsen, hinausgelaufen. Also ging es gleich um mehrere Fragen: Vermag Braunschweig seine Unabhängigkeit zu bewahren? Gehört es zu Niedersachsen oder zu Mitteldeutschland und soll es demzufolge in Hannover oder in Sachsen aufgehen? Wird es schlimmstenfalls womöglich auf zwei Provinzen verteilt?

Im Zuge der Weltwirtschaftskrise, die das notorisch finanziell angespannte Land aufgrund der schwindenden Steuereinnahmen vor das Problem stellte, seine staatlichen Aufgaben überhaupt noch im notwendigen Umfang wahrnehmen zu können, wurde diskutiert, ob man sich freiwillig an Preußen anschließen solle. So war man z. B. unbedingt auf dessen Polizeikostenzuschuss angewiesen, um die Schutzpolizei von 600 Mann unterhalten zu können. Die Preußische Polizei verfügte, nur zum Vergleich, über etwa 50.000 Mann. Eine diesbezüglich Initiative im Landtag stieß aber auf den strikten Widerstand der NSDAP, die so eine wichtige Machtposition verloren hätte, war sie doch seit der vorgezogenen Landtagswahl von 1930, die aus Kostengründen mit der turnusmäßig anstehenden Reichstagswahl zusammengelegt worden war, als Juniorpartner in einer Koalition mit der Bürgerlichen Einheitsliste an der Regierung beteiligt und stellte darin in der Person von Dietrich Klagges den Innen- und den Volksbildungsminister. Wenn also die NSDAP in Preußen mit einem Aufmarschverbot belegt wurde, konnte sie innerhalb der Grenzen des Parteigaus Südhannover-Braunschweig auf den braunschweigischen Teil ausweichen, wo nicht der preußische, sondern der braunschweigische Innenminister das Sagen hatte. So geschehen beim Aufmarsch der Harzburger Front in Bad Harzburg oder der 100.000 SA-Männer im Zuge der „Hitler-Tage“ eine Woche später in der Stadt Braunschweig, um dessen Führungsanspruch in der Harzburger Front zu demonstrieren.

Die Neugliederungsdebatte kam in Braunschweig allerdings erst so richtig in Fahrt, nachdem der Provinziallandtag der Provinz Hannover, in dem die SPD mit 32,9 Prozent und 37 von 112 Abgeordneten die stärkste Fraktion stellte, in Reaktion auf die Beschlüsse der Reich-Länder-Konferenz am 22.3.1928 auf Antrag der Abgeordneten Delius, Reißmüller, Hagemann, Schweigmann, Bratke und Kleine einstimmig folgenden Beschluss gefasst hatte: „Das Landesdirektorium wird ersucht, zum nächsten Etat Material darüber beizubringen, welche wirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Schwierigkeiten unter Berücksichtigung der besonderen örtlichen Verhältnisse für das niedersächsische Wirtschaftsgebiet durch das Vorhandensein der Ländergrenzen bestehen. Es ist ferner zu prüfen, in welcher Weise die Folgen der staatlichen Zerrissenheit des niedersächsischen

Wirtschaftsgebiets beseitigt werden können.“¹² Dies war der landesplanerische Auftrag an das Direktorium, der explizit auch auf die Aufhebung der „staatlichen Zerrissenheit“ abzielte. In einem weiteren Beschluss hieß es: „Die Mitglieder des Reichs- und des Staatsrats, die vom Provinziallandtage gewählt sind, werden ersucht, im Interesse einer Neugliederung des Reichs mit dem Ziel der Vereinfachung der Verwaltung zu wirken.“ Dies war der politische Auftrag, die Vorschläge umzusetzen.

Als die Hannöverschen Aktivitäten in Braunschweig publik wurden, formierte sich dort der Widerstand und gipfelte am 05.04.1929 in der Gründung eines „Schutz- und Trutzbund für Braunschweig auf überparteilicher Grundlage“, der von dem Justizrat und Referatsleiter im Justizministerium, Herman Dedekind, als Geschäftsführer organisiert wurde. Die Generallinie des Bundes orientierte sich an folgender Priorisierung: (1) Braunschweig bleibt als selbständiges Land erhalten. (2) Wenn es zu einer Neugliederung des Reichs kommt, dann gehört es insgesamt zu Niedersachsen, dessen Ostgrenze soweit verschoben werden muss, dass auch die östlichen Exklaven dazugehören. (3) Eine Aufteilung auf zwei Länder oder gar der komplette Anschluss an eine Provinz Sachsen bzw. Mitteldeutschland ist unbedingt zu verhindern.

Die Befürchtungen sollten sich rasch bestätigen. Resultat des Beschlusses des Provinziallandtags war nämlich die im Auftrag des Landesdirektorium der Provinz Hannover von dem Geographen und Landesplaner Kurt Brüning erarbeitete und im März 1929 vorgelegte Denkschrift „Niedersachsen im Rahmen der Neugliederung des Reiches“, der 1931 ein zweiter Band mit „Beispielen über Auswirkungen der Ländergrenzen auf Verwaltung und Wirtschaft“ folgte.¹³ Pikant war, dass Brüning als unbedingter Befürworter der Reform und Vertreter der hannöverschen Position beim Erscheinen des ersten Bandes noch Privatdozent der Geographie an der TH Hannover, beim Erscheinen des zweiten Bandes aber a. o. Professor der Geographie und Wirtschaftsgeographie an der TH Braunschweig war.

¹² Zitiert aus der Einleitung zu der Denkschrift von Kurt Brüning, Niedersachsen im Rahmen der Neugliederung des Reiches. Hannover 1929, S. 2.

¹³ Kurt Brüning, Niedersachsen im Rahmen der Neugliederung des Reiches. Hannover 1929; ders., Niedersachsen im Rahmen der Neugliederung des Reiches. Band 2. Beispiele über Auswirkungen der Ländergrenzen auf Verwaltung und Wirtschaft. Hannover 1931. Ein im 2. Band angekündigter 3. Band ist offenbar nicht erschienen.



Abb. 5. Brüning und seine Denkschriften.

Quelle: Portrait Brüning Leibniz-Institut für Länderkunde, Leipzig, Signatur: Por-Brüning01.

Während die erste Denkschrift sich mit den grundsätzlichen Aspekten befasste, thematisierte die zweite die abträglichen Auswirkungen der Ländergrenzen auf Verwaltung und Wirtschaft in vielen Einzelfragen. Die lange überfällige Neuordnung betraf sowohl eine Verfassungsreform und damit die Kompetenzverteilung zwischen Reich und Ländern wie eine Verwaltungsreform und damit die administrative Gliederung. Da diese aufgrund der komplexen Problematik längere Zeit in Anspruch nehmen würde, plädierte Brüning dafür, dass die bestehenden Verwaltungen während des Reformprozesses erhalten bleiben. Bedingung war für ihn, dass zuvor Klarheit über die Probleme gewonnen werden musste und dass die Betroffenen bei der Umgestaltung mitzuwirken hatten. Diese Vorbehalte, dazu bedurfte es keiner großen Phantasie, ließen sich von den Gegnern der Reichsreform nutzen, um sie dilatorisch zu behandeln.

Im Hinblick auf Norddeutschland unterstellte Brüning, dass ein neuer Bezirk unter dem Begriff „Niedersachsen“, „Nordwestdeutschland“ oder „Hannover“ zu bilden sei. Er begann deshalb mit einer Klärung des Begriffs „Niedersachsen“ und zählte dazu von Preußen die Provinz Hannover und Teile der Provinz Westfalen (Minden u. a.), von Hessen-Nassau die Grafschaft Schaumburg, ferner den Freistaat Oldenburg ohne Lübeck und Birkenfeld, den Freistaat Braunschweig, den Freistaat Lippe-Detmold und den Freistaat Schaumburg-Lippe. Das so definierte Territorium hatte 55.000 qkm mit 5,5 Mio Einwohnern. 80 Prozent der Fläche entfielen auf Preußen, auf das Land Braunschweig nur 6,7 Prozent der Fläche und

9,1 Prozent der Einwohner. Je weiter man die Grenzen von Niedersachsen zog, desto geringer wurde Braunschweigs relatives Gewicht. Problem des so definierten Territoriums war nicht nur dessen Verteilung auf mehrere Länder bzw. Preußische Provinzen, sondern auch die außerordentliche Zersplitterung im Harz und im Weserbergland.

Bei deren Ursachenforschung kam Brüning zu dem Ergebnis, dass sie keine naturräumlichen Gründe hatte, sondern das Resultat einer langen Kette von Zufällen aus Krieg, Heirat, Erbschaft und Erbteilung war, die bereits 1180 mit der Entmachtung des Sachsenherzogs Heinrich begonnen hatte. Brüning stellte allerdings umgekehrt fest, dass es auf der nichtstaatlichen Ebene das Land Niedersachsen schon gab, weil viele Verbände sich bereits aus eigenem Antrieb niedersachsenweit organisiert hatten. Ein Zusammenschluss der genannten Territorien sei daher lange überfällig.¹⁴

Auch konnte er für Niedersachsen keine soziale Heterogenität erkennen, räumte aber ein, dass in kultureller Hinsicht eine Dreiteilung erkennbar sei, die sich in der Verbreitung der nordniedersächsischen, ostfälischen und engerschen Mundart widerspiegelt. Immerhin musste er konstatieren, dass Braunschweig trotz seiner extremen Zersplitterung eine besondere, Gemeinschaft stiftende, Tradition aufweise. Nachdem die diversen Teile des welfischen Stammlands seit 1705 bis auf Braunschweig-Wolfenbüttel unter dem Hannoverschen Kurfürsten vereinigt worden waren, hätte es 1884 nach Aussterben der Linie Braunschweig-Wolfenbüttel an das erst 1814 auf dem Wiener Kongress als Nachfolger von Braunschweig-Lüneburg entstandene Königreich Hannover fallen müssen. Da dieses aber 1866 nach der Niederlage in der Schlacht bei Langensalza im preußisch-österreichischen Krieg als Verbündeter Österreichs seine Selbständigkeit verloren hatte, da es von Preußen annektiert worden war, um eine Landverbindung zu dessen westlichen Provinzen herzustellen, kam der Erbfall nicht zustande. Braunschweig blieb als Herzogtum erhalten.

Obwohl es besonders viele negative Konsequenzen zu tragen hatte wie etwa die, dass die zentrale Ost-West-Eisenbahnverbindung von Berlin über Hannover ins Ruhrgebiet nicht über die Stadt Braunschweig, sondern nach einer Intervention des Preußischen Generalstabs über Stendal und damit fast nur über preußisches Territorium führte – eine wesentliche Erklärung, warum die eigentlich jüngere Stadt Hannover seitdem so viel rascher gewachsen war – musste Brüning konstatieren, dass der Widerstand, sich Preußen anzuschließen, in Braunschweig besonders ausgeprägt ist. Sein Fazit lautete: Bei einer Neugliederung des Reiches ist ein Land Niedersachsen mit Hannover als Landeshauptstadt zu gründen. Zu diesem gehört auch Braunschweig, wobei er nicht klar zum Ausdruck brachte, ob alle

¹⁴ Ähnlich argumentierte auch Kurt Finkenwirth, Wirtschaftsraum Niedersachsen. Grundsätzliches zum Neugliederungsproblem erläutert am Beispiel Niedersachsen. In: Zeitschrift für Geopolitik 7.1932, 7. S. 1-10.

seine Teile gemeint waren oder ob die Grenze Niedersachsens im Osten so verläuft, dass dessen östliche Landesteile, also die Exklaven Blankenburg und Calvörde, an eine Provinz Sachsen fallen.

Der Selbständigkeit Braunschweigs drohte nämlich auch aus östlicher Richtung Ungemach, hatte doch der Sächsische Provinziallandtag in Magdeburg eine ähnliche Initiative wie der Hannöversche ergriffen, bei der es analog um Fragen der territorialen Definition eines Preußen zugehörigen Mitteldeutschlands ging. Bereits am 28.03.1927 hatte er eine EntschlieÙung verabschiedet, in der es u. a. hieß: „In vollem Umfange kann nur durch den Eintritt der Länder Thüringen, Anhalt und Braunschweig in den Verband des preußischen Staates Abhilfe geschaffen werden.“ In diese Richtung argumentierte auch die Denkschrift des Landeshauptmanns der Provinz Sachsen „Mitteldeutschland auf dem Wege zur Einheit“.¹⁵ Wenn aber das Land Braunschweig zur Provinz Sachsen geschlagen würde, dann stände die Stadt Braunschweig nicht mehr in Konkurrenz zu Hannover, sondern zu Magdeburg. Die Braunschweiger Reaktion auf diese Gemengelage lautete: Wenn das Land aus sachlichen Gründen in einer preußischen Provinz aufzugehen hat, dann bitteschön in Niedersachsen und nicht in Mitteldeutschland.¹⁶

Am 06.01.1933 verkündete die Landeszeitung unter der Überschrift „Ein Attentat auf Braunschweig?“ den Plan, dass der gesamte Harz einem Regierungsbezirk Nordhausen der Provinz Sachsen einverleibt werden soll. Die Meldung alarmierte den Schutz- und Trutzbund, der für den 17.01.1933 eine Versammlung im GroÙen Saal des Parkhotels einberief, an der die politische Prominenz, angeführt von den Ministern Küchenthal (DNVP) und Klagges (NSDAP) des Landes und sogar Brüning teilnahm. Stadtrat Benze hielt einen Lichtbildvortrag zum Thema „Gehören die Randgebiete Braunschweigs zu Niedersachsen oder zu Mitteldeutschland?“ Wie er die rhetorische Frage beantwortete, stand außer Frage. Anschließend verabschiedete die Versammlung „einstimmig“, eine Resolution, die sich vehement gegen eine mögliche Abtretung der östlichen Landesteile wandte. Die Generallinie lautete: Die mittlerweile als unvermeidlich angesehene Gründung eines Landes Niedersachsen wird zwar (nolens volens) akzeptiert – allerdings unter der Bedingung, dass alle Teile Braunschweigs dazugehören und seine Grenze auf Kosten der Provinz Sachsen entsprechend nach Osten ausgedehnt wird. Damit hatte sich auch Brüning festgelegt. Die Braunschweiger Presse berichtete mit dem Tenor „Braunschweig gehört ungeteilt zu Niedersachsen“¹⁷ und sorgte durch den Abdruck der Resolution für deren weitere Verbreitung.

¹⁵ Erich Feldhaus, Die mitteldeutsche Frage. Gedanken über Verwaltungsreform und Verwaltungssitz. Magdeburg 1927. Vgl. ferner Albert Hansen, Unsere Heimat, unsere Kultur. Über die Zugehörigkeit des Reg.-Bez. Magdeburg zu Mitteldeutschland. Eisleben 1933.

¹⁶ Dazu Theodor Müller, Braunschweig und die Reichsreform. In: Schulblatt für Braunschweig und Anhalt 45.1932,1-2, S. 13-18, der vermutlich den Tenor der öffentlichen Meinung in Braunschweig repräsentierte. Zitat aus der EntschlieÙung des Sächsischen Provinziallandtags ebd.

¹⁷ In: Braunschweigische Landeszeitung vom 18.01.1933; ferner Braunschweigs Stellung zur Reichsreform. In: Braunschweiger Neueste Nachrichten vom 19.01.1933.

In der Endphase der Weimarer Republik fehlte allerdings die Kraft, die Neugliederung in Angriff zu nehmen. Dies sollte sich mit der „Machtergreifung“ ändern, weil seitdem der politische Wille, insbesondere in der Person von Reichsinnenminister Frick (NSDAP), zu einer umfassenden Reichsreform gegeben schien, zumal die neuen Machthaber das Interesse hatten, auch über den Neuaufbau des Reiches ihre Macht zu konsolidieren. Diese Konsolidierung betraf allerdings eher das Verhältnis Reich – Länder im Sinne der Zentralisierung. Die Neugliederung im Sinne der Provinzialisierung stieß auf dieselben alten Widerstände wie auf ganz neue, die aus dem komplexen, in sich widersprüchlichen Machtgefüge des NS-Staates resultierten.¹⁸

Relevant sind hierzu zwei Gesetze, unter denen das Gleichschaltungsgesetz besondere Prominenz erreichte.¹⁹ Mit ihm wurden die Länderparlamente mit Ausnahme des Preußischen Landtags aufgelöst und entsprechend der Sitzverteilung der Reichstagswahl vom März 1933 ohne Berücksichtigung der KPD neu gebildet. Braunschweig war das einzige Land, in dem unter dem Druck von Innenminister Klagges auch die SPD nicht berücksichtigt wurde. Begründet wurde es mit dem Argument, dass die alte Zusammensetzung der Landtage nicht mehr dem „Volkswillen“ entspreche, der durch die Reichstagswahl zum Ausdruck gekommen sei.

Als treibende Kräfte der Reichsreform in Fricks Innenministerium erwiesen sich Franz Albrecht Medicus mit Zuständigkeit für die Neugliederung und Helmut Nicolai mit Zuständigkeit für die Verfassungsreform. Beide gingen von der trügerischen Annahme aus, dass mit dem Machtwechsel in den Ländern die Zeit gekommen sei, die Neugliederung auch gegen deren Widerstand durchzusetzen. Während das Gleichschaltungsgesetz für die Mehrheit der neuen Machthaber in den Landtagen gesorgt hatte, sprengte das „Gesetz über den Neuaufbau des Reiches“²⁰ den Rahmen der Weimarer Verfassung und legten die Grundlagen im Sinne eines unbedingten Zentralismus. Der Umstand, dass, anders als bei dem raschen Anfangstempo, zwischen der Verabschiedung der beiden Gesetze zehn Monate verstrichen, deutet darauf hin, dass der Widerstand gegen die Neugliederung weiterhin erheblich war.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1933 positionierten sich die Befürworter im Innenministerium und die Gegner in den Ländern. Sie rekrutierten sich nicht nur aus den alten politischen Kräften mit ihren föderalen Sonderinteressen, sondern auch aus der NSDAP, deren neue Machthaber zwar unbedingte Befürworter des

¹⁸ Vgl. dazu Walter Baum, Die „Reichsreform“ im Dritten Reich. In: Vierteljahrshefte für Zeitgeschichte 3.1955, 11. S. 36-56.

¹⁹ Vgl. dazu Georg Kaisenberg, Gleichschaltung der Länder mit dem Reich. Berlin 1933 = Das Recht der nationalen Revolution Heft 2.

²⁰ Helmut Nicolai, Die Grundlagen der kommenden Verfassung Über den staatlichen Aufbau des Dritten Reichs. Berlin 1933.

Gleichschaltungsgesetzes waren, weil es ihre regionale Machtposition konsolidierte, die aber kein Interesse hatten, die gerade errungene Macht durch eine Neugliederung wieder zu verlieren. In diesem Punkt verbanden den Preußischen Ministerpräsidenten Göring, den Reichsstatthalter von Anhalt und Braunschweig Loeper und den Braunschweigischen Ministerpräsidenten Klagges ein gemeinsames Interesse.

Seitdem lautete die Rangordnung: Frick als Reichsinnenminister in Berlin ist der Vorgesetzte des Reichsstatthalters Loeper in Dessau und Loeper ist der Vorgesetzte des Ministerpräsidenten von Braunschweig Klagges, der inzwischen Küchenthal in diesem Amt abgelöst hatte. Das war die Theorie. In der Praxis lag Frick in einer Dauerfehde mit den Reichsstatthaltern, von denen einige wiederum Dauerfeinden mit den Ministerpräsidenten der kleinen Länder austrugen. Noch komplexer wurde der Instanzenzug 1935, als die Ressortminister in Berlin den Ressortministern in den Ländern vorgesetzt wurden. Demnach war Alpers als braunschweigischer Finanzminister nicht mehr dem Ministerpräsidenten, sondern dem Reichsfinanzminister weisungsgebunden. Da Loeper kein Gauleiter war, sondern Braunschweig dem Gauleiter Rust unterstellt war, war die tatsächliche Rangfolge noch unklarer. Neben der staatlichen gab es nämlich die Parteihierarchie: Reichsleitung in München – zuerst in Person des Organisationsleiters Strasser, nach dessen Sturz Ley bzw. der Stellvertreter des Führers, Heß, bzw. dessen Stabsleiter Bormann, darunter der entscheidungsschwache Gauleiter Rust in Hannover und darunter der Kreisleiter für Braunschweig, der zwar pompös im Adolf Hitler-Haus (ehemals Rimpeausche Villa) am Anfang der Wolfenbütteler Straße residierte, aber im Schatten von Klagges stand. Die Gemengelage der beiden Hierarchien konnte von machtbewussten Personen wie Klagges trotz seiner förmlichen Herabstufung genutzt werden. Die Reichsreform hatte das Gegenteil von dem produziert, was sie beabsichtigte.

Wichtig aus Sicht der Länder war die von Nicolai im Herbst 1933 veröffentlichte Schrift über die Grundlagen der kommenden Verfassung, auch wenn es nicht zu deren Verabschiedung gekommen ist.²¹ Hitler war, Ende 1933 noch nicht absehbar, nicht daran interessiert, seinen „Führerstaat“ in einen verfassungsmäßigen Rahmen zu gießen. Nicolai ging davon aus, dass die Länder neu abzugrenzen und Preußen aufzulösen seien. In der neuen Verfassung sollte es heißen: „Das Reichsgebiet wird in stammesmäßig, landschaftlich und wirtschaftlich zusammenhängende Länder gegliedert. Ihre Grenzen werden in der Gliederungsordnung bestimmt. Ihr Bestand ist fortan nicht veränderlich.“ Diese Formulierung Nicolais ließ zwar viele Interpretationen zu, berücksichtigte aber durchaus rationale Gesichtspunkte, die einer historisch gewachsenen Identität der Länder wie naturräumlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten Rechnung trug. Sie waren als reine Verwaltungseinheiten gedacht, die einem Reichsstatthalter unterstanden.

²¹ Helmut Nicolai, Der Neuaufbau des Reiches nach dem Reichsreformgesetz vom 30. Januar 1934. Berlin 1934.

Im Vorgriff auf den „Anschluss“ Österreichs kam Nicolai zu einer Gliederung in nur noch 14 Länder – darunter „Niedersachsen“ mit Schleswig-Holstein, Hannover ohne Osnabrück, nördliche Teile von Oldenburg, Hamburg, Bremen, Lübeck, Braunschweig ohne Blankenburg und Calvörde, Schaumburg-Lippe. Unterhalb der Länder sollte es Bezirke mit jeweils etwa einer Million Einwohner geben. Eine Karte mit den neuen Ländergrenzen läge bereits vor. Ein entsprechendes Kartenwerk „Das neue Reich. Ein Atlas des Deutschen Reiches nach dem Gesetz zur Reichsreform vom 30. Januar 1934“²² war ausgerechnet bei Westermann in Braunschweig erschienen, verzichtete aber paradoxerweise auf die genaue Markierung der neuen Ländergrenzen, was den ungeklärten Schwebezustand unterstrich.

In Braunschweig schrillten die Alarmglocken. Insbesondere auf Klagges dürfte die Schrift wie ein Schock gewirkt haben. Stand doch alles zur Disposition, wofür er seit seiner Wahl zum Innen- und Volksbildungsminister 1931 und der Übernahme der Regierungsgeschäfte 1933 gekämpft hatte. Würde der Plan 1:1 umgesetzt, dann reichte es noch nicht einmal für einen Regierungsbezirk Braunschweig. Die letzte Volkszählung hatte knapp 513.000 Einwohner ergeben. Ohne Blankenburg und Calvörde würde sie unter die halbe Million sinken. Ihm muss klar geworden sein, dass für ihn kein Platz mehr war. Der Reichsstatthalter würde in Hannover sitzen – womöglich in Personalunion mit dem Gauleiter. Selbst das Amt eines Regierungspräsidenten war fraglich, da Braunschweig als viel zu klein mit Lüneburg zusammengelegt würde und Lüneburg als Sitz des Gauleiters für Osthannover Bezirkshauptstadt geworden wäre, um den bei der Postenverteilung unterlegenen Telschow abzufinden. Allerdings konnte er davon ausgehen, dass Frick vielerorts auf Widerstand stoßen würde, dass die Statthalter für die Kleinstaaten wenig begeistert waren, weil sie ihre Ämter verlieren würden, dass etliche Gauleiter um ihre Parteigau fürchteten und deren Deckungsgleichheit mit den Verwaltungseinheiten bevorzugten.

Entscheidend war die Frage, welches Interesse Hitler der Reichsreform beimaß. Da diese auf das „Altreich“ bezogen war, er aber in den Kategorien der Eroberung von „Lebensraum im Osten“ dachte, dürfte sie für ihn nur nachrangige Bedeutung gehabt haben. Immerhin hatte er ein halbes Jahr zuvor in einer Reichstagsrede kategorisch erklärt: „Der Bestand der Länder wird nicht beseitigt.“ Vielleicht kam es ihm aufgrund seines Divide et impera-Denkens sogar entgegen, wenn nicht nur der verfassungsmäßige, sondern auch der administrative Teil der Reichsreform auf der Strecke blieb und nur ein widersprüchliches Konglomerat von alten und neuen Strukturen hervorbrachte.

²² Braunschweig o. J. (vermutlich 1935).

Das Wissen um diese Interna nutzte Klagges für eine Gegeninitiative.²³ Bevor er sich an die Spitze der Reaktion auf die Pläne setzte, musste er abwägen, welche Strategie den größten Erfolg versprach, und von folgenden Annahmen ausgehen: (1) Das Land Braunschweig soll in einem neuen Land Niedersachsen aufgehen und seine Landesregierung verlieren. (2) Mit einer halben Million Einwohnern ist es selbst für einen Regierungsbezirk zu klein. (3) Deshalb wird es mit Lüneburg oder Hildesheim zusammengelegt und behält womöglich nicht einmal eine Bezirksregierung. (4) Aufgrund des vorgesehenen Zuschnitts von Niedersachsen verliert es die östlichen Exklaven an ein Land Brandenburg. (5) Die bestehenden Parteigäue decken sich nicht mit dem Plan von Nicolai.

Daraus ergaben sich zwei Gegenstrategien, die sich vorrangig an den Interessen des Landes oder seines Ministerpräsidenten orientieren. Die „kleine Lösung“ lautet: Fortsetzung der in der Resolution des Schutz- und Trutzbundes vom 17.01.1933 verfolgten Linie. Braunschweig akzeptiert zwar, in einem Land Niedersachsen aufzugehen, verlangt aber, dass dessen Grenze so weit im Osten gezogen wird, dass alle Landesteile dazugehören. Innerhalb des neuen Landes muss Braunschweig so vergrößert werden, dass es für eine Bezirksregierung reicht. Die „große Lösung“ geht davon aus, dass perspektivisch die Verschmelzung der Parteigäue mit den Verwaltungseinheiten das eigentliche Ziel ist und dass die Gauleitungen die wichtigere Ebene bilden. Deshalb muss Braunschweig aus dem Gau Südhannover-Braunschweig herausgelöst und soweit vergrößert werden, dass es für einen eigenen Gau reicht. Das wiederum verlangt eine komplette Neueinteilung der Gaue in Nordwestdeutschland, was einen Konflikt mit den Gauleitern heraufbeschwört. Sie muss sich, um akzeptiert zu werden, auf die historischen, kulturellen und wirtschaftlichen Argumente stützen, die von den Befürwortern der Reichsreform konzidiert werden. Vor allem aber muss sie dem völkischen Narrativ der NS-Ideologie entsprechen. Anfang November 1933 brachte Klagges seine Überlegungen zu Papier, die er zunächst unter Verschluss hielt.²⁴

Die Öffentlichkeit erfuhr erst im Dezember von den akuten Plänen.²⁵ Die schlimmsten Befürchtungen des Schutz- und Trutzbundes schienen sich zu bestätigen. Er lud drei Tage später zu einer vertraulichen Besprechung in die Industrie- und Handelskammer, an der auch Oberbürgermeister Hesse teilnahm. Diskutiert wurde ein flankierendes Vorgehen zur Reaktion der Landesregierung, von der man annahm, dass sie sich noch auf der Linie der Parkhotel-Resolution vom Januar bewegte. Deshalb beschränkte man sich auf die Ostgrenze, um zu erreichen, dass die Grafschaft Wernigerode, das Amt Osterwieck und der Kreis Ilfeld einem

²³ Details bei Menzel 2020, S. 325-327.

²⁴ Zum Folgenden Ulrich Menzel, Der Anfang vom Ende. Die Reichsreform und die retardierende Wirkung der Braunschweiger Denkschriften 1933/34. In: Braunschweigisches Jahrbuch für Landesgeschichte 98.2017, S. 141-170. Alle quellenmäßigen Belege der im Text genannten Denkschriften und der daraus zitierten Passagen ebd.

²⁵ Vorschläge zur Reichsreform. Die noch unverbindlichen Pläne schlagen Calvörde und Blankenburg zu Brandenburg. In: Braunschweiger Neueste Nachrichten vom 09.12.1933.

Bezirk Braunschweig zugeschlagen, Calvörde aber aufgegeben wird. Zur Begründung solle eine Denkschrift verfasst, zu einer zweiten Sitzung auch Klagges geladen werden.

Diese fand zwar statt, doch hatten Klagges wie Hesse seine Teilnahme abgesagt. Aufgrund der unklaren Situation wurde beschlossen, die Arbeit an der Denkschrift zu vertagen. Offenbar war von Klagges interveniert worden, da die kleine Lösung kontraproduktiv war für seine eigene Denkschrift „Zur Neueinteilung Norddeutschlands“ in Reaktion auf Nicolai. Er konzedierte zwar, dass auch er für eine Neugliederung des Reiches sei. An die Stelle der 12-16 **Länder** von Nicolai setzte er eine Liste von 24 **Gauen**. Unterstellt und von der Reichsleitung in München sicher befürwortet, dass die Parteigäue perspektivisch mit den Ländern verschmolzen werden, zielte er auf die Unterstützung von Heß wie der Gauleiter, weil bei ihm doppelt so viele Gae übrigblieben. Indem er das aus nüchterner Verwaltungsperspektive rational erscheinende Kriterium, die neuen Einheiten an Bevölkerungszahl und Fläche zu orientieren, ablehnte und stattdessen „völkische“, historische und kulturelle Argumente bemühte und dafür plädierte, die Gae um „Mittelpunkte“ zu gruppieren, konnte er des Beifalls der regionalen Opponenten gegen die Reichsreform sicher sein.

So wurde das eigentliche Ziel des Vorschlags verschleiert – nämlich, dass einer dieser neuen Gae ein Gau „Ostfalen“ sein müsse. Klagges kam dazu durch den Rückgriff auf das alte „Sachsenland“ Heinrichs des Löwen mit seinen Teilen Westfalen, Engern, Ostfalen, den Nordelbingern und den Friesen. Heute bestehe das historische Ostfalen aus den Regierungsbezirken Lüneburg und Hildesheim, dem Land Braunschweig als Kern und dem Kreis Wernigerode. Das ergab zusammen 1,8 Mio. Einwohner. Noch weniger überrascht, dass die Stadt Braunschweig dessen natürlicher „Gaumittelpunkt“ wäre. Die Gae sollen durch Kreise gegliedert werden. Damit verschwand auf elegante Weise ein möglicher Regierungsbezirk Braunschweig als Zwischeninstanz.

Klagges hatte das Beste aus der vertrackten Situation gemacht. Mit den stammesmäßigen Argumenten bediente er die NS-Ideologen, mit den historischen und kulturellen die Traditionalisten, trennte Braunschweig von Hannover und lieferte eine Begründung, warum es auf Augenhöhe mit Hannover zu vergrößern ist. Mit der Hinzufügung des Kreises Wernigerode löste er das Problem der Exklaven Blankenburg und Bad Harzburg. Mit 1,8 Mio. Einwohnern erreichte er fast das quantitative Kriterium von Nicolai. Mit der Definition eines neuen Gaus Niedersachsen berücksichtigte er das Interesse des Gauleiters Rust. Opfer war der Gauleiter Telschow, weil der Gau Osthannover verschwand. Der Flickenteppich Braunschweig wurde arrondiert, ausgeweitet und zum Gau Ostfalen aufgewertet. Dass nebenbei auch noch eine Gauhauptstadt Braunschweig statt eines Kreises und ein Gauleiter statt eines Kreisleiters herausprangen, der in Personalunion die Leitung des neuen Landes übernimmt bzw. behält, versteht sich. Das

Begleitschreiben „an den Herrn Reichsminister des Innern, Berlin“ war schon formuliert. Er vergaß auch nicht zu erwähnen, dass eine Abschrift der Denkschrift „für den Herrn Reichskanzler, Berlin“ vorgesehen ist. Sie ist nicht abgesandt worden. Stattdessen wirkte er bei einem Gesetzesvorgang in Berlin mit, der auf den ersten Blick seinen Interessen diametral entgegenstand.

Am Jahrestag der „Machtergreifung“ verabschiedete der Reichstag mit den Stimmen der Braunschweiger NSDAP-Abgeordneten Klagges, Schmalz und Schmidt-Bodenstedt das „Gesetz über den Neuaufbau des Reiches“.²⁶ Damit schien Frick sich durchgesetzt zu haben. Alle Reichstatthalter und Ministerpräsidenten hatten den Antrag im Reichstag gestellt und im Reichsrat als dessen letzte Amtshandlung bestätigt. Insofern hat Klagges sogar zweimal für die Auflösung des Landes Braunschweig und die von ihm geführte Landesregierung gestimmt!

Frick feierte in einer Rundfunkrede das Gesetz als Überwindung des Föderalismus und betonte: „Mit Beseitigung der Landtage haben die Länder die souveräne Grundlage grundsätzlich verloren.“ Die Hoheitsrechte der Länder gehen auf das Reich über. Allerdings werde die Umsetzung des Gesetzes Jahre dauern. Die Landesregierungen bleiben deshalb im Amt, sind aber der Reichsregierung weisungsgebunden. Da den Ländern zwei Tage später ihre Hoheitsrechte rückübertragen wurden, andernfalls hätten die Zentralinstanzen keine Durchgriffsmöglichkeit mehr nach unten besessen, blieb faktisch alles beim Alten. Die Durchführungsverordnung bestimmte, dass sich das Reich nicht in alle Details der Länderverwaltung einzumischen hat.

Damit war das Spiel keineswegs zu Ende. Frick hatte sein Gesicht gewahrt, Klagges den Status quo behauptet. Frick konnte hoffen, seine Pläne zu realisieren, Klagges seine alternative Reichsreform weiterverfolgen. Dies war der Grund, warum er die Landesbehörden beauftragte, im Sinne seines Entwurfs eine ausführliche Denkschrift zu erarbeiten, die durch Zahlen und Karten zu unterfüttern war. Dies fand die Unterstützung der Braunschweigischen Landeskirche, die auch um ihre Existenz fürchtete, und der braunschweigischen Wirtschaft. Klagges konnte sich als Schutzpatron Braunschweiger Interessen fühlen, hatte die Existenzkrise des Landes vom November/Dezember 1933 zur Konsolidierung seiner Macht genutzt.

Aus dem Auftrag ist die dreibändige „Denkschrift über das Staats-, Volks-, Wirtschafts- und Kulturleben sowie die Finanzen des Landes Braunschweig“ entstanden – eine komplette Bestandsaufnahme zu Beginn der NS-Zeit. In der Tendenz geht sie kaum über das hinaus, was Klagges skizziert hatte. Bedeutsam ist im Kapitel „Stammesgliederung“ der Hinweis, dass das alte Sachsenland sich in Stämme teilte, unter denen die „Ostfalen“ einen eigenen Stamm bildeten. „Ein

²⁶ Wilhelm Frick, *Der Neuaufbau des Reichs*. Berlin 1934.

Blick auf Karte 9 genügt zu der Feststellung, dass das Land Braunschweig ganz überwiegend dem grossen Gebiet ostfälischer Zunge zuzurechnen ist...“ Die Passage gipfelt in dem Satz: „Der nördliche Hauptteil des Landes liegt in der Mitte, und die Landeshauptstadt bildet fast mathematisch genau den Mittelpunkt des ostfälischen Gebietes.“

Im Mai 1934 kontaktierte Klagges Frick wegen der Blankenburg-Frage, wurde aber abschlägig beantwortet. Daraufhin ging er in die Offensive und überreichte Hitler Ende Mai 1934 die letzte Fassung seiner **eigenen** Denkschrift. Die entsprechende Protokollnotiz von ORR Grünkorn ist eindeutig: „Klagges hat die Denkschrift Hitler persönlich überreicht, Innenminister hat sie 3 Tage später vorgelegen.“ Er bekam sie drei Tage vor Frick und dazu auch nicht per Post, sondern persönlich mit Gelegenheit zum Vortrag. Dass Klagges der Zugang eingeräumt wurde, muss als Privileg gewertet werden, das nicht alle Gegner der Reichsreform besessen haben. Ein klarer Affront gegenüber Frick.

Hitler war spätestens seitdem über die Causa Braunschweig informiert und sah sich genötigt, zwischen Frick und Klagges zu entscheiden. Auch wenn eine direkte Antwort nicht bekannt ist, so hat er vermutlich an seiner Erklärung festgehalten, dass die Länder erhalten bleiben, aber gezögert, die Bildung eines neuen Gaues zuzulassen. Letzteres hätte Ärger mit den Gauleitern Rust und Telschow bedeutet. Da ähnliche Initiativen auch anderswo im Gange waren, muss Hitler die Kontroverse über die Reichsreform, die nicht nur die Autorität Fricks, sondern indirekt auch seine eigene in Frage stellte, lästig geworden sein. Jedenfalls verbot er deren weitere Diskussion. Offenbar war seine Ablehnung aber nicht so eindeutig, dass Klagges sich entmutigt fühlte.

Jedenfalls ließ er nicht locker. Parallel zu dem dreibändigen Grundlagenwerk wurde im Mai 1934 eine weitere Denkschrift in Angriff genommen. Darin sollte die Gestaltung der Verwaltungsbezirke im niederdeutschen Raum dargelegt und begründet werden, warum die Gründung eines Gaus Ostfalen mit Braunschweig als Mittelpunkt geboten ist. Klagges gab die Eckpunkte vor: „Zweck der Denkschrift ist der Nachweis der Zusammengehörigkeit des ostfälischen Gebiets unter Herausstellung des Landes Braunschweig als ostfälisches Kernland und der Bedeutung der Stadt Braunschweig als Mittelpunkt des Gebiets.“ Begründet werden solle dieses durch eine Mundartenkarte, die Herausstellung Braunschweigs als Verkehrs-, Wirtschafts- und kultureller Mittelpunkt, die Herausstellung des Landes als geschichtlicher Mittelpunkt, Braunschweig als Behörden- und Parteisitz sowie als (künftige) Gauhauptstadt. Diese Auftragsliste ist auch insofern interessant, als Klagges in den folgenden Jahren alles daran setzte, diese Punkte regelrecht abzuarbeiten.

Aus dem Auftrag ist Ende 1934 die letzte Denkschrift „Braunschweig in der Reichsreform“ hervorgegangen. Im Zentrum der „völkischen“ Argumentation

steht der von Hitler bevorzugte Begriff der Stammesgebiete. Sie plädiert deshalb für kleinere Einheiten, da ein Land Niedersachsen zu groß ist, um den fünf sächsischen Stämmen gerecht zu werden und dessen natürlichen Mittelpunkte Münster, Hannover, Braunschweig, Bremen, Oldenburg, Hamburg und Kiel zu berücksichtigen. Die Karte der Mundarten wurde so gezeichnet, dass die „ostfälische“ die größte Verbreitung besitzt. Bis auf Bremen, Braunschweig und Kiel sind die genannten Mittelpunkte Sitz von Gauleitungen. Der Grund ist kein stammesgeschichtlicher, sondern ein implizit nachrangiger, nämlich die Umstrukturierung entlang der Reichstagswahlkreise 1928. Um dem stammesmäßigen Narrativ Rechnung zu tragen, muss die gesamte Region neu gegliedert und in sechs Verwaltungsbezirke aufgeteilt werden. Der Parteigau Südhannover-Braunschweig wird geteilt. Aus Südhannover wird Engern inklusive Oldenburg. Der Gau Osthannover ohne „natürlichen Mittelpunkt“ verschwindet. An seine Stelle tritt Ostfalen.



Abb. 6. Der Gau Ostfalen und die Neuordnung der Parteigaue in Nordwestdeutschland. gelb = Ostfalen; Quelle: Nds. Staatsarchiv Wolfenbüttel 12 A Neu 13 Nr. 37386, Blatt II.

Im Abschnitt über das alte Sachsenland wird argumentiert, dass Braunschweig der Vorort und Heinrich der Löwe der Ahnherr eines Gaus Ostfalen seien und darauf hingewiesen, dass Heinrich mit seiner Ostkolonisation jenseits der Elbe Ahnherr der Idee des „Lebensraums im Osten“ sei. Der Braunschweiger Dom wurde bis 1940 entsprechend ikonographisch umgestaltet.²⁷ Es folgt die Rekapitulation, welche Bedeutung Braunschweig für die NSDAP (Harzburger Front, Aufmarsch der 100.000 SA-Männer, Wahlerfolg vom 05.03.1933, erster rein nationalsozialistischer Landtag, Niederschlagung des sog. „Stahlhelmputsches“ bzw. der „Reichsbanner-Stahlhelm-Verschwörung“²⁸) gespielt habe. Nicht unterschwellig, sondern ganz offen appelliert Klagges an die Dankbarkeit Hitlers: „Eine besondere Bedeutung hatte die Tatsache des Besitzes der Regierungsgewalt seitens der N.S.D.A.P. in Braunschweig als dem einzigen deutschen Lande dadurch, daß es möglich wurde, unserem Führer im Februar 1932 durch die Ernennung zum braunschweigischen Regierungsrat das Staatsbürgerrecht zuzuerkennen. Es ist noch in aller Erinnerung, daß dieser von allen Nationalsozialisten so lang ersehnte Akt die Möglichkeit einer Kandidatur des Führers zur Reichspräsidenschaft schuf. Es handelt sich bei der Einbürgerung des Führers um eine geschichtliche Tat, die den Namen Braunschweig für immer mit dem Nationalsozialismus verknüpft.“ Die Landesregierung könne in eine Gauverwaltung umgewandelt werden. Die Räumlichkeiten ständen in Form der Dienstgebäude des Staatsministeriums bereit. Sogar das Gründungsdatum biete sich an, „wenn an die Stelle des am 21. August des nächsten Jahres (1935) siebenhundertjährigen Landes Braunschweig ein Gau Ostfalen tritt.“

Klagges und seine Zulieferer hatten ganze Arbeit geleistet. Lediglich der Hinweis auf Heinrich den Löwen dürfte Hitler nicht gefallen haben, war dieser doch mit seiner Auflehnung gegen Kaiser Barbarossa ein Separatist und nicht mit dem Führerprinzip zu vereinbaren. Nicht umsonst wurde der Russlandfeldzug „Unternehmen Barbarossa“ und nicht „Unternehmen Heinrich der Löwe“, was sich auch angeboten hätte, genannt. Geschickt war die Argumentation, insofern sie sich zwar voll und ganz hinter die Reichsreform stellte, ihre Umsetzung aber sehr viel „föderalistischer“ interpretierte. Außerdem war es Klagges mit einer überraschenden Volte gelungen, sich an die Spitze der Bewegung zu stellen. Indem er Braunschweig als Vorreiter und Muster für die Reichsreform präsentierte, war es sogar möglich, **selber** für das Verschwinden des Landes zu plädieren – sofern, das war die Bedingung, es durch den Gau Ostfalen ersetzt würde.

²⁷ Ulrich Menzel, Zwischen Deutschen Christen und Neuen Heiden. Hitlers überraschender Besuch vom Juli 1935 in Braunschweig, die Umwidmung des Braunschweiger Doms und die Neukonzipierung der „Gemeinschaftssiedlung Lehdorf“ und deren Kirche. Wolfenbüttel 2021, besonders S. 107 ff.

²⁸ Vgl. dazu demnächst Ulrich Menzel, Widerstand oder Zuflucht? Die Kooperation von Reichsbanner und Stahlhelm in Stadt und Land Braunschweig im Frühjahr 1933 und deren reichsweite Bedeutung. MS April 2024; erscheint als Buch Berlin 2026.

Bevor Klagges die letzte Denkschrift unterbreitete, ließ er dem Gauleiter Wagner in München eine Kopie zukommen. Wieder ein raffinierter Schachzug, war dieser doch in der Parteizentrale Beauftragter für den Neuaufbau des Reiches. Heß hatte sich eine Parallelstruktur zu Frick geschaffen, die diesen entlang der Gaue und nicht entlang der Länder verfolgte.

Im Januar 1935 überreichte Klagges diese Denkschrift Frick. Diesmal hatte er ihn nicht via Hitler, sondern via Heß umgangen. Frick ließ sich mit seiner Antwort Zeit, weil es jenem gelungen war, einen Keil zwischen Partei- und Staatsführung zu treiben. Wieder lag der Ball bei Hitler und wieder wurde dilatorisch entschieden. Erst zwei Monate später versandte Frick ein Rundschreiben, in dem das Verbot der Diskussion der Reichsreform bekräftigt wurde. Damit war Klagges vorerst mit seiner Initiative gescheitert, sein Traum von der Gründung des Gaus Ostfalen anlässlich des 700-jährigen Jubiläums des Landes Braunschweig ausgeträumt. Einen Dämpfer hatten auch die Träume Fricks bekommen. Er musste erkennen, dass bereits der Widerstand des kleinen Braunschweigs reichte, ihn in die Schranken zu weisen. Was würde erst geschehen, wenn er sich an die Aufteilung des großen Brockens Preußen herangewagte, dessen Patron Göring in der Partei ein ganz anderes Kaliber als Klagges darstellte?

Dennoch schwelte der Konflikt weiter. Auch Klagges hatte noch nicht aufgegeben. Durch seine Aktivitäten zur Abarbeitung der Agenda vom Mai 1934, so der Mitwirkung bei der Gründung der Reichswerke im Salzgittergebiet, werkelte er weiter am Projekt des eigenen Gaus. Mit dem Argument, dass das „Aufbaugesbiet“ der Reichswerke aus Hüttenwerk, Erzgruben, Erzbahnen und Siedlungen für die Beschäftigten nicht auf den preußischen Landkreis Goslar und den braunschweigischen Landkreis Wolfenbüttel verteilt, sondern zweckmäßigerweise allein schon wegen der unterschiedlichen Bauvorschriften vollständig auf Braunschweiger Gebiet liegen sollte, bot sich die letzte Chance, doch noch zur ersehnten „Neuordnung des norddeutschen Raums“ zu kommen, zumal sie vom Patron der Reichswerke, Göring, unterstützt wurde. Hitler scheint dem Argument nicht völlig ablehnend gegenüber gestanden zu haben, auch wenn die Braunschweiger Querelen ihm mittlerweile auf die Nerven gingen. Jedenfalls ließ er sich am 22.01.1941 von Bormann die Karte der Gaueinteilung vorlegen. Zu entscheiden war, ob anlässlich des Aufbaus der Reichswerke doch noch die große Lösung, die Gründung des Gaus Ostfalen realisiert wird. Hitler entschied, dass nur ein Tausch des Landkreises Goslar gegen den Landkreis Holzminden in Frage komme, „da bei einer Herausnahme des Landes Braunschweig und des Regierungsbezirks Hildesheim aus dem Gau Süd-Hannover-Braunschweig der wertvollste Teil dem alten Gau verloren ginge.“²⁹ Das entsprach zwar nicht Klagges' eigentlichen Ambitionen, war aber ein Teilerfolg. Für Preußen hob er zumindest teilweise die

²⁹ Zitiert bei Dieter Lent, Braunschweig und Salzgitter. Der Gebietstausch mit Preußen 1941. In: Wolfgang Benz (Hrsg.), Salzgitter. Geschichte und Gegenwart einer deutschen Stadt. München 1992, S. 78-91, hier S. 84.

Abtrennung des südlichen Teils der Provinz Hannover durch den Landkreis Holzminden auf. Für Braunschweig bedeutete er viel – zwar nicht die territoriale Ausdehnung, aber die Arrondierung seines Flickenteppichs. Frick dürfte nur widerstrebend den „Führerbefehl“ umgesetzt haben, weil seine Reichsreform in nebulöse Ferne rückte. 1943 wurde er durch Himmler abgelöst. Selbst Himmler hat sich vergeblich an der Braunschweig-Frage versucht! Stattdessen ist eine Anordnung Hitlers überliefert, dass Göring im Falle seines Ablebens über den Fortbestand Braunschweigs wachen solle.³⁰

Welche Rolle spielte Hitlers aufgrund seiner dortigen Einbürgerung, die ihn vom Makel der Staatenlosigkeit befreite, besondere Beziehung zu Braunschweig bei seinen Entscheidungen, die Reichsreform trotz des Drängens von Frick, der nicht zu leugnenden rationalen Argumente und des eindeutigen Reichstagsbeschlusses immer wieder auf Eis zu legen? Warum mochte er dem Drängen von Klagges nicht nachgeben und sich zu dessen großer Lösung durchringen, obwohl dieser via Heß sogar die Parteikarte gespielt hatte? Hätte er pro Klagges entschieden, hätte Frick sein Gesicht verloren. Nicht auszuschließen ist, dass sein ambivalentes Verhältnis zu Klagges eine Rolle spielte, dessen ungeschicktes Vorgehen in der Einbürgerungsfrage Hitler blamiert hatte. Wäre er auf dessen Vorschlag eingegangen, hätte er ihm einen großen Triumph verschafft. Wäre der „alte Kämpfer“ Zörner, dem Hitler wegen seines diskreten Vorgehens in der Einbürgerungsfrage sehr verbunden und bei dem er sogar zum Schein als Untermieter gemeldet war, um über den scheinbaren Wohnsitz eingebürgert zu werden, nicht von Klagges verdrängt, sondern Ministerpräsident geworden und hätte Zörner die Denkschrift unterbreitet, hätte Hitler vielleicht anders entschieden.

Unabhängig von diesen Anti- und Sympathien fühlte Hitler sich dem Land Braunschweig verpflichtet, wie er noch im Januar 1945 zum Ausdruck brachte,³¹ weil es für ihn persönlich wie für die NSDAP insgesamt in der Phase der Machtergreifung und Machtkonsolidierung eine wichtige Rolle gespielt hatte. Diesen Aspekt hatte die Denkschrift angesprochen und an die Dankbarkeit des Führers appelliert. Deshalb hat Hitler, auch wenn das Kalkül des Divide et Impera zur Lösung des Konflikts seiner Parteigenossen im Vordergrund gestanden haben mag, immer wieder eine Bestandsgarantie für das Land Braunschweig gegeben, selbst wenn sie der Präzedenzfall war, an dem die Reichsreform gescheitert ist.

Klagges konnte trotz der Enttäuschung, nicht Gauleiter geworden zu sein, zufrieden sein, musste allerdings unter dem Damokles-Schwert einer nicht ad acta gelegten Reichsreform leben, sah sich zwischen den überlappenden Kompetenzen von Reichsregierung, Reichstatthaltern, Reichsleitung und Gauleitung

³⁰ Henry Picker, Hitlers Tischgespräche im Führerhauptquartier 1941-1942. 2. Aufl. Stuttgart 1965, S. 309.

³¹ Dieter Lent, „Ich habe dem Lande großen Nutzen gebracht“, Betrachtungen zu dieser Äußerung Hitlers vom Januar 1945 über seine Arbeit als braunschweigischer Regierungsrat 1932. In: Braunschweigisches Jahrbuch für Landesgeschichte 91.2010. S. 217-28.

eingeklemmt. Da er mit seiner großen Lösung gescheitert und an der kleinen Lösung nicht interessiert war, verfolgte er eine dritte Strategie, die sich 1934 in seinen „Eckpunkten“ angedeutet hatte. Sie bestand darin, Braunschweig durch eine Vielzahl von Aktivitäten in ideologischer, bildungsmäßiger, städtebaulicher, industrieller und infrastruktureller Hinsicht gegenüber Hannover aufzuwerten. An die Stelle der Top down-Strategie über einen Führerbefehl sollte eine Bottom up-Strategie treten. Auch so ließ sich ein eigener Gau demonstrieren. Das Stadtforum auf dem Gelände des aufzugebenden Sackbahnhofs, heute Standort der Volkswagenhalle, war schon gezeichnet und hätte sich leicht in Gauforum umbenennen lassen.³²

Auch Brüning, seit dem 01.05.1933 NSDAP-Mitglied, seit 1937 Direktor des Instituts für Landesplanung an der Universität Göttingen und dort seit 1939 apl. Professor, blieb dem Thema seiner Denkschriften von 1929 und 1931 treu. 1943 verfasste er eine grundsätzliche Ausarbeitung „Raumordnung und Raumordnungsplan“.³³ Bereits im November 1946 übernahm er die Leitung des neugegründeten Nds. Amtes für Landesplanung und Statistik. Soviel zur Kontinuität.

Das Ende der Geschichte für das Land Braunschweig kam am 21.11.1946 um 16.00 Uhr in der Aula der Kant-Hochschule des wieder zusammengetretenen Braunschweigischen Landtags, der im Laufe des Jahres sogar den Entwurf einer vorläufigen Landesverfassung beraten und verabschiedet hatte.³⁴ Die Abgeordneten waren nicht gewählt, sondern nach einem Parteienproporz von der Britischen Besatzungsmacht ernannt worden. Die Aula diente als Ersatz des kriegszerstörten Landtagsgebäudes am Eiermarkt. In einer „melancholischen Schlussitzung“ musste er das Aufgehen Braunschweigs in einem von der Besatzungsmacht bestimmten Land Niedersachsen erleben. Dem Zoologen, Gerhard von Frankenberg, noch dem letzten 1930 freigewählten Landtag als Abgeordneter der SPD angehörend, blieb nur der „Rückblick auf die Geschichte unseres Landes“, in dem es am Ende heißt: „Dennoch geht nun die Weltgeschichte über dies Land dahin, das so viele Jahrhunderte seine Selbständigkeit bewahrt hat. Wohl sah der Kundige schon lange, daß eine Neuordnung der deutschen Länder kommen werde. Aber wir hatten sie uns anders gewünscht! Wir hätten gern selbst entschieden, wären gern allmählich hineingewachsen in das größere Ganze, dem wir nun angehören sollen.“ Frankenberg schloss ganz auf der Linie des Schutz- und Trutzbundes „auf überparteilicher Grundlage“ von 1928 mit dem Bekenntnis „In unserem Herzen wird Braunschweig immer leben!“³⁵ Der langanhaltende überparteiliche Beifall war ihm sicher. Was selbst den zentralistisch und rational denkenden

³² Bernhard Stubenvoll, Das Raumordnungsgeschehen im Großraum Braunschweig zwischen 1933 und 1945. Braunschweigs Raumordnungsziele in der Auseinandersetzung mit konkurrierenden nationalsozialistischen Machteliten. Braunschweig 1987.

³³ In: Archiv für Landes- und Volkskunst Niedersachsens Nr. 17, März/April 1943, S. 179-230.

³⁴ Klaus Erich Pollmann (Hrsg.), Anfang und Ende zugleich. Der Braunschweigische Landtag 1946. Braunschweig 1999.

³⁵ Von Frankenberg in Pollmann 1999, S. 270.

Nazis trotz ihrer Machtfülle gegen die Beharrlichkeit eines Klagges nicht gelungen war und an den dilatorischen Entscheiden Hitlers gescheitert ist, wurde im Sinne und auf Grundlage der Brüningschen Denkschriften mit einer bloßen Order der Besatzungsmacht vollzogen.

MITTEILUNGEN

VERÖFFENTLICHUNGEN

Im Berichtsjahr wurde veröffentlicht:

Jahrbuch 2024 der BWG mit 483 Seiten

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN

Am 31.12.2025 gehörten der BWG 158 ordentliche Mitglieder an, davon 81 unter 70 Jahren, sowie 56 korrespondierende Mitglieder. Die Zahl der Mitglieder unter 70 Jahren betrug in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften 29, in der Klasse für Ingenieurwissenschaften 36 und in der Klasse für Geisteswissenschaften 16. Von den ordentlichen Mitgliedern zählten zum Bereich Braunschweig 91, zum Bereich Clausthal 16, zum Bereich Göttingen 3, zum Bereich Hannover 43, Osnabrück 3, München 1 und zum Bereich Stuttgart 1. Der Jungen BWG gehörten 25 Mitglieder an.

Das Plenum trat am 05.12.2025 zu seiner jährlichen Hauptsitzung zusammen, nahm den Jahresbericht des Präsidenten entgegen und beschloss den Haushalt 2026. In den Wahlsitzungen am 09.05.2025 und 05.12.2025 wurden die auf den Seiten 583 f. vorgestellten Mitglieder zugewählt.

Die am 9. Mai 2025 tagende Plenarversammlung stimmte dem Vorschlag der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften für den Gauß-Preisträger 2026 zu und legte die Feierliche Jahresversammlung auf den 24.04.2026 fest.

PERSONALIA

Todesfälle

- 13.04.2025 Voppel, Götz, Prof. Dr.rer.pol., ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1975, korrespondierendes Mitglied seit 1976
- 13.06.2025 Schindel, Ulrich, Prof. Dr.phil.habil., ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1990
- 08.10.2025 Schwab, Klaus, Prof. Dr.rer.nat, ordentliches Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften von 1988 bis 1998, korrespondierendes Mitglied von 1998 bis 2024
- 23.11.2025 Kühne, Gunther, LL.M., Prof. Dr.jur., ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1994
- 17.12.2025 de Meijere, Armin, Prof. Dr.rer.nat., ordentliches Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1997
- 27.12.2025 Musmann, Hans-Georg, Prof. Dr.-Ing., ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1983

GÖTZ VOPPEL

* 10.07.1930 † 13.04.2025

Prof. Dr.rer.pol. Götz Voppel wurde am 10. Juli 1930 in Leipzig geboren und erwarb 1948 an der Nicolaischule in Leipzig auch sein Abitur. Vor seinem Studium, das er in Leipzig zunächst nicht beginnen konnte, war er drei Jahre in der Lederwarenbranche kaufmännisch und während des Studiums mehrere Monate in einem Maschinenbaubetrieb in Wetter/Ruhr als Arbeiter beschäftigt.

Von 1951 bis 1956 studierte Götz Voppel an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln Volkswirtschaft, Betriebswirtschaft, Statistik, Verkehrswissenschaft und Wirtschaftsgeographie. 1955 legte er das Diplomexamen für Volkswirte ab und wurde später, 1958, zum Dr.rer.pol. promoviert (Thema seiner Dissertation: Passiv- und Aktivräume und verwandte Begriffe der Raumforschung im Lichte wirtschaftsgeographischer Betrachtungsweise erläutert an Wirtschaftslandschaften Deutschlands).

Sein Lehrer war der derzeit wohl bedeutendste Wirtschaftsgeograph Theodor Kraus, bei dem er sich in dessen Institut 1963 auch für das Fach Wirtschafts- und Sozialgeographie habilitierte (Thema seiner Habilitationsschrift: Die Aachener Bergbau- und Industrielandschaft. Eine wirtschaftsgeographische Studie). Bereits 1965 wurde er in Köln zum apl. Professor ernannt.

Von 1961 bis 1966 war er für fünf Semester Mitglied und (von 1965 bis 1966) Leiter eines Partnerschaftsteams der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln in Kabul/Afghanistan.

1967 wurde Herr Voppel zum Abteilungsvorsteher und Professor am Geographischen Institut der Leibniz Universität Hannover (damals Technische Hochschule bzw. Technische Universität Hannover) ernannt. 1970 wurde er auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie berufen und Direktor des gleichnamigen Instituts.

In den akademischen Jahren 1970/71 und 1971/72 war Prof. Voppel Leiter der Abteilung für Geowissenschaften an der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften; im Amtsjahr 1972/74 Dekan. Zusätzlich gehörte er der Fakultät für Geistes- und Staatswissenschaften als persönliches Mitglied an.

Schwerpunkte seiner Forschungstätigkeit bildeten neben der theoretischen Grundlegung des Faches die Teilgebiete Bevölkerungsgeographie, Industrie- und Verkehrsgeographie. Regionale Arbeitsgebiete sind der Mittlere Orient mit Pakistan, Afghanistan und Iran; aber auch Nordwest-Europa und Nordamerika.

Die Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft wählte Prof. Voppel am 9. Mai 1975 zum ordentlichen Mitglied in die Klasse für Geisteswissenschaften. Seiner BWG-Akte ist zu entnehmen, dass Herr Voppel schon damals als einer der bedeutendsten Gelehrten des Faches Wirtschaftsgeographie galt.

1976 folgte Prof. Voppel einem Ruf auf das Ordinariat für Wirtschafts- und Sozialgeographie in der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln und kehrte damit in seine alte akademische Wirkungsstätte zurück. Von 1993 bis zu seiner Emeritierung 1995 war er dort auch Dekan.

Durch seinen Wechsel nach Köln kurz nach seiner Zuwahl war seine aktive Mitwirkung in der BWG zwar nur von sehr begrenzter Dauer. Dennoch blieb er, wie seine BWG-Korrespondenz belegt, weiter unserer Gelehrtenengesellschaft verbunden. Dass die Wertschätzung auf beiden Seiten weiterhin bestand, mag auch seine im Jahr 1976 erfolgte Ernennung zum Ehrenmitglied der Geographischen Gesellschaft zu Hannover belegen.

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft wird Professor Voppel ein ehrendes Gedenken bewahren.

Peter Burschel, Vorsitzender der Klasse für Geisteswissenschaften, und
Reinhold Haux, Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

ULRICH SCHINDEL

* 10.09.1935 † 13.06.2025

Am 13. Juni 2025 starb der Altphilologe Ulrich Schindel, der seit 1990 ordentliches Mitglied der Geisteswissenschaftlichen Klasse der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft war.

1935 in Frankfurt am Main geboren, studierte Schindel nach seinem Abitur im mittelhessischen Alsfeld ab 1955 Klassische Philologie in Göttingen, Hamburg und München. In Göttingen wurde er 1961 mit einer Doktorarbeit zu „Demosthenes im 18. Jahrhundert“ promoviert. Im selben Jahr folgte das Erste Staatsexamen für die Fächer Latein und Griechisch. 1962 übernahm Schindel eine Stelle als Lektor für Griechisch am Göttinger Seminar für Klassische Philologie.

1971 habilitierte sich Schindel im Fach Klassische Philologie; 1974 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt, 1977 zum ordentlichen Professor für Lateinische Philologie in Göttingen berufen; 2003 wurde er emeritiert.

Als Forscher machte Schindel vor allem mit Untersuchungen zur antiken Entwicklung griechischer und lateinischer Rhetorik auf sich aufmerksam; in seiner Doktorarbeit und weiteren Arbeiten verfolgte er zudem deren Rezeption bis weit in die Neuzeit. Hinzu traten Forschungen zur antiken und spätantiken Wissenschaftsgeschichte und zur Geschichte der Klassischen Philologie an der Universität Göttingen.

Von 1980 bis 1985 war Schindel Vertreter der Universität in der Leitung des Wissenschaftlichen Landesprüfungsamtes, 1985/86 Dekan der Philosophischen Fakultät. 1986 wurde Schindel zum ordentlichen Mitglied der Göttinger Akademie der Wissenschaften gewählt, 1990 zum ordentlichen Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Schindel war langjähriger Herausgeber der „Göttingischen Gelehrten Anzeigen“ und langjähriger Vorsitzender der Inschriftenkommission der Göttinger Akademie. Er hat maßgeblich dazu beigetragen, das interakademische Inschriftenprojekt digital werden zu lassen. Auch die Gründung der Inschriftenarbeitsstelle an der Universität Greifswald 2001/2002 geht maßgeblich auf ihn zurück.

Erlauben Sie mir noch eine persönliche Bemerkung: Ich mag als (zugegebenermaßen eher mittelmäßiger) Lateinstudent leicht zu beeindrucken gewesen sein – aber alle, die bei Ulrich Schindel studierten und die nicht zuletzt seine Stilübungen passierten, wussten immer: Hier gingen strenge und doch zugleich spielerisch-kreative Philologie eine Verbindung ein, die ihresgleichen suchte.

Die **Braunschweigische** Wissenschaftliche Gesellschaft wird Ulrich Schindel ein ehrendes Andenken bewahren.

Peter Burschel, Vorsitzender der Klasse für Geisteswissenschaften

KLAUS SCHWAB

* 20.05.1933 † 08.10.2025

Prof. Dr.rer.nat. Klaus Schwab wurde 1933 in Kirchheimbolanden geboren. Nach dem Abitur im Jahr 1952 am dortigen Nordpfalzgymnasium studierte er von 1952 bis 1959 an den Universitäten Mainz sowie Cambridge, Kiel und Pisa. Sein Diplom-Hauptexamen legte er im Jahr 1958 in Geologie/Paläontologie an der Johannes Gutenberg-Universität ab. An der Universität Mainz wurde er auch im Jahr 1963 zum Dr.rer.nat. promoviert und dort erfolgte im Jahr 1972 seine Habilitation für das Fach Geologie/Paläontologie. Im Jahr 1973 wurde er an der Johannes Gutenberg-Universität zum wissenschaftlichen Rat und Professor berufen.

Im Jahr 1979 folgte er einem Ruf an die Technische Universität Clausthal auf eine Professur für Geologie und Paläontologie. Diese Professur war verbunden mit der Leitung des Geologischen Instituts bzw. Instituts für Geologie und Paläontologie. 1997 trat Prof. Schwab in den Ruhestand.

Prof. Schwab begann seine wissenschaftliche Laufbahn mit geologisch-petrographischen Untersuchungen des Donnersbergs und seiner Umgebung im Nordpfälzischen Bergland. Hinzu kamen unter anderem Beiträge zur geologischen Kartierung der Ligurischen Alpen sowie der Toskana. 1966 begannen seine wissenschaftlichen Untersuchungen über die Anden, die dann immer mehr in den Mittelpunkt seiner Interessen rückten und den Schwerpunkt seines wissenschaftlichen Werkes bildeten. Zwischen 1966 und 1968 beteiligte er sich im Auftrag des Instituto Nacional de Geología y Minería in Buenos Aires an der Kartierung der Anden. Seine Habilitationsschrift hatte die Entwicklung der Puna, einer Schlüsselzone der zentralen Anden, als Thema. Als Auszeichnung für seine umfassenden und hervorragenden Arbeiten auf dem Gebiet der Geologie und aufgrund seiner langjährigen Zusammenarbeit mit argentinischen Forschenden wurde Prof. Schwab im Jahr 1997 von der Asociación Geológica Argentina zum korrespondierenden Mitglied ernannt. Später, nach seiner Pensionierung, verlagerte sich sein wissenschaftliches Interesse von den Naturwissenschaften und der Geologie zur Archäologie und Geschichte des Vorderen Orients.

Die Aufnahme von Prof. Schwab in die BWG als ordentliches Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften erfolgte am 16.12.1988. Seit 1998 war er korrespondierendes Mitglied. Am 6. März 2024 verzichtete Prof. Schwab auf seine Mitgliedschaft, da er, wie er schrieb, schon seit längerer Zeit aus Altersgründen nicht mehr an Veranstaltungen unserer Gelehrtengeellschaft teilnehmen konnte. Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft wird Professor Schwab ein ehrendes Gedenken bewahren.

Reinhold Haux, Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

GUNTHER KÜHNE

* 25.08.1939 † 23.11.2025

Am 23.11.2025 ist Prof. Dr.jur. Gunther Kühne, LL.M., im Alter von 86 Jahren verstorben. Nach dem Studium der Rechtswissenschaften und Rechtsreferendariat sowie nebenberuflichen Tätigkeiten in den Rechtsabteilungen des Unternehmensverbandes Ruhrbergbau und der Gelsenkirchener Bergwerks-AG arbeitete er als Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Internationales Privatrecht, Rechtsvergleichung, Handels- und Wirtschaftsrecht der Ruhr-Universität Bochum bei Prof. Dr. Otto Sandrock und promovierte dort 1970 mit einer Arbeit über „Die Parteiautonomie im Internationalen Erbrecht“. Hieran schloss sich ein MasterStudium an der Columbia University, New York City, an. Es folgten Tätigkeiten im Bundeswirtschaftsministerium (1971-1974) und Bundesjustizministerium (1974-1978). 1978 berief ihn die TU Clausthal auf eine Professur für Berg- und Energierecht und zum Direktor des Instituts für deutsches und internationales Berg- und Energierecht. 1986 wurde er zudem zum Honorarprofessor an der Georg-August-Universität Göttingen (Zivilrecht, Berg- und Energierecht) ernannt. Seit 1988 war er Mitglied der Academic Advisory Group der „Section on Energy and Natural Resources Law“ innerhalb der International Bar Association. 1994 wurde er ordentliches Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und Mitglied in deren Kommission „Recht und Technik“. Gastprofessuren führten ihn an die TU Bergakademie Freiberg (1992), die Universität Tel Aviv, Israel (1993-2003 im zweijährigen Turnus), sowie an die Universität Nanjing, VR China (2004, 2007). Zum 01.10.2007 wurde er emeritiert.

Prof. Kühne leistete vielbeachtete Beiträge zum Bergrecht und war einer der führenden deutschen Experten in diesem Bereich. Besondere Arbeitsschwerpunkte bildeten das Recht der Bergbauberechtigungen, das Betriebsplanverfahren und der Eigentumsschutz. In den Jahren 2000-2004 beriet er über die GTZ die Regierung von Mazedonien bei der Reform des mazedonischen Bergrechts. Er war Mit-herausgeber und Mitautor des 2016 in 2. Auflage und 2023 in 3. Auflage erschienenen, von Boldt/Weller begründeten Kommentars zum Bundesberggesetz. Seit Ende der 1980er-Jahre beschäftigte er sich zunehmend auch mit energierechtlichen Fragen, insbesondere zum Recht der Konzessionsverträge, zum Atomrecht, zum Energieregulierungsrecht und zu Energielieferverträgen. Seine Überlegungen zur Verfassungswidrigkeit des Verbots der Neueinführung von Konzessionsabgaben fanden Niederschlag in der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts. Neben allgemeinen zivil- und wirtschaftsrechtlichen Fragen galt sein besonderes Interesse schließlich dem Internationalen Privatrecht. Nach der Dissertation und dem in den Jahren 1977-1979 erarbeiteten Gesetzentwurf zur Reform des deutschen internationalen Privat- und Verfahrensrechts, der in wesentlichen

Grundzügen in das Gesetz zur Neuregelung des Internationalen Privatrechts von 1986 übernommen wurde, begleitete er dieses Themengebiet auch in der Folge weiter. Jüdisches Leben in Deutschland war ihm immer sehr wichtig.

Prof. Kühne suchte stets den Kontakt mit der Rechtspraxis. Neben gutachterlichen Tätigkeiten wirkte er seit 2006, teilweise auch als Obmann, in deutschen und internationalen Schiedsgerichtsverfahren mit. Dem Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht blieb er sein Leben lang eng verbunden und arbeitete bis zu dem Einschnitt der Corona-Pandemie fast täglich am Institut.

Hartmut Weyer, TU Clausthal

ARMIN DE MEIJERE

* 18.05.1939 † 17.12.2025

Am 17. Dezember 2025 verstarb in Göttingen Armin de Meijere, emeritierter Professor für organische Chemie an der Universität Göttingen.

Armin de Meijere (AdM) wurde am 18. Mai 1939 in Homberg am Niederrhein geboren und wuchs dort in der Kriegs- und Nachkriegszeit auf. Er studierte ab 1958 Chemie an den Universitäten Freiburg und Göttingen, wo er 1966 bei Wolfgang Lüttke mit einer Arbeit über „Die Konformationen der niederen Bicycloalkyle“ promovierte. Physikalisch-organischen Untersuchungen an Cyclopropylverbindungen blieb er als Post Doc bei K. B. Wiberg an der Yale University treu. Zurückgekehrt an seine Alma Mater begann er mit dem Aufbau einer Arbeitsgruppe für seine synthetisch orientierte Habilitation über neue organische Kleinringverbindungen, die er bereits im Alter von 32 Jahren abschloss. 1972 wurde er zum Universitätsdozenten, zwei Jahre später zum apl. Professor an der Universität Göttingen ernannt. Sein erster Ruf führte ihn als C4-Professor 1978 nach Hamburg. 1989 wurde er als Nachfolger seines Doktorvaters nach Göttingen berufen, 2006 emeritiert. National wie international wurde er vielfach geehrt, durch Auszeichnungen wie die Adolf-von-Bayer-Denkmünze der GDCh und den Alexander von Humboldt-Gay-Lussac-Preis, Mitgliedschaften in der Norwegischen Akademie der Wissenschaften (1992) und der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (1997), Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Russische Akademie der Wissenschaften (2009) und eine Reihe internationaler Gastprofessuren.



Er begann seine eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten mit der Synthese hochgespannter polycyclischer Kohlenwasserstoffe. Photochemisch gelang der Zugang zu dem überbrückten Trishomobenzol Diademan, dessen katalysierte Umlagerung zu Triquinacen neue Forschungsgebiete eröffnete. Kleinringverbindungen wie Tetrachlorcyclopropen und Bicyclopropylen erwiesen sich als vielseitige Synthesebausteine. Nach einem Ausflug in die Cyclophanchemie wurde die Übergangsmetallchemie zunehmend wichtiger, von der Stabilisierung reaktiver Kohlenwasserstoffe wie dem Acepentalen über Untersuchungen zur Pauson-

Khand-Reaktion, zu Carben-Komplexen sowie der Kulinkovich-Reaktion, oft mit dem Ziel von Natur- und Wirkstoffen. Zurück in Göttingen rückte dann besonders das Element Palladium ins Zentrum seines katalytischen Interesses, Kaskadenreaktionen wurden gefunden und meisterhaft modifiziert. Spiroanellierte Cyclopropanderivate zeigten besondere Reaktivitätsmuster. Die große synthetische Bedeutung seiner metallorganischen Arbeiten wurde 1997 durch die Ausrichtung des 9. OMCOS-Symposiums in Göttingen gewürdigt.

Armin de Meijere war ein zeitlebens jugendlich wirkender, ungewöhnlich dynamischer wie effizienter Wissenschaftler, dabei freundlich, offen und bescheiden. In Gesprächen wie beim Schreiben zeigte er sich als präziser und innovativer Denker. Die Liste seiner rd. 700 Publikationen in angesehenen Journalen ist eindrucksvoll. Sein Arbeitseinsatz war ebenso beeindruckend wie sein Reisepensum zu Vortragseinladungen auf allen Kontinenten, sein Forschungsnetzwerk entsprechend groß. Mit Wissenschaftlern aus Frankreich, Israel, Japan, Russland und den USA kooperierte Armin de Meijere besonders eng. Der Arbeitskreis wurde kontinuierlich größer und internationaler. Seine Studierenden schätzten ihn als begeisternden Lehrer, seine Mitarbeiter als inspirierenden Forschungsleiter. Damit hat er auch ungewöhnlich viele seiner rd. 250 Doktoranden und Post Docs geprägt, erfolgreich die Hochschullehrerlaufbahn einzuschlagen.

Rudern im Achter schätzte er privat, Basketball, Squash und Skiseminare mit seiner Abteilung. Gern und oft war er ein großzügiger Gastgeber, legte auch hier Wert auf Qualität, besonders bei der Auswahl der Weine. In der Dordogne erwarb er mit seinen Honoraren als Herausgeber ein Ferienhaus, in das er gern mit seiner Familie reiste, um die regionalen Spezialitäten zu genießen. Freunde waren stets willkommen. Ein Arbeitszimmer besaß er natürlich auch dort. Seine vielen Schüler haben in ihm einen großartigen Menschen und Mentor verloren, die organische Chemie einen Großmeister.

Dieter E. Kaufmann, TU Clausthal

HANS-GEORG MUSMANN

* 14.08.1935 † 27.12.2025



Am 27. Dezember 2025 verstarb in Salzgitter Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Musmann im gesegneten Alter von 90 Jahren. Musmann wurde in Wiedelah am Harz geboren, wuchs in Salzgitter-Bad auf und blieb dort sein Leben lang wohnen. Er studierte Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Braunschweig und schloss das Studium 1963 als Dipl.-Ing. ab. Im Verlauf seiner Tätigkeit als Mitarbeiter des Instituts für Fernmelde- und Hochfrequenztechnik, des heutigen Instituts für Nachrichtentechnik (IfN) der Technischen Universität Braunschweig, wurde er 1966 nach Vorlage der Dissertation „Über nichtlineare Resonanzkreise und ihre Verwendung als schnelle binäre Speicher in logischen Schaltungen“ promoviert. Sein Forschungsthema war bald die Quellencodierung, insbesondere von Bildsignalen. Dabei ging es darum, die für die sich gerade entwickelnde Bildtelefonie benötigten Datenraten zu minimieren, ohne an Bildqualität zu verlieren. Seine Habilitationsschrift aus dem Jahr 1970 trägt daher den Titel „Über redundanzreduzierende Quellencodierung“. 1973 folgte Musmann dem Ruf an die Universität Hannover, seit 2006 Leibniz Universität Hannover (LUH), und übernahm die Leitung des Instituts für Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung. Maßgeblich seinem Einfluss zu danken war die Gründung des heute nicht mehr existierenden Laboratoriums für Informationstechnologie. An der LUH führte er unter anderem die Forschung an Bild- und Toncodierung höchst erfolgreich fort. Für den Autor dieses Beitrags war beispielsweise die 1985 erschienene Publikation „Advances in Picture Coding“ (Co-Autoren P. Pirsch und H.J. Grallert) jahrelang DAS Standardwerk der Bildcodierung. Auf dem Gebiet der

Audiocodierung übernahm der Verstorbene eine international bedeutende Rolle. Allgemein bekannt ist das Verfahren MP3 (Moving Pictures Experts Group MPEG I, Layer 3), das weltweit in Milliarden Geräten eingesetzt wird bzw. wurde. Weit verbreitet waren aber auch die weniger komplexen Systeme der Layer 1 bzw. 2. Musmann leitete innerhalb MPEG die Entwicklung dieser Lösungen für die Audio-Codierung bis 1991, dem Jahr in dem die Spezifikationen aller drei Layer formell abgeschlossen wurden. Zahlreiche Beiträge von ihm und Mitarbeitenden des Instituts flossen darin ein. Auch nach Beginn des Ruhestandes im Jahr 2003 war Musmann regelmäßig im Institut tätig.

Der Verstorbene war Mitglied in der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), der Academia Europaea London, der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste Salzburg und der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Drei der fünf Auszeichnungen, mit denen seine bedeutenden Forschungen geehrt wurden, seien besonders erwähnt. 1996 wurde ihm der Niedersachsenpreis in der Kategorie Wissenschaft zuerkannt. Im Jahr 2000 war er der fünfte Preisträger der damals noch Karl-Küpfmüller-Preis genannten Auszeichnung, die heute den Titel „Wissenschaftspreis für Informations- und Kommunikationstechnik“ trägt. Es ist die höchste Ehre, die in Deutschland auf dem Gebiet vergeben wird und nur alle vier Jahre verliehen werden darf. 2008 erhielt Musmann das Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

Mit Hans-Georg Musmann hat die Forschungs-Community der Informations- und Kommunikationstechnik einen bedeutenden Kollegen verloren, der den Kontakt zur LUH, aber auch zum IfN in Braunschweig nie abreißen ließ. Der Verstorbene hinterlässt seine Frau Karin, mit der er nahezu 60 Jahre verheiratet war, eine Tochter, zwei Söhne und deren Familien.

Ulrich Reimers

Zuwahlen

Zu ordentlichen Mitgliedern wurden am 09.05. und 05.12.2025 gewählt:

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften:

Eick, Bettina, Prof. Dr.

Professorin am Institut für Analysis und Algebra der TU Braunschweig

Glowka, Tim Rouwen, Prof. Dr.

Chefarzt, Klinik für Allgemein und Viszeralchirurgie, Städtisches Klinikum Braunschweig

Klasse für Ingenieurwissenschaften:

Achmus, Martin, Prof. Dr.-Ing.

Geschäftsführender Leiter des Instituts für Geodäsie an der Leibniz Universität Hannover

Kroker, Stefanie, Prof. Dr.rer.nat.

Professorin am LENA Laboratory for Emerging Nanometrology der TU Braunschweig

Sörgel, Uwe, Prof. Dr.-Ing.

Gruppenleiter Fernerkundung am Institut für Photogrammetrie und Geoinformatik, Universität Stuttgart

Wolfram, Uwe, Prof. Dr.

Universitätsprofessor Institut für Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, Fachgebiet Digitalisierung in der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik an der TU Clausthal

Zum korrespondierenden Mitglied:

Hild, François, Prof.

Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay (LMPS), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), ENS Paris-Saclay

Klasse für Geisteswissenschaften:**Wienand, Johannes, Prof. Dr.phil.**

Professor für Alte Geschichte an der TU Braunschweig und Leiter des Münzkabinetts am Herzog Anton Ulrich-Museum

*In die **Junge BWG** wurden am 09.05. und am 07.11.2025 gewählt:*

Bertram, Henriette, Prof. Dr.,

Institut für Bauklimatik und Energie der Architektur an der TU Braunschweig

Raupbach, Jana, Prof. Dr.,

Institut für Lebensmittelchemie an der TU Braunschweig

Völkerink, Oliver, Prof. Dr.-Ing.,

Institut für Mechanik und Adaptronik an der TU Braunschweig

Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 1949-2025

- 1949 *Walter Reppe*, Dr.phil., Dr.phil.nat.h.c., Dr.-Ing.E.h., Honorarprofessor der Universität Mainz und der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1950 *Arvid Hedvall*, fil.dr., Dr.phil.h.c., Dr.-Eng.h.c., Dr.Techn.h.c., em.o.Prof. für Silikatchemie der Technischen Hochschule Göteborg/Schweden.
- 1951 *Wilhelm Nusselt*, Dr.-Ing.E.h., em.o.Prof. für Theoretische Maschinenlehre an der Technischen Hochschule München.
- 1952 *Erwin W. Müller*, Dr.-Ing.habil., Dr.rer.nat.h.c., Dr.h.c., Evan-Pugh Res., Professor an der Pennsylvania State University, University Park, Penn./USA.
- 1953 *Gustav Wolf*, Dr.-Ing.E.h., Professor in Münster.
- 1954 *Max Strutt*, Dr.techn., Dr.-Ing.E.h., o.Prof. für Höhere Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich/Schweiz.
- 1955 *Fritz Arndt*, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Dr.h.c., em.o.Prof. für Organische Chemie an der Universität Breslau, Honorarprofessor an der Universität Hamburg.
- 1955 *Pascual Jordan*, Dr.phil., em.o.Prof. für Theoretische Physik an der Universität Hamburg.
- 1956 *Ulrich Finsterwalder*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., München.
- 1957 *Georg Sachs*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o.Prof. für Metallurgie an der Syracuse University, Syracuse, N.Y./USA.
- 1958 *Werner Schmeidler*, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., em.o.Prof. für Mathematik an der Technischen Universität Berlin.
- 1959 *Hans Brockmann*, Dr.sc.nat.habil., Dr.rer.nat.h.c., em.o.Prof. für Organische Chemie an der Universität Göttingen.
- 1960 *Theodor von Karman*, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.rer.nat.h.c.mult., LL.D., Professor am California Institute of Technology, Pasadena, Calif./USA.

- 1961 *Kurt Paul Klöppel* Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o.Prof. für Statik und Stahlbau an der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1962 *Walter Schottky*, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.rer.nat.h.c., Dr.techn.h.c., em.o.Prof. für Theoretische Physik an der Universität Erlangen.
- 1963 *Gottfried Köthe*, Dr.phil., Dr.h.c., Dr.rer.nat.h.c.mult., em.o.Prof. für Angewandte Mathematik an der Universität Heidelberg.
- 1964 *Carl Wagner* Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Dr.-Ing.E.h., Professor und vormalig Direktor des Max-Planck-Instituts für Physikalische Chemie in Göttingen.
- 1965 *Albert Betz*, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.sc.techn.h.c., Professor und vormalig Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt und des Max-Planck-Instituts für Strömungsforschung in Göttingen.
- 1966 *Wilhelm Becker*, Dr.phil., Dr.h.c., em.o.Prof. und Direktor der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt der Universität Basel/Schweiz.
- 1967 *Henry Görtler*, Dr.phil.habil., LL.D.h.c., em.o.Prof. für Mathematik und vormalig Direktor des Instituts für Angewandte Mathematik der Universität Freiburg i. Br.
- 1968 *Egon Orowan*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o.Prof. für Mechanical Engineering am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass./USA.
- 1969 *E. Arne Bjerhammar*, tekn.dr., Professor für Geodäsie an der Kungl. Tekniska Högskolan in Stockholm/Schweden.
- 1970 *Elie Carafoli*, Dr.rer.nat., Professor für Aero-Gas-Dynamik am Polytechnischen Institut Bukarest und vormalig Direktor des Institut de Mécanique des Fluides "Traian Vuia" in Bukarest/Rumänien.
- 1971 *Walter Dieminger*, Dr.rer.techn., apl.Prof. für Geophysik an der Universität Göttingen und vormalig Direktor des Max-Planck-Instituts für Aeronomie in Lindau/Harz.
- 1972 *Hubert Rüsch*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em.o.Prof. für Massivbau an der Technischen Hochschule München und vormalig Direktor des Amtlichen Materialprüfungsamtes für das Bauwesen.

- 1973 *Viktor Gutmann*, Dr.techn., Ph.D., ScD, Dr.rer.nat.hc., Dr.Sc.h.c., em.o.Prof. für Anorganische Chemie an der Technischen Universität Wien/Österreich.
- 1974 *Friedrich Tamms*, Dr.h.c., Professor, Beigeordneter der Stadt Düsseldorf (Stadtbaurat i.R.), Freischaffender Planer.
- 1975 *Sir Michael James Lighthill*, FRS, FRAeS, Hon.D.Sc.mult., Professor für Mathematik an der University of Cambridge/Großbritannien.
- 1977 *Walter Maurice Elsasser*, Dr.phil., o.Prof. für Geophysik an der Johns Hopkins University, Baltimor, Maryland/USA.
- 1977 *Helmut Moritz* Dr.techn., Dr.-Ing.E.h., o.Prof. für Geodäsie an der Technischen Universität Graz/Österreich.
- 1977 *László Fejes Tóth*, Dr., Professor und Direktor des Mathematischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest/Ungarn.
- 1978 *Ulrich Grigull*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em.o.Prof. für Thermodynamik an der Technischen Universität München.
- 1979 *Wolf Freiherr von Engelhardt* Dr.phil., em.o.Prof. für Mineralogie und Petrographie an der Universität Tübingen.
- 1980 *Hans Kuhn*, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Professor und vormals Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen.
- 1981 *Martin Kneser*, Dr.rer.nat., o.Prof. für Mathematik an der Universität Göttingen.
- 1982 *Walter Burkert*, Dr.phil., o.Prof. für Klassische Philologie an der Universität Zürich/Schweiz.
- 1983 *Leopold Müller*, Dr.techn., Dr.mont.h.c., Honorarprofessor für Felsmechanik an der Universität Salzburg/Österreich.
- 1984 *Heinz Beneking*, Dr.rer.nat., o.Prof. und Direktor des Instituts für Halbleitertechnik an der RWTH, Aachen.
- 1985 *Gerhard Ertl*, Dr.rer.nat., Dr.h.c.mult., Professor und Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin.

- 1986 *Arno Borst*, Dr.phil., o.Prof. für Mittelalterliche Geschichte an der Universität Konstanz.
- 1987 *Olgierd Cecil Zienkiewicz*, FRS, Ph.D., D.Sc., Hon.D.Sc.mult., Professor of Civil Engineering an der University of Wales/Swansea/Großbritannien.
- 1988 *Heinz Brauer*, Dr.-Ing., Professor für Chemische Ingenieurtechnik an der Technischen Universität Berlin.
- 1989 *Herbert Walther*, Dr.rer.nat., Professor für Experimentalphysik an der Universität München und Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching.
- 1990 *Raymond Klibansky*, Dr.phil., Dr.phil.h.c., Professor der Philosophie (Logik und Metaphysik) an der McGill University in Montreal/Kanada und Fellow des Wolfson College Oxford.
- 1991 *Wilfried B. Krätzig*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Professor für Ingenieurmechanik an der Ruhr-Universität Bochum.
- 1992 *Ernst-Dieter Gilles*, Dr.-Ing., Professor für Meß- und Regelungstechnik an der Universität Stuttgart.
- 1993 *Hans-Heinrich Voigt*, Dr.rer.nat., em.o.Prof. für Astronomie und Astrophysik an der Universität Göttingen.
- 1994 *Josef Fleckenstein*, Dr.phil., em.o.Prof. für Mittelalterliche Geschichte, zuvor Direktor des Max-Planck-Instituts für Geschichte in Göttingen.
- 1995 *David G. Crighton*, FRS, Head of Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Cambridge/Großbritannien.
- 1996 *Gerhard Frey*, Dr.rer.nat., Dr.h.c.mult., Professor für Mathematik an der Universität Essen.
- 1997 *Arnold Esch*, Dr.phil., Professor für Mittelalterliche Geschichte, Direktor des Deutschen Historischen Instituts in Rom/Italien.
- 1998 *Christian Menn*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em.Prof. für Konstruktiven Ingenieurbau an der ETH Zürich/Schweiz.

- 1999 *Christian Wandrey*, Dr.rer.nat., Professor für Biotechnologie, Universität Bonn, Direktor des Instituts für Biotechnologie des Forschungszentrums Jülich.
- 2000 *Klaus J. Hopt*, Dr.jur., Dr.phil., Dr.iur.h.c.mult., Professor für ausländisches und internationales Privatrecht, Universität Hamburg, Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg.
- 2001 *Robert Piloty*, Dr.-Ing., Professor em. für Datentechnik an der Technischen Universität Darmstadt.
- 2002 *Wolfgang Krätschmer*, Dr.rer.nat., Professor für Kern- und Astrophysik am Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg.
- 2003 *Niklot Klüßendorf*, Dr.phil., apl.Prof. für Numismatik und Geldgeschichte an der Philipps Universität, Marburg.
- 2004 *Joachim Milberg*, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Dr.-Ing.E.h.mult., Professor für Maschinenbau und Produktionswissenschaften, München.
- 2005 *Klaus von Klitzing*, Dr.rer.nat. Dr.h.c.mult., Professor für Festkörperphysik, Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Honorarprofessor an der Universität Stuttgart.
- 2006 *Peter Bürger*, Dr.phil.habil., Prof.em. für Literaturwissenschaft (Französisch) und Ästhetische Theorie an der Universität Bremen.
- 2007 *Herbert A. Mang*, Dipl.-Ing. Dr.techn. Ph.D. Dr.h.c.mult., Ordentlicher Universitäts-Professor für Elastizitäts- und Festigkeitslehre an der Technischen Universität Wien/Österreich.
- 2008 *Rudolf K. Thauer*, Dr.rer.nat.habil. Dr.h.c.mult., Professor für Mikrobiologie, Direktor des Max-Planck-Instituts für terrestrische Mikrobiologie, Marburg.
- 2009 *Walther Ludwig*, Dr.phil. Dr.h.c., Prof.em. für Klassische Philologie an der Universität Hamburg.
- 2010 *Klaus Streubel*, Dr.rer.nat., LED-Technologie, Leiter Forschung und Technologie der Osram GmbH, Augsburg.

- 2011 *Angela D. Friederici*, Dr.phil. Dr.h.c., Professorin für Neuropsychologie und Direktorin des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig.
- 2012 *Werner Oechslin*, Dr.phil. Dr.h.c.mult., Prof.em. für Geschichte und Theorie der Architektur an der ETH Zürich, Schweiz.
- 2013 *Wolfgang Schröder*, Dr.-Ing., Professor für Strömungsmechanik an der RWTH Aachen.
- 2014 *Klaus Müllen*, Dr.rer.nat. Dr.h.c.mult., Prof. für Organische Chemie, Direktor des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung, Mainz.
- 2015 *Johannes Fried*, Dr. Dr.h.c., Prof.em. für Mittelalterliche Geschichte an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- 2016 *Reiner Rummel*, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult., Prof.em. für Geodäsie an der TU München.
- 2017 *Antje Boetius*, Dr.rer.nat., Professorin für Geomikrobiologie am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Universität Bremen und Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- 2018 *Paul Kirchhof*, Dr.iur. Dr.h.c.mult., Prof.em. für Öffentliches Recht und Steuerrecht, Professor Distinctus der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Bundesverfassungsrichter a. D.
- 2019 *Manfred Curbach*, Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h., Prof. und Institutsdirektor für Massivbau, Technische Universität Dresden.
- 2020 *Emmanuelle Charpentier*, Dr.rer.nat. Dr.h.c.mult., Professorin und Gründungsdirektorin der Max-Planck-Forschungsstelle für die Wissenschaft der Pathogene, Berlin.
- 2021 *Bénédicte Savoy*, Prof. Dr., Professorin für Kunstgeschichte der Moderne an der Technischen Universität Berlin und Professorin für die Kulturgeschichte des europäischen Kunsterbes des 18. bis 20. Jahrhunderts am Collège de France, Paris, Chaire internationale.
- 2022 *Sebastian Thrun*, Prof. Dr., CEO, Kitty Hawk Corp. Palo Alto, Mitbegründer und Chairman, Udacity, Mountain View.
- 2023 *Maryna Viazovska*, Prof. Dr., École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Chaire d'arithmétique.

- 2024 *Barbara Vinken*, Prof. Dr., Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Romanische Philologie.
- 2025 *François M. Hild*, Prof. Dr., National Center for Scientific Research (CNRS), Laboratory of Mechanics Paris-Saclay (LMPS), École normale supérieure Paris-Saclay