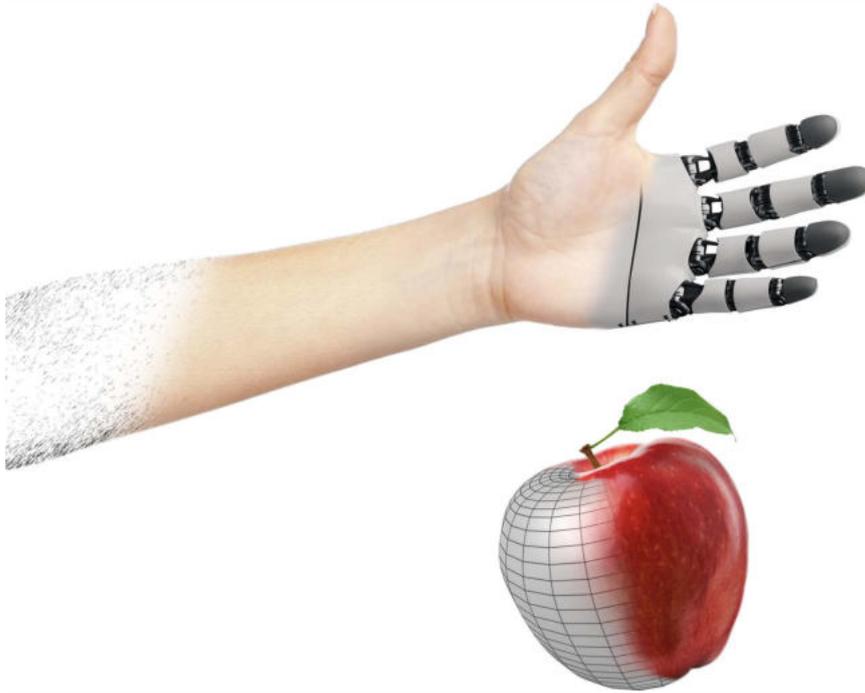


# Fiktive, virtuelle, reale Welten

Mathematik, Informatik und die Frage nach der Wirklichkeit



Romseminar im WS 2024/2025  
vom 2. bis 9. März 2025



---

FIKTIVE, VIRTUELLE, REALE WELTEN:  
MATHEMATIK, INFORMATIK UND DIE FRAGE NACH DER WIRK-  
LICHKEIT

ROMSEMINAR 2025



# Vorwort

Die Mathematik schafft ihre eigene Wirklichkeit durch Axiome und logische Schlüsse. Je näher wir diese abstrakte Welt mit der physischen Realität verbinden wollen, desto mehr müssen wir von der mathematischen Strenge aufgeben.

---

*(David Hilbert (1862–1943))*

Im Heiligen Jahr 2025 hat sich das Romseminar an ein wahrlich universelles Thema gewagt: Die Spannung zwischen wirklicher und fiktionaler (beschriebener, erzählter, erfundener ...) Welt begleitet die menschliche Kultur von Anbeginn. Und auch für unsere Kerndisziplinen ist dieses Spannungsfeld grundlegend: Mathematik modelliert, Informatik simuliert die Wirklichkeit. Beide Disziplinen schaffen aber auch ihre jeweils eigenen Welten, und diese werden umso artifizierter (künstlicher, aber auch: kunstvoller), je realistischer sie sein wollen. Sind diese Welten aber wirklich nur ein neutrales Abbild der Wirklichkeit, nützliche Fiktionen (Mathematik), gut programmierte ›virtual reality‹ (Informatik)?

Im Romseminar haben wir uns mit dem komplexen Wechselspiel von Wirklichkeit und Mathematik bzw. Informatik beschäftigt. Dabei waren zunächst die folgenden Fragen leitend:

- Woher kommen die mathematischen Objekte und Strukturen? Sind sie eine oder gar die ›eigentliche‹ Wirklichkeit, die es zu entdecken gilt (Platon), sind sie die einzige Sprache, in der die physische, ›wirkliche‹ Welt zu verstehen ist (Galilei, Descartes), oder sind sie (z. B. sozial) konstruierte Fiktionen?
- Welche Wirklichkeit(en) werden von Modell bzw. Simulation erfasst, welche ausgeblendet? Sind etwa auch Gefühle real und welchen Platz haben sie in den Welten der Mathematik/Informatik?
- Wie weit trägt die Vorstellung von Urbild (Wirklichkeit) und Abbild (math. Theorie, Computersimulation)? Gibt es überhaupt eine (einzige) Wirklichkeit, die wir in mathematischen Theorien ergründen bzw. in virtuellen Realitäten abbilden?
- Ist der ›Modellierungskreislauf‹ — im Bereich der Didaktik vielfach diskutiert — vielleicht doch ein wenig zu naiv konzipiert?
- Inwieweit bzw. bis wohin sind informatische Simulationen und mathematische Theoriebildung sinnvoll bzw. hilfreich? Welche Grenzen haben sie

oder sollten sie haben? Welche Rolle spielen sie in der sozialen Realität bzw. wie wirken sie auf diese ein?

- Welche Gefahren gehen von ›virtual reality‹ aus? Wo geht uns der Kontakt zur Wirklichkeit verloren, versinken wir in geistlosem Medien-Konsum (›digitale Demenz‹)? Wie verändern die virtuellen Realitäten unser Wirklichkeitsverständnis?
- Welche Wirklichkeit ›kennt‹ die sog. KI? Wie verändert KI unsere (Lebens-)Wirklichkeit? Wird am Ende die ›virtuelle‹ zur einzig ›realen‹ Wirklichkeit?

Diese Fragen markieren aber nur in groben Zügen das Feld, das wir im Romseminar betreten haben, und wie stets wurde der Blick über den engeren Bereich von Mathematik und Informatik hinaus geweitet. Der vorliegende Band enthält die schriftliche Ausarbeitung vieler der im Romseminar 2025 gehaltenen Vorträge und repräsentiert so die Vielfalt der diskutierten Themen.

Im Jahr 2025 wurde das 1993 in Tübingen begründete Romseminar bereits zum achtzehnten Mal in Kooperation der Hochschulen in Dresden, Kiel, Siegen und Tübingen veranstaltet. In der Stadt Rom konnten wir wieder einige römische Institutionen besuchen und so einen Einblick in das intellektuelle und kulturelle Leben dieser Stadt gewinnen. Besonders bewegend war erneut die Begegnung mit DR. MAURITIUS WILDE (OSB) in der Hochschule des Benediktinerordens **Pontificio Ateneo Sant’Anselmo**, dessen Gastfreundschaft wir bereits im vergangenen Jahr erleben durften. Als Prior der Abtei und Rektor des Kollegs, in dem Studierende und Professoren der Hochschule gemeinsam leben, und zugleich Professor des Ateneums und Spezialist für die Ordensregel des Hl. Benedikt ließ er sich wiederum von unserem Rahmenthema inspirieren. Sein Vortrag *Bist Du da, wo du bist? — Vom Umgang der Mönche mit Gedanken und Phantasien* gab einen authentischen Einblick in das Ordensleben. Auch stand er uns im Anschluss für eine intensive und lebhaft Diskussions zur Verfügung. Ein Besuch in der Deutschen Kunstakademie in Rom, **Villa Massimo**, gehört schon fast zur beständigen Tradition der Romseminare. Aber in jedem Jahr ergeben sich auch hier neue Einsichten und Begegnungen. Sehr dankbar sind wir der Direktorin der Villa, DR. JULIA DRAGANOVIĆ, für eine ausführliche Präsentation von Geschichte, Programm und landschaftlichem wie architektonischem Ambiente der Akademie und insbesondere für die neuen Bemühungen, bei der Gestaltung des Parks auf die sich immer deutlicher zeigende Klimakrise zu reagieren.

Auch die archäologischen Führungen zu den Ausgrabungen unterhalb der Petersbasilika und der *Domus Romane* unterhalb des Palazzo Valentini gehören fast schon zum ›Pflichtprogramm‹ eines Romseminars. Ein ganz besonderer und in besonderer Weise unser Seminarthema illustrierender und nur auf hartnäckiges Nachfragen zugänglicher Ort öffnete dagegen zum ersten Mal für uns seine Tore: Der unmittelbar an die bekannte Kirche Trinità dei Monti anschließende Konvent birgt in seinem Innern künstlerische, aber ebenso sehr wissenschaftshistorische Schätze. Im Refektorium bestaunten wir eine virtuelle Realität der Barockzeit: Fresken mit illusionistischen Effekten, die 1694 von dem Jesuiten Andrea Pozzo

geschaffen wurden. So wurden wir zuletzt doch noch für die eigentlich geplante, aber wegen Bauarbeiten ausgefallene Besichtigung der vom selben Künstler gestalteten, illusionistischen Deckengemälde in der Kirche S. Ignazio entschädigt. Vor allem aber fesselten uns die von den Mathematikern, Künstlern und Ordensleuten Jean-François Nicéron und Emmanuel Maignan im 17. Jahrhundert geschaffenen Anamorphosen im Kreuzgang: Je nach Standort des Betrachters zeigt ein gewaltiges Fresko die Figur des Heiligen Franziskus von Paola, diese bewegt sich jedoch gemeinsam mit dem Betrachter an der Wand entlang, dehnt sich aus und verformt sich, bis sie verschwindet und zu einer Landschaft wird, die von der Geschichte der Überquerung der Straße von Messina durch Franziskus belebt wird. Die zweite Anamorphose zeigt den Heiligen Johannes beim Schreiben der Apokalypse. Betrachtet man das Gemälde jedoch aus einem anderen Blickwinkel, wird es zu einer Landschaft mit gepflügten Feldern und Dörfern. Besonders lange rästelten wir über die genauere Funktionsweise des *Astrolabio*, einer gigantischen, katoptrischen Sonnenuhr im Quergang: Ein kleiner Spiegel im Fenster reflektiert das Sonnenlicht, wodurch eine leuchtende Schreibe entsteht, die sich längs der von einem komplizierten Geflecht an Koordinatenlinien überzogenen Wand bewegt.

So bot auch das 27. Romseminar ganz besondere Ein- und Ausblicke in der Ewigen Stadt. All denen, die uns mit ihrem persönlichen Engagement diese Höhepunkte unseres Programms ermöglicht haben, möchten wir unseren großen Dank aussprechen! Das Romseminar durfte auch im Jahr 2025 die bewährte Gastfreundschaft der traditionsreichen **Accademia Nazionale dei Lincei** genießen, sie war erneut unser zentraler Tagungsort. Auch hierfür sagen wir insbesondere DOTT.SSA GIULIA SARA CORSINO, PHD ein herzliches Dankeschön.

Ein herzlicher Dank gilt zuletzt Ulrich Groh, ohne dessen unermüdliche Arbeit einschließlich deutlicher Mahnungen an säumige Autoren dieser Band wohl kaum in diesem Umfang und in dieser Perfektion realisiert worden wäre.

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem LEONARDO-Büro Sachsen, insbesondere Herrn Enrico Plattner, dem Auslandsamt der HTW Dresden, dem Mathematischen Institut der CAU Kiel, der Helga und Martin Lowsky-Stiftung, Prof. Dr. Gerd Mockenhaupt (Departement Mathematik der Universität Siegen), dem Mathematischen Institut der Universität Tübingen, den Firmen d-fine und WTW sowie den Spendern unter den ehemaligen Teilnehmern des Romseminars und insbesondere Marco Schreiber für eine großzügige Einzelspende.

Rainer Nagel	Stefan Teufel	Universität Tübingen
Gregor Nickel	Timo Handwerk	Universität Siegen
Markus Haase	Sören Christensen	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Markus Wacker		HTW Dresden
Michael Korey		Staatl. Kunstsammlungen Dresden

# Programm und Vorträge

<b>Vorwort</b>	i
<b>Das Programm</b>	1
<b>Die Accademia dei Lincei und Tullio Levi-Civita</b> TIMO HANDWERK	3
<b>Wie Menschen und KI mathematische Ideen entwickeln</b> LEON DUENSING & PILAR GIL	22
<b>Perspektiven auf das Färbproblem</b> HANNAH VAN SANTVLIET	36
<b>Existenz aus Sicht der Analytischen Philosophie</b> ROBERT BOEHRINGER	40
<b>Wird Mathematik entdeckt oder erfunden?</b> LUCA COFANO	91
<b>Vom zweifelnden Geist zur digitalen Realität in der Ersten Hilfe</b> TOBIAS BUNGART & PEDRO LAZARO PERAZA GONZALEZ	96
<b>Mathe ist schwierig – könnte aber einfacher sein</b> SIMON MONSCHEUER	107
<b>Ist unsere Welt nicht-lokal oder nicht real? Das EPR-Bell Argument</b> ISABEL SCHÄFER & JONATHAN FREY	148
<b>Greg Egan und seine mathematischen Universen</b> ALI NIKKHAH	163
<b>Fake News als Machtinstrument</b> <b>Wie man mit dem Internet die Massen manipuliert</b> SANDRA BECKERT, AARON PECH & OLIVER MEY	171
<b>Zwischen Fakt und Fiktion – Die Galileo-Affäre im Kontext geschichtswissenschaftlicher Theorie</b> TIM-JONAS PETER & LEA TELLMANN	184
<b>»There is a Method to Their Madness«</b> <b>Über die Wissenschaftlichkeit der Hexenverfolgung</b> JULIA SCHMIDT, LETIZIA TAHMAZ & SÖREN ROLLER	196

---

<b>Ein Einstieg in die Welt der Verschwörungstheorien</b> <b>Die Erde ist eine Scheibe</b>	<b>210</b>
SOPHIA SCHMIDT	
<b>Ein Einstieg in die Welt der Verschwörungstheorien</b> <b>Der »Flat Earth« Glaube</b>	<b>217</b>
FELICITAS WICK	
<b>Kawabata Yasunari »Meijin 名人«</b>	<b>221</b>
ULRICH GROH	
<b>Emotionale Fiktion oder fiktionale Emotion</b> <b>Über die Paradoxie der Fiktion</b>	<b>233</b>
LOUIS VON BERGEN & LAURA VOSS	
<b>Schöner, besser, beliebter – Wie soziale Medien unser</b> <b>Selbstwertgefühl zerstören</b>	<b>243</b>
MARIA WARTMANN, DANIEL ASRIJAN & LARA BURKHARD	
<b>Die realitätserzeugende Funktion von Musik im Film</b>	<b>249</b>
SARAH HENSCHL	
<b>Hyperrealer Muskelkult – Die Technologie auf der</b> <b>Anklage- und Hantelbank</b>	<b>257</b>
TOM BISCHOPINK, KONRAD ADAMSKI & FABIAN KUHNE	
<b>Erleuchtung oder doch eine Hirnverletzung?</b> <b>Oliver Sacks und sein Patient</b>	<b>277</b>
CARLO LANZI LUCIANI	
<b>Rom 25</b>	<b>288</b>
MARKUS WACKER	



# Das Programm

## Sonntag, 2. März 2025

Ankunft in Rom und Kennenlernen beim Pizzaessen  
Pizzeria »Chiccho di Grano« (Via Degli Zingari 5-8, ca. 19 Uhr).

## Montag, 3. März 2025

### Accademia dei Lincei

- 9:30 BEGRÜSSUNG, VORSTELLUNGSRUNDE  
10:15 **Timo Handwerk:** *Die Accademia, Tullio Levi-Civita und seine Bibliothek.*  
10:30 **Pilar Gil Fernandez & Leon Duensing:** *Brainstorming vs. Chipstorming – wie Menschen und KI mathematische Ideen entwickeln.*  
12:00 **Hannah van Santvliet:** *Lehrer sagt: eine Erklärung. Mathematiker sagt: ein Beweis. Informatiker sagt: ein Algorithmus. Perspektiven auf das Vier-Farben-Problem.*  
13:00 MITTAGSPAUSE  
14:30 **Robert Boehringer & Luca Cofano:** *Wird Mathematik entdeckt oder erfunden? Standpunkte der analytischen Philosophie zum Begriff ›Existenz‹.*  
15:30 **Tobias Bungart & Pedro Lazaro Peraza Gonzalez:** *Vom zweifelnden Geist zur digitalen Realität in der Ersten Hilfe.*  
17:00 **Simon Monscheuer:** *Falltürabstraktionen – Macht jeder Gang schlank oder irgendwann nur noch müde?*  
18:30 CENA (PIZZERIA DA BAFFETTO, VIA DEL GOVERNO VECCHIO 114)

## Dienstag, 4. März 2025

### Accademia dei Lincei und Pont. Ateneo S. Anselmo

- 9:15 **Isabel Schäfer & Jonathan Frey:** *Ist unsere Welt nicht-lokal oder nicht real? – Das EPR (Einstein, Podolsky, Rosen)-Bell Argument.*  
10:45 **Ali Nikkhah:** *Fiktionale mathematische Universen – Von Romanen bis hin zu Videospielen.*  
11:45 **Sandra Beckert, Oliver Mey & Aaron Pech:** *Fake News als Machtinstrument. Wie man mit dem Internet die Massen manipuliert.*  
13:15 **Maximilian Schemel (d-fine):** *Wolken, Quanten, Kippunkte – Über das Komplexitätsdilemma in der Klimaforschung.*  
13:45 MITTAGSPAUSE  
17:30 **Pater Mauritius Wilde:** *Bist Du da, wo du bist? – Vom Umgang der Mönche mit Gedanken und Phantasien.*

**Mittwoch, 5. März 2025****Casa di Goethe (Via del Corso)**

- 10:00 **Dr. Claudia Nordhoff:** *Johann Wolfgang Goethe und seine Künstler-WG in Rom.*
- 10:15 **Tim-Jonas Peter & Lea Tellmann:** *Zwischen Fakt und Fiktion: Die Galileo-Affäre im Kontext geschichtswissenschaftlicher Theorien.*
- 11:45 **Sören Martin Roller, Julia Schmidt & Letizia Shakira Tahmaz:** *»There is a Method to Their Madness« – Über die Wissenschaftlichkeit der Hexenverfolgung.*
- 13:15 MITTAGSPAUSE
- 14:30 **Sophia Schmidt & Felicitas Wick:** *Die Erde ist eine Scheibe – ein Einstieg in die Welt der Verschwörungstheorien.*
- 20:00 REALE FIKTIONEN, FIKTIONALE REALITÄTEN – EINE LITERARISCHE SOIRÉE (ROSARIO)

**Donnerstag, 6. März 2025****Deutsche Akademie Rom – Villa Massimo**

- 9:30 **Louis von Bergen & Laura Voß:** *Emotion über Fiktion / Fiktionale Emotion – Können wir echte Emotionen über fiktionale Charaktere haben?*
- 11:00 **Lara Burkhard, Maria Wartmann & Daniel Asrijan:** *Schöner, besser, beliebter. Wie soziale Medien unser Selbstwertgefühl zerstören.*
- 12:30 MITTAGSPAUSE
- 14:00 **Dr. Julia Draganović:** *Die Deutsche Akademie Rom – Villa Massimo.*
- 15:15 **Sarah Henschel:** *Von Gänsehaut bis Tränen – Die realitätserzeugende Funktion von Musik im Film.*
- 16:15 KLEINKUNST-BÜHNE

**Freitag, 7. März 2025****Accademia dei Lincei**

- 9:00 **Tom Bishopink, Konrad Adamski & Fabian Albrecht Kuhne:** *Hyperrealer Muskelkult. Die Technologie auf der Anklage- und Hantelbank.*
- 10:30 **Carlo Lanzi Luciani:** *Erleuchtung oder doch nur eine Hirnverletzung? – Oliver Sacks und sein Patient.*
- 11:30 *Abschlussgespräch*
- 14:00 *Besichtigung der Ausgrabungen unter St. Peter*
- 20:00 CENA SOCIALE – GINO E PIETRO, VIA DEL GOVERNO VECCHIO 106

**Samstag, 8. März 2025****Alternative Besichtigungen**

- 10:00 **Besichtigung:** *Domus Romane del Palazzo Valentini*
- 13:30 **Besichtigung:** *Anamorphosen (Trinità dei Monti)*

# Die Accademia dei Lincei und Tullio Levi-Civita

TIMO HANDWERK



Minima cura si maxima vis.

*(Motto der Lincei)*

Was hat Ihnen an Italien am  
besten gefallen -- Spaghetti  
und Tullio Levi-Civita?

*(Albert Einstein)*

Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Geschichte der Accademia dei Lincei und die Biographie des Physikers, Mathematikers und Mitglied der Lincei, Tullio Levi-Civita. Die Bestände von Levi-Civitas privater Bibliothek befinden sich in den Räumlichkeiten der heutigen Accademia dei Lincei im Palazzo Corsini, in denen das Romseminar unter anderem tagen darf.

## Die Ursprünge der Accademia dei Lincei

Auch in diesem Jahr tagte das Romseminar im Palazzo Corsini, dem Sitz der *Accademia (Nazionale) dei Lincei* (»Akademie der Luchsartigen«), die eine der ältesten noch heute bestehenden Wissenschaftsakademien Europas ist. Die Accademia dei Lincei blickt auf eine über 400-jährige, wechselvolle Geschichte zurück, die sowohl mit der historischen Entwicklung der Naturwissenschaften, als auch mit den politischen Umständen Italiens durch mehrere Jahrhunderte hindurch verflochten ist.

Im Rahmen des Romseminars 2024 hatte sich zudem herausgestellt, dass der Tagungsraum im Palazzo Corsini mit Beständen der privaten Bibliothek des Physikers und Mathematikers Tullio Levi-Civita (1873 –1941) ausgestattet ist. Levi-Civita war seit Beginn des 20. Jahrhunderts selbst Mitglied der Accademia und spielte eine bedeutende Rolle für die Entwicklung der modernen Physik und der dieser zugrundeliegenden Mathematik. Levi-Civita und die Accademia dei Lincei sollen im Folgenden in einer historischen Skizze beleuchtet werden.

### Gründungsphase (1603–1630)

Die Geschichte der Accademia dei Lincei reicht zurück bis in die Zeit des italienischen Kirchenstaats, zu Beginn des 17. Jahrhunderts. Der römische Adlige Federico Cesi (1585–1630), der von Hause aus ein starkes Interesse an den sich herausbildenden Naturwissenschaften hatte und finanziell gut situiert war, gründete im Jahr 1603 mit seinen drei Freunden Anastasio de Filiis (1577–1608), Johannes van Heeck (\*1579) und Francesco Stelluti (1577 – 1652) eine private Wissenschaftsakademie – die *Accademia dei Lincei* (vgl. CARUTTI [1, S. 3ff.]).

Nach anfänglichen Auseinandersetzungen mit dem zunächst ablehnenden Vater konnten sie den familieneigenen Palazzo Cesi nahe der Petersbasilika (damals noch im Bau befindlich)

als Zentrum ihrer Aktivitäten einrichten (vgl. IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI [14]). Ihre Wahl für ein Wappentier fiel wegen dessen Scharfsichtigkeit auf den Luchs (*la lince*); Cesi war dazu vermutlich durch Abbildungen und Beschreibungen in dem Werk *Magia Naturalis* von Giambattista della Porta (1535–1615) inspiriert worden, einem Arzt und Universalgelehrten



*Federico Cesi*

aus Neapel, der 1610 selbst Linceo wurde (CLUBB [4, S. 36ff.]). Der scharfe Blick des Luchses sollte sinnbildlich für das wissenschaftliche Ideal der Lincei stehen, das der Beobachtung eine zentrale Rolle für die wissenschaftliche Forschung und Erkenntnis beimaß, diese aber zugleich auch in einem umfassenderen Sinne metaphorisch ausdeutete: “In a programmatic lecture in 1616 in which Cesi presented the ideological and moral principles of his academy, he explained that this acute and penetrating vision should also – perhaps primarily – be understood as that of the mind’s eye of the institution’s members (JONKER [16, S. 7]).”

Auch der »handfeste« Einbezug optischer Instrumente in die wissenschaftliche Praxis – um wortwörtlich genauer sehen zu können – wurde von den Lincei im Sinne dieser Programmatik in den Vordergrund gerückt (vgl. DONATO [6]) und begründete, im Zusammenspiel mit ihrer methodischen Grundausrichtung und ihrem institutionellen Selbstverständnis, eine relativ moderne Wissenschaftsauffassung (vgl. DONATO [6, S. 1]):

[...] [In] their scientific projects the Linceans emphasized observation and experimentation; were among the first to use the telescope and microscope systematically; conceived of science as a collective enterprise, focused on the so-called “lesser known sciences”, such as mathematics, natural history, and natural philosophy; and were supporters of Galileo Galilei (1564–1642) [...] (DONATO [6, S. 2]).



Titelblatt von Galileis *Il Saggiatore* mit Emblem der Lincei (Mitte unten)

Galilei wurde 1611 prominentes Mitglied der Accademia dei Lincei und nannte sich fortan auch *Galileo Galilei Linceo*; er steht in der historischen Rückschau exemplarisch für das Wissenschaftsverständnis der frühen Lincei.<sup>1</sup> Durch die Accademia wurden unter anderem Galileis *Lettere solari* (1613) und *Il Saggiatore* (1623) veröffentlicht; zudem prägte der griechische Mathematiker Giovanni Demisiani († 1614) – selbst Linceo – 1611 nach einer Vorführung Galileis in der Accademia den Begriff »Teleskop« (vgl. die Rekonstruktion in ROSEN [23]). Die hohe Bedeutung des »Sehens« und der wissenschaftlichen Beobachtung kam auch darin zum Ausdruck, dass die frühen Lincei umfangreiche Sammlungen wissenschaftlicher Zeichnungen anfertigten (*Disegno*, vgl. JONKER [16, S. 2]).<sup>2</sup> In diesem Rahmen ergab sich schnell ein reger Austausch mit der Accademia di San Luca, der 1577 von Papst Gregor XIII. (P. 1572–1585) initiierten Künstlerakademie in Rom.

### **Latenzphase: 1630–1750**

In den 1630er Jahren endete diese erste »Blütephase« der Accademia dei Lincei, nachdem 1630 zunächst Federico Cesi gestorben war und ab 1633 der Inquisitionsprozess gegen Galileo Galilei geführt wurde. Zwar versuchten gerade Francesco Stelluti und der römische Gelehrte und Mäzen Cassiano del Pozzo (1588 – 1657) weiterhin, die Accademia als Institution zu bewahren, doch nach erfolglosen Bemühungen trat sie schließlich in eine über 150-jährige Latenzphase ein, in der sie – zumindest in institutioneller Hinsicht – keinen gefestigten Bestand mehr hatte (vgl. GABRIELI [8]).<sup>3</sup> Name und Ideal der »Lincei« lebten jedoch auch in dieser Zeit fort und wurden im 18. Jahrhundert teils unter explizitem Verweis auf die frühe Tradition der Accademia wieder aufgegriffen.<sup>4</sup>

- (1) Das spätere Bild Galileis ist allerdings teils durch Projektionen und nachträgliche Konstruktionen verzerrt worden; für einen Einblick vgl. den Beitrag von Tim-Jonas Peter und Lea Tellmann im vorliegenden Band.
- (2) Besonders der Linceische *Tesoro Messicano* (*Rerum medicarum Novae Hispaniae thesaurus*) gibt Aufschluss über die Bedeutung der Zeichnungen für die Lincei: »A compendium of the natural history of Mexico, it was based on material collected by the Spanish Royal physician Francisco Hernández (ca. 1517–1587) in Mexico in the 1570s. The Lincei obtained an abridged version of Hernández' s descriptions around 1610, and they spent the following four decades organizing, annotating, and illustrating them before publishing the completed work between 1648–1651. The graphic material consists of a frontispiece and *almost eight hundred woodcuts* [Herv. nicht im Original, T.H.] of Mexican plants and animals. [...] The names of two of the artists employed by the Lincei to produce these woodcuts are known. The first is Isabella Parasoli (ca. 1565/70–ca. 1625), who was mentioned by the painter and biographer Giovanni Baglione (1566–1643) as having executed prints for Cesi's *Libro dell'herbe* (Book of Herbs), which referred to the *Tesoro messicano*. The second is an artist named Giorgio Nuvolostella (d. 1624).« (JONKER [16, S. 9])
- (3) Der erwähnte, monumentale *Tessoro Messicano* erschien allerdings erst 1651, über zwei Jahrzehnte nach Cesis Tod.
- (4) Ein erster Neugründungsversuch durch den Arzt und Naturforscher Giovanni Bianchi (1693–1775) in Rimini fiel in das Jahr 1745; dieser Ableger der Lincei hatte bis 1765 Bestand – vgl. MONTANARI [21].

### **Neugründung(en) im 19. Jahrhundert**

Schon in ihrer ersten Phase war die Accademia dei Lincei kein hermetischer »Elfenbeinturm« gewesen – im Gegenteil, “[...] the Academy of the Linceans was a locus of conflict among factions within the papal court, and between what could be roughly described as the exponents of a Catholic science and the defenders of Enlightenment and Idéologie (DONATO [6, S. 111]).” Diese Konflikte hatten sich brennglasartig anhand der Galionsfigur der Lincei, Galileo Galilei, gezeigt. Die Zeit nach der französischen Revolution war nun geprägt von politischen Umbrüchen und Verwerfungen in Italien im Zuge der beginnenden Einigungsbestrebungen des *Risorgimento*. Einige dieser Umbrüche schlugen sich auch in verschiedenen Neugründungsversuchen der Accademia dei Lincei unter verschiedenen Namen nieder und sorgten jenseits politischer Verwicklungen für eine Neubelebung der Accademia, die zu Beginn des 19. Jahrhunderts unter wechselnden Vorzeichen mehrfach wiedergegründet wurde und sich dann verstetigen konnte. (vgl. SANCHEZ SORONDO [26])

Eine erste Neugründung erfolgte am 16. April 1801 durch gemeinsame Bemühungen des Mathematikers und Politikers Gioacchino Pessuti (1743–1814) und des Abts und Astronomen Feliciano Scarpellini (1762–1840). Mit Förderung durch den Adligen Francesco Caetani (1738 – 1810) riefen sie im Palazzo Caetani-Sermoneta eine physikalisch-mathematische Vereinigung, die Accademia Caetani, ins Leben (vgl. IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI [15]). Die entstandene Vereinigung wurde auf Anregung von Pessuti 1802 in *Accademia dei Nuovi Lincei* und schließlich, 1804, in *Accademia dei Lincei* umbenannt und verstand sich nun explizit als Fortsetzung der ersten Accademia Federico Cesis (vgl. IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI [15]). Diese Phase markiert den Beginn einer »Renaissance« der Accademia dei Lincei und die (Nuovi) Lincei standen schon bald in intensivem Austausch mit anderen wissenschaftlichen und politischen Institutionen:

It reunited professors of sciences and medicine at the Sapienza University, including two Piarists coming from their order’s Collegio Nazareno (B. Gandolfi, C. G. Gismondi), those of the Roman College or Gregoriana University (G. Calandrelli, A. Conti), some engineers and architects, and a few men of letters and officeholders; some of them had been members of the National Institute created on the French model during the Roman Republic of 1798-99, The Academy enjoyed the informal protection of Pius VII and of the Secretary of State, Cardinal Ercole Consalvi. Consalvi looked at science as an indirect reinforcement of his “innovation for conservation” strategy for the papal monarchy in the uncertain diplomatic context of the period. It is probable that the foundation of the Academy was encouraged in response to the founding of the Nuovo Cimento in Florence, while the hopes of recovering Bologna and the former Istituto delle Scienze from the Cisalpine Republic vanished. That being said, however, the Academy remained

a private, very loosely regulated association (IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI [15, S. 112f.]).

Diese Renaissance der Lincei fiel zugleich in die Zeit französischer Besatzung(en) in Rom. Nach der französischen Revolution 1789 hatten sich politische Spannungen zwischen dem revolutionären Frankreich und dem römischen Kirchenstaat zugespitzt (vgl. DONATO et al. [7]), die nach dem Italienfeldzug Napoleon Bonapartes zwischen 1796 und 1797 (vgl. THOMASSON [28]) am 15. Februar 1798 in die Errichtung der französischen Tochterrepublik *Repubblica Romana* mit Rom als Hauptstadt mündeten – diese hatte zunächst nur bis 1799 bestand. Nachdem Napoleon 1805 Kaiser der Franzosen geworden war, kam es am 2. Februar 1809 erneut zur französischen Besatzung Roms, die bis Januar 1814 andauerte (vgl. CATTANEO [2, S. 83ff.]; zu den französischen Interessen in Rom vgl. zudem DONATO [6]). In diesem Zuge wurde Papst Pius VII. zur Ausreise nach Frankreich gezwungen, zugleich behielt Rom einen wichtigen symbolischen und politischen Wert für die französischen Besatzer (vgl. DONATO [6]). Im Rahmen verschiedener politischer Direktiven des französischen Regimes zur Umgestaltung dortiger Institutionen fand auch die Accademia dei Lincei explizite Berücksichtigung: “A Consulta straordinaria per gli Stati romani was appointed to prepare the take-over and subjection of papal institutions to French rule. Among the établissements d’ instruction publique to reorganise were a few academies and namely one *Accademia dei Lincei* (DONATO [6, S. 112]).” Feliciano Scarpellini gelang es in diesem Zuge, französischer Beamter zu werden<sup>5</sup> – zwischen 1811 und 1813 hielt er sich in Paris auf –, und in dieser Funktion konnte er sich für die Belange der Accademia dei Lincei stark zu machen. 1813 wurde er bis zu seinem Tod ständiger Sekretär der Lincei (vgl. SANCHEZ SORONDO [26]). Diese Phase markiert einerseits eine neue Blüte der Accademia, die zugleich zum Spielball politischer Interessen wurde:

After 1809, it also came into the conflict of the French imperial administration with its many opponents. On the one hand, the Linceans were given the task of stimulating science and industry in the second greatest city of the Empire, and promoting the secularization of the country; on the other hand, the encouragement of science – of certain kinds of science – was subordinated to strategic and ideological considerations pertaining to the organization of the Empire, relations with the Papacy, and internal politics. The combination of contradictory goals and the change of geo-political scale marked the life of the Academy [...] (DONATO [6, S. 111]).

Die französische Besatzung Roms endete 1814, während die Accademia dei Lincei, wieder in privater Hand unter der Führung von Scarpellini, noch bis zu dessen

(5) vgl. DONATO [6, S. 117]: “Scarpellini was appointed secretary of the Weights and Measures Committee, in which other academicians seated.” Donato stellt auch das politische Geschick Scarpellinis heraus, mit dem er seine Interessen durchsetzte.

Tod 1840 Bestand hatte, dann jedoch kurzzeitig durch Gregor XVI (P. 1831 – 1846) geschlossen wurde.

Grundsätzlich hatten zuvor bereits Papst Pius VII. (P. 1800 – 1823) und auch dessen Nachfolger Leo XII. (P. 1823–1829) Interesse bekundet, die Accademia dei Lincei als *päpstliche* Wissenschaftsakademie neu zu gründen und zu institutionalisieren – dies erfolgte schließlich im Jahr 1847 durch Pius IX (P. 1846–1878) als *Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei*. Die Accademia zog in diesem Zuge in den Senatorenpalast auf dem Kapitolshügel (*Palazzo Senatorio in Campidoglio*) und erhielt erstmals eine formale Satzung, die ihre Zusammensetzung aus 30 ständigen und 40 korrespondierenden Mitgliedern festhielt (vgl. SANCHEZ SORONDO [26, S. 11]). Schon im Jahr 1849 spitzten sich die politischen Umstände in Rom – und ganz Italien – erneut zu, nachdem sich die seit den 1770er Jahren bestehenden und dann ab den 1830er Jahren lauter werdenden revolutionären Bestrebungen des italienischen *Risorgimento* Bahn brachen (für einen ausführlichen Überblick vgl. CLEMENS [3]). Viele der in diesem Zuge entstandenen, äußerst heterogenen Gruppen forderten eine gesamtitalienische Einigung unter weltlicher Herrschaft, die unter Führung des demokratischen Revolutionärs Giuseppe Mazzini (1805 – 1872) am 9. Februar 1849 als *Repubblica Romana* zeitweilig ausgerufen wurde. Pius IX. musste aus Rom fliehen und die inzwischen päpstliche Accademia dei Lincei geriet ins Visier der Revolutionäre: “During the revolutionary upheavals of 1848 the Roman Republic sought to expel the Academy from the Campidoglio. However, the institution managed to keep its headquarters by using various bureaucratic manoeuvres (CLEMENS [3, S. 12]).” Das Risorgimento mündete schließlich in die Einigung Italiens im Jahr 1870 unter König Victor Emmanuel II (1820–1878), der bis 1878 regierte.<sup>6</sup> In diesem Zuge spaltete sich die Accademia dei Lincei auf, wobei die *Accademia Nazionale Reale dei Lincei*, die 1874 eine staatlich-institutionalisierte Form bekam, der päpstlichen Akademie der Wissenschaften gegenübergestellt wurde:

The ultimate and definitive restitution was in 1870 through the efforts of Quintino Sella (1827–1884), a statesman and scientist from Piedmont. He affirmed a laical approach to sciences as the ideal and primary value to cultivate in the Capital of the new Kingdom of Italy and in 1874, gave light to the glorious institution which was to bear in its new name, the words “national” [nazionale] and “royal” [reale] (GABRIELI [8]).

Im Jahr 1883 bezog die Accademia dei Lincei ihren heutigen Sitz im Palazzo Corsini (vgl. LINCEI [19]) und gewann in der Folge nach und nach eine Vielzahl

---

<sup>(6)</sup> Historische Details würden im vorliegenden Kontext zu weit führen; vgl. den bereits zitierten Beitrag CLEMENS [3] für weitere Hintergründe.

prominenter Mitglieder hinzu.<sup>7</sup> Bis nach Ende des ersten Weltkriegs konnte sie sich als eine der wichtigsten Wissenschaftsakademien in Italien etablieren.



*Quintino Sella*



*Tullio Levi-Civita*

### **Tullio Levi-Civita und die Accademia im 20. Jahrhundert**

Ein bedeutendes Mitglied der nun institutionell gefestigten Accademia dei Lincei wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Mathematiker und Physiker Tullio Levi-Civita, der eine wichtige Rolle für die Geschichte der Mathematik, insbesondere für die Differentialgeometrie, und die Entwicklung der Physik im 20. Jahrhundert gespielt hat.<sup>8</sup> Die Bestände seiner privaten Bibliothek mit über 3000 Bänden wurden der Accademia dei Lincei nach dem Ende des 2. Weltkriegs von seiner Witwe, Libera Trevisani Levi-Civita (1890–1973), vermacht und befinden sich in dem Raum des Palazzo Corsini, in dem das Romseminar bereits mehrere Jahre

(7) Darunter waren : Charles Darwin (1809–1882), Hermann von Helmholtz (1821–1894), Theodor Mommsen (1817–1903), Felix Klein (1849–1925), Louis Pasteur (1822–1895), Paul Ehrlich (1854–1915), Heinrich Hertz (1857–1894), Ludwig Boltzmann (1844–1906), Max Planck (1858–1947), Adolf Hurwitz (1859–1919), David Hilbert (1862–1943), Guido Castelnuovo (1865–1942 - ab 1946 auch Präsident der Accademia dei Lincei), Albert Einstein (1879–1955), Niels Bohr (1885–1962), Erwin Schrödinger (1887–1961), Louis de Broglie (1892–1987), Wolfgang Pauli (1900–1958), Enrico Fermi (1901–1954), Werner Heisenberg (1901–1976) und Paul Dirac (1902–1984).

(8) Die biographischen Informationen im Folgenden sind zumeist den Quellen NASTASI et al. [22], DELL'ISOLA et al. [5] und HODGE [12] entnommen.

tagt.<sup>9</sup>

Tullio Levi-Civita wurde am 29. März 1873 in Padua als Sohn von Bice Lattes<sup>10</sup> und dem Rechtsanwalt Giacomo Levi-Civita (1846 – 1922) in eine jüdische Familie geboren und studierte zunächst unter anderem bei Ernesto Padova (1845–1896) und Gregorio Ricci-Curbastro (1853–1925) Mathematik und Physik. Nach seinem Abschluss 1894 und verschiedenen Tätigkeiten in der Folgezeit in Pavia wurde er 1898 in Padua Professor für rationale Mechanik. Schon mit seinen frühen Publikationen ab 1896 (*On the algebraic integrals of dynamic equations* und *On the transformations of dynamic equations*) leistete er bedeutende Beiträge zur Mathematik und bereitete als Differentialgeometer die Grundlagen der Einsteinschen Relativitätstheorie(n) vor. Gemeinsam mit Ricci-Curbastro veröffentlichte er im Jahr 1900 ein Grundlagenwerk zur Tensoranalysis, *Méthodes du calcul différentiel absolu et leurs applications*, hatte aber darüber hinaus sehr breit gefächerte Interessen und Fähigkeiten:

Levi-Civita was unquestionably one of the best-equipped and most versatile mathematicians of our time: primarily an applied mathematician, he had been strengthened by the magnificent discipline of the Italian geometrical school which, apart from inspiring his valuable researches in differential geometry proper, furnished him with powerful weapons for attacking the problems of physical science. In the latter field his interests were all-embracing, and he made important contributions to such diverse topics as potential theory, wave motion, hydrodynamics, analytical dynamics, relativity theory, thermodynamics and theoretical physics, in particular, quantum mechanics. On the more technical side, where he was often called into consultation by his colleagues, he studied various complex problems in electrodynamics, elasticity and strength of materials, devising practical methods of calculation which have since proved their worth. In the field of pure mathematics his interest was scarcely less extended. One may mention that his first papers were on the distribution of prime numbers and the foundations of geometry; afterwards, as a natural outcome of his other work, he was drawn to the study of conformal representation in which, as regards its applications, he was one of the pioneers – and the theory of partial differential equations. He also made one of the earliest contributions to the theory of functions of two complex variables: all this, be it observed, in addition to the work in differential geometry for which he is chiefly celebrated (ROTH [24, S. 266]).

(9) Libera Trevisani Levi-Civita war ihrerseits Mathematikerin und zunächst Studentin bei Tullio Levi-Civita, bevor sie ihn 1914 heiratete. Nach der Befreiung Roms 1944 setzte sie sich für die Rechte von Frauen und deren Gleichstellung, etwa im Bildungswesen, ein. 1945 adoptierte sie die Jüdin Susanna Silberstein (später Ceccherini), deren Eltern in Auschwitz ermordet worden waren; vgl. GOODSTEIN [11].

(10) Ich konnte keine Lebensdaten ausfindig machen.

1905 wurde Levi-Civita Mitglied der Accademia dei Lincei und war zu diesem Zeitpunkt bereits eine prominente Figur in der europäischen Wissenschaftslandschaft (vgl. GOODSTEIN [10]).<sup>11</sup> Er gehörte als zentrales Mitglied einer Gruppe italienischer Mathematiker an, die schon früh ein Interesse an den Fortschritten in der mathematischen Physik entwickelten:

Within only a few years of the 1905 publication of his theory of special relativity, Einstein's [1879 –1955] ideas claimed the attention of a handful of articulate, versatile, and consummate Italian mathematicians [unter ihnen Levi-Civita, T.H.]. In Italy, only this group of scientists had the training, temperament, and breadth of interest to turn relativity theory into an intellectual cause at home (GOODSTEIN [10, S. 241]).

1915 ergab sich ein kurzer, aber intensiver Briefwechsel zwischen Levi-Civita und Albert Einstein, im Rahmen dessen Levi-Civita Einstein wichtige mathematische Ideen für seine Allgemeine Relativitätstheorie vermitteln konnte.<sup>12</sup> In einem Brief Einsteins vom 21. April 1915 kommt die hohe Bedeutung zum Ausdruck, die er dem Austausch auf wissenschaftlicher und persönlicher Ebene beimaß:<sup>13</sup>

»Ihr Brief vom 28. März hat mich ausserordentlich interessiert. Anderthalb Tage musste ich unablässig nachdenken, bis ich darüber im Klaren war, wie Ihr Beispiel mit meinem Beweis in Einklang zu bringen ist (ILLY [13, S. 110] und [20]).«

Weiter heißt es dann:

»Eine so interessante Korrespondenz habe ich noch nicht erlebt. Sie sollten sehen, wie ich mich immer auf Ihre Briefe freue (ILLY [13, S. 112]).«

Umgekehrt beförderte der Austausch aber auch Levi-Civitas wissenschaftliche Arbeit:

On Levi-Civita's side, the exchange of letters with Einstein in 1915 may have been the catalyst for the steady stream of relativity papers which began to flow from his pen two years later. By 1917, the forty-four year old mathematician's interest in the subject had turned into a substantial research program (GOODSTEIN [10, S. 254]).

(11) vgl. auch das Profil von Levi-Civita auf der Website der Lincei unter <https://www.lincci.it/it/socio/levi-civita-tullio>.

(12) Für eine vertiefte Darstellung und Einordnung vgl. NASTASI et al. [22], sowie den Preprint WEINSTEIN [30]. Levi-Civita und Einstein begegneten sich 1921 persönlich in Bologna, als Einstein sich gerade auf einer Italienreise befand – auf dieser wurde Einstein auch Mitglied der Accademia dei Lincei; vgl. KÜPPER [17].

(13) vgl. auch das Eingangszitat von Albert Einstein.

1918 wurde Levi-Civita schließlich Professor für höhere Analysis in Rom an der Universität La Sapienza, 1921 übernahm er den dortigen Lehrstuhl für rationale Mechanik.

### ***Aufkommen des italienischen Faschismus***

Levi-Civitas Berufung in Rom fiel in die Zeit des aufkommenden Faschismus in Italien.<sup>14</sup> Nach dem Ende des ersten Weltkrieges hatten sich (mindestens) drei Faktoren auf die politische Situation ausgewirkt, die die weitere Entwicklung der italienischen Politik maßgeblich bestimmen sollten: Erstens war die nationalstaatliche Integration Italiens im Rahmen des Risorgimento unvollendet geblieben und es hatte sich keine gefestigte nationale Identität herausbilden können; zweitens hatte die politische Verfassung Italiens als konstitutionelle Monarchie dazu geführt, dass sich oligarchische Kräfte in der Politik etablierten, während die »breite Masse« von politischer Entscheidungsfindung ausgeschlossen blieb (ein Wahlrecht gab es – für Männer – ab 1919, allerdings konnten sich zunächst keine politischen Parteien etablieren) und drittens führte die zunehmende Industrialisierung und Kapitalisierung zu einer Vernachlässigung der italienischen Landwirtschaft, die auch im Zuge der Umstellung von Kriegs- auf Friedenswirtschaft vernachlässigt blieb (vgl. SCHIEDER [27, S. 11ff.]). Diese

[nationale] Unzufriedenheit, parlamentarische Handlungsunfähigkeit und [...] wirtschaftliche Konfliktsituation führte nach Kriegsende in Italien zu einer gesamtgesellschaftlichen Krise, wie sie in dieser Form sonst in Europa nicht aufgetreten ist. [...] Die Krise wurde dadurch dramatisch verschärft, daß der mörderische Erste Weltkrieg bei Millionen Männern eine Gewaltbereitschaft erzeugt hatte, die viele dafür anfällig machte, den Krieg als Bürgerkrieg fortzusetzen. Ohne diese Enthemmung der Gewalt ist die Entstehung des Faschismus nicht zu erklären (SCHIEDER [27, S. 16]).

Die politische Schlüsselfigur im Rahmen der Entstehung und Etablierung des Faschismus war Benito Mussolini (1883 – 1945): »Ohne den politischen Willen, aber auch ohne die ideologische Wendigkeit und die persönliche Rücksichtslosigkeit [...] [von Mussolini] hätte sich der Faschismus in seiner historischen Form nicht entfalten können (SCHIEDER [27, S. 17]).« Mussolini gründete am 23. März 1919 vor dem Hintergrund der angespannten gesellschaftlichen Gemengelage in Mailand den ersten italienischen Kampfbund *Fascio italiano di combattimento*, der zur Keimzelle des Faschismus wurde (vgl. SCHIEDER [27, S. 18]). Die neue Bewegung fand schnell Anklang, auch unter italienischen Großgrundbesitzern, die gerade im Entstehen begriffene Arbeiterbewegungen zerschlagen wollten:

Unabhängig vom städtischen Erstfaschismus förderten sie einen agrarischen Faschismus [...]. [Dieser] war eindeutig konterrevolutionär

(14) Für die folgenden Ausführungen und einen vertieften Einblick vgl. SCHIEDER [27].

eingestellt und hatte zunächst allein das Ziel, die organisierte Landarbeiterbewegung zu zerschlagen. [...] Der Aufschwung des Agrarfaschismus machte aus der politischen Splittergruppe des Faschismus seit der Jahreswende von 1920/21 eine Massenbewegung. Hatte die faschistische Bewegung Ende 1920 etwa 20000 Mitglieder, so waren es ein Jahr später fast 250000, die sich auf Fasci in 834 Städten verteilten (SCHIEDER [27, S. 21]).

Mussolini konnte sich in diesem Zuge als eine »Vermittlerfigur« inszenieren, indem er einerseits eine gewisse Distanz zum Agrarfaschismus, besonders in seiner militanten Ausprägung (*Squadrisimo*) wahrte, um die politischen Eliten Italiens nicht abzuschrecken, zugleich aber das militante Potential der Bewegung zu seinen Gunsten ausspielte und sie zu einer Massenbewegung ausbauen konnte (vgl. SCHIEDER [27, S. 23ff.]). Im Rahmen eines Kongresses im Oktober 1921 schaffte er es schließlich, die Bewegung symbolisch unter einer »Partei« zu einigen und etablierte sich dabei als deren *Duce*, oberster Führer (vgl. SCHIEDER [27, S. 25ff.]). Nach einem Jahr politischer Wirren (für weitere Hintergründe vgl. SCHIEDER [27, S. 23ff.]) fand mit dem »Marsch auf Rom« im Oktober 1922 die Machtergreifung der Faschisten statt, die den Auftakt zur Etablierung der Diktatur Mussolinis in den folgenden Jahren bildete (vgl. SCHIEDER [27, S. 33ff.]).

### **Schicksal Levi-Civitas und der Lincei im faschistischen Italien**

Tullio Levi-Civita unterzeichnete 1925 das von Benedetto Croce (1866 – 1952), einem italienischen Philosophen und Politiker, verfasste und veröffentlichte *Manifest der antifaschistischen Intellektuellen*, wurde aber dennoch gemeinsam mit 27 weiteren jüdischen Mitgliedern der Accademia dei Lincei (vgl. TURI [29, S. 364]) und vielen anderen aus dem intellektuellen und wissenschaftlichen Leben Italiens von der faschistischen Politik betroffen<sup>15</sup>:

His scientific renown [...] protected him from persecution until the introduction of the anti Jewish laws in Italy in 1938 resulted in his removal from his chair at Rome. This was a heavy blow to him, from which he never recovered. He received offers of asylum from many parts of the world, but severe heart trouble which had appeared rendered him unable to travel to accept any of these. At the end of 1941 he had a stroke, and he died on December 29 (HODGE [12, S. 113]).

In einem Interview erinnert sich Susanna Silberstein Ceccherini, die Adoptivtochter von Tullio Levi-Civitas Witwe Libera Trevisani Levi-Civita, an die persönlichen

(15) Unter den italienischen Mathematikern, die im Zuge der Rassengesetze ihre Lehrerlaubnis verloren, waren beispielsweise: Guido Ascoli (1887–1957), Ettore Del Vecchio (1891–1971), Federigo Enriques (1871–1946 – ein enger Freund Levi-Civitas), Guido Fubini (1879–1943), Beppo Levi (1875–1961) und Beniamino Segre (1903–1977); vgl. NASTASI et al. [22, S. 228].

Umstände kurz nach dem Erlass der Rassengesetze, die aus der Sicht ihrer Mutter zum schnellen Tod von Levi-Civita beigetragen haben<sup>16</sup>:

La cosa che ha più impressionato mia madre è che molti matematici, anche quelli con cui vi era stato uno stretto legame di amicizia, avevano cessato ogni rapporto con Levi-Civita, come se non lo avessero mai conosciuto. Questo comportamento fu un duro colpo per lei e per Tullio, la cui salute cominciò a vacillare proprio in relazione a questa situazione così dolorosa. [...] Quando, nel dicembre del 1941, Levi-Civita morì, soltanto l' *Osservatore Romano* [die Tageszeitung des Vatikans und des heiligen Stuhls, T.H.] pubblicò la notizia della sua morte, sottolineando la grandezza del matematico scomparso e il suo essere socio della Pontificia Accademia delle Scienze. In quel periodo era proibito scrivere sui giornali italiani annunci mortuari riguardanti gli ebrei; fu così che mia madre ebbe anche il dolore di non poter annunciare sui quotidiani italiani la morte del marito. [...] Al funerale non andò quasi nessun collega [...] (GOODSTEIN [11]).

Levi-Civita war seit 1928 auch Mitglied der päpstlichen Akademie der Wissenschaften gewesen, die in den 1930er Jahren einen Rückzugsort für Mitglieder des italienischen Geistes- und Wissenschaftslebens, die von Seiten des Regimes unterdrückt wurden, darstellte.<sup>17</sup> Der im obigen Zitat erwähnte Nachruf der (päpstlichen) Akademie prangert den offiziellen (nicht-)Umgang mit Levi-Civitas

(16) »Was meine Mutter am betroffensten machte, war, dass viele Mathematiker, auch diejenigen, mit denen er [Tullio Levi-Civita] eng befreundet gewesen war, jeden Kontakt zu Levi-Civita abgebrochen hatten, so, als hätten sie ihn nie gekannt. Das war ein schwerer Schlag für sie und Tullio, dessen Gesundheit sich insbesondere auch aufgrund dieser schmerzlichen Situation zu verschlechtern begann. Als Levi-Civita im Dezember 1941 starb, veröffentlichte nur der *Osservatore Romano* [die Tageszeitung des Vatikans und des heiligen Stuhls, T.H.] die Todesnachricht und würdigte darin seine Bedeutung und seine Mitgliedschaft in der päpstlichen Akademie der Wissenschaften. Zu dieser Zeit war es verboten, in italienischen Zeitungen Todesanzeigen über Juden zu veröffentlichen; meine Mutter litt auch darunter, den Tod ihres Mannes nicht bekannt geben zu können. An der Beerdigung nahmen fast keine Kollegen teil [freie Übersetzung, T.H.].«

(17) vgl. den Nachruf in den *Edinburgh Mathematical Notes*: »All the more shabby [...] was the treatment [Levi-Civita] received in 1938, when the introduction of racial legislation by the Fascist Government led to his expulsion from the Royal Academy of the Lincei, and the consequent clouding of his few years of retirement. That his death was ignored by official Italy was not his dishonour, and that he should be commemorated by learned societies in countries at war with Italy is symbolic. Happily, however, the Vatican City formed a cultural oasis where, as a member of the Papal Academy, he was held in full honour until his death [...] (RUSE [25, S. 23]).« Man vergleiche SANCHEZ SORONDO [26, S. 280f.]: »During the Second World War the Academy greatly reduced its activity but nonetheless found space for the publications of Jewish Italian scientists who had been marginalised by the race laws of 1938, amongst whom should be mentioned a group of mathematicians of Jewish descent including Tullio Levi-Civita and Vito Volterra, and others such as Giuseppe Levi, Rita Levi-Montalcini, E. Foà and G.S. Coen.«

Tod explizit an:<sup>18</sup>

Alla sua morte il Levi-Civita non ebbe quelle onoranze che gli erano dovute; sia per l'incalzare degli avvenimenti della guerra, sia e soprattutto, per il fatto che egli era ebreo, la sua morte passò nel silenzio; ma è nostro dovere onorare la memoria di quest'uomo [...] (GEMELLI [9]).

Ein weiterer Nachruf von der englischen Royal Society, der Levi-Civita ebenfalls angehört hatte, würdigt neben seiner akademischen Leistung auch den persönlichen Charakter Levi-Civitas:

[...] [However] splendid his achievement, to those who have known him it must always take second place to the man himself. This cannot often be said of a mathematician; not to say it of Levi-Civita would be unjust to his memory. The exquisite courtesy, the humility carried to such lengths that it might have been judged hypocrisy in another, were typical manifestations of his generous spirit. Many will have received some special token of his kindness; many more will have enjoyed his hospitality, or carry with them the indelible souvenir of his presence in the lecture room [...] (ROTH [24]).

Die faschistischen Machthaber trieben indessen ab den späten 1930er Jahren tiefgreifende institutionelle Umwälzungen voran. Aus dem Jahr 1938 datieren in diesem Zusammenhang zwei Briefe von Albert Einstein an die Accademia dei Lincei (zitiert nach KÜPPER [17]; siehe auch [20]):

Den 3. Oktober 1938  
Reale Accademia Nazionale dei Lincei  
Roma

Gemäß Zeitungsmeldungen soll das Ausscheiden jüdischer italienischer Gelehrter aus den dortigen Akademien verfügt worden sein. Ich erlaube mir die höfliche Anfrage, ob diese Meldung auf Wahrheit beruht.

Mit ausgezeichnete Hochachtung  
Professor Albert Einstein.

Und, nur wenige Monate später:

Den 15. Dezember 1938  
Reale Accademia Nazionale dei Lincei  
Roma

(18) »Nach seinem Tod wurde Levi-Civita nicht die ihm gebührende Anerkennung zuteil. Sowohl wegen der Ereignisse im Zuge des Krieges, als auch, in erster Linie, wegen der Tatsache, dass er Jude war, wurde über seinen Tod geschwiegen. Aber es ist unsere Pflicht, das Andenken dieses Mannes zu ehren [...] [freie Übersetzung, T.H.] (GEMELLI [9]).«

Sehr geehrte Herren!  
Ich ersuche Sie hiermit, meinen Namen aus der Liste Ihrer korrespondierenden Mitglieder zu streichen!  
Hochachtungsvoll  
Professor Albert Einstein.

Der damalige Präsident der Accademia dei Lincei, Vittorio Rossi (1865–1938), versuchte zunächst noch, die Accademia als eigenständige Institution zu erhalten (vgl. TURI [29, S. 363]); schlussendlich wurde sie aber in das faschistische Regime eingegliedert:

Am 8. Juni 1939 ging die Akademie der Lincei per Gesetz in der Accademia d'Italia auf. Das Ende der ruhmreichen Institution aus dem 17. Jahrhundert, die schon früh Galileo zu ihren angesehensten Mitgliedern zählen konnte, sowie die volle Durchsetzung der neuen von Mussolini erst zehn Jahre zuvor eingeweihten Akademie, markierte – auch formal – den Abschluß der schrittweisen faschistischen Machtübernahme in der vielfältigen akademischen Welt Italiens. Auf der Grundlage des Gesetzes von 1939 übernahm die Accademia d'Italia die Aufgaben und das Vermögen der Lincei, zu den bisher 60 Mitgliedern der Accademia d'Italia wurden 20 weitere aufgenommen, von denen die Regierung zehn unter den nationalen Mitgliedern der Lincei ausgewählt hatte, während der Präsident der Lincei in den (Verwaltungs-)Rat der Accademia d'Italia eintrat (TURI [29, S. 351]).

### ***Nachkriegszeit bis heute***

Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges wurden viele Institutionen in Italien nach und nach in ihre ursprüngliche Form zurückgeführt. In diesem Zuge wurde auch die Accademia dei Lincei zum wiederholten (und vorläufig letzten) Male wiedergegründet:

Following the collapse of Fascism in Italy, one of the first steps of the new liberated Italy proposed by the liberalist statesman Benedetto Croce, was the suppression of the Accademia d'Italia and the reconstitution of the Accademia dei Lincei founded by Cesi and later re-established by Sella, which the previous dictatorship had tried to suppress. Once again – like the mythical phoenix – the Accademia dei Lincei rose from its ashes, hopefully to a long and peaceful future (GABRIELI [8, S. 7]).

Auch aus dieser Zeit existiert ein Brief Albert Einsteins an die Accademia unter ihrem damaligen Präsidenten Guido Castelnuovo (1865 – 1952) (zitiert nach KÜPPER [17]).

June 26, 1946  
To the President of the  
Accademia Nazionale dei Lincei  
Rome, Italy

Sir: With great pleasure I see from your letter of April 26th 1946 that the Accademia Nazionale (sic!) dei Lincei has resumed its activities for the benefit of science, your country having been liberated from fascist oppression. My mailing-address (private) is: 112 Mercer Str. Princeton N.J.

Faithfully yours,  
Albert Einstein.

P.S. Dear Dr. Castelnuovo:

I shall be happy indeed to become again socio straniero of your Academy as I have been in the good times of the past.

A.E.



*Palazzo Corsini, Sitz der Accademia dei Lincei*

Nach einer Phase des Wiederaufbaus besitzt die Accademia dei Lincei heute qua Satzung zwei Abteilungen: *Physikalische, Mathematische und Natur-Wissenschaften* sowie *Moralische, Historische und Philologische Wissenschaften*. Jede der beiden Abteilungen setzt sich aus 90 italienischen, 90 ausländischen und 90 korrespondierenden Mitgliedern zusammen (vgl. GABRIELI [8, S. 8]). Sie vergibt in verschiedenen Zeitabständen eine Vielzahl an Preisen und Stipendien. In Artikel 1 und 2 der Satzung heißt es:

The Accademia Nazionale dei Lincei, an institution of high culture, based in Rome, pursuant to art. 33 of the Constitution, gives its own regulations and performs its institutional tasks in compliance with the

laws of the State and within the limits established by them [...]. It aims to promote, coordinate, integrate and disseminate scientific knowledge entities in their highest expressions within the framework of the unity and universality of culture [...] [The] Academy holds assemblies and meetings of the United Classes or of the individual Classes; organizes national and international congresses, conferences, conventions and seminars; participates, with its Members, in Italian and foreign events and may also assume the international representation of similar cultural institutions; promotes and carries out research activities and missions; awards prizes and scholarships [...]. It carries out, in the continuity of its tradition, any other activity useful for the purpose (LINCEI [18]).

## Literatur

- [1] D. CARUTTI: *Breve Storia della Accademia dei Lincei*. Coi Tipi del Salviucci (1883).
- [2] M. CATTANEO: »Das napoleonische Rom (1809–1814). Konsensstrategien und Verweigerungshaltung«. *Napoleonische Expansionspolitik. Okkupation oder Integration?* Hrsg. von G. E. A. BRAUN. De Gruyter 2013 S. 83–101.
- [3] G. CLEMENS: *Geschichte des Risorgimento. Italiens Weg in die Moderne (1770–1870)*. Böhlau (2021).
- [4] L. G. CLUBB: *Giambattista Della Porta Dramatist*. 1965  
URL: <https://tinyurl.com/3vwv2cv2> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [5] F. DELL'ISOLA, E. BARICHIESI & L. PLACIDI: »Levi-Civita, Tullio«. *Encyclopedia of Continuum Mechanics*. Hrsg. von H. ALTENBACH & A. ÖCHSNER. Springer 2019 S. 1457–1467.
- [6] M. P. DONATO: *Science on the Fringe of the Empire: The Academy of the Linceans in the Early Nineteenth Century*. *Nuncius* 27 (2012) 110–140.
- [7] M. P. DONATO, B. GAINOT & V. MARTIN: *Rome, entre révolutions et restaurations (1780-1820)*. *Annales historiques de la Révolution française* 401(3) (2021) 5–19.
- [8] F. GABRIELI: *Accademia Nazionale dei Lincei. A Brief Outline*. 2010  
URL: <https://tinyurl.com/3tf6y7ba> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [9] A. GEMELLI: *Deceased Academicians: Tullio Levi-Civita*  
URL: <https://tinyurl.com/bde93kz7> (aufgerufen am 05.08.2025).
- [10] J. R. GOODSTEIN: *The Italian Mathematicians of Relativity*. *Centaurus* 26(3) (1982) 241–261.

- [11] J. R. GOODSTEIN: *Through the Eyes of Dr. Susanna Silberstein Ceccherini: The World of Tullio Levi-Civita*. 2009  
URL: <https://tinyurl.com/2v4mrbww> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [12] W. V. D. HODGE: *Tullio Levi-Civita, 1873– 1941*. Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society **4**(11) (1942) 107–114.
- [13] »The Collected Papers of Albert Einstein, Volume 8, Part A: The Berlin Years: Correspondence, 1914–1918«. Hrsg. von J. E. A. ILLY. Princeton University Press 1998.
- [14] C. N. per il IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI: *Palazzo Caetani-Sermoneta*. 2002  
URL: <https://tinyurl.com/4asuj4f9> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [15] C. N. per il IV CENTENARIO DELLA FONDAZIONE DELLA ACCADEMIA DEI LINCEI: *Palazzo Cesi, Acquasparta*. 2002  
URL: <https://tinyurl.com/yxb68kuh> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [16] M. JONKER: *Producing Knowledge in Early Modern Rome: Concepts and Practices of Disegno in the Accademia di San Luca and the Accademia dei Lincei*. Journal for the History of Knowledge **2**(1) (2021) 1–15.
- [17] H.-J. KÜPPER: *Einstein Und Die Accademia Nazionale Dei Lincei in Rom*. 2002  
URL: <https://tinyurl.com/y9yu9vys> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [18] A. dei LINCEI: *Mission*  
URL: <https://www.lincci.it/en/mission> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [19] A. dei LINCEI: *Palazzo Corsini*  
URL: <https://tinyurl.com/mxhskypp> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [20] A. N. dei LINCEI: *Carteggio di Albert Einstein con l'Accademia Nazionale dei Lincei*. 2002  
URL: <https://tinyurl.com/2t76zt5m> (aufgerufen am 12.08.2025).
- [21] A. MONTANARI: *Arimini-Siena, e ritorno Alle origini dei Lincei di Iano Planco (1745)*  
URL: <https://tinyurl.com/mrbr5e46> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [22] P. NASTASI & R. TAZZIOLI: *Toward a scientific and personal biography of Tullio Levi-Civita (1873–1941)*. Historia Mathematica **32**(2) (2005) 203–236.
- [23] E. ROSEN: *The Naming of the Telescope*. Henry Schuman (1947).
- [24] L. ROTH: *Obituary: Prof. T. Levi-Civita*. Nature **149** (1942) 266.
- [25] H. RUSE: *Tullio Levi-Civita*. Edinburgh Mathematical Notes **33** (1943) 19–24.
- [26] M. SANCHEZ SORONDO: *The Pontifical Academy of Sciences: A Historical Profile. The Pontifical Academy of Sciences*. 2003  
URL: <https://tinyurl.com/4tpwkd4n> (aufgerufen am 01.08.2025).
- [27] W. SCHIEDER: *Der Italienische Faschismus*. C.H. Beck (2010).

- 
- [28] F. THOMASSON: *The Life of J. D. Åkerblad. Egyptian Decipherment and Orientalism in Revolutionary Times*. Brill (2013).
- [29] G. TURI: »Die Akademien im faschistischen Italien. Eine schrittweise Vereinnahmung«. *Die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1914-1945*. Hrsg. von W. FISCHER, R. HOHLFELD & P. NÖTZOLDT. Akademie Verlag 2000 S. 351-374.
- [30] G. WEINSTEIN: *Einstein the Stubborn: Correspondence between Einstein and Levi-Civita*. 2012  
URL: <https://arxiv.org/abs/1202.4305>.

# Brainstorming vs. Chipstorming

## Wie Menschen und KI mathematische Ideen entwickeln

LEON DUENSING & PILAR GIL



Die reine Analysis stellt uns eine Menge von Verfahren zur Verfügung, für deren Unfehlbarkeit sie uns bürgt; sie öffnet uns tausend Wege, die wir mit vollem Vertrauen betreten können; [...] aber welcher von all diesen Wegen wird uns am schnellsten zum Ziele führen? [...] Wir brauchen eine Gabe, die uns von weitem das Ziel sehen läßt, und diese Gabe ist die Intuition.

*(Henri Poincaré)*

Was ist diese mysteriöse Gabe, von der Poincaré schreibt? Welcher Prozess, welcher Mechanismus steckt hinter dieser Intuition, die sich gerade dadurch kennzeichnet, dass wir sie durch logische Introspektion mit unserem Verstand eben nicht begreifen können? Und darüber hinaus: Wenn es bereits möglich ist, die Fähigkeit, logische Schlüsse zu ziehen, mit Hilfe künstlicher neuronaler Netze in einem Computer zu reproduzieren, wäre es dann auch denkbar, diesen schwer fassbaren,

intuitiven Mechanismus des menschlichen Geistes zu reproduzieren oder zu simulieren?

## Intuition beim Menschen

### *Intuition = a qualified guess*

Wie können wir mit lückenhaften, oft mehrdeutigen Informationen eine komplexe Welt verstehen? Einen Lösungsvorschlag bietet das Modell des »Bayesian Brain«, wie es unter anderem in HOHWY [5] formuliert wurde. Nach dieser Theorie ist das menschliche Gehirn keine passive Empfangsstruktur, sondern eine aktive Vorhersagemaschine, die kontinuierlich Hypothesen über die Welt aufstellt, überprüft und aktualisiert.

Im Kern basiert dieses Modell auf der Bayesschen Inferenz, einem statistischen Prinzip zur Wahrscheinlichkeitsanpassung unter neuen Informationen. Es folgt der »Bayesschen Regel« aus der Stochastik, bei der eine »posteriore Verteilung« einer Hypothese unter Berücksichtigung zusätzlicher Information berechnet wird:

$$P(\text{Hypothese}|\text{Input}) = \frac{P(\text{Input}|\text{Hypothese}) \cdot P(\text{Hypothese})}{P(\text{Input})}$$

Das Gehirn konstruiert ein »internes Modell« der Realität, das auf vergangenen Erfahrungen basiert und mit jeder neuen Wahrnehmung oder Handlung überprüft wird. Bei Abweichungen zwischen Vorhersage und tatsächlichem Reiz entsteht ein sogenannter *prediction error*, der das Modell korrigiert – mit dem Ziel, zukünftige Impulse präziser vorherzusagen. Diese Sichtweise, oft auch als Predictive Coding bezeichnet, lässt sich nicht nur auf Wahrnehmung, sondern auch auf höhere kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit, Lernen und Denken anwenden. Intuition erscheint in diesem Rahmen nicht als mysteriöses Bauchgefühl, sondern als Ausdruck tief verwurzelter, unbewusster Wahrscheinlichkeitsverarbeitung. Was als plötzliche Einsicht oder spontane Idee erscheint, basiert in Wahrheit auf einem über Jahre feinjustierten internen Modell, das ständig mit neuen Daten abgeglichen wird.

Die Theorie erklärt, warum unser Denken in vielen Situationen erstaunlich effizient, in anderen jedoch überraschend fehlgeleitet ist – etwa bei Paradoxien, Illusionen oder abstrakten mathematischen Konzepten. Denn das Gehirn ist auf Effizienz und Vorhersageoptimierung, nicht auf formale Widerspruchsfreiheit ausgerichtet.

Folgendes Beispiel, Abb. 1 auf der nächsten Seite, illustriert sehr schön, wie die Verallgemeinerung gemachter Erfahrungen aus Mangel an Informationen zu intuitiven Schlüssen führt. Das Modell des Bayesian Brain erklärt, wie es zu dieser Fehleinschätzung unserer Intuition kommt. Das gezeigte Objekt wird vom Gehirn zunächst drei-dimensional repräsentiert. Die Färbung der Kreise lässt das Gehirn intuitiv vermuten, es handele sich dabei um Wölbungen in der Fläche.

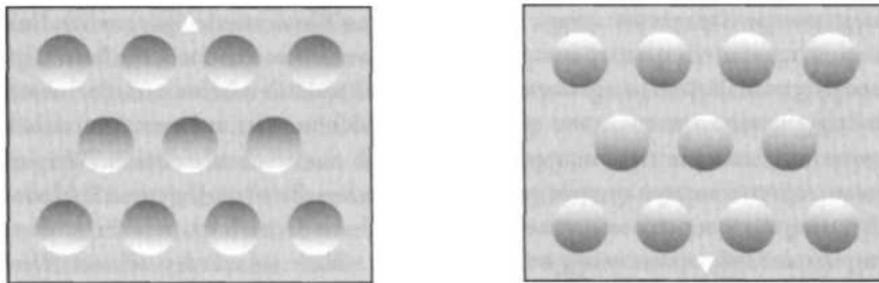


Abb. 1: *Optische Illusion: das rechte Bild ist lediglich das linke Bild um 180° gedreht. Dennoch nehmen wir es so wahr, als seien die Kreise im Linken innere Wölbungen und im Rechten äußere Wölbungen*

Da wir im Alltag meist Erfahrung mit Lichtquellen von oben machen, ist es für die Intuition am plausibelsten, dies als Ursache für die Farbmuster zu deuten. Unter der Annahme, dass eine Beleuchtung von oben für die Helligkeitsunterschiede innerhalb der Kreise verantwortlich ist, erscheint die Hypothese, dass es sich in beiden Fällen um eine entsprechend gewölbte Fläche handelt, als sehr wahrscheinlich.

### **Zahlen: Der natürliche Sinn für Mathematik**

Mathematisches Denken gilt oft als Ausdruck kulturell erworbener Abstraktion – doch zahlreiche neurowissenschaftliche Befunde deuten darauf hin, dass die Fähigkeit, mit Zahlen umzugehen evolutionär tief verwurzelt ist. NIEDER [6] beschreibt, dass die Grundlage des Zahlenverständnisses nicht erst mit Schulbildung beginnt, sondern bereits bei nicht-menschlichen Primaten, Vögeln und Kleinkindern beobachtet werden kann.

Schon sehr junge Säuglinge zeigen ein intuitives Verständnis von Anzahl. In klassischen Versuchsreihen etwa starren sie signifikant länger auf einen Bildschirm, wenn ein zählbares Ergebnis unerwartet erscheint – etwa wenn aus zwei Objekten plötzlich nur noch eines zu sehen ist. Diese verlängerte Aufmerksamkeit wird als Hinweis interpretiert, dass das Kind eine mentale Repräsentation des Begriffes *Menge* gebildet hat, die mit der tatsächlichen Wahrnehmung nicht übereinstimmt – ein einfacher, aber fundamentaler »prediction error«. Nieder zeigt, dass solche Fähigkeiten tief in der Neurobiologie des Gehirns verankert sind.

In Experimenten mit Rhesusaffen oder Krähen lassen sich neuronale Aktivitätsmuster identifizieren, die spezifisch auf bestimmte Anzahlen reagieren – sogenannte »Zahlensensitive Neuronen«. Diese Neuronen feuern besonders stark bei einer bevorzugten Anzahl (z. B. »drei«) und schwächer bei benachbarten Werten. Sie kodieren also Anzahl analog zur Wahrnehmung von Farbe oder Klangfrequenz – als eine grundlegende Eigenschaft der Umwelt. Auch beim Menschen lässt sich dieser »Zahlensinn« nachweisen. Neuroimaging-Studien zeigen, dass

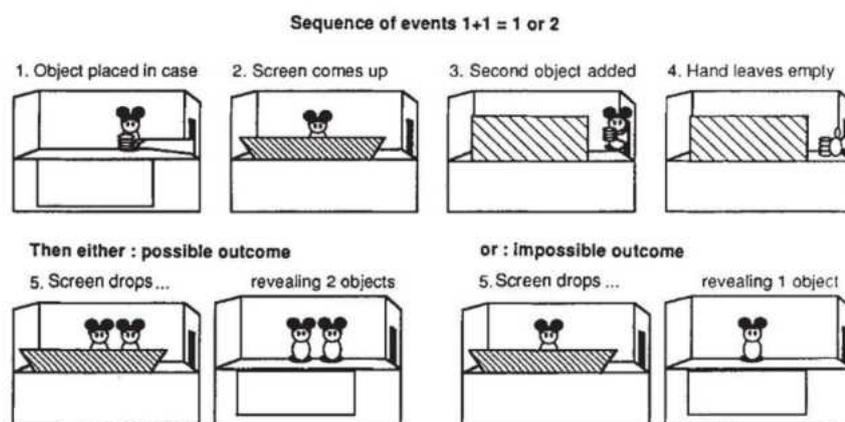


Abb. 2: Rechnen bei Säuglingen

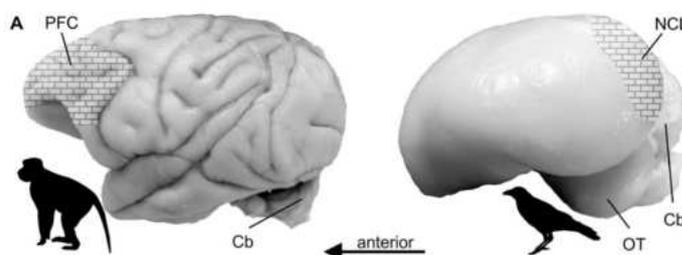


Abb. 3: Ausgezeichnete Bereiche der Gehirne eines Macaque Affen (links) und einer Krähe (rechts), welche besondere Aktivität beim Umgang nicht-symbolischen Zahlen (bspw. Menge an Futter) haben

das menschliche Gehirn beim Umgang mit Zahlen mehrere Regionen aktiviert – vor allem im intraparietalen Sulcus (IPS), einer Region im parietalen Cortex, die auch bei Primaten aktiv ist. Das sogenannte »Triple-Code-Model« beschreibt drei Repräsentationsformen: eine visuell-arabische (z. B. »7«), eine verbal-linguistische (»sieben«) und eine mengenbasierte (»viele«). Diese parallele Kodierung macht es möglich, sowohl abstrakt zu rechnen als auch spontan zu schätzen. Insgesamt zeigt sich: Das, was wir als »Mathematik« verstehen, ruht auf einem neurobiologischen Fundament, das über Millionen Jahre evolutionär gewachsen ist. Die Fähigkeit, Anzahl, Größe und Verhältnis zu erfassen, war in der Tierwelt überlebenswichtig – etwa zur Einschätzung von Nahrungsvorkommen oder der Größe rivalisierender Gruppen. Diese instinktiven numerischen Fähigkeiten bilden die kognitive Grundlage, auf der das formale, symbolische Rechnen später aufbauen kann.

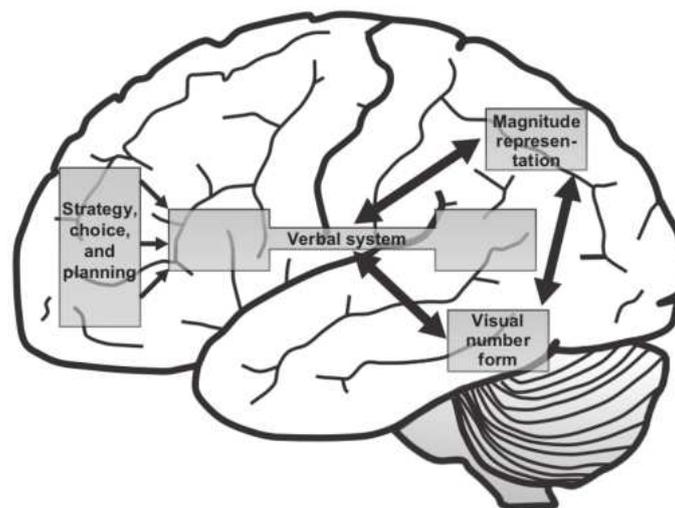


Abb. 4: Zuordnung aktiver Hirnregionen beim Menschen während eines Rechenprozesses nach dem Triple-Code-Modell

### ***Eine intuitive Assoziation zwischen Zahlen und Raumwahrnehmung***

Das menschliche Zahlenverständnis ist nicht nur symbolisch oder abstrakt, sondern tief mit räumlicher Wahrnehmung verknüpft. Schon im Kindesalter – und teils unabhängig von formaler Schulbildung – entwickeln Menschen eine mentale Zahlengerade, auf der kleinere Zahlen typischerweise links und größere rechts angeordnet sind. Dieses Phänomen ist kein rein kulturelles Artefakt, sondern scheint neurokognitiv verankert zu sein.

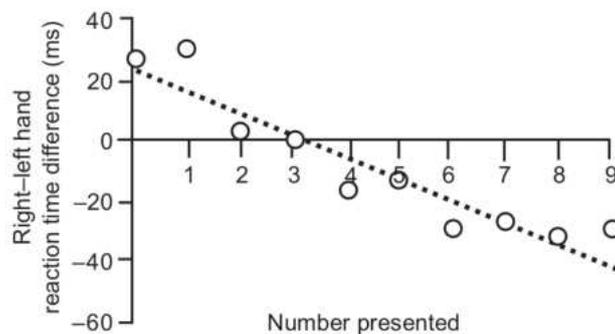


Abb. 5: Versuchspersonen sollen entscheiden, ob eine angezeigte Zahl gerade oder ungerade ist. Reaktionszeiten unterscheiden sich zwischen beiden Händen und der Größe der Zahlen: links ist schneller bei »kleinen« Zahlen, rechts bei »großen« Zahlen

Ein zentrales Experiment, das diesen Zusammenhang belegt, ist der sogenannte SNARC-Effekt (Spatial-Numerical Association of Response Codes). Dabei zeigen Versuchspersonen bei der Entscheidung, ob eine Zahl gerade oder ungerade ist, unterschiedliche Reaktionszeiten: Linke Handbewegungen erfolgen schneller bei kleinen Zahlen, rechte bei großen. Die räumliche Codierung der Zahlen scheint dabei automatisch abzulaufen – selbst wenn Raum für die Aufgabe eigentlich irrelevant ist. Dies weist auf eine tiefe Kopplung zwischen numerischer und räumlicher Verarbeitung im Gehirn hin.

Neurowissenschaftlich lässt sich dieses Zusammenspiel durch die Aktivierung überlappender Hirnregionen erklären, siehe DEHAENE [3]. Insbesondere der intraparietale Sulcus, eine Region im Parietallappen, ist sowohl an der Verarbeitung von Zahlengrößen als auch an der räumlichen Orientierung beteiligt. Diese funktionale Überlappung legt nahe, dass sich das Gehirn evolutiv effizienter organisiert hat, indem es Zahlen auf vorhandene Raumstrukturen projiziert.

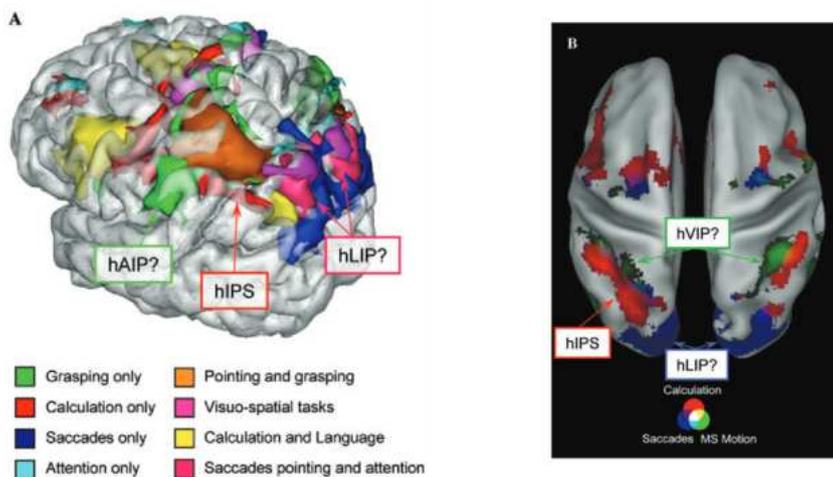


Abb. 6: Während des Rechnens aktive Hirnregionen beim Menschen (links) und bei einem Macaque Affen (rechts).

Weitere Hinweise auf diese räumlich-numerische Assoziation liefern pathologische Befunde. Patienten mit halbseitiger Vernachlässigung (meist nach rechts-hemisphärischen Läsionen) verorten beispielsweise die Mitte der Zahlenskala systematisch falsch. Auf die Frage, welche Zahl zwischen 1 und 9 liegt, antworten sie häufig mit »6« statt »5« – ein deutliches Indiz dafür, dass Zahlen tatsächlich räumlich im Gehirn abgebildet werden und nicht nur abstrakt »gewusst« sind.

In der Evolution war die Schätzung von Anzahl und Raum eng miteinander verknüpft: etwa bei der Einschätzung von Entfernungen, Gruppengrößen oder Ressourcenverteilungen. Das Gehirn hat daher vermutlich Zahlen mit Raum verschaltet, um schneller und effizienter reagieren zu können – eine kognitive Abkürzung, die bis heute in unserer Zahlenverarbeitung nachwirkt.

Insgesamt ergibt sich das Bild eines »embodied number sense« – eines Zah-

“Where is the midpoint of the line?”



Abb. 7: Patienten mit *halbseitiger Vernachlässigung* schätzen krankheitsbedingt Längenverhältnisse, bspw. eine *Mittelpunktbestimmung*, falsch ein. Erstaunlicherweise führt dies auch zu intuitiven Fehlern bei Größenschätzungen von Zahlen, obwohl keine *pathologische Einschränkung der Rechenfähigkeiten* nachgewiesen werden kann.

lensinns, der nicht losgelöst von der sinnlichen Welt, sondern eng verwoben mit Raumwahrnehmung und motorischer Handlung entstanden ist. Diese Verbindung prägt unser mathematisches Denken bis heute – in Alltagsentscheidungen genauso wie bei formaler Mathematik.

### **Intuitive künstliche Intelligenz**

Mit der Zeit machte die Erforschung der Gehirnprozesse Fortschritte, aber auch die Entwicklung von Computern. Dank des besseren Verständnisses der Funktionsweise des Gehirns konnten diese Prozesse rechnerisch nachgeahmt werden, was zur Entwicklung von künstlicher Intelligenz führte.

Künstliche neuronale Netze orientieren sich prinzipiell an der Struktur und Funktionsweise des menschlichen Gehirns, jedoch in geringerer Komplexität. In beiden Fällen werden Daten durch Verbindungen zwischen Einheiten (biologische Neuronen oder künstliche Knoten) verarbeitet, deren Gewichte auf Grund von Erfahrung angepasst werden. Diese Neuronen sind in Schichten strukturiert, welche parallel arbeiten.

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilbereich der Informatik, in dem Systeme entwickelt werden, die menschliche Intelligenz nachahmen und durch *Lernen* aus Trainingsdaten Aufgaben zunehmend besser erfüllen.

Das Konzept des Lernens spielt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von Denken und Intuition – sowohl beim Menschen als auch in der künstlichen Intelligenz. Ein Neugeborenes verfügt beispielsweise nicht von Geburt an über das Wissen, dass Feuer Schmerzen verursacht oder wie man das Gleichgewicht beim Gehen hält. Solche Fähigkeiten werden im Laufe der Zeit durch Sinneseindrücke und bewusste Verarbeitung erworben. So wie der Mensch diese Fähigkeiten durch Sinnesreize einerseits als auch durch bewusstes Denken andererseits erwirbt, gibt es beim Entwurf neuronaler Netze mehrere Möglichkeiten, den Prozess des

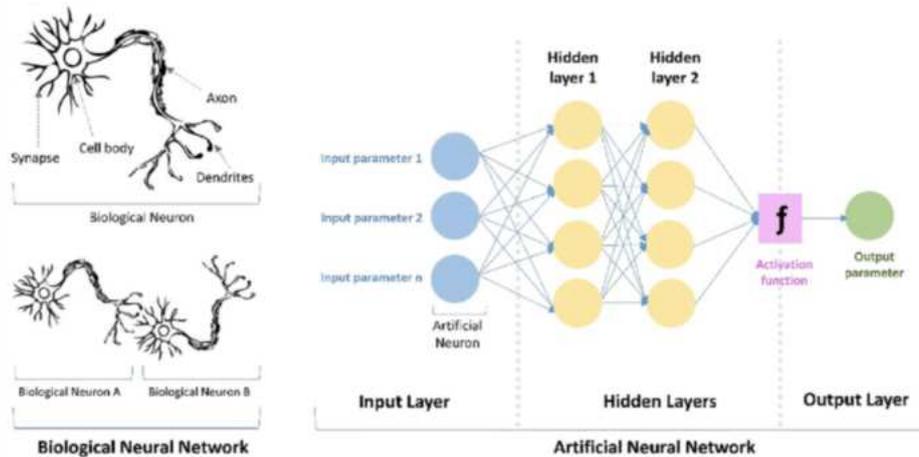


Abb. 8: Analogie zwischen biologischem Gehirn und künstlichen neuronalen Netzen [4].

Wissenserwerbs zu modellieren. Unabhängig vom Modell ist das Ziel immer dasselbe: aus bereits verfügbaren Informationen zu lernen, um Rückschlüsse auf neue Daten zu ziehen.

### **KI und Lernen: Zwei Schlüsselbegriffe**

Ein grundlegendes Verständnis des Lernens bei der KI beginnt mit zwei Schlüsselbegriffen, die eng miteinander verknüpft sind:

**1. Die Verlustfunktion.** Ein zentrales Element beim Training künstlicher neuronaler Netze ist die sogenannte *Verlustfunktion* (engl. *loss function*). Sie misst, wie groß die Abweichung zwischen den Vorhersagen des Modells und den tatsächlichen Zielwerten ist.<sup>1</sup> Mit anderen Worten: Sie quantifiziert, wie gut oder schlecht das Netz seine Aufgabe erfüllt.

Neuronale Netze versuchen, die Verlustfunktion zu minimieren, indem sie ihre internen Parameter mithilfe von Optimierungsverfahren – wie dem *Gradientenabstieg* – anpassen.

**2. Die Verallgemeinerung.** Ein leistungsfähiges Modell zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht nur die Trainingsdaten reproduzieren kann, sondern das Gelernte auch auf neue, bisher unbekannte Daten überträgt. Dies bezeichnet man als *Generalisierungsfähigkeit*.

(1) *Analogie mit dem Bayesian Brain-Modell:* Das Gehirn – ebenso wie ein neuronales Netz – operiert unter der Annahme, dass Vorhersagen laufend mit sensorischen Informationen abgeglichen werden. Der dabei entstehende Vorhersagefehler entspricht dem Verlust, den es zu minimieren gilt.

### **Beispiele für Lernprozesse in der KI**

Um besser zu verstehen, wie künstliche Intelligenz lernt, werfen wir einen Blick auf zwei berühmte neuronale Netzwerke, die vom Team bei Google DeepMind entwickelt wurden und komplexe Herausforderungen gelöst haben, die zuvor als kaum lösbar galten: *AlphaGo Zero* [1] und *emphAlphaGeometry* [2]. Beide Systeme basieren auf unterschiedlichen Lernansätzen und zeigen, wie KI genutzt werden kann, um komplexe Aufgaben zu lösen.

**AlphaGo Zero.** AlphaGo Zero ist eine Weiterentwicklung des ursprünglichen AlphaGo-Systems, das das Spiel *Go* meistert – ein hochkomplexes strategisches Brettspiel mit mehr möglichen Spielverläufen als Atome im Universum. Während AlphaGo noch auf menschlichen Spielaufzeichnungen basierte, geht AlphaGo Zero einen radikaleren Weg: Es beginnt komplett ohne Vorwissen und lernt, das Spiel allein durch Üben gegen sich selbst zu meistern.

Kern dieses Ansatzes ist das *Reinforcement Learning* (RL), ein Lernparadigma, bei dem ein Agent durch Interaktion mit einer Umgebung lernt, Entscheidungen zu treffen. Der Agent führt Aktionen aus und erhält dafür Rückmeldungen in Form von Belohnungen oder Bestrafungen. Ziel ist es, durch Anpassung des Verhaltens eine Strategie zu erlernen, die den langfristigen Gesamtertrag maximiert.

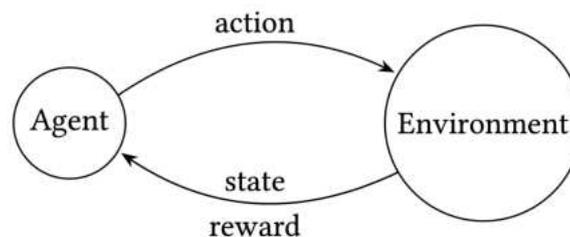


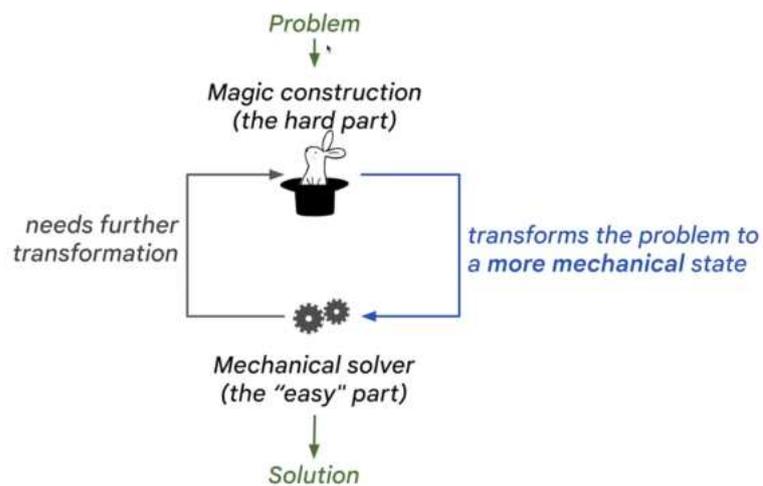
Abb. 9: Konzeptdiagramm des Reinforcement Learning Prozesses.

Ein zentrales Konzept dabei ist das Gleichgewicht zwischen *Erkundung* und *Ausnutzung*: Der Agent muss neue Strategien erforschen, darf aber dabei nicht die Nutzung bereits bewährter Vorgehensweisen vernachlässigen.

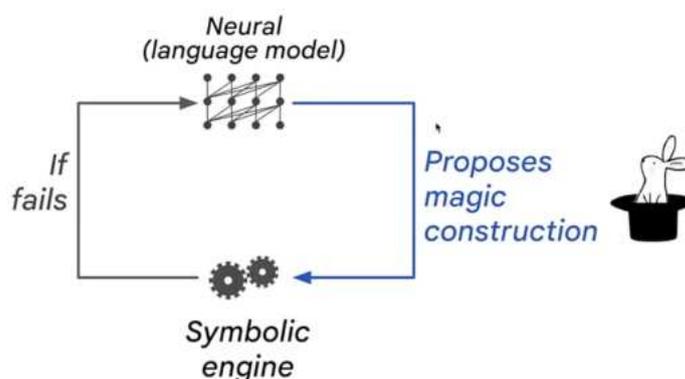
Lernen mittels RL funktioniert bei AlphaGo Zero so gut, weil es ein klares Ziel und genau definierte Regeln gibt – trotz der enormen Komplexität des Spiels *Go*.<sup>2</sup> Durch den Einsatz großer Rechenleistung kann das System Millionen von Partien in kurzer Zeit simulieren. Zudem erfolgt der Lernprozess vollständig autonom, ohne Einfluss menschlicher Vorgaben.

<sup>(2)</sup> Der Sieg von AlphaGo Zero über frühere Systeme stellt einen bedeutenden Fortschritt in der KI dar. Zum Vergleich: Während das Schachspiel etwa  $10^{40}$  mögliche Stellungen erlaubt, liegt diese Zahl bei *Go* bei etwa  $10^{170}$  – eine Komplexität, die herkömmliche Suchverfahren bei Weitem übersteigt. Dass ein KI-System ohne externes Wissen in der Lage ist, in einem solchen Umfeld Strategien zu entwickeln und zu dominieren, markiert einen Meilenstein in der Geschichte des maschinellen Lernens.

Tatsächlich konnte AlphaGo Zero seinen Vorgänger AlphaGo nach nur wenigen Tagen Training übertreffen – ohne jemals ein menschliches Spiel gesehen zu haben. Dies zeigt nicht nur das Potenzial selbstlernender Systeme, sondern auch die Effektivität von Reinforcement Learning bei Aufgaben mit klar strukturiertem Feedback.



(a) »Menschlicher« Problemlösungsprozess



(b) AlphaGeometry Problemlösungsprozess

Abb. 10: Vergleich der Problemlösungsprozesse

**AlphaGeometry.** Ein neuronales Netz zu entwickeln, das ein Brettspiel wie Go meistert, ist bereits eine beeindruckende Leistung. Doch das Team von Google DeepMind stellte sich 2024 einer noch größeren Herausforderung: dem Lösen komplexer mathematischer Aufgaben. Im Gegensatz zu Spielen, die klar definierte

Regeln und Ziele haben, erfordert Mathematik eine deutlich höhere Flexibilität im Denken sowie die Fähigkeit, Muster zu erkennen und kreative Lösungsansätze zu entwickeln. Besonders in der Geometrie spielen visuelle Intuition und die Fähigkeit, Zusammenhänge in Skizzen zu erkennen, eine zentrale Rolle. Um diesem menschlichen Problemlösungsprozess näherzukommen, konzentrierte sich das AlphaGeometry-Projekt auf Aufgaben der Internationalen Mathematik-Olympiade (IMO).

Bei der Entwicklung von AlphaGeometry hat sich das DeepMind-Team davon inspirieren lassen, wie Menschen an mathematische Probleme herangehen. Der kreative Prozess des Lösen eines mathematischen Problems wechselt zwischen einer intuitiven und einer mechanischen Phase. Zu Beginn besteht der schwierigste Teil darin, die richtige Struktur oder Umformulierung zu finden, die das Problem handhabbarer macht, was Intuition, Erfahrung und manchmal Inspiration erfordert. Sobald dies erreicht ist, wird das Problem in eine leichter zugängliche Version umgewandelt, bei der systematische Techniken und Verfahren angewandt werden können, um die Lösung zu finden. In vielen Fällen ist diese Lösung jedoch nicht unmittelbar und der Prozess muss angepasst werden, was uns in einem Zyklus ständiger Verfeinerung zurück in die kreative Phase bringt, bis wir eine zufriedenstellende Antwort gefunden haben. Dieses Gleichgewicht zwischen Intuition und Methode ist der Schlüssel des mathematischen Denkens. Genau diesen Mechanismus hat das DeepMind-Team versucht künstlich zu reproduzieren. Das System wechselt zwischen zwei Ansätzen: Zunächst nutzt es ein neuronales Netz, um potenzielle Lösungswege zu priorisieren, und wendet dann formale Deduktion an, um diese Schritte zu validieren. Diese Kombination ermöglicht es, Probleme zu lösen, die nicht nur regelbasiertes Denken, sondern auch kreative Konstruktionen erfordern.

- *Symbolischer Motor – Regel und axiombasierte Suche:* AlphaGeometry basiert auf einem symbolischen Motor, der formalen geometrischen Regeln folgt, etwa klassischen Theoremen wie dem Satz des Thales oder dem Satz von Ceva. Dieser Teil arbeitet vergleichbar mit einem Mathematiker, der strukturiertes Vorwissen anwendet.<sup>3</sup>
- *Neuronales Netz für mathematische Intuition:* AlphaGeometry verwendet ein trainiertes neuronales Netz, um Muster zu erkennen und aussichtsreiche Beweisschritte vorzuschlagen – ähnlich wie ein Mensch ein Gespür dafür entwickelt, welche Strategie erfolgreich sein könnte. Ein Sprachmodell wird auf den synthetisch erzeugten Daten trainiert und so konfiguriert, dass es sich auf die Konstruktion hilfreicher *Zwischenobjekte* konzentriert, während die Ableitungsschritte selbst an die symbolischen Maschinen delegiert werden.

---

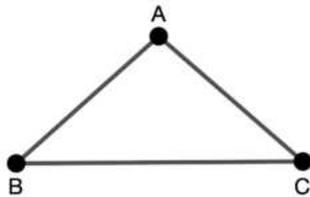
<sup>(3)</sup> Zur Trainingszeit wurden mithilfe bestehender symbolischer Maschinen und zufälliger theoretischer Prämissen insgesamt 100 Millionen synthetische Theoreme mit ihren Beweisen generiert. Viele dieser Beweise bestehen aus mehr als 200 logischen Schritten – etwa viermal so viele wie durchschnittliche IMO-Beweise.

Die Beweissuche erfolgt in einer Schleife, bei der sich Sprachmodell und symbolische Deduktionsmaschine abwechseln. Der Prozess endet, wenn entweder die Schlussfolgerung des Theorems erreicht ist oder eine maximale Anzahl an Iterationen überschritten wird. Das Sprachmodell erhält die Problemstellung als Zeichenfolge und generiert bei jedem Durchlauf eine zusätzliche Aussage, beispielsweise: »Konstruiere den Punkt  $X$ , sodass  $ABCX$  ein Parallelogramm ist.« Diese Hilfskonstruktionen werden an die symbolische Maschine übergeben, die mit den neuen Eingaben arbeitet. Dadurch erweitert sich ihr Deduktionsraum und eine vollständige Lösung wird möglich.

**Beispiel: Beweis eines einfachen Satzes mit AlphaGeometry.**

**Satz** Gegeben sei ein Dreieck  $ABC$  mit  $AB = AC$ . Beweisen Sie, dass

$$\angle ABC = \angle ACB.$$



a. Diagramm und Problemstellung:

Wir betrachten ein beliebiges Dreieck  $ABC$  mit  $AB = AC$ , also ein gleichschenkliges Dreieck. Ziel ist es zu zeigen, dass die Basiswinkel  $\angle ABC$  und  $\angle ACB$  gleich groß sind.

b. Erste Phase - symbolische Deduktion: AlphaGeometry beginnt die Beweissuche mit der symbolischen Deduktionsmaschine. Diese leitet aus den gegebenen Prämissen ( $AB = AC$ ) logisch gültige neue Aussagen ab. Sie analysiert symmetrische Eigenschaften und prüft, ob die Behauptung  $\angle ABC = \angle ACB$  daraus direkt folgt. In diesem Fall erkennt die Maschine, dass sie mit den vorhandenen Informationen allein den Beweis nicht abschließen kann.

c. Intuitive Phase - Hilfskonstruktion durch das Sprachmodell: Da kein Beweis gefunden wurde, übernimmt das Sprachmodell. Es schlägt eine einfache, aber effektive Hilfskonstruktion vor: »Konstruiere den Punkt  $D$  als Mittelpunkt der Strecke  $BC$ .« Diese Konstruktion erweitert den Wissenszustand und bietet neue Möglichkeiten zur Deduktion. Sie basiert auf der Idee, die Symmetrie von  $ABC$  explizit auszunutzen.

d. Zweite Phase - erweiterte Deduktion: Die symbolische Maschine übernimmt erneut. Mithilfe der Hilfskonstruktion erkennt sie nun:

- $BD = DC$  (Eigenschaft des Mittelpunkts),
- $AD$  ist eine Winkelhalbierende, Höhenlinie und auch Mittelsenkrechte (wegen Symmetrie bei  $AB = AC$ ),
- Daraus folgt:  $\angle ABC = \angle ACB$ .

Die Schleife bricht ab, da der Beweis erfolgreich abgeschlossen wurde, mit nur einer Hilfskonstruktion.

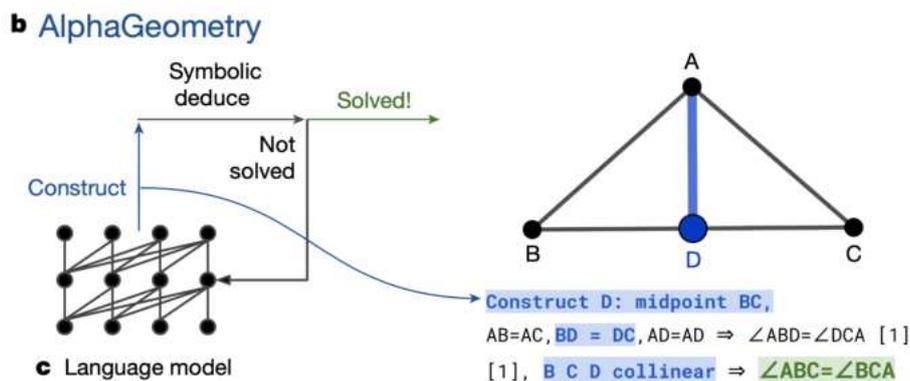


Abb. 11: Beispiel für die Lösung eines einfachen Problems mit AlphaGeometry.

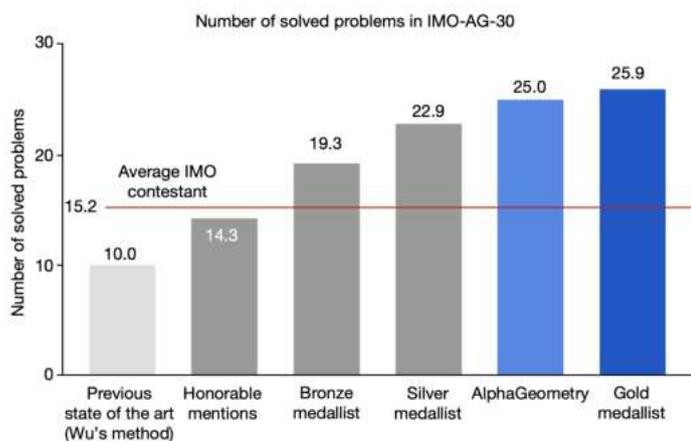


Abb. 12: AlphaGeometry Leistungsergebnisse.

AlphaGeometry hat bedeutende Fortschritte bei der automatischen Lösung geometrischer Probleme gemacht. Bei einem Benchmark von 30 offiziellen IMO-Geometrieaufgaben (IMO-AG-30) aus den Jahren 2000 bis 2022 konnte das System 25 Aufgaben unter Wettbewerbsbedingungen lösen – ein Ergebnis, das der durchschnittlichen Leistung menschlicher Goldmedaillengewinner nahe kommt. Zum Vergleich: Die bisher führende Methode (»Wu's method«) löste nur 10 Aufgaben. AlphaGeometry hebt damit den Standard automatischer Theorembeweiser von einem Niveau unterhalb der menschlichen Leistung auf ein nahezu olympisches Spitzenniveau.<sup>4</sup>

<sup>(4)</sup> Dieser Vergleich ist aber nur näherungsweise möglich – zum Beispiel, weil die IMO-Teilnehmer mit natürlichsprachlichen Formulierungen arbeiten und die Olympiade auch andere mathematische Disziplinen umfasst.

## Conclusio

Die Betrachtung menschlicher und künstlicher Intelligenz im Umgang mit mathematischen Problemen zeigt zwei grundsätzlich unterschiedliche, aber einander ergänzende Herangehensweisen. Das menschliche Denken basiert auf Intuition, Erfahrung und implizitem Wissen. Es ist geprägt von einer hohen Anpassungsfähigkeit, aber auch anfällig für kognitive Verzerrungen, insbesondere in abstrakten oder kontraintuitiven Kontexten.

Künstliche Intelligenz hingegen folgt formalen Prinzipien, lernt durch Daten und kann systematisch große Lösungsräume durchsuchen. Ihre Stärke liegt in der Konsistenz, der Wiederholbarkeit und der Fähigkeit, Strukturen zu erkennen, die dem Menschen verborgen bleiben – vorausgesetzt, die Aufgabenstellung ist ausreichend formalisiert.

Beide Systeme haben ihre eigenen Stärken und Grenzen. Während das menschliche Gehirn evolutionär für schnelles, situationsangepasstes Denken ausgelegt ist, kann KI in genau definierten Problembereichen eine enorme Tiefe und Präzision erreichen. Ein produktiver Umgang mit mathematischen Fragestellungen kann davon profitieren, diese unterschiedlichen Denkmodelle nicht isoliert zu betrachten, sondern als sich ergänzende Perspektiven zu verstehen. AlphaGeometry ist ein Beispiel, wie dieser kooperative Ansatz die Fähigkeiten generativer KI erweitern kann, bis hin zu proaktiven Beweisen mathematischer Vermutungen, wo man sich von KI zuvor noch geringen Nutzen versprach.

## Literatur

- [1] DEEPMIND: *AlphaGo: The Story So Far*. 2016  
URL: <https://tinyurl.com/3xmsze8k> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [2] DEEPMIND: *AlphaGeometry: An Olympiad-level AI system for geometry*. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/45y4kpne> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [3] S. DEHAENE: *Origins of mathematical intuitions: The case of arithmetic*. Ann. N. Y. Acad. Sci. **1156**(1) (2009) 232–259.
- [4] A. DWIVEDI: *Demystifying Generative AI: From Beginning to Now*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/msuh2uh9> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [5] J. HOHWY: *The predictive mind*. OUP Oxford (2013).
- [6] A. NIEDER: *A brain for numbers: the biology of the number instinct*. MIT press (2019).

# Ein Lehrer sagt: Eine Erklärung Ein Mathematiker sagt: Ein Beweis Ein Informatiker sagt: Ein Algorithmus

HANNAH VAN SANTVLIET



Bisweilen stelle ich mir die Farben  
als lebendige Gedanken vor, Wesen  
reiner Vernunft, mit denen ich mich  
auseinandersetzen kann.

---

*(Paul Cézanne)*

Die aktuelle Politik birgt zahlreiche Beispiele, wie dasselbe unterschiedlich wahrgenommen werden kann. Die Mathematik hingegen, so sollte man meinen, bietet eine Konstanz von unwiederbringlichen und undiskutierbar richtigen Fakten. Im Folgenden gehen wir auf verschiedene Perspektiven des Färbeproblems ein.

Das Färbeproblem ist ein sehr altes mathematisches Problem. Erstmals wurde es 1852 von *Francis Guthrie* in England formuliert.<sup>1</sup> Guthrie stellte sich die Frage, wie viele Farben nötig seien, eine Landkarte der englischen Grafschaften so zu färben, dass angrenzende Grafschaften nicht die gleiche Farbe teilen. Es gab Beispiele, bei denen drei Farben nicht ausreichten, aber es konnten keine Beispiele gefunden werden, die eine Färbung mit vier Farben unmöglich machten. Später wurde

---

(1) [Francis Guthrie \(1831-1899\)](#)

Guthries Vermutung, dass vier Farben immer ausreichen, als der *Vierfarbensatz* bekannt.

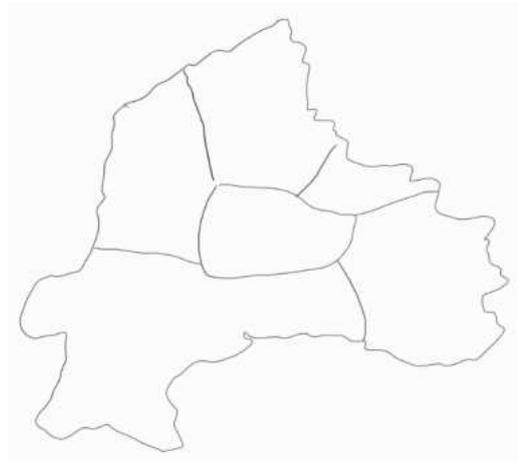


Abb. 1: Landkarte, die nicht 3-färbbar ist

Doch die Geschichte des Beweises des Vierfarbensatzes ist lang und gespickt mit falschen Beweisen. Um das zu verstehen, ist es sinnvoll, sich genauer anzuschauen, was den Beweis so schwer macht. Das Färbbarkeitsproblem von Landkarten lässt sich als graphentheoretisches Problem beschreiben. Ein Graph ist eine mathematische Struktur bestehend aus Knoten und Kanten, die die Knoten verbinden. Hier kann man ebenfalls fragen, ob vier Farben ausreichen, die Knoten so zu färben, sodass Knoten, die durch Kanten verbunden sind, unterschiedliche Farben haben. Dies ist nicht der Fall. Fünf Knoten, die alle mit Kanten verbunden sind, auch genannt  $K_5$ , benötigen auch fünf Farben.

Wenn man jedoch das Landkartenfärbeproblem als Graphenproblem darstellt, dann repräsentieren die Knoten die Grafschaften und Kanten zwischen Knoten gibt es genau dann, wenn die Grafschaften angrenzen. Diese Klasse von Graphen enthält nur Graphen mit einer Graphrepräsentation, bei der sich Kanten nicht kreuzen. Diese Klasse von Graphen nennt man *planare* Graphen und das vorherige Gegenbeispiel der fünf verbundenen Knoten ist nicht planar. Der erste Beweis des Vierfarbensatzes wurde 1879 von *Alfred Kempe*<sup>2</sup> aufgestellt und beruht darauf, dass es bei planaren Graphen mindestens einen Knoten  $x$  gibt, der mit höchstens fünf Kanten zu anderen Knoten verbunden ist SIPKA [4]. Per Induktion über die Anzahl an Knoten färbt er und zeigt im Induktionsschritt durch eine Fallunterscheidung, dass, wenn alle übrigen Knoten korrekt gefärbt sind, dann sich diese Färbung modifizieren lässt, sodass auch der Knoten  $x$  korrekt gefärbt werden kann.

Elf Jahre später wurde ein Fehler in eben dieser Fallunterscheidung gefunden. Trotz vieler Bemühungen gelang es nicht, der Fallunterscheidungen, die sich viel-

---

(2) [Alfred Kempe \(1849-1922\)](#)



Abb. 2: Ist Italien mit vier Farben färbbar?



Abb. 3: Offizielle Briefmarke zu Ehren von Prof Haken und Prof Appel

fach aufspalten, habhaft zu werden. In den 1960er Jahren schlug deshalb der Mathematiker *Heinrich Heesch*<sup>3</sup> vor, die Fallunterscheidungen durch Computerprogramme zu prüfen.

Dies wurde 1976 von *Kenneth Appel*<sup>4</sup> und *Wolfgang Haken*<sup>5</sup> umgesetzt, und 1936 Fälle wurden so computergestützt überprüft APPEL et al. [1].

Doch nun stellt sich die Frage: Ist das dann überhaupt noch ein Beweis? Was ist eigentlich ein Beweis? Eine Grundeigenschaft eines Beweises, auf die sich alle Mathematiker einigen sollten, ist die Überprüfbarkeit. Bei 1936 computergestützten Fallunterscheidungen ist anzuzweifeln, dass ein Mensch die Korrektheit prüfen kann. Nun zeigt aber das Phänomen von »falschen Beweisen«, dass auch Computerprogramme als Teil eines Beweises Fehler machen können.

(3) [Heinrich Heesch \(1906–1995\)](#)

(4) [Kenneth Appel \(1932–2013\)](#)

(5) [Wolfgang Haken \(1928–2022\)](#)

Eine weitere wünschenswerte Eigenschaft von Beweisen ist, dass sie die Aussage in einer Art und Weise erklären. Vielleicht würde sogar so manch ein Didaktiker meinen, dass ein Beweis schlicht eine gute Erklärung ist. Um zu glauben, dass eine Aussage wahr ist, reicht es nicht, einen formalen Beweis zu sehen, ohne ihn zu verstehen. Und um einen Beweis zu verstehen, muss ein Prozess des stückweise Nachvollziehens durchlaufen werden; das Zusammenbringen von einer Kette von Zeichen und Bedeutungen, einer Intuition, die mit den Zeichen einhergeht. Dieser Teil geht verloren, wenn Teile des Beweises in der Blackbox eines Computerprogramms verschwinden.

Ein Informatiker oder Logiker könnte nun antworten, dass Computerprogramme nicht einer verschlossenen, schwarzen Kiste gleichen müssen. Der Einsatz von Software im Beweis des Vierfarbensatzes zeigt, dass eine Erklärbarkeit der Computerprogramme unerlässlich ist, da auch der Beweis von Kenneth Appel und Wolfgang Haken Fehler enthielt. Die Reduktion und Beseitigung dieser Fehler im Jahre 1996 von Neil Robertson, Daniel Sanders, Paul Seymour und Robin Thomas zu 633 Fällen ROBERTSON et al. [3] musste sich immer noch kritisch mit dieser Problematik auseinandersetzen.

Im Jahre 2005 veröffentlichten Georges Gonthier und Benjamin Werner einen weiteren computergestützten Beweis des Vierfarbensatzes GONTHIER et al. [2]. Dieser war im Beweisassistent *Coq* geschrieben worden. Ein Beweisassistent ist ein Programm, das basierend auf logischer Deduktion mathematische Schlüsse zieht. Jeder Schritt ist hierbei gerechtfertigt durch das Anwenden einer logischen Regel oder eines logischen Axioms. Man könnte auch sagen, dass ein Beweisassistent einen Beweis »automatisiert«.

Ob ein automatisierter Beweis nun ein Beweis ist oder nicht, sei dem Leser überlassen. Fest steht, dass der Beweis des Vierfarbensatzes eine Mannigfaltigkeit der Perspektiven in der Mathematik aufzeigt, die der in der Politik gleicht. Die eine, reale Welt der Mathematik gibt es nicht und was wir als Mathematik, als Beweis, als hinreichende Erklärung akzeptieren, hängt von unserem Blickwinkel ab.

## Literatur

- [1] K. APPEL & W. HAKEN: *Every planar map is four colorable*. Bd. 98. Amer. Math. Soc. (1989).
- [2] G. GONTHIER et al. *Formal proof-the Four Color Theorem*. Notices Amer. Math. Soc. **55**(11) (2008) 1382–1393.
- [3] N. ROBERTSON et al. *The four-colour theorem*. Journal of Combinatorial Theory, Series B **70**(1) (1997) 2–44  
URL: <https://doi.org/10.1006/jctb.1997.1750> (aufgerufen am 23.06.2025).
- [4] T. SIPKA: *Alfred Bray Kempe's "Proof" of the Four Color Theorem*. Math Horizons **10**(2) (2002) 21–26  
URL: <https://www.jstor.org/stable/25678395> (aufgerufen am 23.06.2025).

# Existenz aus Sicht der Analytischen Philosophie

ROBERT BOEHRINGER



...Kant sagt auch so was irgendwo.

---

(Georg Christoph Lichtenberg)

In diesem Beitrag wird eine kurze Übersicht von prominenten Positionen der *analytischen Philosophie* zum Begriff *Existenz* gegeben. Dafür werden zunächst einige Intuitionen – im Sinne des späten [Wittgenstein](#) – für die Grundbegriffe dieses Themas entwickelt. Nach einer kurzen Übersicht der analytischen Philosophie wird schließlich die Frage nach der Existenz von Objekten anhand der Theorien [Quines](#) und [Kripkes](#) diskutiert. Der Vortrag zu diesem Beitrag wurde zusammen mit Luca Cofano gehalten, der über die Position des Strukturrealismus vorgetragen hat – daher ist dieser in diesem Text nicht aufgeführt.

## Einleitung

A curious thing about the ontological problem is its simplicity. It can be put in three Anglo-Saxon monosyllables: 'What is there?' It can be answered, moreover, in a word - 'Everything' - and everyone will accept this answer as true.

(Quine [33])

Wer Philosophen wie [Hartry Field](#) Glauben schenkt, hätte für einen Beweis des *großen Fermatschen Satzes* nicht bis 1994 warten müssen - schließlich ist dessen Behauptung, dass es keine Zahlen  $a, b$  und  $c$  gibt, sodass für  $n \geq 3$  die Identität

$$a^n + b^n = c^n$$

gilt, auch dann trivialerweise gezeigt, wenn es *überhaupt* keine Zahlen gibt.<sup>1</sup> Die Schlüssigkeit eines Beweises dieser Art steht allerdings auf zwei eher wackligen Beinen. Zum einen muss natürlich die vorausgehende Prämisse der »Nicht-Existenz« von Zahlen akzeptiert werden, und zum anderen muss der Satz der Mathematik dann auch auf eine solche Weise gelesen werden, dass sich dessen Begriff von Existenz mit dem *eigentlichen* deckt.

Dass die bestehende Mathematik mit einer *Lesart* dieser Art in die Fiktion gerückt wird, mag die Mathematikerin akzeptieren - nicht aber diejenige, die sie in den Naturwissenschaften anwenden möchte. Andererseits kann natürlich auch die Mathematikerin der Meinung sein, dass sich die Mathematik durchaus mit der Realität befasst, nämlich mit deren *logischen Grundstrukturen*, und daher eben keine Fiktion ist - wie auch die Naturwissenschaftlerin der Meinung sein kann, dass ihre Wissenschaft keine Aussagen über die Realität macht, sondern allein als Fiktion eine bestimmte Systematik für die Zwecke der Gesellschaft aufbaut.

Dass wir zögern, die Mathematik als eine bloße *Fiktion* darzustellen, liegt nach [Burgess](#) daran, dass wir uns auf die Mathematik im Gegensatz zu (offensichtlichen) Fiktionen verlassen können - "If we need the services of a good detective, we do not go to Baker Street" (BURGESS [2, S.5]) - diese Intuition hängt dann aber auch vom Verständnis des Begriffs »Fiktion« ab. Andererseits ist es auch klar, warum wir zögern, der Mathematik dieselbe (unkontroverse) Existenz zuzusprechen, wie wir es bei den physischen Objekten tun: "How could we come to know anything asserting, implying, or presupposing that there are numbers, functions, or sets, given that it does not make sense to ascribe spatiotemporal location or causal powers to such mathematical entities (BURGESS [2, S.3])?" In diesen Fragen wird eine Vielzahl an Positionen vertreten: [Platonismus](#), [Logizismus](#), [Nominalismus](#), [Formalismus](#) etc.. Das Romseminar hat sich in diesem Jahr das Thema »Fiktive, virtuelle und reale Welten« gewählt. In diesem Beitrag sollen die Fragen nach Realität und Fiktion, ausgehend von prominenten Standpunkten innerhalb der analytischen Philosophie, behandelt werden. Ein besonderes Augenmerk liegt daher auf der bereits angedeuteten Frage nach der *korrekten Lesart* eines Satzes, vor

(1) Siehe dazu [FIELD](#) [9], Beispiel entnommen aus [JOHN P. BURGESS](#) [17].

allein in Bezug auf die *Existenz*. Ist Existenz eine *Eigenschaft* eines Objektes oder ein *Quantor*, wie in der Mathematik der Fall ist? Und welche Objekte existieren – faktisch, möglicherweise oder unmöglicherweise?

My reasoning went as follows:[...] When I had the two series of figures, one furnished by the satellite and the other calculated theoretically [...], I would make the necessary adjustments and the two groups would then coincide up to the fourth decimal point, [...]. If the figures obtained from the satellite were simply the product of my deranged mind, they could not possibly coincide with the second series. My brain might be unhinged, but it could not conceivably compete with the Station's giant computer and secretly perform calculations requiring several months' work.

(*Stanisław Lem, Solaris*)

### **Realität, Fiktion und Virtualität**

Everything is nothing, with a twist.

(*Kurt Vonnegut*)

Bevor es um die speziellen Begriffe und Systematiken der analytischen Philosophie gehen soll, muss zunächst eine ungefähre Klarheit über einige Grundbegriffe der hier behandelten Thematik hergestellt werden. Die Begriffe »Realität/Fiktion«, »Existenz/Notwendigkeit« und »Wahrheit/Wissen« haben allesamt intuitiven Gehalt. Die Erwartung an die Wissenschaft ist es, solche Begriffe zu *explizieren*, d. h. eine präzise, klare und eindeutige Definition zu geben.

Aber schon wie eine solche »*begriffliche Klarheit*« hergestellt werden sollte, ist strittig – ab wann ist ein Begriff wie *Realität* erklärt und definiert? Real ist eben, was es *wirklich* gibt. Wer meint, Definitionen von so fundamentalen Begriffen geben zu können, stößt schnell auf Schwierigkeiten. Denn, was bedeutet nun dieses Wort: »*wirklich*«?

Die Erklärungen hören irgendwo auf, nämlich dann, wenn das Gegenüber den zu erklärenden Begriff verstanden hat.

»Sag nicht ›Es gibt keine letzte Erklärung‹. Das ist gerade so, als wolltest du sagen: ›Es gibt kein letztes Haus in dieser Straße; man kann immer noch eines dazubauen (WITTGENSTEIN [46, § 29]).«

Dem Begriff »Realität« geht eine Familie von Assoziationen einher, allen voran die *Unabhängigkeit vom Menschen* und die *Objektivität*.<sup>2</sup> Real ist etwas, was kein bloßes mentales oder soziales Konstrukt des Menschen ist, also was nicht erst *hervorgebracht* wird (etwa durch Denken oder Beobachtung). Objektivität meint, dass die Realität *an sich* eindeutig gegeben ist. Es ist klar, dass die Frage nach der Realität mit der Frage nach dem *Existenten* einhergeht – in bestimmten Kontexten sogar genau. Bekannt ist die Position des *Platonismus*<sup>3</sup>, die eine solche

(2) Siehe zum Begriff der »*Familie*« u. a. WITTGENSTEIN [46, § 65,66].

(3) bzw. die Position, die so genannt wird.

*unabhängige Existenz* auch dem attestiert, was wir als *Ideen* verstehen.

Es ist im Wesentlichen sinnlos, zu versuchen, eine *einzig allgemeine* Definition der »Realität« und des »Realen« zu geben, aber dennoch sinnvoll, den Begriff und die mit ihm assoziierten Begriffe Existenz, Unabhängigkeit etc. in gewissen *Theorien* bzw. *Sprachspielen* zu benutzen. Der Realitätsbegriff ist untrennbar mit der Sprache verbunden, in der er geäußert wird.<sup>4</sup> Die verschiedenen Realitätsbegriffe teilen sich keine Definition, sondern gehören, ebenso die Behauptung, dass »etwas existiere«, lediglich zur gleichen Familie: Vergleiche z. B. die Aussagen »Hamlet existierte«, »Der Geist von Hamlets Vater existiert nicht« und »Elisabeth I existierte« (KRIPKE [siehe dazu 21, S.59]).<sup>5</sup>

Ist dann die Fiktion das, was nicht real ist? Nein, so wird dieses Wort nicht gebraucht. Fiktional ist etwas, das die Realität in gewisser Hinsicht nachahmt, es aber nicht ist. Die Fiktion ist eine *Verdopplung der Realität* (ESPOSITO [siehe dazu 8]).

Wir nennen etwas, dessen *wirkliches* Sein in klarer Abtrennung zu einer Erscheinung oder Funktionalität steht, »virtuell«. Virtualität ist keine Eigenschaft, die eine Sache an sich besitzt, da sie ganz offenbar subjektiv ist. Dass die Fotografie einer Tasse eine virtuelle Tasse ist, gilt nur für diejenige, für die die primäre Erscheinung einer Tasse zunächst visuell ist. Sicherlich gilt das nicht für eine Blinde oder eine Fledermaus. Aus demselben Grund ist die sogenannte »Virtual Reality« in *keinster* Weise ein Abbild oder eine Simulation der Realität. Sie ist allein auf *unsere* Sinneswahrnehmungen ausgelegt, von denen die Realität unabhängig ist.

## Ontologie

In the beginning the Universe was created. This has made a lot of people very angry and has been widely regarded as a bad move.

(Douglas Adams)

Die Untersuchung der Realität gehört zur Disziplin der »*Ontologie*«. Sie fragt nach dem *Wesen des Seins* und ist ein Teil der »*Metaphysik*« – die Begriffe werden manchmal auch austauschbar genutzt. Für uns ist hauptsächlich die Frage der *Existenz* als Merkmal des Seins wichtig. Existenz wird intuitiv über Objekte/Entitäten *ausgesagt*. Das hat durchaus eine gewisse Beliebigkeit.

“*We speak of the world as containing objects with properties in as much and insofar as we speak a language with nouns and verbs, and sentences with subjects and predicates* (BURGESS [2, S.11]).”

(4) Keine wird beim Kauf einer Sache sagen: »Erkläre mir deinen Realitätsbegriff, sodass du mir sagen kannst, ob du mir diese Sache, die ich jetzt bezahlen soll, *wirklich* in meinen Händen halte.«

(5) vgl. auch WITTGENSTEIN [46, § 67]

Ich verwende dabei das Wort »Objekt« im allgemeinsten Sinne überhaupt. Wie von Dummett dargelegt, ist *Objekthaftigkeit* eine semantische Eigenschaft ([7, CHAPTER 14 S.471f]). Die Ausdrücke »Pudel«, »2«, »Rot« und »Stift« können alle als Objekte verstanden werden, obwohl sie grundsätzlich verschiedener Natur sind.

Neben der Existenz von Objekten gibt es das Bestehen von Sachverhalten.<sup>6</sup> Das Bestehen eines Sachverhalts kann *notwendig* oder *kontingent* sein. Ich werde diese Begriffe im Verlauf explizieren – für jetzt reicht ein intuitives Verständnis und ein wohlwollendes Zugeständnis an ihre Sinnhaftigkeit. Damit verbunden ist das Konzept »möglicher Welten«. Auch hier ist der intuitive Gehalt zunächst ausreichend. Etwas ist notwendig, wenn es in allen »möglichen Welten« gilt, und kontingent, wenn es in mindestens einer Welt gilt und in einer anderen nicht. Wir sprechen vom faktischen Bestehen (oder Nichtbestehen) wenn wir uns explizit auf eine bestimmte Welt beziehen. Dies sind ontologische Eigenschaften.

Naheliegende Beispiele für notwendiges ist die Mathematik und für kontingentes historische Ereignisse (verursacht durch Menschen). Es *könnte* heute einen König von Frankreich geben, z. B. wenn die Franzosen und Französinen 1789 so tapfer an die unsichtbare Hand des Marktes geglaubt hätten, wie wir es heute tun.<sup>7</sup> Gold *könnte* Blau sein, aber muss notwendigerweise die Elementzahl 79 haben. Ein Tisch *muss* aus dem Holz bestehen, aus dem er gebaut ist, und ich *muss* das Kind meiner Eltern sein – aber weder der Tisch noch ich müssen gebaut oder geboren worden sein (KRIPKE [20, S.113f]) – dazu später mehr.

Es ist wichtig, dass Modalität nicht mit dem Determinismus o. Ä. verbunden wird. Determinismus und Indeterminismus sind weder koextensional mit Notwendigkeit und Kontingenz noch ist das eine Teil des anderen. Selbst wenn der Sachverhalt *A* den Sachverhalt *B* im Sinne des Determinismus determiniert, so muss dies nicht *notwendig* gelten und ebenso kann gefragt werden, was aus einem nicht bestehenden Sachverhalt *C* folgen würde. Tatsächlich nutzt eine deterministische Physik in der Regel explizit Modalitäten. Aus gegebenen Eigenschaften kann manches notwendig folgen, anderes bleibt kontingent, weil etwa die gegebenen Eigenschaften kein komplettes Bild des physikalischen Systems geben. Zudem macht die Physik keine offensichtlichen Angaben dazu, ob ein gewisser Anfangswert nun notwendig ist oder kontingent. Solches ist Teil der Sprache der Naturwissenschaften, und auch der laplacesche Dämon kann von Modalitäten sprechen – er sieht schließlich nur, was *faktisch* besteht, und hat keinen direkten Einblick in die Totalität aller Möglichkeiten.

Erfahrungsgemäß ist das Thema der »Notwendigkeit/Kontingenz« kontrovers – einige mögliche Einwände werden später behandelt. Dass wir uns *irren* können, ist klar und für eine ontologische Eigenschaft unproblematisch – grundsätzlich muss aber zugestanden werden, dass sich die Worte *notwendig* und *möglich*

(6) Das ist nicht dasselbe wie eine wahre Aussage. Wahrheit ist ein semantischer und kein ontologischer Begriff.

(7) Vergleiche nur einmal die Brotpreise in Frankreich 1789 und die Dönerpreise in Tübingen!

zumindest im Gebrauch sehr stark am Kontext bzw. an der *Haltung* orientieren. Ausgehend von (unter anderem) Wittgensteins Gedanken zum Befolgen von Regeln, (WITTGENSTEIN [insbesondere 46, § 194]), formuliert Dennett drei verschiedene Haltungen mit steigendem Abstraktionsgrad<sup>8</sup>: Die *physikalische Haltung*, die *teleologische Haltung* und die *intentionale Haltung*. Bezogen auf das Thema *Notwendigkeit/Kontingenz* bedeuten diese:

In der physikalischen Haltung hat das Objekt »Uhr« die Möglichkeiten, die sich aus den physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Anfangswerten des Systems ablesen lassen. Dies kann (eindeutig) sein. Die Uhr könnte z. B. kurz vor ihrer Zerstörung stehen, wenn die Anfangsbedingungen entsprechend aussehen. Die Möglichkeit der Zerstörung besteht dagegen *nicht* in der teleologischen Haltung. Hier spielen physikalische Gesetze keine Rolle, da es um den *Zweck* des Systems »Uhr« geht. Die Uhr hat nur die Möglichkeit, dass sich die Zeiger in bestimmten Konstellationen befinden, die die Uhrzeiten darstellen. Die intentionale Haltung beschäftigt sich mit dem Geist. Hier ist das Beispiel der Uhr nicht mehr sinnvoll: Es ist diese Haltung, die uns einen sinnvollen Begriff des *freien Willens* erlaubt, ohne Gedanken an den (physikalischen) Realismus zu verschwenden (DENNETT [siehe dazu 6, S.43-68]).

Die Ontologie müsste hier also eine *realistische* Haltung etablieren, wenn wir *notwendig/kontingent* als ontologische Eigenschaften betrachten wollen. Diese könnte, muss aber nicht die physikalische sein. Wie ich später ausführen werde, kann aber *jede* dieser Haltungen (und jedes Sprachspiel) mit der Ontologie verbunden werden. Es scheint hier aber zunächst tatsächlich einen eklatanten Widerspruch zwischen der Aussage, Notwendigkeit sei eine ontologische Eigenschaft und der Aussage, dass sie vom Sprachspiel abhängig sei, zu geben – die Verbindung von *Sprachspiel* und Ontologie wird im Laufe dieses Textes expliziert.<sup>9</sup>

### **Epistemologie**

There is a rumour going around that I have found God. I think this is unlikely because I have enough difficulty finding my keys, and there is empirical evidence that they exist.

(Terry Pratchett)

Die *Epistemologie* (auch »Erkenntnistheorie«) fragt nach der Möglichkeit und den Arten von *Wissen*. Die wissenschaftliche Fragestellung der Ontologie ist: »Was muss sein, damit dies gilt?« und die der Epistemologie: »Was kann gewusst werden und welche Arten von Wissen gibt es?«<sup>10</sup> Es gibt allerdings eine starke Neigung, die epistemologische Fragestellung umzudrehen: Ich sollte wissen können, was ich

- (8) Er ist dabei aber nicht primär an Notwendigkeit und Möglichkeit interessiert.  
 (9) Wittgenstein glaubt (meiner Interpretation nach) auch nicht, dass der Gebrauch entscheidet, was richtig oder falsch ist (WITTGENSTEIN [46, § 241]).  
 (10) Eine interessante Frage ist auch, *wann* wir etwas (bewusst) wissen. Siehe dazu WITTGENSTEIN [46, § 143 – 155]

weiß. Die Aufgabe der Epistemologie ist es dann, dieses Wissen zu *rechtfertigen*.<sup>11</sup> Ich weiß, dass die Tasse vor mir existiert und ich weiß auch, dass sie (zumindest für eine kurze Zeit) weiter existieren wird, wenn ich die Augen schließe. Die Ontologie muss mir dann Tassen geben (schließlich kann ich nicht über etwas Wissen erlangen, das überhaupt nicht existiert) und die Epistemologie die Rechtfertigung für mein Wissen über sie. Es gibt ganz offenbar eine sehr starke Wechselbeziehung zwischen Ontologie und Epistemologie.

Für uns ist die Unterscheidung von »a priori« und »a posteriori« d. h. *einer Erfahrung vorausgehend* und *einer Erfahrung nachgehend*, zentral. Damit verbunden ist auch die Unterscheidung »deduktiv/induktiv«. Die Subtilität zwischen *a priori* als einem Urteil, das ohne Rückgriff auf Erfahrung eingesehen wurde, und als einem Urteil, das ohne Rückgriff auf eine Erfahrung eingesehen werden kann (ein Taschenrechner illustriert den Unterschied) wirft die Frage auf: Von wem soll es eingesehen werden können (KRIPKE [20, S.34f])?

Es gibt eine *scheinbar* klare Verbindung der epistemischen Begriffe »a priori/a posteriori« mit den ontologischen Begriffen »notwendig/kontingent«. Es scheint, als müsse etwas *a priori* Einsehbares auch notwendigerweise gelten und etwas allein *a posteriori* Einsehbares nur kontingenterweise. Kripke fasste diese Intuition folgendermaßen zusammen:

*“I think people have thought that these two things must mean the same for these reasons: First, if something not only happens to be true in the actual world but is also true in all possible worlds, then, of course, just by running through all the possible worlds in our heads, we ought to be able with enough effort to see, if a statement is necessary, that it is necessary, and thus know it a priori. [...] Second, [...] if something is known a priori it must be necessary, because it was known without looking at the world. If it depended on some contingent feature of the actual world, how could you know it without looking (KRIPKE [20, S.38])?”*

Die Gültigkeit eines mathematischen Satzes etwa ist nicht abhängig vom (faktischen) Bestehen bestimmter Sachverhalte und scheinbar daher notwendig. Das ist genau der Grund, warum Wittgenstein im *Tractatus logico-philosophicus* sagt, dass »Der Satz der Mathematik keinen Gedanken ausdrückt« – er sagt nichts über die Welt, weil er von ihr *unabhängig* ist. Vor Kripke wurde daher »a priori« im Wesentlichen mit »notwendig« gleichgesetzt.

Offensichtlich ist die Epistemologie ein riesiges und wichtiges Feld – ich will, wie im nächsten Unterkapitel, versuchen, epistemische Positionen über den direkten Gebrauch einzuführen, anstatt hier zu versuchen, eine strukturierte Darstellung zu geben.

(11) Betrachte z. B. das sog. »Kripkenstein-Paradoxon« aus *Wittgenstein on Rules and Private Language: an Elementary Exposition*: Dieses ist ausdrücklich *kein* Problem über das Wissen – es wird an keiner Stelle problematisiert, ob Regeln konsistent befolgt werden können. Offenbar können wir es – die Frage ist vielmehr, wieso wir es können.

## Semantik

Do you wish me a good morning, or mean that it is a good morning whether I want it or not; or that you feel good this morning; or that it is a morning to be good on?

(J.R.R Tolkien, *The Hobbit, or There an Back Again*)

Die **Semantik** beschäftigt sich mit der Bedeutung von sprachlichen Äußerungen: in welche Kategorien sich diese unterteilen, wie eine Äußerung zu ihrer Bedeutung kommt und inwiefern sich die Bedeutungen einzelner Äußerungen zu einer komplexeren zusammensetzen. Es gibt eine große Übereinstimmung, dass »Bedeutung« kein mentales oder psychologisches Phänomen ist, und nicht mit solchen gleichgesetzt werden kann: Sage ich »die Sonne ist heiß«, so spreche ich schließlich nicht davon, dass mein Gedanke oder meine Idee der Sonne »heiß« ist. Der Semantik gegenüber steht die »Syntax«, die sich allein mit den *Regeln* der Zusammensetzung von Äußerungen beschäftigt, ohne auf ihre Bedeutung zu schauen.

*“Semantics is a discipline which, speaking loosely, deals with certain relations between expressions of a language and the objects (or ‘states of affairs’) ‘referred to’ by those expressions (TARSKI [41, S.4f]).”*

Oft wird im Kontext der Bedeutung auch über »Referenz« gesprochen. Die Referenz ist im Prinzip gleichbedeutend mit der Bedeutung, wird aber oft speziell im Kontext von Ausdrücken gebraucht, die *Objekte* bedeuten. Es gibt einen subtilen Unterschied zwischen der Auffassung, dass solche Ausdrücke Objekte »auswählen«, und der Auffassung, dass sie für diese *stehen* – dies wird später nochmal aufgegriffen (spielt aber letztlich keine so große Rolle). Offenbar sind diese Ausdrücke für eine Diskussion über Existenz besonders wichtig, da Existenz klassischerweise über Objekte (bzw. Objekthaftes) ausgesagt wird. Die »Referenztheorie« wird hier bewusst ausgelassen, weil sie ausführlich in nachfolgenden Kapitel besprochen wird – sie ist eine Grundlage für die Theorien Quines und Kripkes.

Eine der wichtigsten Ideen in der Sprachphilosophie überhaupt, ist Wittgensteins *Sprachspiel* – »[...] die Sprache und [die] Tätigkeiten, mit denen sie verweben ist [...]« (WITTGENSTEIN [46, § 7]) – und das damit verbundene *dictum* »Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch in der Sprache (WITTGENSTEIN [46, § 43])«. Von diesem wird aber in diesem Text nie *explizit* Gebrauch gemacht, zumindest nicht in einer solchen Weise, als dass es nicht auch ohne dieses verständlich wäre. Wittgensteins *Philosophische Untersuchungen* schwingen allerdings, vor allem bei Kripke, immer mit.

Auch die »Wahrheit« ist ein semantischer Begriff. Die Bedeutung von Aussagen ist *wahr* oder *falsch*. Eine Aussage ist genau dann wahr, wenn der ausgesagte Sachverhalt besteht – oder in den Worten Tarskis *“A sentence is true if it designates an existing state of affairs”*. Die semantische Definition der Wahrheit geht

auf Tarskis Artikel »[The Semantic Conception of Truth and the Foundations of Semantics](#)« zurück.

Tarskis Idee ist, den Wahrheitsbegriff von Sätzen bzw. Aussagen auf das Prinzip der »Erfüllung« von Ausdrücken mit *Leerstellen* zurückzuführen, wie es z. B. die Ausdrücke »*x ist größer als y*« und »*x ist weiß*« sind. Dies kann dann auch auf Ausdrücke ohne Leerstellen angewandt werden, d. h. auf Sätze. Tarskis Definition lautet dann: "A sentence is true if it is satisfied by all objects, and false otherwise (TARSKI [41, S.10f])."

Zur Semantik gehört ebenfalls das Begriffspaar »analytisch« und »synthetisch«, das vielen bekannt sein wird. Ein Urteil heißt analytisch, falls es sich allein aus den primären Qualitäten der Sache, also dem Begriff der Sache selbst ergibt. Dagegen bezieht sich ein synthetisches Urteil auf die sekundären Qualitäten, also die Umstände, in denen sich die Sache befindet (KANT [18]). Ein typisches Beispiel für ein analytisch wahren Satz ist »Eine Jungesellin ist unverheiratet«, da »unverheiratet« ein Teil der Bedeutung von »Jungesellin« ist. Dagegen ist ein Satz wie »Die Tasse ist blau« synthetisch, weil die Eigenschaft blau zu sein, nicht in der Bedeutung des Wortes »Tasse« enthalten ist. Die Unterscheidung zwischen analytischen und synthetischen Urteilen ist eine zentrale These des Empirismus – insbesondere des logischen Empirismus. Man sollte sich auch die intuitiven Verbindungen mit der Ontologie und der Epistemologie klarmachen. Die Intuition, dass eine Aussage analytisch ist, wenn man sie *a priori* fällen kann, und synthetisch, wenn nicht, ist stark – sie wird uns immer wieder in der ein oder anderen Form begegnen – allerdings hält beispielsweise Kant die Aussagen der Arithmetik für synthetisch, obwohl sie *a priori* einsehbar sind.<sup>12</sup> Kant begründet das damit, dass »2« weder in »1 + 1« noch in anderen Teilen des Satzes enthalten ist, sondern eine *Operation* durchgeführt werden muss – es braucht die logische Fundierung der Mathematik durch Frege, bis die Mathematik zur analytischen Wissenschaft wird. Mit Carnap wird das »analytische« schließlich ganz zum »logisch Ableitbaren«. Dass das Analytische etwas mit der logischen Wahrheit und dem Notwendigen, das Synthetische mit der Erfahrung und dem Kontingenten zu tun haben *scheint*, hat ebenso intuitiven Gehalt.

Die Unterscheidung zwischen analytischen und synthetischen Sätzen wurde von Quine in "[Two Dogmas of Empiricism](#)" kritisiert. Laut Quine benötigt die Explikation des Begriffes »analytisch« das Konzept der »Synonymie«, z. B. in der Substitution von »Jungesellin« mit »unverheiratete Frau«, mit dem der Satz »Alle Jungesellinnen sind unverheiratet« von einem analytischen Satz in einen logisch wahren Satz umgewandelt wird. Die Möglichkeit dieser Substitution soll den Begriff »analytisch« erklären. Nach Quine kann die Synonymie allerdings nicht ohne Rückgriff auf den Begriff »analytisch« erklärt werden und damit wäre die Definition zirkulär. Fänden wir heraus, dass Sokrates unsterblich ist, so müssten wir entweder verwerfen, dass Sokrates ein Mensch ist, oder dass alle Menschen

(12) Jeder Taschenrechner zeigt, dass es ganz offensichtlich keine genaue Entsprechung gibt (KRIPKE [20, S.35]).

sterblich sind – aber welches davon? Eine Konsequenz für den Empirismus ist für Quine, dass prinzipiell *jede* Aussage verworfen werden kann.

»Wer *a* sagt, der muss nicht *b* sagen. Er kann auch erkennen, dass *a* falsch war.« (Bertolt Brecht, *Der Jasager. Der Neinsager.*)

Die Begriffe »analytisch« und »synthetisch« sind für diesen Beitrag wichtig genug, um sie eingeführt haben zu müssen, allerdings nicht wichtig genug, um auf Quines Kritik einzugehen – vor allem, weil das Thema hier nicht der Empirismus sein soll, auf den Quines Artikel abzielt. Ich denke, die wesentlichen Punkte dieses Textes sollten unabhängig von der möglichen Unterscheidung zwischen analytisch und synthetisch weiterhin valide und verständlich sein oder zumindest auf geeignete Weise abgeändert werden können. Das Augenmerk liegt hier auf den Begriffen »a priori/a posteriori« und »notwendig/kontingent«.

Es gibt gute Gründe, die Frage nach der Existenz als semantisches Problem zu betrachten. Unterschiedliche Auffassungen über Ontologie sind mitunter die grundlegendsten Meinungsverschiedenheiten, die wir haben können. Wir schaffen es allerdings dennoch, erfolgreich über diese Probleme zu sprechen. Das impliziert, dass wir mit der Sprache eine noch viel grundlegendere Struktur haben (QUINE [33, S.16]). In keinsten Weise ist aber dadurch Existenz (und allgemein die Beschaffenheit der Realität) zu einer semantischen Eigenschaft bzw. abhängig von der Sprache geworden.

“To see Naples is to bear a name which, when prefixed to the words ‘sees Naples’, yields a true sentence; still there is nothing linguistic about seeing Naples (QUINE [33, S.16]).”

### **Gegen den Solipsismus**

Our first work must be the annihilation of everything as it now exists.

\_\_\_\_\_  
(Mikhail Bakunin)

Die Position des »Solipsismus« ist, dass nur der eigene Geist existiert. Meine Meinung zum Solipsismus als ontologische Haltung kann folgendermaßen beschrieben werden: Der ontologische Solipsismus ist ein Ort, an den eine Theorie zum Sterben hingeht. Bezeichne ich eine Position als solipsistisch, so kann sie ohne weitere Betrachtung verworfen werden. Die Solipsistin scheint mir eine zu sein, die immer Recht haben möchte (und es auch mit ihrer Position vermag).

“I once received a letter from an eminent logician, Mrs. Christine Ladd-Franklin, saying that she was a solipsist, and was surprised that there were no others. Coming from a logician and a solipsist, her surprise surprised me.” (– Bertrand Russell)

Dagegen ist der *epistemische* Solipsismus ein produktiverer *Ausgangspunkt*. Er ist das, was gemeinhin als *kartesischer Zweifel* verstanden werden kann, also die Position, dass alles *Wissen* bis auf das Wissen um die Existenz des eigenen Geistes (ersteinmal) zweifelhaft ist. Er wird durch das »*cogito ergo sum*« Descartes ausgedrückt. Der epistemische Solipsismus muss nicht zum ontologischen Führen. Es ist nicht offensichtlich, warum die Möglichkeit des *Erkennens* oder das Wissen von einer Sache eine notwendige Bedingung für das Existieren der Sache sein soll – im Gegenteil, es fällt vor allem der Mathematikerin ein sofortiges Gegenbeispiel ein (*Tarskis Undefinierbarkeitssatz*). Es ist (oder: sollte) etwas anderes sein, etwas zu *wissen*, als *absolute Sicherheit* zu besitzen.<sup>13</sup> Ich *weiß*, dass die Tasse, die ich vor mir habe, tatsächlich existiert, obwohl ich mir nicht sicher sein kann, ob sie nicht eine Illusion ist.<sup>14</sup> Nur weil es einen Umstand gibt, unter dem ein Zweifel möglich ist, heißt das nicht, dass tatsächlich gezweifelt wird oder auch nur gezweifelt werden kann (WITTGENSTEIN [46, fast wörtlich aus § 213]). Jede sinnvolle Epistemologie muss über den Solipsismus hinausgehen – sei es auch, indem das Konzept »Wissen« an sich abgeschwächt wird oder zusätzliche Annahmen getroffen werden.

Descartes nimmt einen wohlmeinenden Gott an, um aus dem *cogito* die Welt zu rekonstruieren – auch Carnaps Projekt »*Der logische Aufbau der Welt*« kann (ironischerweise) in der Tradition des *cogito* gesehen werden: Schließlich versucht er, die *Sprache der Wissenschaften* (d. h. deren Objekte und Begriffe) als eine Sprache zu rekonstruieren, die auf eine »rationale Rekonstruktion der Welt« (in Form von *minimalen* »Sinnesdaten«) (bzw. deren Beziehungen untereinander) zurückgeführt werden kann, sodass dann über den logischen Syntax *sicher* geschlossen werden kann (LEITGEB et al. [siehe dazu 26, Supplement A]).

Eine (ungefähr) verwandte Position zur Existenz ist der »Nominalismus«. Auch dieser möchte den solipsistischen Positionen über eine Art *Atomismus* entkommen.<sup>15</sup> Der Nominalismus leugnet die Existenz von Universalbegriffen – d. h. Begriffe, die erst durch Individuen instanziiert werden müssen, wie etwa »Rot«, »Menschheit«, etc. – und/oder abstrakter Objekte – d. h. von Objekten die keine raumzeitliche Existenz besitzen. Es ist eine solche Position, die klassischerweise die Existenz mathematischer Objekte leugnet, die ja sowohl Universalbegriffe als auch abstrakt sind. Die Nominalistin hält dagegen alles Existente für *konkret* und *simpel*. So ist die Zahl »5« als Universalbegriff der »Fünfheit« real instanziiert durch die Anzahl der Finger an meiner Hand. Schauen wir allerdings die zugrundeliegende Physik dieser »realen Instanzierung« an, so stellt die Nominalistin fest, dass die Zahl 5 überhaupt nicht vorkommt: »Licht einer externen Quelle wird von ihren Fingern reflektiert, trifft auf das Auge, löst einen Prozess im Gehirn aus,

(13) Siehe dazu die sogenannte »KK thesis«.

(14) Hier kann man die Diskussion über *justified true belief* anführen.

(15) Der Bezug auf den Solipsismus ist hier etwas gekünstelt, weil der hier dargestellte Nominalismus überhaupt nicht auf die Probleme des Solipsismus eingeht. Aber er geht eben normalerweise schon von der Existenz von Individuen aus und nimmt bezüglich dieser keine solipsistische Position ein.

der sie schließen lässt, dass sie fünf Finger an der Hand hat (BURGESS [2, S.10]).« Also ist die 5 nur eine »nützliche Fiktion«. Das Problem an dieser Argumentation ist, dass Gleiches auch für Objekte wie Tische, Tassen, Sterne etc. gesagt werden kann:

*“I look over there and see something brown and chair-shaped, and conclude that there is a chair over there. But if we look at what fundamental physics, [...], tells us is really going on here, what we find is just this: photons coming from an external source [...] initiating a process – and so on. But assume what you will about whether, in addition to the simple fundamental particles, such an extended, composite entity as the chair exists or not, no such alleged thing plays any role in this explanation, [...] (BURGESS [2, S.10]).”*

Letztlich ist es schwer zu sagen, was denn jetzt ein konkretes Objekt sein soll. Wittgenstein hat im *Tractatus logico-philosophicus* schon keinerlei Interesse, seine »Objekte« tatsächlich zu beschreiben, Carnap scheiterte in seinem Versuch – und Wittgenstein wird das Projekt schließlich ganz grundsätzlich verwerfen (PROOPS [30]). Auch Quine kritisiert diese *Reduktion* in »Two Dogmas of Empiricism« als zweites Dogma. Wie Burgess in »Being Explained Away« zeigt, ist es auf Basis der logischen Analyse möglich, die Existenz jeglicher Objekte aus der Sprache zu eliminieren (BURGESS [2, S.11]). Der Nominalismus hat also die Tendenz zu einer solipsistischen Position zu degenerieren.

*“What I see wrong in this kind of nominalism is not its ‘anti-realism’ about the abstract, but what appears to be its ‘realism’ (in a traditional, pre-Kantian sense) about the concrete (BURGESS [2, S.9]).”*

Was ist aber mit dem mathematischen Gegenstück zum Nominalismus: dem Formalismus? Der Formalismus teilt an und für sich nicht die Probleme des Nominalismus, da wir die »minimalen Objekte« als Symbole der Logik vor uns haben. Der Formalismus muss aber, wie es der Name schon sagt, die Mathematik auch aus der formalen Logik begründen können – der Formalist muss die Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit seines logischen Systems beweisen. Dieses Projekt hat mit dem Scheitern des *Hilbertprogramms* eine signifikante Niederlage erlitten. Allgemeiner zeigt *Tarskis Undefinierbarkeitssatz*, dass sich der semantische Begriff *Wahrheit* nicht innerhalb der Sprache selbst formalisieren lässt (TARSKI [40]). Es liegt daher nahe, Beweisbarkeit nicht mit dem Wahrheitsbegriff zusammenfallen zu lassen. Die mathematische Realistin hat dieses Problem auch nicht. Ihre Auffassung der Mathematik bedarf keines Wahrheitsbegriffs, der sich mit dem Beweisbaren deckt, da die Wahrheit mathematischer Sätze eine unabhängige Existenz besitzt. Seine Aufgabe besteht in der »kategorischen Theorie«, d. h. in einer Theorie, in der die Objekte bis auf Isomorphie eindeutig bestimmt sind.<sup>16</sup>

(16) Ich glaube, dass dies so im Vortrag “Arithmetic between Realism and Anti-Realism” der Konferenz “Realism and Anti-Realism, Paradigms and research programmes in logic and the philosophy of mathematics” vorgetragen wurde.

Die Goldbachsche Vermutung ist notwendigerweise wahr oder falsch – auch wenn es gut sein kann, dass sie unentscheidbar ist – zumindest, wenn wir annehmen, dass es so etwas wie Wahrheit außerhalb eines Beweises geben kann.<sup>17</sup>

Es gibt aber einen anderen Ausweg aus dem kartesischen Zweifel und dem epistemischen Solipsismus. Dieser geht nicht den Weg von Descartes *cogito* und der Reduktion auf *konkrete Objekte*, sondern über die *Semantik* und eine Verschiebung der Ontologie in die *Theorie* bzw. das *Sprachspiel*.

Der erkenntnistheoretische Solipsismus wird hier zunächst als eine ernstzunehmende Position anerkannt. Mindestens seit Kant ist es klar, dass eine Auffassung von Wissen als »das Erfassen der Realität an sich« zu einem epistemologischen Solipsismus führt. Wir müssen daher unser Konzept von »Wissen« entsprechend anpassen. Dafür verfolgen wir einen anderen Ansatz für die Ontologie: Die Ontologie soll *vom Menschen aus* und das heißt aus seiner *Sprache* aufgebaut werden (BURGESS [2, S.8]). Anstatt sich zu fragen, welche Objekte *an sich* existieren, analysieren wir, was unsere Sprache über existente und nicht existente Objekte aussagt.

»Die Prozedur, ein Stück Käse auf die Waage zu legen und nach dem Ausschlag der Waage den Preis zu bestimmen, verlöre ihren Witz, wenn es häufiger vorkäme, daß solche Stücke ohne offenbare Ursache plötzlich anwüchsen, oder einschrumpften (WITTGENSTEIN [46, § 142]).«

Existiert die invariante »Masse« (bzw. »Gewicht«)? Bestimmt nicht *an sich*, wir wissen in diesen Fall sogar, dass sie in dieser Form nicht existiert. Aber sehr wohl im *Sprachspiel* des *Wiegens*.

Es könnte gesagt werden: »Jede Sprache hat eine eigene Ontologie« und diese *genügt* den Erklärungen zur Ontologie und der Realität, die wir bislang gegeben haben. Daher löst sich der scheinbare Widerspruch zwischen Sprachspiel und Ontologie auf (die Rechtfertigung, dies, z. B. in der Physik, weiterhin als *ontologisch* zu bezeichnen, ist dann eine Rechtfertigung der *Theorie*). Es gehört zum Gebrauch des Wortes »Scheune«, dass ich über deren Existenz an einem bestimmten Ort durch das Sehen Wissen erlangen kann – »scheinbare Scheunen«, wie etwa Kulissen in Hollywood, widersprechen diesem Prinzip nicht.

Das sollte uns aber nicht dazu verleiten, anzunehmen, dass dann die Objekte der Ontologie als »mentale/soziale Konstrukte« verstanden werden. Sag nicht: »Das Objekt der Ontologie ist ein mentales/soziales Konstrukt!«, denn als *ontologisches Objekt* sind wir ihm im *Gebrauch* als *unabhängig existierendes Objekt* verpflichtet. Es ist gut möglich, dass es in »der Wirklichkeit Gottes« keine solche Sache wie »die

(17) Eine amüsante Überlegung ist auch, schon bevor wir zu Kripke kommen, ob wir aus einem Beweis für die Goldbachsche Vermutung, der z. B. auf der expliziten Berechnung den ersten paar Milliarden Zahlen beruht (weil z. B. danach eine gewisse Aussage gilt), der also ein *a posteriori* Beweis ist, schließen wollen, dass es auch eine Möglichkeit gibt, die Behauptung *a priori* einzusehen. Wie genau soll die Argumentation hierfür aussehen (KRIPKE [siehe hierzu auch 20, S.36ff])?

Sonne« gibt – aber das ist nicht, wie das Wort »Sonne« gebraucht wird: Es wird gebraucht als unabhängig vom Menschen existierendes astronomisches Objekt.

“*One either plays the language game by the rules, or does not play it all, and in neither case is saying ‘The moon is mind-dependent’ or ‘The stars are socially constructed’ a legitimate move* (BURGESS [2, S.55]).”

Der »semantische Realismus« vertritt die Position, dass Aussagen definite Wahrheitswerte unabhängig von unserer Fähigkeit, diese zu erkennen, besitzen. Die Frage, die hier erörtert werden soll, ist, inwiefern Ontologie und Semantik zusammenhängen *müssen*, um Disziplinen wie Mathematik und Physik möglich zu machen.

Folgendes muss unterschieden werden: Der Bereich der »Ontologie«, zu dem die Begriffe »Existenz«, »Notwendigkeit« und »Kontingenz« gehören. Der Bereich der Epistemologie, zu dem die Begriffe »a priori« und »a posteriori« gehören. Und schließlich der Bereich der Semantik, zu dem die Begriffe »analytisch« und »synthetisch« gehören. Daneben gibt es noch die »logische Wahrheit«. Inwiefern diese Bereiche und Begriffe zusammenfallen oder nicht, ist eine der zentralen Fragen die hier erörtert werden sollen. Ist das *analytische* stets *notwendig*, ist das *notwendige* stets *a priori*? Sind die Sätze der Mathematik *analytisch* oder *synthetisch* – und was hat das alles mit *Existenz* zu tun?

## Analytische Philosophie

Insufficient facts always invite danger.

(Spock)

Russell leitet die *Philosophie der logischen Analyse* im letzten Kapitel seines Philosophie Kompendiums *History of Western Philosophy* mit folgenden Worten ein:

»*In our day a school of philosophy has arisen which sets to work to eliminate Pythagoreanism from the principles of mathematics, and to combine empiricism with an interest in the deductive parts of human knowledge. [...] its achievements are as solid as those of the men of science* (RUSSELL [37, S.738]).«

Russell spricht damit die zwei zentralen Ziele der analytischen Philosophie an. Die logische Fundierung der Mathematik und der empirischen Wissenschaften und die »Erhebung« der Philosophie zu einer »exakten« Wissenschaft.

Der Ursprung dieser neuen Art der Philosophie liegt im sogenannten *linguistic turn*, der insbesondere durch *Freges Die Grundlagen der Arithmetik* angestoßen wurde und heute mit den schon genannten Namen Russell, Wittgenstein, Carnap etc. verbunden wird (BERGMANN [1, S.1]). Die Methode die sich daraus für die

analytische Philosophie ergibt, lässt sich grob in zwei Bereiche unterteilen: »Idealsprache« und »Analyse«.<sup>18</sup> Wir beschäftigen uns hier hauptsächlich mit der logischen Analyse und nicht mit der Konstruktion formaler Sprachen, ohne auf Gebrauchssprache und Pragmatik einzugehen.

Wenn die Sprache eine »alte Stadt [mit einem] Gewinkel von Gässchen und Plätzen, alten und neuen Häusern, und Häusern mit Zubauten aus verschiedenen Zeiten« ist, so ist die Idealsprache Städteplanung auf dem Reißbrett (WITTGENSTEIN [46, § 18]).

### **Überwindung der Metaphysik**

I was working on a flat tax proposal and I accidentally proved there's no god.

*(Homer Simpson)*

Mit dieser »Erhebung zur exakten Wissenschaft« ist unweigerlich ein Vorwurf gegenüber früherer Philosophie verbunden – sie sei unexakt. Diese Auffassung wird gut durch den Begriff des »Scheinproblems« (oder auch Scheinsatz/Scheinbegriff) – ein Problem, das durch ein falsches Verständnis der Sprache entsteht – dargestellt. So erklärt Carnap in »Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache« (der Titel ist Programm).

*»Auf dem Gebiet der Metaphysik (einschließlich aller Wertphilosophie und Normwissenschaft) führt die logische Analyse zu dem negativen Ergebnis, dass die vorgeblichen Sätze dieses Gebietes gänzlich sinnlos sind. Damit ist eine radikale Überwindung der Metaphysik erreicht, [...]«*

*»Wie ist im konkreten Fall festzustellen, ob ein bestimmtes Ding babig ist oder nicht (CARNAP [4])?«*

Ein schönes Beispiel liefert Carnap mit dem bekannten Satz Descartes: »*Ich denke, also bin ich*« (Seine Ausführungen greifen einige noch zu erläuternde Konzepte vor, sind aber dennoch gut verständlich).

Der im »cogito« enthaltene Satzteil »*ich bin*« ist nach Carnap sinnlos, da ein Existenzsatz nicht von der Form »*a existiert*« sein kann, sondern von der Art »*a existiert von der und der Art*«. <sup>19</sup> Ein Satz der Form »*a existiert*« kann nicht

(18) Ich meine hier nicht die Unterscheidungen zwischen »Formalisten« und »Antiformalisten« in der analytischen Philosophie, obwohl sie an dieser Stelle gezogen werden könnte. Die Unterscheidung besteht hier zwischen der Konstruktion einer Sprache und der Analyse einer bestehenden. Ersteres wird in der Regel nur von Formalisten vorgenommen, aber auch die Formalistin unternimmt mitunter eine Analyse der Sprache – wenn auch nur, um ihre Schwächen aufzuzeigen.

(19) Hier muss auch vom Kritiker zugegeben werden: Carnap trifft einen wunden Punkt. Selbst wenn Descartes recht hätte, so würde dem »*ich keine Eigenschaft zuteil, sodass der Satz zwar nicht sinnlos, im Sinne Carnaps, aber sehr wohl nutzlos würde, sollten nicht zusätzliche Annahmen getroffen werden.*

empirisch verifiziert werden, da  $a$  keine verifizierbare Eigenschaft zuteilwird.

Der zweite Fehler liegt im Schluss von »Ich denke« nach »Ich existiere«. Lautet eine Prämisse  $P(a)$ , also » $a$  kommt die Eigenschaft  $P$  zu«, so kann nur auf die Existenz von  $a$  in Bezug auf  $P$  und nicht in Bezug auf  $a$  geschlossen werden, also

$$P(a) \implies \exists x: P(x) \quad \text{und nicht} \quad P(a) \implies \exists a,$$

(letzteres hat überhaupt keinen Sinn). Aus »3 ist eine Primzahl« folgt nicht »3 existiert«, sondern »Es gibt eine Primzahl« und damit folgt aus »Ich denke« nur »es gibt etwas Denkendes« (CARNAP [4, S.17]).<sup>20</sup>

Wittgenstein erklärt im *Tractatus logico-philosophicus*, dass

*»die richtige Methode der Philosophie [eigentlich die wäre]: Nichts zu sagen, als was sich sagen lässt, also Sätze der Naturwissenschaft [...] und dann immer, wenn ein anderer etwas Metaphysisches sagen wollte, ihm nachzuweisen, dass er gewissen Zeichen in seinen Sätzen keine Bedeutung gegeben hat (WITTGENSTEIN [45, § 6.53]).«<sup>21</sup>*

Diese analytische Philosophie ist explizit nicht an einem dialektischen Prozess in der Philosophie interessiert,<sup>22</sup> sondern an einem systematischen Aufbau, der nur noch erweitert werden soll und nie mehr umgestoßen wird: "[...] a method has been discovered by which, as in science, we can make successive approximations to the truth, in which each new stage results from an improvement, not a rejection, of what has gone before." (RUSSELL [37, S.824]).<sup>23</sup> Dass die analytische Philosophie das letzte Kapitel in *History of Western Philosophy* ist, liegt sicherlich nicht nur an der zeitlichen Verortung, sondern auch an der Stellung, die Russell der analytischen Philosophie zuweist. So schreibt er abschließend:

*»In the welter of conflicting fanaticisms, one of the few unifying forces is scientific truthfulness, by which I mean the habit of basing our beliefs upon observations and inferences as impersonal, [...] as is possible for human beings. To have insisted upon the introduction of this virtue into*

(20) Russell nennt Descartes immerhin den Anfang der modernen Philosophie - wenn auch er dabei keinen sonderlich großen Wert auf das »cogito« legen möchte (RUSSELL [37, S.18,565])

(21) Wittgenstein nahm später in den *Philosophische Untersuchungen* Abstand von dieser Auffassung (worauf ihm Russell attestierte, »sich von der ernsthaften Philosophie abgewendet zu haben.« (RUSSELL [38]))

(22) Die Dialektik ist schwierig logisch zu formalisieren, zwar gab es Versuche einer *logischen Dialektik* - in der Sowjetunion wurde die Dialektik erst durch eine Intervention Stalins durch seinen Artikel »Marxism and Problems of Linguistics« von der formalen Logik getrennt (mit Stalin ließ sich nicht diskutieren, also war die Diskussion damit im Wesentlichen erledigt) - die aber bis heute wenig Einfluss gewonnen haben. Besonders in Wittgensteins *Tractatus logico-philosophicus*, hat die Dialektik keinen Platz, da hier » $Q$  impliziert  $P$ « nicht aus weiteren Prämissen geschlossen wird, sondern allein durch logische Analyse von  $Q$  (WITTGENSTEIN [45, § 2.012]).

(23) So erklärt sich auch der geringe (selbst-attestierter) Geschichtsbezug der analytischen Philosophie

*philosophy, and to have invented a powerful method by which it can be rendered fruitful, are the chief merits of the philosophical school of which I am a member. [...] In abandoning a part of its dogmatic pretensions, philosophy does not cease to suggest and inspire a way of life (RUSSELL [37, S.746])."*

Zum Ausdruck kommt hier auch die politische Dimension des Projektes.<sup>24</sup> In der Programmschrift *Die wissenschaftliche Weltauffassung* von Hahn, Neurath und Carnap heißt es, man(!) plane »den metaphysischen und theologischen Schutt der Jahrtausende aus dem Weg zu räumen.« (MICHAEL STÖLTZNER [27]) Die *logischen Positivisten* des Wiener Kreises, dem zwar weder Russell noch Wittgenstein angehörten, aber deren Texte dort ausführlich besprochen wurden (sogar als Fundamental angesehen wurden) formulierten ihr Programm auch in der Hoffnung, den herrschenden Dogmen ihrer Zeit entgegenzuwirken.<sup>25</sup> Das Programm der logischen Positivisten ist die Reduktion der Welt auf *logische Einheiten*, die *gemessen* werden können – die Mathematik ist bloße Grammatik, ohne jeglichen Inhalt.

Soviel zur Polemik (von und über die analytische Philosophie). Wir wollen uns näher mit ihren Begriffen und Methoden beschäftigen.

### ***Frege's Revolution***

Nur im Zusammenhange eines Satzes bedeuten die Wörter etwas. Es wird also darauf ankommen, den Sinn eines Satzes zu erklären, in dem ein Zahlwort vorkommt.

(Gottlob Frege)

Frege's *Begriffsschrift* war eine echte Newtonsche Revolution in der Logik – die Aristotelischen Syllogismen mit Subjekt-Prädikat Struktur werden von Frege durch eine Funktions-Argument Struktur ersetzt, die Universalbegriffe durch Quantifizierungen über Individuen (KVASZ [25]).

Aus dem klassischen Barbara-Syllogismus

**Prämisse 1:** Alle Menschen sind sterblich.

**Prämisse 2:** Alles was identisch zu Sokrates ist, ist ein Mensch.

**Konklusion:** Alles was identisch zu Sokrates ist, ist sterblich.

wird beispielsweise

(24) Von dem Frege ausdrücklich ausgenommen werden sollte, dessen Arbeiten (glücklicherweise) keine eigenen politischen Anschauungen widerspiegeln.

(25) Zum Wiener Kreis gehörten auch Mathematiker (wie David Hilbert) und Physiker, die man nicht unbedingt als analytische Philosophen bezeichnen würde – dennoch gingen deren Projekte mit denen der analytischen Philosophen in einem solchen Maße einher, dass sie oft in einem Zug genannt werden.

**Prämisse 1:**  $\forall x (\text{Mensch}(x) \implies \text{Sterblich}(x))$ .

**Prämisse 2:** Mensch (Sokrates).

**Konklusion:** Sterblich (Sokrates).

Die Logik der *Begriffsschrift* entspricht einer Prädikatenlogik zweiter Stufe. Insofern kann Frege als Vater der modernen Logik gesehen werden.

In den *Die Grundlagen der Arithmetik* gibt Frege erste korrekte Definitionen von Begriffen wie *Zahl* und zeigt, dass die Sätze der Arithmetik – anders als von Kant behauptet – analytisch sind (RUSSELL [37, S.819]). Im später erschienenen *Die Grundgesetze der Arithmetik, Band 1* wird die formale Notation der *Begriffsschrift* benutzt, um die Gedanken der *Die Grundlagen der Arithmetik* zu formalisieren – damit wird eine erste Axiomatisierung der Arithmetik gegeben – aus der sich aber die *Russellsche Paradoxie* ableiten lässt. Insgesamt sind Freges Werke die Grundlage des logizistischen Programms.

### **Sinn und Bedeutung**

We are what we pretend to be, so we must be careful  
what we pretend to be.

*(Kurt Vonnegut)*

Ein für die allgemeine Sprachphilosophie (und besonders für uns) bedeutender Beitrag Freges ist die 1892 erschienene Abhandlung »Über Sinn und Bedeutung«. Frege möchte hier den (offensichtlich) unterschiedlichen Informationsgehalt der Aussagen

»Der Morgenstern ist der Abendstern.« und »Der Morgenstern ist der Morgenstern.«

unter der Annahme, dass der Morgenstern tatsächlich das gleiche Objekt wie der Abendstern bezeichne, erklären. Die Problematik ist klar: die erste Aussage scheint synthetisch und kontingent – abhängig von Eigenschaften des Kosmos – die zweite aber analytisch und notwendigerweise wahr. Wenn die Worte »Morgenstern« und »Abendstern« allein auf ihre *Bedeutung* (*deuten auf*) reduziert werden, also auf ihre *Referenz* auf ein Objekt, so ist es unklar, was mit der Gleichheit tatsächlich *neues* ausgesagt wird. Offenbar gibt es *unterschiedliche* Worte mit gleicher Bedeutung deren Gleichheit *nicht* offensichtlich ist.

Noch dringender wird das Problem, wenn wir stattdessen die Aussagen

»Sarah glaubt, dass der Morgenstern der Abendstern ist.« und »Sarah glaubt, dass der Morgenstern der Morgenstern ist.«

betrachten, von denen nun sogar die erste falsch und die zweite wahr sein kann. Die Bedeutung einer Aussage ist der Wahrheitswert, und dieser sollte durch Substitution von Worten mit gleicher Bedeutung erhalten werden:

“One of the fundamental principles governing identity is that of substitutivity – or, as it might well be called, that of indiscernibility of identicals. It provides that, given a true statement of identity, one of its two terms may be substituted for the other in any true statement and the result will be true (QUINE [33, S.139]).”

Wir sollten *salva veritate* den »Morgenstern« mit dem »Abendstern« ersetzen können, der ja ebenfalls die Venus bezeichnet – aber können es nicht. Frege löst dieses Problem, in dem er einen Ausdruck neben seiner *Bedeutung* auch einen »Sinn« zuweist.<sup>26</sup> Die Worte »Morgenstern« und »Abendstern« haben die gleiche Bedeutung, stellen diese aber anders dar, sie haben unterschiedlichen Sinn.<sup>27</sup>

Was genau Frege mit dem Sinn meint ist nicht einfach zu verstehen. Einfacher ist der Schritt nach vorne, in Carnaps Variante von Sinn und Bedeutung. Dabei übergehen wir erst einmal Russells Analyse von Ausdrücken wie »der Morgenstern« etc. und kommen später darauf zurück.

Im ersten Kapitel von *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic* gibt Carnap exakte Definitionen (sog. Explikationen) der Begriffe »Sinn«, »Bedeutung« und »analytisch/notwendig«: »Extension«, »Intension« und »L-Wahrheit«. Ganz im Sinne Wittgensteins *Tractatus logico-philosophicus* (WITTGENSTEIN [45, § 1.21]) führt er dafür zunächst das Konzept der »state description« ein. Die *state description* stellt die atomare Sachverhalte der Welt dar, die entweder (aber unabhängig voneinander!) wahr oder falsch sein können.<sup>28</sup>

“A class of sentences in *S* which contains for every atomic sentence either this sentence or its negation [...] is called a state-description in *S*, because it obviously gives a complete description of a possible state of the universe of individuals with respect to all properties and relations expressed by predicates of the system (CARNAP [5, S.23]).”

- (26) Wer einen englischen Text liest, wird hier schnell verwirrt sein. Das deutsche Wort »Bedeutung« wird manchmal mit »reference« und öfters mit »meaning« übersetzt. Das ist auch deswegen verwirrend, weil das deutsche Wort mit *-deuten* recht gut darstellt, wie es zu verstehen ist, das englische aber nicht. Es scheint sowohl Aspekte des *Sinns* wie auch der *Bedeutung* zu beinhalten. So fragt man »What does he mean?« aber nicht »Worauf deutet sie?«. Falls hier in einem englischen Zitat das Wort *meaning* verwendet wird, so ist dies mit *Bedeutung* zu übersetzen (wobei es natürlich nicht notwendigerweise im Sinne Freges gemeint wird).
- (27) Frege nennt die zweiten Beispielsätze »ungerade Rede«, in diesem wird die Bedeutung durch den Sinn ausgetauscht. Frege möchte das *Substitutionsprinzip* in der Logik begründen und ist nicht so sehr daran interessiert, ob die Substitution die Eigenschaften »analytisch«, notwendig etc. erhält, sondern ob die Bedeutung weiterhin die gleiche bleibt. Die Bedeutung *bleibt* auch die gleiche – beide Sätze bleiben nach Voraussetzung wahr und in den »Sarah-Aussagen« findet keine Substitution statt – der ontologische Status scheint sich aber zu ändern.
- (28) Wie Wittgenstein selbst feststellen sollte, ist dies ein *sehr* großes Problem in der Theorie. Das hier entstehende Problem wird als »colour-exclusion problem« bezeichnet, da Aussagen über Farbigkeit für das allgemeine Problem »[...] of the manifest incompatibility of apparently unanalysable statements« gute Beispiele sind (PROOPS [30, 5.1]). Letztlich ist u. a. dieses Problem tödlich für den logischen Atomismus.

Die »state description« ist eine formale Variante von *möglichen Welten*. Eine mögliche Welt ist gegeben durch ihre *state description*. Der Begriff wird auch außerhalb des (radikalen) **logischen Atomismus** gebraucht. Es ist klar, dass wir im Allgemeinen keinen epistemischen Zugriff auf die gesamte *state description* besitzen aber Carnaps »state descriptions« sind dennoch als *vollständige* Beschreibungen einer möglichen Welt zu verstehen. Was in Carnaps Auffassung *möglich* ist, hängt daher allein von der »Zerlegung der Welt« in die atomaren Sachverhalte ab – zwischen den »state descriptions« wird nicht mehr unterschieden (vgl. WITTGENSTEIN [46, § 2.0124]).

Dann wird das Konzept der »Äquivalenz« eingeführt: Ausdrücke sind *äquivalent*, wenn sie auf die gleiche Sache hinweisen, d. h. den gleichen Wahrheitswert besitzen, auf das gleiche Objekt hinweisen etc.. Ausdrücke heißen »L-äquivalent«, wenn sie in *jeder* state description äquivalent sind. Die Eigenschaft, dass etwas in jeder state description gilt, wird als eine »L-Wahrheit« bezeichnet.

*“The concept of L-truth is here defined as an explicatum for what philosophers call logical or necessary or analytic truth. [...] A sentence is called F-true if it is true but not L-true; F-truth is an explicatum for what is known as factual or synthetic or contingent truth (CARNAP [5, S.21]).”*

Die Implikationen für den »Empirismus« etc. sind klar. Insbesondere ist hier analytische Wahrheit zur logischen und zur notwendigen Wahrheit geworden. Die Sätze der Mathematik sind also offenbar analytisch – allerdings sagen sie auch nichts mehr *über* die Welt aus.<sup>29</sup>

Die »Extension« eines Ausdrucks ist die Abbildung eines Ausdrucks auf den Wahrheitswert, das bezeichnete Objekt etc.. Die »Intension« eines Ausdruckes ist die Abbildung der state description auf die Extension des Ausdrucks. Es folgt, dass äquivalente Ausdrücke gleiche Extension und L-äquivalente Ausdrücke gleiche Intension besitzen.<sup>30</sup>

Carnap sieht hier Wittgensteins »Sinn als Wahrheitskriterium« bestätigt ([45, § 2.201, 2.221]). Die Worte »Morgenstern« und »Abendstern« kann man nun insofern als Worte mit »unterschiedlichen Wahrheitskriterien« verstehen, als dass die mit ihnen assoziierten *Beschreibungen* unter verschiedenen Kriterien erfüllt

(29) Sowohl Frege als auch Russell bekannten sich zu einem Platonismus. Freges Auffassung von *Bedeutung* braucht eine platonische Ideenwelt, die exzeptionale Stellung der Logik (d. h. der Gedanke, die Logik bildet gewisse *realistische* Strukturen der Welt ab) in Russells Anschauung unterstreicht dies: *“in logical symbolism, it is important to know not only the rules for manipulating symbols, but also what the symbols mean.”* (RUSSELL [36]) Wittgenstein der sich im *Tractatus logico-philosophicus* explizit gegen die Vorstellung des logischen Exzeptionalismus von Russell und Frege wandte, sprach dagegen der Logik (und der Mathematik) jeglichen Inhalt ab: sie ist bloße Grammatik (WITTGENSTEIN [45, § 3.33]) – Carnap stimmt hier mit Wittgenstein überein.

(30) Kritischerweise fängt Carnaps Intension Freges Sinn nicht ein:  $1 + 1$  hat einen anderen Sinn als 2, aber die gleiche Intension.

werden.<sup>31</sup> Im Falle des Abendstern z. B., muss dieser der hellste nicht lunare Himmelskörper am Abend sein usw., eine Bedingung die für die Beschreibung des Morgensterns nicht erfüllt werden muss. Im Satz »Der Morgenstern ist der Abendstern« wird also Substantielles ausgesagt.

Die Überlegungen zu *Identitätsaussagen* werden, in abgewandelter Form, von Nagel in seinem bekannten Artikel »*What Is It Like to Be a Bat?*« für ein starkes Argument gegen die *physikalistische* Auffassung der »Mind-Body Dualität« verwendet. Zu sagen: »Bewusstsein = physikalischer Vorgang« erklärt nach Nagel nichts wesentliches, da nicht erklärt wird, *wie* diese Gleichheit besteht. Nagel nimmt als Vergleich die berühmte Masse-Energie Dualität, die ohne weitere Erklärungen quasi bedeutungslos ist. Wie kann etwas klar *subjektives* gleich etwas *objektiven* sein?

Diese Konzepte führen uns nun endlich zur Diskussion über Existenz.

## Existenz

‘Sir,’ I said to the universe, ‘I exist.’ ‘That,’ said the universe, ‘creates no sense of obligation in me whatsoever.’

(Douglas Adams)

Es ist klar, dass Frege nicht jedem Ausdruck eine Bedeutung zuweisen möchte, vor allem weil nicht jede »Kennzeichnung« erfolgreich referiert.<sup>32</sup> Eine *Kennzeichnung* ist ein Ausdruck der Form

*“a man, some man, any man, every man, the present King of England, the present King of France, the centre of mass of the Solar System at the first instant of the twentieth century, the revolution of the earth round the sun, the revolution of the sun round the earth.”* (RUSSELL [34, S.1])

Die *Art* der Sache auf die eine Kennzeichnung hinweist kann zudem grundsätzlich verschieden sein – es kann sich dabei um Objekte, Konzepte etc. handeln – die Kennzeichnung nimmt im Satz die Rolle des grammatikalischen Subjekts ein. Dass es sich um eine *Form* handelt ist essenziell: weder muss eine Kennzeichnung tatsächlich referieren, wie etwa im Fall *“the present King of France”*, noch muss sie eindeutig oder *bekannt* sein. Dass die Kennzeichnung der relevante Ausdruck für eine semantische Analyse der Existenz ist, ist klar: Es sind die Ausdrücke, die auf Objekte hinweisen. Es gibt ganz offenbar keinen »*eckigen Kreis*«, keinen »*König*

(31) Hier muss ich leider etwas vorgreifen – Carnap bezieht sich damit auf die Referenztheorie von u. a. Russell, die (aus strukturellen Gründen) erst im folgenden Kapitel erklärt wird, aber historisch vorhergeht. Ich denke aber, dass die Intuition allein ausreicht, um Carnaps Ideen und die der Beschreibungen nachvollziehen zu können, ohne dass die Details der deskriptiven Referenztheorie erklärt wurden.

(32) Dass es Sätze der Alltagssprache gibt, die keine Bedeutung haben ist klar, z. B. die Lügner-Paradoxie (TARSKI [41, S.7]).

von Frankreich« und keinen »Odysseus. Für Frege ist *Bedeutung*, und das heißt im Falle von Kennzeichnungen eine Referenz, eine notwendige *Voraussetzung* und nicht Teil eines Satzes. So lautet die Verneinung von »Der die elliptische Gestalt der Planetenbahnen entdeckte, starb im Elend.« nicht »Der die elliptische Gestalt der Planetenbahnen entdeckte, starb nicht im Elend, oder es gab keinen, der die elliptische Gestalt der Planetenbahnen entdeckte.« (FREGE [12, S.11/12]) Dass es möglich ist, Aussagen über Odysseus, den König von Frankreich etc. zu bilden, nennt Frege eine Unvollkommenheit der Sprache – die Sätze sind laut Frege sinnlos.

Bevor wir uns mit Russells (und Freges) konkreter Lösung des Problems beschäftigen, sollten wir uns mit einem Spezialfall von Kennzeichnungen beschäftigen, der im weiteren Text zentral sein wird: Den *Namen*.

John Stuart Mill vertrat in *A System of Logic* die Ansicht, dass die primäre Funktion von *Namen* Referenz ist d. h. sie haben nur "*denotation*" und keine "*connotation*". Der Name »Düsseldorf« sei zwar durch die Namensgebung kausal mit der »Düssel« verbunden, aber selbst wenn sie heute verschwände, würden wir weiterhin den Namen *Düsseldorf* verstehen und verwenden – und dieser ist damit nicht abhängig davon, ob Düsseldorf an der Düssel liegt. Der Name »Düsseldorf« könne ohne Rückgriff auf irgendwelche Eigenschaften der Stadt »Düsseldorf« referenzieren.<sup>33</sup>

Diese Ansicht hat mehrere Probleme. Zum einen macht sie keinen Unterschied zwischen Sinn und Bedeutung, es ist unklar, warum eine Aussage wie »Der Morgenstern ist der Abendstern« etwas anderes ausdrückt als »Der Morgenstern ist der Morgenstern« – Namen haben in dieser Auffassung überhaupt keinen Sinn – und zum anderen lässt sich mit dieser Auffassung schwer erklären, wie wir überhaupt feststellen, auf was sich eine Name *referenziert*. Wenn ich »Napoleon« sage und mich jemand fragt, wer das sei, dann werde ich etwas wie: »Der ehemalige Kaiser der Franzosen« antworten müssen. Wenn der Name selbst, keine Eigenschaften, keine *Beschreibungen*, wie etwa »Die Großstadt an der Düssel« oder »Der Kaiser der Franzosen«, enthält, wie kann dann Referenz und vor allem Eigenschaften des Referenzierten *festgestellt* werden (KRIPKE [20, S.28])?

Für so verstandene Namen präsentiert sich das Problem fehlender Referenz ungleich dramatischer. Das große Problem ist dann weniger, dass es unbefriedigend ist, einigen Sätzen keinen Wahrheitswert zuzuordnen zu können. Das tatsächliche Problem liegt darin, dass es ohne eine adäquate Lesart der »fehlenden Referenz« (d. h. der fehlenden *Existenz*) schon unmöglich ist, die Aussage, dass etwas (gekennzeichnet durch einen Namen) *nicht* existiere sinnvoll zu formulieren. Wenn ich nicht sinnvoll sagen kann, dass »Odysseus nicht existiert«, dann werde ich auch Schwierigkeiten haben zu Begründen, warum ein Satz der »Odysseus« als

---

(33) Mills Beispiel ist die englische Stadt »Dartmouth«, die an der Mündung der Dart liegt.

Objekt besitzt, keinen Wahrheitswert bekommen kann.<sup>34</sup>

Das Problem von nicht-referierenden Namen hat in der Literatur oft den Beinamen »Platons Bart«.

“*There is no such thing as [Plato's beard](#).*”

Es lautet kurzgefasst wie folgt: Angenommen ich sage, dass »Der Pegasus nicht existiere.« Wäre die primäre Funktion des Namen »Pegasus« die Referenz, so müsste ich, sollte der Satz wahr und nicht sinnlos sein, annehmen, dass es ein Objekt gibt, auf das referenziert wird. Das scheint unmöglich (KRIPKE [21, S.5]). Wie kann über *etwas* ausgesagt werden, dass es nicht existiert, wenn wir doch damit *über etwas* sprechen?

Der Beiname *Platons Bart* ist natürlich nicht beliebig gewählt. Ein erster Lösungsversuch könnte lauten, dass über eine »Idee« irgendwo im platonistischen Himmel gesprochen wird, die nicht existieren soll. Wie Quine bemerkt, ist dies verwirrt: Zu sagen, »Platons Bart« existiere als Idee, mental oder nicht, wäre so, als würde man sagen, ein Bart sei synonym mit der Idee eines Barts. Ein solcher Fehler unterläuft uns bei Objekten, die wir real vor uns haben, nie. Natürlich gibt es eine »Platos-Bart-Idee«. Aber das ist nicht die Sache von der gesprochen wird, wenn man die Existenz von »Platos Bart« bejaht oder verneint (QUINE [33, S.8]).

Frege und Russell lösten das Problem unabhängig voneinander aber im wesentlich ähnlich (KRIPKE [21, S.6]): Sie ersetzten Mills Namenstheorie mit einer »deskriptiven Referenztheorie« und die *Existenz von Objekten* durch die »Instanzierung (d. h. *realisieren* bzw. auch *erfüllen*) einer Eigenschaft« ausgedrückt durch einen *Quantor*.<sup>35</sup>

### **On Denoting**

Einer hat es sein müssen, keiner hat es sein wollen,  
so habe ich mich dazu hergegeben.

(Arnold Schönberg)

Der Hauptteil der folgenden Methode zur Analyse von Sätzen ist aus Russells berühmten Artikel »[On Denoting](#)«, einige Kommentaren zur Existenz stammen dagegen aus seiner Vorlesungsreihe *The Philosophy of Logical Atomism*.

(34) Es muss hier angemerkt werden, dass Frege dieses Problem zu lösen wusste und das die zeitliche Reihenfolge der Argumentation hier nicht akkurat abgebildet wird. Das im folgenden beschriebene Problem wird explizit und von Anfang an von Frege mit seiner Unterscheidung von *Sinn und Bedeutung* behandelt und gelöst – die Lösung wird in folgenden aber über Russells Ansatz präsentiert, der später formuliert wurde, da diese klarer ist. Letztlich ähneln sich Freges und Russells Lösungen: Sie wählen eine deskriptive Referenztheorie gegenüber einer direkten Referenz und einen Existenzbegriff zweiter Ordnung gegenüber dem erster Ordnung.

(35) Der Wittgenstein der *Philosophische Untersuchungen* löst das Problem, indem er die Bedeutung als *Gebrauch* eines Wortes versteht (WITTGENSTEIN [46, § 39,43]).

Die zentrale Idee von Russells Analyse ist, Kennzeichnungen als abgekürzte *Beschreibungen* zu verstehen.<sup>36</sup> Dann können die Sätze in die Quantorenlogik übersetzt werden – das Vorgehen ist der Mathematikerin geläufig. Theorien dieser Art werden *deskriptiv* genannt. Auch Namen sind für Russell abgekürzte Beschreibungen: Er kommt zu dem etwas merkwürdig anmutenden Schluss, dass der einzige wirkliche *Name* das hinweisende »*dies*« ist.<sup>37</sup>

“The only words that are strictly proper names, in the sense in which I intend to use the term, are words like ‘this’ or ‘that’” (RUSSELL [35]).

Aus “*I met a man*” wird “*I met  $x$ , and  $x$  is human’ is not always false.*” – es ist klar, dass dies genau dann wahr ist, wenn wir einen Menschen getroffen haben. Der essenzielle Punkt dieser Analyse ist neben der Analyse vom indefinite “*a man*” auch das Umschreiben von “*man*” als *Eigenschaft*, ein Mensch zu sein. Die Aussage sagt, dass es mindestens ein  $x$  gibt, dass die Eigenschaft Mensch erfüllt und getroffen wurde. Hier erklärt sich auch, warum  $\exists y : y = x$  bedeutet, dass  $x$  existiert.

Eine Aussage wie »Der Morgenstern ist der Abendstern« ist dann als Identität von verschiedenen *Beschreibungen* zu verstehen, die sich bei »Morgenstern« und »Abendstern« auf offensichtliche Weise unterscheiden. Was genau diese Beschreibungen sind, ist ein Problem innerhalb dieser Theorie, hat man sich aber geeinigt, lösen sich die vorher genannten Probleme auf, indem Namen als abgekürzte Beschreibungen verstanden werden.<sup>38</sup>

Betrachten wir nun Kennzeichnungen ohne Referenten, so löst sich das Problem in der Russellschen Analyse auf. Aus “*The present King of France is bald.*” wird der Satz “*There is a  $x$  such that  $x$  is King of France, and that for all  $y$  that are King of France the identity  $x = y$  holds, and  $x$  is bald.*” Dieser Satz ist nun offenbar falsch, da es keinen König von Frankreich gibt. Um den Satz des ausgeschlossenen Dritten zu erhalten, muss zwischen der (logischen) Verneinung des Satzes und der alltäglichen unterschieden werden, da es den König von Frankreich natürlich

- (36) Hier gibt es die Anfangs genannte Subtilität: Wählen die Beschreibungen das Objekt aus, oder sind sie synonym mit der Kennzeichnung? Oder: ist eine Kennzeichnung durch eine Beschreibung gegeben oder eine Vielzahl? Um diesen Text einfach zu gestalten, vernachlässigen wir diese Unterscheidungen.
- (37) Wie mit diesen *indexikalischen* Ausdrücken umgegangen werden soll, behandelt Kaplan in »Demonstratives, An Essay on the Semantics, Logic, Metaphysics, and Epistemology of Demonstratives and Other Indexicals«. Dafür werden die Begriffe »Inhalt« und »Charakter« eingeführt. Eine große Errungenschaft Kaplans ist die Trennung von *logischer Wahrheit* und *notwendiger Wahrheit* (»Ich bin hier!« ist logisch wahr, aber nicht notwendigerweise wahr.).
- (38) Wittgenstein schlägt anscheinend eine Familie an Beschreibungen vor (WITTGENSTEIN [46, § 79]).

auch dann nicht gibt, wenn er nicht kahlköpfig wäre.<sup>39</sup>

Für Russell ist also die Lösung von »Platos Bart« gegeben durch die korrekte Analyse des Satzes. Mit jedem Namen wird ein Prädikat, d. h. eine Beschreibung assoziiert, die eindeutig instanziiert werden sollte. Wenn es nun tatsächlich ein Objekt gibt, das die Beschreibung erfüllt, dann existiert das benannte Objekt, anderenfalls existiert es nicht. Man sagt nie *von* einem Objekt, dass es existiert, sondern von einer Beschreibung, dass sie eindeutig erfüllt ist, oder eben nicht.

Existenz ist nach Russell keine Eigenschaft die einem Objekt zukommt, sondern die Eigenschaft einer Kennzeichnung – und das heißt einer Beschreibung – instanziiert d. h. erfüllt zu sein. Sie ist eine »Eigenschaft von Eigenschaften«, in Freges Terminologie, ein Konzept zweiter Ordnung (KRIPKE [21, S.21]). Blicken wir zurück auf Carnaps Analyse des »cogito«, so finden wir diese Idee wieder.<sup>40</sup> Wäre Existenz etwas, das über Individuen ausgesagt werden würde, so könne es nach Russell niemals nicht zutreffen, da man nur *über etwas* Eigenschaften aussagen kann, wenn es bereits existiert. In *The Philosophy of Logical Atomism* führt er aus:

*“I mean, it is perfectly clear that, if there were such a thing as this existence of individuals that we talk of, it would be absolutely impossible for it not to apply, and that is the characteristic of a mistake (KRIPKE [21, S.22]).”*

Russells Argument lässt sich wie folgt formalisieren:<sup>41</sup>

$$\forall x : \exists y : y = x,$$

»Für alle  $x$ , existiert  $x$ « (KRIPKE [21, S.37]). Das scheint für den Moment einzu-leuchten.

Wir können also sinnvoll sagen, dass » $x$  weiß ist«, weil dieser Satz wahr oder falsch sein kann, je nachdem was für  $x$  eingesetzt wird, aber nicht, dass » $x$  existiert«, weil dieser Satz immer wahr wäre. Die Existenz ist ein *Quantor* und keine Eigenschaft.

- (39) Überraschenderweise halten einige Kommilitonen (Mathematiker!) den Satz *“The present King of France is bald.”* für wahr, weil sie ihn (fälschlicherweise) in die Implikation: »Wenn  $x$  König von Frankreich ist, ist er kahlköpfig« übersetzen. Die materielle (logische) Implikation ist natürlich wahr, weil hier über die leere Menge quantifiziert wird. Man sollte sich dabei aber immer vor Augen halten – vor allem später im Bezug auf die Modalität – dass eine materielle Implikation natürlich nicht bedeutet, dass aus » $x$  ist König von Frankreich« die Aussage » $x$  ist kahlköpfig« hergeleitet werden kann, oder eine kausale Beziehung besteht. Materiell folgt aus  $1 = 1$  auch, dass Madrid die Hauptstadt Spaniens ist.
- (40) *“But how can a non-entity be the subject of a proposition? ‘I think, therefore I am’ is no more evident than ‘I am the subject of a proposition, therefore I am,’ provided ‘I am’ is taken to assert subsistence or being, not existence (RUSSELL [34, S.8]).”*
- (41) Kripke merkt hier an, dass es in dieser Formulierung (die nicht von Russell stammt) nicht so klar ist, dass Existenz nicht von Individuen ausgesagt wird. Hier wird ja tatsächlich das Konzept » $x$  existiert« in der deskriptiven Theorie von Russell formalisiert – was Russell eigentlich ablehnt – aber Russells Argument des Trivialität wird so gut ausgedrückt.

Die deskriptive Namenstheorie die dieser Analyse zugrunde liegt, bringt selbst Probleme mit sich, vor allem im Bezug auf die Modalität. Die berühmteste Kritik ist die Kripkes aus *Naming and Necessity*, die im nächsten Kapitel besprochen wird.

Ersteinmal gibt uns Russells Analyse aber die Sicherheit Sätzen Wahrheitswerte zuzuweisen, unabhängig davon, ob ihre Kennzeichnungen erfolgreich referenzieren oder nicht und einen sinnvollen Begriff von Existenz, der das vorausgegangene Problem löst (QUINE [33]). Was letztlich tatsächlich existiert, wird durch eine Analyse dieser Art freilich nicht gesagt. Ist z. B. der Satz »Bürgerinteressen werden durch den Staat nicht repräsentiert« (man achte auf die Position der Negation) wahr oder falsch?

### *On what there is*

To be, do be, do.

(Frank Sinatra)

Um die Frage *was* existiert zu beantworten, schlägt Quine in "On What there is" eine Verschiebung der eigentlichen Fragestellung vor. Anstelle die ontologische Frage der Existenz als Fundament zu nehmen, fragt Quine welche *Aussagen* wahr sind. Ausgehend von Russells Analyse *müssen* dann für *wahre Aussagen* bestimmte Objekte existieren: Soll »Der König von Frankreich ist kahlköpfig« wahr sein, so muss der König von Frankreich existieren, denn anderenfalls wäre der Satz falsch. Quines berühmter Satz

*"To be is to be the value of a variable (QUINE [33, S.13])."*

fasst die Idee gut zusammen.

Sagen wir, »Der Stift ist blau« d. h. » $\exists x : \text{Stift}(x) \wedge \text{Blau}(x)$ «, und dies soll wahr sein, so muss eine Entität  $x$  existieren, die ein Stift ist und Blau ist. Was *nicht* existieren muss sind die Universalien *Stift* und *Blau* - es sei denn wir sagen etwas wie »Stifte sind Blau« oder »Blau ist eine königliche Farbe«. Achille C. Varzi fasst Quines Ontologie in VARZI [44, S.47] folgendermaßen zusammen:

1. Es gibt genau eine Form der Existenz, die durch den Existenzquantor adäquat beschrieben wird.
2. Sein und Existenz ist dasselbe.
3. Wir haben eine ontologische Verpflichtung zu allen Entitäten die existieren müssen, sodass die Theorien die wir für gültig halten, gültig sind, und zu keinen anderen.

Das macht die Frage nach Existenz in einem gewissen Sinne trivial - die tatsächliche Frage liegt darin, nach welchen Kriterien eine Theorie<sup>42</sup> angenommen werden

(42) Eine *Theorie* ist eine Familie an Aussagen mit assoziierten Wahrheitswerten - der Begriffe ist insofern verwandt mit dem *Sprachspiel*, als dass [...]

sollte – haben wir diese, ist die Frage nach Existenz eine bloße Frage der logischen Analyse.

“*Our acceptance of an ontology is, I think, similar in principle to our acceptance of a scientific theory, say a system of physics [...] (QUINE [33, S.22])*”

Beruft sich z. B. jemand auf »Solidarität« um eine Wiedereinführung der Wehrpflicht zu rechtfertigen, so hätte diese Person eine ontologische Verpflichtung zur »Solidarität« – ebenfalls besitzt der Satz »Das Völkerrecht verbietet den Krieg Russlands« eine ontologische Verpflichtung zum Völkerrecht, wenn er wahr sein soll. Ob diese Sätze wahr sind, hängt letztlich von einer Theorie ab.

Quines Ontologie hängt allerdings auch davon ab, die Sätze nach Russellscher Analyse *umschreiben* zu können. Das bedeutet zum einen, dass eine *deskriptive* Namenstheorie mit all ihren Problemen angenommen werden muss und zum anderen, dass Theorien, die nicht in der Prädikatenlogik erster Ordnung formuliert sind, – wie etwa eine physikalische – erst in die Prädikatenlogik umgeschrieben werden müssen. Quine nennt dies »Regimentation«. Dass diese keineswegs eindeutig sind, also je nach Formalisierung andere – oder auch keine, wie Quine in »Variables explained away« und Burgess in »Being Explained Away« bemerkt – ontologische Verpflichtungen herauskommen, zeigt, dass weitere Kriterien nötig sind, um Quines Ontologie brauchbar zu machen (BURGESS [2, S.13]).

Für die Kriterien *guter Theorien* und *sinnvolle Regimentation* reicht der Platz in diesem Kapitel leider nicht mehr aus.

“*And philosophy in turn, as an effort to get clearer on things, is not to be distinguished in its essential points of purpose and method from good and bad science (QUINE [32, S.3]).*”

Quines Ontologie gibt uns ein starkes Argument für die Existenz mathematischer Entitäten, das sogenannte *Unverzichtbarkeitsargument (Quine – Putnam indispensability argument)*. Putnam formuliert das Argument folgendermaßen: “*quantification over mathematical entities is indispensable for science, both formal and physical; therefore we should accept such quantification; but this commits us to accepting the existence of the mathematical entities in question*” und schreibt es Quine zu (PUTNAM [31]). Die Frage, ob die Mathematik *erfunden* oder *entdeckt* wird, lässt sich also folgendermaßen beantworten: »Die Mathematik wird als etwas erfunden, über das es wahr ist zu sagen, dass sie entdeckt wird.«

“*How could we come to know anything asserting, implying, or presupposing that there are numbers, functions, or sets, given that it does not make sense to ascribe spatiotemporal location or causal powers to such mathematical entities? [...] the obvious anti-nominalist solution [...] is to [...] look at how mathematicians come to believe, say, Gödel's result, 'There are solutions to the field equations of general relativity with closed time-like paths.' That is how one can justifiably come to*

*believe something implying 'There are functions'.*" (BURGESS [2, S.3f])  
*"The new enterprise of 'ontology' in the post-Quinean sense is simply a glorified taxonomy, an attempt to catalogue what sorts of objects there are in reality, not 'just as it is in itself' but as apprehended by us through our everyday and technical language, our commonsense and scientific theories (BURGESS [2, S.9])."*

## Modalität

Freiheit ist Einsicht in die  
Notwendigkeit.

(Friedrich Engels)

Wir kommen jetzt zu dem zweiten Aspekt der Ontologie, der eingeführt, aber bislang vernachlässigt wurde: Die »Modalität«.

Die Modalität fragt nach der Beziehung zwischen Wahrheitswert und Welt, das heißt, auf welche Art ein bestimmter Sachverhalt besteht. Die zwei zentralen Begriffe der Modalität sind »notwendig« und »kontingent«, die wir schon aus dem Unterkapitel »Ontologie« kennen. Das gewöhnliche Bild der Modalität ist die Unterscheidung zwischen faktischem Bestehen eines Sachverhalts und der Intension, d. h. das bestehen in möglichen Welten. Freges Unterscheidung zwischen Sinn und Bedeutung (auch wenn Modalität nicht Freges Ausgangspunkt war), Carnaps Idee der »state description« stellen die bekannten Verbindungen zwischen »a priori/a posteriori« und »notwendig/kontingent« her – einige Details dieser Verbindungen werden allerdings im Folgenden in Frage gestellt.

Nochmals: Es ist wichtig, die verschiedenen Bereiche der Begriffe sauber voneinander zu trennen: »Analytisch/synthetisch« sind Begriffe aus der *Semantik*, »a priori / a posteriori« sind *epistemische* Begriffe und »notwendig/kontingent« sind *ontologische* Eigenschaften. Ebenfalls hervorzuheben ist, dass Folgendes immer in einem gewissen Sprachspiel stattfindet, z. B. im Sprachspiel der Mathematik, der Physik usw.

In der Modallogik wird der »Notwendigkeitsoperator« durch das Zeichen »□« mit offensichtlicher Axiomatik eingeführt. Es gibt aber eine Ambiguität in der Aussagen, etwas sei notwendig, die zu einer wichtigen Unterscheidung führt. Sage ich, dass »Die Junggesellin ist unverheiratet« notwendigerweise wahr ist, so kann ich meinen, dass

- (i) Notwendigerweise ist die Junggesellin unverheiratet, d. h.

$$\Box (\exists x : \text{Junggesellin}(x) \implies \text{Unverheiratet}(x))$$

(›De dicto Lesart‹).

- (ii) Die Junggesellin ist notwendigerweise unverheiratet, d. h.

$$\exists x : \text{Junggesellin}(x) \implies \Box \text{Unverheiratet}(x)$$

(›De re Lesart‹).

Die *de dicto* (über das Gesagte) und die *de re* (über die Sache) Lesart unterscheiden sich also im Skopus des Notwendigkeitsoperators. Offenbar ist die *de dicto* Lesart des obigen Satzes (analytisch) wahr, die *de re* Lesart ist es aber nicht, denn es ist keineswegs notwendig, dass die Person die *faktisch* eine Junggesellin ist, nicht hätte heiraten können.

Diese Unterscheidung kam bereits bei Freges *Sinn und Bedeutung* vor, nämlich bei den Sarah-Sätzen über das *Glauben*. Quines Beispiel ist dafür ist die Aussage

»Sarah glaubt das jemand eine Spionin ist.«

was entweder bedeuten kann, dass Sarah glaubt, dass es Spioninnen gibt (Sarah glaubt:  $\exists x$  (Spionin ( $x$ ))) oder, es existiert jemand, von dem Sarah glaubt Spionin zu sein ( $\exists x$  (Sarah glaubt Spionin ( $x$ ))) – ersteres ist die *de dicto* und letzteres die *de re* Lesart. In einem *de dicto* Satz können also koextensionale Begriffe nicht *salva veritate* ausgetauscht werden, in einem *De re* Satz schon.

Letztlich zielt die *de re* Modalität allerdings auf etwas ab, was mit der deskriptiven Namenstheorie Russells und Quines nicht vereinbar ist: Auf notwendige Eigenschaften von Entitäten. c Etwa in der Frage nach Existenz, in der Russell explizit verneint, dass es sinnvoll sei von der »Existenz von Entitäten« zu sprechen. Erinnern wir uns an Russells Argument gegen die Eigenschaft der Existenz als eine Eigenschaft von Individuen, so lässt sich diese als  $\Box \forall x : \exists x$  formulieren – was offensichtlich wahr ist – aber ist es die *de re* Lesart  $\forall x : \Box \exists x$ ? Während *de dicto* Modalität unkontrovers ist, wird daher die *de re* Modalitäten von Philosophen wie Quine abgelehnt.

“Possibility, along with the other modalities of necessity and impossibility and contingency, raises problems [...]. But we can at least limit modalities to whole statements. We may impose ‘possibly’ upon a statement as a whole, [...] but little real advance in such analysis is to be hoped for in expanding our universe to include so-called ‘possible entities’” (QUINE [33, S.4]).

Quine hält es für grundsätzlich schwierig, festzustellen welche Eigenschaften einer Entität nun kontingent oder notwendig sind. Quines berühmtes Beispiel ist (sehr passend für die Elefanten des Romseminars) der »«radfahrende Mathematiker. So sei es plausibel zu sagen, dass ein Mathematiker notwendigerweise rational und nicht notwendigerweise zweibeinig ist, und ein Radfahrer notwendigerweise zweibeinig und nicht notwendigerweise rational. Welche notwendigen und welche kontingenten Eigenschaften kommen nun aber dem »«radfahrenden Mathematiker zu (QUINE [32, S.344])?

Für Quine ist es »insoweit wir rein bezeichnend von [einem] Gegenstand sprechen, [...] nicht einmal andeutungsweise sinnvoll, einige seiner Eigenschaften als notwendig und andere als kontingent einzustufen.« (QUINE [deutsche Übersetzung 32, S.344f])

Betrachten wir z. B. die Eigenschaft der Zahl 9 größer als 7 zu sein als notwendig, was durchaus plausibel ist, so würde eine Substitution von »Die Anzahl der

Planeten = 9« eine offenbar kontingente Aussage ergeben (QUINE [33, S.143]). Zu sagen, es sei eine *notwendige* Eigenschaft der 9 größer als die 7 zu sein, steht also im Widerspruch zur Substitutionsregel in der extensionalen Logik.

Ohnehin hält Quine, da er eine Unterscheidung von *analytischen* und *synthetischen* Sätzen ablehnt, *überhaupt* keine Aussage für notwendigerweise wahr oder falsch (QUINE [32, xii]) – wobei die Verbindung von *analytisch* und *notwendig* den Anfangs beschriebenen Intuitionen folgt. Für Quine ist Bedeutung nichts konstantes, sie kann sich ändern!

Eine prominente Gegenposition zur deskriptiven Namenstheorien und für die *de re* Modalität, wird von Kripke in seiner Vorlesungsreihe *Naming and Necessity* dargelegt.

### ***Naming and Necessity***

It really is a nice theory. The only defect I think it has is probably common to all philosophical theories. It's wrong. You may suspect me of proposing another theory in its place; but I hope not, because I'm sure it's wrong too if it is a theory.

*(Saul Kripke)*

Schon Frege bemerkt in »Über Sinn und Bedeutung«, dass es in einer deskriptiven Namenstheorie (er spricht natürlich vom *Sinn*) Probleme gibt. Wählen wir für den Namen »Aristoteles« die Beschreibung (den Sinn) »der Schüler Platos« oder »Der Lehrer Alexanders des Großen«, wo wird mit dem Satz »Aristoteles war aus Stagira gebürtig« ein anderer Sinn verbunden (FREGE [12, S.24]).<sup>43</sup> Frege hält dies für einen Defekt in der Sprache. Das viel dringendere Problem liegt hier natürlich in der Modalität: dass für »Aristoteles« verstanden als »Der Lehrer Alexanders des Großen« der Satz »Aristoteles war der Lehrer Alexanders des Großen« notwendigerweise wahr ist – es aber ganz offenbar nicht sein sollte (KRIPKE [20, S.30]).

Nun kann man sich durchaus auf die Position stellen, dass *de re* Modalität eben Unsinn sei und dass eben die Eigenschaften einer Entität nicht an der Entität selbst haften, sondern an seiner Beschreibung.

Es spricht allerdings vieles dafür, *de re* Modalität als sinnvoll zu erachten. Zum einen ist da der offensichtliche intuitive Inhalt einer Aussage wie »*Dieser Mann hätte die Wahl verlieren können*«, wobei man auf ein Bild Donald Trumps zeigt, als eine Aussage *über* den Mann<sup>44</sup> Donald Trump. Niemand würde hier sagen: »Das stimmt nur, wenn du ihn als ›Trump‹, aber nicht wenn du ihn als ›Gewinner der Wahl‹ beschreibst«. Man würde entgegen: »›Der Gewinner‹ und ›der Verlierer‹ wählen nicht die gleiche Person in allen möglichen Welten aus.

(43) Das von Frege gewählte Beispiel scheint mir unnötig schwach zu sein. Auch möglich wäre schlicht: »Der bekannteste Philosoph gebürtig in Stagira.«

(44) Nach eigenem »Presidential Decree« tatsächlich: die Frau (auch hier liegt ein gutes Beispiel für essentielle und kontingente Eigenschaften).

Aber der Ausdruck ›Trump‹ ist schlicht der *Name* dieses Mannes.« Zu fragen, ob es notwendig oder kontingent ist, dass Trump die Wahl gewann, ist intuitiv eine Frage danach, ob *dieser Mann* in einer *kontrafaktischen* Situation die Wahl hätte verlieren können (Dies ist direkt aus *Naming and Necessity* übertragen – Kripke benutzt hier natürlich nicht Trump sondern »Nixon« als Beispiel) (KRIPKE [20, S.41]).

*“Of course, some philosophers think that something’s having intuitive content is very inconclusive evidence in favor of it. I think it is very heavy evidence in favor of anything, myself. I really don’t know, in a way, what more conclusive evidence one can have about anything, ultimately speaking.”* (KRIPKE [20, S.42])

Ein möglicher Einwand gegen diese Intuition ist das Problem der »«Transwelt-Identifikation: Wie können wir ein Kriterium für *Trump-Sein* finden d.h. die Person Trump in einer anderen möglichen Welt wiederfinden? Sicherlich können wir nicht notwendige Eigenschaften von Trump finden, die ihn eindeutig festlegen – Beschreibungen sind meist kontingent, wir würden Trump mit ihnen nicht wiederfinden.

*»Really, adequate necessary and sufficient conditions for identity which do not beg the question are very rare in any case. Mathematics is the only case I really know of where they are given even within a possible world, to tell the truth.«* (KRIPKE [20, S.43])

Hier sollte Kripkes Antwort direkt zitiert werden (KRIPKE [20, S.43-46]):

*“One thinks, in this picture, of a possible world as if it were like a foreign country. [...] A possible world is given by the descriptive conditions we associate with it.[...] Even if we travel faster than light, we won’t get to it.[...] What do we mean when we say ‘In some other possible world I would not have given this lecture today?’ We just imagine the situation where I didn’t decide to give this lecture or decided to give it on some other day. Of course, we don’t imagine everything that is true or false, but only those things relevant to my giving the lecture; but, in theory, everything needs to be decided to make a total description of the world. [...] Possible worlds are stipulated, not discovered by powerful telescopes. [...] We can point to the man, and ask what might have happened to him, had events been different.”*

Wir haben (leider) den Mann Trump vor uns, wir zeigen auf ihn und fragen uns, was mit *ihm* hätte sein können. Wir schauen uns keine ganze »state description« einer möglichen Welt an und versuchen dort Donald Trump wiederzufinden, sondern passen unsere »state description« an, d. h. wir bauen eine mögliche Welt

um *ihn* auf( Auch hier muss natürlich kein epistemischer Zugriff auf die gesamte *state description* bestehen) – es ist klar wie hier verfahren wird.<sup>45</sup>

Es gibt daher kein Problem der »«Transwelt-Identifikation. Neben diesem intuitiven Argument für *de re* Modalität, sollte man sich klar machen, dass auch die wissenschaftliche Praxis durchaus Aussagen über *Entitäten* trifft, es sei denn man würde jegliche Kontinuität in ihrer Entwicklung leugnen. Sprachen die Chemiker nicht auch schon vor Lavoisier über »die Verbrennung« – die Alchimisten nicht von »Gold«? Sicher unterscheidet sich die *Beschreibung* von Gold heute maßgeblich von der früheren. Nie haben wir aber festgestellt, dass es kein Gold gibt, weil sich die frühere Eigenschaften als falsche herausgestellt haben. In der *de re* Modalität zu sprechen heißt, Objekten notwendige (essentielle) und kontingente Eigenschaften zuzusprechen – das können wir aber in einer deskriptiven Theorie nicht machen, weil Kennzeichnungen schlichtweg synonym mit Eigenschaften sind.

Kripke merkt an, dass Kant den Satz »Gold ist ein gelbes Metall« für einen notwendig wahren Satz hielt. Würden wir aber morgen herausfinden, dass Gold in Wahrheit Blau ist, dann hätten wir sicher nicht herausgefunden, dass es kein Gold gibt. Die Eigenschaft ist kontingent. Fänden wir aber heraus das Gold nicht die Elementzahl 79 hätte, oder etwa alles Gold in Wahrheit Katzensgold wäre, so würden wir sagen, dass es Gold in Wirklichkeit nicht gibt. Das sind essentielle Eigenschaften (KRIPKE [20, S.117f]).

Wie sind aber die vorher genannten Einwände gegen die *de re* Modalität zu beantworten? Kripke schlägt vor, Namen als »«rigide Designatoren zu betrachten, d. h. als Ausdrücke mit konstanter Intension: Sie bedeuten in jeder möglichen Welt dasselbe.<sup>46</sup> Ein Ausdruck ist genau dann ein rigider Designator, wenn er in jeder möglichen Welt, dasselbe Objekt auswählt. Für Kripke ist Rigidität ein semantisches Konzept und kein metaphysisches (INAN [16, S.215]). An und für sich können *alle* Kennzeichnungen als rigide verstanden werden können. Der Unterschied liegt letztlich darin, dass viele Kennzeichnungen (wie etwa Beschreibungen) eben klarerweise (und gewöhnlich) nicht-rigide Verwendung besitzen.

Eine direkte Konsequenz der *Rigidität* ist die Ablehnung des »Principium identitatis indiscernibilium«, d. h. des »Satzes von der Gleichheit des Ununterscheidbaren«, da es gut vorstellbar ist, dass es unterschiedliche Objekte gibt, die sich alle *essentiellen* Eigenschaften teilen – auch wenn Friedrich Merz *alle* Eigenschaften

(45) Wenn wir hier aber schon mit Carnaps Begriff der »state description« argumentieren, muss an dieser Stelle betont werden, dass Kripke *nicht* von einer »Gleichberechtigung« aller »state descriptions« ausgeht: Es gibt »state descriptions« die sozusagen *keine mögliche Welt* sind (Siehe dazu z. B. [Accessibility relation](#)). Das entspricht der Intuition, dass eben *nicht* alles möglich ist, was man formal hinschreiben kann – wobei Carnap hier natürlich entgegen würde, dass es sich bei seinen atomaren Sachverhalten nicht um solches handeln kann.

(46) Hier ergibt sich eine Schwierigkeit in der deutschen Sprache. »Dasselbe« solle absolute Identität bedeuten, »das Gleiche« nur eine wesentliche Ähnlichkeit. Offenbar sind die referenzierten Objekte nicht in dem Sinne absolut identisch, als dass sie die exakt gleichen Eigenschaften besitzen – allerdings sind sie auch nicht wesentlich ähnlich (sowohl in positiven wie im negativen Sinne). Ich verstehe »dasselbe« hier als »dasselbe Objekt«.

von Donald Trump besäße, so wäre er doch nicht *dieselbe* Person.<sup>47</sup>

Quines Problem der Substitution  $9 > 7$  nach Anzahl der Planeten  $> 7$  wird nun auf eine klare Weise aufgelöst. Die Ausdrücke »9« und »Anzahl der Planeten« sind schlicht nicht synonym. Die Kennzeichnung »Anzahl der Planeten« kann faktisch die 9 *auswählen*, nämlich in einer möglichen Welt, in dem es 9 Planeten im Sonnensystem gibt, ist aber anders als die »9« *kein* rigider Designator, es handelt sich um eine *kontingente* Beschreibung der Zahl »9«. In der möglichen Welt, indem die Anzahl der Planeten *nicht* gleich 9 ist, gilt die Substitution schlichtweg nicht, weil »Die Anzahl der Planeten« überhaupt nicht die 9 auswählt. Damit ist die Substitutionsregel gerettet und das Problem gelöst. Im Gegensatz zu den deskriptiven Namenstheorien, sind Name in Kripkes Sicht weder synonym mit Beschreibungen, noch können sie durch solche in der Analyse ausgetauscht werden. Prägnante Beispiele dafür sind etwa das »Heilige Römische Reich«<sup>48</sup>, die »UN«, oder die »Christlich Demokratische Union« (KRIPKE [20, S.26]).

Eine wesentliche Konsequenz von Kripkes Auffassung ist, dass es notwendiges *a posteriori* und kontingentes *a priori* gibt.

*[...] considerations about de re modality, about an object having essential properties, can only be regarded correctly, in my view, if we recognize the distinction between a prioricity and necessity. One might very well discover essence empirically (KRIPKE [20, S.110])."*

Das Gold die Elementzahl 79 hat, musste *a posteriori* herausgefunden werden, ist aber (u. a. im Sprachspiel der Chemie) notwendigerweise wahr. Notwendige Eigenschaften werden auch essentielle Eigenschaften genannt.

Es ist ebenso offensichtlich, dass Identitätsaussagen zwischen rigiden Designatoren notwendigerweise wahr oder falsch sind.

*"Let's suppose we refer to the same heavenly body twice, as 'Hesperus' and 'Phosphorus'. We say: Hesperus is that star over there in the evening; Phosphorus is that star over there in the morning. Actually, Hesperus is Phosphorus. Are there really circumstances under which Hesperus wouldn't have been Phosphorus? Supposing that Hesperus is Phosphorus, let's try to describe a possible situation in which it would not have been. [...] Someone goes by and he calls two different stars 'Hesperus' and 'Phosphorus'. [...] But are those circumstances in which Hesperus is not Phosphorus or would not have been Phosphorus? It seems to me that they are not. [...] I'm committed to saying that they're not, by saying that such terms as 'Hesperus' and 'Phosphorus', when used as names, are rigid designators. They refer in every possible world to the planet Venus (KRIPKE [20, S.102])."*

(47) Eine metaphysische Voraussetzung für starre Designatoren ist damit die Existenz von »Haecceitas«, d. h. »Diesheit«.

(48) »Das heilige römische Reich, – weder heilig, noch römisch, noch Reich.« – Voltaire

Es ist dann ebenso klar, dass diese (rein) *a posteriori* sein können, wie etwa im Falle des Morgensterns (Phosphorus) und des Abendsterns (Hesperus), dessen *Bestätigung* der Identität ja nur aufgrund einer astronomischen Beobachtung gegeben werden kann. Auch der Satz »Wasser ist H<sub>2</sub>O« ist dann notwendigerweise wahr, wenn er wahr ist.

Das hat zur Folge, dass wir, anders als zuvor, ontologische Verpflichtungen nicht mehr unbedingt *a priori* erkennen können. Denn, halten wir den Satz »Wasser existiert« für wahr, so müssen wir *a posteriori* erkennen, dass auch notwendigerweise »H<sub>2</sub>O existiert« wahr ist.

Die Notwendigkeit von geltenden Identitätsaussagen und die Möglichkeit eines notwendigen *a posteriori* sind wichtige Konsequenzen von Kripkes Theorie. Die Begriffe »analytisch«, »*a priori*« und »notwendig« sind demnach mitnichten koextensional.

Dies hat auch Implikationen für den sogenannten »Physikalismus«, der insbesondere Empfindungen wie Schmerz, oder das Bewusstsein als rein physikalische Phänomene erklären möchte. Kripke weist hier auf Folgendes hin: Weil der Name »Schmerz« ebenso wie ein bestimmtes Nervenbündel (C-Fibers) rigide Designatoren sind, müsste die Identifikation "Pain is the stimulation of C-Fibers" notwendigerweise gelten, wenn sie wahr ist. Aber offenbar ist diese physikalischen Beschreibung kontingent und die Identität kann nicht bestehen (KRIPKE [20, S.98ff]).<sup>49</sup>

Das kontingente *a priori* ist etwas schwieriger einzusehen. Ein Beispiel eines kontingenten *a priori* ist nach Kripke der Satz »Der Urmeter ist ein Meter lang«<sup>50</sup>: »ein Meter« ist ein rigider Designator für die Länge Meter, die Länge eines Stabes (der Urmeter) zu einem gewissen Zeitpunkt ist das aber nicht. Trotzdem lässt sich die Wahrheit des Satzes in der Welt, in dem der Urmeter den Meter festlegt, *a priori* feststellen – ohne dass dies bedeutet, dass der Urmeter notwendigerweise ein Meter lang sein muss (KRIPKE [20, S.140, S.56]). Das Konzept der *Definition* ist also ebenfalls nicht ausreichend, um Notwendigkeit festzulegen.

All dies hat wesentliche Implikationen für die *Existenz*. Es ist klar, dass Quines Regel »to be is to be the value of a bound variable« für rigide Designatoren nicht funktionieren kann, da diese nicht synonym mit den Beschreibungen sind, die in Quines Auffassung instanziiert werden. Gilt aber Russells Argumentation für die Existenz als Prädikat zweiter Ordnung weiterhin in modalen Kontexten? Die *de re* Modalität und das Konzept der rigiden Designatoren erlaubt anscheinend eine »Eigenschaft« der Existenz – es kann (und muss) jetzt entgegen Russell und Quine von möglicher und unmöglicher Existenz von *Objekten* gesprochen werden, da Namen nicht länger synonym mit Beschreibungen sind, die instanziiert werden (oder eben nicht).

(49) Das ist, gerade im Unterschied zum Satz »Wasser ist H<sub>2</sub>O«, den Kripke für notwendigerweise wahr hält, verbunden mit den Überlegungen Nagels zum Mind-Body Problem.

(50) Den Wittgenstein bekanntermaßen für einen Satz hielt, der überhaupt keinen Wahrheitswert besitzt WITTGENSTEIN [46, § 50]

“[In Russells view] One can’t say ‘there is someone whom I identify as the unique person who led the Israelites out of Egypt and he might not have existed’ because ‘he might not have existed’ here makes no sense by itself. [...] So my view is that it is perfectly legitimate to attribute existence to individuals [...] (KRIPKE [21, S.35f])”

Erinnern wir uns an Russells formale Argument, aus dem er schließt dass ein Existenz Prädikat erster Ordnung trivial wäre, so gelte im modalen Kontext natürlich weiterhin

$$\Box \forall x \exists y (y = x) \quad \text{d. h.} \quad \Box \forall x \text{Exists} (x),$$

aber eben *nicht*

$$\forall x \Box \text{Exists} (x).$$

Aus »notwendigerweise existiert alles« folgt nicht »Alles existiert notwendigerweise« (KRIPKE [21, S.37f]). Existenz wird also *nicht* zu einer trivialen Eigenschaft von allem Benannten, selbst wenn man Referenz für die primäre semantische Funktion eines Namens hält.

Was kann aber über die *mögliche* Existenz rigider Designatoren gesagt werden? Existieren diese möglicherweise, notwendigerweise oder in manchen Fällen sogar notwendigerweise *nicht* – und wie könnte von etwas gesprochen werden, dass nicht existiert? Bevor dies beantwortet wird, muss ein weiterer (und alter) Einwand gegen Kripkes Theorie beantwortet werden, der schon gegen Mill eingebracht wurde. Wie *kommen* die Objekte zu ihren Namen? Die Antwort darauf wird der Schlüssel zur Existenzfrage sein.

### **Taufe und Ostension**

There was a boy called Eustace Clarence Scrubb, and he almost deserved it.

(C.S. Lewis)

Kripkes Bild ist das einer initialen *Taufe* durch Beschreibung oder Ostension, die dann innerhalb der Sprachgemeinschaft in einer kausalen Kette weitergegeben wird KRIPKE [20, S.96].<sup>51</sup> Die Umstände unter denen ein Objekt getauft wird, haben keinerlei Einfluss darauf, ob eine Bezeichnung ein rigider Designator ist. Ohne Taufe kann aber nicht *sinnvoll* von einem rigiden Designator *gesprochen* werden, da dann jeglicher Bezug zur Welt fehlt. Der Taufname ist aber *nicht* synonym mit den Eigenschaften, mit denen er getauft wurde, und wir können das Objekt über kontrafaktische Situationen festhalten. Für Kripke ist es dabei im Wesentlichen unproblematisch, dass Objekte durch nicht-essentielle, sogar falsche Eigenschaften getauft werden (KRIPKE [20, S.76]). Wie wir gesehen haben sind die Eigenschaften selbst im Falle einer *Definition* nicht essentiell, sondern nur *a priori* wahr (KRIPKE [20, S.135]).

(51) Man erkennt hier den großen Einfluss von Wittgensteins *Philosophische Untersuchungen*.

Quine bemerkt in "Identity, Ostension, and Hypostasis", dass eine Taufe durch Ostension nicht unbedingt ein einmaliger Akt, z. B. bei der Benennung eines Flusses, wenn wir das Konzept »Fluss« nicht kennen, ist; auch Wittgensteins Ausführungen zur Ostension in WITTGENSTEIN [46, § 28,29] sind hier interessant. Der Fall des Flusses zeigt abermals, warum nominalistische Positionen unhaltbar sind: Der Fluss ist ein raumzeitliches Objekt und kein *konkretes*, insofern »kann man auch zweimal im selben Fluss baden« (QUINE [33, S.65]). Das sich die Ostension eines Flusses, wie etwa durch »Das ist der Neckar« grundsätzlich davon unterscheidet, ein abstraktes Konzept zu benennen, wie etwa »Das ist ein Quadrat«, da ersteres ein »konkretes Objekt in einem konkreten Ganze«, nämlich in der Totalität aller Flüsse, und letzteres ein »konkrete Instanz eines abstrakten Universalbegriffs«, nämlich der »Quadratheit«, ist klar (QUINE [33, S.74]).

Die Taufe von mathematischen Objekten ist sicherlich einzigartig. Kripke selbst nennt die Mathematik das ihm einzige bekannte Beispiel, bei dem notwendige und hinreichende Bedingungen für die Taufe angegeben werden können (KRIPKE [20, S.43]) – das liegt natürlich im speziellen modalen Charakter mathematischer Aussagen. Die Zahl  $\pi$  ist nicht synonym mit der Beschreibung »Das Verhältnis vom Umfang eines Kreises zu seinem Durchmesser«, aber diese Beschreibung muss notwendigerweise für  $\pi$  gelten und bestimmt  $\pi$  auch eindeutig (KRIPKE [20, S.60]).

Dass mathematische Begriffe tatsächlich nicht synonym mit ihren (sogenannten) *Definitionen* sind, lässt sich nach Krömer dadurch sehen, dass einige Grundbegriffe der Mathematik nicht genau durch ihre Definitionen gegeben werden (KRÖMER [24]). So heißt es bei Wittgenstein zum Begriff *Zahl*:

*»[...] Warum nennen wir etwas ›Zahl?‹ Nun etwa, weil es eine – direkte – Verwandtschaft mit manchem hat, was man bisher Zahl genannt hat; [...] (WITTGENSTEIN [46, § 67])«*

*»Gut, so ist also der Begriff der Zahl für dich erklärt als die logische Summe jeder einzelnen miteinander verwandten Begriffe: Kardinalzahl, Rationalzahl, reelle Zahl etc., [...] Dies muß nicht sein. Denn ich kann so dem Begriff ›Zahl‹ feste Grenzen geben, d. h. das Wort ›Zahl‹ zur Bezeichnung eines fest begrenzten Begriffs gebrauchen, aber ich kann es auch so gebrauchen, daß der Umfang des Begriffs nicht durch eine Grenze abgeschlossen ist. [...] (WITTGENSTEIN [46, § 68])«*

Krömer merkt an, dass der Einwand, all diese Zahltypen seien in der Mengenlehre eindeutig definiert, nicht sinnvoll sei, da dies kein Merkmal des Begriffs »Zahl« ist (KRÖMER [24, S.5]). Ähnliches gelte auch für die Begriffe »Menge«, »Struktur«, »Funktion« etc.. All das ist eine gute Nachricht für die Mathematik, heißt es doch, dass sie keine bloße Grammatik ist, sondern eine echte Praxis.

Wie sieht es aber mit Objekten aus, die über eine Beschreibung getauft wurden, aber durch diese weder offensichtlich eindeutig festgelegt wurden, noch abstrakt sind? Kripke nimmt anscheinend an, dass auch solche Objekte existieren können.

Ein schönes Beispiel ist die Taufe des Planeten »Neptun«, dass Kripke in KRIPKE [20, S.96] ebenfalls benutzt.<sup>52</sup>

Das Konzept der Taufe ist essentiell für den Existenzbegriff – denn diese entscheidet was existieren kann und was nicht.

### **Mögliche und Unmögliche Existenz**

Das also war des Pudels Kern!

(Goethe)

Kripke erweitert die Diskussion über die Existenz, da nun über Existenz im modalen Kontext, also in möglichen Welten gesprochen wird.<sup>53</sup>

Eine berühmte Behauptung Kripkes ist, dass »Einhörner unmöglich existieren können« (KRIPKE [20, S.24f]). Da die Bezeichnungen natürlicher Arten für Kripke ebenso wie Eigennamen rigide sind, die mythologische (also insbesondere fiktive) Erzählung über das Einhorn allerdings weder Kriterien festlegt mit denen die Spezies eindeutig festgelegt wird, noch das Einhorn real instanziiert ist, kann keine *eindeutige* Spezies existieren, die die Spezies »Einhorn« ist.

*“If we suppose, as I do, that the unicorns of the myth were supposed to be a particular species, but that the myth provides insufficient information about their internal structure to determine a unique species, then there is no actual or possible species of which we can say that it would have been the species of unicorns.”* (KRIPKE [20, S.156]).

Es könnte zwei essentiell unterschiedliche Spezies geben, die alle bekannten Eigenschaften des Einhorns erfüllen. Demnach kann von keiner gesagt werden, dass *sie* die Spezies »Einhorn« ist. Das steht im Widerspruch zur Rigidität, die ja verlangt, dass der Name »Einhorn« in jeder möglichen Welt dasselbe Objekt bezeichnet – dieselben Objekte müssen sich aber ihre essentiellen Eigenschaften teilen.

Dies stellt eine Verbindung zum Konzept der Taufe her. Es scheint zwar zunächst so, als wäre die Bezeichnung »Einhorn« möglicherweise nicht-rigide, also eine *nicht genuine* Bezeichnung einer natürlichen Art. Das hieße den Fehler nicht in der *Taufe* des Einhorns zu suchen, sondern im Ausdruck selbst. Die Intuition dahinter könnte sein, dass wir einen Satz wie »Einhörner könnten zwei Hörner haben« scheinbar nicht sagen können, ohne das zugrundeliegende Objekt zu verlieren. Das ist aber im Sinne Kripkes Theorie rigider Designatoren falsch. Der

(52) Tatsächlich wurde der hier gemeinte Planet erst nach seiner Observation als Neptun getauft. Außerdem wurde er durchaus auch schon vorher beobachtet. Diese Details sind aber für die Anschaulichkeit des Beispiels hinderlich. Im Wesentlichen würde das Beispiel auch dann funktionieren, wenn es komplett erfunden wäre. Als Taufe des Planeten Neptuns meine ich, die erstmalige Postulierung seiner Existenz. Ob er zu diesem Zeitpunkt Neptun genannt wurde ist irrelevant. Das Beispiel des Planeten »Vulcan« zeigt, dass Taufen dieser Art durchaus vollzogen wurden. Die mir bekannten Informationen finden sich auf der Wikipedia Seite zum Neptun.

(53) Ein großer Teil des folgenden Textes wurde als Hausarbeit bei [Dr. Antje Rumberg](#) verfasst.

Designator »Einhorn« ist ebenso wenig äquivalent zu seinen Beschreibungen, wie es irgendein anderer rigider Designator ist.

Tatsächlich bedingt die Eigenschaft, ein rigider Designator zu sein, nicht die Möglichkeit der Existenz. Das Beispiel des Einhorns (und dessen verwandte Beispiele) ist dafür da, den Unterschied von rigider Designation zu kontingenter Beschreibung zu veranschaulichen und ist kein Beispiel eines nicht-rigiden Designators. Es ist (zumindest für mich) nicht unmittelbar klar, dass es keinen rigiden Designator geben kann, der niemals referenziert. Kripke hält Existenz sicherlich nicht für notwendig.

Eine genauere Inspektion des Beispiels zeigt, dass die Rigidität der Bezeichnung »Einhorn« sogar wesentlich in der Argumentation für die Unmöglichkeit seiner Existenz ist. Eben *weil* »Einhorn« ein rigider Designator ist, kann es unmöglich Einhörner geben. Wenn Einhörner möglich wären, dann gäbe es mindestens zwei essentiell verschiedene Spezies, die Einhörner wären, und das steht im Widerspruch zur Rigidität.

Das Problem des Einhorns liegt in der Art, *wie* es zu seinem Namen kommt. Die Taufe entscheidet, ob die Existenz des getauften Objektes möglich ist und unter welchen Umständen wir diese Existenz tatsächlich verifizieren können. Ohne Taufe kann nicht *sinnvoll* von einem rigiden Designator *gesprochen* werden, da dann jeglicher Bezug zur Welt fehlt.<sup>54</sup> Wenn hier von Taufe die Rede ist, so ist der Akt gemeint, wie der rigide Designator am Objekt anhaftet. Wollen wir also mögliche Existenz von Objekten untersuchen, so ist die Taufe das zu untersuchende Konzept. Die Rigidität spielt nur insofern eine Rolle, als dass eine nicht-eindeutige Taufe zusammen mit Rigidität eventuell zu Unmöglichkeit der Existenz führt. Wir haben ein Beispiel gesehen, von dem Kripke meint, dass die Taufe nicht hinreichend für die Möglichkeit der Existenz ist (im Gegenteil, sie schließt sie sogar aus).

Hier soll es allein um diese *semantische* Kriterien für mögliche Existenz gehen. Dass der »*eckige Kreis*« unmöglich existieren kann, ist sicher unabhängig von der Art, wie dieser getauft wurde. Insofern geht es hier bei möglicher Existenz eigentlich um eine »Möglichkeit der Möglichkeit zu existieren«.<sup>55</sup>

Für Kripke ist es aber im Wesentlichen unproblematisch, dass Objekte durch nicht-essentielle, sogar falsche Eigenschaften getauft werden (KRIPKE [20, S.76]); ebenso unproblematisch ist für ihn die Existenz von *a posteriori* Notwendigkeit (KRIPKE [20, S.110]). Nehmen wir zum Beispiel die ausgestorbene Tierart des *Dodos*, der noch bis ins späte 17te Jahrhundert auf der Insel Mauritius lebte und von dem Kripke sicherlich sagen würde, dass er existiert hat (oder mindestens, dass er existieren hätte können). Grundsätzlich haben wir über den Dodo aber wie im Fall des Einhorns ebenfalls nur Beschreibungen, die nicht ausreichend sind, um eine Spezies eindeutig festzulegen.

(54) Siehe die Argumentation gegen Mills Namenstheorie auf Seite 62.

(55) Oder man formuliert es rein negativ: Die Unmöglichkeit zu Existieren, weil gewisse semantische Kriterien für mögliche Existenz nicht erfüllt wurden.

Dass die essentiellen Eigenschaften des Dodos *a posteriori* herausgefunden werden konnten, setzt voraus, dass wir, im Gegensatz zum Fallbeispiel des Einhorns, z. B. die Überreste eines Kandidaten für den »Dodo« tatsächlich mit dem beschriebenen Tier »Dodo« eindeutig identifizieren konnten. Gerade eine solche Identifikation wurde von Kripke für das Einhorn ausgeschlossen. Warum ist die Existenz des Dodos möglich, aber nicht die des Einhorns? Es ist unmittelbar klar, dass die ungenügenden, nicht-essentiellen Beschreibungen des Einhorns eigentlich nicht hinreichend dafür sind, dass Einhörner unmöglich existieren können. Für Kripke ist es wesentlich, dass die Erzählung über das Einhorn im Gegensatz zu der des Dodos eine *Fiktion* ist.

Kripke behandelt das Thema der Fiktion ausführlich in den John-Locke Lectures *Reference and Existence*, deren für uns wesentlicher Inhalt als Artikel »Vacuous Names and Fictional Entities« erschien.<sup>56</sup>

Kripke lehnt die Russellsche Analyse ab, da für ihn Namen nicht synonym zu Beschreibungen sind. Einerseits ist für ihn die Frage nach der fiktiven Existenz einer Entität weder äquivalent zu der Frage, ob die Beschreibungen, die gewöhnlich mit ihr assoziiert werden, in dieser Fiktion wahr wären, noch ist es *a priori* erkennbar, dass die Frage nach der Existenz einer Entität in der wirklichen Welt äquivalent zu der Frage ist, ob es eine eindeutige Entität gibt, die die assoziierten Beschreibungen erfüllt (KRIPKE [23, S.3]). Wir schon ausgeführt, ist entgegen Quines und Russells Argumentation Existenz in modalen Kontexten keine triviale Eigenschaft von allem Benannten, selbst wenn man Referenz für die primäre semantische Funktion eines Namens hält – da er im Gegensatz zu Quine, *de re* Modalität als sinnvoll akzeptiert.

Quines Prinzip "*To be is to be the value of a variable*" ist dann zwar nicht notwendig, aber zumindest hinreichend für die Existenz eindeutig festgelegter Objekte.<sup>57</sup> Gebundene Variablen verpflichten uns gegenüber der Existenz von *etwas* mit gewissen Eigenschaften und nur dann tatsächlich gegenüber dem benannten Objekt, wenn die Eigenschaften das Objekt auch eindeutig festlegen. Eine Konsequenz ist, wie bereits angemerkt, dass wir ontologische Verpflichtungen nicht mehr grundsätzlich *a priori* durch logische Analyse erkennen können (vgl. »Wasser ist H<sub>2</sub>O«).

Für Kripke ist hier Existenz ein Prädikat, das sogar notwendigerweise nicht gelten kann. Explizit nennt Kripke die fiktionalen Entitäten *Sherlock Holmes* und das *Einhorn* als Beispiele. Wie kann aber nach Kripke ein Satz mit solchen Entitäten noch sinnvoll sein? Wenn sie unmöglich existieren, scheint ein *Sinn* wenig plausibel zu sein – Sätze über fiktionale Entitäten wie Einhörner ergeben allerdings unbestreitbar Sinn! Dass Existenz ein Prädikat sein kann, ohne dadurch trivial zu werden, hilft hier nicht weiter.

(56) Der bereits 1973, also vor den John-Locke Lectures, erschien.

(57) Also *nicht* im Falle des Einhorns. »Das Einhorn existiert« enthält nach Quine in der Prädikatenlogik eine ontologische Verpflichtung gegenüber *etwas*, dass die Eigenschaften eines Einhorns hat (QUINE [33, S.13]). Allerdings ist dieses *etwas* in Kripkes Theorie der Namen, im Gegensatz zu Quines, dann eben noch lange kein Einhorn.

Stattdessen hält Kripke Fiktion für eine Art »Realitätsverdopplung«. <sup>58</sup> Es ist Teil der Fiktion anzunehmen, dass das dort beschriebene *real* ist. Innerhalb der Geschichte ist also alles so zu behandeln, als *wäre* es real. Dann ist das *Einhorn* ein mögliches (sogar faktisch) existierendes Objekt (KRIPKE [23, S.58]) mit Referenz. Das Einhorn ist in der Fiktion, wie es der Dodo in der wirklichen Welt einmal war, real instanziiert und daher ist eine Identifikation einer eindeutigen Spezies innerhalb der Fiktion scheinbar komplett unproblematisch. Die Kriterien für mögliche Existenz innerhalb einer Geschichte sind dann die gleichen wie in der realen Welt. <sup>59</sup>

Für Kripke ist es anscheinend grundsätzlich unmöglich, dass fiktionale Entitäten außerhalb ihres *fiktionalen Kontext* existieren können. Es gibt demnach *überhaupt* keine mögliche Beschreibung eines Einhorns, die es zu einer möglicherweise existierenden Spezies macht. Es gehört zur Voraussetzung der Fiktion, bzw. der fiktionalen Entitäten, dass sie eben fiktional sind. Die Frage nach der Sinnhaftigkeit von Propositionen über fiktionale Entitäten wird dadurch gelöst, dass sie durchaus eine sinnvolle Lesart besitzen, nämlich die *innerhalb* des Kontextes der Fiktion, aber in der eigentlichen Welt tatsächlich keine genuinen Propositionen sind (KRIPKE [23, S.8]).

»Statements about unicorns, like statements about Sherlock Holmes, just pretend to express propositions. [...] What goes on in a work of fiction is a pretense that the actual conditions obtain (KRIPKE [23, S.67]).«

Kripke leugnet dabei also weder die Existenz eines *fiktionalen Charakters* »Sherlock Holmes«, noch geht er davon aus, dass dessen Existenz *a priori* in der Fiktion gegeben ist (KRIPKE [23, S.62ff]). Ebenso kann eine Reklassifizierung einer fiktionalen Geschichte als eine z. B. historische Aufzeichnung, die Existenz der beschriebenen Objekte möglich machen, nämlich dann, wenn die Taufe innerhalb der Geschichte den dafür gewöhnlich notwendigen Kriterien entspricht – dann handelt es sich aber um eine grundsätzlich andere Art der Taufe.

Das beantwortet die Frage nach der Existenz fiktionaler Entitäten recht eindeutig. Sie können unmöglich existieren. Allerdings beantwortet das nicht, wann Objekte tatsächlich existieren *können*. Ebenso ist es nicht unmittelbar klar, ob es Namen außerhalb der Fiktion gibt, die unmöglich existieren können. Warum kann der Dodo denn möglicherweise existieren und das Einhorn nicht? Kripke selbst erklärt, dass sich seine Ausführungen in den John-Locke Lectures zwar primär mit fiktionalen Entitäten beschäftigen, diese Überlegungen aber auch für physikalische Objekte relevant sein könnten (KRIPKE [21]). Schon beim Dodo stellte sich die Frage, wie wir *nachträglich* essentielle Eigenschaften eines ausgestorbenen Tieres feststellen konnten. Hier musste eine nachträgliche Identifikation mit einer vorher nicht eindeutig festgelegten Spezies gemacht werden.

(58) Hier kann man auch Parallelen zum Vortrag über Alain Badiou ziehen.

(59) Es gibt also auch fiktionale, unmöglich-existente Charaktere *innerhalb* der Fiktion (KRIPKE [23, S.62])

Allerdings ist hier mögliche Existenz insofern sofort klar, als dass der Dodo unserer Überzeugung nach durch Ostension benannt wurde. Jemand zeigte auf den Dodo und nannte *ihn* »Dodo«. Dafür musste er klarerweise existieren. Innerhalb ihrer Fiktion verhält es sich für die Namen »Einhorn« und »Sherlock Holmes« gleich. Generell lässt sich sagen, dass das Problem nachträglicher Identifikation, zumindest in Bezug auf die Frage nach der Existenz, bei ostensiv getauften Objekten irrelevant ist. Ostension setzt mögliche Existenz schlicht voraus. Glauben wir, dass sie tatsächlich einmal stattgefunden hat, so existiert das getaufte Objekt auch möglicherweise.<sup>60</sup> Der Dodo kann existieren, weil er über eine reale Ostension getauft wurde. Das Einhorn kann nicht existieren, weil es keine reale Ostension gab. Das beantwortet die anfängliche Frage. Der Dodo existiert, weil wir seine rigide Designation kausal auf eine ostensive Taufe zurückverfolgen können (oder zumindest nehmen wir an, dass eine solche kausale Kette existiert).

Viel weniger klar ist aber der Fall, bei dem die initiale Taufe nicht durch Ostension, sondern durch Beschreibung erfolgt. Dann muss faktische Existenz dadurch bestätigt werden, das ein *nachträglich* beobachtetes Objekt, wie ein Fossil, mit dem beschriebenen Objekt identifiziert wird. Am beobachteten Objekt können dann diejenigen essentiellen Eigenschaften festgestellt werden, die das Objekt eindeutig festlegen. Es ist aber nicht unmittelbar klar, wie eine nachträgliche Identifikation des beobachteten Objekts mit dem beschriebenen funktionieren soll – und ist dies grundsätzlich unmöglich, dann kann auch das Objekt nicht möglicherweise existieren.<sup>61</sup> Kripkes Bemerkungen über das Problem der »Transwelt-Identifikation« helfen hier nicht unbedingt weiter, da wir das Objekt in diesem Fall nicht schon klar vor uns haben. Wenn wir das Objekt *haben* brauchen wir uns nicht um Eigenschaften Gedanken machen, die es in anderen möglichen Welten festlegen – aber wie bekommen wir es?

Wie schon ausgeführt, erlaubt Kripke grundsätzlich Objekte rein über Beschreibungen zu taufen, sodass ihre Existenz möglich ist (KRIPKE [20, S.96]). Dabei scheint es ihm nicht notwendig, dass diese Taufe über essentielle Eigenschaften erfolgt (KRIPKE [20, S.76]) – selbst im Falle einer *Definition* sind die Eigenschaften nicht essentiell, sondern nur *a priori* wahr. Im Falle der durch Beschreibung *eindeutig* festgelegten Objekte hat Kripke sicherlich recht.

Die Beschreibung mathematischer Objekte besitzt ihrer Natur nach nicht das Problem fehlender Eindeutigkeit. Die Zahl  $\pi$  wird eindeutig durch die Beschreibung »das Verhältnis des Kreisumfangs zu seinem Durchmesser« getauft, ohne dabei äquivalent zu dieser Beschreibung zu werden (KRIPKE [20][S.60]). Die Frage, ob mathematische Objekte deshalb möglicherweise existieren, ist dann nur noch insofern kontrovers, als dass die Existenz rein abstrakter Objekte eben grundsätz-

(60) Das wäre auch so, wenn wir z. B. den Mythos des Einhorns nachträglich als historische Beschreibung auffassen würden.

(61) Das ist wie oben ausgeführt kein rein epistemologisches Problem: Das hier angesprochene Problem thematisiert eine (eventuelle) ontologische Unmöglichkeit der Identifikation von Name mit benanntem Objekt.

lich kontrovers ist. Eigentlich ist das keine Frage, die ich hier behandeln möchte. Ich sehe allerdings keinen Grund mit Existenz irgendeine Form von raumzeitlicher Konnotation zu verbinden.

Wie sieht es aber mit Objekten aus, die über eine Beschreibung getauft wurde, aber durch diese weder offensichtlich eindeutig festgelegt wurden, noch abstrakt sind? Kripke nimmt anscheinend an, dass auch solche Objekte existieren können. Ein schönes Beispiel ist die Taufe des Planeten »Neptun«<sup>62</sup>, das Kripke in (KRIPKE [20, S.96]) ebenfalls benutzt (aber möglicherweise in einem anderen Sinne).

Die Existenz und Bahn des Neptun wurde 1846 von Le Verrier über die Bahn des Uranus vorausgesagt. Tatsächlich ist der Neptun der einzige Planet des Sonnensystems (den wir kennen) der nicht mit dem bloßen Auge erkennbar ist. Das ist gerade deswegen interessant, weil Le Verrier 1859 ebenfalls die Existenz und Bahn eines Planeten »Vulcan« über die Bahn des Merkur voraussagte. Diese Voraussagungen können als eine Taufe verstanden werden. Grundsätzlich lässt sich dabei festhalten, dass die initiale Taufe beider Planeten im wesentlichen identisch war. Wie wir aber (anscheinend) *faktisch* wissen, existiert der Planet Neptun, der Planet Vulcan allerdings nicht (Das sagt natürlich nur im Falle des Neptuns etwas über *mögliche* Existenz).

Der Planet Neptun wurde von Johann Gottfried Galle an der (nahezu) genau gleichen Stelle entdeckt, die Le Verrier voraussagte. Vulcan wurde dagegen noch nie beobachtet und seine Beschreibung kann heute durch die allgemeine Relativitätstheorie anders erfüllt werden. Daher wird davon ausgegangen, dass Vulcan faktisch nicht existiert. Wie konnte aber Galle seine Beobachtung mit dem Planeten identifizieren, den Le Verrier voraussagte? Und ist es trotz seiner faktischen Nicht-Existenz dennoch möglich, dass Vulcan hätte existieren können?

Folgende Überlegung zeigt die grundlegende Problematik: Angenommen ich sitze in einem komplett dunklen Raum und deklariere: »Den Menschen, der mit mir in diesem Raum ist, nenne ich Sarah«. Dass dann »Sarah« ein rigider Designator ist, ist unumstritten. Aber kann »Sarah« existieren? Natürlich ist es möglich, dass sich eine weitere Person mit mir im Raum befindet. Allerdings scheint es klar zu sein, dass ich diese niemals eindeutig mit dem so von mir getauften Sarah identifizieren könnte. Das wäre ein Beispiel einer nicht erfolgreichen Taufe eines nicht-abstrakten Objekts durch eine abstrakte Beschreibung.

Es besteht hier zugegebenermaßen ein noch großer Unterschied zur Taufe des Neptun und von Vulcan. Le Verrier behauptete nicht einfach die Existenz zweier Planeten, er leitete deren Existenz aus einer Beobachtung ab. Zu seiner Zeit schien es für die Erklärung der Bahnen des Uranus und des Merkurs notwendig,

---

(62) Tatsächlich wurde der hier gemeinte Planet erst nach seiner Observation als Neptun getauft. Außerdem wurde er durchaus auch schon vorher beobachtet. Diese Details sind aber für die Anschaulichkeit des Beispiels hinderlich. Im Wesentlichen würde das Beispiel auch dann funktionieren, wenn es komplett erfunden wäre. Als Taufe des Planeten Neptuns meine ich, die erstmalige Postulierung seiner Existenz. Ob er zu diesem Zeitpunkt Neptun genannt wurde ist irrelevant. Das Beispiel des Planeten »Vulcan« zeigt, dass Taufen dieser Art durchaus vollzogen wurden. Die mir bekannten Informationen finden sich auf der Wikipedia Seite zum Neptun.

dass weitere Planeten existieren. Wir müssen also unser Beispiel etwas anpassen. Wenn wir in unserem verdunkelten Raum eine Stimme hören, so gibt es wesentlich bessere Gründe, ein Objekt über »den Menschen, der hier spricht, nenne ich Sarah« zu taufen.

Natürlich können wir uns auch dann immer noch in der Frage der Existenz eines Menschen »Sarah« irren, ebenso wie sich Le Verrier bei »Vulcan« irrte. Es könnte sein, dass die Stimme eine bloße Aufzeichnung ist? Die Schlüsse »Ich höre eine Stimme, also muss es einen anderen Menschen mit mir im Raum geben« und »Die Bahn des Uranus setzt einen weiteren Planeten voraus« sind grundsätzlich abhängig davon, was unsere Auffassung der Welt ist. Kripke bezieht diese Auffassung explizit auf unsere wissenschaftliche Weltauffassung (KRIPKE [20, S.98]). Aus heutiger Sicht, kann man innerhalb der Theorie der Physik, vom Umlauf des Merkur nicht darauf schließen, dass ein weiterer Planet im Sonnensystem existiert.

Kripke sagt dazu, dass die Fragen »Ist Sarah ein Mensch?« und »Ist Neptun ein Planet?« keine epistemologischen Fragen sind (KRIPKE [20, LEC. I S.47]). Das steht allerdings in keinem Widerspruch zur Möglichkeit, dass das sprechende Objekt kein Mensch ist – es folgt dann schlicht, dass »Sarah« nicht existiert (KRIPKE [20, LEC. III S.111f]). Grundsätzlich ist die Beschreibung, mit der ein Objekt getauft wurde, faktisch wahr, aber nicht notwendigerweise wahr (KRIPKE [20, LEC. III S.135]).

Nochmals, das Problem ist nicht, dass »Sarah« kein rigider Designator ist, oder nicht als solcher verwendet werden kann. Das Problem ist, dass es unmöglich wäre, Sarah bei Erhellung des Raumes mit einer Person zu identifizieren, die tatsächlich mit uns im Raum ist – und wir *haben* Sarah nur über diese Beschreibung, können also nicht einfach eine mögliche Welt stipulieren. Was wäre, wenn zwei Personen mit uns im Raum stehen? Welche von beiden ist »Sarah«? Der Fall des Neptun ist nur insofern verschieden, als dass wir das Problem zweier tatsächlich simultan existierender Planeten auf der von Le Verrier vorausgesagten Umlaufbahn wohl nicht finden können. Grundsätzlich ist die Problematik aber diesselbe. Kripke nennt *Herkunft* als ein Beispiel essentieller Eigenschaften, explizit formuliert er ein Kriterium für die Identität von Objekten aus Materie (KRIPKE [20, S.114]). Sicherlich ist der Neptun aus Materie. Der tatsächliche *Eisriese* Neptun gegenüber einem fiktiven *Gasriesen* Neptun, sind daher nicht zwei mögliche Ausprägungen desselben Planeten, sondern notwendigerweise zwei unterschiedliche Planeten. Aus der Umlaufbahn des Uranus lässt sich aber keinesfalls ableiten, ob der verursachende Planet ein Eis- oder Gasriese ist. Die Bestätigung der Existenz Le Verriers Neptun, die Garre angeblich durch seine Beobachtung gab, ist daher mit der bisher gegebenen Theorie unmöglich. Demnach konnte Le Verriers Neptun unmöglich existieren.

Wir sind nun an einem Schluss angelangt, der (meiner Meinung nach) korrekt aus den Voraussetzungen abgeleitet wurde, aber falsch ist. Ich denke, dass man korrekterweise davon sprechen können sollte, dass Garre durch seine Beobachtung eines Planeten, der sich auf der von Le Verrier vorausgesagten Bahn befindet,

tatsächlich die Existenz Neptuns bestätigte und dass es auch *a priori* möglich war, dass Neptun, wie er von Le Verrier getauft wurde, existiert. Allerdings müssen dann die Bedingungen abgeschwächt werden, unter denen ein Objekt eindeutig festgelegt wird.

Es ist wichtig festzuhalten, dass es sich hier nicht um ein epistemisches Problem handelt. Die Frage ist, warum Kripkes Argumentation für die *unmögliche Existenz* des Einhorn nicht ebenso dazu führt, dass der Planet »Neptun« nicht hätte existieren können. Daran angelehnt ist die Frage, ob ein *faktisch nicht existierender* Planet »Vulcan« möglicherweise existieren kann.

Ich denke die Lösung des Problems stellt das Konzept des *physikalischen* Modells gut dar.

### Physik

‘Well! I’ ve often seen a cat without a grin,’ thought Alice; ‘but a grin without a cat! It’ s the most curious thing I ever saw in my life!’

(Lewis Carroll, *Alice in Wonderland*)

Die Taufe des Neptun durch Le Verrier *über* die Umlaufbahn des Uranus,<sup>63</sup> als einen Planeten, der auf einer bestimmten Bahn ist und eine bestimmte Masse besitzt, reicht nicht dazu aus, einen Planeten Neptun in seiner Gesamtheit eindeutig festzulegen. Es reicht aber dafür aus, um ein in seinen (essentiellen) Eigenschaften allgemeineres Objekt »Neptun-Bahn-Masse« zu definieren, dass kein *echter* Planet in dem Sinne ist, dass es alle essentiellen Eigenschaften eines tatsächlichen Planetes besitzt, sondern nur diejenigen, die die physikalische Theorie der Welt vorgibt, um seine Rolle im physikalischen Weltbild zu erfüllen. Für Le Verrier war es zunächst schlicht irrelevant, ob Neptun ein Eis- oder Gasriese ist. »Neptun-Bahn-Masse« erfüllt die Anforderungen Le Verriers, da es sowohl die Umlaufbahn des Uranus erklärt, wie auch eine bestimmte Bahn im Sonnensystem verfolgt. Es handelte sich also eigentlich nicht um einen tatsächlichen Planeten, sondern um ein quasi-abstraktes (raumzeitliches aber nicht vollständiges) Objekt in einem physikalischen Modell der Welt.

Entscheidend ist aber, dass die Existenz des Objekts »Neptun-Bahn-Masse« ohne Probleme durch die Beobachtung Garres festgestellt werden konnte. Es gibt keine unterschiedlichen Objekte, die Le Verriers Beschreibungen genügen. Für das Wesen von »Neptun-Bahn-Masse« ist der Eisriese Neptun dasselbe Objekt wie der Gasriese Neptun, da die Zusammensetzung der Materie keine essentielle Eigenschaft darstellt. Es ist dabei aber durchaus relevant, dass Le Verriers Neptun durchaus raumzeitliche Konnotation besitzt, schließlich wäre sonst keine Observation möglich gewesen. Das »Neptun-Bahn-Masse« essentiell Masse besitzen muss, setzt voraus, dass er eine räumliche Ausdehnung hat.

(63) Es ist absolut wesentlich, dass die Taufe nicht ostensiv war, siehe hierzu den Abschnitt zu Ostension auf Seite 74!

Das nun beobachtete und mit »Neptun-Bahn-Masse« eindeutig identifizierte Objekt kann nun über Ostension als tatsächlicher Planet Neptun getauft werden. Jetzt können essentielle Eigenschaften, wie die Zusammensetzung der Materie *a posteriori* festgestellt werden. Das physikalische Objekt kann sozusagen nachträglich zu einem realen Objekt *vervollständigt* werden.

Das ergibt dann folgendes Bild für die Taufe durch Beschreibung. Aus einer Theorie leiten wir die Existenz eines Objektes ab, dass bestimmte notwendige Eigenschaften besitzt, um seine Rolle innerhalb dieser Theorie zu erfüllen. Diese notwendigen Eigenschaften müssen *nicht* hinreichend dafür sein, ein tatsächlich existentes Objekt eindeutig festzulegen. Die Taufe dieses Objekts über diese Eigenschaften gibt ein unvollständiges, allgemeines physikalisches Objekt, dass kein tatsächlich partikular existierendes darstellt. Lassen sich die genannten Eigenschaften durch Beobachtung verifizieren, so wird die Existenz des Objektes als reales Objekt verifiziert, indem es vervollständigt wird. Schließlich stellt es überhaupt kein Problem dar, essentielle Eigenschaften nachträglich hinzuzufügen.

Wir haben also schwächere Kriterien für mögliche Existenz gefunden. Die Beschreibungen sollen ausreichen, um ein Objekt eindeutig innerhalb eines physikalischen Modells zu beschreiben, müssen aber kein reales Objekt eindeutig fixieren. Außerdem müssen sie durch Observation verifiziert werden können.

In diesem Sinne hat der Planet Neptun, wie von Le Verrier getauft, mögliche Existenz. Die Beschreibung war ausreichend dafür, eine verifizierbare Rolle in einem physikalischen Modell einzunehmen. Für den tatsächlichen *Planeten* Neptun reichte dies zwar nicht aus, dieser konnte aber in einer zweiten Identifikation über Ostension mit Le Verriers Neptun identifiziert und vervollständigt werden. Die Beobachtung Garres bewies technisch gesehen nur die Existenz des Objekts »Neptun-Bahn-Masse«, das erst zum realen Planeten Neptun vervollständigt werden musste.<sup>64</sup>

Wie verhält es sich mit dem Planeten »Vulcan«? Ist es möglich dass »Vulcan« existiert? Ich denke, dass Vulcan nach Le Verriers Verständnis der Physik möglicherweise existiert – aber nicht nach dem aktuellen. Es ergibt sich kein allgemeines Objekt, das beobachtbar ist und z. B. die allgemeine Relativitätstheorie mit dem Konzept eines Planeten vereint. Ebenso wenig ist »Sarah« in der ersten Formulierung des Beispiels möglicherweise existent – auch nicht in der zweiten. Im Gegensatz zum astronomischen Beispiel könnten schlicht zwei Personen mit uns im Raum sein (und auch sprechen). Hier gibt es auch kein allgemeines Objekt, das eindeutig fixiert wird und vervollständigt werden kann. Eine andere Sichtweise wäre, dass »Vulcan« schon deswegen möglicherweise existiert, weil er (zumindest zu Le Verriers Zeiten) innerhalb einer physikalischen Theorie benannt wurde und diese von möglicherweise existenten Objekten spricht. Mögliche Existenz ist also Theorie bzw. Sprachspiel abhängig – das deckt sich auch mit

(64) Dieses Bild scheint inkompatibel mit nicht-realistischer Physik. Wenn meine abstrakte physikalische Theorie nicht die Existenz ihrer Objekte bedingt und diese erst durch Observation anfangen zu existieren, könnte niemals Theorie und Beobachtung miteinander identifiziert werden. Ich sehe das als einen Vorteil.

Kripkes Behandlung von fiktionalen Entitäten.

Die physikalischen Objekte einer Theorie sind also, bildlich gesprochen, die von den realen Entitäten geworfene *Schatten*. Zusammenfassend wurde Folgendes dargelegt:

Erstens ist das Prinzip der rigiden Designation mit der möglichen Existenz nur insofern verwandt, als dass möglicherweise existente rigide Designatoren in einem bestimmten Sinne eindeutig getauft werden müssen.

Zweitens hängt eine für die Existenz hinreichende Taufe wesentlich davon ab, welchen Status wir den Beschreibungen geben, nämlich fiktional oder real.

Drittens ist die Taufe durch (reale) Ostension hinreichend für mögliche Existenz.

Viertens ist Taufe durch Beschreibung im Allgemeinen problematisch, wenn wir die so getauften Objekte über Beobachtungen als tatsächlich (und möglich) existent verifizieren möchten. Allerdings lässt sich das Kriterium der eindeutigen Festlegung in einem geeigneten Sinne abschwächen, sodass es in der Physik möglich wird, theoretische Vorhersagen mit Beobachtungen zu identifizieren. Das geschieht durch die Einführung von beobachtbaren aber unvollständigen *physikalischen* Objekten, die durch Beobachtung zu *realen* Objekten vervollständigt werden.

## Schluss

И хоть жизнь наша в этом проявлении выходит зачастую дрянцо, но всё-таки жизнь, а не одно только извлечение квадратного корня.

Und wenn sich auch unser Leben in dieser Offenbarung oftmals als rechte Nichtswürdigkeit erweist, ist es doch immerhin Leben und nicht nur Quadratwurzelziehen.

(Fjodor Dostojewski: *Aufzeichnungen aus dem Untergrund* (1864))

Ich hoffe, Folgendes vermittelt zu haben:

- Eine grundsätzliche Intuition für die Begriffe Ontologie, Epistemologie und Semantik im Bezug auf »Existenz«.
- Die Verbindung von Ontologie und Semantik.
- Grundsätzliche Ansätze diese Themen mit sprachlicher Analyse zu beantworten.
- Die Verbindung der semantischen Begriffe »analytisch/synthetisch« und der ontologischen Begriffe »notwendig/kontingent« mit epistemologischen Intuitionen und der Logik.
- Die *deskriptive Namenstheorie* und die Russellsche Analyse von Existenzsätzen
- Russells Argumentation gegen »Existenz als Prädikat«.

- Quines Weiterentwicklung der deskriptiven Theorie durch das Konzept des "ontological commitment" und sein prägnantes Dictum "to be is to be the value of a bound variable".
- Intuitionen zum Begriff Modalität, die Unterscheidung »de dicto« und »de re«.
- Kripkes Argumentation gegen deskriptive Namenstheorien und für das Konzept rigider Designatoren.
- Kripkes Differenzierung der erkenntnistheoretischen »a priori/a posteriori« von den ontologischen Begriffen »notwendig/kontingent«. <sup>65</sup>
- Kripkes Überlegungen zur Möglichkeit und Unmöglichkeit von Existenz.

Die Primärquellen sind RUSSELL [34], KRIPKE [20], QUINE [33, »On what there is«, »Identity, ostension, and hypostasis«] und BURGESS [2]. Sehr zu empfehlen (diese Empfehlung ist höchst unoriginell) ist auch WITTGENSTEIN [46], die keine Quelle zum Zeitpunkt des Vortrages waren, aber sehr wohl beim Entstehen dieses Textes. Nicht gekommen bin ich leider zu Wittgensteins *Remarks on the Foundations of Mathematics*.

Über die Stellung der analytischen Philosophie wird gestritten. Für die kritische Theorie, die in der Tradition von Philosophen wie Hegel und Marx steht, war z. B. die *mathematisierte Sprache* der logischen Positivisten unvereinbar mit ihrem eigenen Programm der dialektischen Kritik der politischen Ökonomie und ging auf Kosten einer Philosophie, die die Katastrophe des kurzen 20ten Jahrhunderts hätte verhindern können. Während die Mathematik für die logischen Positivisten die Quelle des vernünftigen Schließens und ein Schritt in Richtung von Klarheit, entgegen den Fantasien und Mythen der totalitären Regimes, ein neutrales System, frei von Metaphysik und historisch gewachsenen Sprachen, ist, repräsentiert sie für Adorno/Horkheimer, die sich weiterhin Hegel verpflichtet fühlen, ein Ritual der ewigen Wiederholung, der totalen Tautologie, die auf destruktive Weise allen Inhalt der Irrationalität zuschiebt und damit auch dem totalitären Gedankengut keinen Widerstand leisten kann.

Die empirischen Wissenschaften sind, wie auch die Mathematik, moralisch beliebig: Der eine nutzt sie, um eine Brücke zu bauen, der andere, um den genauen Einschlagswinkel einer Rakete zu berechnen, die sie wieder zerstört.

Im Zuge dieser Auseinandersetzung wurde die Mathematik zum Sinnbild des »Denkens als bloßes Werkzeug«<sup>66</sup>, das sich als *notwendig und objektiv* präsentiert, wird also der Komplizenschaft mit der Art des Denkens bezichtigt, die schließlich zu den Vernichtungslagern führte (HANDELMAN [15]). Schließlich wurde mit dem Begriff der Dialektik eben jener Begriff aus der Philosophie verbannt, der Konzepte wie Fortschritt und das Wesen der Dinge überhaupt beschreiben kann. Unter dem

(65) Hier sollte Kaplans Unterscheidung von logischer Wahrheit und notwendig Wahrem nicht vergessen werden.

(66) Und dabei wird die Mathematik zu einer bloßen Grammatik erniedrigt.

Programm der mathematischen Logik wird die Ethik, die Ästhetik und letztlich aller Inhalt aus der Philosophie verbannt, während über die Tautologie, als bloße Bekräftigung des Bestehenden entgegen der Dialektik scheinbare Sicherheiten gewährt wird (HANDELMAN [15]). In ihrer Funktion macht sie Lebendiges zu abstrakten Werten, setzt sie in Gleichungen ein und macht schließlich das Verhältnis von Menschen zu einem Verhältnis zwischen Dingen.

Walter Benjamin sieht schon im Kant'schen Projekt eine falsche Betonung der Mathematik, da nach ihm Sprache und Mathematik unterschiedliche Bedeutungen haben. Die Begriffe der Mathematik haben nur eine *uneigentliche Bedeutung*, da sie nur sinnvoll in Bezug auf einen bestimmten Kontext sind, während in der Sprache die Dinge eine *eigentliche Bedeutung* haben, da sie ihre Bedeutung in beliebigen Sätzen erhalten. Nur im Falle der eigentlichen Bedeutung wird tatsächlich etwas *repräsentiert* und das Repräsentierte kann zum Gegenstand von Interpretation und Kritik werden (HANDELMAN [15]).

Der Aufklärung wird zum Schein, was in Zahlen, zuletzt in der Eins, nicht aufgeht; der moderne Positivismus verweist es in die Dichtung.

(Theodor W. Adorno [42])

Mathematikerinnen und Physikerinnen haben sich anscheinend vermehrt darauf geeinigt, die philosophischen Fundamente ihrer Theorien im Wesentlichen zu ignorieren. Ob das ein Problem für diese Disziplinen ist, kann ich nicht beurteilen. Vielleicht wären aber die Überreaktionen vieler Physikerinnen bezüglich dem ontologischen Fundament der Quantenphysik weniger gravierend gewesen, hätte man sich nicht vorher von der Philosophie losgesagt.

Sicherlich sind die großen Projekte von analytischen Philosophen wie Carnap, Russell, dem frühen Wittgenstein etc. gescheitert. Aber ebenso klar ist ihr großer Einfluss auf heutige Debatten über die Wissenschaften, Sprachphilosophie etc..

*“I think that each of them [...] (if generalize it into two simple positions, continental - analytic) has usually a very wrong simplifying image of its opponent. [...] If you read some analytic philosophers then guys like Hegel and Heidegger are confused idiots [...] and I also admit [...] if you read some people high in hermeneutic tradition [...] they don't see the extraordinary finesse of much of analytic philosophy.”* (– Slavoj Žižek)

Beim Stichwort der Finesse ist im Hinblick auf das Thema des nächsten Romseminars der Artikel »[Is Justified True Belief Knowledge?](#)« Gettiers zu nennen.

Darüber hinaus, wurde hier nur ein sehr kleiner Teil der analytischen Philosophie beleuchtet. So wurde das Feld der *Pragmatik* nicht angeschnitten. Auch in ethischen Fragen hat die analytische Tradition bis heute großen Einfluss, man siehe z. B. den einflussreichen Artikel Thomsons »A Defense of Abortion«. Neulich wollte mir ein Kommilitone erklären, die Frage nach der Rechtmäßigkeit der Abweisungen an der deutschen Grenze, sei eine »rein bürokratische Angelegenheit«. Wittgensteins berühmte Ausführungen über das Befolgen von Regeln sind

in dieser Frage erleuchtend. Wenn die Diskussionen über das Asylrecht allein daraus bestehen, ob nun eine gewisse Richtlinie eine gewisse Interpretation des Rechts bricht oder nicht, aber die *Praxis des Asylrechts* dabei keinerlei Rolle spielt, ist es kein Wunder, was in den USA und in Deutschland passiert.<sup>67</sup> Denn dies ist kein korrektes Verständnis vom Befolgen einer Regel. Wer nur deutet, kann aus der Regel » *keine Handlungsweise bestimmen, da jede Handlungsweise mit der Regel in Übereinstimmung zu bringen sei.*« (WITTGENSTEIN [46, § 201 ]) »*Darum ist ›der Regel folgen‹ eine Praxis. Und der Regel zu folgen glauben ist nicht: der Regel folgen.*« (WITTGENSTEIN [46, § 201]) Wer in diesen Fragen überlegen muss, der hat das Asylrecht schon nicht verstanden. Noch nie wurde ein Tyrann von einer Juristin gestoppt.

Logic is the beginning of wisdom, not  
the end.

(Spock)

## Literatur

- [1] G. BERGMANN: *Two Types of Linguistic Philosophy*. The Review of Metaphysics, Vol. 5, No. 3, pp. 417-438 (1952).
- [2] J. P. BURGESS: *Being Explained Away*. The Harvard Review of Philosophy (2005).
- [3] R. CARNAP: *Der logische Aufbau der Welt*. Felix Meiner Verlag (1928).
- [4] R. CARNAP: *Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache*. Erkenntnis. Jg. 2 (1931).
- [5] R. CARNAP: *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*. Springer, New York (1947).
- [6] D. DENNETT: *The Intentional Stance*. The MIT Press (1987).
- [7] M. DUMMETT: *Frege, Philosophy of Language*. Harvard University Press (1981).
- [8] E. ESPOSITO: *Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität*. Suhrkamp (2023).
- [9] H. FIELD: *Science without Numbers*. Blackwell (1980).
- [10] G. FREGE: *Begriffsschrift*. Lubrecht & Cramer (1879).
- [11] G. FREGE: *Die Grundlagen der Arithmetik*. Wilhelm Koebner (1884).
- [12] G. FREGE: *Über Sinn und Bedeutung*. Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik. Band 100 (1892).
- [13] G. FREGE: *Die Grundgesetze der Arithmetik, Band 1*. Hermann Pohle, Jena (1893).

<sup>(67)</sup> Man muss sich nur einmal die Diskussionen von Scholz mit Merz im Wahlkampf anschauen.

- [14] E. L. GETTIER: *Is Justified True Belief Knowledge?* Analysis, Vol. 23, No. 6 (1963).
- [15] M. HANDELMAN: »The Mathematical Imagination«. Fordham University Press 2019. Kap. The Trouble with Logical Positivism: Max Horkheimer, Theodor W. Adorno, and the Origins of Critical Theory.
- [16] I. INAN: »Rigid general terms and essential predicates«. Springer Science+Business Media B.V. 2007.
- [17] R. M. JOHN P. BURGESS: »Interview: Reflections on Nominalism and on Kripke«. 3:16. 2025.
- [18] I. KANT: *Kritik der reinen Vernunft*. (1787).
- [19] D. KAPLAN: *Demonstratives, An Essay on the Semantics, Logic, Metaphysics, and Epistemology of Demonstratives and Other Indexicals*. Oxford University Press (1977).
- [20] S. KRIPKE: *Naming and Necessity*. Harvard University Press (1970).
- [21] S. KRIPKE: *Reference and Existence*. Oxford University Press (1973).
- [22] S. KRIPKE: *Wittgenstein on Rules and Private Language: an Elementary Exposition*. Harvard University Press (1982).
- [23] S. KRIPKE: »Vacuous Names and Fictional Entities«. *Philosophical Troubles: Collected Papers, Volume 1*. Oxford University Press Dez. 2011. ISBN: 9780199730155.
- [24] R. KRÖMER: »Was ist Mathematik? Versuch einer wittgensteinschen Charakterisierung der Sprache der Mathematik«. 2009.
- [25] L. KVASZ: »The Fregean Revolution in Logic. A Kuhnian Reconstruction«. *Realism and Anti-Realism, Paradigms and research programmes in logic and the philosophy of mathematics*. 2025.
- [26] H. LEITGEB & A. CARUS: »Rudolf Carnap«. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Hrsg. von E. N. ZALTA & U. NODELMAN. Fall 2024. Metaphysics Research Lab, Stanford University 2024  
URL: <https://tinyurl.com/yxwunhx9>.
- [27] T. U. MICHAEL STÖLTZNER: *Wiener Kreis, Texte zur wissenschaftlichen Weltauffassung*. Felix Meiner Verlag (2006).
- [28] J. S. MILL: *A System of Logic*. London : John W. Parker (1843).
- [29] T. NAGEL: *What Is It Like to Be a Bat?* The Philosophical Review, Vol. 83, (1974).
- [30] I. PROOPS: »Wittgenstein's Logical Atomism«. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Hrsg. von E. N. ZALTA & U. NODELMAN. Fall 2022. Metaphysics Research Lab, Stanford University 2022  
URL: <https://tinyurl.com/57wwbyd8>.

- [31] H. PUTNAM: *Philisophy of Logic*. Allan & Unwin (1971).
- [32] W. QUINE: *Word and Object*. MIT Press (1960).
- [33] W. QUINE: *From a Logical Point of View, 9 Logico-Philosophical Essays*. Harper Torchbooks (1963).
- [34] B. RUSSELL: *On Denoting*. *Mind*. 14 (56) (1905).
- [35] B. RUSSELL: *The Philosophy of Logical Atomism*. (1918).
- [36] B. RUSSELL: *Introduction to Mathematical Philosophy*. George Allen & Unwin (1919).
- [37] B. RUSSELL: *History of Western Philosophy*. Routledge (1946).
- [38] B. RUSSELL: *My Philosophical Development*. Smith, T. V. (1959).
- [39] J. STALIN: *Marxism and Problems of Linguistics*. Pravda (1950).
- [40] A. TARSKI: *Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen*. *Studia Philosophica* (1936).
- [41] A. TARSKI: *The Semantic Conception of Truth and the Foundations of Semantics*. *Philosophy and Phenomenological Research* 4, pp. 341-376 (1944).
- [42] M. H. THEODOR W. ADORNO: *Dialektik der Aufklärung*. (1969).
- [43] J. J. THOMSON: *A Defense of Abortion*. *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 1, No. 1. (Autumn, 1971), pp. 47-66. (1971).
- [44] A. C. VARZI: *Composition as Identity: Counting and countenancing*. Oxford University Press (2014).
- [45] L. WITTGENSTEIN: *Tractatus logico-philosophicus*. *International Library of Psychology, Philosophy u. Scientific Method* (1922).
- [46] L. WITTGENSTEIN: *Philosophische Untersuchungen*. G. E. M. Anscombe. Blackwell, Oxford (1953).
- [47] L. WITTGENSTEIN: *Remarks on the Foundations of Mathematics*. MIT Press (1983).

# Wird Mathematik entdeckt oder erfunden?

LUCA COFANO



The essence is relations.

*(Stewart Shapiro)*

Dies ist eine Frage, die so alt wie die Philosophie selbst zu sein scheint. Was überhaupt existiert und was nicht, beantworten verschiedene philosophische Positionen ganz unterschiedlich. Die meiner Ansicht nach intuitivste Position – zumindest einem verbreiteten säkularen Weltbild folgend – ist der Physikalismus. Hierbei lässt sich alles, was existiert, in eine physikalische Sprache übersetzen. Nach [3, S. 293] handelt es sich beim Physikalismus um die These,

[...] dass die physikalische Sprache eine Universalsprache der Wissenschaften ist, in die sich alle Sätze der anderen Wissenschaften übersetzen lassen.

Die physikalistische Auffassung lässt sich negativ auch damit beschreiben, dass nichts Übernatürliches existiert – was per definitionem eben nicht Gesetzen der Physik zu gehorchen hat. Jedoch gibt es auch Objekte – in einem weiteren Sinne –, deren Existenz wir in einem gewissen Sinne annehmen, ohne dass diese mit physikalischen Methoden und durch physikalische Theorie beschreibbar wären. Ein geschichtlich sehr weit zurückreichendes Beispiel ist hierbei die Mathematik mit

ihren Gegenständen. Auch wenn diese Gegenstände im Kontext der Mathematik, wie Menschen sie betreiben, eine ungeheure Effektivität aufweisen, wenn es darum geht die Natur zu beschreiben, so sind diese doch keine sinnlich wahrnehmbaren Elemente, besitzen kein Zentrum – weder räumlich noch zeitlich – und allgemein nichts, was man üblicherweise bei Gegenständen oder Entitäten findet, deren Existenz sich nicht bestreiten lässt. Wieso also sollte man sich überhaupt die Frage stellen, ob die Gegenstände der Mathematik existieren, also entdeckt statt bloß erfunden werden? Zum einen weil eine Erfindung – wie ein literarisches Werk oder eine Geschichte – normalerweise kontingent ist. Als J. K. Rowling sich »Harry Potter« ausgedacht hat, so hat sie vom Namen und dem Geburtsort bis zum ersten Kuss und dem Ende alles selbst gestaltet, und es gäbe keinen Grund, dass einzelne Elemente nicht auch anders hätten sein können. Man kann sich problemlos vorstellen, dass Harry am Ende mit Hermine statt mit Ginny hätte zusammen kommen können. Mit der Mathematik verhält es sich jedoch anders. Hat man sich auf ein Fundament (Axiomensystem) geeinigt – das wiederum selbst nicht allzu willkürlich erscheint – so kann man auf die Sätze höchstens schließen, man kann sie jedoch nicht willkürlich erfinden. Man erfindet sie nicht. Hat man das Konzept der ganzen Zahlen, so folgt daraus durch bloßes Nachdenken, dass 2 kleiner als 3 ist, dass es unendlich viele Primzahlen gibt oder ob es keine drei verschiedenen ganzen Zahlen gibt, sodass die  $n$ -te Potenz der größten Zahl als die Summe der  $n$ -ten Potenzen der andere beiden Zahlen geschrieben werden kann. Auch wenn wir bis 1995 nicht wussten, dass es für den letzteren Fall tatsächlich keine solchen Zahlen für  $n \geq 3$  gibt, so entstand die Wahrheit des großen Fermatschen Satzes nicht erst mit dem Beweis durch Andrew Wiles 1995. Er galt schon vorher. Für Mathematiker ist es daher immer so gewesen, als würden sie durch das sukzessive Aufstellen und Beweisen von Theoremen bloß *entdecken*, was vorher *bedeckt* war, aber nichtsdestotrotz immer schon vorhanden. Dieser Notwendigkeit der Sätze, die scheinbar immer schon dagewesen sind, wegen haben Philosophinnen und Philosophen Positionen, wie den ontologischen Realismus im Kontext der Philosophie der Mathematik aufgebracht. Platon (428 – 348 v. Chr.) hat die nach ihm genannte Position des Platonismus in die Welt gebracht, welche die These vertrat, dass mathematische Gegenstände, wie die Zahl 2 geistunabhängig eine eigene Form der Existenz besitzen. Platon argumentierte dafür, dass diese aufgrund der Unveränderlichkeit sogar einen höheren Grad an Realität haben als irdische, die zwar sinnlich wahrnehmbar, aber dennoch veränderlich sind. Zahlen – wie andere Universalien – hingegen bestünden aus ihrer Essenz und könnten diese auch nicht verlieren, anders als ein Tisch, der durch den Verlust der Tischbeine Teilhabe an der Tischessenz einbüße.

Eine Gegenposition dazu bildet der ontologische Anti-Realismus. Man findet diese Positionen beispielsweise bei Aristoteles (384 – 322 v. Chr.), der behauptete, dass mathematische Gegenstände nichts real Existentes seien, sondern bloß eine menschliche Abstraktion aus Naturbeobachtungen.<sup>1</sup> Mathematik sei bloß eine

---

(1) [2], S. 25

besondere Form, über die Dinge zu reden. Auch Mathematiker der Neuzeit, wie David Hilbert (1862 – 1943) lassen sich dieser Position zuordnen.<sup>2</sup> Laut seiner These besteht formale Mathematik bloß aus Symbolen und Konventionen ohne geistunabhängigen Bezug. Sie sei ein System, welches zwar in seiner Widerspruchslöslichkeit Kohärenz aufweist, es verweist aber abgesehen davon auf nichts, was in irgendeiner Form ontologischen Charakter hat. Eine solche Position wird auch als Nominalismus bezeichnet. Begrifflich deutet dieser Name darauf hin, dass Verallgemeinerungen – oder Universalien – von Gegenständen und Entitäten – wie die Zahl 2 als Universalie der Zweierheit oder Gerechtigkeit als Universalie gerechter Handlungen – nicht existieren. Was existiere, sei bloß das Einzelne. Somit spricht diese Position begrifflich gegen die platonische Position, welche die Existenz solcher Universalien auch im Kontext mathematikphilosophischer Überlegungen annimmt.

Mit dem sogenannten Anti-Nominalismus kommt eine neuzeitliche Gegenposition auf. Konzeptuell handelt es sich um einen ontologischen Realismus, da es eine Negation der Negation desselben darstellt. Aber im Vergleich zum Platonismus, welcher eine starke These bezüglich der Existenz solcher Gegenstände vertritt, ist der Anti-Nominalismus etwas anders. Bezüglich mathematischer Gegenstände wird zwar die Annahme getroffen, dass sie existieren, auch wenn sie abstrakt sind. Jedoch wird die vom denkenden Geist unabhängige Existenz nicht gefordert, was diese Position zwar zu einem Realismus macht, aber diesen Realismus ontologisch abschwächt. Zwei Positionen, die dieser Strömung zuzuordnen sind, finden sich einmal im Intuitionismus von L. E. J. Brouwer (1881 – 1966) und im deflationären Realismus von William W. Tait (1929 – 2024).<sup>34</sup> Der Intuitionismus behauptet, dass alles, was in der Mathematik existiert, (geistig) konstruierbar sein muss. Daraus folgt logisch, dass die nicht-Konstruierbarkeit hinreichend für die Nicht-Existenz ist.

Das heißt also, dass etwas nur dann existieren kann, wenn es konstruierbar ist. Ist es nicht konstruierbar, so kann es nicht existieren – es kann laut dieser logischen Folgerung aber auch Konstruierbares geben, das nicht existiert, daher sind Existenz und Konstruierbarkeit hier keine Synonyme. Nur beschränkt Brouwer sich bezüglich des *Konstrukteurs* auf einen vernünftigen Geist. Da er die ontologische Existenz in Abhängigkeit zur Konstruierbarkeit setzt, eine Eigenschaft, die ohne konstruierenden Geist keinen Sinn ergibt, wird hier Platons Ideal der Geistunabhängigkeit nicht erfüllt.

Auch Tait vertritt mit seinem deflationären Realismus zwar einen ontologischen Realismus, nimmt dazu jedoch auch die Auffassung des deflationären Sinns von Wahrheit mit dazu. Das bedeutet, dass mathematische Gegenstände zwar »existent« sind, aber dies nur innerhalb des mathematischen Bereichs. Damit macht er eine Unterscheidung zwischen zwei Existenzbereichen auf: Auf der einen Seite

---

(2) ebd., S. 28

(3) ebd., S. 37

(4) Siehe [1]

den Bereich »realer« Gegenstände und auf der anderen den »mathematischer« Gegenstände.

Dies ist jedoch sehr unbefriedigend, da damit scheinbar für Mathematik ein eigenes Universum erschaffen wird: Eins mit »realen« Gegenständen, mit denen wir jedoch nichts zu tun haben können – zumindest nicht im klassischen physikalischen, sensualistischen Sinne. Wie erklärt man dann den Zugang, den wir offensichtlich dazu haben? Besser wäre eine Theorie, die den Realismus in unser Universum hineinbringt ohne jedoch die eher unrealistische Vorstellung zu vertreten, dass in einem abstrakten Sinne die Zahl 2 – wie alle anderen mathematischen Gegenstände – irgendwo außerräumlich und außerzeitlich existieren. Eine mögliche Antwort ist der Strukturenrealismus. Mit seinem Hauptvertreter Stewart D. Shapiro (\*1951) behauptet er nicht die Existenz einzelner mathematischer Objekte – das wären sehr viele – sondern er wird auf dem ersten Blick noch abstrakter und behauptet die Existenz der Strukturen, in der die mathematischen Objekte zu finden sind.<sup>5</sup> Mit dem Leitspruch »The essence is relations« gilt, dass die Zahl 2 nun nicht als eigenständiges Objekt existiert, sondern gerade nur in Relation zu allen anderen natürlichen Zahlen, eben als die zweite Stelle im System der natürlichen Zahlen charakterisiert ist. In diesem Kontext muss aber noch der Unterschied zwischen System und Struktur definiert werden. Die Struktur ist die dahinterliegende real existierende Entität, die in ihrer Abstraktheit eigentlich nur aus den Relationen besteht. Ein System ist wiederum eine konkrete (menschliche) Darstellung dieses Systems. Beispielsweise ist die übliche Darstellung der natürlichen Zahlen die einer unendlichen Menge mit den Zahlen 1,2,3, ... . Es ließe sich aber auch ein System erstellen, bei dem die Zahlen Mengensysteme sind. Dies findet sich in mengentheoretischen Definitionen der natürlichen Zahlen. Ein Beispiel ist das von Neumann-Modell. Dabei sind die Zahlen Mengen mit einer Kardinalität entsprechend ihrem Zahlenwert:

$$\begin{aligned} 0 &:= \emptyset \\ 1 &:= \{\emptyset\} \\ 2 &:= \{\emptyset, \{\emptyset\}\} \\ &\vdots \end{aligned}$$

Rekursiv definiert sich so die Zahl

$$n + 1 := n \cup \{n\}.$$

Dies ist ein alternatives System der natürlichen Zahlen, welches aber die gleiche Struktur repräsentiert. Somit ist die dahinterliegende Struktur die Entität, der man ontologische Existenz zuschreibt, während die einzelnen Systeme bloß geistige Schöpfungen in persönlicher Ausgestaltung sind, die aber gebunden an die Relationen sind, die die Struktur vorgibt.

---

<sup>(5)</sup> Siehe [4]

Nun müssen aber zwei verschiedene Positionen innerhalb des Strukturalismus unterschieden werden. Einmal der *in re* Strukturalismus und der *ante rem* Strukturalismus.<sup>6</sup> In Anlehnung an die Universalienthematik des Aristoteles bedeutet *in re*, dass die Existenz einer Universalie gekoppelt ist, an die Existenz einzelner diese Eigenschaft instantiierender Objekte. »In Re« bedeutet »in den Dingen« und somit existiert die Universalie, wie beispielsweise die der Röte, nur solange es rote Objekte gibt. Gibt es sie nicht mehr, verschwindet die Universalie. *Ante rem* hingegen bedeutet »vor den Dingen«, was im Kontext der Universalien bedeutet, dass diese schon vor – und demnach unabhängig von – Objekten existieren, die diese Eigenschaft aufweisen.

»In Re« Strukturalismus im Kontext der Philosophie der Mathematik impliziert also, dass die Struktur nur so lange existiert, wie es konkrete Systeme gibt, die diese Struktur darstellen. Aber was sind diese Systeme als geistige Darstellungen dieser Struktur? Würde man dieser Position folgen, müsste man ähnlich wie beim Anti-Nominalismus die gewünschte ontologische, geistunabhängige Existenz der Struktur abhängig von etwas nur geistig Konstruierbarem machen – den Systemen. Dies würde aber wiederum den ontologischen Status jener Strukturen herunterstufen, wie es der deflationäre Realismus macht. Aus diesen Gründen plädiert dieser Aufsatz für die folgende Position: Der *Ante Rem* Strukturalismus vereinbart die ontologische, geistunabhängige Existenz des notwendigen Etwas, was unsere Form der Mathematik bedingt, ohne einen schwer vorstellbaren Platonismus anzunehmen, der durch die Annahme der Existenz mathematischer Gegenstände – wie beispielsweise der Zahl 2 – eine zu konkrete Vorstellung des Objektes liefert, welches irgendwo existieren soll, aber nicht physikalisch wahrnehmbar ist. Während Strukturen in einem gewissen Sinne so abstrakt sind, dass ihre Existenz als weniger problematisch erscheint.

Vielleicht ist dies auch nur Schein, aber es scheint mir eine bessere Option zu sein als die vorher vorgestellten mathematikphilosophischen Positionen.

## Literatur

- [1] S. FRIEDERICH: *Warum die Mathematik keine ontologische Grundlegung braucht: Wittgenstein und die axiomatische Methode*. Wittgenstein-Studien 5(1) (2014) 163–178.
- [2] G. NICKEL: »Mathematik und Sprache«. *Handbuch Sprache in Mathematik, Naturwissenschaften und Technik. Handbücher Sprachwissen (HSW) 15*. Hrsg. von V. A. S. V. ATAYAN T. Metten. 2023 S. 9–53.
- [3] M. SCHRENK & A. HÜTTEMANN: *Physikalismus, Materialismus und Naturalismus*. online. misc. 2017.
- [4] S. SHAPIRO: *Thinking about mathematics: the philosophy of mathematics*. Oxford Univ. Press (2000).

---

<sup>(6)</sup> [4], S. 276

# Vom zweifelnden Geist zur digitalen Realität in der Ersten Hilfe

TOBIAS BUNGART & PEDRO LAZARO PERAZA GONZALEZ



Que pour examiner la vérité il est besoin,  
une fois en sa vie, de mettre toutes choses  
en doute autant qu'il se peut.

*(René Descartes)*

Setz dir eine VR-Brille auf – plötzlich stehst du nicht mehr hier, sondern inmitten einer Unfallstelle. Ein Verletzter liegt vor dir. Du musst handeln. Dein Puls beschleunigt sich. Dein Körper reagiert, obwohl du weißt: Das ist nicht echt. Oder doch?

Genau diese Frage stellt sich René Descartes im 17. Jahrhundert. Er zweifelte an allem, was er sah, hörte und fühlte – denn was, wenn unsere Sinne uns täuschen? Erst als er erkannte: »Ich zweifle, also existiere ich« fand er einen Fixpunkt in der Unsicherheit der Wahrnehmung. Doch was bedeutet das in einer Welt, in der die digitale Realität unsere Sinne täuscht und unser Handeln beeinflusst?

## Was ist Realität?

### *Descartes' radikaler Zweifel – Was ist Realität?*

Die Frage »Was ist Realität?« stellt sich nicht erst seit es moderne Technologien gibt. Bereits die antike Philosophie, ebenso wie René Descartes, suchten einen zweifelsfreien Zugang zur sicheren Erkenntnis. Descartes (1596 – 1650) war ein französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler, der als Begründer des modernen Rationalismus gilt. Er studierte zunächst Jura, merkte aber rasch, dass die Wissenschaft seiner Zeit zentrale Fragen offenließ. Stattdessen bewunderte er die Klarheit mathematischer Argumente, vermisste jedoch deren tiefere Anwendung in anderen Wissenschaften. Nach einer Pause beim Militär wandte er sich schließlich umfassender der Philosophie und den Naturwissenschaften zu. Dabei orientierte er sich an dem Grundsatz, nur solches Wissen anzuerkennen, das sich klar und sicher begründen lässt.

Nach einer Phase in Paris zog Descartes in die liberaleren Niederlande, um dort in Ruhe zu arbeiten und zu publizieren. Seine wichtigsten philosophischen Werke sind der anonym veröffentlichte *Discours de la Méthode* (1637) und die *Meditationes de Prima Philosophia* (1641). Darin beschreibt er eine Methode, die nur völlig sichere Erkenntnisse zulässt. Unter anderem behandelte er hier die Existenz Gottes, die Unterscheidung von Geist und Körper sowie die Idee eines unbezweifelbaren Fundaments für alles Wissen.

Descartes fragte, wie man trotz widersprüchlicher Ansichten ein sicheres Wissensfundament gewinnt. Er beobachtete, dass gelehrte Menschen ein und dieselbe Sache teils völlig unterschiedlich beurteilen. Für ihn galt alles bloß Wahrscheinliche zunächst als unzureichend. Um in dieser Hinsicht absolute Gewissheit zu erlangen, entwickelte Descartes einen sogenannten methodischen Zweifel. Er hinterfragte konsequent all jene Überzeugungen, die auch nur im Entferntesten anzuzweifeln waren.

Dies betraf zunächst die Sinneserfahrung (»Können unsere Sinne uns täuschen?«), dann die Möglichkeit von Träumen (»Woher weiß ich, dass ich nicht träume?«) und gipfelte in der Hypothese eines allmächtigen »bösen Dämons«, der auch vermeintlich sicheres Wissen – beispielsweise aus Mathematik und Logik – verfälschen könnte. So radikalisierte Descartes den Zweifel an der Realität, bis scheinbar nichts mehr unbezweifelbar schien.

### *»Cogito, ergo sum« – der Durchbruch*

Gerade in dieser radikalen Unsicherheit erkannte Descartes jedoch, dass er nicht am eigenen Denken zweifeln konnte:

»Wenn ich zweifle, denke ich. Wenn ich denke, existiere ich.«

So formulierte er sein berühmtes »Cogito, ergo sum« (»Ich denke, also bin ich«) (vgl. SCHOLZ [9]). Selbst ein böser Dämon könne nicht verleugnen, dass jemand

zweifelt oder getäuscht wird – es muss ein denkendes »Ich« geben. Daraus leitete Descartes das Fundament für seine gesamte Philosophie ab: die Gewissheit der eigenen Existenz als denkendes Wesen.

Um jedoch die reale Welt außerhalb seines eigenen Denkens als wirklich gesichert zu erweisen, bemühte Descartes mehrere Gottesbeweise. Nach seiner Auffassung kann eine so umfassende Idee wie die eines vollkommenen Gottes nicht ohne entsprechende Ursache in uns entstehen. Alles, was existiert, hat eine Ursache; die Kette endet in einem vollkommenen, unverursachten Wesen. Dieses Wesen ist Gott.

Sobald die Existenz eines vollkommenen und daher nicht täuschenden Gottes feststeht, kann Descartes die Realität unserer Umgebung begründen. Ein Gott, der vollkommen ist, würde uns nicht ständig ein Bild vorspielen. Auf dieser Basis war es Descartes möglich zu sagen, dass unsere Wahrnehmungen im Normalfall verlässlich sind und dass es überhaupt eine Außenwelt gibt. So glaubte er, den methodischen Zweifel zu überwinden und ein festes Fundament für Erkenntnis gelegt zu haben. Außerdem konnte er darauf vertrauen, dass auch die Schlüsse und Gesetze der Mathematik wahr und zuverlässig sind.

Descartes unterscheidet dabei zwei grundlegende Substanzen: die *res cogitans*, das denkende Ich, und die *res extensa*, die ausgedehnte materielle Welt. Da Ausdehnung das zentrale Merkmal der *res extensa* ist, lässt sie sich nach Descartes mit den Mitteln der Geometrie exakt beschreiben; geometrische Gesetze erfassen somit präzise die Struktur der körperlichen Welt (vgl. SMITH [10]).

Damit bildet Descartes' Philosophie einen Wendepunkt in der Geschichte des Denkens: Er wollte die Zersplitterung und Ungewissheit seiner Zeit mit einer einzigen klaren, unbezweifelbaren Gewissheit überwinden. Mit dem »Ich denke« als Basis und Gott als Wahrheitsgarant schuf er das Fundament einer neuen rationalen Wissenschaft (vgl. POSER [8]).

## **Der Versuch, Realität zu replizieren**

Computerchips stecken heute fast überall – von PCs bis zu vernetzten Mülltonnen, smarten Toiletten und winzigen Tiersensoren. Allen Anwendungen liegt ein Mikroprozessor (kurz »Chip«) zugrunde, der mit Millionen von Transistoren Informationen speichert und verarbeitet.

### ***Transistoren als Herzstück des Chips***

Ein Transistor lässt sich als digitaler Schalter verstehen, der zwei Zustände kennt: »an« (1) oder »aus« (0). Je mehr Transistoren auf einem Chip Platz finden, desto mehr Schaltungen – und damit Rechenoperationen – kann dieser ausführen. Die Leistungsfähigkeit eines Prozessors wird also wesentlich durch die Anzahl seiner Transistoren bestimmt.

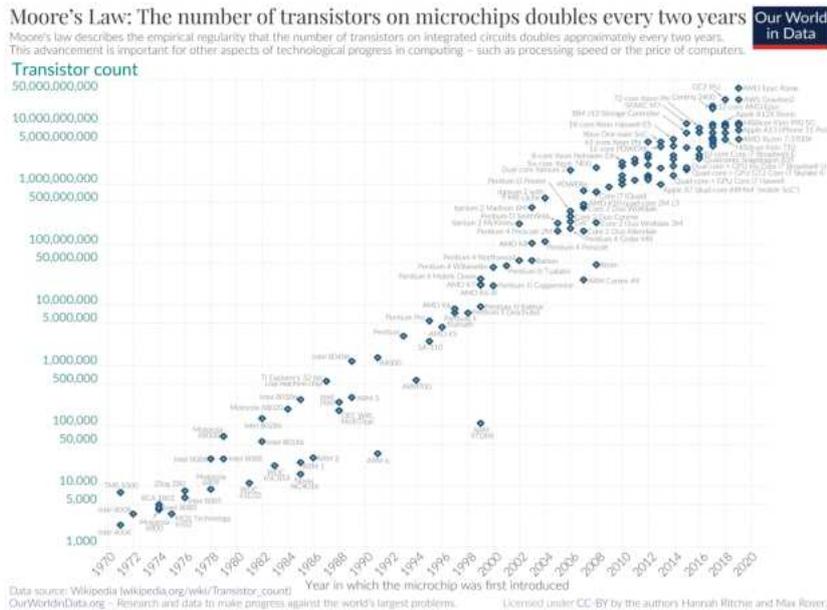


Abb. 1: Das Mooresche Gesetz, entnommen aus WIKIPEDIA CONTRIBUTORS [11].

### **Mooresches Gesetz**

Warum ist die Anzahl der Transistoren in den letzten Jahrzehnten derart rasant gestiegen? Hier kommt das »Mooresche Gesetz« ins Spiel, das Gordon Moore (Mitgründer von Intel) bereits 1965 formuliert hat. Es besagt vereinfacht, dass sich die Anzahl der Transistoren pro Chip etwa alle 18 bis 24 Monate verdoppelt.

Die Miniaturisierung bringt schnellere, billigere Prozessoren hervor – und erlaubt komplexere Simulationen. Die stark gestiegene Anzahl an Transistoren pro Chip lässt sich durch mehrere Ursachen erklären. Technologische Fortschritte, etwa in der Lithografie und Materialverarbeitung, ermöglichen immer kleinere und effizientere Strukturen. Gleichzeitig treiben wirtschaftlicher Wettbewerb und hohe Investitionen in Forschung und Fertigung die Entwicklung voran. Die wachsende Nachfrage nach Rechenleistung – etwa durch KI, Smartphones oder Big Data – erfordert leistungsfähigere Chips. Zudem tragen neue Chipdesigns, wie 3D-Stacking und Chiplets, sowie verbesserte Entwicklungssoftware zur besseren Ausnutzung der Fläche bei. Zusammen erklären diese Faktoren den anhaltenden Trend, den das Mooresche Gesetz beschreibt.

### **Repräsentation von Informationen: Abtastung und Quantisierung**

Um analoge Größen (etwa Schallwellen oder Lichtimpulse) mit digitalen Schaltkreisen zu verarbeiten, ist eine Umwandlung notwendig. Bei der Digitalisierung eines analogen Signals wird zunächst eine Abtastung (Sampling) durchgeführt. Dabei wird das kontinuierliche Signal in festen Zeitabständen gemessen, sodass einzelne

Messpunkte entstehen. Dann folgt die Quantisierung: Die Messpunkte werden auf diskrete – etwa ganzzahlige – Werte gerundet und so in digitale Form überführt. So wird aus einer unendlich feinen, analogen Welt eine endliche Reihe digitaler Zahlen. Je enger das Abtastintervall und je feiner die Quantisierung, desto genauer die digitale Repräsentation. Absolut lückenlos lässt sich die Realität jedoch nie einfangen – die digitale Welt ist stets eine Annäherung (vgl. OBERMAISSER [6]).

### ***Eine Grenze: Chaos-Theorie***

Auch wenn moderne Hardware ungeheure Rechenleistungen erbringt, stößt jede Simulation an fundamentale Grenzen. Die Chaos-Theorie macht klar: Winzige Abweichungen zu Beginn können später enorme Unterschiede bewirken – der »Schmetterlingseffekt«. Selbst eine perfekte digitale Weltkopie kann komplexe, nichtlineare Systeme wie Wetter oder Gehirn nie vollständig vorhersagen. Nicht die Rechenleistung, sondern die Natur ist entscheidend: Schon kleinste Ungenauigkeiten oder Rundungsfehler lenken chaotische Prozesse rasch in völlig andere Bahnen. Der Versuch, Realität zu kopieren, fasziniert – doch die Chaos-Theorie zeigt, dass die Welt komplexer bleibt, als jede Simulation es erfassen kann (vgl. BAKER [2]).

### **Wie erlebt der Mensch die simulierte Realität?**

Digitalisierung schafft virtuelle Welten, die per VR unmittelbar erlebbar sind. Wie intensiv der Mensch diese simulierte Realität wahrnimmt und darauf reagiert, hängt jedoch von mehreren Faktoren ab. Ein zentrales Konzept in diesem Zusammenhang ist das sogenannte Uncanny Valley (vgl. MORI [5]).

### ***Uncanny Valley – Wenn »fast menschlich« unheimlich wird***

Das Uncanny Valley beschreibt unsere Reaktion auf fast menschenähnliche Figuren, deren kleine Abweichungen wir als »unnatürlich« empfinden. Dadurch entsteht ein Gefühl des Unbehagens oder der Ablehnung – trotz anfänglicher Faszination.

Zunächst gilt: Je menschenähnlicher Roboter, Avatare oder Animationen gestaltet sind, desto vertrauter und sympathischer erscheinen sie uns. Ein einfaches Spielzeug mit nur grob angedeuteten Gesichtszügen empfinden wir beispielsweise oft als niedlich oder zumindest harmlos. Doch je realistischer die Darstellung wird, ohne vollkommen zu sein, desto stärker sinkt plötzlich unser Empfinden von Vertrautheit. Schon minimale Mimiksteife, gläserne Augen oder ruckhafte Bewegungen lösen starkes Unbehagen aus. Diese unvollkommene Perfektion wirkt unheimlich, da sie zwar »menschlich genug« erscheint, aber dennoch nicht ganz natürlich wirkt. Erst wenn eine Figur oder ein Objekt vollständig menschenähnlich gestaltet ist, verschwindet dieses Unbehagen wieder. Eine vollkommen animierte

Figur oder ein echter Mensch »überspringt« das Uncanny Valley, weil unser Gehirn keine Fehler mehr erkennt.

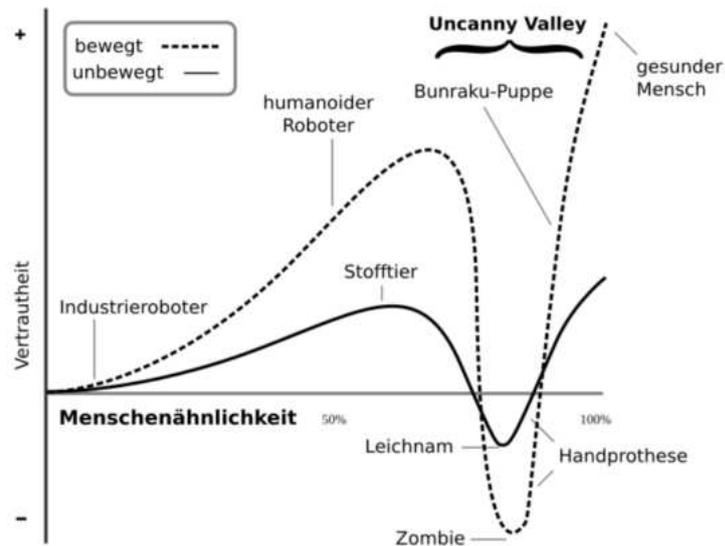


Abb. 2: *Uncanny Valley*, entnommen aus MORI [5].

Mögliche Ursachen für das Uncanny Valley lassen sich aus verschiedenen Perspektiven erklären. Eine davon ist die kognitive Dissonanz: Unser Gehirn erkennt kleine Abweichungen zwischen erwartetem menschlichem Verhalten und der künstlichen Darstellung. Diese Diskrepanz löst Spannung aus: Wir sehen etwas »fast Echtes«, doch kleine Fehler irritieren mehr als eine klar künstliche Figur.

Evolutionenpsychologisch vermutet man, das Uncanny Valley gehe auf einen uralten Schutzmechanismus zurück. In der Frühgeschichte konnten ungewöhnlich aussehende Gesichter oder Körper auf Krankheit, Tod oder andere Gefahren hinweisen. Deshalb reagieren wir besonders sensibel auf subtile Abweichungen im menschlichen Erscheinungsbild.

Ein weiterer zentraler Auslöser des Unbehagens sind unnatürliche Bewegungen. Besonders ruckartige oder steife Gesten lassen künstliche Figuren gruselig erscheinen. Der Effekt zeigt sich selbst in aufwendigen Filmen: Beim »Polar-Express«-Syndrom wirken realistisch animierte Figuren unnatürlich und erzeugen Unbehagen.

### **Simulierte Realitäten mit Virtual-Reality-Brillen (VR-Brillen)**

Während Simulationen die Wirklichkeit lediglich nachbilden, verschmelzen in »Augmented Reality« (AR), »Augmented Virtuality« (AV) und »Virtual Reality« (VR) die reale und die virtuelle Welt. Diese Techniken ermöglichen es, digitale und physische Elemente nahtlos zu kombinieren und eröffnen damit völlig neue Möglichkeiten für Wahrnehmung und Interaktion. Bei diesen Technologien werden

primär die visuelle sowie – je nach Anwendung – auch die auditive Wahrnehmung durch Kopfhörer oder Lautsprecher angesprochen.

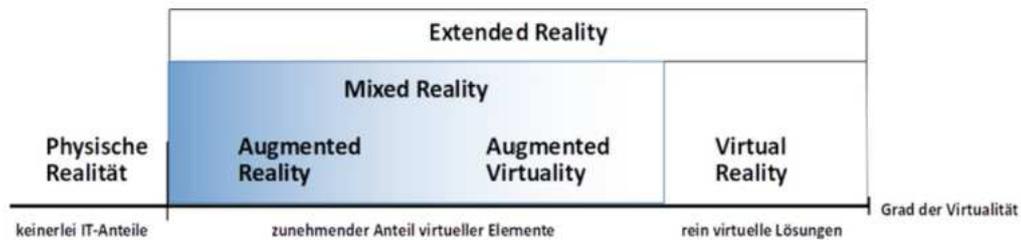


Abb. 3: AR-/VR-Kontinuum, entnommen aus KNOLL et al. [4].

Die Abbildung 3 zeigt das AR-/VR-Kontinuum. Wir beginnen zunächst bei der physischen Realität, bei der es keine IT-Anteile gibt. Bei AR und AV spricht man von der gemischten Realität, bei der der Anteil der virtuellen Elemente zunimmt und bei VR handelt es sich um rein virtuelle Lösungen ohne reale Elemente.

Augmented Reality (AR) erweitert die reale Welt um virtuelle Elemente, die in Echtzeit über die physische Umgebung gelegt werden. Die reale Umgebung bleibt dabei sichtbar, während digitale Informationen, wie 3D-Objekte, Texte oder Animationen, hinzugefügt werden. Bekannte Beispiele sind Apps wie Pokémon Go oder IKEA Place, bei denen virtuelle Figuren oder Möbel in der echten Umgebung erscheinen. Ziel von AR ist es, zusätzliche Informationen bereitzustellen, die den Alltag bereichern, ohne die reale Welt zu ersetzen.

Augmented Virtuality (AV) hingegen ist eine Mischform zwischen AR und VR, bei der der Schwerpunkt auf einer virtuellen Umgebung liegt, die durch reale Elemente ergänzt wird. Anders als bei AR dominiert hier die virtuelle Welt, in die reale Daten oder Objekte integriert werden. Beispiele sind virtuelle Meetings mit Live-Video-Avataren sowie »VR-Trainingsumgebungen«, die reale Maschinendaten in simulierte Fabriken einspeisen. Das Ziel von AV ist es, virtuelle Erlebnisse realistischer zu gestalten, indem ausgewählte Aspekte der realen Welt eingebunden werden.

Virtual Reality (VR) schließlich schafft vollständig computergenerierte, immersive Umgebungen, in denen die reale Welt komplett ausgeblendet wird. Nutzer tauchen mit Hilfe von VR-Brillen in eine virtuelle Welt ein und interagieren ausschließlich mit digitalen Objekten. Beispiele sind VR-Spiele wie jene für Oculus-Headsets oder realitätsnahe Flugsimulatoren für das Training von Piloten. VR zielt darauf ab, ein Gefühl der vollständigen Immersion zu erzeugen, sodass sich die Nutzer so fühlen, als wären sie physisch in einer anderen, künstlichen Welt (vgl. KNOLL et al. [4]).

### **Studienlage zu VR-Brillen**

Mittlerweile liegen verschiedene Studien zu VR-Brillen vor, in denen unterschiedliche Anwendungsbereiche und deren Auswirkungen untersucht werden. Studien

zeigen, dass der Aufenthalt in virtuellen Naturlandschaften das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen kann. Probanden, die per VR-Brille einen Wald erlebten, meldeten höheres Wohlbefinden und mehr Leistungsfähigkeit als jene in der virtuellen Stadt. Der Grund dafür liegt in der nachgewiesenen positiven Wirkung natürlicher Umgebungen auf Gesundheit und Wohlbefinden. Zahlreiche Studien belegen, dass Aufenthalte in Wäldern oder Grünflächen stressreduzierend wirken und die kognitive Leistungsfähigkeit fördern (vgl. HAMBURG [3]).

Allerdings birgt die intensive Nutzung von VR-Brillen auch Risiken. So kann es zu einer veränderten Wahrnehmung der realen Welt kommen. Einige Nutzer berichten nach längeren VR-Sitzungen von einem Gefühl der Unwirklichkeit in ihrer physischen Umgebung. Hohe Immersion und realitätsnahe VR-Darstellung lassen das Gehirn seine Wirklichkeitsvorstellung vorübergehend anpassen (vgl. PECKMANN et al. [7]).

Zudem zeigen Studien, dass VR-Erfahrungen das Verhalten in der realen Welt beeinflussen können. So fanden BAILENSEN et al. [1] heraus, dass Probanden nach dem Aufenthalt in einer virtuellen Umgebung auch außerhalb der VR bestimmte Verhaltensweisen beibehielten. Virtuelle Erlebnisse könnten somit nachhaltige psychologische Effekte hervorrufen. In der Erste-Hilfe-Ausbildung nutzt man den Effekt gezielt: Immersive VR-Szenarien bereiten Teilnehmende emotional und kognitiv auf reale Notfälle vor. VR-Technik lässt sie belastende Szenen – etwa Verkehrsunfälle – sicher und realitätsnah erleben und erste Handlungsstrategien üben. Dies kann Ängste abbauen, die Handlungssicherheit erhöhen und die Bereitschaft fördern, im Ernstfall tatsächlich Hilfe zu leisten. Im folgenden Kapitel betrachten wir daher ein konkretes Beispiel, in dem ein virtueller Verkehrsunfall als Trainingssituation für die Erste Hilfe dient.

## VR in der Ersten Hilfe

Die meisten Erwachsenen in Deutschland haben mindestens einmal an einem Erste-Hilfe-Kurs teilgenommen – sei es für den Führerschein oder aus anderen Gründen. Doch wir alle wissen: Es ist etwas ganz anderes, Erste Hilfe im Kurs zu üben als in einer echten Notfallsituation zu handeln. Hier kommt Virtual Reality (VR) ins Spiel. VR kann realistische Szenarien schaffen, in denen Teilnehmer Erste-Hilfe-Maßnahmen unter Stress und realen Bedingungen üben können – ohne echte Gefahr. Ein Beispiel dafür sind zwei Projekte des Malteser Hilfsdienstes e.V. in den Jahren 2023 und 2024. Im Jahr 2023 startete der Malteser Hilfsdienst e.V. ein bundesweites Pilotprojekt zum Einsatz von VR-Brillen in der Ersten-Hilfe-Ausbildung. Jede Dienststelle hatte die Möglichkeit, eine VR-Brille auszuleihen, zu testen und Feedback zu geben. Aufgrund der positiven Resonanz wurde das Projekt 2024 im Rahmen eines »Brauteams« – einer spezialisierten Projektgruppe im Ausbildungsbereich der Malteser – weiterentwickelt. Zukünftig soll die VR-Technologie jeder Dienststelle zum Kauf zur Verfügung stehen, sodass sie flächendeckend in

der Ausbildung eingesetzt werden kann. Der Einsatz der VR-Technologie ist für die letzte Unterrichtseinheit eines Erste-Hilfe-Kurses vorgesehen. Dabei dient sie als interaktive Abschlussübung, in der die Kursinhalte wiederholt und gefestigt werden. Die Teilnehmenden erleben realistische Notfallsituationen hautnah und können sich ohne reale Konsequenzen ausprobieren. Die VR-Anwendung wurde vom Düsseldorfer Unternehmen [Weltenmacher](#) entwickelt und im Rahmen der Malteser-Projekte fortlaufend optimiert. Aktuell gibt es eine Hauptsimulation: ein Verkehrsunfall. Dabei gibt es vier mögliche Szenarien:

- (i) Bewusstlose Person mit Atmung
- (ii) Bewusstlose Person ohne Atmung
- (iii) Verletzung am Arm
- (iv) Schock

Jedes Szenario beginnt identisch: Die Teilnehmenden fahren mit ihrem Fahrzeug an die Unfallstelle heran und müssen zunächst grundlegende Sicherheitsmaßnahmen durchführen:

- (i) Am Straßenrand parken
- (ii) Warnblinker einschalten
- (iii) Warnweste anziehen
- (iv) Warndreieck aufstellen

Fehler führen zu realistischen Konsequenzen – etwa einem Auffahrunfall bei falschem Parken oder einer abgefahrenen Autotür, wenn der Schulterblick vor dem Aussteigen fehlt. Wie in [Abbildung 4](#) zu sehen ist, nähert sich der virtuelle



Abb. 4: Ersthelfer auf dem Weg zu dem verunfallten (grünen) Auto. Die Ortspunkte, wo er sich hinbewegen soll, sind gekennzeichnet. Screenshot aus VR Szenario Erste Hilfe.

Ersthelfer dem verunfallten Fahrzeug, um Erste Hilfe zu leisten. Je nach Szenario variieren dabei die notwendigen Maßnahmen. In allen Fällen ist die verletzte Person der Fahrer des Fahrzeugs. Um die Einsatzstelle herum befinden sich Passanten, die das Geschehen lediglich beobachten und nicht aktiv eingreifen. Meistert man die Situation, applaudieren die Umstehenden in der VR – eine motivierende Bestätigung.

### Resümee – Vom Zweifel zur Handlungssicherheit

Descartes' methodischer Zweifel war kein Selbstzweck, sondern er sollte einen verlässlichen Ausgangspunkt für verantwortungsvolles Handeln schaffen. Ähnlich verhält es sich in der Ersten-Hilfe. Hier beginnt es auch mit der Unsicherheit, ob im Ernstfall theoretisch erlangtes Wissen und Mut reichen. Eine VR-Simulation kann diesen Zweifel in eine geschützte Erfahrungswelt übersetzen. Dabei können Gefahren und Stress ohne Auswirkungen erlebt, Irrtümer folgenlos begangen und so schrittweise Handlungssicherheit aufgebaut werden. Der Bogen spannt sich von Descartes' »Cogito, ergo sum«, wo Gewissheit aus Denken stammt, bis zur digitalen Praxis, in der sie aus Tun erwächst. VR verdrängt in diesem konkreten Beispiel die Zweifel der Person nicht, sondern macht sie nutzbar und verwandelt zögerndes Abwägen in mutiges Handeln.

### Literatur

- [1] J. BAIENSON et al. *Augmented reality affects people's behavior in the real world*. PLOS ONE 14 (2019) 216–290  
URL: <https://tinyurl.com/3pj95xpk>.
- [2] J. BAKER: *50 Schlüsselideen Physik*. Dorling Kindersley Verlag (2010).
- [3] U. HAMBURG: *Auch virtuelle Natur hat einen positiven Effekt*. 2021  
URL: <https://tinyurl.com/3kz7fvay> (aufgerufen am 31.03.2025).
- [4] M. KNOLL & S. STIEGLITZ: *Augmented Reality und Virtual Reality – Einsatz im Kontext von Arbeit, Forschung und Lehre*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 59 (2022) 6–22.
- [5] M. MORI: *The Uncanny Valley*. Energy 7 (1970) 33–35.
- [6] R. OBERMAISSER: *Digitaltechnik (WS 2022/2023) [Vorlesungsfolien]*. Universität Siegen. 2022.
- [7] C. PECKMANN et al. *Virtual reality induces symptoms of depersonalization and derealization: A longitudinal randomised control trial*. Computers in Human Behavior 131 (2022) 107–233  
URL: <https://tinyurl.com/3yjnefc8>.
- [8] H. POSER: *Descartes: Eine Einführung*. Reclam (2020).

- [9] H. SCHOLZ: *Über Das Cogito, Ergo Sum*. Kant-Studien **36** (1931) 126–147 (Aufgerufen am 27.05.2025).
- [10] S. R. SMITH: »Clear and Distinct Perception in Descartes's Philosophy«. Diss. University of California, Berkeley, 2005  
URL: <https://tinyurl.com/y2jywd7w>.
- [11] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS: *Moore's Law - Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/2j2k86ns> (aufgerufen am 27.05.2025).

# Mathe ist schwierig könnte aber einfacher sein

SIMON MONSCHEUER



Eigentlich müsst's von Amts wegen mal richtig was auf's Dach geben, Puristen, Stylepolizisten mit sieben null vom Platz fegen.

---

*(Seed – Dancehall Caballeros)*

Dieser Beitrag ist für all diejenigen interessant, die es wenigstens hinderlich finden, dass man mathematische Ausdrücke im Jahr 2025 nicht einfach aus einem PDF kopieren kann, um sie an anderer Stelle einzufügen und weiterzuverwenden. Für diejenigen, die es wenigstens hilfreich fänden, mathematische Ausdrücke maschinell durchsuchen zu können, anstatt durch Schlüsselworte versuchen zu müssen, in der Nachbarschaft des gesuchten Umstandes zu landen. Dieser Text richtet sich insbesondere an diejenigen, die sich schon mehr als einmal gefragt haben, ob Mathematik nicht grundsätzlich die Eigenschaften von Spaghetti-Code erfüllt, und ob das unbedingt so bleiben muss.

Dieser Text will die Geschichte nachzeichnen, wie im Laufe der Entwicklung und Verbreitung von Digitalrechnern Informatik und Mathematik die Chancen

des Einsatzes der neuen Möglichkeiten zwar gleichzeitig erkannten, aber nur die Informatik die erkannten Potenziale auch in die Tat umsetzte.

Die Zugänglichkeit der Informatik für Erstsemesterstudierende heute ist mit der Situation vor 40 Jahren dementsprechend unvergleichbar. So können heute dank stetig verbesserter Werkzeuge im selben Zeitraum deutlich umfangreichere Funktionalitäten implementiert werden, als damals. Dennoch blockiert das dafür notwendige heute deutlich höhere Abstraktionsniveau, auf dem gearbeitet wird, die Auseinandersetzung mit den vor 40 Jahren noch unausweichlichen Arbeitstechniken nicht. Das Gegenteil ist der Fall. Werkzeugen wie zum Beispiel der Compiler Explorer [GODBOLT \[6\]](#) machen den mühsamen Abstieg in die Katakomben der schwindelerregend komplizierten Konstruktion, die diese Fähigkeitszuwächse trägt, zugänglicher denn je. Sich in sehr kleinschrittigen, insbesondere viel kleinschrittigeren als praktisch relevanten, Zerlegungen des eigenen Arbeitens horzonterweiternd umzuschauen, ist spielerisch möglich.

Demgegenüber sind Material und Arbeitsweisen, mit denen StudienanfängerInnen der Mathematik heute konfrontiert werden, von denen von vor 40 Jahren kaum zu unterscheiden. An Zugänglichkeit, Benutzbarkeit und Schwierigkeit der Mathematik hat sich nichts Fundamentales geändert. Papier wurde zwar von Tablets und PDFs abgelöst, die Auffassung, dass das menschliche Gehirn das Nonplusultra mathematischen Urteilsvermögens bietet, ist geblieben. Die Überzeugung, dass die zum Betrieb der Mathematik nötigen Erfahrungswerte sich nicht strukturieren, Strategien nicht formalisieren lassen und man sie ohnehin keinem Computer beibringen könnte, ist groß.

Dass sich die Mathematik gegenüber Moore's law komplett damit verzockt hat, ihre schon vor über 40 Jahren erreichten Einsichten aufgrund dieser Überzeugung trotzdem wieder einzustampfen, und sich diese Überzeugung heute nur hält, weil der Berg technischer Schulden inzwischen so hoch ist, dass sich niemand mehr traut überhaupt darüber nachzudenken, ihn zu erklimmen, soll im Laufe dieses Textes deutlich werden. »So habe ich das schon damals gelernt!« ist die schallende Ohrfeige des Stillstandes, der daraus resultiert.

Denjenigen, die den Erhalt des Status quo und die Bequemlichkeit, ihn zu beherrschen, der Verbesserung von Lehr- und Arbeitstechniken der Mathematik für die Allgemeinheit vorziehen, muss ich vom Lesen des Textes aus gesundheitlichen Gründen dementsprechend dringend abraten. Die unausweichliche kognitive Dissonanz, die entstände, wenn man diese Position mit der durch den folgenden Text illustrierten bedrohlichen Machbarkeit signifikanter Verbesserungen dieser Art konfrontierte, möchte ich nicht verantworten.

Der folgende Rant ist nicht DIN-Norm gerecht und kann Spuren von Brandbriefen enthalten, lesen auf eigene Gefahr. Tweakomania kann süchtig machen, zu Risiken und Nebenwirkungen fragen sie ihren Technikpriester und Paketmanager.

## Vorspiel \ Theater<sup>1</sup>

Mathematik ist schwer zu verstehen. Diesem Satz würden die meisten Menschen, insbesondere Nicht-Mathematiker, vermutlich ohne mit der Wimper zu zucken zustimmen.<sup>2</sup> Es ist geradezu en vogue, mit der Aussprache »Ich war in der Schule nie gut in Mathe« den Schulterschluss zu seinen Mitmenschen heraufzubeschwören. Im Schulkontext ist dies allerdings kein Alleinstellungsmerkmal der Mathematik, lassen sich doch ähnliche, wenn auch weniger verbreitete, Muster für andere Fächer wie z. B. Deutsch oder Informatik finden. Einen Grund dafür, dass einem das Meistern einer bestimmten Technik versagt bleibt, findet sich immer. Der Schluss, dass weil einem die Begabung für ein Fachgebiet fehlt, damit offensichtlich die Hände gebunden sind und man deswegen leider nichts daran ändern kann, ist beruhigend.

Ein besonderes, wenn nicht sogar ein einzigartiges Merkmal der Mathematik in dieser Hinsicht ist allerdings, dass sich das Hintergrundrauschen der Selbstbeschwichtigungen nicht zunehmend legt, desto weiter man sich vom schulischen Geschehen entfernt. Auch die Menschen, die sich durch das feindselige Niemandsland befristeter akademischer Anstellungen bis zu den höchsten Bildungsgraden aus freien Stücken durchschlagen, ziehen das gebetsmühlenartig wiederholte Mantra »das ist alles sehr schwierig« häufig weiterhin als Rechtfertigung für Alles und nichts heran. Der gesuchte Schulterschluss scheint dem in der Schule gesuchten ähnlich. Das Einvernehmen von Mitmenschen über die unausweichliche, unveränderliche, gar ungerechte Schwierigkeit der unvorhersehbar über einen gekommenen (Haus)Aufgaben, entfaltet seine beruhigende Wirkung wenigstens in vergleichbarer Weise.

Dass dieser Fatalismus nicht mehr gegenüber einer von den eigenen Wehleidsbekundungen nicht zu beeindruckenden Instanz wie der Schulpflicht zelebriert werden kann, unterscheidet die Stoßrichtung der Situationen jedoch deutlich. Die Probleme, denen man sich in Studium, Promotion, Habilitation und danach fachlich gegenübersteht, hat man sich freiwillig selbst eingebrockt; sollte man sich dem kanonischen Leidensweg nicht unterwerfen wollen, bleibt der drohende Brief an die Eltern daheim hoffentlich aus. Es steht einem jetzt frei Türen, die versprechen, besagte Probleme zu lindern, aufzustoßen und die vermeintliche Unveränderlichkeit des Standardleidensweges anzugreifen. Dass man sich im Elfenbeinturm der Mathematik diese Türen scheinbar selbst vor der Nase zuhält, rechtfertigt eine nähere Betrachtung der Dynamik.

Demgegenüber ist der kanonische Leidensweg für viele Programmierer geradezu eine Provokation, die es gebietet, einen Wanddurchbruch anzusetzen und nicht nur die Tür zu öffnen. Den Leidensweg mit dem nächsten Feature, einer

---

(1) Das Theater, auf dem dieses Vorspiel hätte stattfinden sollen, musste aus Kostengründen vom Gesamtpaket abgezogen werden. Zu prüfen, ob das, was ich veranstalte, trotzdem ein Theater ist, sei als Übungsaufgabe überlassen.

(2) Die Augenwischerei kann man sich auch sparen: Mathematik ist schwierig, wer dem nicht zustimmt, Mathematiker oder nicht, lügt einfach.

neuen Sprache, der sie umgebenden Toolchain oder der Hardware, auf der ein System läuft, überflüssig zu machen und den lästigen Aufwand loszuwerden, ist eine Trendsportart.<sup>3</sup> Es kann nicht geleugnet werden, dass selbst der beste Code von einem Refactoring profitiert, nachdem er als Resultat der ungebremsten Tweakomania häufig genug umgebaut und erweitert wurde. Beim Refactoring geht es darum, einen Programmteilabschnitt so umzugestalten, dass er durch bessere Strukturierung und Schreibweise einfacher zu lesen, verstehen und benutzen wird, sein Verhalten gegenüber dem Rest des Systems jedoch unverändert bleibt. Meidet man diese Aufgabe lange genug, werden scheinbar triviale, redundante oder schlicht unverständliche Codestellen bald von Kommentaren wie »DO NOT CHANGE!« oder »I don't know why, but it works« flankiert. Diese apokalyptischen Reiter warnen unüberhörbar vor dem näher rückenden Tag, an dem gänzlich harmlos wirkende Änderungen dafür sorgen, dass an zusammenhanglos wirkenden Stellen unverständliches Chaos losbricht.

Beim anschließenden Versuch, das ausgebrochene Chaos seiner Unverständlichkeit zu berauben, verdienen sich besagte Reiter mit Wegezöllen, die man in Form von bei der Fehlersuche verlorenen Zeit und Nerven bei jeder Passage der von Ihnen gedeckten Bereiche investieren muss, eine goldene Nase. Trotz des so teuer zum Marktpreis eingekauften Verständnisses wird das langfristige Problem häufig nicht behandelt. Aufgrund von Zeitmangel muss es stattdessen dafür eingesetzt werden zu klären, wie an Problemstellen, die schon lange renoviert hätten sollten, noch ein dritter Boden und eine vierte Decke eingezogen werden können, damit das System trotz der verkommenden Baumasse wieder läuft. Ist das geschafft, kommt ein weiterer apokalyptischer Reiter hinzu: »Needs to be refactored, do not touch until then«.

»Das ist alles sehr schwierig«, könnte man sagen. Ist es auch. Glücklicherweise hat die Informatik etliche Werkzeuge und Strategien entwickelt, um diesen Problemen nicht hoffnungslos ausgeliefert zu sein. Man kann nicht behaupten, dass infolgedessen die Dinge jetzt nicht mehr schwierig sind. Die einem komplizierten Problem inhärente, nicht reduzierbare Härte kann man nicht wegoptimieren. Aber immerhin muss man sich die Arbeit nicht mehr schwieriger machen, als sie notwendigerweise sein muss. Immerhin hat man ein Verständnis dafür, warum bestimmte eigentlich schwer sind.

Ich denke, dass die Mathematik das richtige Mittel sein sollte, um diese Art von Strukturumformungen, wie es ein Refactoring ist, allgemeiner als die Informatik zu fassen. Unabhängig von der Tätigkeit der Softwareentwicklung zu beschreiben und so zu einem flexibleren Werkzeugkasten für das Erfassen und Durchdenken arbiträrer Problemen zu werden. Meine Wunschvorstellung war bis in die jüngste Vergangenheit geblieben, dass die Mathematik auch den Anspruch hat, der bestmögliche Werkzeugkasten dieser Art zu sein. Sich damit rühmen zu können, praktikable Werkzeuge für die gesamte Spanne von reiner Mathematik

---

(3) HUMAN [10] inszeniert die mitunter absurden Konsequenzen dieses Tatendranges humoristisch wie fachlich gekonnt.

bis zur reinen Anwendung durch andere Wissenschaftszweige zu entwickeln und bereitzustellen. Dort Sicherheit zu stiften, wo Strukturumformungen nützlich sind und deren Eigenschaften von kritischer Bedeutung sind.

Ich wünsche mir nach wie vor, dass sich die Mathematik gegenüber der Informatik so verhält, wie C, günstigstenfalls Rust gegenüber Python. Dem Benutzer tiefgreifendes Verständnis abverlangen, dafür aber auch mehr Kontrolle über das Geschehen zu eröffnen. Dieser Text handelt in gewisser Hinsicht davon, wie dazu komme, die Mathematik im selben Vergleich eher mit einer esoterischen Programmiersprache assoziieren zu wollen. Turing-Vollständig, technisch ist alles möglich, praktisch nichts praktikabel, mehr eine kunstvolle Fingerübung, als ein mächtiges Werkzeug.

Mit einer Vorliebe für Primärquellen bewaffnet, gewöhnt daran, bei Unverständnis eine Abstraktionsebene tiefer nach mehr Dokumentation zu graben, bei Mangel von Dokumentation, notfalls die Implementierung zu lesen, habe ich mein Mathematikstudium angetreten. In der für mich intransparenten Annahme, dass die Mathematik über ein analoge traversierbares Tunnelnetzwerk verfügt, habe ich wiederholt versucht den Zugang zu diesem zu erfragen. Auf diese Fragen folgte reproduzierbar ein intensives Aneinandervorbeireden. Verwirrung darüber, wonach ich jenseits von Kanonen wie der Principia Mathematica zur Vernichtung von Spatzen wie einer Mengendefinition fragen könnte, stand auf der einen Seite. Demgegenüber stand meine vom Frust über das Unauffindbar bleiben der Katakomben, die zwangsläufig existieren müssten, angefachte Verzweiflung.<sup>4</sup>

Auf die Idee, dass mit den an der Tafel oder im Skript notierten Symbolen und eingesetzten Strukturen, nicht automatisch weitere Zerlegungen verknüpft sind, deren Konstruktion und Beschreibung man sich einfach mal anschauen könnte, bin ich nie gekommen. Zur Einsicht, dass der Schatz, nach dem ich aus Gewohnheit unermüdlich bohrte, einfach nie zusammengetragen wurde, erst sehr spät gekommen.

Ähnlich fruchtlos verliefen meine Fragen nach Systematik von Aufschrieb und Notation. Die Abwesenheit einer ausgefeilten Regelung dieser Aspekte wurde begründet, dass die durch mangelnde Standardisierung entstehende Flexibilität für den Betrieb unerlässlich sei. Vermeintlich mit Carte Blanche bewaffnete Versuche, mich dieser beworbenen Freiheit in einer beim Softwareengineering abgekupferten Form zu bedienen, wurden dennoch wiederholt abgeschmettert. Im Widerspruch zu vorherigen Aussagen müsse man sich nach der unspezifizierbaren Standardschreibweise richten, sonst würde der Aufschrieb unleserlich und damit korrekturbedürftig.

Dass mir schlicht die Erfahrung und Einsicht fehlen müsste, um diesen willkürlich wirkenden Umständen als Anfänger ihre Notwendigkeit und Begründung abgewinnen zu können, habe ich als Rationalisierung angenommen. Die Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten konnte mir dieser Konfliktherd nicht

---

<sup>(4)</sup> Um die Lücke zwischen Principia Mathematica und keinen weiteren Strukturierungsangeboten zu schließen, kann ich VELLEMAN [26] nicht enthusiastisch genug weiterempfehlen.

vermiesen. Dennoch treibt mich der nicht enden wollende aber dennoch nicht verortbare Kampf gegen die sinnlose Armada von Windmühlen darumherum bis heute zur Weißglut.

Für die Weißglut verantwortlich sind meist die der Digitalisierung trotztenden Arbeitsweisen. Probleme, die beim Programmieren abgefangen oder gelindert werden, treiben in der Mathematik ungebremsst ihr Unwesen. Gleichförmige Arbeitsschritte, die in einer Entwicklungsumgebung einen Knopfdruck entfernt sind, erzwingen in der Mathematik regelmäßig so viel Overhead, dass es sich gebietet, das erkannte Problem aus Zeitgründen unter den Teppich zu kehren.

iPads werden nicht artgerecht, lediglich als handschriftlich vollgekritzelter digitaler Papierersatz gehalten.  $\LaTeX$  hat zwar den Textsatz digitalisiert, die mathematischen Inhalte bleiben allerdings maschinell unlesbar. Eine die Möglichkeiten eines Computers nutzende Digitalisierung ist nun mal mehr als die Fortführung des Papierkrieges mit digitalen Mitteln.

Es war für mich eine gleichermaßen erleichternde und entmutigende Entzauberung der Mathematik, festzustellen, dass die Wieder-, Weiterverwendbarkeit und Benutzbarkeit in der Mathematik schlicht kaum jemanden überhaupt und jenseits des eigenen Tellerendes nahezu niemanden zu interessieren scheint. Erleichternd, weil mir damit zugänglich wurde, dass der von mir fieberhaft gesuchte Schatz einfach nie existierte. Entmutigend, weil sich niemand für die Probleme interessiert, was mich eher mehr als weniger zur Weißglut treibt. Der Kampf gegen Windmühlen bleibt unausweichlich, die Chance, diese Probleme zu beseitigen, bleibt unabhängig von der technischen Machbarkeit, höchstens nicht Null. Die uneingeschränkte Forderung der Zerstörung Karthagos folgt dennoch direkt.

Im Folgenden möchte einerseits das angeschnittene Problemfeld näher umreißen und illustrieren, dass durch einen Um- und Neubau der Arbeits-, Kommunikations- und Dokumentationsmittel der Mathematik unter Computereinsatz signifikante Erleichterungen immerhin praktikabel wirken. Anhand historischer Beispiele gut strukturierter Inhalte der Informatik und deren Entwicklung möchte ich zeigen, dass derartige Erleichterungen keineswegs nur durch vollständiges Umsatteln auf formelle Systeme wie LEAN4 möglich wäre.

All die Weißglut war auch zu etwas gut. Die Behauptung, dass vor mir niemand von der Informatik motivierte Überlegungen zur strukturellen Verbesserung der Mathematik gehabt hätte, wollte ich dank hinreichender Temperatur nicht hören. Dank hinreichendem Druck auf dem Kessel habe ich die Suche nach dem Stein der Weisen, solange fortgesetzt, bis er mir als schlechter Verlierer widerspenstig in den Schoß fiel. Um die drei von namhaften Mathematikern vor mehr als 40 Jahren verfassten Quellen wird im zweiten Teil gehen Auf die Quellen gestoßen bin ich nur, weil einer der Mathematiker lange in der Forschungsabteilung von DEC arbeitete, dem Hersteller des Betriebssystems VMS.

Das hat je nach Sichtweise einen schicksalhaften Ringschluss- oder Heldenreise-Beigeschmack. Denn die mir diese Weißglut eröffnende Perspektive wurde, entscheiden davon geprägt, dass meine Sozialisierung mit Computer im Wesentlichen unter VMS stattgefunden hat. Nach der Behandlung einiger Strukturen von VMS im

nächsten Abschnitt, wird die Ironie seiner Rolle als Problem und Lösung zugleich besser zur Geltung kommen.

### **Und wir sehen, dass wir im Kampf gegen Windmühlen nicht verlässlich wissen werden**<sup>5</sup>

Das Bedürfnis zu verstehen, warum uns unheilvolle Ereignisse heimsuchen, der Drang zu fragen, wie die verursachende Konstellation zustande kommen konnte, scheint für Menschen selbstverständlich. Die Zeiten, zu denen wir unser Gehör nach solchen Ereignissen Klerikern auf der Suche nach Antworten zuwandten, um zu erörtern, welcher Missstand der spirituellen Identität unserer Wahl missfiel, wie wir unser Verhalten ändern müssten, um weiteres Unheil zu verhindern, sind dabei fast vorbei.

In Anbetracht der bei heutigen Unfällen und Katastrophen zunehmend direkt oder indirekt involvierten menschengemachten Konstruktionen sind es Technik-Priester, die die klassischen Kleriker heute aus ihrer Rolle als Versicherung stiftende Instanz verdrängen. Heute sind es meist Ingenieure verschiedener Couleur, die auf der Suche nach einer Unfallursache die sterblichen Überreste ihrer Kreationen in Obhut nehmen und versuchen, die Gebeine eines Unfalls zu lesen.

Die Zielsetzung ist dennoch fast identisch: Zukünftiges Unheil durch Veränderungen der bestehenden Situation und vorherrschenden Handlungsmuster zu vermeiden.

Dabei kommen Unfalluntersuchungen nicht selten zu dem Ergebnis, dass menschliches Versagen durch mehr als nur individuelle Unfähigkeit begünstigt wurde. Unser Denkorgan bestimmt für uns intransparent im Hintergrund, ob eine energieintensive, kleinschrittige Überlegung wirklich notwendig ist, oder ob die Anwendung einer Heuristik die anstehende Analyse ersetzen soll. Mit solchen Abkürzungen ist das Gehirn zwar eine absurd energieeffiziente Rechenmaschine, favorisiert aber die Bestätigung bestehender Überzeugungen gegenüber der Zurekenntnisnahme unseren Überzeugungen widersprechenden Informationen und wendet Erfahrungen auch dann an, wenn sie inkompatibel mit den Umständen sind, unter denen sie ursprünglich entstanden sind (PHILLIPS et al. [21]). Selbst wenn wir unser Gedächtnis vermeintlich in Eigenregie bemühen, sind die Resultate unserer Erinnerungsversuche von diesen intransparenten Hintergrundprozessen betroffen, weit davon entfernt, fehlerfrei oder gar vollständig zu sein.

So passiert es leicht, dass nicht hinreichend eindeutig zu verarbeitende Darstellung von Parametern die etwa für die Bedienung eines Flugzeuges [2] oder Kernreaktors [4] wichtig sind, von uns, trotz besseren Wissens, nicht im Detail, sondern kostengünstig und damit unter Umständen falsch verarbeitet werden, mit gravierenden Folgen. Wo immer man sich einer Aufgabe widmet, die nur ge-

---

<sup>(5)</sup> Oder: In diesem Abschnitt wird illustriert, dass falls unser Denkapparat insbesondere wiederkehrende Überlegungen vorhersehbar exakt repräsentieren soll, externe Hilfsmittel notwendig werden.

lingen kann, wenn sie vollkommen fehlerfrei abgearbeitet wird, sind das herzlich schlechte Voraussetzungen für den Erfolg des Unternehmens.

Glücklicherweise ist unser Gehirn auch eine sehr flexible Rechenmaschine, die uns das Wahrnehmen dieser Probleme, Untersuchung ihrer Systematik sowie die Entwicklung und effiziente Nutzung von Werkzeugen zum Lindern dieser Probleme gestattet. Notizzettel, Terminkalender und Stichwortverzeichnisse sind triviale Beispiele solcher Werkzeuge. Es sind Abkürzungen, die entscheidende Strukturen sicherer erhalten und dabei günstig genug bleiben, um unserem Gehirn schmackhaft zu bleiben und nicht grobschlächtig abgekürzt zu werden.

Ein beschriebenes Stück Papier wird zu einem Objekt, mit dem wir gewissermaßen denken, erinnern, organisieren, unser Gehirn extern erweitern und so die Komplexität des für uns beherrschbaren, denkbaren erweitern. Als geschickt konstruierte Abstraktion ermöglichen uns diese Werkzeuge, unser Denken auf die den konkreten vom allgemeinen Fall unterscheidenden Faktoren zu beschränken. Es muss nicht mehr für jede konkrete Überlegung das große Ganze mental bewegt werden. Eine Terminabfrage für den 30. März um 14:00 beschränkt sich auf das Aufsuchen des Zeitpunktes im Kalender, ist das Feld frei, hat man Zeit. Das frei fliegende Zusammenstellen des erwarteten Tagesablaufs des 30. März im Kopf, unter Verlass auf das eigene Gedächtnis, entfällt.

### **Matroschkaisierung der Büchse der Komplexitäts-Pandora<sup>6</sup>**

Als neues Medium, in dem solche Hilfsmittel implementiert werden können, ist der Digitalcomputer Heimat für viele in der Funktionalität praktisch identische Implementierungen solcher papierernen Strukturen geworden. Dabei sind es die des Papiers übersteigenden Fähigkeiten eines Digitalrechners, die ihn im heutigen Gebrauch unersetzlich machen. Um diese neuen Möglichkeiten und deren inhärente Komplexität für den nach wie vor menschlichen Bediener beherrschbar zu machen und langfristig zu halten, musste eine ganze Reihe neuer Konzepte, Abstraktionen und Werkzeuge entwickelt werden. Dieser Abschnitt fischt zwei Beispiele aus der Ursuppe der Computerentwicklung, um den Charakter dieses Prozesses zu verdeutlichen.

### ***Wort Anfang am war<sup>7</sup>***

Als ein sehr frühes und leicht nachzuvollziehendes Beispiel für diesen Wettlauf mit der aus dem Ruder laufenden Komplexität können wir das Bedienkonzept

(6) Oder: Wie es die Informatik geschafft hat, ihre Komplexität wenigstens in Schach zu halten.

(7) Die Überschrift ist eine an RPL, einer Kombination von RPN und LISP, angelehnte Interpretation von Johannes 1:1-18 »Am Anfang war das Wort«. Im folgenden Abschnitt wird es um die erstmalig zur Verfügung stehende Möglichkeit gehen, Repräsentationen gewohnter Abläufe, wie einfacher Berechnungen, mit Hinblick auf ihre Eigenschaften bei der Benutzung an einem Taschenrechner, zu überdenken. Eine ähnlichen Interpretation mithilfe algebraischer Eingabelogik liefert beispielsweise (am(Anfang))war(Wort).

eines wissenschaftlichen Taschenrechners betrachten. Zentral ist hier die Frage, welches Bedienschema optimale Nutzungseigenschaften zur Folge hat. Optimal kann hier zum Beispiel bedeuten, dass das Eingeben von Berechnungen möglichst wenig Zeit benötigt, wenige Fehler verursachtHOFFMAN et al. [7] oder sich gutmütig gegenüber dem Unterbrechen und wieder Aufnehmen des Arbeitsvorganges verhältKREIFELDT et al. [14]. Eine erste Beobachtung mag sein, dass es vor der Entwicklung solcher Geräte keinen zu untersuchenden Gegenstand dieser Art gab. Bevor es eine Rechenmaschine ermöglichte, im Vorbeigehen, ohne eigenen Denkaufwand, Operanden zwischenzuspeichern, war die Überlegung, die Reihenfolge, in der Operanden und Operatoren angegeben werden, von der in Sprache und Schrift verwendeten zu lösen, wenigstens nicht naheliegend.

Die Frage, wie die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine möglichst reibungslos gelingen kann, wurde erst dadurch relevant, dass die Maschine leistungsfähig und flexibel genug wurde, um relative Wahlfreiheit bei der Struktur der Kommunikation zu bieten, dem menschlichen Bediener entgegenzukommen. Bewaffnet mit dieser Narrenfreiheit ist es möglich zu versuchen, die Regeln dieses Austausches so zu wählen, dass unserem Gehirn möglichst wenige Strukturen aufgezwungen, Aufgaben zugeteilt werden, die es hardwarebedingt einfach nicht günstig abbilden kann.

**Denkbar und Druckbar sind nicht das Gleiche.**<sup>8</sup> Die ersten wissenschaftlichen Taschenrechner bedienen sich dazu zwei sehr unterschiedlichen Eingabelogiken: algebraischer Eingabe und umgekehrte polnische Notation. AGATE et al. [1] und KASPRZYK et al. [12] versuchen zeitnah nach dem Aufkommen der ersten wissenschaftlichen Taschenrechner die Frage zu klären, welche der beiden Eingabelogiken die bessere ist. Stark abgekürzt, kommen sie einheitlich zur Einsicht, dass UPN der algebraischen Eingabe bei Gebrauch durch einen geschulten Benutzer überlegen ist. Der einzige untersuchte Parameter, bei dem RPN schlechter abschneidet, ist die etwas längere Einarbeitungszeit gegenüber der algebraischen Notation.

Heute weiß allerdings kaum noch jemand, dass es überhaupt eine Alternative zur algebraischen Eingabe gibt, obwohl die Diskussion darüber, welches der Systeme schlicht besser sei, zu Hochzeiten dermaßen verbreitet war, dass HP sein Marketingmaterial daran ausrichtete. Seitdem HP 2015 mit dem HP50g das letzte auf UPN fokussierte Flaggschiff-Produkt vom Markt genommen hat, gibt es in gewisser Weise auch praktisch keine Konkurrenz mehr zum algebraischen Eingabeformat.

Dass das Eingabeformat für gewöhnliche Berechnungen mit hinreichender Leistungsfähigkeit der Geräte erstmals praktisch relevant zur Debatte stand, hatte im Fall von UPN eine Eingabelogik zur Folge, die zwar nach dem Einarbeiten der algebraischen Eingabe überlegen war, jedoch ohne Verständnis des Bedieners nicht

---

(8) Der Wettstreit zwischen UPN und algebraischer Eingabe dient hier als Beispiel dafür, dass die als Bedienkonzept für einen Taschenrechner geeignete Abstraktion zur gedruckten Darstellung ebenso ungeeignet sein kann wie umgekehrt.



Abb. 1: Ein HP-35 in seiner 1972 eingeführten Form. Autor: Mister rf [23]

mit der Form von Ausdrücken kompatibel ist, wie sie schon in Newtons Principia abgedruckt sind. Kennt man die Auswertungsreihenfolge des mathematischen Ausdrucks und die Funktionsweise des für UPN-Maschinen zentralen Stacks nicht, kann man Ausdrücke nicht einfach 1:1 von abgedruckten »abtippen«, um trotzdem eine Lösung vom Gerät zu erhalten, wie es bei der algebraischen Eingabe möglich wäre. Der für UPN essenzielle Stack ist eine Funktionalität, die abseits von Computern keine guten materiellen Analoga besitzt, deren Verhalten zusätzlich neu erlernt werden muss.

Der Mehrwert dieses initial nötigen Mehraufwandes ist für unser Unterbewusstsein nicht absehbar, die prompte Erleichterung eines Taschenrechners der ohne Mehraufwand 1:1 vom Papier beschickt werden kann und damit ähnlich zum Terminkalender zu einer externen strukturierenden Abkürzung zur Entlastung unseres Denkkapparates wird, ist es hingegen offensichtlich.

**Grenzenlose Möglichkeiten und deren unbeschränkte Konsequenzen.**<sup>9</sup> Mit einer reinen Betrachtung der Eingabelogik war das Problem der Benutzerschnittstelle allerdings nur für etwa zwei Jahre weitestgehend abgedeckt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit wissenschaftlicher Taschenrechner ist in den ersten Jahren geradezu halsbrecherisch, und auch das äußere Erscheinungsbild der Geräte könnte, getrieben von der Notwendigkeit, die neuen Funktionalitäten unterzubringen, unterschiedlicher kaum sein.

1972 bringt HP mit dem HP-35 den ersten wissenschaftlichen Taschenrechner auf den Markt, er hat 35 Tasten, von denen lediglich die drei Winkelfunktions-tasten über das Präfix *arc* doppelt belegt sind. Der 1974 eingeführte HP-65 hält den Titel als erster programmierbarer wissenschaftlicher Taschenrechner, hat aber dennoch nur 35 Tasten. Um den enormen Funktionalitätszuwachs auf dem Tastenfeld abzubilden, hat der HP-65 mehrere Shift-Tasten, über die Teile des Tastenfeldes drei oder vier verschiedene Funktionen aufrufen. Das Gerät verfügt aus praktischer Notwendigkeit über ein Magnetkartenlaufwerk, mit dem Programme eingelesen und gespeichert werden können, denn der Speicherinhalt geht noch bei jedem Abschalten des Rechners verloren. Der 1976 folgende HP-67 ist das einzige Beispiel dieser Auflistung, bei der die Gehäuseform erhalten bleibt, äußerlich ist er dem HP-65 sehr ähnlich. Der Funktionsumfang wurde drastisch gesteigert, der Preis nahezu halbiert und die farbliche Gestaltung des Tastenfeldes signifikant verbessert. Die farbliche Neugestaltung ist hier auch bitter nötig, inzwischen hat fast jede Taste vier verschiedene Belegungen.

Trugen der HP-65 und andere frühe Modelle noch eine das Bedienschema erklärende Plakette auf der Rückseite, ist beim HP-67 nur noch eine Liste von Konversionskonstanten zu finden. Trotz oder gerade wegen der steigenden Komplexität der Maschinen muss man entweder durchgehend wissen, was man tut,

---

<sup>(9)</sup> Oder: Innerhalb den ersten fünf Jahre der Entwicklungsgeschichte programmierbarer Taschenrechner steigt die technische Leistungsfähigkeit der Geräte so rasant an, dass die Zugänglichkeit zu neuen Möglichkeiten mangels schritthaltender Benutzerschnittstellen bald zum Flaschenhals wird.



Abb. 2: Vergleich eines HP-71B oben, HP-67 links, und HP-41C rechts. Die Rechner zeigen ihre jeweiligen Repräsentationen einer Programmzeile, die eine Sinusberechnung veranlasst. Beim HP-67 und HP-41C operiert die Funktion zwangsläufig auf dem X-Register, beim HP-71B kann man in gewöhnlichem BASIC Variablen für Argument und Ergebnis der Berechnung angeben.

oder das Handbuch parat halten.

1979 gelingt mit dem HP-41C ein Quantensprung. Die Anzeige ist inzwischen alphanumerisch, was heute trivial erscheint, erleichterte damals das Programmieren deutlich, da Programmschritte nicht mehr durch den sie codierenden Tastencode wie 31 62 angezeigt werden, sondern mit ihrem (abgekürzten) Namen wie sin.

Der Speicher geht beim Abschalten des Gerätes auch nicht mehr verloren, entsprechend werden Funktionen zum Verwalten des permanenten Speichers notwendig. Der Taschenrechner verfügt darüber hinaus über vier Erweiterungssteckplätze, an denen Drucker, Bildschirme, Band- oder Diskettenlaufwerke angeschlossen werden können. Auch zum Verwalten dieser Möglichkeiten werden zusätzliche Funktionen gebraucht. Obwohl der Preis etwas gefallen ist, stellt der HP-41C hunderte von Funktionen bereit, wobei dem Catalog weitere Funktionen über Softwaremodule in den Erweiterungssteckplätzen hinzugefügt werden können. Die Bandbreite der verfügbaren Module ist enorm, für einen Taschenrechner bis heute einzigartig. Die von Modulen abgedeckten Nutzungsbereiche reichen von der Mathematik, über die Landvermessung bis zu wörtlich abgespaceten Anwendungen wie Backuputilities für das Spaceshuttle und militärischen Anwendungen wie die Unterstützung bei der Entwicklung von nuklearen Trägersystemen.

Trotz des inzwischen aberwitzigen Funktionsumfangszuwachses hat das Tastenfeld unverändert nur 35 Tasten, hat zusätzlich gegenüber dem HP-67 zwei Shift-Tasten verloren.

Alle nicht auf dem Tastenfeld gebundenen Funktionen müssen also vergleichsweise mühselig ausbuchstabiert werden. Man muss nicht mehr nur im Voraus wissen, wie das Gerät funktioniert und bedient wird, sondern in der Regel zusätzlich, wie die Funktionen denn genau heißen.

Es überrascht in Anbetracht der gewachsenen Anforderungen an das Gedächtnis und die Geduld des Bedieners nicht, dass das Interface dieser für das Jahr 1979 und ihr Format beeindruckenden leistungsfähigen Rechenmaschine ihre Achilles-Verse ist. Während die anderen vorgestellten Modelle, im Rahmen ihrer Möglichkeiten, heute genauso angenehm zu bedienen sind wie damals, ist der HP-41 in all seinen Varianten trotz seiner deutlich größeren Leistungsfähigkeit für den Alltagsgebrauch weniger angenehm zu benutzen.

Wenn man wochenlang knietief in FOCAL, der HP-41 eigenen Programmiersprache, wadet, erübrigt sich das Gedächtnisproblem, die mühselige Eingabe auf der Tastatur bleibt davon aber unverändert.<sup>10</sup> Das geht so weit, dass der HP-41 Emulator für den 1984 folgenden HP-71B, mit seiner QWERTY-Tastatur, ironischerweise der angenehmer zu bedienende HP-41 ist.

Ob der HP-71B so wirklich der bessere HP-41 ist, kam in zweierlei Hinsicht darauf an, wie tief die eigenen Taschen sind. Einerseits war der HP-71B mit

---

<sup>(10)</sup> Das klingt zu Recht nach einer Tätigkeit, die man im Produktivbetrieb tunlichst vermeiden sollte. Sich aus Horizonterweiterungsgründen freiwillig eine Weile die Finger damit zu brechen, kann ich allerdings nur empfehlen.

Emulator-Modul praktisch doppelt so teuer wie der HP-41C fünf Jahre zuvor, andererseits kann er wegen seiner Größe höchstens »gerade noch« als Taschenrechner bezeichnet werden.<sup>11</sup> Insgesamt könnte man nur schwerlich behaupten, dass die Leistungsfähigkeit und vor allem die Displaytechnologie im Taschenformat verfügbar gewesen wäre, um bessere, die Bedienung erleichternde Gedächtnisstützen bei gleichbleibendem Funktionsumfang bereitzustellen.

Je komplizierter ein System, desto mächtiger die strukturerhaltenden Abkürzungen, die es bereitstellt, werden, umso schwieriger wird es auch, das Verhalten dieses Konstruktes auf Anhieb zu verstehen. Will man mehr, nicht reduzierbare, Komplexität mit weniger Gedanken beherrschen, führt an diesem Umstand allerdings kein Weg vorbei. Wenn alles zum Verständnis nötige, jederzeit gesagt wird, kann man sich die Abstraktion gewissermaßen auch schenken. Es fällt also zwangsläufig dem die Abstraktionen dokumentierenden Material zu, die Kohlen aus dem Feuer zu holen.

Denn falls das erklärende Material nicht mit dieser wachsenden Komplexität Schritt hält, die Inversen dieser Abstraktionen nicht für unser Gehirn schmackhaft zur Verfügung stehen, drohen solche Abkürzungen zu hinderlichen Einbahnstraßen zu verkommen. Für den geübten Dauernutzer erschließt sich dieses Problem nicht mehr unbedingt. Er denkt gar nicht mehr darüber nach, wenn er diese Einbahnstraßen, wo es sich anbietet, in Fahrtrichtung benutzt. Selbst wenn er sich auf der »Einfahrt Verboten«-Seite befindet, kennt er wenigstens drei verschiedene Wege, um zum anderen Ende der Einbahnstraße zu gelangen, über die er ebenso wenig nachdenken muss. Für den Gelegenheitsbenutzer oder Anfänger, man könnte, um sich einer einheitlichen Metaphorik zu bedienen, von einem Touristen sprechen, ist selbst der Stadtplan keine auf den ersten Blick ablesbare Ressource. Auch mit der Karte in der Hand ist bei unbekanntem Terrain eine nicht mit dem trivialen Aufwand reines Ablesens vergleichbare Anstrengung notwendig, um eine passende Inverse zu einer das Vorankommen erschwerenden Einbahnstraße zu finden.

### ***Blühende Landschaften unter VAX/VMS***<sup>12</sup>

Das zweite Beispiel spielt zwischen 1973 und 1984 in einem fast identischen Zeitraum, könnte aber, was die restlichen Parameter angeht, unterschiedlicher kaum sein. Passten die Systeme im vorherigen Abschnitt noch namensgebend in die Hosentasche, passen die Systeme dieses Abschnittes, wenn man Glück hat, gerade so in einen größeren Aufzug. Werden Taschenrechner gewöhnlicherwei-

(11) Das Gürtelholster ist so ausladend, dass ich darauf schon mehr als einmal mit der Frage angesprochen wurde, ob ich denn eine Schusswaffe am Gürtel tragen würde.

(12) Auch wenn VMS heute lediglich ein Nischendasein pflegt, dient es hier als eindrucksvolles Beispiel dafür, dass die im vorherigen Kapitel aus dem Ruder zu laufen drohende Entwicklung technischer Möglichkeiten, trotz der aus heutiger Perspektive unvorstellbar niedrigen Leistungsparameter der Maschinen, zeitnah von neu entwickelten Werkzeugen zu ihrer Bändigung eingeholt wurde.



Abb. 3: Das Bild zeigt eine VAX11/780-5, die seit 1984 als Leistungssteigerung der ursprünglichen VAX11/780 von 1978 angeboten wurde, mit Erweiterung rechts und einem moderneren 19" Disk-Array links daneben. Am linken Bildrand sind Teile einer »Grey Wall« zu sehen. Auf dem mittleren Schrank steht eine 1991 eingeführte VAXstation 4000 VLC, die trotz des Größenunterschiedes etwa die vierfache Rechenleistung der 11/780-5 bereitstellt. Autor: JOEMABEL [11]

se von einem Benutzer zurzeit benutzt, stellen Mini-Computer und Mainframes meist vielen Nutzern gleichzeitig Dienste zur Verfügung. Die vorgestellten Taschenrechner verfügten über stark auf den Anwendungsfall spezialisierte Ein- und Ausgabehardware, eine durch Drucker oder CRT-Terminals dargestellte Kommandozeilenschnittstelle und die Ihrer Bedienung dienende Tastatur sind im Gegensatz dazu spezifisch unspezifisch ausgeprägt.

Anders als noch bei den Taschenrechnern geht es in diesem Abschnitt nahezu ausschließlich um die Betriebssysteme. Erwähnungen konkreter Hardware dienen lediglich der intuitiven Einordnung der Geschehnisse. Die Problemstellung, gute Wege dafür zu finden, den Benutzer über die ihm zur Verfügung stehenden Funktionalitäten zu informieren und informiert zu halten, bleibt unverändert. Der Schwierigkeitsgrad ist aufgrund des signifikant größeren Funktionsumfangs jedoch enorm gestiegen. Während der HP-41C in seiner grundsätzlichen Funktionsweise bequem in zwei dicken Handbüchern beschrieben werden kann, umfasst die papierene Dokumentation für das Gespann VAX/VMS zu späterem Zeitpunkt eine als »Grey Wall« betitelte Schrankwand voller grauer Aktendeckel. Wieder

sollen die Bemühungen zweier unterschiedlicher Systeme, das Problem zu lösen, verglichen werden. Das Betriebssystem VMS wurde von DEC ursprünglich für die VAX-Architektur entwickelt und kam zeitgleich mit der VAX-11/780 im Oktober 1977 auf den Markt. Als Vergleichsgegenstand werden unixoider Betriebssysteme allgemein herangezogen, deren namensgebender Vorfahre UNIX nach interner Verwendung bei Bell Labs ab 1971, 1973 in öffentlich vermarktet wurde. Ab 1979 stand mit UNIX/32V eine Dritthersteller-Implementierung für die VAX-Architektur zur Verfügung, ab 1984 hatte auch DEC mit ULTRIX eine für die VAX entwickelte UNIX-Variante im Programm.

Die in diesem Abschnitt wiedergegebenen Dokumentationsausschnitte und Interaktionen mit den Systemen sind einfachheitshalber moderneren Versionen der beiden Systeme entnommen. Die verglichenen Aspekte werden davon nicht signifikant beeinflusst, da die grundsätzlichen Unterschiede der Systeme unverändert geblieben sind. HOUGHTON [8] stellt beim Vergleich der Hilferessourcen beider Systeme ähnliche Beobachtungen an, RAFFENETTI [22] vergleicht 1979 die Eigenschaften von VAX/VMS und UNIX als Entwicklungsumgebung für Fortran und kommt auch die Benutzererfahrung in der Breite betreffend zu ähnlichen Schlüssen. Die dargestellten Vor- und Nachteile sind also kein durch den Vergleich aus unterschiedlichen zeitlichen Perioden stammender Versionen provoziertes Artefakt. Wenn überhaupt, sollte die als Repräsentant eines unixoiden Betriebssystems verwendete macOS Version 15.5 aus dem Jahr 2025 einen deutlichen Vorteil gegenüber der 2002 veröffentlichten VMS Version 8.3 haben, die für die Beispiele verwendet wurde.

**Weniger ist mehr, solange man nichts auslässt.**<sup>13</sup> Bei unixoiden Betriebssystemen ist es üblich, dass das Kommandozeileninterface eine heterogene Sammlung einzelner Befehle bzw. Programme ist. Die Parameter und Funktionalitäten der einzelnen Kommandos werden jeweils in einer Manpage dokumentiert. Ruft man solch eine Manpage auf, zeigt das Terminal einen Ausschnitt einer kontinuierlich durch scrollen navigierbaren Textdatei. Für den geübten Benutzer, der sich bereits im Klaren ist, nach welcher der Myriade von Funktionalitäten er sucht, ist diese Form der Dokumentation, wie schon durch den HP-41C illustriert, kein Problem. Für den Anfänger, der weder das konkrete Kommando kennt, noch die das Betriebssystem zusammenhaltenden Strukturen verinnerlicht hat, sind diese Fragen ohne das Heranziehen externer Quellen allerdings nicht praktikabel zu beantworten. Selbst die essenziellen Kommandos wie `ls`, `cat`, und `pwd` offenbaren nicht ohne weiteres Nachforschen, welche Funktionalität man von ihnen erwarten darf, welche Optionen sie bieten. Und auch für den gelegentlichen Nutzer, der noch weiß, welches Kommando er benutzen will, aber vergessen hat, wie die Option, die er benötigt, denn heißt, ist der üblicherweise völlig überladene Formatstring alles andere als leicht zu verdauende Kost:

---

(13) Oder: Details auszulassen ist keine gute Lösung dafür, dass sich der Leser nicht genau aussuchen darf, was er gerne lesen würde.

## SYNOPSIS

```
ls [-@ABCFGHILOPRSTUWabcdefghiklmnopqrstuvwxyz1%,] [--color=when]
[-D format] [file ...]
```

Der auf das Kommando selbst folgende Buchstabensalat hat den Anspruch, den Benutzer über die vom Kommando gebotenen Benutzungsmöglichkeiten zu informieren. Jeder Buchstabe verändert das Verhalten des Kommandos; wie diese Veränderungen genau ausfallen, wird von einer, im Fall von `ls` knapp 200 Zeilen langen, Liste beschrieben. Jeder im Formatstring angegebene Groß- oder Kleinbuchstabe hat eine eigene Funktionalität, die von einem Eintrag in der besagten Liste beschrieben wird. Ohne Erfahrung, häufig auch mit Erfahrung, bleibt einem nichts anderes übrig, als den richtigen Parameter durch sequenzielles Lesen der Erklärungen jeden Parameters, oder das Suchen von mit der Funktionalität assoziierten Schlüsselworten im Gesamttext zu finden.

Schlüsselworte sind ein gutes Stichwort, befragt man das VMS Hilfesystem `HELP` zum `ls` Äquivalent `DIRECTORY`, das namensgebende Verzeichnis-Informationen ausgibt, bekommt man anstatt eines Buchstabensalates aus möglichen Parametern die folgende Auflistung serviert:

## Additional information available:

Parameter	Qualifiers					
/ACL	/BACKUP	/BEFORE	/BRIEF	/BY_OWNER	/CACHING_ATTRIBUTE	
/COLUMNS	/CREATED	/DATE	/EXACT	/EXCLUDE	/EXPIRED	/FILE_ID
/FTP	/FULL	/GRAND_TOTAL		/HEADING	/HIGHLIGHT	/MODIFIED
/OUTPUT	/OWNER	/PAGE	/PRINTER	/PROTECTION	/SEARCH	
/SECURITY	/SELECT	/SHELVED_STATE		/SINCE	/SIZE	/STYLE
/SYMLINK	/TIME	/TOTAL	/TRAILING	/VERSIONS	/WIDTH	/WRAP

Examples

`DIRECTORY Subtopic?`

Die Volltextsuche nach Schlüsselworten entfällt hier, da DCL, die von VMS verwendete Kommandosprache, die mit der Funktionalität assoziierte Schlüsselworte direkt als Parameter einsetzt. Die Beschreibungen der Parameter werden alleinstehend angezeigt, nachdem der Prompt `DIRECTORY subtopic?` der auf die Auflistung verfügbarer Optionen folgt, mit seinem Namen beantwortet wird. Sollte man feststellen, dass der Parameter doch nicht das tut, was man hinter dem Schlüsselwort vermutete, genügt ein `?` um die Liste verfügbarer Parameter erneut angezeigt zu bekommen. So kann man ohne Unterbrechung den zweitbesten Kandidaten suchen und auswählen. Dieses interaktive Aufrufen der einzelnen Einträge sorgt dafür, dass die Beschreibungen einzelner Parameter sich nicht beim Navigieren des Textes in die Quere kommen, wie es bei Manpages häufig der Fall ist.

Eine lineare Darstellung verbietet die Baumstruktur des Hilfesystems jedoch nicht. Man kann sich nach wie vor eine zusammenhängende Liste aller, oder der

eine uneindeutige Eingabe vervollständigenden, Parameter anzeigen lassen. In den gedruckten Handbüchern der »Grey Wall« werden dieselben Inhalte ebenso linear formatiert. Demgegenüber ist man bei der am Stück dargestellten Parameterliste einer Manpage gezwungen, eigenständig an die richtige Textstelle zu navigieren und den Text der umgebenden Beschreibungen zu unterdrücken.

Illustrierende Beispiele einer Kommandonutzung sind, falls vorhanden, üblicherweise gegen Ende einer Manpage zu finden; unter HELP werden sie genauso wie die Parameterbeschreibungen alleinstehend angezeigt, und über den subtopic prompt ausgewählt. Das hierarchische Traversieren der Dokumentation unter VMS ermöglicht es außerdem, Beispiele gezielt für die mit der jeweiligen Position, von der aus Beispielen angefragt werden, assoziierten Inhalte bereitzustellen. Demgegenüber müssen sich Beispiele einer Manpage mangels Kenntnis darüber, zu welcher Funktionalität der Benutzer Beispiele wünscht, zwangsläufig immer auf den gesamten Inhalt beziehen.

Die bereits von RAFFENETTI [22] festgestellten inhaltlichen Qualitätsunterschiede der Dokumentationen werden einleuchtend vom Vergleich zweier, respektive der Dokumentation von LS und DIRECTORY entnommenen, Beispielen illustriert:

```
2.$ DIRECTORY/SIZE=USED/DATE=CREATED/VERSIONS=1/PROTECTION AVERAGE
```

```
Directory DISK$DOCUMENT: [SLOUGH]
```

```
AVERAGE.EXE;6      6      19-DEC-2001 15:43:02.10 (RE,RE,RWED,RE)
AVERAGE.FOR;6      2      19-DEC-2001 10:29:53.37 (RE,RE,RWED,RE)
AVERAGE.LIS;4      5      19-DEC-2001 16:27:27.19 (RE,RE,RWED,RE)
AVERAGE.OBJ;6      2      19-DEC-2001 16:27:44.23 (RE,RE,RWED,RE)
```

```
Total of 4 files , 15 blocks.
```

```
In this example, the DIRECTORY command lists the number of
blocks used, the creation date, and the file protection code
for the highest version number of all files named AVERAGE in
the current directory.
```

```
In addition to listing the contents of the current working directory in
long format, show inode numbers, file flags (see chflags(1)), and suffix
each filename with a symbol representing its file type:
```

```
$ ls -lioF
```

Die ausgeschriebene Schreibweise des DCL Befehls macht es geradezu trivial, die Funktionalitäten der einzelnen Parameter im Kommando mit der Erklärung in natürlicher Sprache zu verknüpfen. Demgegenüber ist es beim ls Beispiel praktisch notwendig, die Bedeutung der Optionen l, i, o und F einzeln nachzulesen, möchte man deren Bedeutung für das Beispiel sicher nachvollziehen. Die dem DCL Beispiel beigefügte Ausgabe ermöglicht es dem Benutzer darüber hinaus, die vom vorgestellten Befehl bereitgestellte Funktionalität und Verhaltensweise

anhand seiner Struktur, *beispielhaft*, nachzuvollziehen und auf den ersten Blick einzuschätzen, ob der Befehl in etwa das tut, was man benötigt.

Mangels beigefügter Ausgabe und sprechender Parametrisierung ist das ls Beispiel nur in genau dem Fall einfach hilfreich, wenn ich *genau* dieses Kommando suche, den Befehl also ohne Verständnis benutzen kann. In allen anderen Fällen muss das Verständnis für die Parameter schon vorhanden sein und lediglich ihre Kombination eine Erläuterung wert sein, was hier offensichtlich nicht der Fall ist. Denn ohne dieses Verständnis wird das Beispiel lediglich zu einem Sammelvorschlag von Parametern, die man nachlesen könnte.

**Verständlich sprechenden Maschinen kann geholfen werden.**<sup>14</sup> Man könnte erwarten, dass der mit der Geschwätzigkeit von DCL, die im Wesentlichen für die vorgestellten Lesbarkeits- und Verständnisvorteile verantwortlich ist, einhergehende Schreibaufwand langfristig den Profi zugunsten des Anfängers ausbremsen würde. Glücklicherweise besteht der DCL Interpreter lediglich darauf, genügend Zeichen pro Token einzugeben, um es von den anderen Kandidaten eindeutig unterscheiden zu können. Ob man SHOW TERMINAL oder SHO TER eingibt, LO oder LOGOUT, das Ergebnis ist identisch. Sollte man darüber hinaus so übereifrig abkürzen, dass ein Schlüsselwort nicht mehr eindeutig identifiziert werden kann, man hat beispielsweise SHO TE eingegeben, kommt man in einen weiteren Genuss der VMS-Benutzung: einheitlich gestaltete, aussagekräftige Fehlermeldungen:

```
SIMON:FASOLT$ SHO TE
%DCL-W-ABKEYW, ambiguous qualifier or keyword - supply more characters
\TE\
```

Sollte der hier bereits mitgelieferte Lösungsvorschlag nicht ausreichen, gibt es für viele Fehlermeldungen auch eine ausführlichere Erklärung. Benutzt man das Kommando HELP/MESSAGE wird die ausführliche Version der letzten vom System abgegebenen Fehlermeldung angezeigt:

```
ABKEYW, ambiguous qualifier or keyword - supply more characters

Facility:      CLI, Command Language Interpreter (DCL)

Explanation:  Too few characters were used to truncate a keyword or
               qualifier name to make the keyword or qualifier name unique.

User Action:   The rejected portion of the command is displayed between
               backslashes (\ \). Reenter the command; specify at least four
               characters of the keyword or qualifier name.
```

Sowohl die kurze als auch lange Fassung dieser Fehlermeldung sind in der Hinsicht exemplarisch, für den Arbeitsablauf unter VMS, dass sie das darüber

<sup>(14)</sup> Oder: Häufig sind Probleme im Umgang mit Computern nur schwierig zu verstehen, weil niemand der Maschine »beigebracht hat, den Mund aufzumachen«.

nachdenken, was schiefgelaufen sein könnte und potenzielle Nachschlagen in der Dokumentation durch ihre Spezifität und Ausführlichkeit überflüssig machen. Dieser Effekt wird unter anderem davon verstärkt, dass bedingt durch die zugrundeliegende, einheitliche Struktur von DCL, derselbe Fehler auch bei unterschiedlichen Kommandos dieselbe Fehlermeldung verursacht.

```
SIMON:FASOLT$ MONITOR/HURZ
%DCL-W-IVQUAL, unrecognized qualifier - check validity, spelling, and placement
\HURZ\
SIMON:FASOLT$ DIRECTORY/HURZ
%DCL-W-IVQUAL, unrecognized qualifier - check validity, spelling, and placement
\HURZ\
```

Der sich dadurch unter VMS einstellende Wiedererkennungswert bestimmter Fehler macht die Erfahrungen, die man bei ihrer Beseitigung sammelt, systemweit anwendbar. Im Gegensatz dazu fallen Fehlermeldungen, bei vergleichbar fehlerhaften Befehlen, unter unixoiden Betriebssystemen teils sehr unterschiedlich aus. Die unixoiden Äquivalente der oben zur Illustration der Konsistenz der Fehlermeldungen unter VMS herangezogenen DCL Befehle demonstrieren *wie* unterschiedliche Fehlermeldungen für denselben Fehler ausfallen können:

```
simon@LANCER -> top --hurz
invalid option or syntax: --hurz
top usage: top
                [-a | -d | -e | -c <mode>]
                [-F | -f]
                [-h]
                [-i <interval>]
                [-l <samples>]
                [-ncols <columns>]
                [-o <key>] [-O <secondaryKey>]
                keys: pid (default), command, cpu, cpu_me, cpu_others, c
sw,
                                time, threads, ports, mregion, mem, rprvt, purg,
vsize, vprvt,
                                kprvt, kshrd, pgrp, ppid, state, uid, wq, faults
, cow, user,
                                msgsent, msgrecv, sysbsd, sysmach, pageins, boos
ts, instrs, cycles
                [-R | -r]
                [-S]
                [-s <delay>]
                [-n <nprocs>]
                [-stats <key(s)>]
                [-pid <processid>]
                [-user <username>]
                [-U <username>]
                [-u]

simon@LANCER ~ [1]> ls --hurz
ls: unrecognized option '--hurz'
usage: ls [-@ABCFGHIOPRSTUWXabcdefghijklmnopqrstuvwxy1%.] [--color=when] [-D for
mat] [file ...]
simon@LANCER ~ [1]>
```

Dass nicht einmal die Nomenklatur einheitliche Verwendung findet, liegt ver-

mutlich daran, dass auch die Eingabeverarbeitung der beiden Werkzeuge unterschiedlich funktioniert. `top` beschwert sich darüber, dass die angegebene Option oder deren Syntax nicht valide ist, womit nicht ausgeschlossen bleibt, dass `-hurz` nicht doch eine anders nutzbare Option sein könnte. `ls` bemängelt dem entgegen, dass `-hurz` tatsächlich keine erkannte Option darstellt, also nicht nur die Verwendung falsch ist. Den Benutzer an dieser Stelle mit derartigen Einzelheiten zu konfrontieren, erzeugt keinen im Regelfall nachvollziehbaren Mehrwert. Abgesehen davon, dass schon der visuelle Eindruck der Fehlermeldungen vollkommen unterschiedlich ist, verhindert zusätzlich die suggerierte, vermutlich auch vorhandene, unterschiedliche Funktionsweise, dass sich ein Wiedererkennungswert einstellen kann.

So muss man bei unixoiden Betriebssystemen häufig nachhaken, ob der Fehler wirklich der ist, für den man ihn hält, auch wenn er einer der trivialen ist, die man schon gut kennt. Im Vergleich dazu stellt sich unter VMS gegenüber geläufigen Fehlermeldungen eine angenehme Erfolgsgewissheit ein, da man auf Anhieb ohne rekonstruieren zu müssen genau weiß, welcher Fehler passiert ist.

Fehlt ein für einen DCL Befehl nötiger Parameter, wird dieser, falls möglich, direkt vom Benutzer erfragt, anstelle das unvollständige Kommando mit einer Fehlermeldung zu quittieren. Angenommen, es handelt sich um einen Flüchtigkeitsfehler, entfällt so das Suchen nach der passenden Stelle im fehlerhaften Befehl und das Positionieren des Cursors; der vom nachgereichten Parameter vervollständigte Befehl landet danach in der Befehlshistorie. Handelt es sich um einen Mangel von Verständnis, weiß man aufgrund des Prompts wenigstens *was* eigentlich fehlt, da sich die Einheitlichkeit dieser Funktionalität zwischen Kommandos analog zu den Fehlermeldungen fortsetzt:

```
SIMON:FASOLT$ SHOW
_What:  Exit
SIMON:FASOLT$ SET
_What:  Exit
SIMON:FASOLT$ TYPE
_File:  Exit
```

Es ist das globale Zusammenspiel der Struktur von DCL und der VMS Dokumentation darüber, die dieses Gespann dazu befähigen, dort unaufhörlich als *Ex Machina* aufzutreten, wo den Benutzer das Gespann aus Verständnis und Gedächtnis im Stich lässt. Die Hilfetexte scheuen sich nicht, *offensichtliches* auszusprechen, sondern zelebrieren es geradezu. Diese Qualität sticht deutlich hervor, betrachtet man etwa den Detailgrad der ausführlichen Fehlermeldung für den einfachen Umstand, dass eine Datei nicht gefunden werden konnte:

```
FNF, file not found

Facility:      RMS, OpenVMS Record Management Services

Explanation:   The specified file does not exist.

User Action:   Check the file specification and verify that the device,
               directory, file name, and file type are all specified
               correctly. If a logical name is specified, verify the current
               equivalence assigned to the logical name. If the equivalence
               is correct, verify that the correct volume is mounted on
               the specified device and that the file was not inadvertently
               deleted.
```

Man mag überheblich die Nase darüber zu rümpfen, Offensichtliches so ausführlich zu zelebrieren. Man müsse doch erwarten können, dass dem Nutzer klar sei, dass ein Tippfehler passiert sein könnte oder die Datei versehentlich gelöscht wurde. Wer sich noch nie länger als man zugeben würde wollen, bei der Suche nach trivialen Problemursachen verrannt hat, allzeit wachsam die verlockende Annahme, dass das eigene Handeln eine fehlerfreie Umsetzung der eigenen Intention war, in den Wind geschlagen und nie nach externen Fehlern gesucht hat, nur, um später herauszufinden, dass man sich professionell selbst ins Knie geschossen hat, werfe den ersten Stein.

Ob zugunsten des blutigen Anfängers oder unverändert menschlichen Experten, ist sich die VMS Dokumentation nicht zu schade, den Faktor Mensch, wo möglich, durch gutmütige Hinweise und Lösungsangebote aufzufangen. Die Designphilosophie, den Benutzer mit seiner Menschlichkeit nicht im Stich und vor die Wand laufen zu lassen, mag ein Grund dafür sein, dass VMS in Bereichen, mit hohen Anforderungen an Ausfallsicherheit und Zuverlässigkeit, wie z.B. Krankenhäusern, Verkehrsleitsystemen, Telekommunikationsinfrastruktur oder Produktionsstätten, häufig zum Einsatz kam.

Nur dass etwas offensichtlich ist, heißt, wie am Anfang des Textes dargestellt, eben nicht, dass der Benutzer zum rechten Zeitpunkt auch automatisch an das Offensichtliche denkt. Die Annahme, dass man sich derartig auf das Gedächtnis, Verständnis und das fehlerfreie Arbeiten des Nutzers verlassen könnte, ist am Ende nur eine Rechtfertigung für den Implementierenden mühselige Arbeit zu vermeiden. Dem durchschnittlichen Nutzer wird dadurch nicht geholfen. Selbst für den versierten Nutzer wird das Fehlen gut bekömmlicher Dokumentation schnell zum metaphorischen »Einfahrt Verboten«-Schild am falschen Ende der Einbahnstraße, das ein direktes Vorankommen in Richtung Verständnis behindert. Der Hinweis, an das Offensichtliche zu denken, war schon 1978 den Aufwand wert, ihn zu formulieren und in Erwartung seines zukünftigen Auftretens als, im wahrsten Sinne des Wortes, Ex Machina, trotz stark beschränkter Massenspeicher dafür vorzuhalten.

Das Versprechen einer Zugänglichkeit von VMS auch für den blutigen Anfänger wird schlussendlich durch die Sektion HINTS des Hilfesystems eingelöst. Egal, ob Anfänger bei der Computerbenutzung oder auf einer VMS-Maschine gestran-

deter Benutzer eines anderen Betriebssystems, die wichtigsten Befehle sind hier unter nicht-VMS-spezifischen Kategorien wie Files\_and\_directories oder Contacting\_people zusammengefasst. Wenn man es schafft, sich am System anzumelden, des Lesens mächtig ist und vom Befehl HELP weiß, können von dort aus große Teile des Systems selbstständig erforscht und erlernt werden.

Sucht man beispielsweise für die ersten rudimentären Arbeiten unter VMS nach den Äquivalenten von ls, cat und pwd findet man in der 40 Zeilen langen Auflistung Files\_and\_directories prompt die drei leicht verständlichen Einträge

```
DIRECTORY      Displays the names of the files in a directory.
TYPE           Displays the contents of a file.
SHOW DEFAULT   Displays the default device and directory.
```

Sucht man eine Möglichkeit, andere Benutzer, insbesondere die für Teilbereiche des Systems zuständigen Operatoren, zu kontaktieren, bietet die Liste Contacting\_people eine Breite an einfach zu bedienenden Werkzeugen, die ich mir auch für heutige Systeme noch wünsche.

#### HINTS

##### Contacting\_people

Communicating with other people using the system.

```
MAIL           Sends/reads messages to/from other users.
PHONE          Permits users to communicate by typing messages to
               one another's terminal screens.
REPLY          Displays a message on one or more terminal screens.
REQUEST        Displays a message on the operator's console.
SHOW USERS     Lists the interactive users on the system.
```

```
Type ? to display the list of HINTS.
Type CONTACTING PEOPLE to redisplay this particular hint.
Press the RETURN key before typing a command or topic name.
```

HINTS Subtopic?

VMS ist mit DEC, oder wenn man so will unter Compaq oder HP, aus dem einen oder anderen Grund untergegangen und trotz seines zu Hochzeiten großen Marktanteils in Vergessenheit geraten (SCHEIN et al. [24]). Die systemweit einheitliche Struktur der Abstraktionen, die Dokumentation dieser Abstraktionen und die hierarchische Darstellung dieser Dokumentation während der Benutzung des Betriebssystems stehen heute als ein einzigartiges Kunstwerk der Ingenieurskunst im Niemandsland vergessener Computersysteme. Eine 10-kW-einsaugende Schrankwand mit einstelligen Megabyte-Mengen Arbeitsspeicher und Massenspeicher im niedrigen dreistelligen Megabyte-Bereich liefert 1978 halluzinationsfrei, meist ohne gefragt werden zu müssen, die Hilfestellungen, für die man im Jahr 2025 angehalten wird, ein LLM seiner Wahl zu befragen.

Sosehr ich hinter meiner in Herzblut {er||g}ertränkten Laudatio für die exzellenten Strukturen von VMS stehe, könnte ich nicht guten Gewissens leugnen, dass das Bändigen der heutigen Komplexität eine Herkulesaufgabe noch größeren Kalibers ist. Die Ästhetik, das unaufgeregte Fahrgefühl eines Computersystems aus einem Guss, wie es VAX/VMS bietet, bleibt von heutigen Lösungen ebenso unerreicht, wie viele moderne Technologien für VMS unerreicht geblieben sind.

Heutige Computersysteme kommen nicht in den Genuss eines in vergleichbarem Umfang durch konzipierten gemeinsamen Ursprunges, die Flut von Komponenten stammt aus eine Menge unmöglich koordinierbaren Federn, die in der Regel nicht voneinander wissen. Die Frage, wie eine derart heterogene Computerlandschaft sinnvoll mit Software bespielt werden kann, drängt sich schon früh auf.

**Majorantenkriterium für komplexe Folgeerscheinungen.**<sup>15</sup> Während leistungsfähigere Computer immer günstiger wurden, blieben die Lohnkosten für die Implementierung eines Programms auf einer konkreten Maschine relativ konstant. Wünscht man die stetig hinzukommende Leistungsfähigkeit effizient auszunutzen, kann man es sich schlicht nicht leisten, für jede neue Hardwaregeneration große Mengen Arbeitszeit dafür zu investieren, dieselben grundlegenden Konzepte und Funktionalitäten wieder und wieder zu implementieren. Man kommt nicht daran vorbei, bestehende Software wiederzuverwenden, sich beim Implementieren neuer Programme auf bereits vorhandene zu stützen, will man mehr Funktionalitäten pro Arbeitszeit realisieren.

MUXWORTHY [17] ist eine Zeitkapsel, die das aus der Praxis geborene Bewusstsein für diese Notwendigkeit und die Überlegungen, wie das Ziel wiederverwendbarer Software erreicht werden kann, eingefangen hat. Dass heute immer mehr Funktionalität mit weniger Zeit realisiert werden kann, zeigt, dass die weiterhin aus dem Ruder laufende Komplexitätsspirale erfolgreich aufgefangen wurde. Wie dies geschah, beschreibt die Einleitung des erwähnten Buches metaphorisch:

The art of writing shareable software appears to lie in being able to think more abstractly, in so far as is feasible divorcing the design of a program from the language to be used and divorcing the implementation from the actual computer to be used. It might be useful to perceive the computer as malleable in the style of Salvador Dalí, rather than rigid in the style of Canaletto.

Mit anderen Worten: Man muss sich nicht nur von der Annahme lösen, gewisse Details der Maschine zu benutzen, sondern insgesamt darauf achten, dass von den Eigenschaften der einzelnen Maschine erzeugte Verhalten nicht einmal versehentlich zum Einsatz kommen. Die Flexibilität eines Taschenrechners ermöglichte es, eine den Bediener unterstützende Abstraktionsebene in Form einer von den Anforderungen des Aufschriebs entkoppelten Eingabelogik einzuführen

(15) Dieser Abschnitt fasst mit *sehr* breiten Pinselstrichen zusammen, wie es die Informatik bis heute schafft, den stetig wachsenden technischen Möglichkeiten immerhin brauchbare Riegel vorzuschieben, damit die Fähigkeiten der Nutzung nicht abgehängt werden.

Die immer weiter steigenden Leistungsfähigkeit ermöglicht es schlussendlich Teile dieser Leistungsfähigkeit darauf zu verwenden, höhere Abstraktionsebenen einzuführen, auf Basis derer Programme, entkoppelt von den Hürden jeder einzelnen Hardwareiteration, allgemeiner gedacht und implementiert werden können.

Die Idee, ein gewünschtes Verhalten, eine bestimmte Systematik, möglichst allgemein, möglichst wenig abhängig von der sie einfassenden Welt, zugesichert werden können soll, könnte mathematischer kaum sein. Analog zur Mathematik wird das Finden einer Lösung komplizierter, wenn weniger Annahmen über die Umgebung zur Verfügung stehen. Ebenso wie in der Mathematik, merkt man häufig erst, dass man mehr angenommen hat, als man hätte dürfen, wenn Dinge, von denen man erwartet hätte, dass sie einfach funktionieren, grandios schief laufen und widersprüchliche Ergebnisse liefern.

Dementsprechend ist es enorm wichtig, die Schnittstellen dieser Ebenen, sowohl ihre Position als auch ihre Eigenschaften betreffend, mit Augenmerk auf diese Probleme bewusst gestaltet werden. Ein natürliches Wachsen solcher Strukturen führt zu einer wenigstens suboptimalen Benutzbarkeit.

In der Einleitung habe ich skizziert, wie eine Struktur zur zeitraubenden Fehlerquelle werden kann, wenn man sie etliche Male erweitert, ohne einen die Struktur wieder in Einklang mit ihrer Funktionalität bringenden Refactor durchzuführen. Der Vergleich zwischen VMS und Unix zeigt ebenso, wie viel Rollwiderstand man in Kauf nehmen muss, wenn man sich derartigen Überlegungen nicht rechtzeitig stellt.

Sowohl die Mathematik, als auch die Informatik sind zu komplex, als dass man sich den Luxus leisten könnte, Probleme routiniert in den kleinsten Details seiner Darstellung nachzuvollziehen. Alleine das Vorantreiben eines konkreten Problems, auf die kleinsten es beeinflussenden Details, ist impraktikabel aufwendig. Auch wenn man beliebig viel Zeit für diese Auseinandersetzung hätte, macht es die von für uns intransparenten Einschränkungen geprägte Funktionsweise unseres Gehirns unwahrscheinlich, alle in Details lauenden Fallstricke dabei zu finden.

Die Informatik begegnet diesem Problem durch die Verwendung defensiver Strukturen, die das Risiko solcher Fallstricke minimieren, offensiv durch Werkzeuge, die den Programmierer dazu anhalten, keine Fallstricke zu verlegen. Das, was wir heute Softwaretechnik nennen, beschäftigt sich als Teilgebiet der Informatik, hauptsächlich mit der Frage, wie diese durch den Computereinsatz geöffnete Büchse der Komplexitäts-Pandora sinnvoll gebändigt werden kann. PARNIN et al. [20] untersucht etwa die Art der Informationen, die eine Arbeitsunterbrechung nötig machen, wenn sie einem Programmierer akut nicht geläufig sind. CRICHTON et al. [3] bringt das psychologische Konzept des Arbeitsgedächtnisses ins Spiel, um das Code-(Un-)Verständnis eines Programmierers allgemein besser nachvollziehen zu können. MÉSZÁROS et al. [16] beschreibt die Grundzüge der darauf basierend in Entwicklungsumgebungen integrierten Funktionalitäten, die Gedächtnisstützen bieten und bei der Navigation des Programmcodes behilflich sind.

Ich habe versucht zu illustrieren, dass die Notwendigkeit derartiger Unterstüt-

zung in Anbetracht der zu beherrschenden Komplexität schon vor knapp 50 Jahren unübersehbar war. Die Auseinandersetzung mit der Frage, wie Unterstützung erbracht werden kann, das Bewusstsein für die Problematik, ist dabei nicht weniger alt, als die Systeme, die sie mit sich brachten. HOUGHTON [8] beleuchtet bereits diverse Aspekte der Gestaltung von Hilferessourcen und deren Einfluss auf ihre praktische Benutzbarkeit. MARCZYKOWSKA-GÓRECKA [15] beleuchtet einen sozialen Blickwinkel, warum das präventive Bereitstellen guter Dokumentation und Priorisieren von dem Faktor Mensch offenen Auges erwartenden Benutzerschnittstellen, dennoch häufig ausbleibt. Die weniger feuergefährliche Ankündigung, die Entwicklungsgeschichte nachzuzeichnen, von der die augenscheinliche Weiterentwicklung der Praxis der Informatik bis heute getragen wird, betrachte ich mit Zusammenstecken der vorerst finalen Matroschka dieses Abschnittes als erfüllt.

### **Mathematiker mit Ingenieurshintergrund**

Der folgende Abschnitt ist ein Versuch, das zweite Versprechen der Einleitung, das Nachzeichnen des Feststeckens der mathematischen Arbeitsweise, trotz frühzeitiger Kenntnisnahme der zur Verfügung stehenden Verbesserungsmöglichkeiten, einzulösen. Um die Ironie des Ist-Zustandes unnachgiebig hervorzuheben, werden durch drei verschiedenen Mathematiker vorgestellte Verbesserungsmöglichkeiten der mathematischen Arbeitspraxis beleuchtet und wo möglich ein Brückenschlag zu den Inhalten des vorherigen Kapitels geführt.

Der Titel nimmt das vorweg, alle drei Mathematiker hatten ein zweites Standbein in der Informatik, aber entgegen dem Kokettieren mit einschlägigen Vorurteilen in der Überschrift, hätten sie der reinen Mathematik womöglich den proportional größten Dienst erweisen können. Wenn die Zielgruppe es erträglich gefunden hätte, sich von einer die Mathematik »nur benutzenden« Fachrichtung aushelfen zu lassen, wäre heute vermutlich mehr Zeit für das Benutzen von Werkzeugen, die das mathematische Arbeiten direkt erleichtern, ohne sich mit Behelfslösung herumärgern zu müssen. Hätten MathematikerInnen die Informatik während der letzten 40 Jahre vergleichbar »nur benutzt«, wäre dieses Kapitel vermutlich überflüssig.

### ***Math Land***

Vor dem Problem, intuitiv schlecht zugängliche Strukturen abseits materieller Analoga zu vermitteln und erlernen zu müssen, stand die Mathematik schon jeher. Die Benutzbarkeit dieser Strukturen, die Fähigkeit mehr mit weniger zu tun, ergibt sich nämlich erst dadurch, die zur Struktur analoge Denkweise aus dem Rohmaterial der eigenen Überlegungen zu schnitzen. Die Frage danach, wie die stetig zunehmende Masse von Erkenntnissen dokumentiert und der nächsten Generation effizient nutzbar zugänglich gemacht werden kann, ist wenigstens vor einigen hundert Jahren dazu gekommen.

**Man bräuchte einen Golem.**<sup>16</sup> Seymour Papert war überzeugt davon, dass der Digitalrechner durch seine Formbarkeit und Interaktivität dazu dienen kann, den mathematischen Lernprozess zu unterstützen. Zu Illustrationszwecken stellt Papert einen Vergleich zwischen dem Erlernen der französischen Sprache und mathematischer Inhalte an. So merkt er an, dass wir uns leicht davon überzeugen lassen, dass manche Kinder eine bestimmte Form der für die Mathematik nötigen Intelligenz haben und dementsprechend gut in der Schule abschneiden, während diese Fähigkeit den schlechter abschneidenden Schülern im Umkehrschluss fehlt. Wir sprechen aber vergleichbar dazu nie davon, dass es einem Kind mit schlechten Noten in Französisch einfach an der passenden Form von Intelligenz fehlte, um die Sprache zu erlernen. Schließlich sprächen doch alle Franzosen auf natürliche Art und Weise hinreichend gut Französisch.

Als Konsequenz dieser Beobachtung stellt Papert die Frage, wie ein derartiges Land für die Mathematik aussehen könnte. Ein Ort, an dem man von Mathematik so selbstverständlich umgeben ist, und die Möglichkeit hat, mit ihr zu interagieren, wie man von der französischen Sprache in Frankreich umgeben ist und die Möglichkeit hat, sie durch ihre Verwendung zu lernen (*Seymour Papert 2002 Interview* [25]). In seinem Buch *Mindstorms* [19] schreibt Papert bereits 1980 darüber, wie ein Computer mit geeigneter Software zu einem Stück explorierbaren Mathematik Landes werden könnte. Damit ein Math Land ebenso ohne die Anforderung vorhergehenden Verständnisses für den Lernenden zugänglich wird, müsste man Computer als mathematische, sprechende Entitäten behandeln und nicht nur als einen funktionellen Gebrauchsgegenstand benutzen. Diese Wunschvorstellung blieb leider unerfüllt.

Mit etwas Fantasie, kann man die frühen wissenschaftlichen Taschenrechner als ein, stark eingeschränktes Stück Mathematik Land auffassen. Die Maschinen haben so wenig state, dass der hinter dem eigenen Verständnis noch verschlossenen Türen liegende Teil nur selten zum intransparenten Stolperstein wird. Und auch wenn man stolpert, ohne zu verstehen warum, ist der Zustand der Maschine nach jedem Einschalten zwangsläufig, aufgrund der Flüchtigkeit des Speichers *tatsächlich* identisch. Zusammen mit den auf der Rückseite angebrachten Erklärungen der gebotenen Funktionalitäten, lädt die Einfachheit dieser Maschinen geradezu dazu ein, das Gerät explorativ zu erlernen und das Handbuch nur notfalls zurate zu ziehen. VMS schafft es, diese Natürlichkeit, mit der ein System erlernt und verstanden werden kann, auf den beeindruckenden Komplexitätsumfang eines sehr fähigen Betriebssystems zu erweitern. Obwohl ich bedauerlicherweise kaum noch Zeit mit dem System verbringe und inzwischen viel mehr Zeit auf unixoiden Maschinen verbracht habe, ist VMS in der Hinsicht nach wie vor der sicherste Hafen, den ich kenne. Im Sinne Paperts ist VMS bezüglich sich selbst das »VMS Land«, in dem man, ohne überhaupt darüber nachdenken zu müssen, lernt VMS

---

(16) Lehm, dem man Leben einhaucht, um ihn als Golem seiner großen Kraft wegen einzusetzen, scheint mir grundsätzlich vergleichbar damit, einem Computer mathematisches Leben einzuhauen, um sich seiner Unbeeindrucktheit gegenüber einer Flut von Parametern und monotonen Arbeitsabläufen zu bedienen.



zu sprechen. Die Momente, in denen man nicht einmal versteht, warum etwas nicht funktionieren sollte und keinen blassen Schimmer hat, wo man überhaupt *sinnvoll* anfangen könnte zu suchen, bleiben unter VMS praktisch aus.

In der Mathematik hat das ratlos wie der Ochse vor dem Berg stehen, weil die vorherigen Abenteurer vergessen haben Wegweiser aufzustellen, Tradition. Dass Papert dieses Manko zur selben Zeit durch Computereinsatz zu überwinden sucht, in der VMS und DCL entstehen, scheint mir kein Zufall zu sein. Die Mathematik ist zu dem Zeitpunkt seit hunderten Jahren auf Papier gebannt und hatte mangels dafür geeigneter maschineller Anzeigen und Speichermöglichkeiten keinen Anreiz, derartige Wegweiser bereitzustellen. Die Informatik existierte noch gar nicht so lange, wie die Mathematik schon dem Problem spärlicher Querverweise gegenüberstand. Technischer Möglichkeiten, um diesem Mangel entgegenzuwirken, standen allerdings beiden Wissenschaften gleichzeitig erstmalig zur Verfügung.

Die Systematik aller potenziellen Fehler zu überdenken und jeweils Konditionen und Lösungsstrategien festzuhalten, verspricht vielleicht für denjenigen, der diesen Denkaufwand selbst leistet, eine Horizonterweiterung. Aber diese Überlegungen anschließend in einer mehrere Dutzend Seiten füllenden Liste abdruckend und diese jeweils händisch nach einem passenden Fehler abzusuchen, scheint selbst für den Urheber von fraglichem praktischem Nutzen. Dann ist es doch einfacher und womöglich sogar effizienter »scharf hinzusehen« und auf die eigene Erfahrung und damit verbundene Intuition bei der Fehlersuche zu hoffen. Vom lernenden Neuling, der nicht einmal weiß, dass er ein Problem hat, für das er in dieser hypothetischen Liste nach einem (Fehler, Lösung)-Tupel suchen könnte, braucht man gar nicht zu sprechen, um den Eindruck zu haben, dass das nicht sinnvoll funktionieren wird.

Verfügt man allerdings über eine Maschine, die in der Lage ist, derartige Konditionen zu evaluieren, um nur genau die Hinweise, Warnungen, Fehler und Hilfestellungen anzuzeigen, die gerade zutreffen, fällt es schwer nachzuvollziehen, wie das nicht sinnvoll wirken könnte. Dann kann man das realisieren, was Papert meinem Verständnis nach als mathematisch sprechende Entitäten fordert. Das Kommandozeileninterface von VMS ist eine in der Art wie Papert es für sein Math Land fordert, sprechende Entität des umgebenden VMS Landes. Fehlt ein Parameter, wird dieser abgefragt, ist etwas nicht eindeutig, wird Eindeutigkeit eingefordert, passiert ein Fehler, gibt es eine umfassende, detaillierte Erklärung, welche Komponente diesen Fehler kommuniziert, was das vermutlich bedeutet und eine Handvoll Lösungsansätze.

Die bunte Mischung der Software, aus der ein unixoides Betriebssystem besteht, hat in keiner Weise den nötigen Zusammenhang, den es bräuchte, um ohne gigantischen Aufwand eine derartige Schnittstelle post mortem anzubieten. Demgegenüber hat sich die Mathematik zwar mangels des praktischen Nutzens nie über die für solche Strukturen notwendigen Wegweiser Gedanken gemacht, ist aber wenigstens in den fußläufig erreichbaren Gefilden der Grundvorlesungen so unfassbar einheitlich, dass sie das vermutlich auch gar nicht müsste. Diese auf dem Silbertablett servierte goldene Gans der Einheitlichkeit, mit den Worten »das

ist alles sehr schwierig« und »das muss man einfach häufig genug gesehen und gemacht haben«, in den Wind zu schlagen und sich der *offiziellen* Nutzung dieses Schatzes zu verwehren, ist blanker Wahnsinn.

VMS rettet mich nicht davor, mir mit Anlauf ins Knie zu schießen, kann nicht wissen, ob das, was ich versuche zu tun, zum Ziel führen kann. Das Denken bleibt mit oder ohne sprechende Entität, durch die ich in das Arbeiten einer derartig komplexen Systematik eingreife, mir selbst überlassen. Mich wenigstens davor retten zu lassen, mir anders als gewünscht oder ungeplant ins Knie zu schießen, zu vergessen, wie man sich selbst ins Knie schießt oder versäumt zu haben, ein Knie zum Hineinschießen anzugeben und Lösungsvorschläge anzubieten, falls man das Knie nicht getroffen, sondern sich stattdessen den Arm abgesägt hat, wirkt davon nicht weniger hilfreich.

»*Tis but a scratch.*«<sup>17</sup> Paperts Math Land ist davon unberührt eine Randnotiz geliebt. Der Glaube an die Existenz einer flachen Erde scheint mehr Anhänger zu haben, als der Glaube an die Möglichkeit einer computergestützten Mathematikumgebung. Die Existenz von tafel- und papiergebundenen Mathematikumgebungen, in denen das versehentliche Verknüpfen inkompatibler Objekttypen, einsetzen von Fallunterscheidungen ohne vollständige Abdeckung, unbemerktes dividieren durch 0, das unvollständige Kopieren eines Ausdrucks in die nächste Zeile und unbewusste Arbeiten mit Elementen der leeren Menge zum guten Ton gehört, kann ich aus erster Hand bedenkenlos bestätigen.

Regelmäßig passieren Fehler der Art, dass man seit einigen Zeilen eine Variation einer Variable bezeichnendes Hochkomma vergessen hat, oder glatt zum Schluss kommt, es wäre viel besser, wenn man vor einigen Zeilen eine weitere Variable eingeführt hätte. Die Einsicht, dass die bestehende Struktur suboptimal oder glatt falsch ist, ist erfreulich. Die Freude ist von kurzer Dauer, ist sie doch gefolgt von dem Elend diese Einsicht irgendwie post mortem in den Tafelanschrieb zu quetschen, mit digitalen oder analogen Radierer und »insert space« auf Tablet oder Papier herumzuhantieren. Dann bleibt nur noch Bangen und Hoffen, alle Stellen, die einer Änderung bedürfen, gefunden zu haben und keine Änderungen während des Abschreibens verpasst zu haben.

Selbst wenn man die Mathematik direkt in  $\LaTeX$  aufschreibt, ist man meist auf stupides search and replace beschränkt, dass ohne händische Überwachung nicht versteht, ob das Vorkommen der zu ändernden Variable noch zu dem Kontext gehört, den man ändern will, oder ob dasselbe Symbol schon zu einem anderen Namensraum gehört und nicht geändert werden darf. Hat ein Softwareentwickler heute einen ähnlichen, besseren Einfall für etwas Triviales wie die Umbenennung einer Variable, hat er Werkzeuge bis an den Horizont zur Verfügung, um das Umsetzen, der besseren Idee ebenso trivial zu machen.

(17) Die Unverblümtheit, mit der manche MathematikerInnen argumentieren, dass es keine Flaschenhalse gäbe, die den für eine Beseitigung der einhergehenden Einschränkung nötigen Denkaufwand rechtfertigen würden, erinnert zunehmend an den eine Patt-Situation proklamierenden Schwarzen Ritter aus »Monty Python and the Holy Grail«.

Wenn es an einer Stelle im Programmcode nicht zulässig ist, Variablen zu benutzen, die nicht eingeführt wurden, bekommt man postwendend eine Warnung, dass die Variable im aktuellen Namensraum unbekannt ist, sollte ich einen neuen Variablennamen (un)absichtlich ins Spiel bringen. Die besseren Werkzeuge bieten dabei im selben Zug die Lösungsvorschläge an: Möchte man das Symbol durch ein bereits vorhandenes, nahezu identisches zu ersetzen, falls es sich um einen Tippfehler handelt, oder soll das neue Symbol an passender Stelle zusätzlich eingeführt werden?

Mit der Verbreitung von LSP sind die grundsätzlichen Bausteine, durch die solche Funktionalitäten bereitgestellt werden können, flächendeckend verfügbar, man kann dieselben, strukturerhaltenden Abkürzungen, an die man sich anderswo bereits gewöhnt hat, immer wieder benutzen. Es wird durch diese Werkzeuge einfacher »das Richtige« für den nächsten oder sich selbst zu tun, wenn man den eigenen Code in 6 Monaten wieder verstehen muss.

Gott sei Dank sind die oben beschriebenen mathematischen Kunstgriffe alle von der Kunstfreiheit gedeckt, denn »das ist alles sehr schwierig«. Insbesondere das ermüdend Offensichtliche *immer wieder und unfehlbar* bedenken zu müssen, ist immerhin eine traditionsträchtige Kulturtechnik der Mathematik. Unser Gehirn käme sicher nicht auf die Idee, ermüdendes zu überspringen, Langeweile ist bestimmt kein Steuersignal dafür, da bin ich mir, großes Memer-Ehrenwort, ganz doll sicher, dass man eine Handlung aus Energieeffizienzgründen gegenüber einer insignifikant wirkenden Belohnung schlicht bleiben lassen sollte *problemlos auslassen kann*. Es ist die Leistungsfähigkeit dieser Kulturtechnik, die es ermöglichte, uns heute zur Verfügung stehenden mathematischen Werkzeuge mit großem Aufwand aus der Taufe zu heben. Ihr Einsatz bleibt in Abwesenheit neuer Entwicklungen, die den Buchdruck im Bereich der Informationsverwaltung und Darstellung überflügelnden, unersetzlich.

HINTER DIR!  
EIN DREIKÖPFIGER AFFE!

**Problemerkfassungsschwierigkeiten.** Es wäre offensichtlich Unfug zu behaupten, Mathematik sei nur schwierig, weil Flüchtigkeitsfehler leicht passieren und schwierig zu finden sind. Auch wenn man diese Fehlerquellen maschinell unterdrücken würde, die Härte der inhaltlichen Auseinandersetzung bliebe davon unberührt. »Das ist sehr schwierig« heißt allerdings nicht, dass man dem eigenen Denkkaparat nicht trotzdem unter die Arme greifen könnte.

Die Informatik versucht durch Analyse unserer Denk- und Wahrnehmungsprozesse nämlich nicht nur Benutzerschnittstelle zu kreieren, die sich den Eigenheiten unseres Denkkorgans anpassen. Auch mit Unterstützung durch Werkzeuge wie eine IDE, ist es nicht trivial, sich mit bereits verstandenen Inhalte zügig wieder vertraut zu machen und sie für unmittelbar anstehende Überlegungen bereitzuhalten. Der in der Einleitung skizzierte Prozess eines Refactors, unterstützt den Programmierer langfristig dadurch, die Wiederaufnahme solcher Inhalte, wenn diese durch

ein Programm auf Anfrage angezeigt werden, durch die Strukturierung Ihres Aufschriebs zu beschleunigen.

Unsere Augen sind bei weitem die schnellste Schnittstelle, die unserem Gehirn zur Verfügung steht. *Wie* schnell unser Gehirn allerdings Informationen aus dem Gesehenen gewinnen kann, hängt stark von seiner Struktur ab. Bis zu einer bestimmten Anzahl von Elementen sind wir auf den ersten Blick in der Lage, ohne explizites Nachzählen die Mächtigkeit verschiedener Mengen von Objekten in unserem Sehfeld zu erfassen. Diese Fähigkeit bezeichnet man als Simultanerfassung, die Grenze dieser Fähigkeit liegt beim Menschen bei etwa 4 und kann nicht durch Übung verschoben werden. Durch die wiedererkennbare Anordnung von Elementen, etwa auf einem Würfel, besteht allerdings die Möglichkeit zur erlernbaren quasi-simultanen Anzahlerfassung. Für die Seiten »5« und »6« müssen wir in der Regel nicht nachzählen, um zu erfassen, welche Zahl wir gewürfelt haben.

Mit dieser Einsicht bewaffnet, mag man sich leicht erklären können, warum beim Programmieren viele kurze, triviale Codezeilen, die aus möglichst wenig Elementen bestehen, meist viel leichter zu lesen sind, als eine inhaltlich äquivalente, aber dafür stark geschachtelte Zeile. Um das zu ermöglichen, ist es üblich, sobald in einem Codeabschnitt zu viele Dinge gleichzeitig passieren, Teile dieser Komplexität in eigene Blöcke auszulagern. Am Ende ist es nicht mehr als eine hintereinander Ausführung desselben Abstraktionsprozesses, um die Anzahl zu beachtender Einzelheiten in einem Kontext für unser Gehirn *effizient* bewältigbar zu halten. Lagert man wo möglich Teile der Problemlösung in vom Rest unabhängige Module aus, wird beim späteren, erneuten Durcharbeiten des Programms nicht nur die Menge der gleichzeitig im Kopf zu behaltenden Komponenten pro Abstraktionsebene kleiner. Aufgrund der expliziten Struktur ist, ohne darüber nachdenken zu müssen, sofort klar, wo die Grenzen der Einflussbereiche der einzelnen Komponenten verlaufen, und wie die Teilstränge der Problemlösung ineinander greifen. Schreibt man einfach alle nötigen Schritte einer Lösung linear auf, wird es bald nötig sehr lange Instruktionketten am Stück nachzuvollziehen. Diesen unstrukturierten Programmstil nennt man buchstäblich Spaghetticode, worüber die deutsche Wikipedia Folgendes schreibt:

Jedes verworrene und auch für erfahrene Programmierer schlecht nachvollziehbare Stück Quellcode kann als Spaghetticode bezeichnet werden.

Wer sich dabei an den Vergleich der Dokumentationsdarstellung durch HELP und man im vorherigen Abschnitt erinnert fühlt, liegt goldrichtig. Mit [Uri Leron](#) hat sich schon 1983 wenigstens ein Mathematiker und Didaktiker nicht nur daran erinnert gefühlt, wie schwer linear aufgeschriebene Beweise zu verstehen sind. Leron hat bereits damals erfasst, dass die Mathematik hier ein isomorphes Problem zur Informatik hat und sich ihrer Methoden zu bedienen vielversprechend für die Mathematik ist:

Mathematical proofs are normally presented in a step-by-step, “linear” fashion, proceeding unidirectionally from hypotheses to conclusion.

While this age-old and venerable method may be well suited for securing the validity of proofs, it is nonetheless unsuitable for a second, highly important role of most presentations – that of mathematical communication. In this article an alternative method, called the “structural method,” is proposed.

The method, triggered by recent ideas from computer science, is intended to increase the comprehensibility of mathematical presentations while retaining their rigor. The basic idea underlying the structural method is to arrange the proof in *levels*, proceeding from the top down; the levels themselves consist of short autonomous “modules,” each embodying one major idea of the proof.

Vergleicht die von Leron beschriebenen Vorteile eines strukturierten Beweisaufschriebs gegenüber einem linearen Aufschrieb, mit den von mir dargestellten Vorteilen von HELP gegenüber man, drängt sich der Eindruck auf, man hätte es mit zwei Repräsentanten derselben Äquivalenzklasse zu tun. Einen Aspekt, der diese gleichförmig beim Verstehen von Programmen und Beweisen auftretenden Probleme bedingt, präsentiert HOUGHTON [8] im selben Zeitraum bereits beiläufig auf dem Silbertablett: Unser Arbeitsgedächtnis ist eine schmerzlich limitierte Ressource, ihre jeweils aktuelle Belegung ist abhängig von unserem Fokus fragil. Muss man mehr Variablen gleichzeitig beachten, als vom Arbeitsgedächtnis, abhängig vom eigenen Verständnis, vorgehalten werden können, bricht die Geschwindigkeit, mit der wir Überlegungen über diesen für uns eigentlich zu großen Kontext anstellen und neue Zusammenhänge erlernen können, schnell zusammen.

Alleine die Überlegungen, wo eine zum weiteren Vorankommen benötigte, aber noch fehlende Information zu beschaffen ist, macht es nötig, das Arbeitsgedächtnis wenigstens teilweise zu räumen. Dass das Wiederherstellen des Arbeitsgedächtnisinhaltes ebenso fehlerbehaftet ist, wie unsere anderen Denkprozesse, bemerkt man schmerzlich, wenn man nach erfolgreicher Suche nicht mehr weiß, wozu genau man eigentlich nach einer Information gesucht hat. In der Küche anzukommen, nur um festzustellen, dass man nicht mehr weiß, wozu man eigentlich dort ist, ist ein weiteres Beispiel für das durch Kontextwechsel verursachte Verlorengehen von Arbeitsgedächtnisinhalten.

### ***Intentionally left blank?***

Dabei geht durch das Vernachlässigen von Strukturen nicht nur die Benutzerfreundlichkeit verloren. Aus der Sicht des Softwareengineerings ist offensichtlich, dass schlechte Strukturen auch dazu führen, dass mehr Fehler unentdeckt bleiben, die in besser zu überblickenden Strukturen aufgefallen wären.

Etwas Unbekanntes müsste an den Gehirnen und Augen von Mathematikern grundsätzlich anders sein, sollten sie in der Lage sein, ihre eigenen Fehler, nachdem sie den Computereinsatz zugunsten der Tradition in den Wind geschlagen

haben, genauso gut in Spaghetti-Beweisen im Blocksatz finden, wie in einem unserem Denkapparat leichter zugänglich strukturierteren Aufschrieb. Dass dies nicht der Fall ist, ist offensichtlich. Dass Blocksatz-Beweise in Spaghetti-Schreibweise dennoch die Norm sind, ist es ebenso.

Aber auch hier hat die Mathematik die der Informatik schrittweise einleuchtenden Erkenntnisse, wie große zusammenhängende Softwaresysteme erfolgreich verwaltet werden können, nicht verpasst.

Leslie Lamport stellt 1993 in seinem Paper "How to write a proof" ausführlich dar, dass die lineare Beweisschreibweise ein signifikantes Risiko birgt, Fehler zu verschleiern. Während Leron 10 Jahre zuvor hauptsächlich die Verständlichkeit im Blick hatte, sucht Lamport nach einem Weg, das Versprechen der für die Mathematik essenziellen Rigorosität einzulösen.

Lamport fokussiert seine Kritik des linearen Aufschriebs darauf, dass er es praktisch notwendig macht, diverse Details, die dem Urheber klar gewesen sein müssten, auszulassen. Schriebe man tatsächlich alle abgeklopften Details linear auf, wäre der Beweis kaum noch lesbar. Die Situation stellt sich fast identisch zum Programmieren dar. Unser Gehirn ist einfach nicht dazu in der Lage, Handlungsstränge arbiträrer Länge sinnvoll im Blick zu behalten.

Das Fenster, durch das wir zwangsläufig hindurch denken müssen, ist in Form unseres Arbeitsgedächtnisses unnachgiebig begrenzt. Lässt sich ein Kontext mit Zettel, Stift, die fundierten Externalisierungswerkzeuge der Informatik brauchen wir ja angeblich nicht, und viel Anstrengung, nicht mehr im Arbeitsgedächtnis abbilden, leidet die Trennschärfe unserer Überlegungen massiv. Praktisch bleibt unserem Gehirn, mangels für eine kleinschrittige Analyse ausreichender Ressourcen, nichts anderes übrig, als sich auf die energieeffiziente Überzeugung, dass unsere Überzeugungen bereits mit dem Zustand unserer Realität identisch sind, zu verlassen. Wir sind uns sicher, zu wissen, was wir tun, dass wir einen Fehler finden würde, wenn einer da wäre. Man hat gesucht und keinen Fehler gefunden, also ist auch keiner da, QED, der Beweis ist damit überzeugend wasserdicht.

Die dem Programmierer im Allgemeinen, Uri Leron, Leslie Lamport und mir auf den Fingern brennende Lösung ist die Zerlegung der Portion Spaghetti in ihre unabhängigen Stränge. So müsste sich unser Denkapparat nur mit handlichen Teilstücken beschäftigen, die nötige Verschachtelung verschiedener Teilstücke kann von unserem Gehirn vergleichsweise gut abgebildet werden.

Wieder ist es nachvollziehbar, dass sich die Mathematik vor der Verbreitung von Computern keine systematischen Gedanken zu diesem Thema gemacht hat. Lamport schreibt selbst, dass er die skizzenhaften ersten Überlegungen in der üblichen linearen Schreibweise notiert und erst später in einen strukturierten Beweis überführt.

Sich die notwendigen Strukturen, um etliche verteilte Stücke eines Beweises von Hand zu verwalten, aufzuerlegen und aufrechtzuerhalten, ist wenigstens sehr mühsam. Wirklich angenehm wird diese Arbeitsweise erst mit den durch Digitalcomputer bereitgestellten flexiblen Verwaltungs- und Bearbeitungsmöglichkeiten von Dateien. Vergleichbar mit Paperts Math Land, wird der vollumfängliche Mehr-

wert dieser Methode erst durch die Verwendung eines Computers realisierbar. Das heißt keineswegs, dass strukturierte Beweise ohne interaktive Schnittstelle ohne Vorteile gegenüber linearen blieben. Lamport gibt dahingehend explizit eine Variation seines Vorschlages für strukturierte Beweise an, der für das Abdrucken auf Papier gedacht ist.

Als wünschenswerten Optimalfall beschreibt Lamport dennoch eine Softwareumgebung, in der die verschiedenen Abstraktionsebenen eines Beweises nach eigener Vorliebe und Bedarf gefaltet werden können. Anders als bei linearen Beweisen ist es dadurch möglich, jeden Schritt bis zu einem beliebigen Detailgrad in weitere zu beweisende Teilaussagen zu zerlegen, ohne dass der Beweis dadurch unleserlich werden muss. Die von Leron gewünschte explizite Notation der Struktur eines Beweises ergibt sich damit automatisch. Lamport kommt es allerdings darauf an, dass so jedes Blatt des so entstehenden Baumes *tatsächlich* trivial gestaltet werden kann, und nicht nur ein von Platzgründen erzwungenes Versprechen, dass hier etwas Triviales fehlt bleiben muss.

So wird es deutlich schwieriger, sich vom eigenen Gehirn versehentlich die Annahme eigenen Wissens und Verständnisses in die Tasche lügen zu lassen. Man kann sich dann, wie in einem gut strukturierten Programm, gänzlich auf die Korrektheit des leicht verständlichen, lokal überschaubaren Kontextes konzentrieren. Und wenn man noch nicht guten Gewissens behaupten kann, dass man das Qualitätsmerkmal »leicht verständlich« für die Zielgruppe erreicht zu haben, zerlegt man einfach so lange weiter, bis man es erreicht. Lamport berichtet davon, dass er so bei der Überführung seiner eigenen Beweise aus linearer in strukturierte Form immer wieder Fehler findet, die ihm vorher nicht aufgefallen sind.

Lamport illustriert darüber hinaus, dass in Prosa gefasste Ausdrücke aus gutem Grund zugunsten der Lesbarkeit aus der mathematischen Praxis verschwunden sind; Demonstriert, dass, auch wenn man Teilausdrücke in Prosa fasst, deren Anordnung zueinander die Lesbarkeit beeinflusst. Demgegenüber scheinen ihm die strukturellen Probleme des Beweisaufschriebes fest verankert:

Yet, the structure of mathematical proofs has not changed in 300 years. The proofs in Newton's *Principia* differ in style from those of a modern text book only by being written in Latin. Proofs are still written like essays, in a stilted form of ordinary prose.

**Impact Winter.**<sup>18</sup> Der Eindruck, dass diese zunehmend uneindeutig ins Auge stechenden Möglichkeiten, sich dieser Erkenntnisse unter Computereinsatz zu bedienen, nach 42 Jahren ohne nennenswerte Diskussion, schlicht und einfach brach liegt, während die »das ist alles sehr schwierig«-Gebetsmühlen ohrenbetäubend weiter rattern, ist der Ursprung meiner persönlichen Entzauberung der

---

(18) Die Eiszeit der mathematischen Arbeitsweise geht vom Siegeszug der Mathematik in ihrer lang vor der Verfügbarkeit leistungsfähiger Computer etablierten Form aus.

Mathematik. Die selbst deklarierte Strukturwissenschaft, mit all ihrem Instrumentarium und Stolz auf ihre Rigorosität, bekommt es seit einer halben Ewigkeit nicht auf die Kette, die für ihren Betrieb entscheidende Strukturen zu untersuchen und zu beschreiben. Während das vermeintlich abtrünnige Gebiet der Informatik notgedrungen einen Komplexitätsdrachen nach dem anderen zur Strecke bringt, ist die Mathematik von der Anwendung einer strukturerhaltenden Abbildung, in Form eines Refactors der eigenen Strukturen, so eingeschüchtert, dass das den Kopf in den Sand stecken inzwischen als Religion akzeptabel ist. Alleine die Frage zu stellen, ob man den Drachen, der wie üblich das Dorf in Schutt und Asche legt, nebst kollabierenden Erstzahlen, vielleicht wenigstens mal böse angucken sollte, kommt der Ketzerei gleich. Gleichzeitig wäscht man die Hände gegenüber der unterirdischen Benutzbarkeit, über die sich Mathematiker selbst regelmäßig ärgern, die Hände in Unschuld, denn, jetzt alle mitsingen, »das ist alles sehr schwierig«.

Sowohl Leron als auch Lamport versuchen nicht ohne Grund präventiv Argumenten von »Das haben wir schon immer so gemacht« über »Ich habe das auch nicht gebraucht« bis zu »Das kann nicht funktionieren« den Wind aus den Segeln zu nehmen. Während Lamport 1993 noch einen Diskurs zur Verbesserung der Strukturen anregt, schreibt er 7 Jahre später nur noch als verbitterter Mathematiker über verbissene Mathematiker »How  $\text{\LaTeX}$  changed the face of Mathematics. An E-Interview with Leslie Lamport, the author of LATEX« [9]:

But they are just as reluctant to try it as they are to try anything new.  
Their excuses make no more sense than the ones I heard 15 years ago  
to explain why they weren't switching to  $\text{\LaTeX}$ .

Sich gleichzeitig für Spaghetti-Beweise, die nur eine Handvoll Menschen weltweit überhaupt verstehen könnten, wenn sie die Zeit hätten, auf die Schulter zu klopfen, zu lamentieren, dass Beweise durch LEAN4 mit Vorsicht zu genießen seien und gleichzeitig darüber zu ärgern, dass man lange nach einer unvermittelt auftauchenden Definition oder einem Beweis für etwas angeblich triviales suchen musste, wäre urkomisch, wenn das Ganze nicht mit einem augenscheinlich absurden Wirkungsgradverlust daherkäme.

Die Informatik hat sich bildlich gesprochen Anfang der 1980er Jahre auf den Hosenboden gesetzt und Werkzeuge geschaffen, um denselben Programmieraufwand nicht etliche Male wiederholen zu müssen, gemeinsam an großen Softwareprojekten arbeiten zu können. Gemeinsam an einer Codebase zu arbeiten bedeutet im Idealfall, dass man sich auf eine angestrebte Strukturierung und Formatierung einigt und die eigenen Vorlieben dafür links liegen lässt.

Auch jenseits derartiger Koordination gebietet es die Etikette frei nach dem Motto »Was du nicht willst, dass man dir tu' , das füg auch keinem andern zu.« Anderen keinen »rude code« vor die Füße kegelt, den man nur selbst gewohnt ist, schön findet und toll lesen kann. Wenn man aus Zeitnot dazu gezwungen ist, jemand anderem seine Portion Spaghetti, die nie das Labor hätte verlassen sollen, inklusive Hilfesuch aufzutischen, bricht einem kein Zacken aus der Krone,

wenn man sich dafür entschuldigt. Es besteht keine Einigkeit darüber, ob man TAB oder SPACE als whitespace einsetzen sollte, Variablen in camelCase oder snake\_case benennt, Yoda conditions und egyptian braces der Weisheit letzter Schluss oder Todsünden sind.

Genauso wie beim Bearbeiten von Übungsaufgaben in der Mathematik, ist der Weg zwar nicht das Ziel, aber was den Erkenntnisgewinn angeht sicherlich das Filetstück. Eine tolle Lösung zu finden ist großartig, aber die den eigenen Horizont des Denkbaren erweiternden Konzepte flüssig im Kopf bewegen und manipulieren, über sie mit anderen diskutieren zu können, ist der eigentliche Gewinn. Dass *die* Strukturwissenschaft, eine fundierte Auseinandersetzung mit der Frage, wie die eigenen Strukturen zugunsten von Rigorosität, Verständlichkeit und (Weiter-)Benutzbarkeit verbessert werden könnten, ist schlicht grotesk. Da sich aufgrund der somit fehlenden Modellvorstellung kein Gegenstand findet, den man mental bewegen und diskutieren könnte, bleibt der Flurschaden dieser Praxis ebenso unerkannt wie unüberschaubar.

### Das Damoklesschwert hängt schon lange nicht mehr, es fällt

Lamports Vorhersage “Mathematicians have no place in the brave new world of computing ([9]),” scheint von manchem Mathematiker geradezu herbeigesehnt. Auch Lamports “*How to write a 21st Century Proof*,” in dem er basierend auf TLA+ einen konkreten Vorschlag für einen Satz von Elementen vorstellt, aus denen strukturierte Beweise zusammengesetzt werden können, konnte daran auch nichts ändern. Dass Erfahrungsberichte über die praktische Anwendung von strukturierten Beweisen, soweit ich das feststellen konnte, trotzdem strikt positiv ausfallen, macht die Situation nicht weniger frustrierend. Die Verständlichkeit, Leistungsfähigkeit und formale Stichfestigkeit der Mathematik freiwillig auf dem Altar des Status quo zu opfern ist wahrlich ein »Pro Gamer Move ([13]).«

Dass die Mathematik erst jetzt, wo LLMs einem das Schreiben von Code vermeintlich abnehmen, breiteres Interesse daran zeigt, formelle Beweise z.B. in LEAN4 anzustreben, wirkt wie blanker Hohn. Eine definitionsgemäße Näherungslösung, die »selbst«<sup>19</sup> einem Informatiker für alles *wirklich* wichtige zu undurchsichtig und feuergefährlich wäre, anzusetzen, um die in Papierstrukturen eingefrorene Mathematik auf den letzten Metern durch Vibe Coding in die Zukunft zu katapultieren, wirkt wenigstens inkompatibel mit dem hohen Ross, der in Anspruch genommenen Rigorosität und mühsam erarbeiteten Präzision. Bezieht man in seine Betrachtung jedoch ein, dass ohne den Einsatz von LLMs ohnehin schon so viele Fehler unentdeckt bleiben, dass die Rigorosität der Mathematik mehr ein Wunsch ist, als dass sie Realität wäre, wird die Entwicklung nachvollziehbar. Hinter vorgehaltener Hand kann man sagen, dass sich die Mathematik dadurch nicht auf den von ihren Vertretern häufig belächelten Qualitätsstandard »funktioniert

(19) Bezogen auf das Stereotyp des Informatikers, der die Mathematik mehr schlecht als recht benutzt und dem schlussendlich egal ist, ob Dinge genau stimmen.

*gut genug*« der Ingenieure herablassen, sondern lediglich eingestehen, dass er trotz aller Anstrengungen Realität ist.

Die sonst beliebte Darstellung, dass Computer vergleichsweise simplistische Spielereien seien und dementsprechend keinesfalls verlässlichere Arbeitsweisen als eine Tafel oder ein Stück Papier bereitstellen könnten, ist eine allzu menschliches abwimmeln des Mehraufwandes, den man sonst für deutliche Verbesserungen leisten müsste. Die Andeutung, dass das Implementieren anspruchsvoller Computersysteme grundsätzlich weniger kompliziert und nicht im Geringsten mit dem Schaffen anspruchsvoller Mathematik vergleichbar wäre, ist ebenso eine Schutzbehauptung. Nach dem Lesen dieses Textes ist sie vielleicht sogar nachvollziehbar.

Sehr guter Code ist auf den ersten Blick tatsächlich leicht zu verstehen, das ist ein Qualitätsmerkmal. Das passiert aber nicht durch Hoffen und Beten, sondern ist der andauernden Suche nach einer Schreibweise, die dieses Kriterium gegenüber unserem Denkapparat erfüllt zu verdanken. Während meine in der Einleitung beschriebene Annahme, hinter jedem Symbol müsste sich zwangsläufig eine Verkettung von bis ins Kleinste kontinuierlich auflösbaren Abstraktionen stecken, in der Mathematik unerfüllt bleibt, ist sie bei Computersystemen notwendige Realität. Irgendwann schlägt eine Repräsentation jeder Zeile ausgeführten Codes auf der untersten Abstraktionsebene der sie ausführenden Höllenmaschine auf. Alleine eine moderne CPU wird zwischen out of order execution, branch prediction, memory prefetching, SMP und anderer Schwarzmagie von keinem einzelnen Menschen mehr vollständig »verstanden«.

Selbst CPU-Hersteller wissen auch nach jahrelanger Entwicklungsarbeit vor dem ersten Testlauf einer CPU in Hardware nicht unbedingt, welche der neuen Paradigmen aufgehen wird und welche nicht. *When hardware must „ just work “ An inside look at x86 CPU design [27]* Die Informatik hat es geschafft trotz der aberwitzigen zu überbrückenden Distanz zwischen einem Hello World! und den angerissenen Problemen auf dem Boden der Hardwaretatsachen, einen ebenso aberwitzigen Stapel von Abstraktionsebenen anzulegen, um diese Tiefe zu beherrschen. Jede Ebene für sich ist für einen Menschen mehr oder minder verständlich, sich in Ebene +1 und -1 umzuschauen ist plausibel. Ohne diese Struktur wären moderne Computersysteme gänzlich undenkbar.

Der Mathematik scheint der Idee, Inhalte modular mit einem Augenmerk auf Weiter- und Wiederverwendbarkeit aufzubereiten, wenig abgewinnen zu können. Von Neumanns Warnung über das drohende Unheil NEUMANN [18], sollte man mathematisches Schaffen zu sehr von der Beschäftigung mit Lösungen, nicht notwendigerweise angewandter, Probleme entbinden, verhält nicht nur, sie wird häufig zugunsten von diversen heilig gesprochenen Kreisen, die nicht gestört werden dürften, schlicht ignoriert.

As a mathematical discipline travels far from its empirical source, or still more, if it is a second and third generation only indirectly inspired by ideas coming from “reality” it is beset with very grave dangers. It

becomes more and more purely aestheticizing, more and more purely l'art pour l'art. This need not be bad, if the field is surrounded by correlated subjects, which still have closer empirical connections, or if the discipline is under the influence of men with an exceptionally well-developed taste. But there is a grave danger that the subject will develop along the line of least resistance, that the stream, so far from its source, will separate into a multitude of insignificant branches, and that the discipline will become a disorganized mass of details and complexities.

Dass die Giganten, auf deren Schultern wir stehen, keine der vorgeschlagenen Abkürzungen für ihre Arbeiten gebraucht haben, ist am Ende zwar richtig, aber davon nicht weniger irrelevant für diese Betrachtung. Für die meisten dieser Giganten stellte sich die Frage, ob man sich computergestützter Hilfsmittel dieser Form schaffen oder bedienen wollte, sollte oder müsste, mangels dafür geeigneter Hardware, gar nicht.

Die umgekehrte Frage, zu wie viel mehr Erkenntnissen die großen Mathematiker mit modernen technischen Hilfsmitteln befähigt gewesen wären, stellen die Verteidiger des Status quo verständlicherweise nicht. Denn unterstellt man diesen Größen keine normalsterbliche Bequemlichkeit bei der Anpassung an neue Umstände, ist ein von Neumann, der nicht einmal den Versuch erwägt, Computer zum Vorantreiben des Status quo einzuspannen, sondern sich auf Tafel und Papier beschränkt, wenigstens für mich vollkommen undenkbar. Die daraus folgende Perspektive, dass man technische Möglichkeiten übermütig in den Wind schlägt, die von Neuman, hätte sie ihm zur Verfügung gestanden, vermutlich unter seinem Kopfkissen behütet hätte, schmeichelt niemandem. Der Mehraufwand, den man zur Schonung der eigenen Ressourcen auf Abstand zu halten sucht, den es aber bräuchte, um Dinge besser als unbedingt notwendig zu machen, würde einen unnachgiebig einholen, wenn man diese Frage zuließe.

*expMath: Exponentiating Mathematics* [5] lässt hoffen, dass die Zerstörung Karthagos nur noch endlich viele Tage auf sich warten lassen wird. Ob wir die uns widerspenstigen aber dafür exorbitant effizienten zur Verfügung stehenden 30W Rechenkapazität danach nur noch dafür benutzen etliche Gigawatt verschlingende GPU-Cluster mit LLM-Prompts zu füttern, um das Horrorszenario strukturierte oder gar formelle Beweise schreiben zu müssen, abzuwenden, oder tatsächlich etwas mehr Struktur in der Strukturwissenschaft auf unseren Endgeräten genießen, werden dürfen, ist noch offen. Dass auf absehbare Zeit alles sehr schwierig bleibt, ist gewiss.

## Literatur

- [1] S. AGATE & C. DRURY: *Electronic calculators: which notation is the better?* Applied Ergonomics **11**(1) (März 1980) 2-6.

- [2] B. d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation CIVILE: *Accident survenu le 20 janvier 1992 près du Mont Sainte-Odile (Bas Rhin) à l'Airbus A 320 immatriculé F-GGED exploité par la compagnie Air Inter* (1994).
- [3] W. CRICHTON, M. AGRAWALA & P. HANRAHAN: »The Role of Working Memory in Program Tracing«. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '21. Association for Computing Machinery 2021. ISBN: 9781450380966.
- [4] C. ( N. S. A. C. ELECTRIC POWER RESEARCH INST. Palo Alto: *Analysis of Three Mile Island-Unit 2 accident* (März 1980).
- [5] *expMath: Exponentiating Mathematics*. DARPA. 2025  
URL: <https://tinyurl.com/mwk5c4ub> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [6] M. GODBOLT: *Compiler Explorer*  
URL: <https://godbolt.org> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [7] E. HOFFMAN et al. *Calculator logic: when and why is RPN superior to algebraic?* Applied Ergonomics 25(5) (Okt. 1994) 327–333.
- [8] R. C. HOUGHTON: *Online help systems: a conspectus*. Communications of the ACM 27(2) (Feb. 1984) 126–133.
- [9] *How  $\text{\LaTeX}$  changed the face of Mathematics. An E-Interview with Leslie Lamport, the author of LATEX*. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 8(1) (2000) 49–51.
- [10] P. are also HUMAN: *Interview with Senior JS Developer 2024 [NEW]*. YouTube. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/vkvt3dh3> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [11] JOEMABEL: *Digital Equipment Corporation (DEC) VAX 11/780-5 computer, Living Computer Museum, Seattle, Washington, USA*. 2014  
URL: <https://tinyurl.com/23spa75v> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [12] D. M. KASPRZYK, C. G. DRURY & W. F. BIALAS: *Human behaviour and performance in calculator use with Algebraic and Reverse Polish Notation*. Ergonomics 22(9) (1979) 1011–1019.
- [13] *Know Your Meme: I'm Gonna Do What's Called a Pro Gamer Move*. KYM. 2019  
URL: <https://tinyurl.com/mr3yyut8> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [14] J. KREIFELDT & M. MCCARTHY: *Interruption as a test of the user-computer interface*. Techn. Ber. Okt. 1981  
URL: <https://tinyurl.com/a6jje83r> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [15] M. " MARCZYKOWSKA-GÓRECKA: *UX for Hackers: Why It Matters and What Can You Do*. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/4k285hjw> (aufgerufen am 15.07.2025).

- [16] M. MÉSZÁROS, M. CSERÉP & A. FEKETE: »Delivering comprehension features into source code editors through LSP«. *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. 2019 S. 1581–1586.
- [17] D. T. MUXWORTHY, Hrsg.: *Programming for Software Sharing*. Ispra Courses. Springer Netherlands 1983. ISBN: 978-94-009-7145-5.
- [18] J. von NEUMANN: *The Mathematician* (1947).
- [19] S. PAPER: *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc. (1980).
- [20] C. PARNIN & S. RUGABER: »Programmer information needs after memory failure«. *2012 20th IEEE International Conference on Program Comprehension (ICPC)*. 2012 S. 123–132.
- [21] T. PHILLIPS & E. van der WALT: *Energy Efficiency in Artificial and Biological Intelligence*. neurozone. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/34utp4nx> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [22] R. C. RAFFENETTI: *Comparative study of the Fortran development environment provided by the VAX/VMS and VAX/UNIX operating systems. [For VAX-11/780]*. Techn. Ber. Argonne National Lab. (ANL), Argonne, IL (United States), Nov. 1979.
- [23] M. RF: *HP-35 Red Dot calculator*. 2019  
URL: <https://tinyurl.com/mkbb8s7k> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [24] E. SCHEIN & P. KAMPAS: *DEC Is Dead, Long Live DEC*. Berrett-Koehler Publishers (2004).
- [25] *Seymour Papert 2002 Interview*  
URL: <https://tinyurl.com/47h22czv> (aufgerufen am 15.07.2025).
- [26] D. J. VELLEMAN: *How to Prove It: A Structured Approach*. Cambridge University Press (2019).
- [27] *When hardware must „ just work “ An inside look at x86 CPU design*. ccc. 2015  
URL: <https://tinyurl.com/4w5vjrf6> (aufgerufen am 15.07.2025).

# Ist unsere Welt nicht-lokal oder nicht real? Das EPR-Bell Argument

ISABEL SCHÄFER & JONATHAN FREY



How can I hope to hold the attention of such serious people with philosophy?

---

*(John S. Bell)*

»Wir müssen entweder den Lokalitätsbegriff oder den Realitätsbegriff aufgeben.« Das hört man oft, wenn man Physiker\*innen nach der Bellschen Ungleichung fragt. Vereinfacht gefragt, ist unsere Welt also nicht-lokal oder etwa nicht real? [Albert Einstein](#), [Boris Podolsky](#) und [Nathan Rosen](#) (EPR) beschreiben in einem Artikel von 1935 ein Gedankenexperiment mit verschränkten Teilchen. [John Bell](#) formulierte dazu 1964 eine Ungleichung. Die Resultate des Gedankenexperiments sollten unter bestimmten Annahmen diese Ungleichung erfüllen. Meistens wird Bell so verstanden, dass die Ungleichung für lokal und realistisch erklärbar Resultate gilt. Mittlerweile lässt sich das Gedankenexperiment als tatsächliches Experiment umsetzen und die Bellsche Ungleichung wird dabei eindeutig verletzt. Daraus schließen viele Physiker\*innen, man müsse den Lokalitätsbegriff oder den Realitätsbegriff aufgeben. Aber stimmt das?

## Unsere Welt ist nicht real? – Über den Realitätsbegriff in der Physik

Niels Bohr wurde einmal gefragt, ob man sagen könne, der Formalismus der Quantenmechanik spiegele eine zugrunde liegende Realität auf Quantenebene wider. Er antwortete darauf:

»There is no quantum world. There is only an abstract quantum mechanical description (JAMMER [7, S. 204]).«

Aber wenn es keine »quantum world« gibt, bedeutet das, dass auf mikroskopischer Ebene keine Realität existiert? Und was soll das überhaupt heißen?

Werner Heisenberg schreibt 1956 über den Realitätsbegriff im Zusammenhang mit der Quantenmechanik Folgendes:

»Alle Gegner der Quantentheorie sind sich [...] einig: Es wäre nach ihrer Ansicht wünschenswert, zu der Realitätsvorstellung der klassischen Physik [...] zurückzukehren; also zur Vorstellung einer objektiven, realen Welt, deren kleinste Teile in der gleichen Weise objektiv existieren wie Steine und Bäume, gleichgültig, ob wir sie beobachten oder nicht. Dies [ist] nicht oder nur zum Teil möglich [...] (HEISENBERG [5]).«

Heisenberg spricht hier von einer Realitätsvorstellung im Sinne einer beobachterunabhängigen, objektiven Welt. Diese Vorstellung ist seiner Ansicht nach falsch, wenn es um die kleinsten Teilchen unserer Welt geht. Laut Heisenberg existieren diese kleinsten Teilchen nicht objektiv und nicht unabhängig von unseren Beobachtungen.

Heisenbergs Meinung ist heute weit verbreitet in der Physik, doch es gibt auch Physiker\*innen, die anderer Ansicht sind. Vor dem Hintergrund dieser Debatte muss man die Frage nach der »Realität« verstehen. Wir wollen hier nicht den Realitätsbegriff an sich diskutieren. Wie wir später sehen werden, ist er für das EPR-Bell-Argument auch nicht relevant. Wenn im Folgenden der Begriff »Realität« auftaucht, dann geht es immer um das Konzept einer objektiven, beobachterunabhängigen Welt. Die Frage »Ist unsere Welt real?« könnte man also auch so formulieren:

»Können wir eine physikalische Theorie, also eine mathematische Modellierung unserer Welt, finden, in der mikroskopische Objekte beobachterunabhängig existieren?«

### **»In der Quantenphysik gilt der lokale Realismus nicht.«**

Bohr und Heisenberg sind nicht die Einzigen, die die Frage nach einer objektiven, beobachterunabhängigen Welt mit »Nein« beantworten würden. Auch heute sind noch viele Physiker\*innen dieser oder ähnlicher Meinung. Der österreichische Physiker und Nobelpreisträger Anton Zeilinger sagte 2011 in einem Interview mit dem Spektrum der Wissenschaft zum Beispiel Folgendes:

»Der Realitätsbegriff unterstellt, dass die Messergebnisse Eigenschaften eines Systems wiedergeben, die unabhängig und vor der Beobachtung existiert haben. [...] Dieser Realitätsbegriff ist durch die Quantenmechanik in Schwierigkeiten geraten, um es mal sehr vorsichtig zu sagen (BREUER et al. [2]).«

Seine Aussage begründet Zeilinger so:

»Mathematisch hat schon 1964 John Bell in einem Theorem beschrieben, wie die Messresultate beschaffen sein sollten, wenn sie lokal und realistisch erklärbar wären. Bells Aussage wird aber durch die Quantenphysik verletzt. Das belegen inzwischen viele Experimente [...]. In der Quantenphysik [gilt] der lokale Realismus nicht [...]. Das kann bedeuten, beides ist falsch, oder eins von beiden. In etlichen neueren Experimenten zeichnet sich ab, dass es eher der Realitätsbegriff ist, der in Schwierigkeiten steckt (BREUER et al. [2]).«

Zeilinger bezieht sich hier auf das Theorem von Bell, um seine Ablehnung des Realitätsbegriffs zu begründen. Nach seinem Verständnis beschreibt die Bellsche Ungleichung, wie die Messresultate eines bestimmten Experiments beschaffen sein sollten, wenn sie lokal und realistisch erklärbar wären. Da die Bellsche Ungleichung sowohl von der Theorie der Quantenmechanik als auch im Experiment verletzt wird, kommt er zu dem Schluss, dass entweder die Lokalität oder der Realismus nicht gegeben ist. Diese Auffassung von der Bellschen Ungleichung ist unter Physiker\*innen weit verbreitet.

An dieser Stelle geht es also nicht mehr alleine um das Konzept einer objektiven Realität, sondern zusätzlich um die Eigenschaft der Lokalität. Das bedeutet kurz gesagt, es geht um die Frage, ob sich voneinander räumlich getrennte Ereignisse ohne zeitliche Verzögerung beeinflussen können.

Das Lokalitätsprinzip besagt, dass eine Einflussnahme von einem Ereignis auf das andere nicht schneller als Licht propagiert. Um zu verstehen, wie man aus der Bellsche Ungleichung eine Aussage zum Lokalitätsprinzip ableiten kann, muss man sie im Zusammenhang mit dem EPR-Argument betrachten. Erst dann ergibt sich ein vollständiges Bild.

### **Was ist das EPR-Bell Argument?**

Zum Einstieg geben wir an dieser Stelle einen groben Überblick. Einstein, Podolsky und Rosen argumentieren in einer Arbeit von 1935, dass die quantenmechanische Beschreibung physikalischer Vorgänge im Allgemeinen unvollständig ist. Dafür beschreiben sie ein Gedankenexperiment mit verschränkten Teilchen und nehmen an, dass räumlich voneinander getrennt stattfindende Messungen keinen direkten Einfluss aufeinander haben. Diese Annahme beruht auf dem Lokalitätsprinzip. Aus ihren Überlegungen schließen sie, dass die Ergebnisse dieses Experiments

schon vor den Messungen eindeutig festgestanden haben müssen. Bell formulierte 1964 eine Ungleichung, die von den Ergebnissen des Gedankenexperiments erfüllt sein müsste, falls man annimmt, dass sie schon vor den Messungen festgelegt sind. Meistens wird Bell so verstanden, dass die Ungleichung gilt, falls die Resultate lokal und realistisch erklärt werden können. Liest man jedoch, was Bell selbst über das Gedankenexperiment von Einstein, Podolsky und Rosen schreibt und betrachtet man, wie er zu seinem Theorem kommt, dann zeigt sich, dass er meistens missverstanden wird.

Wir beziehen uns im Folgenden auf das, was Bell selbst schreibt und werden dabei sehen, dass der Realitätsbegriff gar nichts mit der Bellschen Ungleichung zu tun hat. Um das EPR-Bell Argument zu erklären, betrachten wir folgende Punkte:

- Was ist Lokalität?
- Welche Rolle spielt der Realitätsbegriff?
- Das Argument von Einstein, Podolsky und Rosen (1935)
- Die Bellsche Ungleichung (1964)
- Die Verletzung der Bellschen Ungleichung durch Experimente (ab 1972)

## **Lokalität und Realität**

### ***Das Prinzip der Lokalität***

Das Prinzip der Lokalität ist eine Aussage darüber, wie sich verschiedene Ereignisse beeinflussen können. Unter anderem Einstein beschäftigte sich schon früh mit dieser Frage und formulierte das Lokalitätsprinzip 1948 so:

»Ein physikalischer Eingriff, der nur den Raumteil  $R_1$  betrifft, kann das physikalisch-Reale in einem davon entfernten Raumteil  $R_2$  nicht unmittelbar beeinflussen (EINSTEIN [4]).«

Das heißt, für räumlich getrennte Dinge A und B gilt: Eine äußere Beeinflussung von A hat keinen unmittelbaren Einfluss auf B. Genauer gesagt propagiert eine Einflussnahme von A auf B nicht schneller als Licht. Diese Annahme bezeichnet man als Lokalitätsprinzip.

### ***Welche Rolle spielt der Realitätsbegriff?***

Der Realitätsbegriff ist nicht relevant für das EPR-Bell Argument. Dass er in der Debatte trotzdem so oft auftaucht, liegt vermutlich daran, dass Einstein, Podolsky und Rosen in ihrer Arbeit den Begriff »Element der physikalischen Realität« einführen. Sie schreiben:

»If, without in any way disturbing a system, we can predict with certainty (i.e., with probability equal to unity) the value of a physical quantity,

then there exists an element of physical reality corresponding to this physical quantity (EINSTEIN et al. [3]).«

Vereinfacht gesagt, wenn wir den Wert einer physikalischen Größe mit Sicherheit wissen, bevor wir mit dem System interagieren, dann sollte es eine physikalische Realität (einen beobachterunabhängigen, objektiven Fakt) geben, die dieser Größe zugrunde liegt. Zum Beispiel können wir in der klassischen Mechanik die Bahn eines geworfenen Balls berechnen, wenn wir den Anfangspunkt und die Anfangsgeschwindigkeit kennen. Nach dem Kriterium von Einstein, Podolsky und Rosen sollte der Ball damit zu jedem Zeitpunkt eine eindeutige Position und eine eindeutige Geschwindigkeit haben.

Im Folgenden werden wir sehen, dass diese Definition des »Elements der physikalischen Realität« weggelassen werden kann, ohne dass sich die Bedeutung des Arguments ändert.

### **Das Argument von Einstein, Podolsky und Rosen (1935)**

Der häufigste Fehler im Verständnis der Bellschen Ungleichung kommt vermutlich daher, dass sie nicht im Zusammenhang mit dem EPR-Argument betrachtet wird. Dabei bezieht sich die Bellsche Ungleichung auf das Gedankenexperiment von Einstein, Podolsky und Rosen. Deshalb beginnen wir hier mit einer Betrachtung des sogenannten »EPR-Papers« von 1935. Im Original lautet der Titel »Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?«. Das beschreibt auch schon die Frage, die sich Einstein, Podolsky und Rosen ursprünglich gestellt hatten. Sie sind der Ansicht, dass die Quantenmechanik keine vollständige Beschreibung der Realität darstellt und beschreiben in ihrem Artikel eine Argumentation dafür.

Hier stellt sich zunächst die Frage: Was bedeutet es, dass eine Theorie eine vollständige Beschreibung der Realität liefert? Wann nennen wir eine Theorie vollständig? Einstein, Podolsky und Rosen bezeichnen eine Theorie als vollständig, wenn sie zu jedem Element der physikalischen Realität eine physikalische Größe enthält. Setzen wir an dieser Stelle die Definition des »Elements der physikalischen Realität« ein, so ergibt sich Folgendes:

Eine Theorie ist vollständig, wenn sie jede physikalische Größe enthält, deren Wert wir mit Sicherheit vorhersagen können. Anders gesagt, wenn wir eine Sache über ein physikalisches System wissen, unsere Theorie dieses Wissen jedoch nicht enthält, dann bezeichnen wir die Theorie als unvollständig.

Um zu zeigen, dass die Quantenmechanik in diesem Sinne unvollständig ist, machen Einstein, Podolsky und Rosen folgendes Gedankenexperiment.

### ***Das Einstein-Podolsky-Rosen-Gedankenexperiment***

Wir beschreiben das Experiment in der Variante von Bohm, da dabei die Überlegung von Einstein, Podolsky und Rosen deutlicher wird als bei der ursprüng-

lichen Version. Eine Quelle erzeugt ein verschränktes Teilchenpaar im Singlet-Spin-Zustand, zum Beispiel ein Elektronenpaar. Die beiden Teilchen werden in unterschiedliche Richtungen geschickt, also räumlich getrennt. An jedem Teilchen einzeln kann der Spin entlang einer bestimmten Achse gemessen werden.

Was bedeutet »Singlet-Spin-Zustand«? Das ist ein quantenmechanischer Zustand und wenn sich ein Teilchenpaar in diesem Zustand befindet, gilt Folgendes: Misst man bei einem Teilchen den Spin entlang einer bestimmten Achse, so erhält man mit Wahrscheinlichkeit  $\frac{1}{2}$  Spin up oder Spin down. Misst man bei beiden Teilchen entlang der gleichen Achse, so erhält man immer bei einem Teilchen Spin up und beim anderen Spin down. Bei welchem Teilchen sich welches Ergebnis zeigt, ist dabei zufällig, aber die Ergebnisse sind immer anti-korreliert, das heißt gegenläufig. Zurück zum Experiment: Angenommen, wir messen bei Teilchen A den

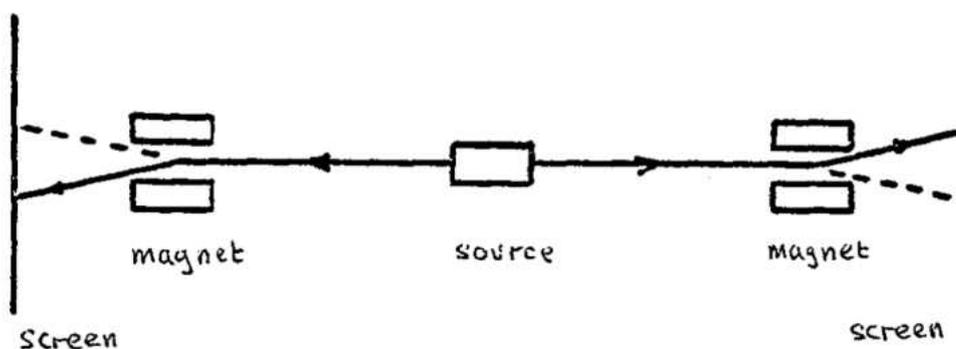


Abb. 1: Skizze von Bell zur Erklärung des EPR-Gedankenexperiments

Spin in z-Richtung und erhalten »up«. Dann werden wir, sobald wir bei Teilchen B den Spin in z-Richtung messen, das Ergebnis »down« erhalten. Das bedeutet, wir können das Messergebnis B vorhersagen, sobald wir das Messergebnis A kennen.

Als Erklärung für diese Beobachtung kommen folgende Varianten in Frage: **Entweder** stehen die Messergebnisse beide schon vor der Messung A fest **oder** die Messung A beeinflusst instantan auch den Zustand von Teilchen B.

Im Fall der ersten Erklärung sollten die Messergebnisse in einer vollständigen Theorie enthalten sein. Im Fall der zweiten Erklärung wäre das Prinzip der Lokalität verletzt.

### Die Argumentation

Einstein, Podolsky und Rosen nehmen nun das Lokalitätsprinzip an. Laut Einstein gibt es keinen Grund zur Annahme, dass eine »spukhafte Fernwirkung« existiert, welche die Lokalität verletzt. Damit schließen sie die zweite mögliche Erklärung aus und kommen zu dem Schluss, dass die Messergebnisse schon vor den Messungen feststehen. Da die Quantenmechanik diese Messergebnisse nicht

vorhersagen kann, ist sie unvollständig.

### Die Bellsche Ungleichung (1964)

Die Bellsche Ungleichung bezieht sich jetzt auf das, was Einstein, Podolsky und Rosen aus der Annahme des Lokalisitätsprinzips schließen, nämlich auf die Tatsache, dass die Messergebnisse schon vor den Messungen feststehen. Bell zeigt in seinem Theorem Folgendes.

Nimmt man an, dass die Messergebnisse im EPR-Gedankenexperiment schon vor den Messungen feststehen, dann folgt daraus, dass sie die sogenannte Bellsche Ungleichung erfüllen müssen.

Zur Erklärung des Bellschen Theorems betrachten wir ein Beispiel, welches analog zum EPR-Gedankenexperiment funktioniert, jedoch nichts mit Quantenmechanik zu tun hat. Dadurch wird deutlich, dass die Aussage an sich keine Eigenschaften der Quantenmechanik verwendet.

Für die Analogie stellen wir uns zwei Personen vor, Frau X und Herrn Y, welche sich an getrennten Orten befinden. Keine der beiden Personen kann hören oder sehen, was die jeweils andere Person hört oder sieht. Unsere zwei Probanden werden nun gleichzeitig einer individuellen Befragung unterzogen, die wie folgt abläuft. Gestellt werden nur drei verschiedene Fragen, A, B oder C, dabei kann jede der drei möglichen Fragen aber beliebig oft dran kommen. Es handelt sich um Ja/Nein-Fragen. Welche Frage die nächste ist, wird erst nach Beantwortung der vorangehenden zufällig, unabhängig und gleichverteilt entschieden, zum Beispiel mit einem Würfel. Die Fragen und Antworten werden notiert. Tabelle 1 zeigt ein mögliches Versuchsprotokoll. Stellen wir uns nun vor, dass uns bei näherer Betrachtung des Protokolls eine Auffälligkeit ins Auge sticht. Dass nämlich in jeder Fragerunde, in der den beiden Probanden die gleiche Frage gestellt wurde (im Beispiel rot markiert), auch die gleiche Antwort zurückkam. Dies können wir uns nur auf zwei Weisen erklären:

**Erklärung 1.** Die beiden Personen geben ihre Antworten gemäß einer gemeinsamen Tabelle, sei es, dass sie sich im Vorfeld der Befragung auf eine solche geeinigt haben oder aus einem anderen Grund stets nach demselben Muster antworten, z. B. aus Langeweile immer »Ja« sagen.

Oder:

**Erklärung 2.** Die beiden Personen kommunizieren während der Befragung.

Wir zeigen nun, dass Erklärung 1 unter bestimmten Bedingungen sehr unwahrscheinlich ist. Nehmen wir also mal an, die Probanden geben ihre Antworten gemäß einer gemeinsamen Tabelle, die bereits vor der Befragung feststeht. Tabelle 2 ist ein Beispiel dafür.

Runde	Frage an Frau X	Antwort von Frau X	Frage an Herrn Y	Antwort von Herrn Y
1	B	Ja	A	Nein
2	C	Nein	B	Ja
3	B	Nein	C	Nein
4	B	Nein	A	Ja
5	C	Ja	C	Ja
6	B	Nein	C	Nein
7	A	Nein	A	Nein
8	C	Ja	A	Nein
9	B	Ja	A	Ja
10	C	Nein	C	Nein
11	A	Ja	A	Ja
12	C	Ja	C	Ja
...	...	...	...	...

Tabelle 1: Ein mögliches Versuchsprotokoll des Gedankenexperiments. In den rot markierten Fragerunden wurden Frau X und Herrn Y die gleichen Fragen gestellt. In diesen Runden gaben sie immer die gleichen Antworten.

Runde	Antwort bei Frage A	Antwort bei Frage B	Antwort bei Frage C
1	Nein	Ja	Ja
2	Nein	Ja	Nein
3	Nein	Nein	Nein
4	Ja	Nein	Nein
5	Ja	Nein	Ja
6	Nein	Nein	Nein
7	Nein	Ja	Nein
8	Nein	Ja	Ja
9	Ja	Ja	Ja
10	Nein	Nein	Nein
11	Ja	Ja	Nein
12	Nein	Nein	Ja
...	...	...	...

Tabelle 2: Erklärungsversuch dafür, dass Frau X und Herr Y in einer Runde immer die gleichen Antworten geben, wenn ihnen die gleichen Fragen gestellt werden: Sie haben sich auf obige Antwortentabelle geeinigt.

Wenn wir einer der Personen eine Frage stellen, machen wir dann nichts anderes, als einen Eintrag der Tabelle auszulesen. Pro Zeile bzw. Fragerunde können wir maximal zwei Einträge auslesen, da wir nur zwei Personen befragen. Wir erinnern uns, dass die Fragen zufällig gewählt werden. Die entscheidende Überlegung des EPR-Bell-Arguments ist: Wenn in einer Runde zwei unterschiedliche Fragen gestellt werden, was ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Antworten gleich ausfallen?

Das ist leicht geklärt. Entweder sieht die Antwortentabelle der beiden Versuchsteilnehmer in der entsprechenden Runde lauter gleiche Antworten vor (im Beispiel etwa in der 3. Runde), dann ist die Wahrscheinlichkeit 1. Oder in der Antwortentabelle steht in der betreffenden Zeile zweimal »Ja« und einmal »Nein« oder einmal »Ja« und zweimal »Nein« (betrachte im Beispiel die 1. Runde). Dann ist die Wahrscheinlichkeit  $\frac{1}{3}$ . In jedem Fall gilt

$$\mathbb{P}(\text{Gleiche Antworten} | \text{Unterschiedliche Fragen}) \geq \frac{1}{3}$$

für alle Fragerunden. Dies ist die Bellsche Ungleichung in ihrer einfachsten Form. Insbesondere erwarten wir für unseren Versuch, dass unter allen Runden, in denen unterschiedliche Fragen gestellt wurden, im Schnitt in mindestens knapp einem Drittel aller Fälle gleich geantwortet wurde. Trifft dies nicht zu, so müssen wir Erklärung 1 verwerfen und schlussfolgern Erklärung 2, dass die Personen kommuniziert haben!

Der Leser ist im vorletzten Satz vielleicht über das Wörtchen knapp gestolpert. Das wollen wir noch präzisieren und beweisen folgendes

**Minilemma** *Es sei  $(x_k)_k \subseteq \{-1, +1\}^3$  mit  $x_k = (x_{k,1}, x_{k,2}, x_{k,3})$  eine Folge von Tripeln. Wir wählen aus jedem der ersten  $n$  Tripel zufällig, unabhängig und gleichverteilt jeweils ein Paar unterschiedlicher Koordinaten  $i_k, j_k \in \{1, 2, 3\}$ ,  $i_k \neq j_k$ .*

*Sei  $N_n$  die Zufallsvariable, die zählt, wie viele der zufällig gewählten Paare aus gleichen Zahlen bestehen. Dann existiert für alle  $\varepsilon > 0$  eine von  $(x_k)$  unabhängige Nullfolge  $(\delta_k)$ , sodass*

$$\mathbb{P}\left(\frac{N_n}{n} \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq 1 - \delta_n$$

für alle  $n \in \mathbb{N}$ .

*Beweis* Wir wählen für alle  $k$  zwei Koordinaten  $I_k, J_k \in \{1, 2, 3\}$  mit  $I_k \neq J_k$  und  $x_{k,I_k} = x_{k,J_k}$ . Weiter definieren wir die Zufallsvariablen

$$Z_k = \begin{cases} 1 & \text{falls } \{i_k, j_k\} = \{I_k, J_k\}. \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Dann gilt

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Z_k \leq \frac{1}{n} N_n, \quad (1)$$

und die  $Z_k$  sind unabhängig und gleichverteilt mit

$$\mathbb{E}(Z_k) = \mathbb{P}(Z_k = 0) \cdot 0 + \mathbb{P}(Z_k = 1) \cdot 1 = \frac{2}{3} \cdot 0 + \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{1}{3}.$$

Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der  $Z_k$  hängt offensichtlich nicht von  $(x_k)_k$  ab. Wegen des schwachen Gesetzes der großen Zahlen gibt es für alle  $\varepsilon > 0$  eine Nullfolge  $(\delta_n)_n$  mit

$$\mathbb{P}\left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Z_k \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq \mathbb{P}\left(\left|\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Z_k - \frac{1}{3}\right| \leq \varepsilon\right) = 1 - \delta_n.$$

Zuletzt folgt aus (1), dass  $\mathbb{P}\left(\frac{N_n}{n} \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq \mathbb{P}\left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Z_k \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq 1 - \delta_n$  gilt.  $\square$

**Bemerkung** (HOEFFDING [6]) Wir können im Minilemma z. B.  $\delta_n = e^{-2\varepsilon^2 n}$  wählen, d. h.

$$\mathbb{P}\left(\frac{N_n}{n} \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq 1 - e^{-2\varepsilon^2 n}. \tag{2}$$

Das Minilemma und die Bemerkung erlauben es, einen Hypothesentest zu formulieren.

**Hypothese: Erklärung 1 ist wahr**

*Wenn die Hypothese stimmt, so gibt es eine Antwortentabelle, die wir als Folge von Tripeln auffassen können. Durch die Befragung ziehen wir zufällig aus jedem der Tripel ein oder zwei Komponenten. Wir betrachten nur die Tripel, aus denen zwei Komponenten gezogen werden, also die Fragerunden, in denen unterschiedliche Fragen gestellt werden, und definieren*

$$G_n := \left( \begin{array}{l} \text{Anzahl Runden} \leq n \\ \text{mit Frage an } X \neq \text{Frage an } Y \\ \text{und Antwort von } X = \text{Antwort von } Y \end{array} \right),$$

$$U_n := \left( \begin{array}{l} \text{Anzahl Runden} \leq n \\ \text{mit Frage an } X \neq \text{Frage an } Y \\ \text{und Antwort von } X \neq \text{Antwort von } Y \end{array} \right)$$

für alle  $n$ . Jetzt können wir Ungleichung (2) auf unsere Situation anwenden und erhalten

$$\mathbb{P}\left(\frac{G_n}{G_n + U_n} \geq \frac{1}{3} - \varepsilon\right) \geq 1 - e^{-2\varepsilon^2(G_n + U_n)}.$$

Wollen wir z. B. unsere Hypothese nach 1000 Fragerunden auf einen  $\alpha$ -Fehler von 5% testen, so lösen wir die Gleichung

$$e^{-2\varepsilon^2(G_{1000} + U_{1000})} = 5\%$$

nach  $\varepsilon$  auf, das ergibt

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{-\log(5\%)}{2(G_{1000} + U_{1000})}}$$

und behalten genau dann die Hypothese, wenn die Ungleichung

$$\frac{G_{1000}}{G_{1000} + U_{1000}} \geq \frac{1}{3} - \varepsilon = \frac{1}{3} - \sqrt{\frac{-\log(5\%)}{2(G_{1000} + U_{1000})}}$$

erfüllt ist.

Zurück zum EPR-Bell-Argument. Dieses nutzt als Rahmen keine Personenbefragung, sondern das bereits erwähnte EPR-Bohm-Gedankenexperiment, das noch ein wenig erweitert wird. Den Spin messen wir jetzt nicht mehr nur entlang einer festgelegten Richtung, sondern entlang einer von drei verschiedenen möglichen Richtungen. Die drei Richtungen sind so gewählt, dass sie paarweise einen Winkel von  $120^\circ$  einschließen. Entlang welcher Richtung gemessen wird, wird für jedes Teilchen zufällig, unabhängig und gleichverteilt entschieden.

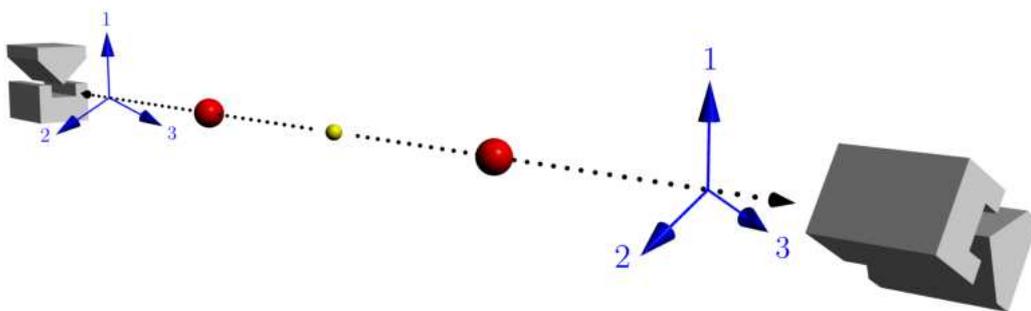


Abb. 2: Skizze des EPR-Bohm-Experiments. Zwei Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen (große rote Kugeln) werden bei einer gemeinsamen Quelle (kleine gelbe Kugel) in verschränktem Zustand erzeugt und in entgegengesetzte Richtungen geschickt. Nach zurücklegen einer gewissen Strecke treffen sie zum selben Zeitpunkt auf einen Messapparat, z. B. einen Stern-Gerlach-Magneten (graue Blöcke), der ihren Spin misst. In welche der drei möglichen Richtungen 1, 2 oder 3 gemessen wird, wird für jedes Teilchen zufällig kurz vor Eintreffen in den Messapparat entschieden.

Der Zusammenhang mit der Befragung ist jetzt ersichtlich – die Personen werden zu Teilchen, statt Fragen haben wir Messungen und statt Ja/Nein-Antworten +1 oder  $-1$  als Messergebnis. Und was wir bei den Personen Kommunikation genannt haben, ist jetzt eine Wechselwirkung.

Wir fixieren ein Teilchenpaar und bezeichnen mit  $E_1$  das Ergebnis der Messung an Teilchen 1, mit  $E_2$  das umgekehrte Ergebnis der Messung an Teilchen 2, und mit  $R_i$ ,  $i = 1, 2$  die Richtung, entlang derer der Spin von Teilchen  $i$  gemessen

wird. Die Quantenmechanik postuliert, dass folgendes gilt:

$$\mathbb{P}(E_1 = E_2 | R_1 = R_2) = 1 \quad (3)$$

$$\mathbb{P}(E_1 = E_2 | R_1 \neq R_2) = \frac{1}{4} \quad (4)$$

In der Analogie mit den Personen entspricht Gleichung (3) der Tatsache, dass bei gleichen Fragen stets die gleichen Antworten fallen. Gleichung (4) würde bedeuten, dass die Personen bei unterschiedlichen Fragen in einer Runde nur mit einer Wahrscheinlichkeit von  $\frac{1}{4} < \frac{1}{3}$  gleich antworten. Wie wir festgestellt haben, geht das aber nur wenn die Personen während der Befragung miteinander kommunizieren, bzw., um in die Sprache der Physik zurückzukehren, wenn die beiden Teilchen im Moment der Messung wechselwirken.

Genau das ist die Aussage des EPR-Bell-Arguments, hier noch einmal formuliert als

**Physikalischer Satz (Bell)** *Es gibt keine lokale physikalische Theorie, welche dieselben Vorhersagen wie die Quantenmechanik macht.*

*Beweis* Wir nehmen an, es gibt eine solche physikalische Theorie, die lokal ist, und führen in dieser Theorie das EPR-Bohm-Gedankenexperiment wie oben beschrieben durch. Dann sagt das EPR-Argument, dass pro losgeschicktes Teilchenpaar die Messergebnisse bereits vor der Messung in Form eines Tripels

$$(x_1, x_2, x_3) \in \{-1, +1\}^3$$

feststehen. Dabei ist  $x_i$  der Wert von  $E_1$  bzw.  $E_2$ , falls entlang der Richtung  $i$  gemessen wird.

Es folgt die Bellsche Ungleichung

$$\mathbb{P}(E_1 = E_2 | R_1 \neq R_2) \geq \frac{1}{3}.$$

Andererseits sagt die Quantenmechanik, dass

$$\mathbb{P}(E_1 = E_2 | R_1 \neq R_2) = \frac{1}{4}$$

gilt – ein Widerspruch. □

## Die Verletzung der Bellschen Ungleichung im Experiment

Wir sehen also, dass das Lokalitätsprinzip nicht mit der Theorie der Quantenmechanik vereinbar ist. Allerdings lässt sich auch ganz unabhängig von der Quantenmechanik eine fundamentale Erkenntnis über unsere Welt aus der Bellschen Ungleichung ableiten. Denn das EPR-Gedankenexperiment wurde seit den 1970er Jahren in immer besseren Versionen tatsächlich durchgeführt. Bei der Umsetzung

wird die Polarisationsrichtung von Photonen statt des Spins von Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen wie Elektronen gemessen, aber das Konzept bleibt das gleiche. Alle Experimente bestätigen die Vorhersagen der Quantenmechanik und zeigen eine eindeutige Verletzung der Bellschen Ungleichung. Das bedeutet, unsere Welt ist nicht-lokal. Es gibt nicht-lokale Einflüsse, die sich unter bestimmten Umständen eindeutig zeigen. Im Jahr 2022 bekamen dafür [Alain Aspect](#) und [John F. Clauser](#) zusammen mit Anton Zeilinger den Nobelpreis für Physik (PHYSICS [8]). Der Preis wurde verliehen für »Experimente mit verschränkten Photonen, welche die Verletzung der Bellschen Ungleichung zeigen und Pionierarbeit für die Quanteninformati­onstheorie leisten«.

### ***Mögliche »Schlupflöcher« in der Umsetzung***

John F. Clauser war der erste der drei Preisträger, der sich mit der Bellschen Ungleichung beschäftigte. Er führte bereits 1972 zusammen mit seinem Kollegen Stuart J. Freedman Experimente durch, um eine Verletzung der Bellschen Ungleichung zu demonstrieren. Alain Aspect entwickelte die Experimente zusammen mit Jean Dalibard, Philippe Grangier und Gérard Roger entscheidend weiter und lieferte damit zehn Jahre später Resultate mit deutlich größerer Aussagekraft (ASPECT et al. [1]).

Durch die Experimente von Aspect und seinen Kollegen konnte das sogenannte *Lokalitätsschlupfloch* geschlossen werden. Dieses Schlupfloch bezieht sich darauf, dass die Messungen tatsächlich raumartig getrennt sein sollten, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen. »Raumartig getrennt« bedeutet, dass der für die Messung benötigte Zeitraum klein genug sein muss im Vergleich zum räumlichen Abstand der beiden Messapparate. Genau genommen muss der Zeitraum kleiner sein, als die Zeit, die Licht benötigt um den räumlichen Abstand zu überwinden. Andernfalls könnte man argumentieren, dass die Korrelation der Ergebnisse nicht durch eine Verletzung der Lokalität zustande gekommen sein muss.

Ein weiteres Schlupfloch wurde von Anton Zeilinger, Gregor Weihs, Thomas Jennewein, Christoph Simon und Harald Weinfurter 1998 geschlossen (WEIHS et al. [9]). Sie verbesserten die Aussagekraft der Experimente, indem sie die Detektoreinstellungen durch voneinander unabhängige Zufallsgeneratoren erst kurz vor der Messung wählen ließen. Dadurch konnten sie zur Schließung des sogenannten *Wahlfreiheitsschlupflochs* beitragen. Denn wenn die Detektoreinstellungen schon lange genug vor den Messungen feststehen (mindestens so lange, wie die benötigte Zeit um mit Lichtgeschwindigkeit die räumliche Distanz zu überwinden), dann könnte sich ein Einfluss des Detektors A auf Teilchen B entwickeln, ohne dass das Lokalitätsprinzip verletzt wird. Auf die gleiche Weise könnte man argumentieren, wenn die Detektoren zwar erst kurz vor der Messung eingestellt werden, aber die Wahl der Einstellungen nicht unabhängig voneinander getroffen wurde. Natürlich stellt sich hier die Frage, ab wann man die Detektoreinstellungen als »unabhängig gewählt« bezeichnen würde. Ein Zusammenhang kann nie ganz ausgeschlossen werden, allerdings lässt sich die Wahrscheinlichkeit dafür sehr stark reduzieren.

Insgesamt kann man sagen, dass diese Schlupflöcher sehr hypothetische Überlegungen darstellen. Es erscheint doch recht absurd, dass die Natur mit aller Mühe versucht, ihre lokale Struktur vor uns zu verbergen. Trotzdem war die Weiterentwicklung der Experimente ein wichtiger Beitrag zum Verständnis der Nichtlokalität unserer Welt.

### Zusammenfassung des EPR-Bell Arguments

Wir sehen also, dass es eine Reihe von Experimenten gibt, die die Bellsche Ungleichung verletzen. Und diese Tatsache ist unabhängig von der Theorie der Quantenmechanik. Denn welche Theorie wir zur Beschreibung der Experimente benutzen, hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

Aber was folgt jetzt aus der Verletzung der Bellschen Ungleichung? Um diese Frage noch einmal abschließend zu beantworten, fassen wir die Struktur des EPR-Bell Arguments zusammen.

**EPR:** Lokalität  $\wedge \mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 = A_2) = 1$   
 $\Rightarrow$  Messergebnisse stehen vorher fest

**Bell:** Messergebnisse stehen vorher fest  
 $\Rightarrow \mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 \neq A_2) \geq \frac{1}{3}$

**Experimente:**  $\mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 = A_2) \approx 1 \wedge \mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 \neq A_2) \approx \frac{1}{4}$

**EPR + Bell + Experimente:**  $\mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 \neq A_2) \approx \frac{1}{4}$   
 $\Rightarrow \neg \mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 \neq A_2) \geq \frac{1}{3}$   
 $\Rightarrow \neg$  (Messergebnisse stehen vorher fest)  
 $\Rightarrow \neg$  (Lokalität  $\wedge \mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 = A_2) = 1$ )  
 $\Rightarrow \neg$  Lokalität, da  $\mathbb{P}(E_1 = E_2 | A_1 = A_2) \approx 1$

Abschließend können wir also sagen:

- Der Realitätsbegriff spielt im EPR-Bell Argument keine Rolle.
- Die Verletzung der Bellschen Ungleichung in den Experimenten zeigt, dass es in unserer Welt nicht-lokale Einflüsse gibt. Dieses experimentelle Resultat ist theorieunabhängig und steht fest, auch wenn wir in Zukunft unsere Theorien weiterentwickeln oder verwerfen.
- Damit muss jede Theorie, die unsere Welt korrekt beschreibt, nicht-lokal sein.

### Literatur

- [1] A. ASPECT, J. DALIBARD & G. ROGER: *Experimental Test of Bell's Inequalities Using Time-Varying Analyzers*. Phys. Rev. Lett. **49** (25 1982) 1804-1807.

- [2] R. BREUER & A. ZEILINGER: *We are barking up the wrong tree*. Spektrum der Wissenschaft (2011)  
URL: <https://tinyurl.com/mtspc66e> (aufgerufen am 30.07.2025).
- [3] A. EINSTEIN, B. PODOLSKY & N. ROSEN: *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?* Phys. Rev. **47** (10 1935) 777–780.
- [4] A. EINSTEIN: *Quanten-Mechanik und Wirklichkeit*. Dialectica **2** (1948) 320–324.
- [5] W. HEISENBERG: *Die Entwicklung der Deutung der Quantentheorie*. Physikalische Blätter **12** (7 1956) 289–304.
- [6] W. HOEFFDING: *Probability Inequalities for Sums of Bounded Random Variables*. Journal of the American Statistical Association (1963)  
URL: <https://tinyurl.com/2p9kuu9s> (aufgerufen am 30.07.2025).
- [7] M. JAMMER: *The Philosophy of Quantum Mechanics*. John Wiley (1974).
- [8] T. N. C. for PHYSICS: *Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2022* (2022)  
URL: <https://tinyurl.com/5h72dkut> (aufgerufen am 30.07.2025).
- [9] G. WEIHS et al. *Violation of Bell's Inequality under Strict Einstein Locality Conditions*. Phys. Rev. Lett. **81** (23 1998) 5039–5043.

# Greg Egan und seine mathematischen Universen

ALI NIKKHAH



Phantasie ist wichtiger als Wissen.  
Denn Wissen ist begrenzt, während  
Phantasie die ganze Welt umspannt.

---

*(Albert Einstein)*

Fiktion hat mit Erfindung zu tun. Doch Erfindung entsteht nie im luftleeren Raum, sondern stets unter – teilweise strikten – Einschränkungen. Die Mathematik bietet ein ganzes Universum an klar definierten Einschränkungen – und zugleich Ideen, die zudem kreativen Prozess beitragen können. Seit langem gibt es Autorinnen und Autoren, die sich mathematische Regeln und Konzepte als Einschränkung bzw. als Inspirationsquelle zunutze machen. Einer der prominentesten Vertreter dieser Art Literatur ist Greg Egan.

## Greg Egan und *Orthogonal*

Greg Egan ist ein australischer Mathematiker und Science-Fiction-Autor. Als eine der führenden Figuren der sogenannten »Hard Science Fiction«, die sich durch besonderen Fokus auf wissenschaftliche Genauigkeit auszeichnet, hat er seit 1983 neben Beiträgen zur Mathematik über 70 Kurzgeschichten und 18 Romane veröffentlicht. Seine Werke decken ein vielfältiges Spektrum mathematischer, naturwissenschaftlicher, technologischer und philosophischer Themen ab, darunter mathematische Logik, Quantentheorie, Relativitätstheorie, Paralleluniversen, simulierte Realitäten, künstliche Intelligenz, Biotechnologie, Posthumanismus, Erkenntnistheorie, Ontologie und die Natur des Bewusstseins.

Seine Romantrilogie *Orthogonal* besteht aus *The Clockwork Rocket* (2011) [5], *The Eternal Flame* (2012) [6] und *The Arrows of Time* (2013) [7] und handelt von einem Universum mit vollkommen neu gedachten physikalischen Gesetzen, die durch eine minimale, jedoch folgenreiche Änderung eines der fundamentalsten Gesetze unseres Universums entstehen (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Die Buchreihe Orthogonal von Greg Egan

## Egans Idee

Die grundlegende Idee hinter *Orthogonal* betrifft die sogenannte Signatur der Raumzeitmetrik – ein mathematisches Konzept, das in der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie eine zentrale Rolle spielt. In unserer Welt beschreibt die Raumzeit vier Dimensionen – drei für den Raum und eine für die Zeit – die über eine pseudo-Riemannsche Metrik – eine Art Abstandsmessung zwischen Punkten in der Raumzeit, sogenannten Ereignissen – miteinander verbunden sind. Diese Metrik enthält eine Mischung aus positiven und negativen Vorzeichen, je nach Konvention  $+$ ,  $-$ ,  $-$ ,  $-$  oder  $-$ ,  $+$ ,  $+$ ,  $+$ . Dies deutet darauf hin, dass sich

Zeit und Raum auf fundamentaler Ebene unterscheiden.

Es ist gerade dieser Unterschied, der relativistische Effekte wie die Zeitdilatation und die Längenkontraktion hervorruft. So wird beispielsweise der Abstand zweier Ereignisse in der Raumzeit nicht einfach nach dem Satz des Pythagoras berechnet, sondern über eine modifizierte Formel, in der der Zeitanteil mit einem anderen Vorzeichen eingeht als der Raumanteil. Dies führt unter anderem dazu, dass sich die Zeit mit zunehmender Geschwindigkeit verlangsamt – was jedoch erst ab großen relativen Geschwindigkeiten spürbar wird.

Greg Egan stellt nun die hypothetische Frage: Was wäre, wenn alle Vorzeichen der pseudo-Riemannschen Metrik positiv wären? Also, wenn Zeit auf mathematischer Ebene exakt wie eine weitere Raumdimension zu behandeln wäre? In einem solchen Universum gäbe es keine ausgezeichnete Zeitrichtung mehr, keine fundamentale Unterscheidung zwischen Raum und Zeit. Abstände zwischen Ereignissen wären wie Abstände zwischen Punkten im Raum berechnet.

### Die Welt von *Orthogonal*

In *Orthogonal* wird genau dieses Szenario entfaltet. Die Welt der sogenannten *Amarans*, einer intelligenten sozialen Spezies, die einen der Planeten dieses Universums bewohnt, basiert auf einer Raumzeit, in der alle vier Dimensionen dieselbe metrische Behandlung erfahren. Es gibt also keine objektive Zeit, sondern nur subjektive Zeitrichtungen, die durch die Bewegung der jeweiligen Objekte definiert sind. Das bedeutet: Was für einen Beobachter als Zeit vergeht, kann für einen anderen eine reine Raumrichtung darstellen – und umgekehrt.

Als Analogie zur Physik unseres Universums verwendet Egan hier das Konzept der Weltlinie, ein verbreitetes Modell aus der theoretischen Physik, das die Gesamtheit der Existenz eines Objekts über die Zeit hinweg beschreibt. Die Weltlinie eines Objekts, etwa eines Teilchens, ist eine Kurve in der Raumzeit, deren jeder Punkt ein zeitlicher Querschnitt des Existenzverlaufs dieses Teilchens darstellt. In unserer Welt sind Weltlinien durch die Geschwindigkeitsgrenze des Lichts, also durch die sogenannte Lichtkegel, beschränkt. In Egans Welt hingegen können Weltlinien beliebige Richtungen einnehmen, was die oben beschriebene Subjektivität der Zeitrichtung zur Folge hat.

Für jedes Objekt und zu jedem Zeitpunkt der Existenz dieses Objektes, d. h. an jedem Punkt seiner Weltlinie, ergibt sich eine persönliche Zeitrichtung durch die Tangente an seine Weltlinie; die dazu orthogonale »Raumebene« ist dann zu diesem Zeitpunkt von diesem Objekt als der Raum zu interpretieren (siehe Abb. 2 auf der nächsten Seite).

### Wahrnehmung der Zeit

Doch wie kann in einem solchen Universum überhaupt ein gemeinsames Zeiterleben entstehen? Egan hat hierfür auch eine Lösung: Die *Amarans* bewegen sich alle

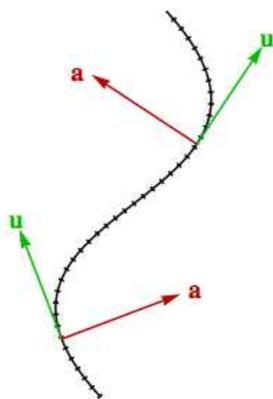


Abb. 2: Die Weltlinie eines Objekts in Egans Universum. Zu jedem Zeitpunkt können die Zeitachsen (mit  $u$  gekennzeichnet) in verschiedene Richtungen zeigen. Der Raum ist der dazu senkrechte Ebene (hier vereinfacht mit einer Achse  $a$  dargestellt).

mit relativ ähnlichen Geschwindigkeiten entlang nahezu paralleler Weltlinien. Das erlaubt es ihnen, eine kollektive, wenn auch immer noch subjektive Zeitrichtung zu etablieren – ähnlich wie wir im Alltag relativistische Effekte nicht wahrnehmen, da sich alles um uns herum im Verhältnis zum Licht sehr langsam bewegt.

Auch Zukunft und Vergangenheit haben in Egans Welt eine Erklärung: Die entlang einer gemeinsamen Zeitrichtung orientierten Weltlinien der Amaranen und ihre Welt sind zu einer Seite, nämlich ihrer Vergangenheit, geordneter, und in der entgegengesetzten Richtung nimmt für sie die Ordnung ab. Dies ist ebenfalls in unserem Universum der Grund für unsere grundsätzlich unterschiedlichen Wahrnehmungen der Zukunft und der Vergangenheit (siehe Abb. 3 auf der nächsten Seite).

### Entdeckung der wahren Raumzeitstruktur

Es war in unserem Universum die Erkundung des Lichts, die zum ersten Mal zur Entdeckung der wahren Raumzeitstruktur geführt hat. Theoretische und experimentelle Arbeiten hatten gezeigt, dass das Licht, egal mit welcher Geschwindigkeit man sich relativ zu ihm bewegt, dieselbe Geschwindigkeit aufweist, etwas, was für kein anderes Objekt gilt. Dieses Rätsel über das Licht führte dann zu Einsteins Konzipierung der speziellen Relativitätstheorie. Es stellte sich heraus, dass Raum und Zeit untrennbare Teile eines einzigen Systems sind.

In *Orthogonal* spielt das Licht eine ebenso zentrale Rolle bei der Entdeckung der wahren Raumzeitstruktur. In Egans fiktivem Universum hat das Licht zwar keine

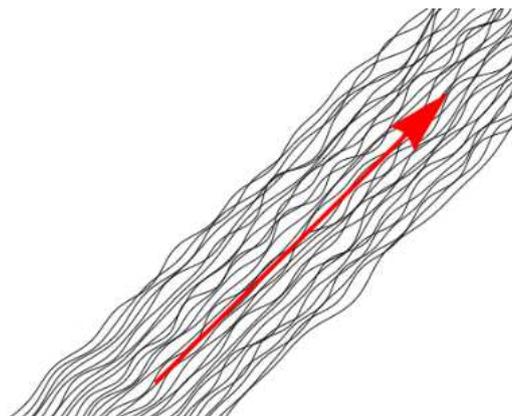


Abb. 3: Weltlinien mehrerer Objekte, die bis auf kleinere Abweichungen alle entlang einer gemeinsamen Achse verlaufen, die dann für diese als gemeinsame Zeitachse zu interpretieren wäre. Zu einer Richtung sind sie jedoch stets geordnet, was den Unterschied zwischen Vergangenheit und Zukunft hervorruft.

konstante Geschwindigkeit wie bei uns -- es kann sich mit beliebiger Geschwindigkeit bewegen, inklusive null oder unendlich! -- seine Wellenlänge bzw. seine Frequenz hängt allerdings fest mit seiner Geschwindigkeit relativ zum Beobachter zusammen und kann -- vermöge der richtigen Formel -- davon hergeleitet werden.

*Yalda*, die Hauptfigur des ersten Buches, die seit ihrer Kindheit eine große Neugierde für ihr Umfeld zeigt und diese später an einer Art Universität verfolgt, erkennt, dass man durch eine Rotation des Inhalts eines Raumzeit-Diagramms, solange die Einheiten passend gewählt sind, zwischen den Raumzeit-Diagrammen des Lichts mit verschiedenen Geschwindigkeiten wechseln und dabei eine vernünftige entsprechende Wellenlänge bekommen kann – etwas, was in unserem Universum unmöglich wäre. Diese Beobachtung führt sie anschließend zu der für die Amarans revolutionäre Hypothese, dass Raum und Zeit gleichrangig sind (siehe Abb. 4 auf der nächsten Seite).

### Der Rest der Geschichte und andere Folgen der alternativen Raumzeit

Parallel zu diesen theoretischen Entwicklungen werden die Amarans mit einer unmittelbaren Bedrohung durch fremdartige Objekte – gewisse sich schnell bewegende Himmelskörper – konfrontiert, die ihr Überleben gefährden. Um ausreichend Zeit zur technologischen Ausarbeitung einer Lösung zu gewinnen, beschließen sie den folgenden Plan: Ein Raumschiff soll entlang einer Zeitrichtung fliegen, die orthogonal, also senkrecht zu der ihres Heimatplaneten verläuft.

Nach den Gesetzen ihres Universum bedeutet dies, dass für die Besatzung des Raumschiffes Jahre vergehen können, während auf dem Heimatplaneten kaum Zeit verstreicht (siehe Abb. 5 auf der nächsten Seite). Neben den oben genannten hat die Änderung der Raumzeitmetrik vielfältige Konsequenzen, die sich über

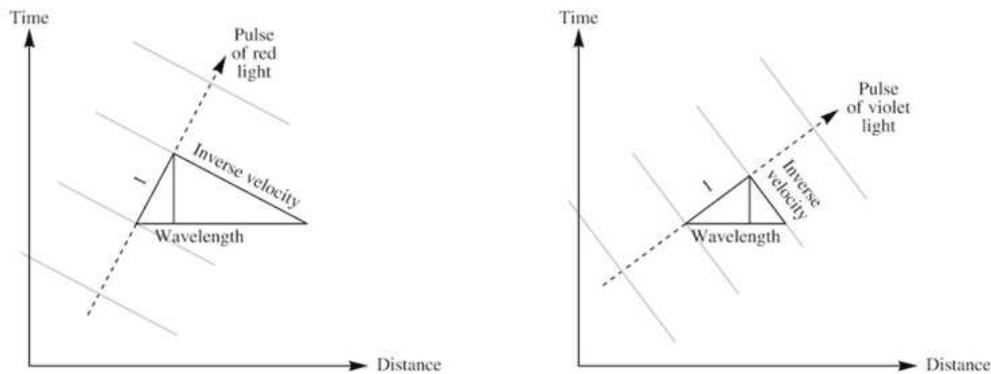


Abb. 4: Raumzeitdiagramme für das Licht mit verschiedenen Geschwindigkeiten bzw. Wellenlängen, die durch Änderung der Einheiten so umskaliert worden sind, sodass sich das entsprechende Diagramm für das Licht einer Farbe, d.h. einer bestimmten Wellenlänge, durch eine Rotation des Diagramms für das Licht einer anderen Farbe ergibt. Dies ist a priori nicht zu erwarten und hat mit der grundlegenden Raumzeitstruktur der Welt von Orthogonal zu tun.

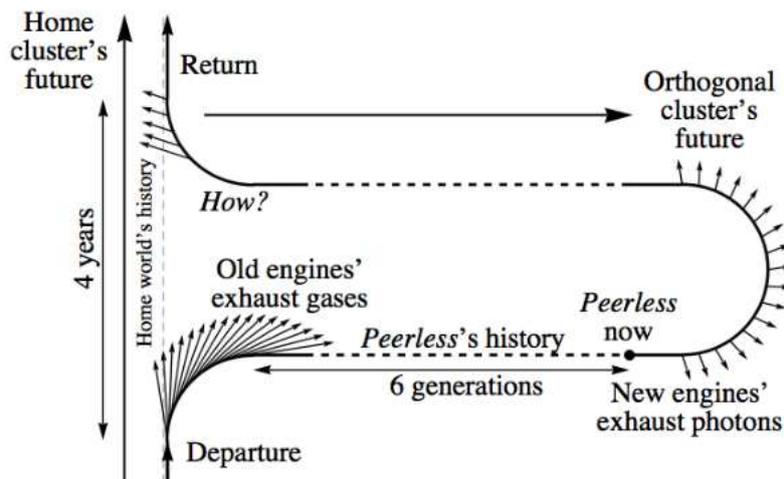


Abb. 5: Die Amarans müssen durch eine radikale Änderung der Raumzeit-Trajektorie einiger ihrer Mitglieder – nämlich von denen am Bord des Raumschiffes Peerless – eine zu den Weltlinien der restlichen Amarans orthogonale Weltlinie erreichen, damit sie theoretisch unendlich lange Zeit haben, um die nötigen wissenschaftlichen Fortschritte für ihr Überleben erzielen können.

verschiedene Teilgebiete der Physik erstrecken. Auf seiner Webseite erläutert Egan in einem Umfang von über 80.000 Wörtern und vielen Diagrammen ausführlich die hier erwähnten und weitere Phänomene, die in seinem Universum auftreten,

und zwar teilweise so, dass man sogar nur mit Schulmathematik und etwas Mühe verstehen kann. Es folgen einige dieser weiteren Phänomene.

Die Gesamtenergie nimmt zum Beispiel mit zunehmender kinetischer Energie ab – Energie wird als Differenz aus potentieller und kinetischer Energie definiert. Pflanzen müssen also Licht erzeugen, anstatt es zu absorbieren, um brauchbare Energie zu gewinnen. Konstante Beschleunigung führt zu Bewegung im Kreis. Bei manchen Kollisionen werden Antiteilchen (bzw. in der Zeit zurückfliegende Teilchen) erzeugt. Gleichgeladene Teilchen ziehen sich auf kurze Distanzen an, die Kraft zwischen ihnen wechselt jedoch mit zunehmendem Abstand zwischen Anziehung und Abstoßung. Es existieren positive und »negative absolute Temperaturen«.

Diese Phänomene werden nicht willkürlich eingeführt, sondern ergeben sich aus der alternativen Metrikstruktur durch logische Folgerungen und ähnliche Analogien wie im Fall der Weltlinien.

### Weitere Werke von Egan

*Orthogonal* ist nicht das einzige Werk, in dem Egan mit alternativen Raumzeitstrukturen experimentiert. In *Dichronauts* (2017) [8] spielt er mit einer Metrik mit zwei positiven und zwei negativen Vorzeichen. Das führt unter anderem dazu, dass Planeten die Form einer Hyperbel annehmen, dass man »hoch« fallen kann und dass es einen neuen Aggregatzustand gibt. In Teilen von *Incandescence* (2008) [3] wird eine Zivilisation beschrieben, die aufgrund ihrer Nähe zu einem schwarzen Loch die Relativitätstheorie entdecken muss, schon bevor sie eine Art Industrialisierung erreicht hat. Und in den Kurzgeschichten *Luminous* [1] und *Dark Integers* [2] geht es um die Möglichkeit, dass auch mathematische Wahrheiten – etwa über Primzahlen – kontingent und von der physischen Welt abhängig sein könnten.

Greg Egan demonstriert mit *Orthogonal* auf eindrucksvolle Weise, wie weit Science-Fiction gehen kann, wenn sie sich nicht scheut, Mathematik ernst zu nehmen und die weitesten dadurch ermöglichten Konsequenzen für die Handlung und den Weltaufbau zu erkunden. Die *Orthogonal*-Trilogie ist kein leicht zugänglicher Lesestoff, aber für alle, die sich für Physik, Mathematik und Philosophie interessieren, bietet sie ein faszinierendes Gedankenexperiment. Zusammen mit anderen Werken Egans stellt sie ein wahrhaftig grenzüberschreitendes Beispiel für die literarische Welt dar und beweist, dass die Welt der Naturwissenschaften und der Mathematik auch in ihrem gesamten Reichtum für die Fiktion Gebrauch finden kann.

### Literatur

- [1] G. EGAN: *Luminous*. Millennium (1998).
- [2] G. EGAN: *Dark Integers*. Asimov's Science Fiction (2007).

- [3] G. EGAN: *Incandescence*. Gollancz (2008).
- [4] G. EGAN: *The Science of Orthogonal*. 2010  
URL: <https://tinyurl.com/yc6mr26y> (aufgerufen am 17.08.2025).
- [5] G. EGAN: *The Clockwork Rocket*. Gollancz (2011).
- [6] G. EGAN: *The Eternal Flame*. Gollancz (2012).
- [7] G. EGAN: *The Arrows of Time*. Gollancz (2013).
- [8] G. EGAN: *Dichronauts*. Night Shade Books (2017).

# Fake News als Machtinstrument Wie man mit dem Internet die Massen manipuliert

SANDRA BECKERT, AARON PECH & OLIVER MEY



You are fake news!

---

*(Donald Trump)*

In einer digital vernetzten Welt verbreiten sich Informationen rasant – doch nicht alle sind wahr. Fake News haben sich als effektives Instrument der Meinungsmanipulation etabliert und beeinflussen politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse maßgeblich. Unser Ziel ist es, in diesem Text ein Bewusstsein für die Risiken manipulierter Inhalte zu schaffen und Methoden zur Stärkung der digitalen Informationskompetenz vorzustellen.

## **Fake News damals und heute**

Ein Blick in die Geschichte zeigt, dass gezielte Desinformation und propagandistische Kommunikation keine Erfindungen der Moderne sind. Bereits in der Antike finden sich erste Formen dessen, was man heute als »Fake News« bezeichnen könnte.

### **Antike: Propaganda durch Münzen und Skulpturen**

Bereits 44 v. Chr. nutzte Gaius Iulius Caesar gezielt Medien seiner Zeit zur Selbstinszenierung. Über Münzprägungen ließ er sich als (Diktator auf Lebenszeit) darstellen und bezog sich dabei auf seine angebliche Abstammung von der Göttin Venus. Diese Münzen waren ein weit verbreitetes Massenmedium und dienten der Verbreitung einer gezielt konstruierten politischen Botschaft ([30]). Zudem ließ Caesar Skulpturen und Statuen anfertigen, die ihn als alleinigen Herrscher zeigten. Durch öffentliche Auftritte und Reden verstärkte er diesen Eindruck, um seine politische Macht zu legitimieren und zu sichern.

### **Mittelalter: Antijüdische Verschwörungsmymen**

Auch im Mittelalter lassen sich Beispiele für Desinformation finden. Mit der Verbreitung früher Druckwerke kamen antijüdische Verschwörungstheorien auf, die unter anderem Juden ritualisierte Kindermorde unterstellten – ein Motiv, das sich in Form der sogenannten Blutlüge über Jahrhunderte hielt. Diese frühzeitige Form von Fake News diente der sozialen Ausgrenzung und Gewaltlegitimation ([18, 22]). Parallelen zu modernen Mythen – etwa zu Verschwörungserzählungen über Bill Gates oder Hillary Clinton, die angeblich Kinder gefangen halten und ihnen Blut entnehmen – zeigen die Beständigkeit solcher Narrative.

Mit der Erfindung des Buchdrucks durch Johannes Gutenberg um 1450 wurde die Verbreitung von Informationen stark vereinfacht. Bücher, Zeitungen und Briefe konnten schneller, weiter und günstiger verbreitet werden – was nicht nur zur Bildungsexpansion, sondern auch zur schnelleren Streuung von Fehlinformationen beitrug, siehe bei den ritualisierten Kindermorden ([17]).

### **Frühes 20. Jahrhundert: Die Dolchstoßlegende**

Ein prominentes Beispiel aus der jüngeren Geschichte ist die Dolchstoßlegende, die nach dem Ersten Weltkrieg von rechten Kreisen verbreitet wurde. Sie behauptete, das deutsche Heer sei »im Felde unbesiegt« gewesen und lediglich durch Verrat von innen – vor allem durch Sozialdemokraten und Revolutionäre – zur Kapitulation gezwungen worden. Diese gezielte Desinformation diente der Destabilisierung der Weimarer Republik und trug zur Delegitimierung demokratischer Strukturen bei ([8]).

### **Nationalsozialismus: Propaganda als Staatsinstrument**

Im Dritten Reich wurde die Verbreitung von Propaganda technisch und institutionell perfektioniert. Der „ Volksempfänger “, ein staatlich gefördertes Radiogerät, befand sich in fast allen deutschen Haushalten und diente der gezielten Steue-

rung öffentlicher Meinungen. Radio- und Fernsehprogramme wurden zentral kontrolliert ([41]). Ein Beispiel sind die Reichsparteitage von 1933 bis 1938, bei denen mithilfe von Inszenierung, Symbolik und Massenwirkung das Bild einer »Volksgemeinschaft« erzeugt wurde – eine klare Vorbereitung auf die ideologische Mobilisierung für den Krieg ([38]).

### **Gegenwart: Digitalisierung und Informationsüberflutung**

Mit der Verbreitung des Internets ab den 1990er-Jahren kam ein neuer Meilenstein in der Informationsverbreitung. Bereits 1992 waren über eine Million Rechner in Deutschland online. Medienunternehmen gingen zunehmend ins Netz – als erstes Spiegel Online. Ab Mitte der 2000er-Jahre entstanden soziale Netzwerke wie Facebook (2004), YouTube (2005) und Twitter (2006), die die Kommunikation radikal veränderten. Heute ermöglichen sie die rasche, dezentrale Verbreitung von Inhalten ([41]). Soziale Medien fördern die schnelle Produktion und Verbreitung von Informationen, unterstützt durch Algorithmen und künstliche Intelligenz. Dadurch erreicht auch Desinformation heutzutage in Geschwindigkeit und Reichweite ein neues Ausmaß.

### **Der Begriff »Fake News«**

Der Begriff »Fake News« bedeutet wörtlich »gefälschte Nachrichten« und bezeichnet laut Duden

»[...] in manipulativer Absicht verbreitete Falschmeldungen, insbesondere in sozialen Netzwerken« ([13, 31]).

In der öffentlichen Diskussion wird der Begriff jedoch häufig unscharf verwendet – als Sammelbezeichnung für irreführende, falsche oder unangenehme Informationen. Dabei muss differenziert werden:

- *Fehlinformation*: falsche Inhalte ohne Täuschungsabsicht – z. B. Satire, Clickbait, redaktionelle Fehler,
- *Desinformation*: absichtlich verbreitete Falschinformationen mit dem Ziel der Irreführung – z. B. Deepfakes, gefälschte Bilder und Statistiken, nachgemachte Websites, aus dem Kontext gerissene Zitate, bewusst falsch interpretierte Daten ([7]).

Problematisch ist zudem der Missbrauch des Begriffs »Fake News«, um berechtigte Berichterstattung als „Lüge« zu diffamieren – eine Taktik, die etwa von autoritären Regimen oder populistischen Politikern eingesetzt wird.

Zusammenfassend kann man also feststellen: Fake News sind kein neues Phänomen, sondern Teil der Menschheitsgeschichte – von der Antike bis ins digitale Zeitalter. Die Mittel und Medien haben sich verändert, doch die Grundmechanismen bleiben gleich. Das Wissen um historische Formen von Desinformation hilft, heutige Entwicklungen besser zu verstehen und einzuordnen.

## Motivation hinter Fake News

Hinter den meisten Fake News stehen klare Absichten. Wer solche Inhalte erstellt oder teilt, verfolgt in der Regel bestimmte Ziele – sei es auf politischer, wirtschaftlicher oder persönlicher Ebene. Dabei steht weniger die sachliche Information im Vordergrund, sondern vielmehr die Wirkung, die eine bestimmte Nachricht entfalten kann. Falschmeldungen zielen oft darauf ab, Emotionen auszulösen. Gerade in Zeiten gesellschaftlicher Unsicherheit oder politischer Spannungen lassen sich Menschen leichter durch provokante Inhalte beeinflussen. Fake News greifen diese Emotionen gezielt auf, um Aufmerksamkeit zu erzeugen, bestehende Meinungen zu bestätigen oder Misstrauen zu schüren.

Die gezielte Manipulation öffentlicher Wahrnehmung ist ein zentrales Motiv hinter vielen dieser Falschinformationen ([21]). Gleichzeitig spielen ökonomische Interessen eine wichtige Rolle. In der digitalen Medienlandschaft entscheidet häufig die Reichweite über den finanziellen Erfolg. Reißerische Schlagzeilen und skandalöse Behauptungen generieren Klicks und damit auch Werbeeinnahmen. Die Wahrheit wird dabei oft zur Nebensache ([27]). Zudem gibt es noch betrügerische Absichten, wie beispielsweise »Phishing«. Das ist eine Betrugsmethode, bei der Kriminelle versuchen, über gefälschte E-Mails, Websites oder Nachrichten persönliche Daten wie Passwörter oder Kreditkartennummern zu stehlen ([5]). Dabei können ökonomische Interessen eine Rolle spielen, aber auch das Ausspähen von Geschäftsgeheimnissen oder militärisch sensiblen Informationen ([28]). Darüber hinaus gibt es auch Fake News, die aus Unterhaltungszwecken oder zur Provokation in Umlauf gebracht werden. Beispiele hierfür sind der Postillon [6] oder die Tagespresse [10].

Wer die Motivation von Fake News versteht, kann ihnen nicht nur kritischer begegnen, sondern auch wirksamer gegen ihre Verbreitung vorgehen. Dabei spielen Algorithmen eine zentrale Rolle – denn sie bestimmen, welche Inhalte wir online sehen, und können so die Verbreitung von Falschinformationen erheblich beeinflussen.

## Algorithmus

Die Algorithmen von Social-Media dienen zunächst dem Ziel, eine Informationsflut zu brechen. Zum Vergleich: Täglich werden auf YouTube 720.000 Stunden Videomaterial, auf Instagram 95 Millionen Bilder und Videos, und auf Twitter 500 Millionen Tweets hochgeladen. Diese Menge an Informationen kann ein Mensch nicht erfassen, geschweige denn verarbeiten. Deshalb werden Algorithmen anhand der Interessen der Nutzer trainiert, um ihnen nur die Informationen zu präsentieren, die sie gern sehen wollen ([26, 2, 3]).

Durch die Anwendung verschiedener Regeln und die Verarbeitung von Signalen, die Kriterien von Beiträgen messbar machen, bewerten die Algorithmen die Inhalte anhand der berechneten Wahrscheinlichkeit, zu der ein Inhalt für einen Nutzer

interessant ist und zu einer Interaktion führt. Dadurch sehen keine zwei Personen dieselben Inhalte. Die genaue Funktionsweise der Algorithmen unterscheidet sich je nach Social-Media-Plattform und ihre Funktionsweise wird ständig angepasst. Auch maschinelles Lernen wird hierbei zur Optimierung eingesetzt. Diese ständigen Veränderungen, die nur teilweise veröffentlicht werden, erschweren es, die genaue Funktionsweise zu erfassen [39]. Nachfolgend wird der Algorithmus von Twitter beschrieben.

### Algorithmus von Twitter

Twitters Algorithmus wurde 2023 veröffentlicht. Er dient zunächst dazu, Konten von Nutzern basierend auf ihren Kontakten und nach ihrem Interaktionsverhalten mit aktiven Nutzern vorzuschlagen. Relevante Beiträge werden durch einen »Home Mixer« in einem »Home«-Bereich kuratiert. Um die Relevanz der Beiträge bewerten zu können, werden Ranking-Signale genutzt ([39]).

Der technische Prozess dahinter lässt sich wie folgt beschreiben: Um relevante Beiträge zu finden, bedient sich der Algorithmus aus zwei verschiedenen Quellen: dem »In-Network« und dem »Out-Network«. Das »In-Network« umfasst Inhalte von Nutzern, denen der Nutzer folgt. Ein Graphenmodell »Real Graph« berechnet die Wahrscheinlichkeit von Interaktionen zwischen den Nutzern. Daraus lässt sich ein »Ranking« ableiten.

Das »Out-Network« behandelt Inhalte von Nutzern, denen der Nutzer nicht folgt und basiert auf den Modellen »Social-Graph« und »Embedding Spaces«. Der »Social-Graph« stellt eine Liste mit Inhalten, mit denen andere Nutzer interagiert haben, zusammen. Er berücksichtigt Beiträge, die von Nutzern geliked werden, denen der Nutzer folgt. Außerdem schlägt er Konten von Nutzern, die ähnliche Inhalte » liken « wie der Nutzer selbst, vor ([34, 19]).

Die »Embedding Spaces« können darstellen, welche »Tweets« den Interessen des Nutzers nahe kommen, indem alle Nutzer der Plattform in Schubladen gesteckt werden. Konkret werden hier Gruppen um Cluster gebildet. Die Cluster sind eine bestimmte Menge einflussreicher Nutzer, die ähnliche Interessen haben. Diesem Cluster wird dann eine Gruppe zugeordnet, die aus Nutzern besteht, die die gleichen Interessen haben wie der Cluster. 2023 gab es über 145.000 dieser Gruppen. Alle drei Wochen sollen diese aktualisiert werden.

Nachdem aus dem »In-« und »Out-Network« Kandidaten für interessante Beiträge herausgesucht worden sind, wird ein Ranking angewandt. Dieses Ranking verarbeitet 1500 Kandidaten jedes Mal, wenn die »For You Page« geladen wird. Mit einem neuronalen Netzwerk werden diese Kandidaten anhand von etwa 48 Millionen Parametern bewertet. Ziel der Bewertung ist es, solche Beiträge dem Nutzer zu präsentieren, die mit einer möglichst hohen Wahrscheinlichkeit von dem Nutzer geliked, geteilt und kommentiert werden. Insgesamt ist also das gesamte Verfahren so angelegt Interaktionen des Nutzers auszulösen ([34, 19]).

### **Algorithmen verbreiten Fake News**

Algorithmen verbreiten so nicht nur interessante Beiträge, sondern auch Fake News, denn sie bewerten nicht den Inhalt, sondern lediglich die Interaktionen der Nutzer mit den Beiträgen. Eine Studie des MIT von 2018 ergab, dass sich Fake News 6mal schneller verbreiten als eine wahre Geschichte. Hierfür wurde die Zeit gemessen, die eine unwahre und eine wahre Geschichte zu einem Thema brauchte, um 1500 Menschen auf Twitter zu erreichen [37].

Dafür wurden 3 Gründe ermittelt: Fake News sind meist überraschend. Deshalb generieren sie zunächst eine erhöhte Aufmerksamkeit und es ist wahrscheinlicher, dass sie vom Nutzer länger angesehen werden. Ein weiterer Punkt ist, dass Fake News den Ansichten und Werten der Zielperson entsprechen sollen. Damit wird es wahrscheinlicher, dass der Nutzer dem Beitrag einen Like gibt, den Beitrag an Bekannte weiterleitet und selbst kommentiert. Außerdem sinkt die Hemmschwelle sich mit dem Beitrag zu befassen, weil Fake News sehr simpel gehalten werden. Dadurch muss nicht viel Zeit aufgewendet werden, um die Botschaft des Beitrags zu verstehen.

Ein Paper von 2024 [16] untersuchte den Zusammenhang zwischen Unwahrheit und der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Beiträgen auf Social-Media-Plattformen. Das Ergebnis war: Je konstruierter eine Geschichte ist – also je weniger sie der Wahrheit entspricht und je gewollter die Manipulation ist – desto schneller verbreitet sich der Beitrag.

### **Ausnutzen der evolutionären Gehirnmechanismen**

Der Erfolg von Fake News auf Social-Media-Plattformen baut auch auf Gehirnmechanismen auf, die sich im Laufe der Evolution des Menschen entwickelt haben. Die Psychologie des Menschen kann hier an mehreren Stellen ausgenutzt werden, um eine Unwahrheit zum Nutzen des Verfassers zu verbreiten.

Zunächst lässt sich dafür der »negativity bias« betrachten. Dieser beschreibt, dass der Mensch, um sich selbst zu schützen, stets nach Risiken und Gefahren Ausschau hält. Eine negative Nachricht oder Falschnachricht aktiviert das Angstmodul. Das führt zu einer erhöhten Aufmerksamkeit und stärkeren Emotionen. Beides spielt den Zielen der Empfehlungsalgorithmen von Social-Media Plattformen in die Hände. Die erhöhte Aufmerksamkeit führt zur Beachtung eines Beitrags und die verstärkten Emotionen zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Interaktionen.

Aus den simplen Inhalten von Fake News und der Bestätigung des Weltbildes des Lesers resultiert eine mentale Entlastung. Da in diesem Fall der Inhalt wenig hinterfragt wird, muss auch weniger Energie für das Gehirn aufgewendet werden. Dieser Vorgang wird mit dem Belohnungssystem des Gehirns verknüpft und positive Emotionen werden ausgeschüttet. Daher wird dieses Verhalten wahrscheinlich wiederholt werden, was wieder zur Verbreitung von Fake News beiträgt.

Eine weitere Schwachstelle ist der Mechanismus des »confirmation bias« und »selective exposure«. Dieser beschreibt, dass der Mensch bevorzugt Informationen wahrnimmt, die seine aktuellen Werte, Einstellungen und Meinungen bestäti-

gen. Diese Bestätigung löst ebenfalls ein positives Gefühl aus. Diese im Gehirn stattfindende Selektion verstärkt den Empfehlungsalgorithmus, hauptsächlich bestätigende Inhalte anzuzeigen und das vermehrte Anzeigen von bestätigenden Inhalten verstärkt die Selektion im Gehirn ([9]).

Abseits des Nutzen der Psychologie, um Inhalte zu verbreiten, wird auch eine weitere Technik genutzt, die den Empfehlungsalgorithmus direkt manipulieren kann: »Social-Bots«.

### **Einsatz von Social-Bots**

Als »Social-Bots« oder umgangssprachlich nur »Bots« bezeichnet man Profile auf Social-Media Plattformen, die programmiert sind individuelle Menschen zu imitieren. Tatsächlich werden sie von nur einem Menschen oder einer zentralen Institution gesteuert und funktionieren im laufenden Betrieb auf den Social-Media-Plattformen automatisch. »Social-Bots« können in einem industriellen Maßstab erstellt und eingesetzt werden. Auf Social-Media-Plattformen sind sie meistens verboten. Ihr Hauptzweck besteht darin, die berechnete Relevanz von Beiträgen künstlich zu vergrößern und das Meinungsbild einer Gesellschaft zu verfälschen. Indem innerhalb kürzester Zeit durch Bots viele Interaktionen auf einen Beitrag ausgeführt werden, wird das Ranking dieses Beitrags erhöht. Folglich wird er mehr – realen – Nutzern vorgeschlagen.

Eine besonders wichtige Interaktion, die die Bots ausführen können, ist es Kommentare zu verfassen. Es ist weniger wichtig, wie schlagfertig die Kommentare geschrieben werden. Ihre Stärke liegt in der Quantität. Durch die gezielte Überflutung von Beiträgen mit Zustimmung oder Ablehnung wird dem Verfasser des Beitrags und realen Nutzern, die die Kommentarfunktion verwenden, suggeriert, dass die Mehrheit der Gesellschaft diese Meinung vertritt. Vergleichen lässt sich die Wirkung mit einer Umfrage, deren Befragte nicht repräsentativ ausgewählt wurden. Allerdings sind in diesem Fall der Bots sogar die Befragten selbst erfunden bzw. für den automatischen Ablauf programmiert ([32]).

Es folgt ein Beispiel dafür, wie der Einsatz dieser Bots umgesetzt wird. Im Jahr 2023 wurde eine große russische »Bot-Farm« in der Ukraine durch die ukrainische Cyber-Polizei geschlossen. An dieser waren über 100 in der Ukraine verteilte Personen beteiligt. Es wurden 150.000 SIM-Karten zum Erstellen von Konten auf sozialen Medien sichergestellt. Ziel der »Bot-Farm« war es, russische Propaganda über den Krieg in der Ukraine zu verbreiten, Nutzer von Social-Media-Plattformen psychologisch zu manipulieren sowie Internetbetrug und illegale Datenteilung von ukrainischen Bürgern zu betreiben ([35]).

### **Fallbeispiel Brexit**

Vor der Abstimmung zum EU-Austritt des Vereinigten Königreichs wurden sehr viele Falschnachrichten verbreitet. Von massiver Steuergeldverschwendung bis hin zur Überregulierung der EU war die Rede. Eines der bekanntesten Beispiele

für Fake News war der rote NHS (*National Health Service* = staatliches Gesundheitssystem) Bus mit der Aufschrift:



Abb. 1: Roter NHS Bus zur Brexitkampagne [25]

*Wir schicken der EU jede Woche 350 Millionen Pfund. Lasst uns stattdessen unseren NHS finanzieren – Wählt Austritt. Lasst uns die Kontrolle zurückholen.*

Diese Ansicht wurde von Brexit-Befürwortern häufig verbreitet – mit Wirkung. Laut einer Befragung [11] glaubten 42% der falschen Zahl, 22% waren sich unsicher und 36% haben dies richtigerweise nicht geglaubt. Die eigentliche Zahl war deutlich niedriger. Laut dem britischen Statistikamt [33] lag der tatsächliche Nettobeitrag des Vereinigten Königreichs zur EU bei etwa 200 bis 250 Millionen Pfund pro Woche, nachdem Rabatte und Rückflüsse berücksichtigt wurden. Ein erheblicher Teil der Gelder floss zudem in Form von Förderprogrammen, Subventionen und Projekten wieder zurück ins Land. Das wurde natürlich verschwiegen.

## Methoden zum kritischen Umgang

Der Brexit zeigt exemplarisch, wie irreführende Informationen politische Entscheidungen beeinflussen können. Umso wichtiger ist es, Wege zu finden, solchen Manipulationen aktiv entgegenzuwirken. Digitale Plattformen bieten inzwischen verschiedene Möglichkeiten, um Falschinformationen zu melden und deren Verbreitung einzudämmen.

Auf Plattformen wie Instagram können Nutzerinnen und Nutzer irreführende Inhalte direkt melden. Dies geschieht über die Funktion: »Drei Punkte« → Melden → Fehlinformation → Auswahl aus: Gesundheit / Politik / Gesellschaftliche Themen / Digital erstellt oder verfälscht ([1]).

Diese Möglichkeit wirft jedoch Fragen auf: Was geschieht mit der gemeldeten Falschinformation und wer überprüft sie? Bis Januar 2025 arbeitete Meta mit unabhängigen Faktenprüfern zusammen, die eingereichte Inhalte auf ihren Wahrheitsgehalt überprüften. Diese Kooperation wurde jedoch eingestellt. An ihre

Stelle soll ein System ähnlich den Community Notes von X (ehemals Twitter) treten ([20, 23]). Das Prinzip der Community Notes basiert darauf, dass Nutzer selbst Kontext zu potenziell irreführenden Beiträgen hinzufügen. Diese Hinweise werden öffentlich angezeigt, wenn sie von einem ausreichend breiten Nutzerkreis als »hilfreich« bewertet werden. Die Aufgabe und Verantwortung der Firmen, Desinformation einzuschränken, wird hier komplett an die Nutzenden übergeben. Es zeigt sich aber, dass diese oft zu langsam agieren, um virale Desinformation effektiv zu korrigieren. Zudem fehlt es häufig an Reichweite und Verbindlichkeit, um die Effekte professioneller Faktenchecks zu ersetzen ([20, 23]).

Neben Textbeiträgen sind es zunehmend auch manipulierte Bilder, die zur Verbreitung von Falschinformationen beitragen. Gerade visuelle Inhalte wirken besonders überzeugend – selbst dann, wenn sie verfälscht sind. Verfälschte Bilder lassen sich häufig an kleinen Unstimmigkeiten erkennen:

- Verzerrte Schriftzüge
- Unrealistische Körperproportionen
- Deformierte oder unscharfe Objekte im Hintergrund
- Unnatürlich geglättete oder zu harmonische Kompositionen

Auch sollte man sich kritisch fragen: Was will das Bild emotional auslösen? Ist es auffällig perfekt oder übertrieben dramatisch? ([14, 40])

Aktuell sind Bildgenerierungstools besonders stark bei Nahaufnahmen. Die Entwicklung schreitet stetig voran und es wird immer schwerer, echte von manipulierten Bildern zu unterscheiden.

Deep-Fakes – täuschend echt wirkende jedoch künstlich erstellte Foto- Video- oder Sprachaufzeichnungen einer realen oder neu geschaffenen Person – finden vermehrt Einsatz. Sie basieren oft auf echten Vorlagen, werden aber durch KI nachträglich verändert. So können Reden manipuliert und Aussagen Personen in den Mund gelegt werden, die sie nie getätigt haben. [14, 40]

Um zweifelhafte Inhalte zu überprüfen, bieten sich etablierte Faktencheck-Plattformen wie Tagesschau Faktenfinder [4] und Mimikama [24] an. Diese Seiten analysieren unter anderem verbreitete Fake News und geben eine nachvollziehbare Einordnung. Auch die Herkunft und Verbreitung der Desinformation wird häufig aufgezeigt ([4, 24]).

Die Bundesregierung formuliert eine Reihe von Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Desinformation ([40]):

- *Kritisch hinterfragen*: Was suggeriert die Information? Je emotionaler und reißerischer eine Nachricht, desto häufiger wird sie verbreitet. Fragwürdige Inhalte sollten nicht direkt weitergeleitet werden. Es wird oft Panik, Verunsicherung und Sorge befeuert und ausgenutzt.
- *Faktenchecks*: Zentrale Begriffe der Nachricht, z. B. »Klimaforschung, WHO, Impfpflicht + Faktencheck« in die Suchmaschine eingeben und etablierte Faktencheck-Plattformen nutzen.

- *Urheber & Absender überprüfen*: Wer hat den Beitrag veröffentlicht? Wer hat ihn weitergeleitet? Ist das Profil echt? Enthalten Webseiten ein vollständiges Impressum?
- *Quellen vergleichen*: Ist die Information von einer offiziellen Seite, z. B. Bundesregierung, Auswärtiges Amt?
- *Bilder prüfen*: Sind Bilder verfälscht oder KI-generiert?

Kinder und Jugendliche sind besonders anfällig für Desinformation. Bei der PISA-Studie werden 15- bis 16-Jährige neben Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften auch zu persönlichen Daten und Einschätzungen befragt. Bei einer Sonderauswertung der PISA-Studie 2022 gaben nur knapp 47 Prozent an, in der Lage zu sein, die Qualität einer Information beurteilen zu können. 63 Prozent vertrauen dem nicht, was sie im Internet lesen. Nur knapp 60 Prozent vergleichen verschiedene Quellen. Jeder Dritte prüft Informationen nicht, bevor diese in sozialen Medien weiterverbreitet werden ([29, 36]).

Diese Ergebnisse offenbaren einen erheblichen Nachholbedarf beim kritischen Umgang mit Informationen, vor allem bei Kindern und Jugendlichen. Eine frühe Sensibilisierung und Verankerung von Medienkompetenz als festen Bestandteil in der schulischen Bildung ist entscheidend.

## Ausblick

Der Umgang mit Fake News ist heute aktueller denn je, auch wenn Desinformation keine neue Erscheinung ist. Schon in der Vergangenheit wurden gezielt Falschinformationen eingesetzt, um Meinungen zu beeinflussen, Macht zu sichern oder gesellschaftliche Stimmungen zu steuern. Doch digitale Medien und algorithmisch gesteuerte Plattformen haben die Verbreitungsmöglichkeiten erheblich beschleunigt und verstärkt. Inhalte, die emotionalisieren und provozieren, erhalten mehr Sichtbarkeit.

Um der zunehmenden Verbreitung von Fake News entgegenzuwirken, werden auf nationaler und europäischer Ebene gezielte Maßnahmen ergriffen. In Deutschland unterstützt die Bundesregierung verschiedene Projekte, in denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Mechanismen von Desinformation untersuchen und wirksame Gegenstrategien entwickeln. Auch auf EU-Ebene gibt es Initiativen wie »EUvsDisinfo« [12], die gezielt gegen Desinformationskampagnen, insbesondere aus Russland, vorgehen. Darüber hinaus verpflichtet sich die Europäische Union mit dem Digital Services Act (DSA) zu einem strengeren Vorgehen gegen illegale Inhalte im Netz. Plattformen werden damit in die Verantwortung genommen, transparenter zu agieren ([15]). Solche politischen und regulatorischen Maßnahmen sind ein wichtiger Schritt, doch sie müssen durch Bildung, Aufklärung und eine starke Zivilgesellschaft ergänzt werden.

Angesichts dieser Entwicklungen ist es umso wichtiger, Medienkompetenz zu fördern. Kritisches Hinterfragen, Quellenprüfung und ein reflektierter Umgang

mit digitalen Informationen sind zentrale Methoden, um sich in einer zunehmend komplexen Informationslandschaft zurechtzufinden. Nur so lässt sich verhindern, dass die Meinungsmache als Wahrheit durchgeht und Desinformation unbemerkt ihre Wirkung entfaltet.

## Literatur

- [1] URL: <https://www.instagram.com/> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [2] *37 Instagram-Marketing Statistiken, die Sie im Jahr 2023 kennen sollten.* 2023  
URL: <https://tinyurl.com/yn4fk2n3> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [3] *44 + YouTube Statistiken: Wie viele YouTube Nutzer gibt es in 2024?* 2024  
URL: <https://solobusinessstriebe.de/youtube-nutzer/> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [4] *ARD-Faktenfinder*  
URL: <https://www.tagesschau.de/faktenfinder> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [5] *BSI - Spam, Phishing, Etc.*  
URL: <https://www.bsi.bund.de/dok/6696702> (aufgerufen am 07.06.2025).
- [6] *Der Postillon*  
URL: <https://www.der-postillon.com/> (aufgerufen am 07.06.2025).
- [7] *Desinformation im Internet. Eine Bedrohung für Freiheit und Demokratie*  
URL: <https://tinyurl.com/y28s9x3k> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [8] *Die Dolchstoßlegende*  
URL: <https://tinyurl.com/4m4ft2y2> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [9] *Die Psychologie hinter Clickbaits und Fake News.* 2024  
URL: <https://ars.at/blog/die-psychologie-hinter-clickbaits-fake-news/> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [10] *Die Tagespresse*  
URL: <https://dietaagespresse.com/> (aufgerufen am 07.06.2025).
- [11] B. DUFFY: *The public's Brexit misperceptions.* 2018  
URL: <https://tinyurl.com/mr39t6zs> (aufgerufen am 22.05.2025).
- [12] *EuVsDisinfo*  
URL: <https://euvsdisinfo.eu/> (aufgerufen am 07.06.2025).
- [13] *Fake News*  
URL: <https://tinyurl.com/mtcyk8ss> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [14] *Faktencheck: Wie erkenne ich KI-generierte Bilder?* 2023  
URL: <https://tinyurl.com/2sxx3xw6> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [15] *Gesetz über digitale Dienste und Märkte.* 2022  
URL: <https://tinyurl.com/3te522t9> (aufgerufen am 22.05.2025).

- [16] S. HARRIS et al. *Fake News Detection Revisited: An Extensive Review of Theoretical Frameworks, Dataset Assessments, Model Constraints, and Forward-Looking Research Agendas*. *Technologies* **12**(11) (2024) 222  
URL: <https://doi.org/10.3390/technologies12110222>.
- [17] M. JANNING: *So funktioniert der Buchdruck von Gutenberg*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/mv7v8p7a> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [18] *Juden und Christen Hostienfrevel, Ritualmorde, vergiftete Brunnen*. 2013  
URL: <https://tinyurl.com/mvmuj83z> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [19] K. KAMATH et al. »RealGraph: User Interaction Prediction at Twitter«. *Proceedings of the UEO '14*. ACM. 2014.
- [20] *Kollektive Anmerkungen auf X*  
URL: <https://tinyurl.com/5bu8tb4u> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [21] LANDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG BW: *Fake News*. 2024  
URL: <https://www.lpb-bw.de/fake-news#c97000> (aufgerufen am 22.05.2025).
- [22] E. LEUSCHNER: *Fake News aus dem Mittelalter*. 2020  
URL: <https://tinyurl.com/2xnmj3yh> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [23] *Meta beendet in den USA Kooperation mit Faktenprüfern*. 2025  
URL: <https://tinyurl.com/2s3syfjn> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [24] *Mimikama-FaktenRadar*  
URL: <https://www.mimikama.org/> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [25] *NHS Bus zur Brexitkampagne*. 2018  
URL: <https://tinyurl.com/5n986xtb> (aufgerufen am 07.06.2025).
- [26] *OBERLO 10 Twitter Statistiken*. 2023  
URL: <https://www.oberlo.com/de/blog/twitter-statistik> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [27] J. PFEFFER: *Fake News & Co*. 2017  
URL: [https://www.hfp.tum.de/fileadmin/w00cjd/hfp/News/OeP175\\_Pfeffer.pdf](https://www.hfp.tum.de/fileadmin/w00cjd/hfp/News/OeP175_Pfeffer.pdf) (aufgerufen am 22.05.2025).
- [28] *Phishing - how much is the phish!?*  
URL: <https://www.bsi.bund.de/dok/passwortdiebstahl-durch-phishing> (aufgerufen am 22.05.2025).
- [29] *PISA-Studie: Die wichtigsten Ergebnisse*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/fr53xh8> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [30] *Römische Republik, Gaius Julius Cäsar und P. Sepulius Macer, Denar*  
URL: <https://tinyurl.com/3en96vvu> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [31] G. SCHNEIDER & C. TOYKA-SEID: *Fake News*. 2025  
URL: <https://tinyurl.com/ym9xc7sh> (aufgerufen am 19.05.2025).

- [32] *Soziale Netzwerke* Diskussion mit *Propaganda-Bots*. 2014  
URL: <https://tinyurl.com/25yuty36> (aufgerufen am 06.06.2025).
- [33] *The UK contribution to the EU budget*. 2019  
URL: <https://tinyurl.com/ydvv8dsy> (aufgerufen am 22.05.2025).
- [34] *Twitter's Recommendation Algorithm*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/mryk9ymn> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [35] *Ukraine police bust another bot farm accused of pro-Russia propaganda, internet fraud*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/mryavyv8> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [36] *Viele Schüler erkennen Falschnachrichten schlecht. Sonderauswertung der Pisa-Studie*. 2025  
URL: <https://tinyurl.com/yasruz6t> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [37] S. VOSOUGHI, D. ROY & S. ARAL: *The spread of true and false news online*. *Science* **359**(6380) (2018) 1146–1151  
URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aap9559> (aufgerufen am 06.04.2025).
- [38] *Was waren die Reichsparteitage?*  
URL: <https://tinyurl.com/y7wpbp7m> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [39] *Wie funktioniert mein Social-Media-Algorithmus?* 2025  
URL: <https://tinyurl.com/ynb46anx> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [40] *Woran Sie Desinformation erkennen können*  
URL: <https://tinyurl.com/3vhs5wx4> (aufgerufen am 19.05.2025).
- [41] *Zur Geschichte der Medienwelt*  
URL: <https://tinyurl.com/3kpr86kp> (aufgerufen am 19.05.2025).

# Zwischen Fakt und Fiktion Die Galileo-Affäre im Kontext geschichtswissenschaftlicher Theorie

TIM-JONAS PETER & LEA TELLMANN



Geschichte ist eine Reihe von Lügen,  
auf die man sich geeinigt hat.<sup>1</sup>

*(Napoleon Bonaparte)*

Unser Vortrag behandelt das Spannungsfeld zwischen Fakt und Narrativ in den Geschichtswissenschaften. Es geht einerseits um die konkreten Erzählungen und geschichtswissenschaftlichen Interpretationen des Lebens von Galileo Galilei, dann aber auch um die Theorie hinter der Entstehung und Wahrnehmung von Geschichte im Allgemeinen.

## Galileos Geschichte<sup>2</sup>

Galileo Galilei wurde am 15. Februar 1564 in Pisa geboren, studierte zwischen 1581 und 1585 an der dortigen Universität Medizin, Philosophie und Mathematik und wurde 1589 zum Mathematikprofessor an ebenjener Universität berufen. Er war schon zu Lebzeiten in ganz Europa durch seine Beobachtungen mit dem Teleskop bekannt – 1610 veröffentlichte er diese im *Siderius Nuncius*, nachdem er ein Jahr zuvor von der Erfindung des Fernrohrs in den Niederlanden erfahren hatte. Durch diese und andere Erfolge konnte er die Position des Hofmathematikers des Großherzogs der Toskana in Florenz erlangen.

Unter anderem entdeckte Galileo die vier Jupitermonde, die wir heute als Io, Europa, Ganymed und Kallisto kennen. Die Tatsache, dass diese Himmelskörper offenbar den Jupiter und nicht die Erde umkreisen, war einer der Gründe dafür, warum sich Galileo immer mehr dem *kopernikanischen Weltbild* verpflichtet fühlte. Dieses astronomische Modell sieht die Sonne als statisch in der Mitte des Universums und die Erde sowie alle anderen Himmelskörper in beweglichen konzentrischen Sphären um diesen gemeinsamen Mittelpunkt angeordnet. Diese Meinung stand allerdings im Konflikt zur führenden Lehrmeinung zu Galileos Zeit, dem *ptolemäischen Weltbild*. Diese Theorie sieht die Erde als statisch im Mittelpunkt des Universums und die anderen (bewegten) Himmelskörper konzentrisch um die Erde angeordnet.

Nachdem Galilei seine Ansichten über den Heliozentrismus 1615 in einem Brief an die Großherzogin der Toskana de facto publik machte, reiste er noch im selben Jahr nach Rom, um diese Ansichten vor kirchlichen und geistlichen Gelehrten zu verteidigen. Allerdings hatten seine Überzeugungsversuche keinen Erfolg und ihm wurde von Kardinal Robert Bellarmin (1542–1621) befohlen, die Positionen des Kopernikus nicht weiter zu vertreten, zu verteidigen oder zu lehren. Nach diesem Fehlschlag widmete der pisaner Professor sich zunächst anderen Themen, bis 1632 eines seiner Hauptwerke, der *Dialogo*, veröffentlicht wurde. Wie der Titel schon verrät ist dieses Buch konzipiert als ein Dialog zwischen einem Vertreter

---

(1) Dieses Zitat wird oft Napoleon zugeschrieben, die Quelle hierfür ist wohl *Memoirs of the Life, Exile, and Conversations, of the Emperor Napoleon. By the Count de las Cases.*, Vol. IV (eine englische Übersetzung des französischen Originals). Dort sagt Napoleon am 20. November 1816 Folgendes: »It must be admitted, my dear Las Cases, that it is most difficult to obtain absolute certainties for the purposes of history. [...] The historic truth, so much in request, to which every body eagerly appeals, is too often but a term. At the time of the events, during the heat of conflicting passions, it cannot exist; and if, at a later period, all parties are agreed respecting it, it is because those persons who were interested in the events, those who might be able to contradict what is asserted, are no more. *What then is, generally speaking, the truth of history? A concerted fable, as it has been very ingeniously remarked.* There are, in these matters, two essential points, very distinct from each other: the positive facts, and the moral intentions. With respect to the positive facts, it would seem that they ought to be incontrovertible; yet you will not find two accounts agreeing together in relating the same fact: some have remained contested points to this day, and will ever remain so. With regard to moral intentions, how shall we judge of them, even admitting the candour of those who relate events? And what will be the case if the narrators are not sincere, or if they should be actuated by interest or passion? [...]«

der kopernikanischen Lehre (Salviati) und einem Vertreter der ptolemäischen Lehre (Simplicio), die versuchen einen gebildeten Laien (Sagredo) zu überzeugen. Nach Ansicht der Kirche verstieß diese Veröffentlichung aber gegen das zuvor von Bellarmin erlassene Verbot, sodass Galileo sich 1633 einer Anklage der Inquisition in Rom stellen musste. Letztendlich wurde er dann unter »heftigem Verdacht der Häresie« schuldig gesprochen und verbrachte den Rest seines Lebens im Hausarrest in Florenz. Zudem musste er vor einem Rat kirchlicher Würdenträger seine Schuld eingestehen, und der *Dialogo* wurde auf den Index der verbotenen Bücher gesetzt.

Allerdings war Galileos Zeit im Hausarrest alles andere als unbequem und unproduktiv. 1638 veröffentlicht er die *Discorsi*, in denen er unter anderem seine Überlegungen zur Kinematik darlegte. Er beschreibt dort zum ersten Mal korrekt das Fallgesetz und den parabelförmigen Projekttilflug und legte somit einen weiteren Grundstein der modernen Physik. Einen Einblick in diese Entwicklung gibt der Beitrag *Galileo Galilei und die Entwicklung seiner Fallgesetze* von Markus Wacker in NAGEL et al. [7]. Galileo Galilei starb am 08. Januar 1642 in Florenz.

Die biographischen Details zu Galileos Leben sind zum großen Teil als historische Fakten gesichert, allerdings bleibt immer noch viel Spielraum zur Interpretation der Sachlage. Zudem gibt es einige Geschichten über den großen Naturwissenschaftler, deren Wahrheitsgehalt fraglich ist. Wie kann man nun als historisch forschende oder auch nur interessierte Person diese Fakten(?) sortieren, interpretieren und daraus eine kohärente »Geschichte« machen? Theoretische Ansätze aus den Geschichtswissenschaften um diese Fragen zu klären liefert der nächste Teil unseres Textes.

## Geschichtswissenschaftliche Theorie

Um näher darauf einzugehen, wovon Geschichte beeinflusst wird, wäre zunächst zu klären, was Geschichte überhaupt ist. Geschichtsschreibung ist ein Konstrukt und ein Vorstellungskomplex, der durch die unterschiedlichen Zeitmodi Vergangenheit, gegenwärtiges Selbstverständnis und Zukunftserwartung geprägt ist. Geschichtsschreibung wird diesbezüglich strukturiert und gedeutet. Das Bewusstseinskonstrukt ist geprägt von gegenwärtigen Erfahrungen und Wertungen sowie zukünftigen Perspektiven, damit einher gehen Appelle, Forderungen und Wünsche, somit handelt es sich bei Geschichtsschreibung um Auslegungen von Auslegung und man kann von keiner objektiven Nacherzählung der tatsächlichen Geschehnisse sprechen.

Geschichte ist ebenfalls Teil des öffentlichen Lebens und tritt uns im Alltag in verschiedenen Formen entgegen, z. B. in Museen, Denkmälern, Gedenktagen und politischen Diskursen. Nicht immer handelt es sich dabei um auf Fakten basierendes Wissen. So wird Geschichte beispielsweise in der Politik genutzt, um

(2) Für eine detaillierte Biographie Galileis kann man z. B. DRAKE [3] zu Rate ziehen, einen Überblick über seine Entdeckungen mit dem Teleskop findet man in MACHAMER [6, Kap. 7].

Meinungen zu begründen. Geschichte tritt uns in einer Vielzahl von Momenten entgegen und ist Teil unserer Vergangenheit und ist somit auch unabdingbar Teil unseres gegenwärtigen Selbstverständnisses. Geschichte kann die Grundlage von Werten, Interessen und Erwartungen sein. Gegenwartsorientierung bedarf auch historischer Erfahrungen, sie ist als Koordinatensystem zu verstehen, in welches Gesamtentwürfe mit einfließen. Die Pluralität von Geschichte zu bewahren, ist wichtig für die rechtliche Sicherung eines demokratischen Systems und wirkt einer monopolisierten Geschichtsschreibung entgegen.

Geschichte tritt uns nicht nur als alltägliches Phänomen entgegen, sondern sie wird auch als Wissenschaft betrieben. Geschichtsschreibung als wissenschaftliche Disziplin muss allerdings bestimmte wissenschaftliche Merkmale erfüllen. So sollte sie auf Quellen basieren und darf Fakten nicht leugnen. Doch auch wenn man geschichtswissenschaftlich vorgeht, handelt es sich immer um eine konstruierte Wirklichkeit. Quellen sind immer eine individuelle Darstellung der Ereignisse, da sie Deutungen des jeweiligen Autors sind, in welche die Wertungen, Perspektiven, Erfahrungen und Interessen mit einfließen, auch wenn diese sich um Objektivität bemühen. Es ist darauf zu achten, dass Geschichtsschreibungen in sich schlüssig sind, weil sich die Adressaten und deren Sozialisation und Werte im Laufe der Zeit verändern und Geschichte demgegenüber bleibt. Glaubwürdigkeit an einer Geschichte wird hergestellt, indem auf den Erfahrungsgehalt hingewiesen wird, indem unterstrichen wird, dass die Geschichte tatsächlich so stattgefunden hat, zum Beispiel durch Quellen [12]. Ein weiterer Faktor für die Glaubwürdigkeit einer Geschichte ist der Bedeutungsgehalt, denn Geschichtsschreibungen sollten eine Bedeutung für die Lebenspraxis der Adressaten haben. Mit Hilfe von Normen sollte eine kausale Verknüpfung hergestellt werden und damit Handlungen und Vorgehensweisen erklärbar werden. Glaubwürdigkeit an dem Sinngehalt kann deutlich werden, indem eine Synthese von Zeiterfahrungen stattfindet. Damit ist gemeint, dass Zeiterfahrungen und Zeitabsichten durch das historische Erzählen in die Einheit einer Zeitvorstellung verschmolzen wird. So entsteht also eine Kontinuitätsvorstellung. Am Anfang jeder Geschichte steht ihr Sinn, so sollte jede Geschichte in einem sinnvollen Zusammenhang stehen.

### ***Geschichtsbewusstsein***

Bei der näheren Betrachtung von Einflussfaktoren, welche auf die Art und Weise, wie Geschichte geschrieben wird, einwirken, spielt der Begriff Geschichtsbewusstsein eine große Rolle. Geschichtsbewusstsein ist das Wissen darüber, dass wir es bei Geschichte auf eine Art und Weise immer mit uns selbst zu tun haben, und das Bewusstsein, dass Geschichte uns in unendlich vielen Variationen entgegentritt (SCHNEPF [13]). Aus der Betrachtung des Terminus »Geschichtsbewusstsein« lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Geschichte ist in unserem Bewusstsein nach unseren Werten, Vorstellungen, Fragen und Interessen konstruiert, dennoch handelt es sich um Geschichte, nicht um Fiktion. Es ist zu beachten, dass Geschichte immer eine begrenzte, selektierte und perspektivische Rekonstruktion

der Vergangenheit im gegenwärtigen Bewusstsein ist. Bereits im Alltag kommt es häufig zu inkompatiblen Selbst- und Fremdwahrnehmungen, dies verdeutlicht die Schwierigkeit von Geschichte und Geschichtsbewusstsein, da auch hier verschiedene Wahrnehmungen hineinfließen. Geschichtsbewusstsein wird von verschiedenen Momenten geprägt. Zum einen von dem Problem der *Normativität*. Es muss festgelegt werden, was unter Geschichtsbewusstsein verstanden wird, dies ist jedoch schwierig, da es mehrere Ausprägungen von Geschichtsbewusstsein gibt. Das hat häufig zur Folge, dass fehlendes oder mangelndes Geschichtsbewusstsein vorgeworfen wird, wenn nicht die Bewusstseins-elemente des eigenen Geschichtsbewusstseins hat. Ein anderes Moment von Geschichtsbewusstsein ist die *Komparistik*, da Geschichtsbewusstsein sozialisationsabhängig ist. In unterschiedlichen sozialen und historischen Kontexten bzw. nach sozialen Schichten und parteipolitisch geprägten Gruppen, verläuft historische Sozialisation ebenso unterschiedlich wie in historischen Regionen. So gibt es beispielsweise auch ein regionales Geschichtsbewusstsein. Überdies ist Transformation ein Element von Geschichtsbewusstsein, da Geschichtsbewusstsein sich im Erzählen, sowie Umerzählen von Geschichte äußert. Dieses Veränderungsbedürfnis ist schon auf lebensgeschichtlicher Ebene zu erkennen. Je nach Geschichtswissenschaftler\*in wird Geschichtsbewusstsein auf eine andere Art und Weise beschrieben (PANDEL [8]).

Im Folgenden werden wir exemplarisch auf das Geschichtsbewusstsein nach Hans-Jürgen Pandel(1940- ), einem deutschen Historiker und Geschichtsdidaktiker, eingehen. Für Pandel ist Geschichtsbewusstsein ein komplexes Gebilde, welches sich durch Strukturen auszeichnet und über die Anwesenheit und Abwesenheit von historischem Wissen definiert. Es handelt sich dabei nicht nur um eine formale Orientierung in der historischen Zeit, sondern auch um eine sozialpolitische Orientierung über die sich wandelnden gesellschaftlichen Verhältnisse. Pandel erklärt Geschichtsbewusstsein als eine individuelle mentale Struktur, die durch ein System von sieben aufeinander verweisender Kategorien gebildet wird. Die drei Basiskategorien lauten: *Zeitbewusstsein*, *Wirklichkeitsbewusstsein* und *Historizitätsbewusstsein*. Zusätzlich wird noch zwischen vier sozialen Kategorien unterschieden, dazu gehören das *Identitätsbewusstsein*, *politisches Bewusstsein*, *ökonomisch-soziales Bewusstsein* und *moralisches Bewusstsein*.

Unter dem Wirklichkeitsbewusstsein wird die Unterscheidung zwischen real/historisch und imaginär verstanden. So muss lebensgeschichtlich die Existenz sowie Nicht-Existenz von imaginären Personen, dem Weihnachtsmann oder Rotkäppchen erlernt werden. Dieser Lernprozess ist nicht in der frühen Jugend abgeschlossen. Das historische Denken ordnet seine Imaginationen, Träume und Utopien in den verschiedenen akzentuierten Zeitdimensionen an. Es ist nicht »ein für allemal bestimmt eindeutig«, wo eine Grenze zwischen real und fiktiv gezogen wird, da diese in verschiedenen Kulturen und gesamtgesellschaftlich jeweils anders gezogen wird. Davon zeugen Erzählungen, wie die von Barbarossa, Friedrich dem Großen und auch Galileos. Galileos Existenz wird zwar nicht angezweifelt, aber es gibt verschiedene Erzählungen über ihn, bei denen real und fiktiv nicht

mehr trennscharf ist. Das Zeitbewusstsein beschäftigt sich mit der Unterscheidung zwischen den Zeitmodi; Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Geschichte ist als Prozess der Veränderung in der Zeit zu verstehen. Dazu zählt die Vorstellung von einer Dichtigkeit der Ereignisse. Damit ist gemeint, dass bestimmte historische Epochen zumindest scheinbar mit mehr Ereignissen und in kürzeren Abständen besetzt sind als andere. Ein weiterer Punkt ist die Länge der Zeitausdehnung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Damit ist gemeint, wie weit das Geschichtsbewusstsein in die Vergangenheit zurückreicht und in die Zukunft vorausdenkt. Auch die Akzentuierung von Zeitdimensionen spielt eine Rolle im Zeitbewusstsein, da Gesellschaften dazu neigen, bestimmte Zeitdimensionen zu bevorzugen und diese für wichtig halten, um ihre eigene Lage zu deuten. Ein weiterer Punkt ist die Narrativierung von Zeit. Dabei wird eine Umgliederung von wahrgenommenen und erlernten Ereignissen vorgenommen.

Unter dem Historizitätsbewusstsein wird das Wissen verstanden, dass Personen, Dinge und Ereignisse sich in der Zeit verändern, aber auch dass bestimmte Dinge und Ereignisse sich in der kurzen Zeit der eigenen Lebensspanne scheinbar nicht verändern. So wirken beispielsweise Ländergrenzen unveränderlich, wohingegen viele Regierungen als veränderlich wahrgenommen werden.

Das Identitätsbewusstsein beschreibt die Erfahrung, dass einzelne Menschen wie auch Menschengruppen sich ändern und doch mit sich selbst identisch bleiben. Dazu zählt auch das Bewusstsein, zu verschiedenen Gruppen »wir« zu sagen und sich damit von anderen »sie«, »ihr« abzugrenzen. Ein Beispiel für »wir« Gruppen können unsere Familie, unser Verein, unsere Stadt und unsere Nation sein; mit der Zuschreibung geht häufig eine Identifikation einher. Diese Differenzierung zwischen Wir und Ihr ist in der Regel mit einer Verteilung von sozialen Wertigkeiten verknüpft. Eine weitere Kategorie nach Pandel ist das politische Bewusstsein, welches auch als Herrschaftsbewusstsein verstanden werden kann, also das Verständnis davon, dass Gesellschaften durch Herrschaft geordnet sind. Geschichte hat also auch immer mit asymmetrisch verteilten Machtverhältnissen zu tun. Häufig wird bei der Lokalisierung von Macht nicht gesehen, welche Macht beispielsweise wirtschaftliche Institutionen haben. Das ökonomisch-soziale Bewusstsein beschäftigt sich mit der Wahrnehmung ökonomisch-sozialer Unterschiede in historischen Darstellungen sowie der Wahrnehmung sozialer Ungleichheit in der Gegenwart. Dazu gehören Adjektive wie arm, reich und oben, unten. Eine weitere Kategorie nach Pandel ist das moralische Bewusstsein. Die Welt historischer Sachverhalte wird »moralisiert«, es wird nach den zugrundeliegenden Motivationen und Begründungsformen von Handlungen gefragt, und diese werden bewertet. Im Allgemeinen wird auch von der Selbstobligation gegenüber sozialen Normen gesprochen, so werden Prädikate, wie »gut« und »böse« nach Regeln zugeschrieben.

Es handelt sich bei Geschichtsbewusstsein also um ein individuelles und soziales Konstrukt. Dabei hat Geschichtsbewusstsein nicht nur eine Wahrnehmungsfunktion, sondern auch eine Deutungsfunktion, welche individuell und soziokulturell unterschiedlich erfolgt. Die zuvor beschriebene Strukturbestimmung nach Pandel

sagt nichts darüber aus, was passiert, wenn Geschichtsbewusstsein lebensgeschichtlichen Wandlungsprozessen unterworfen wird.

Nun wurde näher der Begriff Geschichte und Geschichtsbewusstsein beleuchtet und es wurde betrachtet, welche Faktoren die Geschichte, die erzählt und geschrieben wird beeinflusst. Im folgenden wird am Beispiels Galileo gezeigt, wie ein und dieselbe Geschichte auf unterschiedliche Arten wahrgenommen und für die eigenen Zwecke genutzt wird.

## Galileos Geschichtsschreibung

### *Quellen zu Galilei und ihre Probleme*

Zum Leben Galileo Galileis existiert eine extrem umfangreiche Quellenlage und Forschungsliteratur, die in diesem Text nur in Teilen behandelt werden kann, so listet das digitale Literaturverzeichnis des Museo Galileo in Florenz schon über 28.000 separate bibliographische Einträge [5]. Eine wichtige frühe Quelle über das Leben Galileis ist die Biographie des italienischen Wissenschaftlers *Vincenzo Viviani* (1622–1703). Diese Quelle wird im Artikel von SEGRE [14] ausführlich diskutiert, im Folgenden werden nur einige Aspekte davon wiedergegeben.

Viviani war in Galileos letztem Lebensabschnitt sein Schüler und Assistent, er wohnte mit dem großen Astronomen zusammen in Florenz und half beim Verfassen seiner Texte (Galileo war im hohen Alter erblindet). Nach Galileos Tod wurde Viviani vom Kardinal Leopold de' Medici (1617–1675) mit dem Verfassen einer Biographie beauftragt, welche erst 1717, nachdem Viviani selbst gestorben war, erschien. Dieses sehr einflussreiche Schriftstück enthält viele wertvolle Informationen über Galilei, die auch heute noch für Historiker brauchbar sind. Allerdings verfolgte Viviani auch seine eigene Agenda, er will nämlich Galileo gegenüber der Kirche rehabilitieren, also z. B. die Streichung des *Dialogo* vom Index bewirken und die Errichtung eines würdigen Grabmals für seinen Lehrer erreichen. Zu diesem Zweck reicherte Viviani seine Biographie Galileos mit einigen Mythen an. Zum Beispiel wird Galileo explizit als Renaissance-Genie dargestellt und mit Michelangelo (1475–1564) verglichen. Der Todestag dieses überragenden Künstlers fiel nämlich auf den 18. Februar 1564, also genau 3 Tage nach Galileos Geburt. Diese Tatsache sollte dem Leser der Biographie klarmachen, dass Galileo schon von Geburt an für Großes bestimmt war, da seine Geburt doch so eng mit dem Lebensende des Michelangelo verknüpft war.

Außerdem will Viviani Galileo als großen Experimentator darstellen, deswegen finden sich in seiner Biographie zwei Geschichten mit fragwürdigem historischem Gehalt, die nun etwas genauer beleuchtet werden. Zuerst erzählt Viviani, dass Galileo die Isochronie der Pendelschwingung beim Beobachten des großen Leuchters in der Kathedrale zu Pisa entdeckte. Dieses »Ereignis« kann so allerdings nicht stattgefunden haben, da der Leuchter in der Kathedrale erst aufgehängt wurde, nachdem Galileo laut Viviani seine Beobachtung gemacht hatte (siehe MACHAMER [6], Kapitel 11, Seite 400–401). Das zweite Ereignis ist Galileos Ex-

periment zum Fallgesetz: Laut Viviani demonstrierte Galilei seine Ideen zum Fallgesetz den Gelehrten in Pisa, indem er Objekte verschiedenen Gewichts vom schiefen Turm fallen ließ, sodass alle Beobachter die gleiche Fallzeit der Gewichte beobachten konnten. Diese Geschichte kann man nicht wie die erste direkt widerlegen, allerdings ist Viviani dafür die einzige Quelle und deswegen wurde sie von verschiedenen Historikern angezweifelt (vgl. Koyré).

Wir haben nun gesehen, dass der Rekonstruktion von Galileos Leben nicht eine naive Interpretation der verfügbaren Quellen zugrunde liegen darf, man muss mit etwas mehr Feingefühl vorgehen. Gerade bei Galileo Galilei ist die Quellenlage besonders problematisch, da er schon zu Lebzeiten berühmt und umstritten war und somit viele Zeitgenossen mit einer eigenen Agenda über ihn schrieben. Zudem wird Galileo als Gründerfigur der modernen Naturwissenschaften gesehen und sein Konflikt mit der Kirche als Ursprung des Kampfes zwischen Naturwissenschaft und Religion. Deswegen ranken sich um Galileo viele Erzählungen und Legenden, die nicht immer scharf vom tatsächlichen Hergang zu trennen sind, und viele respektierte Historiker haben teilweise ganz entgegengesetzte Interpretationen über ihn entwickelt. Im Folgenden wollen wir einige dieser Meinungen vorstellen und kontrastieren.

### ***Galileo und moderne Historiker***

Wir behandeln drei Paare entgegengesetzter Interpretationen von Person und Werk Galileo Galileis<sup>3</sup>. Eine sehr ausführliche Darstellung speziell über die verschiedenen Interpretationen des Galileo-Prozesses findet man in FINOCCHIARO [4].

**1. Revolutionär vs. Traditionalist** Der erste Kontrast behandelt die Frage, inwiefern Galileos wissenschaftliche Arbeitsweise und Erkenntnisse eine revolutionäre Neuerung darstellen oder in der Tradition seiner Vorläufer stehen. Laut der ersten Position wird Galileo als Vater der wissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts gesehen, vor allem seine Anwendung der Mathematik zum Verständnis der Natur und seine wissenschaftliche Methodik – also sein Fokus auf das Experiment als Mittel des Erkenntnisgewinns – werden als radikale Neuerungen dargestellt. Die Mathematisierung der Naturwissenschaften ist sicherlich eine große Errungenschaft und Galileo gilt als einer der Hauptverantwortlichen für dieses Phänomen, wie sich an seinem wohl berühmtesten Zitat schon zeigt:

Die Philosophie steht in diesem großen Buch geschrieben, das unserem Blick ständig offen liegt [, ich meine das Universum]. Aber das Buch ist nicht zu verstehen, wenn man nicht zuvor die Sprache erlernt und sich mit den Buchstaben vertraut gemacht hat, in denen es geschrieben ist. Es ist in der Sprache der Mathematik geschrieben, und deren

(3) Die Zusammenstellung dieser Meinungen ist im Wesentlichen aus dem Artikel von REMMERT [11] und Kapitel 11 von MACHAMER [6] übernommen, diese beiden Veröffentlichungen waren die Hauptinspiration für meinen Teil des Romvortrags und dieser Ausarbeitung.

Buchstaben sind Kreise, Dreiecke und andere geometrische Figuren, ohne die es dem Menschen unmöglich ist, ein einziges Bild davon zu verstehen; ohne diese irrt man in einem dunklen Labyrinth herum.<sup>4</sup>

Im 19. Jahrhundert wird die These vom Revolutionär Galilei dann im *Risorgimento*, der italienischen Unabhängigkeitsbewegung, stark favorisiert. Galileo wird zum Nationalheld erhoben und soll die italienischen Freiheitskämpfer an ihre glorreichen Vorfahren erinnern. Nach der nationalstaatlichen Einigung Italiens veranlasst König Umberto I 1887 die Neuherausgabe von Galileos Gesamtwerk, der *Edizione Nazionale*. Allein der Name verrät schon, dass dies eine Angelegenheit von nationaler Wichtigkeit war und Umberto erklärt die Angelegenheit zu einer »Erwägung von höchstem Nationalstolz« (siehe REMMERT [11]). Doch obwohl dieses Werk eindeutig im Zeichen des Nationalismus entstanden ist, so gilt die *Edizione Nazionale*, herausgegeben zwischen 1890 und 1909 von dem Historiker Antonio Favaro (1847–1922), heute noch als Standardwerk für die Galileo-Forschung.

Die Gegenthese sieht Galilei explizit in der Tradition seiner Vorgänger. Einer der energischsten Vertreter dieses Standpunkts war wohl Raffaello Caverni (1837–1900), der zwischen 1891 und 1900 sein Werk *Storia del metodo sperimentale in Italia* veröffentlichte, in dem er ganz bewusst die Tätigkeiten von Vorgängern Galileis hervorhob und damit Galileos Leistungen relativierte. Zu diesen Vorgängern gehörte unter anderem Niccolò Tartaglia (1500–1557), ein venezianischer Mathematiker, der in seiner *Nova Scientia* große Beiträge zur Ballistik bzw. zum Projekttilflug leistete. Ein weiterer Gelehrter, der einen Einfluss auf Galilei gehabt haben könnte, war Jacopo Zabarella (1533–1589), ein Philosophieprofessor in Padua, der sich schon im 16. Jahrhundert mit der Rolle des Experiments in den Naturwissenschaften beschäftigte. Caverni vertrat die These, dass Galileo im Prinzip nichts neues geleistet hat so intensiv, dass er von Antonio Favaro von der Mitarbeit an der *Edizione Nazionale* ausgeschlossen wurde (siehe CASTAGNETTI et al. [2]).

**2. Märtyrer vs. Häretiker** Der zweite Kontrast bezieht sich auf Galileos Prozeß vor der Inquisition. Die erste Perspektive sieht Galileo als Märtyrer der Wissenschaft, der von der Kirche zu Unrecht verurteilt wurde. Diese These wurde schon während des Prozesses in Briefen von Beobachtern (speziell in einem Brief von Gabriel Naudé (1600–1653) an Pierre Gassendi (1592–1655)) geäußert, die die »Machenschaften« der Jesuiten für Galileos Schicksal verantwortlich machen. Sehr früh äußert sich auch der berühmte englische Poet John Milton (1608–1674) über Galileo. In seiner berühmten Streitschrift *Areopagitica* für die freie Meinungsäußerung, die er 1644 während des englischen Bürgerkriegs veröffentlichte, erwähnt Milton ganz explizit das Urteil gegen Galileo. Das Schicksal des großen Astronoms, den Milton im Hausarrest besucht hatte (allerdings wird diese Begebenheit von manchen Historikern auch in Frage gestellt), wird dort als Argument herangezogen, warum die Einschränkung der Meinungsfreiheit auch für die wissenschaftliche Entwicklung nicht förderlich ist. Interessanterweise ist Galileo auch der einzige

(4) Galileo im *Saggiatore* von 1623, zitiert in Ehrhard Behrends: Ist Mathematik die Sprache der Natur? Mitt. Math. Ges. Hamburg 29 (2010), 53 – 70

Zeitgenosse Miltons, der in seinem wohl berühmtesten Werk *Paradise Lost* namentlich erwähnt wird (siehe Seiten 79 bis 102 in ALBRECHT et al. [1]). Während der Aufklärung war diese Perspektive auf den Galileo-Prozeß natürlich gefundenes Fressen für die großen Kritiker der Kirche, so schreibt z. B. Voltaire(1694–1778) 1754:

Die Verfolger (Galileis) war die Partei, die sich irrte. Diejenigen, die ihn zur Buße aufforderten, irrten sich noch mehr. Jeder Inquisitor sollte beim Anblick einer der kopernikanischen Sphären überwältigt werden von einem Schamgefühl im tiefsten Winkel seiner Seele.<sup>5</sup>

Interessanterweise wurde diese Argumentation auch von den Nationalsozialisten wieder aufgegriffen, um ihre Rassenlehre vor Angriffen der katholischen Kirche zu verteidigen. 1938 veröffentlichte der deutsche Mathematiker Ludwig Bieberbach(1886–1982) das Buch *Galilei und die Inquisition*, um genau diese Sichtweise zu untermauern.<sup>6</sup>

Die Gegenthese sieht Galileo als Häretiker, der zumindest in Teilen zurecht von der Kirche verurteilt wurde. In seinem Buch *Galileo, der Ketzer* hebt der italienische Historiker REDONDI [9](1950- ) hervor, dass Galilei ein Vertreter des Atomismus – der Lehre, dass Materie aus kleinsten unteilbaren Teilchen besteht – war. In Galileos berühmten Werk *Il Saggiatore* (1623) finden sich Passagen, in denen er solche Positionen vertritt. Diese Sichtweisen führten schließlich zu einer anonymen Beschwerde bei der Inquisition, denn damals wurde der Atomismus als widersprüchlich zur Transsubstantiationslehre aufgefasst (die Transsubstantiationslehre besagt, dass sich Brot und Wein während der katholischen Messe substanziell in Leib und Blut Christi verwandeln). Laut Redondi war dieser Anklagepunkt viel schwerer als der Heliozentrismus, für den letzteren hätte er bei einem Inquisitionsprozess eine extreme Strafe erhalten können. Deswegen war Galileos Anklage in 1633 eine Strategie seiner Gönner und Freunde in der Kirche – von denen es einige gab – ihn vor einem schlimmeren Schicksal zu bewahren. Immerhin wurde ca. 30 Jahre zuvor Giordano Bruno(1548–1600) als Häretiker auf dem Scheiterhaufen verbrannt, unter anderem auch weil seine Positionen in Konflikt mit der Transsubstantiationslehre standen. Interessanterweise war Kardinal Bellarmin auch an diesem Fall beteiligt.

**3. Experimentalist vs. Platonist** Der dritte und letzte Kontrast behandelt Galileos wissenschaftliche Grundposition. Die klassische Perspektive sieht Galileo als Vater der Experimentalphysik und somit ganz in der Tradition Vivianis als großen Empiristen. Laut dieser These waren Galileos Experimente vor allem zum Fallgesetz essenziell für seinen Erkenntnisgewinn, seine wissenschaftlichen Fortschritte sind also ohne experimentelle Beobachtung undenkbar. Diese Position wird einerseits unterstützt durch die zahlreichen Geschichten von Galileos Experimenten

(5) Voltaire im *Dictionnaire Philosophique*, 1754, zitiert nach der englischen Übersetzung von Abner Kneeland, 1835, meine Übersetzung.

(6) Mehr Informationen zu diesem Thema findet man in REMMERT [10].

in Vivianis Biographie – die ja wie weiter oben schon gesehen teilweise historisch nicht ausreichend belegt sind – aber auch durch stichhaltigere Argumente. 1961 hat der Historiker Thomas Settle(1930–2020) z.B. Galileos Experimente an der schiefen Ebene wiederholt und gezeigt, dass auch unter den Umständen des 17. Jahrhunderts durchaus sinnvolle Beobachtungen möglich waren. Auch der Galilei-Experte Stillmann Drake(1910–1993) war in der Lage Galileos experimentelle Tätigkeiten anhand seiner unpublizierten Notizen zu rekonstruieren.

Die Gegenthese behauptet, dass Galileos Erkenntnisse im Wesentlichen a-priori formuliert wurden, dass also seine Ideenwelt wesentlich wichtiger für seine wissenschaftlichen Beiträge war. Die Bedeutung von Galileis theoretischen Überlegungen wurde 1938 ausdrücklich von dem Wissenschaftsphilosophen Alexandre Koyré(1892–1964) in seinen Galilei-Studien formuliert. Koyré hinterfragt aus einer philosophischen Perspektive die Rolle des Experiments in der Wissenschaft im Allgemeinen und beschreibt Galileo in seinen Werken als Platonist. Demnach beinhalten Experimente immer a-priori Formulierungen und Hypothesen, sie sind also von Natur aus theorieabhängig. Laut dieser Perspektive sind Galileos große Leistungen also theoretischer Natur und keine Sinneserfahrungen, seine Experimente werden oft nur als Gedankenexperimente gesehen, die als a-posteriori-Argumente für seine Thesen erdacht wurden. Koyrés Gegner haben ihm immer unterstellt, dass seine persönliche Wissenschaftsphilosophie einen zu großen Einfluss auf seine historische Deutung von Galileo hatte. Allerdings gibt es auch Belege für eine platonistische Sichtweise Galileos. Zum Beispiel versuchte Marin Mersenne(1588–1648) in seiner *Harmonie universelle* (1636) Galileos Experimente zum Fallgesetz an der schiefen Ebene aufgrund von Galileis Veröffentlichungen zu wiederholen, er scheiterte jedoch bei der Replikation seiner Ergebnisse. Zudem zweifelt Mersenne an Galileos Behauptung der Isochronie der Pendelschwingung. Im 20. Jahrhundert macht der Wissenschaftshistoriker Emil Wohlwill(1835–1912) dann seine Zweifel an den Geschichten in Vivianis Biographie publik und stellt die Historizität des Experiments am schiefen Turm von Pisa und des Leuchters in der Kathedrale zu Pisa in Frage.

In der Literatur über Galileo findet man noch viele weitere solche Kontraste, der Wissenschaftsphilosoph Paul Feyerabend(1924 – 1994) charakterisiert ihn z.B. als »Anarchist«. Einen kurzen und informativen Einblick in Feyerabends Sicht auf Galileo findet man im Beitrag *Galileo Galilei: Seriöser Wissenschaftler oder Propagandist?* von Stefan Immervoll (in NAGEL et al. [7]).

Diese Kontraste zeigen, dass die Wahrheitsfindung in den Geschichtswissenschaften oft schwierig und mit vielen Nuancen behaftet ist. Um zu einer intern konsistenten und mit den historischen Fakten vereinbaren Geschichte zu kommen, ist viel Arbeit und Diskussion erforderlich. Die Geschichtsschreibung Galileis zeigt deutlich auf, dass im Laufe der Zeit immer wieder neue und teils entgegengesetzte Aspekte Galileos offengelegt werden. Dieses Netz aus wissenschaftlicher Forschung und Diskussion ergänzt sich zu einem immer detaillierterem Bild über Galileo.

## Literatur

- [1] A. ALBRECHT, G. CORDIBELLA & V. R. REMMERT, Hrsg.: *Tintenfass und Teleskop: Galileo Galilei im Schnittpunkt wissenschaftlicher, literarischer und visueller Kulturen im 17. Jahrhundert*. De Gruyter (2014).
- [2] G. CASTAGNETTI & M. CAMEROTA: *Raffaello Caverni and His History of the Experimental Method in Italy*. *Science in Context* **14** (2001) 327–339.
- [3] S. DRAKE: *Galileo: A Very Short Introduction*. OUP Oxford.
- [4] M. A. FINOCCHIARO: *Retrying Galileo, 1633–1992*. University of California Press (11. Apr. 2005).
- [5] *Galileoteca – Bibliographie*  
URL: <https://tinyurl.com/bd364srn> (aufgerufen am 23.04.2025).
- [6] P. MACHAMER, Hrsg.: *The Cambridge Companion to Galileo*. Cambridge University Press (1998).
- [7] R. NAGEL & H. FISCHER: *Galileo Galilei – Rom-Seminar im WS 94/95*. Eberhard-Karls-Universität Tübingen – Mathematisches Institut (1995).
- [8] H.-J. PANDEL: *Dimensionen des Geschichtsbewusstseins*. Schwann (1987).
- [9] P. REDONDI: *Galilei, der Ketzer*. Beck (1989).
- [10] V. R. REMMERT: *In the Service of the Reich: Aspects of Copernicus and Galileo in Nazi Germany's Historiographical and Political Discourse*. *Science in Context* **14** (2001) 333–359.
- [11] V. R. REMMERT: *As You Like Him: Images of Galileo Since the 17th Century: Paper Presented at ISIH Conference Cambridge*. *Intellectual News* **11** (2003) 17–23.
- [12] J. RÜSEN: *Historische Vernunft*. Vandenhoeck & Ruprecht (1983).
- [13] R. SCHNEPF: *Geschichte erklären*. Vandenhoeck & Ruprecht (2011).
- [14] M. SEGRE: *Viviani's Life of Galileo*. *Isis* **80**(2) (1989) 206–231.

# »There is a Method to Their Madness« Über die Wissenschaftlichkeit der Hexenverfolgung

JULIA SCHMIDT, LETIZIA TAHMAZ & SÖREN ROLLER



Es ist ein überaus gerechtes Gesetz, dass die Zauberinnen getötet werden, denn sie richten viel Schaden an [...]. Sie schaden mannigfaltig. Also sollen sie getötet werden, nicht allein weil sie schaden, sondern auch, weil sie Umgang mit dem Satan haben.

*(Martin Luther)*

Die Hexenverfolgung verbinden wir oft mit abergläubischen Wahnvorstellungen der einfachen Bevölkerung der »düsteren Epoche des Mittelalters«, angestiftet durch kirchliche Inquisitoren, die in Hexen die Schuldigen für die Leiden ihrer Zeit suchen. Inwiefern dieses Bild der Hexenverfolgung mit dem realen Phänomen und seiner inneren Logik übereinstimmt, erörtern wir in Form eines fingierten Fernsehinterviews.

*»Die Hexenprozesse waren eine der schlimmsten von Menschenhand angeordneten Katastrophen der europäischen Geschichte.« So sehen es jedenfalls die deutschen Historiker Wolfgang Behringer und Günter Jerouschek. (zitiert nach VOLTMER et al. [4]) Gerade wegen ihres brutalen und aus heutiger Sicht schwer nachvollziehbaren Charakters sind Hexenjagden noch immer ein großes Faszinosum für Wissenschaft und interessierte Öffentlichkeit. Somit ist es umso wichtiger, sich dieses Thema genauer anzuschauen. Bevor wir nun das Hauptthema dieses Interviews, die wissenschaftliche Methodik der Hexenverfolgung, betrachten, sollten wir uns erst einmal über den Begriff der Hexe sowie den zeitlichen Rahmen der Hexenverfolgung im Klaren sein. Wann tauchen die Hexen denn in den historischen Quellen auf?*

Der Begriff »Hexe« lässt sich 1419 erstmalig in deutschsprachigen Gerichtstexten finden. Vor 1400 glaubte man zwar durchaus an einzelne Zauberer und Zauberinnen, die durch Magie Schaden-, aber auch Heilzauber verrichten konnten. Erst im Laufe des 15. Jahrhunderts jedoch bildete sich ein neuartiges Gefühl der Bedrohung durch eine geheime, bösartige Hexensekte. (VOLTMER et al. [4])

*Oft wird die Hexenverfolgung im Mittelalter verortet, das ist 1400 aber schon fast vorbei. Wann genau war die Hexenverfolgung denn?*

Das stimmt. Ihre Ursprünge reichen zwar bis weit ins Mittelalter hinein, das ist jedoch nur der Anfang der Geschichte. Zu den ersten Hexenverfolgungen kam es, vor allem in den Gebieten um den Genfer See, ab 1430. Dabei gab es zwei Beweggründe, die sich gegenseitig verstärkten: zum einen theologische Vorstellungen über eine vermeintliche Hexensekte, zum anderen eine Prozesspraxis, die in der Suche nach derartigen Verstößen gegen die göttliche Ordnung eine ihrer zentralen Aufgaben sah. Gewissermaßen entstanden die Hexen erst aus der Suche nach ihnen. Schnell wandelten sich harmlose Vorwürfe der Zauberei, wie es sie immer schon gegeben haben dürfte, in ein Hexereiverfahren. Unter Folter wurden Geständnisse erzwungen, die ihrerseits die Vorstellungen der Inquisitionsgerichte zu bestätigen schienen. So wurden Wetter- und Schadenzauber gestanden, die plausible Erklärungen echter Krisen und Nöte darstellten. (VOLTMER et al. [4])

*Was für Krisen waren das?*

Im 15. Jahrhundert hatten die Menschen mit ihrer ganz eigenen Form von Klimawandel zu kämpfen. Die mittelalterliche Klimaanomalie, eine Periode außergewöhnlich milden Klimas in Mitteleuropa, war zu Ende. Nun verschlechterte sich das Klima, was zu Wetterkatastrophen, Missernten und Seuchen und folglich zu Teuerung und Unterernährung führte. Jedenfalls wurden diese Geständnisse bei den öffentlichen Hinrichtungen verlesen, was das Bedrohungsgefühl sowohl der Massen als auch der Eliten abermals verstärkte. Bald fanden auch am Bodensee und Oberrhein Hexenjagden statt. Bereits vor 1500 fielen hier Hunderte Menschen der Hexenverfolgung zum Opfer. Ebenso wie bei den frühen Hexenverfolgungen

im Elsass, in Lothringen, Metz und dem Rhein-Mosel-Raum trugen auch hier mit hoher Wahrscheinlichkeit die Agitationen des Inquisitors Heinrich Institoris sowie sein von Frauenfeindlichkeit geprägtes Hauptwerk, der Hexenhammer, maßgeblich zu den Eskalationen bei. Kurz darauf, zwischen 1500 und 1550, lassen sich Verfolgungen in Oberitalien, im Baskenland, in Katalonien, in Luxemburg und in großen Teilen des Deutschen Reichs nachweisen.

Gegen 1530 kamen die Hexenverfolgungen Mitteleuropas zunächst weitestgehend zum Erliegen. Dieser Rückgang könnte eine Folge der Reformation sein, denn die Phase der relativen Ruhe korreliert gerade mit dem ersten **politischen Erstarken des Protestantismus**. Ab etwa 1560 begannen die Hexenverfolgungen von Neuem, erneut begleitet von schweren Krisen. Dieses Mal sollten sie deutlich größeres Ausmaß annehmen und, wenn auch in regional sehr unterschiedlicher Ausprägung, bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts anhalten. Ihren Höhepunkt erreichten sie zwischen 1580 und 1650. Somit handelt es sich bei der Hexenverfolgung vor allem um ein Produkt der Frühen Neuzeit und nur zu kleinen Teilen um eines des späten Mittelalters. (VOLTMER et al. [4])

*Interessant, die Hexenverbrennung ist also ein Phänomen der frühen Neuzeit. Aber wie entstand denn überhaupt die Vorstellung von Hexen?*

Zunächst handelte es sich dabei um eine Fantasievorstellung von Gelehrten. Diese entstand aus der Verschmelzung unterschiedlichster Vorstellungen. Zunächst flossen Geständnisse ein, die Inquisitoren bereits seit dem 13. Jahrhundert bei Verfahren gegen Ketzer errangen und die von Teufelsanbetungen und -huldigungsritualen, nächtlichen Orgien und Kinderopfern berichteten. Gemischt wurden diese mit antisemitischen Vorurteilen, in denen ebenfalls Ritualmorde an Säuglingen und Kleinkindern eine prominente Rolle spielten. Hieraus ergaben sich auch die Bezeichnungen Sabbat oder Synagoge für den Hexentanz. Dazu kamen zum Teil jahrhundertealte Theorien über den Teufelspakt, etwa des spätantiken Theologen Augustinus oder des Thomas von Aquin aus dem Hochmittelalter. Zuletzt war auch der nicht weniger alte, heidnische Glaube an magische und dämonische Kräfte, Zauberei, Schadenzauber, Tierverwandlung und nächtlichen Flug nach wie vor verbreitet und trug zum Hexenbild bei. (VOLTMER et al. [4])

*Ketzer beten also den Teufel an, was unterscheidet denn dann diese von Hexen?*

Den Unterschied beschreibt der Bremer Professor Stephan Quensel in seinem Buch »Hexen, Satan, Inquisition – Die Erfindung des Hexen-Problems« wie folgt: »Ketzer waren sichtbare Abweichler, Hexen dagegen gefürchtete Phantasieprodukte. Ketzer handelten autonom, Hexen sind das Opfer Satans. Ketzer verursachten keine greifbaren Schäden, doch riskierten sie ihr Seelenheil, Hexen verursachten maleficia. Ketzer erklärten die Welt als Produkt des Teufels; Hexen dagegen paktierten mit dem Teufel. Die angeblichen sexuellen Orgien der Ketzer verloren in späterer Zeit an Reiz; für Hexen waren Teufels-Buhlschaft und die Sexualorgien des Sabbats zentrale Wesensmerkmale. Die Folter gegenüber Ketzern war zwar

päpstlich genehmigt, doch verließ man sich lieber auf die lähmende Kraft der Kerkerhaft, während sie sich in der Hexen-Zeit zum bestimmenden Moment der weltlichen Justiz änderte.« (QUENSEL [3, S. 9])

*Wie kam es dazu, dass dieses Hexenbild so stark verbreitet wurde?*

Grundsätzlich lässt sich der Glaube an Schaden verursachende Magie sowie der Versuch magischer Handlungen in nahezu allen Kulturen in unterschiedlicher Ausprägung und Verbreitung nachweisen. Dass die konkrete Vorstellung ketzerischer Hexen, deren Wirken gerade kraft des Teufels und damit aus der Ablehnung Gottes heraus geschah, sich jedoch in Europa und später auch in den Amerikas derart ausbreitete, ist tatsächlich nicht selbstverständlich. Diese Vorstellung bestand im Großen und Ganzen aus fünf Elementen: dem Teufelspakt, der Teufelsbuhlschaft, dem Hexenflug, der Teilnahme am Hexensabbat und den Schadenzaubern. Johannes Nider, ein Dominikanermönch, vereinte diese Vorstellung um das Jahr 1437 im *Formicarius*. Von 1431 bis 1437 fand das Basler Konzil statt, zu dem die angesehensten europäischen Gelehrten und Theologen zusammenkamen. Hier breitete sich die Lehre eines neuartigen Verbrechens, der Erzketzerei der Hexen, die angeblich schon circa 1375 in der Westschweiz nachgewiesen werden konnte, schnell aus.

Darüber hinaus ermöglichte der neu aufkommende Buchdruck eine rasche Verbreitung des Glaubens an eine geheime Sekte von Hexen, deren Mitglieder Gott abgeschworen, somit die christliche Gemeinschaft verlassen, und stattdessen einen Pakt mit dem Teufel geschlossen und durch Beischlaf besiegelt haben sollen. Der 50 Jahre nach dem *Formicarius* entstandene *Hexenhammer* des ebenfalls dominikanischen Heinrich Institoris und ähnliche Werke konnten schon bald in vielfachen Auflagen in den Universitäten und Klosterbibliotheken gefunden werden. Selbiges galt auch in den Gerichten und Amtsstuben und sogar in Privathaushalten. Diese Schriften waren in Latein, der universalen Gelehrtensprache der Zeit, geschrieben und konnten so in Gelehrtenkreisen wiedergegeben werden. (VOLTMER et al. [4])

*Und außerhalb dieser Kreise: wie verbreitete sich das Hexenbild hier?*

Die breite Masse der einfachen Bevölkerung erreichte der Hexenglaube vor allem durch die Predigt. In Todi und in Rom kam es ab 1425 zu frühen Hinrichtungen wegen Hexerei infolge von Predigten des nach seinem Tod heiliggesprochenen Bernhardin von Siena. Als Bindeglied zwischen gelehrten Texten und der Bevölkerung diente auch Johannes Geiler von Kayserberg, der als bedeutendster deutscher Prediger des späten Mittelalters gilt. Dessen Predigten über Magievorstellungen, Hexenfurcht und Aberglaube hatten Schriften von Johannes Nider, den *Hexenhammer* und die Predigten des Martin Plantsch, eines Tübinger Theologen, zur Grundlage.

Dazu kamen sogenannte Unholden-Zeitungen, illustrierte Flugblätter, deren Hexendarstellungen sich vor allem um 1500 herum großer Beliebtheit erfreuten.

1516 wurden die Hexenpredigten Geilers als solche Illustrierte gedruckt. Die Illustrationen lieferte dabei der Maler Hans Baldung Grien, dessen Hexenbild seinerseits durch die Predigten inspiriert worden sein dürfte. Auch dürften Mönche wie Wilhelm von Bernkastel, der als Chronist im Kloster Eberhardsklausen tätig war und dessen Weltbild durch den Hexenhammer und den Formicarius geprägt wurde und dem diese Werke zur Erklärung der Krisen seiner Zeit dienten, ihren Beitrag zur Verbreitung des Hexenglaubens geleistet haben. In den Jahren nach 1500 besuchte eine große Zahl von Pilgern die Klöster der Mönche, die ihnen die neu erlangte vermeintliche Erkenntnis mit auf Weg gegeben haben dürften. (VOLTMER et al. [4])

*Gab es Unterschiede in den übermittelten Vorstellungen von Hexen?*

Ja, das Hexenbild war keinesfalls einheitlich. Lutherische Theologen begegneten dem gesamten Konzept des Hexensabbats mit großer Skepsis, während Verurteilungen wegen Hexerei auf den Britischen Inseln lange Zeit nahezu ausschließlich wegen des Vorwurfs des Schadenaubers zustande kamen. Erst allmählich verbreitete sich das ganzheitliche Hexenbild, dem alle fünf vorhin genannten Punkte angehören. Und nur durch die Verbreitung und die Intensität des neuen Hexenglaubens wurde die Hexenverfolgung in ihrem ganzen Ausmaß erst möglich. So ist es kein Zufall, dass der Hexensabbat erst mit Beginn des 17. Jahrhunderts und damit zu Beginn des Höhepunktes der Hexenverfolgung vermehrt als zentraler Anklagepunkt in den Prozessen auftritt. (VOLTMER et al. [4])

*Das ist wirklich eine bemerkenswerte Entwicklung. Wo haben solche Hexenprozesse eigentlich stattgefunden? Nur vor geistlichen Inquisitionsgerichten?*

Auch wenn die Verbreitung des Hexenbildes stark von geistlicher Seite vorangetrieben wurde, ist die Vorstellung, dass Hexenprozesse meist vor kirchlichen Inquisitionsgerichten stattgefunden hätten, weitestgehend ein Irrglaube. Bereits zu Beginn der Hexenverfolgung, bei den frühen Verfahren zwischen 1430 und 1500, wurden bei Weitem nicht alle Prozesse von Inquisitoren geleitet. Schon zu dieser Zeit waren auch weltliche Gerichte Schauplatz von Hexenprozessen. Heinrich Institoris, der uns als Autor des Hexenhammers bereits vorhin begegnet ist, war als Inquisitor und Autor der wohl einflussreichste Propagandist der Hexenverfolgung auf kirchlicher Seite. Er kam zu der Überzeugung, dass allein mit der geistlichen Gerichtsbarkeit eine Vernichtung der Hexensekte nicht möglich war, und forderte daher von den weltlichen Gerichten, sich viel intensiver an der Verfolgung der Hexerei zu beteiligen.

Es gab allerdings auch Länder, in denen die Hexenverfolgung tatsächlich überwiegend der kirchlichen Inquisition oblag, vor allem Italien, Spanien, Portugal und Irland. In diesen Ländern zeigt sich jedoch, dass gerade die kirchliche Inquisition deutlich gemäßiger bei der Verfolgung von Hexen vorging als die weltliche Gerichtsbarkeit. Schließlich ging es den kirchlichen Gerichten nicht in erster Linie darum, die Hexen als Verbrecher für ihre Vergehen zur Verantwortung zu ziehen

und zu verbrennen, vielmehr sahen sie in Hexen oftmals eine spezielle Form der Ketzer, die es zur Reue zu bringen und so in die Arme der Kirche zurückzuführen galt. Deswegen hielt sich die Inquisition bei der Verwendung von Folter zurück und gestand Verdächtigen einen Anwalt zu. Ebenso verzichtete die Inquisition weitestgehend auf Todesurteile wegen Hexerei. In ganz Portugal wurden lediglich drei Menschen wegen Hexerei hingerichtet. In Spanien beendete der Hohe Rat der Inquisition die baskischen Hexenjagden der Jahre 1610 bis 1614, in denen weltliche Gerichte eine große Zahl vermeintlicher Hexen hinrichteten, und untersagte 1536 die Verwendung des Hexenhammers als Maßstab in Hexereiverfahren.

Doch während die kirchliche Obrigkeit um Mäßigung bemüht war, forderte die Bevölkerung vielerorts Prozesse ein und weltliche Gerichte führten diese mitunter weiterhin trotz Verbotes durch. So kam es in Katalonien noch bis 1630 zu Todesurteilen. Vergleichbare Zurückhaltung lässt sich auch bei den kirchlichen Gerichten Italiens und Irlands beobachten. In Polen fand bis Mitte des 17. Jahrhunderts die Mehrheit der Hexenprozesse vor kirchlichen Gerichten statt, die ähnlich moderat vorgingen. Nach 1650 jedoch fanden Hexenprozesse vermehrt vor weltlichen Gerichten statt, sodass es hier nun zur intensiven Verfolgung von Hexen kam, während ihr Ausmaß andernorts bereits zurückging. Obwohl die Inquisition in Hinblick auf Hexerei moderat auftrat, wird sie dennoch oftmals mit den vielen Todesopfern der Hexenverfolgung in Verbindung gebracht. Dies dürfte daran liegen, dass sie bei der Verfolgung anderer Ketzer, von Juden sowie von zum Christen konvertierten Juden und Muslimen, denen sie die heimliche Ausübung ihres vorherigen Glaubens unterstellte, überaus brutal vorging. Außerdem sind die meisten Prozesstreiber, Dämonologen und geistigen Brandstifter der Hexenverfolgung in den Reihen sowohl der katholischen als auch der protestantischen Geistlichkeit zu suchen. Hier ist auch das Stereotyp der Hexe als alte, alleinstehende Frau entstanden, der eine besondere Anfälligkeit für die Verführung des Teufels unterstellt wurde. (VOLTMER et al. [4])

*Es ist aus heutiger Sicht schwer nachzuvollziehen, dass die Hexenverfolgung so lange angehalten hat und wie verbreitet sie war. Wie viele Menschen sind während der Hexenverfolgung eigentlich hingerichtet worden? Ich habe mal was von 9 Millionen Menschen gehört, stimmt das?*

Die Zahl war durchaus eine Zeit lang verbreitet. Inzwischen gilt diese Vermutung jedoch als widerlegt und neun Millionen als viel zu hoch. Moderne Schätzungen bewegen sich eher in der Größenordnung von 60.000 Hinrichtungen in ganz Europa. Ihr Zentrum hatte die Hexenverfolgung dabei im Deutschen Reich in seinen damaligen, zumindest auf dem Papier bestehenden Grenzen, das heißt einschließlich der Schweiz, Lothringen und Luxemburg, die de facto bereits zu dieser Zeit weitestgehend unabhängig waren. Mindestens 25.000 Hinrichtungen werden hier vermutet. Vielerorts scheidet die Bestimmung einigermaßen genauer Zahlen jedoch entweder an schlechter Überlieferung oder an schlechter Aufarbeitung der Quellen. Dazu kamen nicht wenige Fälle von Lynchjustiz und illegalen

Hinrichtungen an Verdächtigen oder Freigelassenen. Auch hier ist es kaum möglich, zu zuverlässigen, präzisen Schätzungen zu kommen. Deswegen können auch die modernen Schätzungen nur grob als Richtwert angesehen werden und es ist durchaus davon auszugehen, dass weitere Forschung zu einer Korrektur dieser Zahlen führt.

Neben den tatsächlich Hingerichteten sollten jedoch auch diejenigen als Opfer der Hexenverfolgung betrachtet werden, die ein Hexereiverfahren vor einem weltlichen Gericht überlebt haben, etwa, weil sie trotz Folter nicht gestanden oder weil sie anstelle der Hinrichtung verbannt wurden. Denn unbeschadet überstanden ein solches Verfahren die wenigsten. Oft trugen die Überlebenden körperlichen und seelischen Schaden davon, nicht selten wurden sie zu Krüppeln gefoltert. Fast immer galten sie danach in der Gesellschaft als Ausgestoßene und mussten abseits der Gesellschaft, fernab ihrer vorherigen sozialen Kontakte, leben. Auch hier ist die Quellenlage dünn, über den weiteren Verbleib der Beschuldigten und ob sie später an den Folgen des Verfahrens starben, wird selten in Quellen berichtet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Zahl der Opfer deutlich oberhalb der Zahl der Hinrichtungen liegt. (VOLTMER et al. [4])

*Es ist schockierend, wie viele unschuldige Menschen durch diese Prozesse gestorben oder zugrunde gerichtet worden sind. Dabei basierte die Hexenverfolgung durchaus auf so etwas wie einer Wissenschaft, der Dämonologie. Einer Wissenschaft, die zum Töten verleitet hat und deren Objekte für uns heute nichts weiter als Fiktion sind. Damals hielten sie jedoch große Teile der Bevölkerung für real. Also wie genau wurde dieses Thema an den Universitäten betrachtet?*

Die zentrale Frage, die die gelehrte Diskussion über Hexerei beschäftigt hat, war nicht etwa, was genau Hexen überhaupt sind, welche übernatürlichen Kräfte und Fähigkeiten sie haben oder auch, woran man sie erkennt. Die Fakultäten waren weitestgehend gar nicht an der Verfolgung oder Identifikation der Hexen interessiert. Vielmehr wurde darüber diskutiert, inwiefern gewisse, der Hexerei nachgesagte Effekte überhaupt in der realen Welt möglich sind. War es etwa möglich, dass Hexen, sei es körperlich oder spirituell, zu Hexensabbats transportiert wurden? Konnten sie sich selbst oder andere in Tiere verwandeln, Stürme beschwören oder durch Blicke oder Flüche Krankheit bringen? In der Dämonologie ging es daher nicht um die Erforschung etwas Übernatürlichen, sondern vielmehr um die Untersuchung einer natürlichen Ordnung, in der die Existenz von Engeln und guten Geistern sowie Dämonen, Magie und Wundern weithin als selbstverständlich angesehen wurde. Bei Dämonen handelte es sich dabei um gefallenene Engel und Geister, unter denen der Teufel der mächtigste war. Es ging in der Dämonologie nun um konkrete Fähigkeiten, die Dämonen, und daraus abgeleitet Hexen, zugeschrieben wurden, darum, ob diese mit der natürlichen Ordnung vereinbar sind und wenn ja, welchen Gesetzen von Ursachen und Wirkungen sie unterliegen. Wichtig ist, dass aus Unvereinbarkeit nicht etwa Übernatürlichkeit gefolgert wurde, sondern

vielmehr, dass es sich um eine Täuschung handeln müsse. Das Interesse der wissenschaftlichen Debatte an der Dämonologie war nahezu gänzlich unabhängig von jeglichem Gedanken, Hexen tatsächlich zu verfolgen. (CLARK [2, S. 151f])

*Das ist spannend. Aber da stellt sich die Frage, woher dann das Interesse, Hexen zu verfolgen, überhaupt kam?*

Meist waren die Streitfragen an den europäischen Universitäten Versuche, naturphilosophische Probleme hinsichtlich der Realität und des Ausmaßes dämonischen Wirkens zu lösen. So wurden etwa in den 1620er Jahren in Wittenberg magische Aktionen, *actiones magicae*, zum physikalischen Lehrprogramm gezählt. Zwar war der Teufel als ihr Verursacher nicht Objekt der Physik, doch waren es die Objekte seiner Handlungen und die Handlungen selbst, etwa der Flug zum Hexensabbat, sehr wohl. Gewissermaßen handelte es sich bei der Dämonologie um die Anomalie-Untersuchung *par excellence*. (CLARK [2, S. 155, 158])

*Aber wurden nicht viel eher Phänomene so lange dem Teufel zugeschrieben, wie ihre wahre Ursache unbekannt war?*

Im Gegenteil. Den Teufel als Ursache zu benennen, war, die Ursache zu kennen. Es blieb allerdings immer noch zu erklären, wie genau, durch welchen Mechanismus, der Teufel ein Phänomen verursacht habe. (CLARK [2, S. 160])

*Interessant. Welche Phänomene wurden denn dem Teufel zugeschrieben?*

Zunächst einmal müssen wir die natürliche Ordnung verstehen, von der ausgegangen wurde. Als fundamentales, unverletzliches Prinzip wurde angesehen, dass lediglich Gott als Schöpfer der Welt ihre Gesetze brechen könne. Daraus folgt unmittelbar, dass Dämonen an die Gesetze der Natur gebunden sind. Wahre Wunder, *miracula*, jedoch zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Gesetze der Natur brechen, im Gegensatz zu lediglich Wundersamem, den *Mira*, die nur den Anschein erwecken, gegen die Gesetze der Natur zu verstoßen. Wahre Wunder konnte also in erster Instanz nur Gott wirken, nicht jedoch der Teufel, sonstige Dämonen oder auch Engel, die allesamt zu den Wesen zählten und als solche an die Gesetze der Natur gebunden waren. Gute Engel konnten durch ihre Verbindung zur göttlichen Gnade Gott allerdings darum bitten, für sie Wunder zu wirken, sodass gewissermaßen auch Engel Kraft Gottes Wunder wirken konnten. Auch jenseits der göttlichen Intervention war die Welt nach damaligem Bild voll von Magie zweierlei Arten, einerseits natürlicher, andererseits dämonischer. Dabei ist festzuhalten, dass diese Magie keineswegs als etwas Übernatürliches aufgefasst wurde, jedenfalls nicht in den Fakultäten. Vielmehr handelte es sich dabei um *Mira*, um Dinge, deren Wirkmechanismen im Verborgenen liegen, die aber durch hinreichend genaue Kenntnis der Natur erklärt werden können. Am leichtesten ist das vielleicht anhand eines Zitates des SF-Autors [Arthur Clarke](#) zu verstehen: »Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic.« So ist

auch der Begriff der Magie in der damaligen Weltanschauung zu verstehen. Das aus heutiger Sicht bekannteste Beispiel eines solchen magischen Phänomens ist wohl die Elektrizität. Dämonen hingegen waren lediglich zu Wundersamem, zu Mira, in der Lage. In deren Rahmen konnten spirituelle Kräfte, spirituales potestates, Effekte verursachen, die sichtbar geschehen, indem sie lokale Bewegung verursachen oder beeinflussen. (CLARK [2, S. 153f])

*Jetzt, wo wir die natürliche Ordnung verstanden haben, bleibt immer noch zu klären, welche Kräfte der Teufel besitzt. Was lässt sich hierzu sagen?*

Im Europa der frühen Neuzeit wurden Dämonen enorme intellektuelle und körperliche Kräfte zugesprochen. Die Theologie berichtet von einem Fall aus der göttlichen Gnade, jedoch ohne den Verlust ihrer sonstigen Eigenschaften als Engel. Sie behielten ihre Scharfsinnigkeit und Subtilität, sie konnten weiterhin vollumfänglich auf ihre Erinnerungen seit der Schöpfung zurückgreifen und sie verfügten nach wie vor über enorme Kraft und Geschwindigkeit. So schrieb ein englischer Theologe, William Perkins, der Teufel könne »tiefer und genauer in die Grundlagen von Dingen sehen als alle körperlichen Kreaturen, die in Fleisch und Blut gekleidet sind« und seine Flinkheit und Agilität wären vollkommen jenseits der Natur der Sterblichen. Ohne die göttliche Gnade hatten sie keinen Zugriff auf die spirituelle Wahrheit mehr; alles jedoch, was sie bereits vor dem Sündigen wussten, wussten sie weiterhin. So wurde gesagt, der Teufel sei brillant in experimentellem Wissen und folglich auch in der Handlung. Ein weiterer englischer Geistlicher, William Sclater, schrieb: »Kein Philosoph unter den Menschen ist so exakt wie der Teufel«, womit er die Kenntnis des Teufels in den Naturwissenschaften meinte, und auch bei Paolo Grillando heißt es, der Teufel kenne die Eigenschaften und Kräfte aller Elemente, Metalle, Steine, Kräuter, Pflanzen, Reptilien, Vögel, Fische und Himmelskörper und dass Theologen den Teufel »den besten Philosophen, Theologen, Arithmetiker, Mathematiker, Dialektiker, Logiker, Grammatiker und Musiker und den exzellentesten Arzt nennen würden.« (CLARK [2, S. 160-163])

*Habe ich das richtig verstanden? Waren also die Fähigkeiten der Dämonen und gar des Teufels nichts weiter als die extreme Steigerung der Fähigkeiten der Menschen?*

Das nun auch wieder nicht. Dämonen konnten viele Effekte erzeugen, die vollkommen jenseits der menschlichen Fähigkeit lagen. Casmann etwa gab acht Gebiete an, in denen sie direkt, aber lokal, in der Welt agieren können: Sie könnten Störungen des Wetters verursachen, Objekte bewegen, oftmals so schnell, dass sie unsichtbar zu werden scheinen, Statuen sich bewegen und Tiere sprechen lassen, den gewöhnlichen Lauf von Dingen verfälschen, diverse Gestalten annehmen, menschliche Launen und Lebensgeister stören, in Träumen der Vorstellung Objekte präsentieren und menschliche Sinne und Emotionen beeinflussen. Neben diesen direkten Eingriffen konnten sie indirekt agieren, indem sie ihre herausra-

gende Kenntnis der Natur benutzten, um durch die ihnen möglichen Handlungen weitere Effekte zu erreichen. Unumstößlich war dabei jedoch, dass lediglich der Schöpfer der Natur ihre Regeln brechen könne. Folglich können weder Menschen noch Engel noch Teufel irgendetwas bewirken außer durch natürliche Mittel und entsprechend sei alles, was sie tun, entweder natürlich oder nicht real. (CLARK [2, S. 160-163])

*Aber ist dies wirklich eine Einschränkung? Was wären denn Dinge, die Dämonen nicht auf natürliche Weise tun können?*

Neben seinen acht direkten Eingriffen, die Casmann Dämonen zusprach, nannte er drei Arten von Unmöglichkeit. Erstens können Dämonen die universelle Ordnung der Dinge nicht aufheben, zweitens ist es ihnen nicht möglich, die essenziellen Eigenschaften der Welt zu zerstören oder die fundamentalen Gesetze der Physik zu brechen und drittens sind sie nicht in der Lage, etwas aus nichts, irgendetwas aus irgendetwas, oder perfekte lebende Wesen ohne Samen zu erzeugen. Gleichwohl kann der Teufel den Anschein erwecken, all diese Dinge zu tun. Die Dämonologie versucht nun herauszufinden, welche ihrer nachgesagten Taten Hexen tatsächlich mithilfe des Teufels vollbracht haben können und bei welchen lediglich durch Täuschung der Anschein entsteht. Schließlich gibt es etliche behauptete, und zum Teil auch unter Folter gestandene, Taten, die mit der natürlichen Ordnung nicht vereinbar scheinen. (CLARK [2, S. 160-163])

*Taten, die mit der natürlichen Ordnung nicht vereinbar scheinen, also zum Beispiel die weitverbreitete Behauptung, dass Hexen durch Flüche, zum Teil sogar nur durch Blicke, Menschen krank machen könnten?*

Zum Beispiel. Wobei dazuzusagen ist, dass in der damaligen Medizin dämonische Ursachen durchaus eine nicht seltene Diagnose war. (CLARK [2, S. 160-163])

*Krankheiten erzeugen gehörte also zum Grundwerkzeug von Dämonen?*

Ja und nein. Dämonen konnten nicht direkt, durch bloßen Wunsch, Krankheiten erzeugen. Was sie allerdings konnten, ist, Körperflüssigkeiten zu beeinflussen und mit deren Hilfe Krankheiten im Körper hervorzurufen. Bei Francesco Maria Guazzo, einem italienischen Geistlichen, der vor allem als Autor des Buches *Compendium Maleficarum*, eines Handbuchs zur Hexenverfolgung, bekannt geworden ist, heißt es, der Teufel

...induziere die Krankheit der Melancholie, indem er zuerst die schwarze Galle im Körper stört und so eine dunkle Stimmung im Gehirn und den inneren Zellen des Körpers verbreite, und anschließend diese schwarze Galle noch verstärke, indem er weitere Irritationen verursache und das Beseitigen der dunklen Stimmung unterbinde. Epilepsie, Paralyse und ähnliche Leiden bringe er, indem er die schwereren Flüssigkeiten anhalte und so die Versorgung des Gehirns und der

Nervenwurzeln beeinträchtigt und blockt. Blindheit und Taubheit verursacht er, indem er ein unausstehliches Sekret in die Augen oder Ohren bringt.

Außerdem suggeriere er der Vorstellung Ideen, was, wie wir wissen, zu seinen natürlichen Fähigkeiten gehört, die Liebe, Hass oder andere mentale Beeinträchtigungen induzieren. Für den Zweck, körperliche Gebrechlichkeiten zu verursachen, destilliere er eine spirituöse Substanz aus dem Blut selbst, reinige sie von aller zugrundeliegenden Materie und nutze sie als die effektivste, wirksamste und schnellste Waffe gegen menschliches Leben. Aus dem potentesten Gift könne er die Quintessenz extrahieren, mit der er den Geist des Lebens selbst beeinflussen kann. Wir sehen also, dass der Teufel keineswegs Dinge einfach durch puren Willen auf magische Weise verursachen konnte. Vielmehr musste er seine beschränkten Möglichkeiten mit seinem Verständnis der nach damaliger Vorstellung sehr mechanischen Natur kombinieren, um so gewünschte Effekte zu erzielen. Im Ergebnis gab es dennoch keine Krankheit, die der Teufel nicht hervorrufen konnte. Das allerdings lag daran, dass es natürliche Mechanismen gab, die der Teufel lediglich veranlassen konnte. (CLARK [2, S. 187f])

*Jetzt wurde Hexen auch nachgesagt, Vorhersagen über die Zukunft treffen zu können. Andererseits haben wir gehört, dass der Teufel durch den Verlust der göttlichen Gnade keinen Zugriff mehr auf die göttliche Allwissenheit und ebensowenig Kenntnis des genauen Verlaufs der Zukunft hat. Wie passt das zusammen?*

Auch diese Frage wurde diskutiert. Ihre Antwort ist allerdings sehr simpel. Zwar kenne der Teufel die Zukunft nicht tatsächlich, er verfüge aber nichtsdestoweniger über Kenntnis der Dinge seit der Schöpfung, Jahrtausende an Erfahrung, die genau diese Vergleiche und Parallelen zulassen, die auch Menschen ziehen. Lediglich aufgrund ungleich reicheren Erfahrungsschatzes und stärkerem Intellekt in übermenschlichem Maßstab. Ebenso erlaubt ihm seine subtile, hochpräzise Wahrnehmung das frühzeitige Verkünden dessen, was bereits geschehen ist oder gerade im Geschehen sei. Diese durch eine Methodik, die nichts anderes als Wissenschaft ist, erlangte Information über die Zukunft teilt er nun mit Hexen, um ihren Orakeln Glaubwürdigkeit zu verleihen. Letztendlich handelt es sich dabei aber eben nicht um tatsächliches Wissen, sondern um eine sehr gut fundierte Vermutung. (CLARK [2, S. 189])

*Dem Teufel wurde ja auch nachgesagt, die Gedanken und Bedürfnisse der Menschen lesen zu können, um sie so zu verführen. Handelt es sich dabei um denselben Mechanismus?*

Genau. Auch diese kannte der Teufel nicht tatsächlich, sondern erriet sie nur, wie auch wir Menschen ein gewisses Gefühl dafür haben können, was in unseren Mitmenschen vor sich geht. Seine Fähigkeiten waren zu einem sehr großen Teil

in der Theorie auch den Menschen möglich, auch wenn keiner von ihnen in der Praxis jemals ihr volles Ausmaß erlangen konnte. (CLARK [2, S. 189])

*Eine der verbreitetsten Behauptungen über Hexen war die des sexuellen Aktes mit Dämonen. Ist also auch die dämonische Sexualität nichts anderes als eine menschliche Eigenschaft und als solche kein Konflikt zu den Gesetzen der Natur?*

Die Antwort ist an dieser Stelle weniger naheliegend, als man nun meinen könnte. Die äußerlichen Attribute waren dabei nie wirklich fraglich. Ein Teufel, der sich in greifbarer Substanz kleiden könne, erst recht, da er noch dazu die menschlichen Sinne beeinflussen kann, erfüllt alle physischen Voraussetzungen für den Akt mit Menschen. Viel interessanter jedoch war für die gelehrte Gesellschaft die Frage, inwiefern Kinder aus diesem Akt hervorgehen könnten. Dies wurde von der herrschenden Meinung streng verneint. Schließlich wäre die Fortpflanzung eines Menschen mit irgendetwas anderem als einem Menschen ein Verstoß gegen die natürliche Ordnung, und zu einem solchen waren Dämonen schlicht nicht imstande. (CLARK [2, S. 190])

*Unmittelbar verknüpft mit den vermeintlichen sexuellen Machenschaften der Hexen war der Hexensabbat, der als Ort dieser Machenschaften, aber auch als geheimes, verschwörerisches Treffen fernab der Menschen gesehen wurde. Den Hexen wurde die Teilnahme nachgesagt – und viele gestanden. Zugleich soll er fernab der Menschen stattgefunden haben, sodass die Hexen mit den Fortbewegungsmitteln der damaligen Zeit dort nicht in einer Nacht hätten hin- und wieder zurückkommen können. Es wurde gemutmaßt, die Hexen könnten dorthin teleportiert werden. Wie sieht es damit aus?*

Tatsächliche Teleportation war nach gelehrter Meinung unmöglich. Sehr wohl allerdings konnte der Teufel Hexen sehr schnell sehr weite Strecken bewegen, was im Effekt einer Teleportation nahekam. (CLARK [2, S. 160])

*Jetzt gab es aber auch Berichte aus dem Volk, die Hexe in ihrem Haus gesehen zu haben, und zwar zu der Zeit, in der sie auf dem Hexensabbat gewesen sein soll. Wie passt das zusammen?*

Hier wurden vor allem zwei Möglichkeiten erwogen. Hauptsächlich ging es um die Frage, inwiefern neben der körperlichen auch eine nicht körperliche, rein spirituelle Teilnahme (»spiritualiter«) möglich war. Die damalige Lehre schloss allerdings die Trennung von Geist und Materie in irgendetwas anderem als dem Tode aus. Könnte nun der Teufel Geist und Körper einer Hexe trennen, lediglich ihren Geist transportieren und beide anschließend wieder zusammenführen, so stünde dies nicht nur im Widerspruch zur angenommenen natürlichen Ordnung der Welt und wäre somit ein wahrhaftiges Wunder, sondern käme einer zweiten Auferstehung gleich. Daher wurde die rein spirituelle Teilnahme ausgeschlossen.

Mitunter wurde stattdessen auch erörtert, ob sich die Hexe an zwei verschiedenen Orten gleichzeitig aufgehalten haben könnte. Auch dieser Vorschlag wurde stets mit einfachem Verweis auf die natürliche Ordnung abgelehnt. Sofern Hexen dennoch gestanden, auf einem Hexensabbat gewesen zu sein, während sie in ihrem Haus gesichtet wurden, so musste es sich folglich um einen Traum gehandelt haben. (CLARK [2, S. 190]) Der Franziskanermönch und Inquisitor Martín de Castañega schrieb dazu in seiner Abhandlung über den Aberglauben und die Hexerei: »Manche gehen tatsächlich in ferne Länder und Meere und Orte mithilfe des Teufels; andere, ihrer Sinne entrissen wie in einem schweren und tiefen Schlaf, haben teuflische Offenbarungen über ferne und verborgene und manchmal falsche Dinge, wodurch sie vielmals das beteuern, was nicht ist.« Alternativ wurde mitunter die Sichtung der Hexe in ihrem Haus auf eine Illusion zurückgeführt, während sie tatsächlich auf dem Hexensabbat war. (CASTAÑEGA [1])

*Zuletzt war der Glaube weit verbreitet, Hexen könnten sich selbst oder andere in Tiere verwandeln. Besonders häufig wurde dabei die Fähigkeit nachgesagt, sich in einen Wolf verwandeln zu können. Steht das nicht im strikten Kontrast zu den Gesetzen der Natur?*

Mehr noch. Da in der biblisch geprägten Naturvorstellung ein kategorischer Unterschied zwischen Mensch und Tier bestand, wurde die Annahme, die Seele eines Menschen könne im Körper eines Tieres oder die Seele eines Tieres im Körper eines Menschen funktionieren, als moralisch anstößig betrachtet. Ebenso war der Transfer von Seelen sowie das Ändern wesentlicher Formen dem Teufel unmöglich, beides war allein Gott möglich. Wäre die Lykanthropie, die Verwandlung eines Menschen in einen Wolf, real, so käme sie, wie ein französischer Autor 1599 schrieb, einer zweiten Schöpfung gleich. Zur Erklärung des Phänomens wurde auf die extreme Flinkheit des Teufels verwiesen. Zwar mögen weder Hexen noch der Teufel Menschen in Tiere verwandeln können, sehr wohl aber könnte der Teufel einen Menschen so schnell durch einen echten Wolf ersetzen, dass das menschliche Auge eine Verwandlung zu sehen glaubt. Ein alternativer Erklärungsansatz bestand darin, dass nach wie vor derselbe Mensch an derselben Stelle stünde, jedoch die Illusion eines Wolfes erschaffen und so der Beobachter getäuscht würde. Der italienische Priester Francesco Maria Guazzo schlug vor, das könne etwa geschehen, indem die Luft zwischen Auge und Objekt auf eine solche Art verdichtet wird, dass ein optisches Bildnis eines Wolfes entsteht. (CLARK [2, S. 191f])

Es ist interessant zu sehen, mit welcher Kreativität die Gelehrten Wege fanden, die vermeintlich übernatürlichen Fähigkeiten der Hexen in Einklang mit den Naturgesetzen ihres Weltbildes zu bringen. Wie wir gesehen haben, ging es in den Diskussionen an den Universitäten und Fakultäten nie darum, Hexen zu verfolgen. Es ging stattdessen darum, zu verstehen, welche Kräfte und Mächte sie wirklich besitzen und welche Eigenschaften nur Täuschungen des Teufels waren. Die Methode

war dabei keineswegs mystisch in ihrer Argumentation, sondern die Diskussion bestand aus rein logischen Argumenten, um so Lücken in vermeintlichen Widersprüchen zu finden. Dass wir das gesamte Konstrukt heute trotzdem für realitätsfern halten, liegt vielmehr daran, dass die grundlegenden Naturgesetze nicht etwa aus dem Experiment, sondern aus Bibel und Theologie hervorgegangen sind. Innerhalb dieses Systems versuchte die Dämonologie, empirische oder jedenfalls behauptete, Phänomene zu erklären. Ihre Überlegungen gingen dabei weit über bloßen Aberglauben hinaus.

## Literatur

- [1] M. de CASTAÑEGA: *Tratado de las supersticiones y hechicerías y varios conjuros y abusiones y de la posibilidad y remedio dellas*. Miguel de Equía (1529).
- [2] S. CLARK: *Thinking with demons : the idea of witchcraft in early modern Europe*. Oxford University Press (1999).
- [3] S. QUENSEL: *Hexen, Satan, Inquisition: Die Erfindung des Hexen-Problems*. Springer VS (2017).
- [4] R. VOLTMER & F. IRSIGLER: *Die europäischen Hexenverfolgungen der Frühen Neuzeit - Vorurteile, Faktoren und Bilanzen*. 2002  
URL: <https://tinyurl.com/56dt5z3j> (aufgerufen am 19.08.2025).

# Ein Einstieg in die Welt der Verschwörungstheorien »Die Erde ist eine Scheibe«

SOPHIA SCHMIDT



Wer sich des Umstandes voll bewusst ist, der Erfinder seiner Wirklichkeit zu sein, wüsste um die immer bestehende Möglichkeit, sie anders zu gestalten.

---

*(Die erfundene Wirklichkeit, Paul Watzlawick)*

Eigentlich wollte ich einen ganz harmlosen Vortrag über Landvermessung halten. Doch dann unterlief mir der Fehler zu behaupten, die Menschen im Mittelalter hätten an eine flache Erde geglaubt. Die Organisatoren legten sofort Einspruch ein – und das zu Recht. Erstaunt stellte ich fest, dass mein Schulwissen ein verzerrtes Bild der Geschichte vermittelt hatte. Ein perfektes Thema für das Romseminar.

## Das Mittelalter

Die Zeitspanne zwischen Antike und Neuzeit wird in der Geschichtswissenschaft als Mittelalter bezeichnet. Über den genauen Beginn und das Ende dieser Epoche herrscht unter Historikern zwar keine vollständige Einigkeit, jedoch lässt sich ein ungefährender Zeitrahmen festhalten: Das Frühmittelalter beginnt etwa nach dem Zusammenbruch des Weströmischen Reiches im 5. Jahrhundert und reicht bis zur Mitte des 11. Jahrhunderts. Daran schließt sich das Hochmittelalter an, das bis etwa zur Mitte des 13. Jahrhunderts andauert. Das Spätmittelalter schließlich reicht bis zum Beginn der Neuzeit um das Jahr 1500. Diese Epoche war geprägt von tiefgreifenden gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Veränderungen.

In der Schule begegnet man typischen Schlagworten wie dem Städteaufschwung, der wachsenden Macht des Papsttums, dem Entstehen von Handels- und Städtebündnissen, Bauernaufständen, der Pest, der Gründung erster Universitäten sowie verheerenden Hungersnöten. All dies sind wichtige Themen, die das mittelalterliche Leben wesentlich beeinflussten. Im Zentrum dieses Artikels soll jedoch das Weltbild der Gelehrten im Mittelalter stehen.

Bevor wir uns diesem näher widmen, ist ein kurzer Rückblick auf die Vorstellungen der antiken Denker hilfreich. Damals vertraten viele bedeutende Gelehrte die Auffassung, dass die Erde eine Kugel sei. Zu diesen frühen Vertretern der Kugelgestalt gehörten unter anderem [Pythagoras \(570–510 v. Chr.\)](#), [Platon \(428/427–348/347 v. Chr.\)](#), [Aristoteles \(384–322 v. Chr.\)](#) und [Plinius der Ältere \(23/24–79 n. Chr.\)](#). Diese Vorstellung war in den intellektuellen Kreisen der Antike weit verbreitet.

### ***Die Darstellung des Mittelalters in Schulbüchern***

Das Weltbild im Mittelalter sieht jedoch vollkommen anders aus, zumindest wenn wir uns auf Geschichtsschulbücher stützen. Es folgen Zitate aus der Schulbuchliteratur:

- »Die Erde nimmt eine neue Gestalt an. Den meisten Menschen war die antike Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde unbekannt. Sie hielten die Erde für eine kreisrunde, von einem riesigen Weltmeer umgebene Scheibe (SCHEIPL et al. [7])«.
- Als nächstes folgt eine Aufgabe aus einem Schulbuch aus 2013 (*Entdecken und verstehen – Geschichtsbuch – Differenzierende Ausgabe Niedersachsen – Band 1: 5./6. Schuljahr: Von den Anfängen der Geschichte bis zum ...* [3]). In dieser soll man die abgebildete Weltkarte von Andreas Walsperger analysieren. Das Lösungsbeispiel ist jedoch gegen Ende irreführend.



1 – Weltkarte des Andreas Walsperger aus dem Jahr 1448. Legende: „In dieser Figura ist die Weltkarte ... der Erde enthalten, aufgestellt ... je nach Längengraden, Breitengraden und Klimaunterteilungen ... So kann jeder hier genau ersehen, wie viele Meilen eine Gegend oder Provinz von einer anderen entfernt ist ... Die Erde ist weiß, das Meer grün, die Süßwasserströme sind blau, die Gebirge verschiedenfarbig. Und die roten Punkte bezeichnen die christlichen Städte, die schwarzen Punkte die Städte der Ungläubigen ...“



#### Lösungsbeispiel:

**Zum Schritt 1:** Die Karte stammt aus dem Jahr 1448. Ungefähr im Zentrum der Karte liegt die heilige Stadt Jerusalem; umgeben ist die Erde vom Ozean.

Die Karte ist nach Süden ausgerichtet, das heißt: Der Norden liegt unten. Zu erkennen sind Europa, Asien und Afrika.

**Zum Schritt 2:** Die Karte enthält Entfernungangaben, die Farben und Zeichen sind von Andreas Walsperger in der Legende gut erklärt.

Auf der Karte links, also im Osten, ist eine Stadt eingezeichnet mit Mauern und Türmen; ein Symbol für das Paradies auf der Erde.

**Zum Schritt 3:** Die Erde wird als Scheibe dargestellt. Deutlich wird, dass der Zeichner ein Christ ist, denn das Zentrum der Erde ist für ihn Jerusalem und die Städte der „Ungläubigen“ werden von ihm besonders gekennzeichnet. **Die Seefahrer wurden durch die Karte in ihren Ängsten bestätigt, dass die Erde eine Scheibe sei an deren Ende man hinabstürzen würde.**

Es ist gewagt, aus der [Weltkarte des Andreas Walsperger](#) zu schließen, dass von einer flachen Erdgestalt ausgegangen wird. Die vorliegende Arbeit weist auf das Gegenteil hin. Sie wurde vom Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Kassel als Dissertation angenommen. Wir zitieren daraus (NÄSER [5, S. 214]).

Die Position Jerusalems in Walspergers Karte lässt im visuellen Sinne wiederum zwei Perspektiven zu: Für die gesamte Karte inklusive ihrer Rahmung (Abb. 1) bildet Jerusalem nicht das Zentrum. Stattdessen wurde dort ein Teil der heutigen Türkei nahe der Schwarzmeerküste kartiert; direkt neben dem Einstichloch des Zirkels befindet sich der Eintrag *turkya* (Abb. 27). Es ist also kein im geometrischen Zentrum der Gesamtdarstellung platzierter Ort. Betrachtet man jedoch die Landmasse, die für sich nochmals einen eigenen Kreis ergibt, der am oberen Ende direkt an die Rahmung anschließt und deshalb nach Süden gerückt ist, so zeigt sich ein anderes Bild: Jerusalem steht, strategisch platziert, im Zentrum dieses Kreises. Die Verschiebung des Erdenrunds gen Süden könnte mehrere Gründe haben. Erstens könnte sie mit der Rahmung zusammenhängen und bedeuten, dass bestimmte Erdteile in bestimmten Einflussbereichen liegen, was nicht sichtbar gewesen wäre, wenn dieser Erdkreis konzentrisch zu den anderen gelegen wäre; diesen Punkt gilt es im Zusammenhang mit der Untersuchung der Kartenrahmung nochmals aufzugreifen. Zweitens könnte Walsperger eine Perspektivierung im visuellen Sinne vorgeschwebt haben, denn durch die nach Süden verschobene Erdmasse scheint der Entwurf an Plastizität zu gewinnen. **Dazu passt es, dass er sowohl ganz im Süden als auch im Norden einen Texteintrag verfasste, der jeweils den Südpol bzw. den Nordpol mit der Ergänzung ankündigt, der Südpol sei *contra articum polum positus*, was die Vorstellung einer Kugelgestalt impliziert.** Mithilfe dieser Einträge verwies Walsperger in jedem Fall darauf, dass in beide Richtungen über die Regionen, die er im Kartenbild erfasst hat, hinaus noch weitere Gebiete folgten, die er jedoch als unbewohnbar, den Südpol sogar als gefährlich einstufte.<sup>902</sup>

Diese nur aus nächster Nähe erkennbare Kreisform der Erdmasse gibt gleichzeitig die äußeren Begrenzungen der Kontinente vor: Sie folgen in ihren Küstenlinien dem Rund und wirken dadurch bisweilen ungewöhnlich linear. Dies ist bei der Nord- und Ostküste Asiens besonders augenfällig, denn dort folgt die östliche Küstenlinie genau der Kreisform, ebenso im Norden, wo es nur wenige Abweichungen in Form kleinerer Buchten gibt. Ganz im Süden schließt Afrika direkt an die Kreisrahmung an, wobei feine Linien ein Gebirge schraffieren und ein Texteintrag den ganz im Süden gelegenen *Polus antarticus* ankündigt. Die einzige Ausnahme bildet das irdische Paradies, das mit dem Gebirge zu seinen Füßen weit in den Osten hinausragt und somit die teils erkennbare, teils imaginäre Linienführung durchbricht. Da es durch seine überdimensionierte Gestaltung ohnehin aus dem Rest der Karte heraussticht, wirkt auch seine Platzierung

---

<sup>902</sup> Erläuterungen zum Südpol: *Polus antarticus dicitur quasi contra articum polum positus. Et ibi terra est inhabitabilis. Et circa hunc polum sunt mirabilissima monstra non solum in feris, sed etiam in hominibus*; Transkription bei Kretschmer, Mittelalterliche Weltkarte (Anm. 1), S. 375 u. Kleim, Namengut (Anm. 1), Nr. DG. Erläuterungen zum Nordpol: *Polus articus super illa regione consistit. Et nota quod hic sub polo artico terra est inhabitabilis propter nimia frigora quia ibi causantur perpetue congelationes. Et dicitur pars Septentrionalis*; Transkription bei Kretschmer, Mittelalterliche Weltkarte (Anm. 1), S. 375 u. Kleim, Namengut (Anm. 1), Nr. AR.

- Ein weiteres Zitat stammt aus REGENHARDT [6]. »Die Kirche wertete Forschungen von Naturwissenschaftlern wie Kopernikus und Galilei als Angriff auf die in der Bibel bestätigte Vorstellung, dass die Erde eine Scheibe sei und sich im Mittelpunkt des Universums befinde (= geozentrisches Weltbild). Galilei wurde deshalb als Ketzer verfolgt« „.

Doch was dachten die Gelehrten im Mittelalter wirklich über die Gestalt der Erde? In der Antike lehrt Aristoteles die Kugelgestalt der Erde und galt im Hoch- und Spätmittelalter als maßgebliche Autorität in Naturfragen. Seine Werke verbreiteten sich ab dem 12. Jahrhundert durch die Wiederentdeckung griechischer Originale und arabische Übersetzungen.

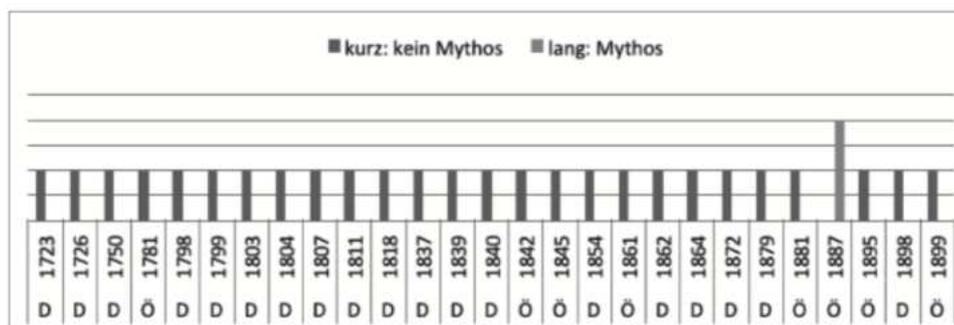
Auch Plinius der Ältere übernahm diese Sichtweise und ergänzte sie durch eigene Beobachtungen. Sein Werk war im Mittelalter in über 300 Handschriften verbreitet. [Martianus Capella \(ca. 5 Jhr n. Chr.\)](#) betonte:

[...] Die Gestalt der ganzen Erde ist nicht flach, so wie manche meinen, die sie mit einer ausgebreiteten Scheibe (discus) vergleichen, und sie ist auch nicht konkav, wie andere annehmen, die vom Regen sprachen, der in den Schoß der Erde falle, sondern rund, sogar kugelförmig, wie Dikaearchus klar bezeugt (VOGEL [8], WIKIPEDIA [9]).

Es gibt aber auch hier noch zahlreiche weitere Belege von Menschen im Mittelalter, die von einer Kugelgestalt ausgingen. Tatsächlich ist es sogar mühseliger, Schriftstücke zu finden, in denen Menschen aus dieser Zeit vom Gegenteil überzeugt waren.

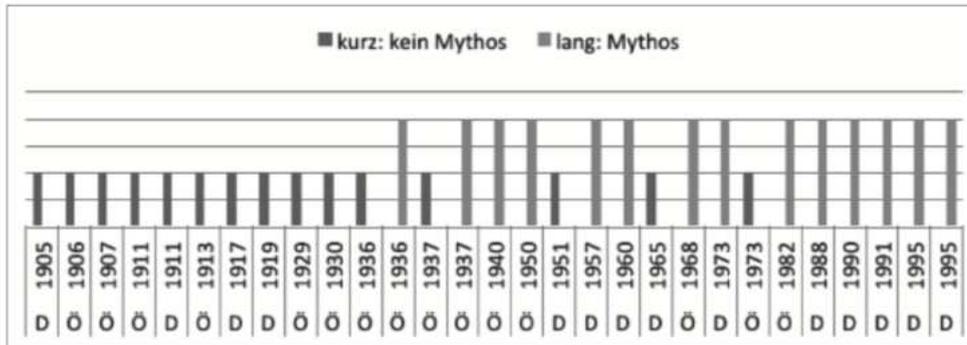
Die nächsten Grafiken zeigen auf, in welchem Zeitraum sich die Darstellung der Erdgestalt hin zum Mythos der flachen Erde gewandelt hat (BERNHARD [1]).

*Diagramm 1: Der Mythos der flachen Erde in deutschen und österreichischen Schulbüchern des 18. und 19. Jahrhunderts*



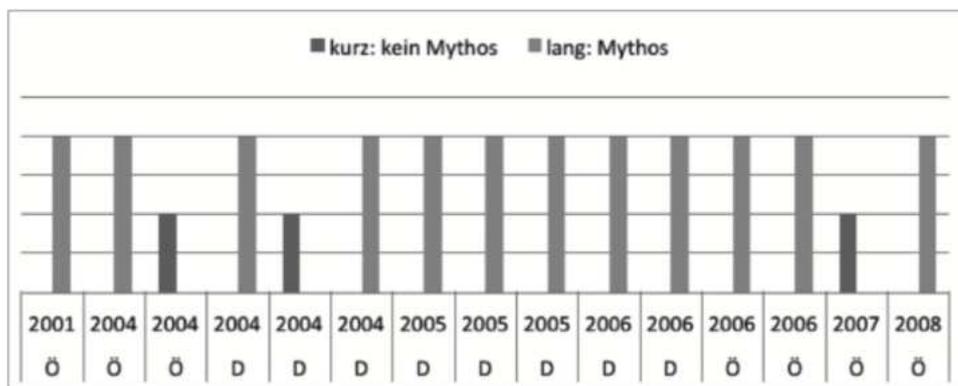
D = Deutsches Lehrwerk, Ö = Österreichisches Lehrwerk

Diagramm 2: Der Mythos der flachen Erde in deutschen und österreichischen Schulbüchern des 20. Jahrhunderts<sup>65</sup>



D = Deutsches Lehrwerk, Ö = Österreichisches Lehrwerk

Diagramm 3: Der Mythos der flachen Erde in deutschen und österreichischen Schulbüchern des 21. Jahrhunderts<sup>66</sup>



D = Deutsches Lehrwerk, Ö = Österreichisches Lehrwerk

### Die Ursachen

Wie kann es sein, dass dieser Mythos in der Schulbuchliteratur vertreten wird? [Stephen Jay Gould \(1941-2002\)](#) widmet sich in seinem Artikel »The Late Birth of a Flat Earth« genau dieser Frage und stellt fest, dass amerikanische Lehrwerke dabei kaum anders vorgehen als unsere hiezulande (GOULD [4]). Jay Gould führt zwei zentrale Gründe an:

**Der Erlösungsmythos** Die Vorstellung von einem finsternen Mittelalter, aus dem man sich triumphal emporrätselt - von der Antike über die „ dunklen Jahrhunderte “ bis zur glanzvollen Renaissance - braucht einen greifbaren Sündenbock. Der Glaube an eine flache Erde erfüllt diese Rolle perfekt: Als Symbol rückständiger Barbarei hebt er die Größe der Neuzeit umso stärker hervor.

**Die künstliche Dichotomie von Wissenschaft und Religion** Um den Geschichtsverlauf als heroischen Kampf der Aufklärung gegen abergläubische Rückstän-

digkeit zu inszenieren, wurde der Mythos der flachen Erde als Gegenspieler zur siegreichen Wissenschaft erfunden. So lässt sich Fortschritt leichter als gewonnene Schlacht darstellen.

Dabei wäre es in diesem Fall doch viel gewinnbringender, unsere Vergangenheit wertzuschätzen, ohne sie in grobe Legenden zu pressen und uns hinterher als deren Befreier zu inszenieren.

## Literatur

- [1] R. BERNHARD: *Der Eingang des »Mythos der flachen Erde« in deutsche und österreichische Geschichtsschulbücher im 20. Jahrhundert*. Geschichte in Wissenschaft und Unterricht **64**(11/12) (2013). Analyse zur Einführung des Flacherde-Mythos in Schulbüchern im 20. Jahrhundert 687–701.
- [2] U. ECO: *Verschwörungen: Eine Suche nach Mustern*. Übers. von M. KEMPTER & B. KROEBER. Aus dem Italienischen übersetzt. Carl Hanser Verlag (2021).
- [3] *Entdecken und verstehen – Geschichtsbuch – Differenzierende Ausgabe Niedersachsen – Band 1: 5./6. Schuljahr: Von den Anfängen der Geschichte bis zum ...* Cornelsen Schulverlage GmbH (2013).
- [4] S. J. GOULD: *The Late Birth of a Flat Earth*. Natural History **103**(3) (1994). Reprinted in \*A Dinosaur in a Haystack\*, London: Jonathan Cape, 1996, pp. 3 – 40 12–19.
- [5] L. NÄSER: »Die Weltkarte des Andreas Walsperger: Kartografische Wissenskulturen um 1448«. Datum der Disputation: 15. Juli 2021. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktorin der Philosophie (Dr. phil.) Universität Kassel, Fachbereich 05 Gesellschaftswissenschaften, 2021.
- [6] T. und REGENHARDT: *Forum Geschichte*. Zitat entnommen aus S. 155. Cornelsen Verlag (2010).
- [7] J. SCHEIPL et al. *Zeitbilder*. Veritas Verlag (2010).
- [8] K. A. VOGEL: »Sphaera terrae – das mittelalterliche Bild der Erde und die kosmographische Revolution«. Zitierte Stelle: „ Formam totius terrae non planam, ut aestimant, positioni qui eam disci diffusioris assimilant, neque concavam, ut alii, qui descendere imbrem dixere telluris in gremium, sed rotundam, globosam etiam, sicut Dicaearchus asseverat. “ (S. 65). Dissertation. Georg-August-Universität zu Göttingen, 1995.
- [9] WIKIPEDIA: *Myth of the flat Earth*  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Myth\\_of\\_the\\_flat\\_Earth](https://en.wikipedia.org/wiki/Myth_of_the_flat_Earth) (aufgerufen am 09.08.2025).



Facts: Wie Verschwörungstheorien unser Denken bestimmen« wie folgt: »Eine Verschwörungserzählung ist eine Annahme darüber, dass als mächtig wahrgenommene Einzelpersonen oder eine Gruppe von Menschen wichtige Ereignisse in der Welt beeinflussen und damit der Bevölkerung gezielt schaden, während sie diese über ihre Ziele im Dunkeln lassen« NOCUN et al. [3, S. 18]. Man kann Verschwörungstheorien auch durch die folgenden drei Grundannahmen charakterisieren:

- Nichts geschieht durch Zufall - alles ist geplant.
- Nichts ist so, wie es scheint - man muss hinter die Fassade blicken, um zu erkennen was wirklich geschieht.
- Alles ist miteinander verbunden - verschiedene Ereignisse, Personen und Institutionen hängen im Geheimen zusammen.

Der Begriff »Theorie« wird bei Verschwörungstheorien von einigen kritisch betrachtet, da er eine wissenschaftliche Fundierung suggeriert. Wissenschaftliche Theorien basieren auf überprüfbareren Fakten und lassen sich falsifizieren, während Verschwörungstheorien meist unbelegt bleiben und sich jeder Widerlegung entziehen. Kritiker plädieren daher für die Verwendung des Begriffs »Verschwörungserzählung«, um die fehlende wissenschaftliche Basis hervorzuheben NOCUN et al. [3]. Befürworter des Begriffs »Verschwörungstheorie« vertreten die Meinung, dass Verschwörungstheorien sehr wohl falsifizierbar sind, auch wenn überzeugte Verschwörungstheoretiker schlüssige Gegenargumente häufig nicht akzeptieren BUTTER [1]. Es ist anzumerken, dass eine Diskussion über die Verwendung des Begriffs »Theorie« nur im deutschsprachigen Raum geführt wird, wobei man im englischsprachigen Raum ausnahmslos von »conspiracy theory« spricht BUTTER [1].

Die oben genannten Grundannahmen führen dazu, dass Verschwörungstheorien oft übermäßig viel Bedeutung auf geheime Absprachen, Manipulation und eine vermeintliche verborgene Wahrheit legen. Ein Beispiel für eine bekannte Verschwörungstheorie ist der »Flat-Earth-Glaube«, welcher davon ausgeht, dass der Planet Erde keine sphärische Form ist, sondern eine flache Scheibe. Diese Vorstellung wurde insbesondere im 19. Jahrhundert durch den Engländer Samuel Rowbotham verbreitet. Später entwickelte Samuel Shenton diese Idee weiter und gründete 1956 die »Flat Earth Society« FOCKE et al. [2]. Dabei geht er in seiner Theorie davon aus, dass die Erde eine Art Münze sei, die in einer unendlichen Ebene liegt, bei der der Nordpol in der Mitte und die Antarktis als Eiswall außen herum verortet werden kann. Die Sonne kreise dabei mit einem Durchmesser von 50 km in einer Höhe von 4800 km über der Erde und sende Licht, ähnlich wie eine Taschenlampe. Heute findet die Theorie besonders in den sozialen Medien Aufmerksamkeit, in denen von Flat-Earthern das Weltbild einer flachen Erde dargestellt und verbreitet wird. Dabei vertreten einige die Position, dass das Logo der Vereinten Nationen die Gestalt dieser flachen Erde sehr gut widerspiegelt. In den Argumenten der Flat-Earther lassen sich die oben genannten Grundannahmen

ebenfalls wiederfinden. Sie glauben beispielsweise, dass die NASA gegründet wurde um die wahre Form der Erde zu verschleiern, damit sich »Die Elite« ihre Macht sichern kann. Der Glaube an eine solche Elite, die im Hintergrund agiert und sich die Geschehnisse in der Welt so zurecht schiebt wie es ihnen am besten passt, ist charakteristisch für Verschwörungstheorien.

Gerade in Zeiten der Unsicherheit bieten Verschwörungstheorien einfache Erklärungen für komplexe Zusammenhänge BUTTER [1]. Zudem basiert der Glaube an sie oft auf einem tiefen Misstrauen gegenüber Regierungen, Medien oder Wissenschaftlern. Die Argumentationsstrategie von Verschwörungstheoretikern folgt häufig einem bestimmten Muster:

- Wissenschaftliche Erkenntnisse werden infrage gestellt oder als falsch dargestellt.
- Wissenschaftler und Medien werden beschuldigt, absichtlich Fehlinformationen zu verbreiten.
- Wenn eine Behauptung widerlegt wird, wird diese durch eine zusätzliche Theorie ergänzt.
- Kritik von außen wird als »Bestätigung« dafür gewertet, dass die Verschwörung tatsächlich existiert.

Die sozialen Medien stellen einen wichtigen Faktor für die Verbreitung von Verschwörungstheorien dar, weil selbst kleine Gruppen den Eindruck erwecken können, dass ihre Sichtweise von der Mehrheit der Bevölkerung geteilt wird NOCUN et al. [3, S.127]. Gleichzeitig verstärken sogenannte »Filterblasen« und »Echokammern« die Verfestigung von Überzeugungen, da Nutzer\*innen fast ausschließlich mit Informationen konfrontiert werden, welche ihre Sichtweise bestätigen WELZENBACH-VOGEL [5].

Dadurch können sich Menschen mit ähnlichen Überzeugungen leicht vernetzen und gegenseitig in ihren Ansichten bestärken. Plattformen wie YouTube, Facebook oder Telegram spielen dabei eine entscheidende Rolle, weil ihre Algorithmen Inhalte bevorzugen, welche eine hohe Interaktion erzeugen. Jedoch ist das Internet nicht allein für die Verbreitung von Verschwörungstheorien verantwortlich, denn diese hat es bereits lange zuvor gegeben, wobei die oben genannten Gründe ihre Sichtbarkeit verstärken können. Dabei ist anzumerken, dass Filterblasen und Echokammern in ihren Extremformen weitaus weniger verbreitet sind, als allgemein angenommen STARK et al. [4]. Auch mangelnde Medienkompetenz trägt dazu bei, dass Menschen Schwierigkeiten haben, zwischen seriösen und unseriösen Informationsquellen zu unterscheiden. Studien belegen, dass Menschen mit einer geringen Medienkompetenz eher dazu neigen, an Verschwörungstheorien zu glauben, da sie häufig keinen Expertenbias haben NOCUN et al. [3].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Verschwörungstheorien nicht nur als harmlose Spinnereien anzusehen sind. Sie können gesellschaftliche Spaltungen vertiefen, das Vertrauen in Institutionen untergraben und Misstrauen in Wissen-

schaft und Demokratie fördern. Deshalb ist es wichtig, ihre Mechanismen zu verstehen und kritisch mit ihnen umzugehen.

### Literatur

- [1] M. BUTTER: *Verschwörungstheorien: Eine Einführung*. Aus Politik und Zeitgeschichte 71 (2021).
- [2] J. FOCKE, M. DOECKEL & M. TERTILT: *Die Akte Flache Erde: Leben wir auf einer Scheibe?* 2024  
URL: <https://tinyurl.com/ps5ks9rd> (aufgerufen am 20.01.2025).
- [3] K. NOCUN & P. LAMBERTY: *Fake Facts. Wie Verschwörungstheorien unser Denken bestimmen*. Quadriga (2020).
- [4] B. STARK, M. MAGIN & S. GEISS: *Meinungsbildung in und mit den sozialen Medien*. Handbuch Soziale Medien (2022).
- [5] I. C. WELZENBACH-VOGEL: »Gefilterte Ansichten – Zur Rolle von Filterblasen und Echokammern bei der Nutzung, Verarbeitung und Aneignung von Fake News und Verschwörungstheorien«. *Zwischen Wahn und Wahrheit: Wie Verschwörungstheorien und Fake News die Gesellschaft spalten*. Hrsg. von M. C. BAUER & L. DEINZER. Springer 2021 S. 185–209  
URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-63641-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63641-1_8).

# Kawabata Yasunari Meijin 名人

ULRICH GROH



Die Go-Regeln sind so elegant, organisch und logisch, dass, wenn es irgendwo im Universum intelligente Lebensformen gibt, diese mit ziemlicher Sicherheit Go spielen.

*Edward Lasker (1885–1981)*

In seiner Novelle »Meijin« beschreibt Kawabata Yasunari das Abschiedsspiel von Honinbō Shūsai aus dem Jahr 1938 gegen den Spieler Kitani Minoru. Ich werde dieses Buch vorstellen und dabei den Konflikt zwischen dem traditionellen Go-Spiel von Shūsai und dem modernen von Kitani beleuchten. Dieser Konflikt wird sich fast 80 Jahre später mit dem KI-System AlphaGo und seinem Spiel gegen den damaligen Weltmeister im Go-Spiel, [Lee Sedol](#), wiederholen.

### **Kawabata Yasunari 川端 康成 (1899–1972)**



*Kawabata Yasunari 1932*

Geboren in Osaka, verlor er schon frühzeitig die Eltern, die Großeltern und seine Schwester und war ab seinem 14. Lebensjahr auf sich allein gestellt. Diese Ereignisse haben seinen Schreibstil wesentlich geprägt. Seine erste Novelle »Die Tänzerin von Izu« (Izu no Odoriko 伊豆の踊子), veröffentlichte er 1926. In dieser beschreibt er die Erlebnisse einer Wanderung über die Halbinsel Izu, die er als 19-Jähriger unternommen hatte. Weitere Novellen folgen. Die bekanntesten sind »Schneeland« (Yuki kuni 雪国), »Tausend Kraniche« (Senbazuru 千羽鶴) und »Meijin« (名人) – letztere werde ich vorstellen.

1968 bekam er als erster nicht westlicher Schriftsteller den **Literaturnobelpreis** verliehen. In seiner **Nobelpreisansprache** »美しい日本の私« (Utsukushii nihon no watashi – Schönes Japan und ich selbst – kommen seine zentralen Themen Einsamkeit, Vergänglichkeit, Bewahrung der Traditionen klar zum Ausdruck. Ohne einen

Abschiedsbrief zu hinterlassen beging er 1972 Selbstmord – über die Gründe kann man daher nur spekulieren.

### **Meijin (1954)**

Das Buch basiert auf einer Reihe von Kolumnen, die Kawabata 1938 für die Zeitung *NichiNichi Shimbun* verfasste. Darin behandelt er den Wandel der japanischen Gesellschaft anhand eines Go-Spiels zwischen dem alten Titelträger **Honinbō Shūsai 本因坊秀哉 (1874–1940)** und dem aufstrebenden **Kitani Minoru 木谷実 (1909–1975)**. Das Spiel symbolisiert den Konflikt zwischen Tradition und Moderne in Japan zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Dabei wird das Go-Spiel als Metapher für den kulturellen Wandel genutzt, den Japan in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts durchlief, und ist mit den Zeiträumen Meiji-Ära,<sup>1</sup>Taishō-Periode<sup>2</sup> und

(1) **Meiji (明治)**: 1868–1912, Regierungszeit von **Kaiser Meiji**, bedeutet »erleuchtete Regierung«.

(2) **Taishō (大正)**: 1912–1926, Regierungszeit von **Kaiser Taishō**, bedeutet »große Rechtschaffenheit«.

der Shōwa-Zeit<sup>3</sup> verknüpft.

Die Novelle beginnt mit dem Tod von Honinbō Shūsai ([9, S. 10]).

*Shūsai, Meijin des Go, einundzwanzigster in der Erbfolge des Hauses Honinbō, starb im Gasthof Urokoya in Atami am Morgen des 18. Januar 1940. Er wurde nach traditioneller Zählung siebenundsechzig Jahre alt.*

In diesem Satz finden sich viele Hinweise: Die Erbfolge betont die Kontinuität, die Altersbezeichnung verweist auf die japanische Kulturpraktik des *Kazoedoshi* (数え年) – »Gezählte Jahre« – und der Tod markiert das Ende einer Epoche.

Auch der erste Absatz in »Schneeland« beginnt vergleichbar ([8]).

*Jenseits des langen Tunnels erschien das Schneeland. Der Nacht Tiefe wurde weiß. Die Dampfloch hielt an einem Signal.*

Hier ist der Tunnel die Schwelle zwischen Welten, der Kontrast zwischen der Dunkelheit des Tunnels und der schneebedeckten Landschaft wird hervorgehoben und das Moderne – Dampfloch – trifft auf die zeitlose Naturlandschaft.

### **Was ist Go?**

Go ist eines der ältesten und komplexesten Spiele der Welt mit Ursprüngen, die mehr als 4.000 Jahre zurückreichen und kam um 650 n. Chr. aus China nach Japan. Während der **Edo-Zeit (1603–1868)** erhielt das Spiel Förderung durch das **Tokugawa-Shōgunat**, wodurch professionelle Go-Spieler und tiefgehende Theorien zur Spielstrategie entstanden. Diese klassischen Prinzipien prägten das Spiel bis weit ins 20. Jahrhundert hinein.

Hören wir, was Kawabata dazu schreibt ([9, S. 99–101]).

*[...] Das Go des Ostens ist über Spiel und Prüfstein der Geisteskraft hinausgewachsen und zu einer Kunst geworden. Es hat eine gewisse Aura von östlichem Geheimnis und Vornehmheit um sich. Der Name »Honinbō« in Honinbō Shūsai ist der Name eines Wohngebäudes beim Tempel Jakkō-ji in Kyōto, und Shūsai, der Meijin, hatte selbst die buddhistische Priesterweihe empfangen. Anlässlich des dreihundertsten Geburtstags des ersten Honinbō, Sansa, dessen geistlicher Name Nikkai war, hatte er den geistlichen Namen Nichion angenommen. [...]*

*Go kam aus China nach Japan. Das wirkliche Go jedoch entwickelte sich in Japan. Die Kunst des Go in China, heute und vor dreihundert Jahren, hält keinem Vergleich mit der japanischen stand. [...]*

*Go wurde durch die Japaner weiterentwickelt und zu einer neuen Tiefe gebracht. Im Gegensatz zu so vielen anderen Künsten, die aus China*

(3) **Shōwa** (昭和): 1926–1989, Regierungszeit von **Kaiser Hirohito**, bedeutet »erleuchteter Frieden«.

*kamen und sich dortselbst prächtig entwickelten, blühte Go lediglich in Japan. Diese Blüte erfolgte natürlich in den letzten Jahrhunderten, als Go unter dem Schutz des Edo-Shōgunats stand. Nachdem das Spiel bereits vor tausend Jahren nach Japan gebracht worden war, lag seine Weisheit über lange Jahrhunderte brach. Die Japaner hoben den Schatz dieser Weisheit, die »Straße der Dreihunderteinundsechzig«, die nach der Auffassung der Chinesen die Grundsätze von Natur, Universum und menschlichem Leben umfasste, die sie die »Zerstreuung der Unsterblichen« genannt hatten, ein Spiel reicher Geisteskräfte. Es steht fest, dass der japanische Geist beim Go über das lediglich Übernommene und Abgeleitete hinausgegangen ist.*

*Möglicherweise hat keine andere Nation so geistvolle Spiele wie Go oder [Shōgi](#) entwickelt. Möglicherweise würden nirgends auf der Welt einem einzigen Wettkampf achtzig Stunden eingeräumt, die sich über drei Monate erstrecken.*

*War Go genau wie das Nō-Drama oder die Teezeremonie immer tiefer und tiefer in die versteckten Nischen einer bizarren japanischen Tradition gesunken?*

Zu Go in China bemerkte Honinbō Shūsai ([9, S. 101]).

*Shūsai erzählte uns in Hakone von seinen Reisen in China und mit wem er dort gespielt hatte.*

*»Dann vermute ich, dass die besten chinesischen Spieler in Japan gute Amateure wären?«, fragte ich.*

*»Etwas in der Art, denke ich. Ein starker Amateur dort könnte einem starken Amateur hier gewachsen sein. Natürlich haben sie keine Berufsspieler.«*

*»Wenn ihre Amateure und unsere vergleichbar sind, könnte man sagen, dass sie die Voraussetzungen für professionelles Go haben?«*

*»Es wird nicht über Nacht geschehen. Aber sie haben einige starke Spieler, und sie spielen gern um Geld. Unbedingt haben sie Begabung, wenn sie jemanden wie Go<sup>4</sup> hervorbringen können.«*

Diese Aussage stammt aus dem Jahr 1938. Nach dem Ende der [Kulturrevolution \(1966–1976\)](#) und dem Tod von [Mao Zedong \(1883–1976\)](#) entstand in den folgenden Jahren ein professionelles System und die Top Ten der Go-Spieler stammen aus China.

### **Die Auseinandersetzung zwischen Tradition und Moderne**

*Honinbō Shūsai* war der letzte Meister einer Dynastie von Go-Spielern, die in traditionellen Strukturen verwurzelt waren. 1936 gab er seinen Titel Meijin =

<sup>(4)</sup> Dies bezieht sich auf den Spieler Go Seigen.

Meister an den 1924 gegründeten [japanischen Go-Verband](#) zurück. Das vereinbarte Abschiedsspiel wurde von der 1872 gegründeten Zeitung 東京日日新聞 (Tōkyō Nichinichi Shimbun) gesponsert (heute [Mainichi Shimbun](#) (毎日新聞) und größte Zeitung Japans). Sein Gegner wurde unter den stärksten Go-Spielern ermittelt, und *Kitani Minoru* wurde der Herausforderer. Kitani Minoru war einer der stärksten



*Honinbō Shūsai*



*Kitani Minoru*

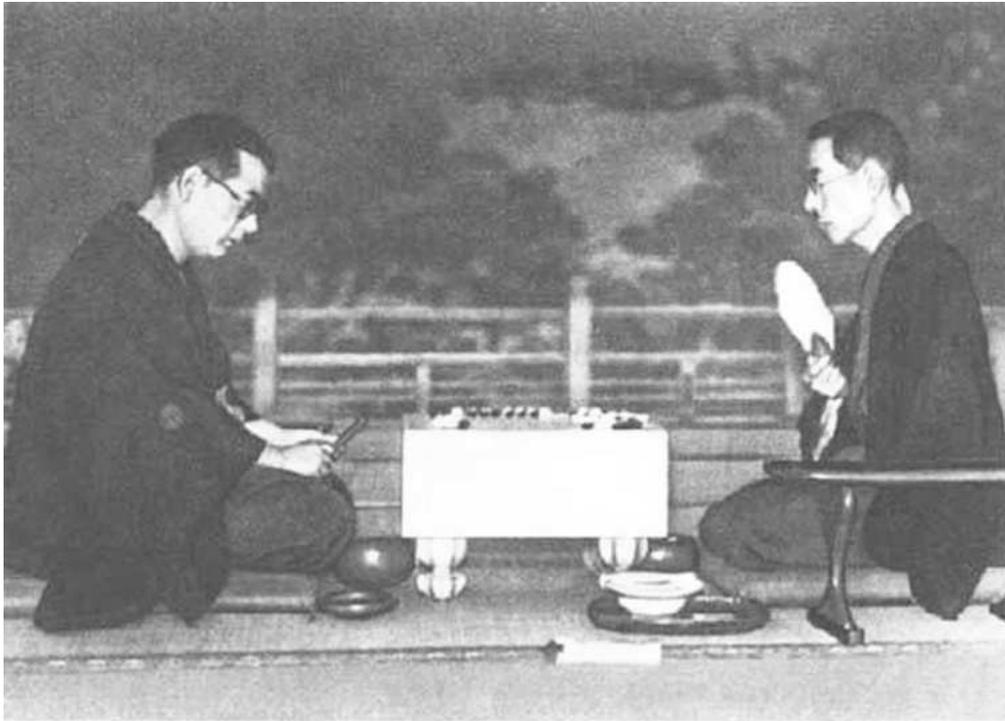
Spieler seiner Generation, auch wenn er nie einen der großen Titel gewonnen hat. Bekannt ist seine Go-Schule [Kitani Dojo](#), aus der die stärksten Spieler des ausgehenden 20. Jahrhunderts hervorgingen. Spielerisch sicherlich Honinbō Shūsai ebenbürtig, waren jedoch die physischen Bedingungen gänzlich verschieden. Dies beschreibt dann Kawabata in seinem Buch so ([9, S. 20]).

*Bei einer anderen Gelegenheit wurde er nach seiner Körpergröße gefragt. »Bei meiner Musterung war ich knapp 1 Meter 53 groß. Danach war ich einen Zentimeter gewachsen. Im Alter wird man wieder etwas kleiner, und ich bin jetzt genau 1 Meter 53.«*

*[...] »Er hat einen Körper wie ein unterernährtes Kind«, sagte der Arzt, als der Meijin in Hakone erkrankt war. »Er hat überhaupt kein Fleisch an den Waden. Man fragt sich, wie er überhaupt sein eigenes Gewicht tragen kann. Ich kann ihm kein Medikament in normaler Dosierung verordnen. Ich muss ihm geben, was ein Dreizehn- oder Vierzehnjähriger einnehmen würde.«*

Er wog in der Tat nur 30 Kg, aber hinter dem Go-Brett schien er zu wachsen ([9, Abschnitt 6]).

[...] *Dass der Meijin zu wachsen schien, wenn er sich am Goban niederließ, hatte sicher mit der Macht und dem Ansehen seiner Spielkunst zu tun, dem Verdienst langer Übung und Disziplin; jedoch war auch sein Rumpf überproportional lang.*



*Kitani und Honinbō Shūsai sind ins Spiel vertieft (Zug 63)*

Kitani Minoru und der aus China stammende Spieler *Go Seigen* 吳清源 revolutionierten in den 1930er-Jahren das Go-Spiel mit der »Shin Fuseki-Theorie«, die klassische Spielmuster hinterfragte. Ihr innovativer Ansatz stieß bei traditionellen Spielern auf **Widerstand**, was sich auch in Kawabata's Darstellung des Spiels widerspiegelt. Es trifft also das traditionelle Go auf die Ideen einer jungen Generation. Im Buch wird Kitani als Ōtake bezeichnet.

### ***Das Ende des Spiels steht am Anfang***

Das Buch beginnt mit dem Tod von Honinbō Shūsai (siehe Seite 223) und einer Beschreibung vom Ende des Spiels ([9, S. 11]).

*Die Partie endete am 4. Dezember 1938 um 14:42 Uhr mit Schwarz 237.*

*Schweigend besetzte der Meijin einen neutralen Punkt. »Es sind also fünf Punkte?« fragte der Schiedsrichter respektvoll. Vermutlich wollte er dem Meijin die Unannehmlichkeit ersparen, dass seine Niederlage offenbar würde.*

*»Ja, fünf Punkte«, murmelte der Meijin aus geschwollenen Augenlidern.*

*»Wäre ich Mitte August nicht ins Krankenhaus gegangen, dann wären wir in Hakone zu Ende gekommen.« Der Meijin sprach ruhig, als wollte er die Luft von ihrer Schwere befreien.*

*Bei der Nachfrage nach seiner Bedenkzeit erfuhr er: »Weiß: 19 Stunden 57 Minuten. Schwarz verbrauchte 34 Stunden 19 Minuten.« Für diese Partie war das Zeitkontingent auf das Vierfache der üblichen zehn Stunden erhöht worden.*

*Die ganze Gesellschaft saß schweigend da, alle Augen auf das Goban gerichtet, als der Meijin seinen Gegner fragte, ob er etwas Bohnensuppe möchte.*

Die weiteren Spieltage, die Auseinandersetzung zwischen den Spielern und vieles mehr beschreibt Kawabata in 41 Abschnitten, in denen immer wieder auf japanische Traditionen verwiesen wird.

Zwei wichtige Punkte, die die Veränderungen und Gegensätze beschreiben, einmal der *Abgabezug* (sealed move) und die *Zeitregelung*.

Im traditionellen Go bestimmt Weiß, in der Regel der stärkere Spieler, wann Schwarz bei mehrtägigen Spielen den letzten Zug macht und kennt daher diesen, ohne diesen beantworten zu müssen. Dies war eine Höflichkeit des schwächeren Spielers gegen den stärkeren, wobei dieser den Vorteil des Wissens nicht ausnutzen soll – in Theorie. In diesem Spiel gab es nun eine wesentliche Änderung, die man vom Schach übernommen hatte – der *Abgabezug* ([9, S. 38]).

*Ōtake nahm sich zwanzig Minuten für Schwarz 5, und der Meijin verbrauchte einundvierzig Minuten für Weiß 6, seine erste längere Phase der Überlegung in dieser Partie. Der Spieler, der um vier Uhr nachmittags am Zug war, sollte laut Vereinbarung den Abgabezug machen, so dass dies dem Meijin zukam, falls er nicht in den nächsten zwei Minuten spielte.*

*Ōtakes Zug Schwarz 11 war zwei Minuten vor vier aufs Brett gekommen. Der Meijin versiegelte seinen Zug Weiß 12 um 16 Uhr 22.*

Einen solchen Abgabezug kann man natürlich geschickt nutzen, indem man einen Zug wählt, der einen offensichtlichen Antwortzug erzwingt – was Kitani wohl auch gemacht hat ([9, Abschnitt 6]; siehe hierzu auch die Erläuterungen in FAIRBAIRN [2, Act 10, p. 79ff]).

*Allein zurückgeblieben, starrte Ōtake auf die weiße Stellung in der linken unteren Ecke als ob er sich in sie verbeißen wollte. Eine Stunde*

*und dreizehn Minuten später, deutlich nach ein Uhr, machte er seine Abgabezug 99, ein **Nozoki** in der Brettmitte.*

Die Antwort von Weiß war so, wie es Kitani erwartet hatte. Aber Shūsai hätte nicht so antworten müssen, wie er später erklärte. Dies ist in [2, p. 81ff] im Detail beschrieben. Dazu stellt später Kawabata fest ([9, Abschnitt 12])

*[...] Die Schönheit Japans aus dem Osten waren aus dem Go entwichen. Alles war zur Wissenschaft und Regulierung verkommen. [...] ([9, ab Seite 45 letzte Zeile])*

Die andere Änderung betraf die Beschränkung der Spielzeit, diese war im klassischen Go unüblich.

### **Eine Zusammenfassung**

Als Go-Spieler ist dieses Buch ein »Muss«. Aber auch sonst kann man dieses Buch mit Vergnügen und Interesse lesen. Beschreibt doch Kawabata auch die Spannungen, die Atmosphäre und psychologischen Dimensionen des Spiels dieser beiden Personen ([9, Abschnitt 21, Abschnitt 9 & S. 38]).

*Der aggressive Zug Schwarz 69 war als »diabolischer Schlag« bezeichnet worden. Der Meijin selbst sagte später, dass dieser Zug die Art von Brutalität zeigte, für die Ōtake bekannt war. Alles hing von der weißen Antwort ab. Wenn sie sich als ungenügend herausstellte, konnte Weiß recht schnell die Kontrolle übers Brett verlieren. Der Meijin dachte eine Stunde und sechsundvierzig Minuten über Weiß 70 nach. Seine längste Phase des Nachdenkens sollte zehn Tage später folgen, am 5. August, als er zwei Stunden und sieben Minuten mit Weiß 90 zubrachte. Weiß 70 war sein Zug mit der zweitlängsten Bedenkzeit.*

*Wenn Schwarz 69 diabolisch aggressiv war, so war Weiß 70 eine brillante Verteidigung.*

*[...] Am 26. Juni 1938 machte der frühsummerliche Regen eine Pause und harmlose Sommerwolken standen am Himmel. Das Laub im Garten des Kōyōkan war vom Regen reingewaschen. Die kraftvolle Sonne schimmerte auf verstreuten Bambusblättern.*

*Vor der Nische im unteren Salon saßen Honinbō Shūsai Meijin, und sein Herausforderer Ōtake 7-Dan.*

*[...] Der Himmel, am Morgen noch heiter, hatte sich bewölkt. Der Sturm, der den Osten und den Westen Japan überfluten sollte, war bereits unterwegs.*

Wer sich als Go-Spieler mit dem Spiel beschäftigen will: Das Buch von John Fairbairn »*The Meijin's Retirement Game*« [2] ist die beste Quelle, da sowohl das Spiel mit allen Verästelungen diskutiert wird, als auch Ergänzungen zur Novelle von Kawabata enthalten sind.

### **Der Einfluss von KI auf Go: Eine neue Revolution**

Die Komplexität von Go galt lange Zeit als nahezu unüberwindbare Hürde für künstliche Intelligenz. Anders als beim Schach, wo bereits 1997 [Deep Blue](#) Weltmeister Garry Kasparov besiegte, schien Go mit seinen ungefähr  $10^{172}$  legalen Positionen (im Vergleich zu  $10^{42}$  beim Schach) für Computer unbegreifbar zu sein. Darauf geht auch der Gründer von DeepMind, *Demis Hassabis*, mit der folgenden Bemerkung ein.

*»It's a very intuitive game. If you ask a great Go player how it is they decided on a move, they'll often tell you it felt right. So these things are generally computers are not great at.«*

Es liest sich etwas sperrig, findet sich aber so in der englischsprachigen Literatur, etwa FASHA [3] und ist wohl einem Interview entnommen worden.

Dies änderte sich schlagartig 2016, als das KI-Programm [AlphaGo](#) von DeepMind den damaligen Weltklassespieler [Lee Sedol](#) mit 4:1 besiegte. Besonders bemerkenswert war [Zug 37](#) im zweiten Spiel – ein Zug, der gegen alle traditionellen Go-Prinzipien verstieß, sich aber als genial herausstellte. Der Kommentar von Lee Sedol dazu ist aufschlussreich.

*[...] Gestern war ich überrascht, heute bin ich sprachlos. Ich dachte, dass AlphaGo auf Wahrscheinlichkeitsrechnung beruht und es nichts anderes als eine Maschine ist. Ich muss meine Meinung ändern: AlphaGo ist kreativ, dieser Zug war wirklich kreativ und schön.*

Und wie er sagte: Seinen Zug 78 im vierten Spiel hätte er ohne Zug 38 nie gespielt.

Noch revolutionärer war 2017 [AlphaGo Zero](#), das ohne menschliche Vorbilder trainiert wurde und sich selbstständig zu überragender Spielstärke entwickelte. Diese KI-Programme haben das Spiel erneut grundlegend verändert und teilweise sogar Spielweisen aus der Edo-Zeit rehabilitiert.

Die Bedeutung dieser KI-Entwicklungen reicht weit über das Spielbrett hinaus. So ging [der Nobelpreis für Chemie 2024](#) an die Deep Mind Mitarbeiter [Demis Hassabis](#) und [John Jumper](#) für das KI-Programm [AlphaFold](#), das auf ähnlichen Technologien wie AlphaGo basiert und revolutionäre Fortschritte bei der Entschlüsselung von Proteinstrukturen ermöglicht.

Wer sich für diesen faszinierenden Wendepunkt in der Geschichte des Go interessiert, dem sei der Dokumentarfilm [AlphaGo – The Movie](#) empfohlen, der den dramatischen Wettkampf zwischen Mensch und Maschine eindrucksvoll dokumentiert.

### **Vom Meijin zur KI – Ein Kreis schließt sich**

Kawabata's »Meijin« führt uns durch eine Zeit des Umbruchs, in der die Traditionen Japans auf die neuen Strömungen der Moderne trafen. Das Abschiedsspiel

zwischen Honinbō Shūsai und Kitani Minoru steht symbolisch für diesen Übergang – der alte Meister, verwurzelt in buddhistischen Traditionen und den ehrwürdigen Strukturen der Edo-Zeit, konfrontiert mit dem pragmatischen, wissenschaftlichen Ansatz einer neuen Generation.

Fast ein Jahrhundert später erleben wir mit der KI-Revolution einen ähnlichen Paradigmenwechsel. Wie Kitani damals mit seiner »Shin Fuseki«-Theorie spielte AlphaGo mit seinem berühmten Zug 37 gegen etablierte Weisheiten an – und zwang die Go-Welt, ihre grundlegendsten Annahmen zu überdenken. Die Reaktion von Lee Sedol auf diesen Zug spiegelt in verblüffender Weise die Spannung wider, die Kawabata in seinem Roman einfängt: Ehrfurcht, Verwirrung und schließlich Anerkennung einer neuen, zunächst befremdlichen Schönheit.

Die Geschichte des Go ist damit eine Geschichte kontinuierlicher Transformation. Was Kawabata in seinem Roman als Verlust beklagt – »*Die Schönheit Japans aus dem Osten waren aus dem Go entwichen. Alles war zur Wissenschaft und Regulierung verkommen*« – erscheint heute in neuem Licht. Denn die wissenschaftliche Herangehensweise der KI hat nicht nur neue Spielzüge hervorgebracht, sondern paradoxerweise auch zur Wiederentdeckung vergessener klassischer Strategien aus der Edo-Zeit geführt.

So bleibt Go, was es immer war: ein Spiegelbild der Kultur, ein Dialog zwischen Tradition und Innovation. In Kawabata's »Meijin« wie im heutigen Go mit KI zeigt sich, dass wahre Meisterschaft nicht in der bloßen Bewahrung des Alten oder der blinden Annahme des Neuen liegt, sondern in der Fähigkeit, beide in einer tieferen Harmonie zu verbinden. Darin liegt vielleicht die zeitlose Schönheit dieses Spiels – und die bleibende Aktualität von Kawabata's Meisterwerk.

## Anhang

- Wer die im Artikel erwähnte Nobelpreisrede von Kawabata lesen will, findet diese auf der [Homepage des Nobelpreiskomitees](#).
- Will man sich näher mit dem Go-Spiel beschäftigen, so ist DIGULLA et al. [1] eine gute Einleitung dazu. Aber Achtung: »Die Regeln des Go-Spiels lassen sich in wenigen Minuten erlernen«, schrieb einmal [Cho Chikun](#), einer der erfolgreichsten Go-Spieler aller Zeiten. »Aber man kann sein gesamtes Leben damit verbringen, die Komplexität dieses Spiels zu ergründen.«

Aber ohne Üben funktioniert es nicht. Gut geeignet dazu ist [AI Sensei](#), ein Online-Tool basierend auf der aktuellen KI-Technologie. Dort kann man bei angepasster Spielstärke gegen *AI Sensei* spielen, wobei man mit einem  $9 \times 9$  Brett anfangen sollte. Jedenfalls kann man versuchen, das, was man im o. g. Buch gelernt hat, auch umzusetzen.

Zur Geschichte des Go-Spiels wird man in KOULEN [10] fündig – ein nettes Buch für ruhige Stunden.

- In meinem Beitrag bin ich am Ende auf *DeepMind* und *AlphaGo* eingegangen. Es gibt dazu eine eindrucksvolle Dokumentation in Form eines Films – [Alpha](#)

*Go – The Movie* – in dem die Entwicklung beschrieben und dann im Detail auf das Match Alpha Go vs. Lee Sedol eingegangen wird.

- Die Frage der Kreativität von AlphaGo wird in KATZLBERGER [7] diskutiert. Dieser Artikel fasst eindrucksvoll Aspekte des Duells AlphaGo gegen Lee Sedol zusammen und hat auch die richtigen Links hierfür.
- Für Go-Spieler hat Michael Redmond, ein 9-Dan Profispieler aus Japan, in den zwei Büchern REDMOND [12] einmal das Duell AlphaGo gegen Lee Sedol im Detail besprochen. Der zweite Band erkundet die spannende Spielserie, die Anfang 2017 stattfand, als der mysteriöse Spieler *Master* auftauchte und mit Leichtigkeit Dutzende von Topspielern in einer klassischen Mensch-gegen-Maschine-Herausforderung besiegte.  
Eine kleine Anmerkung: [Michael Redmond](#) ist der einzige 9-Dan Profi aus einem westlichen Land, in diesem Fall Amerika, der es zu diesem höchsten Profirang gebracht hat. Dazu passt dann auch eine Bemerkung von Kawabata in seinem Buch »Meijin« auf Seite 99ff: »[...] *doch möglicherweise ist das Urteil zulässig, dass es dem westlichen Go an Temperament fehlt.*«
- Wer sich näher mit der KI für Go beschäftigen will, dem empfehle ich das Buch PUMPERLA et al. [11], in dem detailliert in die Methodik eingeführt wird.
- Interessant ist auch das Buch von *G. Kasparov* ([6]). Kasparov stellt hier sein Konzept des »Centaur Chess« (Mensch-Maschine-Teams) vor und zeigt, wie die Kombination menschlicher Kreativität mit maschineller Präzision zu besseren Ergebnissen führen kann als jede Seite allein.
- Zm Abschluss noch drei Empfehlungen — zwei Bücher und ein Film — geeignet nicht nur für Go-Spieler.
  - Cho Hunhyun: »[Go with the Flow](#)« ([4]),
  - Shin Jinseo: »[My Go Journey](#)« ([5]),
  - und der Film »[The Match](#)«.

[Cho Hunhyun \(Jahrgang 1953\)](#), war der weltweit beste Go-Spieler seiner Generation. In seinem Buch mit dem Untertitel »How the Great Master of Go Trained His Mind«, beschreibt er unter anderem seinen Werdegang als Schüler von Segoe Kensaku in Japan oder sein Verhältnis zu seinem Schüler, dem Wunderkind Lee Changho, was auch Gegenstand des Films ist.

[Shin Jinseo \(Jahrgang 2000\)](#), wird als der zur Zeit beste Go-Spieler betrachtet. In seinem Buch mit dem Untertitel »From Basics to Brilliance«, beschreibt er nicht nur seinen Werdegang – er hat als vierjähriger angefangen Go zu erlernen und nach zwei Jahren seinen Vater, einen Go-Lehrer, besiegt — sondern geht auch auf Spiele ein, die ihn geprägt haben.

Der Film *The Match*, der 2025 erschienen ist und auf Netflix verfügbar ist, beschreibt die Entwicklung des Wunderkinds [Lee Changho \(Jahrgang 1975\)](#), der immer noch als der beste Go-Spieler aller Zeiten angesehen wird. Ich

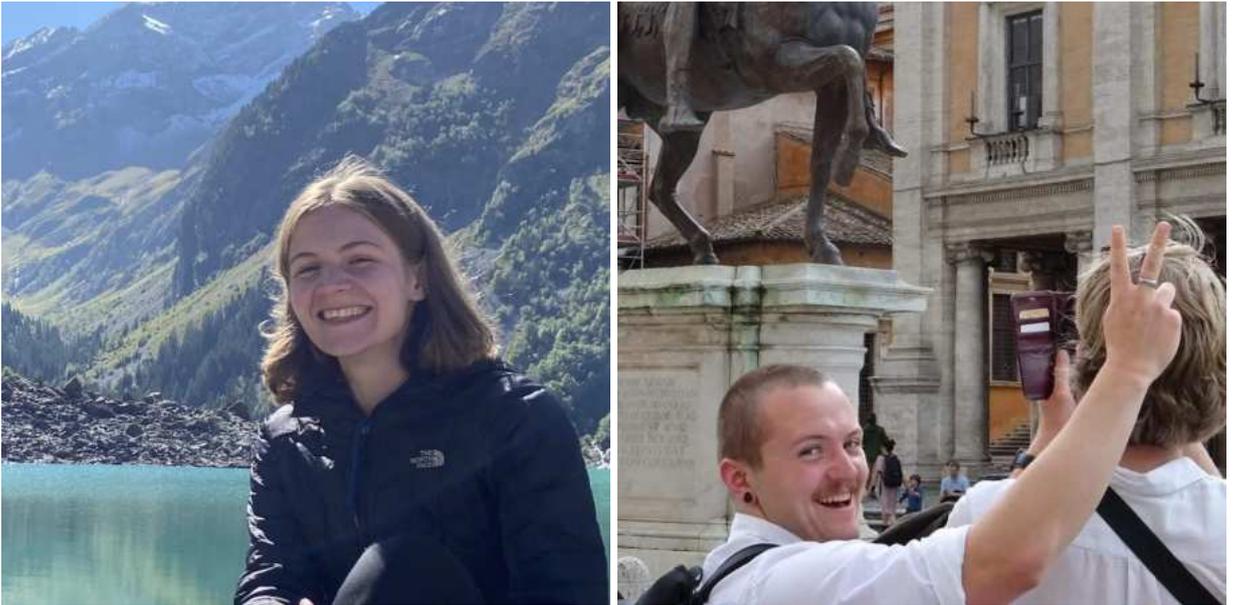
muss sagen, dass mich dieser Film begeistert hat, da er aus meiner Sicht sehr gut das Lehrer-Schüler-Verhältnis zwischen diesen beiden Ausnahmespielern zeigt und wie es auch *Go with the Flow* beschreibt.

## Literatur

- [1] J. DIGULLA et al. *Das Go-Spiel: Eine Einführung in das asiatische Brettspiel*. Hebsacker Verlag (2008).
- [2] J. FAIRBAIRN: *The Meijin's Retirement Game*. Slate & Shell (2008).
- [3] E. FASHA: *Introduction to the AlphaGo and Go Game*  
URL: <https://tinyurl.com/ybdfx82k> (aufgerufen am 16.03.2025).
- [4] C. HUNHYUN: *Go with the Flow*. Influential (2018).
- [5] S. JINSEO: *My Go Journey*. Board N'Stones (2024).
- [6] G. KASPAROV: *Deep Thinking: Where Machine Intelligence Ends and Human Creativity Begins*. PublicAffairs (2017).
- [7] M. KATZLBERGER: *AlphaGo mit Zug 37 in Richtung KI-Kreativität*. 2022  
URL: <https://tinyurl.com/yhev7ews> (aufgerufen am 15.03.2025).
- [8] Y. KAWABATA: *Schneeland*. Bibliothek Suhrkamp (2004).
- [9] Y. KAWABATA: *Meijin*. Übers. von F. HEIDEL. Brett und Steine Verlag (2015).
- [10] A. KOULEN: *Go - Die Mitte des Himmels: Geschichte, Philosophie, Spielpraxis*. Hebsacker Verlag (2009).
- [11] M. PUMPERLA & K. FERGUSON: *Deep Learning and the Game of Go*. Manning Publications (2019).
- [12] M. REDMOND: *AlphaGo to Zero: The AI Revolution in Go, Vol. I & II*. Go-books.com (2022).

# Emotionale Fiktion oder fiktionale Emotion Über die Paradoxie der Fiktion

LOUIS VON BERGEN & LAURA VOSS



So if we can be and if some of us are indeed moved to tears at Mercutio's untimely death, feel pity for Anna Karenina and so on, how can this be explained?

*Colin Radford [1]*

Wir besprechen in unserem Beitrag Emotionen über Fiktion. Hierbei fokussieren wir uns auf die Paradoxie der Fiktion von Colin Radford, laut der unsere emotionalen Reaktionen auf Fiktion widersprüchlich sind. Zunächst stellen wir Radfords Position vor und schließlich besprechen wir unterschiedliche Möglichkeiten, Emotion philosophisch zu interpretieren, sodass die Paradoxie nicht entsteht.

## Einleitung

Stell dir vor, dass du die letzten Seiten des Romans *Madame Bovary* von [Gustave Flaubert](#) liest. Nachdem man sich über hunderte Seiten in Emma Bovarys Leid und ihre Wünsche hineingefühlt hat, stirbt sie schlussendlich grauenvoll und hinterlässt ihren Mann und ihre Tochter in Armut und Elend. Unsere eigene Reaktion auf dieses Ende bestand aus Bestürzung und Mitleid für die Figuren. Doch obwohl wir solche emotionalen Reaktionen auf Literatur, Film oder Theater haben können, bleibt jeglicher Handlungsimpuls aus. Wir reisen nicht nach Rouen, um die Tochter Madame Bovarys zu retten. Diese Asymmetrie zwischen emotionaler Reaktion und unserem Verhalten bildet die Grundlage unseres Beitrags.

Die Paradoxie der Fiktion wurde ursprünglich von Colin Radford in seinem Artikel *How can we be moved by the fate of Anna Karenina* 1975 formuliert. (RADFORD et al. [2]) Wir werden sie mit ihren drei Prämissen einführen und Radfords Argumente für diese Prämissen vorstellen. Dann gehen wir auf die zugrundeliegende Theorie der Emotion ein. Zum Schluss besprechen wir mögliche Ansätze von Radford, die Paradoxie aufzulösen, die er allerdings selber widerlegt. Radford schließt, dass man die Paradoxie, den Widerspruch akzeptieren sollte. Wer sich mit der Argumentation Radfords aber nicht anfreunden will, findet dann eine Kritik vor. Wir wollen nämlich im Anschluss eine andere Theorie von Emotion vorstellen und uns die Frage stellen, inwiefern das Paradox unter anderer zugrundeliegender Theorie noch besteht. Daraus ergeben sich veränderte Ideen darüber, was unsere Emotionen hervorruft. Wir erhoffen uns von diesem Vorgehen ein besseres Verständnis unserer Emotionen, sowie dessen was sie hervorruft und unseres Umgangs mit ihnen im Allgemeinen.

## Die Paradoxie der Fiktion

Stell dir vor, eine Freundin erzählt dir, sie habe gerade ihre Hundewelpen im Rucksack und habe vor, diese im Fluss zu ertränken. Eine natürliche Reaktion hierauf wäre es, ihr den Rucksack herunterzureißen, um die Welpen zu retten. Fängt deine Freundin nun jedoch an zu lachen und eröffnet dir, dass dies nur ein schlechter Scherz gewesen sei, und ihre Welpen noch bei ihr zuhause seien, so verschwindet deine Angst um die Welpen. Es bleibt vielleicht eine Wut über deine Freundin, dir eine solche Geschichte erzählt zu haben, aber das Objekt deiner ursprünglichen Emotion ist verschwunden, und damit auch die zugehörige Emotion. Radford sagt hierzu:

»Der Gedanke impliziert den Glauben. Wir müssen an ihre Qualen glauben, damit wir davon gequält sind.« (RADFORD et al. [2, 68, Übers. d. Verf.]

Nach Radford müssen wir also davon überzeugt sein, dass die Situation oder das Objekt unserer Emotion tatsächlich existiert.

Betrachten wir nun aber keine »echten« Objekte mehr, sondern fiktionale Charaktere, so sind wir nicht davon überzeugt, dass diese existieren. Schau ich beispielsweise im Theater das Stück »Romeo und Julia« von William Shakespeare, so kann ich zwar mit den dargestellten Figuren mitfühlen, ich werde aber dennoch immer wissen, dass das Gespielte keine Realität ist. In der Schlusszene, in der Romeo sich selbst ersticht, wird sicherlich kein Mensch der Überzeugung sein, das Gespielte passiere wirklich. Niemand wird zur Bühne rennen, um Romeo von seinem Schicksal abzuhalten. Wir können also schließen, dass wir nicht von der Existenz fiktionaler Charaktere überzeugt sind, nicht einmal in dem Moment, in dem wir die Fiktion betrachten.

Trotzdem haben wir ständig Emotionen über Fiktives. In beinahe jedem bisher aufgeführten Beispiel schießen einem beim Lesen oder Schauen Tränen in die Augen oder man entwickelt zumindest ein mulmiges Gefühl im Bauch. Radford argumentiert dafür, dass dies tatsächlich »echte« Reaktionen sind. Die Tränen, die ich um Dobby aus Joanne K. Rowlings *Harry Potter und die Heiligtümer des Todes* weine, entsprechen nicht meinen Tränen beim Zwiebelschneiden, sondern sind denen ähnlich, die ich weine, wenn ich Trauer über Reales empfinde, wenn auch Emotionen gegenüber Realem in der Intensität meist deutlich stärker oder länger sind.

Aus diesen Argumenten und Beispielen können wir nun die folgende formalisierte Paradoxie herausstellen:

- (P1) Damit wir Emotionen für etwas haben können, müssen wir glauben, dass die Situation und dessen Objekt existieren.
- (P2) Wir glauben nicht, dass fiktionale Charaktere existieren.
- (P3) Wir haben Emotionen für fiktionale Charaktere.
- (P4) Unsere Emotionen in Bezug auf Fiktionen und für fiktionale Charaktere sind widersprüchlich.

Wir möchten zunächst betonen, dass die Paradoxie in dieser Form von uns selbst aufgestellt wurde. Leider können wir in diesem Beitrag nicht jedes, für die Paradoxie relevante Konzept ausführlich diskutieren. Wir werden beispielsweise weder vollständig auf den Begriff des Glaubens, noch den der Existenz eingehen. Dagegen besprechen wir in den nächsten Kapiteln zwei Theorien über Emotionen, die uns helfen soll, die erste Prämisse besser zu verstehen, beziehungsweise sie vielleicht verwerfen zu können.

## Glaubensbasierte Theorie der Emotion

Ein zentraler Begriff in der Paradoxie der Fiktion ist der der Emotion. Hier besprechen wir die glaubensbasierte Theorie der Emotion, die auch Radford vertritt.

Im Sinne dieser Theorie sind Emotionen intentionale Strukturen von Überzeugungen und Wünschen (the belief-desire theory of emotions). Für eine Emotion in Bezug auf ein Objekt ist es demnach notwendig, dass wir eine relevante Überzeugung besitzen, welche das Objekt in einen engen Bezug zu unserem Wohlergehen

stellt. (TULLMANN [3])

Als Fußballfan kann ich beispielsweise die Überzeugung haben, dass mein Lieblingsverein ein Spiel gewonnen hat, und den Wunsch verspüren, dies zu feiern. Daraus resultiert dann eine Emotion des Glücks. Glaube ich hingegen nachts in meiner Wohnung, dass sich eine mir fremde Person befindet, während ich mich natürlich eigentlich in Sicherheit fühlen möchte, so empfinde ich Angst.

### **Radfords Lösung**

Um die Unsicherheit innerhalb einer Paradoxie aufzulösen, müssen wir entweder eine der Prämissen oder die Konklusion ändern oder ablehnen, oder die Konklusion akzeptieren. Radford bespricht unterschiedliche Änderungen der Prämissen, die er jedoch entkräftet. Wir möchten hier drei davon besprechen.

Der erste mögliche Einwand besteht darin, dass, wenn wir Emotionen für fiktive Charaktere haben, diese nicht der fiktiven Figur gelten würden, sondern realen Personen in ähnlicher Situation. Radford sagt, dass dies zwar teilweise stimmt, allerdings nicht in Gänze. Zum Leiden von Anna Karenina sagt er:

»Wir weinen um sie. Wir sind gerührt von dem, was ihr widerfährt, von der Situation, in die sie gerät, und die sehr bedauernswert ist, aber wir haben kein Mitleid mit ihrem Zustand oder ihrem Schicksal oder ihrer Geschichte oder ihrer Situation oder gar mit anderen, d. h. mit realen Personen, die eine solche Geschichte haben oder sogar hatten. Wir haben Mitleid mit ihr, fühlen mit ihr, und unsere Tränen werden für sie vergossen.« (RADFORD et al. [2, 75, Übers. d. Verf.]

Eine mögliche Auflösung der Paradoxie ist es, das *Gerührt-sein* (being moved) in zwei disjunkte Konzepte zu unterteilen, sodass man bezüglich Realem gerührt(1) oder bezüglich Fiktivem gerührt(2) sein kann. Mit dieser neuen Unterteilung würde die erste Prämisse zu gerührt(1) sein, während Prämisse 3 und die Konklusion im Sinne von gerührt(2) zu verstehen ist. Es gäbe also keine Paradoxie.

Einerseits ist eine solche Aufteilung plausibel, da unsere emotionale Reaktion auf eine reale Situation in der Regel stärker beziehungsweise langanhaltender ausfällt und oft noch mit einem Handlungsimpuls einhergeht. Andererseits argumentiert Radford, dass es dennoch zu große Ähnlichkeiten der beiden Konzepte gibt. Wenn wir sagen, Anna Kareninas Leiden rühre uns, dann tut es das in einer ähnlichen Weise wie das Leiden einer realen Person uns rührt. Wir würden es für unnötig oder tragisch halten und es macht uns unglücklich. Die Intensität unserer Emotionen unterscheidet sich zwar in möglicherweise großem Maße, die Ähnlichkeiten in der Reaktion sind jedoch laut Radford der ausschlaggebende Grund dafür, beide Konzepte doch wieder zusammenzuführen RADFORD et al. [2, 77, Übers. d. Verf.]. Zuletzt lässt sich auch der fehlende Handlungsimpuls beim Betrachten fiktiver Geschichten mit einer realen Situation vergleichen, in der man davon überzeugt ist, dass man nichts tun könne.

Die Lösung, zu der Radford sich zum Ende seiner Überlegungen gezwungen sieht ist es, den Widerspruch der Paradoxie zu akzeptieren:

»Ich komme zu dem Schluss, dass wir von Fiktion in gewisser Weise bewegt werden, und obwohl diese Reaktionen für uns sehr „ natürlich “ und daher nur allzu verständlich sind, verwickeln sie uns in Widersprüche und damit in Inkohärenz.« (RADFORD et al. [2, 78, Übers. d. Verf.])

Inkonsistenz ist dabei so zu verstehen, dass unsere Emotionen gegenüber Fiktivem keinen Sinn ergeben müssen, was nach dieser Ausführung über Emotion ein tröstender Gedanke sein mag. Wir wissen zwar, dass die Objekte unserer Emotion fiktiv sind, handeln oder fühlen jedoch so als hätten wir dieses Wissen nicht. Wir jubeln in der Bar für unseren liebsten Sportverein, obwohl dies keine Auswirkung hat. Wir drücken die Daumen, während unsere beste Freundin eine Prüfung schreibt oder bewegen unseren Kopf nach dem Schuss eines Balls mit dem Gedanken, dass er in diese Richtung fliegen soll. All dies tun wir, wissend, dass es keine Auswirkungen auf die Realität haben wird. Ebenso entwickeln wir Emotionen über Fiktives, wissend, dass dies nicht in der Realität stattfindet.

### **Emotionales Intermezzo**

Am Ende sind wir, nehmen wir Radford hier ernst, immer noch in Inkonsistenz und Inkohärenz verwoben, wenn wir emotional auf Fiktionen oder Fingiertes reagieren. Unser Wissen, unser Glauben und unsere Überzeugungen stehen mit unseren Emotionen im Zwiestreit. Doch erfahren wir unsere Emotionen nicht als widersprüchlich.

Es scheint also einen erweiterten Begriff von Emotion zu brauchen, wenn wir diesem Phänomen weiter auf die Schliche kommen wollen. Hierfür lade ich zu einem kleinen Gedankenexperiment ein:

Angenommen du verlässt deine Wohnung an einem kalten Sonntagabend im November. Auf dem Weg durch das Treppenhaus gehst du zwei Stockwerke schwungvoll herunter und verlässt dann durch die Haustür das Gebäude. Noch bevor das Schloss einrastet schießt dir der Gedanke durch den Kopf: »Schlüssel vergessen«. Die Hände wandern über die Hosentaschen, dann über die Jackentaschen. Ein dünner Schweißfilm gleitet über den Stoff der Jacke, du hörst langsam das Blut in den Ohren rauschen und spürst, wie dein Puls an Fahrt aufnimmt. Als du dich dann noch erinnerst, dass das Handy wohlbehütet auf dem Schreibtisch liegt, siehst du ein, dass du nicht einmal einen Schlüsseldienst rufen kannst. Obwohl nicht aktiv angesteuert, rattern einige Flüche aus dir heraus, bis deine feuchten, warmen Hände auf kalten Stahl in der hinteren Hosentasche treffen. Ein hörbares Seufzen entweicht dir, bevor du spürst, dass deine Muskeln sich entspannen, der Puls sich verlangsamt und alle Sorgen der Welt wie weggeblasen scheinen.

Offenbar ist diese Situation emotional. Doch was hieran ist nun *die Emotion*? Ist die Emotion der Gedanke? Ist es euer Wunsch, einen Schlüsseldienst zu rufen? Sind es die Schweißperlen? Oder vielleicht der erhöhte Herzschlag?

Diese Fragen sind – nicht nur – philosophische Spitzfindigkeiten, sondern Fragen, die im Zentrum methodischer psychologischer Forschung liegen. Hat man sich hierzu einmal verhalten, einen Standpunkt eingenommen, so formuliert sich unsere Frage: »Sind unsere Emotionen inkonsistent?« zu

»Was an unseren Emotionen ist inkonsistent?«

In der philosophischen Theorienlandschaft findet man auf unsere Frage, was *eigentlich* die Emotion sei, keine klare Antwort. Oft erklären philosophische Theorien einzelne Aspekte – Gedanken, körperliche Reaktion, Wahrnehmung, Handlungen, Reaktionen – jeweils für entscheidend.

Moderne psychologische Theorien hingegen halten diese Ambivalenz aus. Anstatt hochkomplexe Emotionen auf ein einfaches Phänomen zu reduzieren, teilen sie diesen Komplex in Komponenten auf, um ihn besser empirisch beschreiben zu können, ganz ohne Spekulation und Metaphysik versteht sich. Hierzu gibt es Myriaden markanter Modelle, jedoch zeigen Metaanalysen, etwa die von Mesquita und Frijda, einige Invarianten. (MAYRING et al. [1]) Hilfreich zum Verständnis sind dabei die Folgenden:

1. Physiologische Reaktion (Herzschlag, Blutdruck, Muskeltonus, Weitung der Pupillen etc.)
2. Veränderung der Handlungsbereitschaft (Fight or Flight, Trösten bei Mitleid etc.)
3. Ausdrucksverhalten in Mimik und Gestik (Zittern der Stimme, geballte Fäuste, Haltung etc.)
4. Gedanken bzw. Geisteszustand.

In unserem Beispiel passen alle Komponenten schlüssig zu unserer Vorstellung der Emotion Angst. Der Gedanke daran, nicht wieder in die Wohnung zu kommen sowie Regen, Kälte und der Unwirtlichkeit der Umwelt ausgesetzt zu sein, sind verbunden mit physiologischen Mustern, die in anderen Stressituationen hilfreich sein könnten.

Doch erscheint es nicht sinnvoll, einzelnen Komponenten Inkohärenz oder Inkonsistenz beimessen zu wollen. Von Inkonsistenzen oder -kohärenzen ist die Rede, wenn einzelne Aspekte eines Phänomens oder eines Konzepts nicht schlüssig zusammenfinden; wenn sich Unstimmigkeiten und Widersprüche ergeben. Hier bedeutet dies also, dass zwischen der die Emotion auslösenden Situation und unseren Reaktionen, (oder einzelnen Bestandteilen der Reaktion) ein Widerspruch aufscheint. Es ergibt wenig Sinn von einem inkohärenten Angstschweiß zu reden oder unsere Wahrnehmung einer Kränkung als inkonsistent zu beschreiben, ohne

die Gesamtsituation einzubeziehen. Die Schwierigkeit dessen, dass wir über fiktionale Gegenstände Emotionen empfinden, äußert sich mit Anwendung unseres Komponentenmodells folgendermaßen:

Trauern wir über Madame Bovary, so entsprechen unsere Empfindungen bzw. unser Geisteszustand der Handlung, die fiktional ist. Wir sind von Gedanken erfüllt, die um die dramatischen Konsequenzen kreisen. Unsere Reaktionen in Form von physiologischen Reaktionen und Ausdrucksverhalten erscheinen als schlüssig mit diesen Gedanken verbunden. Gedanken, Physiologie und Ausdruck kommen in uns schlüssig zusammen. Was jedoch ausbleibt, ist eine Konsequenz durch unsere Handlungen.

Registrieren wir diesen Bruch, so stehen wir in einer Differenz zwischen unserem Geisteszustand und unserer Handlungsbereitschaft. Diese beiden Begriffe sollten also vielleicht etwas genauer erklärt werden.

Widmen wir uns dabei zunächst dem Geisteszustand. Michael Weston, befreundeter [Neoaristoteliker](#) und Kollege von Radford hat bereits 1975 auf derselben Tagung, auf der auch Radford das Paradox vorstellte, Kritik an dessen Konzeption geübt. Argumentativ steht Radford auf dem dünnen Eis glaubensbasierter Emotion. Für ihn ist die Überzeugung, dass ein Ereignis für uns relevant ist, eine notwendige Komponente aller emotionalen Reaktionen. Glauben an diese Relevanz ist der einzig zulässige Grund für Emotionen. Dies ist eine Prämisse, die keinerlei Begründung außerhalb der von ihm im Text angeführten, Beispiele findet. Halten wir Glauben für einen *möglichen* Auslöser, aber keine *notwendige* Bedingung, so ist der von ihm präsentierte Widerspruch hinfällig. Diese Kritik perlt an keinem seiner Beispiele ab. Immer wäre auch eine andere Quelle für Emotionen denkbar, die nicht Glaube ist.

Man kann - und sollte - die Theorie Radfords jedoch auch noch auf einer anderen Ebene für schwach befinden. Seine Schilderung dessen, was Glauben und Geisteszustände sind, steht windschief zu unserer Erfahrung derselben. Es folgt ein Versuch, dieser Erfahrung von Emotionen gerechter zu werden, als es die Theorie von Radford zulässt.

### **Tertium Datur**

Es ist daher zunächst notwendig, den Begriff des Geisteszustands von einigen ihn verdeckenden Vorstellungen zu befreien. Als Wegbegleitung steht hier Robert Yanal. Dieser schrieb 1994, also etwa 20 Jahre später, eine Antwort auf Radford mit dem Titel *Paradoxes of emotion and fiction*, die uns als Grundlage dient. Jenes setzt zu einer Veränderung der Proposition 1 an, also der postulierten Notwendigkeit von Glauben für Emotionsausbildung. Kurz gesagt fußt dies auf einer Erweiterung des Glaubensbegriffs auf Geisteszustände im Allgemeinen.

Die Philosophien des Geistes sind mit dem Problem konfrontiert, mit der Sprache logischer und struktureller Systeme über ein Gebilde zu sprechen, dessen Funktionsweise unklar und nicht notwendig logisch strukturiert ist. Möchte man

aber logisch über den Geist und seine Tätigkeiten sprechen, sind dessen Aktivitäten damit nicht auch gleich logischer Analyse zugänglich. Es gibt auch jenseits eines Redens über den *logischen Geist* ein *logisches Reden* über den Geist. Mit dem Hammer in der Hand erscheint uns jedoch alles als Nagel und eine verkürzte Analogie verklärt alle geistigen Aktivitäten zu logischen Operationen.

Die Verallgemeinerung, die sich in solchen Vorstellungen über unsere Gedanken findet, reduzierte diese auf die Form:

$$X \text{ ist } p.$$

Präfiguriert man alle Gedanken so, ist der Umgang mit ihnen und deren Analyse natürlich recht einfach. Sie können entweder negiert oder affirmiert werden. Der Geist erscheint so als ein Computer, der mit tausenden solcher *Glaubenssätze* umgeht. Dieser Analyse nach müssten wir dann unsere geistige Erfahrung in Negationen und Affirmationen als bewussten Gedankenakt einteilen. Dinge sind hier, oder sie sind es nicht. Sein oder Nichtsein, Glauben oder Nichtglauben, HSV oder St. Pauli. Doch trifft dies auf unsere Erfahrung zu?

Anstatt Glauben und Nichtglauben binär als Aktivitäten fassen zu wollen, spricht sich Robert Yanal für Kategorien von *relativer Aktivität und Inaktivität*, im englischen Original »relative activity«, aus. (YANAL [4, 104]) Dabei befinden sich sowohl unser Grad der *Zustimmung* als auch der *Aktivität* dieser Zustimmung bzw. Ablehnung auf einem Kontinuum.

Beispielsweise sind die meisten von uns überzeugt, dass  $7 + 5 = 12$  gilt, jedoch ist diese Überzeugung für große Teile des Tages inaktiv. Das Bewusstsein unserer eigenen Sterblichkeit ist ebenso oft inaktiv. Dies ist, das soll betont werden, **keine** Relativierung von Wahrheitswerten im Allgemeinen, sondern ein Eingeständnis, dass unsere Überzeugungen keine Steinsäulen ewiger und eintöniger gleicher Gültigkeit sind, sondern eher Besuchern ähneln. Sie kommen und gehen, treten mal mehr und mal weniger in Erscheinung. Da das Paradox sich auf Empfindungen und gerade nicht auf ewige Wahrheiten bezieht, scheint diese Deutung viel angemessener. Es reicht, wenn ein Glaube, eine Überzeugung für einen Moment still ist, anstelle gleich in sein Gegenteil umzuschlagen.

Während wir also gespannt lesen oder zuschauen, gleitet unsere Überzeugung in die Inaktivität ab. Unsere Gedanken an die Bedeutsamkeit der Charaktere in der Geschichte, die emotionale Aufwühlung der Protagonisten sind dagegen sehr aktiv. Würde man euch jetzt fragen, ob Madame Bovary oder Mufasa reale Entitäten seien, würdet ihr wahrscheinlich sichtlich verwirrt reagieren.

Es wird somit fragwürdig, uns zu unterstellen, wir glaubten in irgendeiner Spielart an die Existenz fiktionaler Charaktere, die unsere Emotionen auslösen. Doch hier stellt sich eine weitere Frage:

»Was ist das für ein Geisteszustand, wenn es kein klarer Glauben ist?«

Auch hier werden wir uns eines Begriffes von Robert Yanal bedienen. Das Englische liefert hier den diskreten Begriff der »nonpropositional thoughts«. (YANAL [4,

117]) Jene nichtpropositionalen Gedanken stehen in striktem Widerspruch zur Idee ausschließlich propositionaler Gedanken.

Letztere weisen sehr vereinfacht, die Struktur von » $X$  ist  $p$ « auf. Sie sind Subjekt von Wahrheitswerten und Objekt aktiver Negation oder Affirmation. Die nichtpropositionalen Gedanken kann man eher mit ästhetischen Erfahrungen vergleichen. Diese Denkform ist stark assoziativ und knüpft an einen Nexus aus Erinnerungen, Synästhesien, Weltbildern, emotionalen Prägungen und Intuitionen an. Manche Personen beschreiben ihre Leseerfahrung als einen inneren Monolog oder als Film. Andere insistieren darauf, dass dieser Zustand nicht positiv bestimmt werden kann. Gerade dies – eine positive Bestimmung dessen, was der Geist ist – soll hier aber vermieden werden. Generationen von Philosoph\*innen haben sich hierüber die Köpfe zerbrochen. Für unser Argument soll es ausreichen, starren Vorstellungen von der Form der Gedankeninhalte kritisch zu begegnen. Befragt man die eigene Erfahrung, so zeigt sich, dass solche nicht-propositionalen, assoziativen oder unvermittelten, vor allem aber passiven Geisteszustände einen erheblichen Anteil an unseren Gedanken haben.

Es sind – so Yanals These – gerade diejenigen Gedanken, die nicht in Form eines Urteils formuliert sind, die assoziativ und detailreich, in Schwebelage gehalten und undefinierbar sind, welche unsere Emotionalität gegenüber Fiktionen erklären.

Der Zugang zu diesen Denkformen kann auch Gegenstand aktiver Steuerung sein. Wenn wir beim Schauen eines Horrorfilms den Satz »Das ist nicht real. Ich bin sicher in meinem Haus« affirmieren, fallen wir aus der angstvollen Immersion. Mit dieser Distanz zur Fiktion verlieren wir die Vorzüge emotionaler Engagiertheit. Manche Glaubenssätze sind unwiederbringlich. Wer einmal die Fiktionalität des Weihnachtsmanns eingesehen hat, wird die Anspannung und Vorfreude auf die und Freude vor der Märchengestalt nie wieder auf die gleiche Art empfinden können. Wir besitzen also ein Maß an Kontrolle, mal stärker oder mal schwächer, wenn es um unser emotionales Engagement bei Fiktionen geht.

Verlassen wir also einmal den metallenen Turm der Analytik, fällt es uns schwer, unsere Gedanken als inkohärent oder inkonsistent zu beurteilen. An Erfahrungen selbst und die sie begleitenden Geisteszustände kann nicht ohne Verformungen der Anspruch an Konsistenz gestellt werden. Damit scheint unser Paradox befriedigend aufgelöst. Mal wieder hatten die Philosophierende Begriffsschwierigkeiten, doch scheinen die jetzt verpufft. Kein starrer Glaubensbegriff, kein Paradox. Doch hatten wir uns ja etwas Fruchtbare von unserem Widerspruch versprochen.

Retten wir also zum Ende unseren Widerspruch auf eine andere Ebene. Hatten wir vorher Schwierigkeiten, unsere emotionalen Reaktionen mit unserer Rationalität in Einklang zu bringen, scheint noch ein schwacher Widerspruch zwischen unseren Handlungen und unseren Gedanken und unseren Geisteszuständen zu bestehen. An ihm formuliert sich unsere letzte Frage:

»Warum setzen wir uns überhaupt mit Fiktionen auseinander?«

## Fiktionen und Distanz

Hier soll die Differenz zwischen dem ersten und zweiten Teil des Beitrags aufgehoben werden. Denn man kann Radford darin Recht geben, dass wir in unserer Auseinandersetzung mit Fiktionen tatsächlich einen Bruch erfahren. Zwischen uns und unsere Umwelt schiebt sich eine andere Welt, die zu ihr eine Inkonsistenz, Diskontinuität besitzt. Plötzlich finden wir uns im Russland des 19. Jhdts. wieder, ohne tatsächlich die Erfahrungen von »Krieg und Frieden« zu durchleben. Wir begeben uns auf Odyssees, leiden am Heimweh nach Ithaka und erleben Abenteuer, ohne selbst Leib und Leben aufs Spiel zu setzen. Dieser Bruch zwischen Immersion und unserer Handlungslosigkeit ist gerade die Bedingung, um einen Zugang zu anderen Denkformen und Erkenntnissen zu gelangen. Fiktionen sind nicht nur einfacher Zeitvertreib, sondern im Sinne unserer Auseinandersetzungen mit ihnen und der durch sie fingierten Welten, Wirklichkeitszugänge. Philosophien wie die von [Simone de Beauvoir](#), [Friederich Nietzsche](#), [Albert Camus](#) standen in enger Nähe zu ihren literarischen Exkursionen. [Galileo](#) und [Platon](#) verfassten ihre Erkenntnisse nicht von ungefähr in der Form fiktiver Dialoge und erhofften sich davon einen didaktischen Vorschub. Auch ungeachtet kanonischer philosophischer Begriffe und Positionen können wir auch feststellen, dass sich bestimmte Einstellungen, Haltungen und Veränderungen durch Fiktionen ergeben. Um jedoch aus Mythen und Geschichten neue Einsichten zu gewinnen, müssen wir dazu fähig sein, uns durch diese Narrative affizieren zu lassen. Fiktion gelingt also nicht *obwohl*, sondern *weil* sie uns blendet, sie schillert und scheint. Das Faszinierende nimmt uns ein, bündelt unsere Aufmerksamkeit.

Und so sollte diese scheinbare Inkonsistenz nicht als etwas Negatives angesehen werden. Die Debatten, die seit dem Erscheinen des Artikels von Radford entbrannt sind, entzünden hoffentlich noch lange Gedanken und Thesen zu Fiktionen, Emotionen und dem, was uns bewegt. Denn selbst wenn es stimmt, dass die Dichter lügen, wie Platon sagt, so gehört dazu die Wahrheit, dass wir ihnen auch schon immer unser Ohr geschenkt haben.

## Literatur

- [1] P. MAYRING & D. Ulich: *Psychologie der Emotion*. Kohlhammer Urban Stuttgart (2003).
- [2] C. RADFORD & M. WESTON: *How Can We Be Moved by the Fate of Anna Karenina*. Aristotelian Society Supplementary Volume 49 (1975) 67–93.
- [3] K. TULLMANN: »Emotional Responses to Fiction«. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Hrsg. von E. N. ZALTA & U. NODELMAN. Spring 2024. Metaphysics Research Lab, Stanford University 2024.
- [4] R. J. YANAL: *Paradoxes of emotion and fiction*. Penn State University Press (1999).

# Schöner, besser, beliebter Wie soziale Medien unser Selbstwertgefühl zerstören

MARIA WARTMANN, DANIEL ASRIJAN & LARA BURKHARD



Der moderne Mensch ist bereit, alles zu kaufen – nur nicht sich selbst.

*Erich Fromm*

Soziale Medien haben unsere Welt im Sturm erobert. Jeder nutzt sie, jedoch machen sich die wenigsten Gedanken darüber, wie diese Apps unser Selbstbild beeinflussen – insbesondere durch psychologische Effekte, Vergleiche und algorithmisch gesteuerte Inhalte. Im Fokus steht die Frage, warum diese Technologien unser Wohlbefinden oft untergraben und was wir dem entgegensetzen können.

In den letzten Jahrzehnten hat sich unsere Welt rasant verändert – und mit ihr unser Kommunikationsverhalten. Soziale Medien sind heute allgegenwärtig: Sie verbinden uns über Kontinente hinweg, ermöglichen den sofortigen Austausch von Informationen und bieten scheinbar unendliche Möglichkeiten der Unterhaltung. Doch während die digitale Vernetzung wächst, steigen auch beobachtbare Fehlentwicklungen und die Sorgen über ihre Auswirkungen.

Eine Studie aus den USA aus dem Jahr 2016 zeigt eine alarmierende Entwicklung: Die vermehrte Nutzung sozialer Medien steht in direktem Zusammenhang mit Depressionserkrankungen, insbesondere unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen (LIN LY [5]). Statt sich in der realen Welt zu begegnen, verbringen viele junge Menschen Stunden vor dem Bildschirm (im Durchschnitt 4h 15min täglich BLUHM [3]) – ständig auf der Suche nach Anerkennung, die in Form von Likes und Kommentaren verteilt wird. Doch anstelle der angestrebten oder angepriesenen Zufriedenheit hinterlässt dieser digitale Konsum oft Einsamkeit, Selbstzweifel und psychische Belastungen.

Auch im Bildungsbereich werden die Schattenseiten der Digitalisierung spürbar. Ein besonders bemerkenswertes Beispiel liefert Schweden – ein Land, das lange als Vorreiter digitaler Bildung galt. Doch nun rudert man dort zurück: Aufgrund sinkender schulischer Leistungen und nachlassender Konzentrationsfähigkeit setzen immer mehr schwedische Schulen wieder auf Stift und Papier (BLUHM [3]). Die Zielstellung der Digitalisierung war, Schüler zu fördern, doch stattdessen zeigt sich, dass der ständige Einsatz digitaler Medien die grundlegenden Lernfähigkeiten schwächt.

## Soziale Vergleiche

Diese Entwicklungen werfen eine entscheidende Frage auf: *Wie gelingt es sozialen Medien, unser Wohlbefinden so negativ zu beeinflussen?*

Dazu wurden einige Untersuchungen durchgeführt, die wir hier zusammenstellen (STIRM [8]). Ein entscheidender Faktor ist unser natürlicher Drang zu sozialen Vergleichen – ein eigentlich nützliches Vorgehen, das unser Sozialverhalten prägt. Doch in den sozialen Medien wird genau dieses Prinzip gezielt ausgenutzt. Grundsätzlich lassen sich soziale Vergleiche in zwei Kategorien einteilen: *Abwärtsvergleiche* und *Aufwärtsvergleiche*.

Bei *Abwärtsvergleichen* vergleichen wir uns mit Menschen oder Situationen, die wir als unter unserem eigenen Standard wahrnehmen. Ein klassisches Beispiel ist Reality-TV: Wir fühlen uns überlegen, unser Selbstwert steigt – doch gleichzeitig sinkt unsere Motivation, uns selbst zu verbessern. Ganz anders verhält es sich bei *Aufwärtsvergleichen*: Hier blicken wir auf Menschen oder Inhalte, die uns als überlegen wahrgenommen werden. Unser Selbstwertgefühl bekommt einen Dämpfer, während unsere Motivation, uns selbst zu verbessern steigt.

Was ergibt sich nun für ein Problem? Social Media ist eine regelrechte Flut an Aufwärtsvergleichen. Wir sehen makellose Körper, perfekte Karrieren, scheinbar

müheles Glück – und setzen uns diesen Bildern immer wieder aus. Unser Selbstwertgefühl wird dabei, metaphorisch gesprochen, regelrecht verprügelt. Anfangs mag die gesteigerte Motivation uns noch antreiben, doch irgendwann hält diesem Ansturm unser Selbstbild nicht mehr stand – und aus Ansporn wird Selbstzweifel, aus Selbstzweifel Depression. Studien der Toronto University SMITH et al. [6], des WESTPFALZ-KLINIKUM [9] und Umfragen der AOK - DIE GESUNDHEITSKASSE [2] zeigen alle dasselbe: Soziale Medien tun unserer mentalen Gesundheit nicht gut. Doch warum fällt es uns so schwer, uns davon – trotz des Wissens, dass solche Medien uns nicht gut tun, abzuwenden? Um das zu verstehen, müssen wir uns zunächst fragen, was Social Media heute überhaupt ist. Viele verbinden es noch mit dem ursprünglichen Gedanken eines sozialen Netzwerks – einer Plattform zum Austausch mit anderen. Doch die Realität hat sich längst verschoben: Soziale Medien sind in erster Linie Unterhaltungsmedien. Und wie jedes Unterhaltungsmedium haben sie ein klares Ziel: Uns so lange wie möglich auf der Plattform zu halten.

## UI-Design und Algorithmen

Plattformen wie Instagram, TikTok oder Facebook kombinieren *Algorithmen mit gezieltem UI-Design*, um uns möglichst lange zu binden.<sup>1</sup> Psychologische Prinzipien wie der Zeigarnik-Effekt, Fear of Missing Out, kognitive Leichtigkeit, soziale Normen und die Reziprozität werden genutzt, um unser Verhalten oft unbewusst zu steuern.

Ein Beispiel: Ihr nehmt euch vor, »nur kurz« durch Instagram zu scrollen – und plötzlich sind 30 Minuten vergangen. *Das endlose Scrollen ist gewollt*: Inhalte werden automatisch nachgeladen, sodass es keinen natürlichen Stopp gibt. Dies nutzt den *Zeigarnik-Effekt* aus – unser Gehirn sucht nach abgeschlossenen Aufgaben, findet sie hier aber nicht (ALTER [1]).

Ein weiterer Effekt sind *Benachrichtigungen* wie »Dein Foto wurde geliked«. Sie lösen *Dopamin-Ausschüttungen* aus, die unser Belohnungssystem aktivieren und uns immer wieder zur Anwendung zurückbringen. Ähnlich funktioniert der Effekt *Fear of Missing Out (FOMO)*: Der Nutzer hat Angst, etwas zu verpassen. Storys verschwinden nach 24 Stunden, wodurch wir regelmäßig nachsehen, um nichts zu verpassen.

Das Design der Anwendungsoberflächen (User Interface, UI) fördert *automatisiertes Verhalten* und ein gutes Gefühl, in der Anwendung heimisch zu sein: Buttons bleiben immer am selben Platz, sodass wir intuitiv klicken. Die Plattformen setzen dabei bewusst auf kognitive Leichtigkeit – das bedeutet, dass alle Interaktionen möglichst mühelos ablaufen. Je einfacher und vorhersehbarer die Nutzung ist, desto eher verfallen wir in Gewohnheiten und klicken reflexhaft. Mikroanimationen, wie das Aufblitzen eines »Gefällt mir«-Herzens oder das weiche Einblenden neuer Inhalte, verstärken diese Routinen. *Lesebestätigungen* wiederum

(1) UI steht für User Interface und bedeutet Anwendungsoberfläche

erzeugen subtilen sozialen Druck: Wir fühlen uns verpflichtet zu antworten, weil wir wissen, dass der andere sieht, dass wir es gelesen haben. Auch hier greifen psychologische Prinzipien wie soziale Normen und Reziprozität – also das Gefühl, etwas »zurückgeben« zu müssen.

Neben dem UI spielt der *Algorithmus* bzw. die Algorithmen hinter den Anwendungen eine entscheidende Rolle. Er analysiert unser Verhalten permanent und zeigt uns gezielt Inhalte, die uns möglichst lange fesseln. Dabei kommen verschiedene Mechanismen zum Einsatz:

- *Personalisierte Inhalte*: Wir sehen nur, was zu unserem bisherigen Verhalten passt. Diese Personalisierung basiert auf einer Vielzahl von Signalen: was wir liken, wie lange wir bei einem Video verweilen, worauf wir reagieren, sogar wann und wie oft wir online sind. Daraus entsteht ein individuelles Profil, das ständig angepasst wird. Der Algorithmus lernt, welche Inhalte unsere Aufmerksamkeit binden – und spielt diese bevorzugt aus. Dabei werden auch Präferenzen unserer Verwandten und Menschen mit ähnlichen Interessen in diese Analyse mit berechnet. Diese extreme Passgenauigkeit sorgt dafür, dass wir uns emotional »abgeholt« fühlen, gleichzeitig aber auch zunehmend in unserer eigenen Sichtweise bestätigt werden. Widerspruch oder neue Perspektiven tauchen seltener auf, was auf Dauer zu einer einseitigen Wahrnehmung der Welt führen kann.
- *Engagement-basierte Priorisierung*: Emotionale und polarisierende Beiträge werden bevorzugt angezeigt. Inhalte, die besonders oft geliked, kommentiert oder geteilt werden, gelten als »engaging« – also fesselnd – und werden algorithmisch höher gerankt. Doch was erzeugt besonders viele Reaktionen? Oft sind es Beiträge, die starke Emotionen wie Wut, Freude, Angst oder Empörung hervorrufen. Dadurch werden extreme oder provokante Inhalte begünstigt, während sachliche oder neutrale Posts untergehen. Das kann zur Folge haben, dass vor allem kontroverse Themen dominieren – und unsere emotionale Stimmung beim Scrollen permanent stimuliert wird. Studien zeigen, dass diese Form der Priorisierung zu einer verstärkten Polarisierung der Gesellschaft beiträgt und unser emotionales Gleichgewicht belastet.
- *Filterblasen*: Der Algorithmus schlägt uns bevorzugt Inhalte vor, die unserem bisherigen Verhalten und unseren Interessen entsprechen. Das klingt zunächst komfortabel – führt aber dazu, dass wir fast ausschließlich Meinungen, Ansichten und Themen sehen, die unsere eigene Perspektive bestätigen. Dadurch entsteht eine sogenannte »Filterblase«, in der abweichende Meinungen kaum noch durchdringen. Dieser Effekt verstärkt sich mit der Zeit, da jeder Klick, Like oder Kommentar die Personalisierung weiter verfeinert. In der Folge verlieren wir das Gefühl dafür, wie vielfältig gesellschaftliche Diskussionen tatsächlich sind. Unser Weltbild verengt sich, und wir laufen Gefahr, die Realität verzerrt wahrzunehmen.

Diese Mechanismen führen dazu, dass Social Media *süchtig* macht. Jeder Li-

ke gibt uns einen Dopamin-Kick, doch unser Gehirn gewöhnt sich daran – wir brauchen mehr. Das Unvorhersehbare hält uns zusätzlich gefangen: Weil wir nicht wissen, *was als nächstes kommt*, öffnen wir die App immer wieder. Diese Sucht ist mittlerweile nachgewiesen und in den Katalog der Suchtkrankheiten aufgenommen worden (SPRINGERMEDIZIN.DE [7], HOCH et al. [4]).<sup>2</sup>

Das *Ergebnis* dieser Algorithmen? Wir verbringen mehr Zeit als geplant vor dem Bildschirm oder dem Handy und fühlen uns oft schlechter, weil der ständige Vergleich mit idealisierten Darstellungen unser Selbstwertgefühl untergräbt. Besonders junge Menschen sind gefährdet, da Likes und Follower zunehmend als Maßstab für soziale Anerkennung wahrgenommen werden. Hinzu kommt: Die permanente Reizüberflutung durch kurze, schnelle Inhalte kann Konzentration und Schlafqualität beeinträchtigen – und langfristig das psychische Wohlbefinden schwächen.

## Selbstakzeptanz

Wie können wir uns vor den Auswirkungen schützen? Neben einfachen »Tricks« wie dem Abstellen von Benachrichtigungen und dem Überwachen der Bildschirmzeit liegt der Schlüssel nicht allein im äußeren Verhalten, sondern in etwas Tieferem: *Selbstakzeptanz* (WESTPFALZ-KLINIKUM [9]). Ein Begriff, der in unserer Gesellschaft oft genutzt, aber selten wirklich verstanden wird. Durch die ständigen *Aufwärtsvergleiche* beginnen wir, unsere eigenen Misserfolge übermäßig zu bewerten. Doch anstatt uns mit Verständnis zu begegnen, kritisieren wir uns selbst – oft härter, als wir es bei einem Freund tun würden. *Wir akzeptieren uns nicht, so wie wir sind*. Dabei ist Selbstakzeptanz nicht gleichbedeutend mit Stillstand oder dem Aufgeben persönlicher Ziele. Vielmehr bedeutet sie, den eigenen Wert *nicht von Erfolgen oder Fähigkeiten abhängig zu machen*. Denn wer, wenn nicht wir selbst, sollte an erster Stelle an uns glauben?

Das Wichtigste, was Selbstakzeptanz uns lehrt: *Wir sind wertvoll – unabhängig von äußeren Maßstäben*. Persönliche Weiterentwicklung ist essenziell, doch sie sollte nicht als Mittel zur Selbstvalidierung dienen. Eine Person, die ihren Wert in Maßstäben setzt, wird nicht den Tag entkommen, an dem diese Maßstäbe so erdrückend sind, dass sie an ihrer Kompetenz und Daseinsberechtigung zweifeln wird. Doch gerade in solchen Momenten brauchen wir eine innere Stimme, die uns sagt: Du bist genug – unabhängig von Leistung, Anerkennung oder Vergleich. Denn am Ende zählt eines:

*Jeder Mensch verdient Respekt und Wertschätzung – jederzeit und bedingungslos.*

---

(2) International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - kurz ICD10 bzw ICD11

## Literatur

- [1] A. ALTER: *Irresistible - The Rise of Addictive Technology and the Business of Keeping Us Hooked*. Penguin Press (2017).
- [2] AOK - DIE GESUNDHEITSKASSE: *Souverän mit sozialen Medien umgehen*. 2021  
URL: <https://tinyurl.com/5z2hm38s> (aufgerufen am 15.02.2025).
- [3] T. BLUHM: *Hirn-Entwicklung: Auswirkungen von Bildschirmzeit auf Kinder*. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/3fypk8a4> (aufgerufen am 15.02.2025).
- [4] E. HOCH et al. *Sonstige spezifische Internetnutzungsstörungen: Die neue ICD-11-Diagnosekategorie 6C5Y*. 2024  
URL: <https://tinyurl.com/4aud37yd> (aufgerufen am 22.06.2025).
- [5] P. B. LIN LY: *Association Between Social Media Use and Depression Among Young Adults*. 2016  
URL: <https://tinyurl.com/mvjk4zcz> (aufgerufen am 23.06.2025).
- [6] O. E. SMITH et al. *Out of the loop: Taking a one-week break from social media leads to better self-esteem and body image among young women*. *Body Image* **50** (2024).
- [7] SPRINGERMEDIZIN.DE: *Verhaltenssüchte als neue ICD-11-Diagnosen*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/3rnap72k> (aufgerufen am 22.06.2025).
- [8] P. STIRM: *Soziale Medien: Wie Aufwärtsvergleiche und Wohlbefinden bei Kindern und Jugendlichen zusammenhängen*. 2023  
URL: <https://tinyurl.com/4f335asu> (aufgerufen am 01.03.2025).
- [9] WESTPFALZ-KLINIKUM: *Selbstwert - Tipps und Strategien zur Stärkung des Selbstwertgefühls*  
URL: <https://tinyurl.com/2jzxvts8> (aufgerufen am 16.02.2025).

# Die realitätserzeugende Funktion von Musik im Film

SARAH HENSCHEL



Musik ist die Kunst, die am meisten unsere Tränen und unsere tiefsten Sehnsüchte berührt.

---

*E. T. A. Hoffmann*

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Entwicklung der Filmmusik - von ihren Anfängen im Stummfilm bis zu modernen, genreübergreifenden Kompositionen. Dabei werden zentrale Funktionen, gestalterische Mittel und emotionale Wirkungen erläutert, die zeigen, warum Musik ein unverzichtbares Element filmischer Erzählkunst ist.

### **Einleitung**

Filmmusik ist weit mehr als nur eine klangliche Untermalung bewegter Bilder – sie ist ein essenzielles erzählerisches Element, das Emotionen verstärkt, Stimmungen erzeugt und das Publikum tief in die Handlung eintauchen lässt. Seit den Anfängen des Kinos hat sich die musikalische Begleitung stetig weiterentwickelt: von improvisierter Live-Musik während der Stummfilmzeit über den orchestralen Hollywood-Sound bis hin zu modernen Soundtracks, die gezielt mit Pop- und Rockmusik arbeiten. Doch was macht Filmmusik so wirkungsvoll? Wie beeinflusst sie unsere Wahrnehmung, unser Zeitempfinden und unsere Emotionen? Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Geschichte, die Funktionsweisen und die emotionale Kraft der Filmmusik – und zeigt, warum sie für das filmische Erzählen unverzichtbar ist.



### **Von stummen Bildern zum orchestralen Erlebnis**

Die Anfänge des Kinos lassen sich auf das Jahr 1895 zurückführen, als die Brüder Lumière in Paris und nahezu zeitgleich Max und Emil Skladanowsky in Berlin erste Filmvorführungen präsentierten. Da diese frühen Filme stumm waren, wurde ihre Vorführung von Live-Musik begleitet. Anfangs improvisierten Musiker oder spielten bekannte Stücke aus Opern und Operetten, um die Szenen zu untermalen und das laute Geräusch des Projektors zu überdecken. Mit dem Wachstum der Kinos entwickelten sich auch die musikalischen Begleitungen weiter: Es kamen Kinoorgeln zum Einsatz, die neben Musik auch Geräuscheffekte wie Pferdegetrappel erzeugen konnten.

Ein bedeutender Meilenstein war die Komposition von Camille Saint-Saëns im Jahr 1908 für den Film *Die Ermordung des Herzogs von Guise* – die erste speziell für einen Film geschriebene Musik. In großen Kinos spielten oft ganze Orchester live, während kleinere Kinos sogenannte »Cue Sheets« nutzten, Sammlungen von Musikstücken zur passenden Untermalung verschiedener Stimmungen.

Im Jahr 1927 präsentierte *Warner Bros. Entertainment* mit *Der Jazzsänger* den ersten Spielfilm mit synchronisierten Tonpassagen, was das Ende der Stummfilm-Ära einleitete. Ab 1929 verdrängte der Tonfilm den Stummfilm in rasantem Tempo, wodurch etwa 12.000 Live-Musiker allein in Deutschland ihre Anstellung verloren. Technische Innovationen wie das Movietone-Verfahren ermöglichten hochwertige Tonaufnahmen direkt auf dem Filmstreifen.

In Hollywood entstanden große Musikabteilungen mit festangestellten Komponisten, Arrangeuren und Dirigenten. Die Filmmusik passte sich stärker der Handlung an, wodurch der charakteristische *Hollywood-Sound* entstand. Dieser wurde maßgeblich von europäischen Komponisten wie Max Steiner und Erich Wolfgang Korngold geprägt, die vor dem Nationalsozialismus in die USA geflohen waren. Ihre Arbeit beeinflusst bis heute zeitgenössische Komponisten wie Hans Zimmer und Ramin Djawadi.

Der Hollywood-Sound zeichnet sich durch sinfonische Orchestermusik, die Leitmotivtechnik zur Charakterführung, emotional aufgeladene Melodien und eine volltönende Orchestrierung aus. Die Filmmusikproduktion verlief oft unter hohem Zeitdruck, weshalb Komponisten eng mit Arrangeuren zusammenarbeiteten.

Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte die Filmmusik eine bedeutende Veränderung. Elemente aus Jazz, Rock und Unterhaltungsmusik hielten Einzug in den Soundtrack vieler Filme. Komponisten wie Elmer Bernstein integrierte mit seiner Musik zu *Der Mann mit dem goldenen Arm* (1955) eindrucksvoll Jazz-Elemente, während Alex North dessen Komposition für *Endstation Sehnsucht* (1951) ebenfalls stark von Jazz prägte.

Parallel dazu gewannen einprägsame Erkennungsmelodien zunehmend an Bedeutung. Die Zither-Musik aus *Der dritte Mann* (1949) oder der gepfiffene Marsch aus *Die Brücke am Kwai* (1957) wurden zu ikonischen musikalischen Motiven der Filmgeschichte. In den 1960er Jahren verlagerte sich der Fokus auf einzelne Filmtitelmelodien, die nun gezielt als Schallplatten vermarktet wurden.

Bernard Herrmanns Komposition zu *Psycho* (1960) bewies, dass auch kleine Besetzungen eine enorme Wirkung entfalten können – die gesamte Filmmusik wurde ausschließlich mit einem Streichorchester realisiert und erzeugte dennoch eine außergewöhnlich dichte, bedrohliche Atmosphäre.

Ab den 1970er Jahren kehrte Hollywood verstärkt zum großorchestralen Stil zurück. Besonders prägend war John Williams' epische Musik zu *Star Wars* (1977), die eine neue Ära sinfonischer Filmmusik einleitete. Gleichzeitig wurde es immer üblicher, aktuelle Pop- und Rocksongs in Soundtracks zu integrieren, um eine direkte Verbindung zur Popkultur herzustellen. Mit dieser Entwicklung wurde die Filmmusik nicht mehr nur als künstlerisches, sondern zunehmend auch als kommerzielles Element betrachtet.

### **Wie Musik unsere Wahrnehmung formt**

Musik hat eine tiefgehende Wirkung auf die menschliche Wahrnehmung und Emotionen. Sie beeinflusst unser Zeitempfinden, kann Erinnerungen wachrufen

und sogar körperliche Reaktionen hervorrufen. Der Mensch nimmt seine Umwelt über verschiedene Sinnesorgane wahr – das Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten sowie den Gleichgewichtssinn und die Körperempfindung.

Das Auge und das Ohr sind die wichtigsten Sinne für die Wahrnehmung von Musik und Filmen, unterscheiden sich jedoch erheblich in ihrer Arbeitsweise. Das Auge nimmt die Umgebung gezielt und bewusst wahr und kann eine enorme Menge an Informationen gleichzeitig verarbeiten ( $10^7$  Bit pro Sekunde). Das Ohr hingegen verarbeitet weniger Daten ( $10^5$  Bit pro Sekunde), ist jedoch rund um die Uhr aktiv und kann nicht willentlich abgeschaltet werden.

Schon vor der Geburt kommt ein Mensch mit Musik in Kontakt. Bereits im Mutterleib erlebt der Embryo akustische Reize wie Rhythmus, Dynamik und Klangfarben – insbesondere durch den Herzschlag und die Stimme der Mutter. Diese frühen Hörerfahrungen prägen das spätere musikalische Empfinden. Das Hören von Musik hat eine besonders starke emotionale Wirkung, da das Ohr direkt mit dem limbischen System verbunden ist – jenem Bereich des Gehirns, der für die Verarbeitung von Gefühlen zuständig ist.

Musik wird im Gehirn in verschiedene Ebenen zerlegt und analysiert, sowohl in der linken Gehirnhälfte (logische und analytische Prozesse) als auch in der rechten Gehirnhälfte (emotionale und kreative Prozesse). Dabei hat sie einen direkten Einfluss auf unser subjektives Zeitgefühl: Schnelle Musik vermittelt den Eindruck, dass die Zeit schneller vergeht, während langsame Musik Zeit gedehnter erscheinen lässt.

Die Art, wie Musik wahrgenommen wird, unterscheidet sich von Person zu Person und hängt stark von individuellen Erfahrungen ab. Musiker nehmen Musik oft analytischer wahr, da sie auf Strukturen, Akkorde und Kompositionen achten, während Laien sie meist stärker auf emotionaler Ebene erleben.

Musik besitzt die Fähigkeit, direkt Emotionen auszulösen. Tiefe Frequenzen werden häufig mit Angst und Bedrohung assoziiert und finden sich oft in Horrorfilmen. Plötzliche, laute Töne können eine Schreckreaktion auslösen, während hohe, klare Melodien oft mit positiven Emotionen wie Freude oder Unschuld verbunden werden.

Der Musikwissenschaftler John Sloboda (1991) erforschte, welche musikalischen Elemente besonders starke körperliche Reaktionen auslösen. Gänsehaut tritt oft bei plötzlichen Harmonieänderungen oder aufsteigenden Melodien auf, Tränenfluss wird häufig durch bestimmte Akkordwechsel oder Crescendi hervorgerufen, und eine erhöhte Herzfrequenz ist bei schnellen, rhythmischen Stücken zu beobachten. Studien zeigen, dass Frauen im Durchschnitt emotional stärker auf Musik reagieren als Männer.

### ***Die Bausteine musikalischer Gestaltung***

Musik setzt sich aus mehreren Grundbausteinen zusammen, die jeweils zur Stimmung einer Szene beitragen. Das Tempo ist ein wesentliches Element der Filmmusik – schnelle Tempi wie Presto oder Allegro vermitteln Spannung, Dyna-

mik und Action, während langsame Tempi wie Adagio oder Largo Melancholie oder Nachdenklichkeit erzeugen. Das durchschnittliche Tempo in der Filmmusik liegt bei etwa 120 Schlägen pro Minute.

Melodien sind die »Sprachrohre« der Musik und können Hoffnung, Freude oder Trauer ausdrücken. Aufsteigende Melodien vermitteln oft Hoffnung oder Freude, während absteigende Melodien häufig Traurigkeit oder Melancholie erzeugen. Ein bekanntes Beispiel für die gezielte Nutzung von Melodien ist die Leitmotivtechnik, bei der einer Figur oder einem Thema eine bestimmte Melodie zugeordnet wird, die im Verlauf des Films immer wiederkehrt.

Die Harmonik spielt eine große Rolle für die emotionale Wirkung eines Musikstücks. Dur-Tonarten klingen hell und positiv und vermitteln Freude, Hoffnung oder Geborgenheit, während Moll-Tonarten düster, melancholisch oder sogar bedrohlich wirken. Dissonanzen, also unangenehme, spannungsgeladene Klänge, lösen Unbehagen aus und werden oft in Horror- oder Thrillerfilmen eingesetzt.

Jedes Instrument erzeugt eine ganz bestimmte Stimmung. Streichinstrumente wie Violine und Cello wirken warm, gefühlvoll und melancholisch. Blechbläser wie Trompete und Hörner stehen für Heldenmut, Triumph oder militärische Stärke. Holzbläser wie Flöte und Klarinette erzeugen spielerische oder mystische Stimmungen. Schlaginstrumente wie Pauken und Trommeln verstärken dramatische oder bedrohliche Szenen. Das Klavier kann sowohl sanft und gefühlvoll als auch kraftvoll und dramatisch klingen, während Synthesizer oft für futuristische oder surreale Klänge stehen.

Die Lautstärke von Musik verändert ihre Wirkung erheblich. Leise Musik erzeugt Intimität oder Bedrohung, während laute Musik in Action- oder Horrorszenen eingesetzt wird, um den Adrenalinpegel zu erhöhen. In modernen Filmen wird oft extrem laute Musik genutzt, um gegen laute Soundeffekte anzukommen.

Der Takt gibt der Musik eine rhythmische Ordnung. Regelmäßige Takte wirken harmonisch und beruhigend, während unregelmäßige oder verschobene Takte Spannung und Verwirrung erzeugen. Der Rhythmus einer Musik beeinflusst direkt unsere Emotionen und sogar unsere Herzfrequenz – schnelle, harte Rhythmen lassen den Puls steigen und erzeugen Spannung, während langsame, fließende Rhythmen beruhigend und entspannend wirken.

Stille ist ein oft unterschätztes Element der Musik. Eine plötzliche Pause kann Spannung aufbauen, indem sie das Publikum kurz in Erwartung versetzt, während sie in emotionalen Momenten das Gefühl der Leere verstärken kann.

### ***Wie Musik den Film verwandelt***

Filmmusik interagiert mit verschiedenen Elementen des Films und beeinflusst auf diese Weise die Wahrnehmung des Zuschauers. Musik hat die Fähigkeit, das visuelle Geschehen zu unterstreichen und Emotionen gezielt hervorzuheben. Eine einfache Szene, in der eine Person eine Straße entlanggeht, kann durch eine langsame, melancholische Melodie plötzlich nachdenklich oder traurig wirken, während eine treibende, schnelle Musik in Actionfilmen für Dynamik und Spannung sorgt.

Die Kombination von Musik mit Geräuschen beeinflusst die Realitätswahrnehmung einer Szene erheblich. In Kriegs- und Actionfilmen wird Musik oft mit lauten Soundeffekten kombiniert, um Intensität und Dramatik zu steigern. Ein eindrucksvolles Beispiel ist *Dunkirk* (2017), in dem Hans Zimmer ein anhaltendes Tickgeräusch mit der Musik verbindet, um stetige Spannung und Dringlichkeit zu erzeugen.

Musik kann die Verständlichkeit von Dialogen beeinträchtigen, wenn sie nicht sorgfältig darauf abgestimmt ist. Bestimmte Instrumente haben Frequenzbereiche, die sich mit der menschlichen Stimme überschneiden, wodurch das Verstehen von Dialogen erschwert werden kann. Daher wird in dialogreichen Szenen oft eine dezente oder gar keine Musik eingesetzt.

Wenn Musik, Bild, Geräusche und Sprache gleichzeitig aufeinandertreffen, kann dies schnell zu einer Reizüberflutung führen. Um die Wahrnehmung nicht zu überfordern, muss die Musik in komplexen Filmszenen besonders zurückhaltend eingesetzt oder gezielt mit Pausen versehen werden.

Filmmusik hat nicht nur eine emotionale, sondern auch eine funktionale Rolle. Sie kann Übergänge zwischen Szenen markieren, einzelne Handlungsstränge miteinander verbinden oder gezielt Spannung aufbauen. Ein besonders wirkungsvolles Mittel ist das Leitmotiv – eine wiederkehrende Melodie, die mit einer bestimmten Figur oder einem Thema verknüpft ist.

Ein besonders direktes Zusammenspiel von Musik und Bild ist das sogenannte »Mickey Mousing«, bei dem die Musik exakt den Bewegungen auf der Leinwand folgt. Ein klassisches Beispiel ist eine Szene, in der eine Figur stolpert – begleitet von einem musikalischen Akzent. Musik kann auch Spannung aufbauen, wenn visuell nichts Bedrohliches zu sehen ist. Ein eindrucksvolles Beispiel ist die Filmmusik von John Williams zu *Der weiße Hai*, wo zwei simple, tiefe Noten die Ankunft des Hais ankündigen und eine unheilvolle Erwartung erzeugen.

In Filmen kann Musik gezielt Geräusche verstärken oder sogar vollständig ersetzen. In Stummfilmen wurde diese Technik häufig eingesetzt, indem Instrumente bestimmte Geräusche imitierten. Auch moderne Filme nutzen dieses Prinzip, etwa wenn ein verstärkter Herzschlag als musikalisches Element Spannung erzeugt.

Musik kann die Emotionen einer Szene verstärken und dem Zuschauer helfen, sich in die Gefühle der Figuren einzufühlen. Sie kann aber auch interpretieren, was eine Figur denkt oder fühlt. Eine Szene, in der eine Figur lächelt, während die Musik düster bleibt, kann andeuten, dass sie nicht ehrlich ist oder eine versteckte Gefahr droht. Hall-Effekte oder verzerrte Klänge können zeigen, dass eine Figur verwirrt oder unter Drogeneinfluss steht.

Filmmusik kann nicht nur Szenen begleiten, sondern auch ironisch kommentieren. Ein bekanntes Beispiel ist *Good Morning, Vietnam*, in dem eine brutale Kampfszene mit dem optimistischen Song *What a Wonderful World* unterlegt wird. Die Diskrepanz zwischen Bild und Musik erzeugt eine starke emotionale Wirkung und regt zum Nachdenken an.

Musik kann das Raumgefühl beeinflussen, indem sie akustische Weite oder Enge vermittelt. Weite, orchestrale Klänge werden häufig für Natur- oder Weltraum-

szenen genutzt, während Echoeffekte oder reduzierte Klangfarben das Gefühl von Enge oder Isolation erzeugen. Ebenso kann Musik die Wahrnehmung von Zeit verändern. Bestimmte Musikstile lassen uns an vergangene Epochen denken, ein sich beschleunigendes Musikstück kann eine drohende Gefahr andeuten, und langgezogene, minimalistische Klänge können eine Szene »einfrieren« lassen.

### ***Musik in verschiedenen Filmgenres***

Je nach Filmgenre erfüllt Musik unterschiedliche Funktionen. In Dokumentarfilmen übernimmt sie vor allem eine unterstützende Funktion und hilft, verschiedene Erzählebenen voneinander zu trennen. Sie kann zwischen inszenierten und authentischen Szenen differenzieren, sollte aber bei Off-Kommentaren vermieden werden, um nicht vom eigentlichen Inhalt abzulenken. Einige Dokumentarfilme verzichten komplett auf Musik, um größtmögliche Objektivität zu bewahren, während andere Werke wie *Koyaanisqatsi* (1982) Musik als zentrales dramaturgisches Mittel einsetzen.

In Kinderfilmen spielt Musik eine besonders große Rolle, da sie jungen Zuschauern hilft, Emotionen klar zu erkennen und zu verstehen. Durch den gezielten Einsatz musikalischer Motive können Charaktere eingeführt und voneinander unterschieden werden. Häufig wird eine fröhliche, eingängige Melodie mit dem Helden verbunden, während dunkle, dissonante Klänge den Antagonisten begleiten. Musik kann auch eine erzählerische Funktion übernehmen und subtile Hinweise auf bevorstehende Handlungen geben.

Musik ist in der Werbung ein gezielt eingesetztes Mittel zur Beeinflussung der Konsumenten. Einprägsame Melodien und Jingles können sich im Gedächtnis verankern und langfristig mit einer Marke assoziiert werden. Darüber hinaus vermittelt Musik in Werbespots gezielt Emotionen, die mit dem beworbenen Produkt verbunden werden sollen. In PR-Filmen wird Musik ähnlich eingesetzt, allerdings mit einem stärkeren Fokus auf Imagebildung und Markenidentität.

Technische Informationsfilme setzen Musik eher zurückhaltend ein. Sie dient hier vor allem dazu, den Zuschauer durch den Film zu führen, Pausen zu strukturieren oder trockene Inhalte interessanter zu gestalten, darf aber nicht zu dominant sein. In Wissenschaftsfilmen steht die sachliche Wissensvermittlung im Mittelpunkt, weshalb Musik meist nur eine untergeordnete Rolle spielt. In einigen Fällen wird sie jedoch gezielt eingesetzt, um komplizierte Inhalte zugänglicher zu machen oder Spannung aufzubauen.

Musik in Unterrichtsfilmen kann das Interesse der Schüler wecken, emotionale Involvierung schaffen und das Lernen erleichtern. Sie hilft, die Struktur des Films zu gliedern, indem sie Kapitelübergänge kennzeichnet oder wichtige Inhalte betont. Richtig eingesetzt kann Musik das Lernen erheblich unterstützen, da emotionale Reaktionen oft eine tiefere Verankerung im Gedächtnis bewirken.

### **Fazit**

Filmmusik ist eine Kunstform, die weit über die bloße akustische Begleitung von Bildern hinausgeht. Sie steuert unsere Emotionen, verstärkt Spannungsmomente, gibt Charakteren Tiefe und kann sogar narrative Elemente übernehmen. Ob als groß orchestrierte Klanglandschaft, minimalistisches Motiv oder gezielt eingesetzte Stille – Musik formt unser Filmerlebnis maßgeblich mit.

Die Entwicklung von der Stummfilmbegleitung bis hin zu digitalen Soundtracks zeigt, dass sich die Rolle der Filmmusik stetig verändert und an neue Erzählweisen anpasst. Doch eines bleibt konstant: Die Kraft der Musik, uns zu berühren, Gänsehaut zu erzeugen und die Grenzen zwischen Ton und Bild zu verwischen. Filmmusik ist somit weit mehr als nur eine Begleitung – sie ist ein wesentliches Erzählelement, das die Wirkung eines Films maßgeblich beeinflusst.

### **Literatur**

- [1] F. GAUDECK: »Filmmusik - Welche Rolle hat die Musik im Film und wie erzeugt sie Gefühle beim Zuschauer?« Bachelor Thesis. Hochschule Mittweida, 2011.
- [2] F. WEINDL: *Filmmusik und Emotionen. Zum Einfluss von Instrumentalmusik auf die Rezeption*. Akademische Verlagsgemeinschaft München (2013).
- [3] A. K. WINDISCH, C. TIEBER & P. POWRIE: *From Unheard to Meaningful: When Music Takes Over in Film*. Hrsg. von A. K. WINDISCH, C. TIEBER & P. POWRIE. Springer (2023).

# Hyperrealer Muskelkult Die Technologie auf der Anklage- und Hantelbank

TOM BISCHOPINK, KONRAD ADAMSKI & FABIAN KUHNE



I have accomplished so many of my dreams and realized that there's still a void missing. The more money I get, the more titles I get, it's not filling me up more. But then I discovered that over time it's the effort, it's the journey.

---

*Chris Bumstead*

Dieses Schauspiel entführt uns in ein fiktives Gerichts drama, in dem ein junger Bodybuilder durch Social Media in den Missbrauch von Steroiden gerät. Zugleich beleuchtet das Drama philosophisch, wie die digitale Welt Ideale und Wirklichkeiten verschiebt und uns vor die Frage stellt, wie viel Verantwortung wir den Algorithmen und wie viel Verantwortung wir uns selbst zuschreiben können.

## Erster Akt – Vorstellung des Gerichtsverfahren und Eröffnungsplädoyer

Ein blendendes Licht taucht den Gerichtssaal in eine fast surreale Atmosphäre. Die Wände sind in warmem Holz gehalten, und der sonoren Stimme von Fabian, dem Richter dieses Prozesses, fällt die ehrwürdige Aufgabe zu, das Geschehen feierlich zu eröffnen. Die Anklagebank zu seiner Linken, die Verteidigung zu seiner Rechten, und in der Zuschauerbank – unscheinbar und doch von einer fast mythischen Bedeutung – sitzt Leon, der junge Mann, um den sich alles drehen wird. Sein Blick ist gesenkt, als müsse er sich erst an die Idee gewöhnen, selbst zum Sinnbild eines Konflikts geworden zu sein: den Konflikt zwischen Mensch und Technik, zwischen Sehnsucht und Wirklichkeit, zwischen dem Drang nach Optimierung und Selbstwirksamkeit.

**Fabian:** Sehr geehrte Damen und Herren, werte Geschworene, heute sind Sie Zeugen eines historischen Prozesses, in dem die Verantwortung der Technologie zur Debatte steht. Unter dem Aktenzeichen 00100 eröffne ich den Fall »Leon im Bann der Algorithmen und des Bodybuildings«. Konkret gilt es die Frage zu beantworten: Ist Social Media schuld daran, einen jungen Menschen zum Steroidkonsum verleitet zu haben? Auf der Klägerseite steht Herr Tom Bishopink, der für Leon und seine Familie die Wahrheit ans Licht bringen möchte. Auf der Verteidigerseite vertritt Herr Konrad Adamski die Technologie, Soziale Medien und deren Verantwortung. Am Ende dieses Prozesses obliegt es Ihnen, werte Geschworene, die Schuldfrage zu beantworten: Sind die Mechanismen und Inhalte der sozialen Medien schuld an der Entwicklung von Leon oder können sie als unschuldig betrachtet werden? Damit übergebe ich das Wort an den Kläger Herrn Bishopink.

**Tom:** Hohes Gericht, werte Mitglieder der Jury, mein Name ist Tom Bishopink, und ich vertrete die Kläger in diesem Verfahren. Es geht heute nicht nur um Leon, einen jungen Mann, dessen Leben durch die Mechanismen der digitalen Welt erheblich beeinflusst wurde, sondern auch um die Frage, welche Verantwortung die Technologie-Konzerne für solche Schicksale tragen. Leon ist 17 Jahre alt. Ein Jugendlicher mit Ambitionen, Zielen und Träumen. Vor vier Monaten entdeckte er seine Leidenschaft für das Bodybuilding. Eine wunderbare Entwicklung, die wir als Gesellschaft doch nur begrüßen können. Sport fördert nicht nur die Gesundheit, sondern auch Disziplin und Selbstbewusstsein. Hören wir doch mal rein was er selbst zum Bodybuilding zu sagen hat [...].

Leon trainierte regelmäßig, mit Hingabe und Ehrgeiz. Er war stolz darauf, an sich zu arbeiten. Doch während er sich im echten Leben bemühte, eröffnete sich ihm parallel eine andere Welt – eine digitale Welt, die ihm etwas ganz anderes versprach. Social-Media-Plattformen von namenhaften Tech-Konzernen wurden zu einem festen Bestandteil von Leons Alltag. Zunächst fand er dort Motivation und Tipps für sein Training. Doch schon bald wurde diese virtuelle Welt zu einer Quelle von Unsicherheit und Selbstzweifeln. Die Algorithmen dieser Plattformen

zeigten ihm immer mehr Inhalte, die ein scheinbar perfektes Bild des »idealen Körpers« zeichneten. Hören wir nochmal rein, was Leon dazu denkt [...].

Fitness-Influencer mit ihren durchtrainierten Muskeln und makellosen Körpern zeigten Leon wie man also richtig trainiert und welches Supplements man einnehmen sollte. Diese Inhalte, immer wieder verstärkt durch die Mechanismen der Plattformen, führten dazu, dass Leon begann, sich mit diesen unerreichbaren Idealen zu vergleichen. Diese Ideale waren oft Fiktion. Viele der Influencer, die er bewunderte, nutzten verschiedene Mittel, um dieses Bild von Perfektion zu erzeugen. Auch Leon wusste das, aber nur zum Teil [...].

Bald reichten Training und gesunde Ernährung nicht mehr aus, um seine Erwartungen zu erfüllen. Verzweifelt suchte Leon nach Lösungen. Die Algorithmen der Plattformen führten ihn in Online-Communities, in denen Jugendliche offen über Testosteronpräparate diskutierten. Dort wurde behauptet, dass diese Präparate harmlos seien, wenn man sie richtig dosiere. Leon, geblendet von den vermeintlichen Erfolgsgeschichten und beeinflusst von der ständigen Präsenz unrealistischer Körperbilder, bestellte Testosteronpräparate über eine Website. Was Leon uns noch bevor der ersten Einnahme der Testosteronpräparate erzählt hat, ist erschreckend und zeigt, wie schnell man seine bisherige Ansicht und Moral verwirft, um den fiktiven Körperidealen gerecht zu werden [...].

Kurz nach dieser Aufnahme beginnt Leon also mit der Einnahme von Testosteronpräparate. Seine Muskeln wuchsen, er erhielt Komplimente, fühlte sich stärker und sicherer. Doch nach wenigen Monaten litt Leon unter schweren Nebenwirkungen: Stimmungsschwankungen, Aggressionen, starker Akne, Herzrasen und Brustschmerzen. Ein Arztbesuch brachte schließlich ans Licht, dass sein Hormonhaushalt massiv gestört war. Seine Gesundheit war in Gefahr, und die Folgen dieser Entscheidung werden ihn möglicherweise ein Leben lang begleiten. Leon wollte sich verbessern. Er wollte sich entwickeln, stärker und gesünder werden. Doch die Technologie – die Algorithmen, die Filterblasen und die manipulativen Mechanismen der Plattformen – hat seine positive Motivation in eine zerstörerische Richtung gelenkt.

Heute klagen wir die Technologie-Konzerne an, die ihre Produkte weiterhin so gestalten und entwickeln, dass sie unsere Aufmerksamkeit fesseln und unsere Unsicherheiten ausnutzen. Sie sind nicht neutral. Sie sind Systeme, die Profite über die psychische und körperliche Gesundheit der Nutzer stellen. Es liegt nun an Ihnen, diese Mechanismen kritisch zu hinterfragen. Wir fordern Gerechtigkeit für Leon und für all die jungen Menschen, die in ähnlicher Weise von dieser digitalen Welt beeinflusst wurden.

**Fabian:** Danke, Herr Bischopink, für Ihre Ausführungen. Ich übergebe das Wort an die Verteidigung. Herr Adamski – bitte schildern Sie uns Ihre Perspektive.

**Konrad:** Hohes Gericht, geschätzte Mitglieder der Jury, wir stehen heute hier, um eine Technologie zu verteidigen, die in den letzten Jahrzehnten unser aller Leben verändert hat: Social Media. Die Anklage lautet, dass Social Media die Grenzen zwischen Realität und Fiktion verwischt habe – dass es uns täuscht,

manipuliert und junge Menschen wie Leon in eine Welt der Illusionen gezogen hat. Doch ich frage Sie: Ist Social Media wirklich der Schuldige in diesem Fall? Oder ist es nicht vielmehr ein Werkzeug, das von uns – von Menschen – geformt, genutzt und mit Bedeutung gefüllt wird? Social Media hat die Art und Weise, wie wir kommunizieren, lernen und uns vernetzen, revolutioniert. Es gibt uns Zugang zu Wissen, verbindet uns mit anderen und eröffnet neue Möglichkeiten der Selbstentfaltung. Es hat unzählige Menschen inspiriert, gesund zu leben, sich für soziale Gerechtigkeit einzusetzen und ihre Stimme in einer digitalen Welt zu erheben. Dennoch soll es heute als Hauptschuldiger in einem Prozess herhalten, der in Wahrheit vielschichtiger ist. Die Algorithmen, die Inhalte kuratieren, die Bilder, die wir sehen – sie sind nicht aus dem Nichts entstanden. Sie spiegeln unsere Interessen, unsere Sehnsüchte und unsere Gesellschaft wider. Ja, Social Media präsentiert uns Ideale, Vorbilder und Trends – doch haben wir das nicht immer getan? Früher waren es Plakate, Zeitschriften und Filme, die uns Ideale vorgaben. Heute sind es digitale Inhalte. Der Unterschied? Wir sind nicht mehr bloße Konsumenten – wir sind Akteure in dieser Welt. Wir haben die Kontrolle darüber, wem wir folgen, welche Inhalte wir konsumieren und wie wir mit ihnen umgehen. Die Anklage behauptet, dass Leon durch Social Media in eine verzerrte Realität gezogen wurde. Doch liegt es nicht auch in unserer Verantwortung, junge Menschen über Medienkompetenz aufzuklären, sie zu stärken und ihnen beizubringen, kritisch zu hinterfragen, was sie sehen? Ich werde Ihnen heute beweisen, dass Social Media kein Feind der Realität ist. Vielmehr ist es eine Plattform, die Realität sichtbar machen kann – eine Technologie, die das Potenzial hat, aufzuklären, zu verbinden und sogar zu verbessern. Hohes Gericht, liebe Geschworene: Lassen Sie sich nicht täuschen. Die Wahrheit ist nicht so einfach, wie die Anklage sie darstellt. Ich werde Ihnen zeigen, dass Social Media keine Verzerrung der Realität ist – sondern ein Spiegel unserer Gesellschaft. Und am Ende dieses Prozesses werden Sie sich die Frage stellen müssen: Wollen wir wirklich das Werkzeug verurteilen, oder sollten wir nicht vielmehr darüber nachdenken, wie wir es verantwortungsbewusst einsetzen können? Ich danke Ihnen.

## **Zweiter Akt – Die Stimme von Jean Baudrillard**

**Fabian:** Vielen Dank, Herr Adamski, für Ihr Eröffnungsplädoyer. Damit kommen wir zur nächsten Phase des Verfahrens: der Befragung der Zeugen. Herr Bishopink – Sie haben jetzt die Möglichkeit Ihren ersten Zeugen vorzuladen.

**Tom:** Als ersten Sachverständigen rufe ich Jean Baudrillard auf. Jean Baudrillard ist ein französischer Medientheoretiker und Philosoph, dessen Analysen zur Postmoderne und Hyperrealität die Grundlage für unser heutiges Thema bilden. Herr Baudrillard, können Sie bitte erklären, was Hyperrealität ist und wie das mit dem Fall von Leon zusammenhängt?

**Baudrillard:** Hyperrealität beschreibt einen Zustand, in dem die Grenze zwischen Realität und Simulation vollständig verschwindet. Alles beginnt mit dem

Simulacrum – einer Imitation oder Repräsentation, die vorgibt, die Realität abzubilden, dabei jedoch scheitert, das Original umfassend zu referenzieren. Es ist eine Kopie ohne ein Original. (BAUDRILLARD [2])

**Tom:** Herr Baudrillard, könnten Sie mir und der Jury bitte noch einmal erläutern, was Sie unter einem Simulacrum verstehen? Vielleicht hilft ein Beispiel, damit wir begreifen, wie eine Idee sich so weit von ihrem Ursprung entfernt, dass sie schließlich eine vollkommen neue Bedeutung annimmt.

**Baudrillard:** Sehr gerne. Beim Simulacrum handelt es sich um eine Darstellung, die nur noch vorgibt, ein Original abzubilden, während sie längst davon entkoppelt ist. Um das zu veranschaulichen, betrachte ich gerne die kulturelle Entwicklung der Vampirfigur.

**Tom:** Der Vampir ist in vielen Mythen zu finden. Wie hat sich diese Figur verändert?

**Baudrillard:** Ursprünglich verkörperte der Vampir in Legenden und Volksmärchen die Angst der Menschen vor Krankheit und dem Tod. Er war unheimlich, eine Art Symbol für Seuchen und gesellschaftliches Außenseitertum. Maler wie Johann Füssli oder Edvard Munch haben bereits im 18. und 19. Jahrhundert entsprechende Motive aufgegriffen – sie stellten den Vampir so dar, wie er aus den mittelalterlichen Erzählungen stammte. Doch im Laufe der Zeit begannen Literatur und vor allem Film, diese Gestalt zu verändern. Ein wichtiges Beispiel ist Bram Stokers *Dracula*: Zwar bleibt der Vampir hier noch bedrohlich, gewinnt aber zunehmend eine tragische, mystisch-verführerische Komponente. Der nächste Schritt erfolgte in der modernen Popkultur. In Filmen wie *Twilight* wurde der Vampir zu einem ästhetischen, romantisierten Wesen: ewig jung, moralisch zwiespältig und zugleich sehnsuchtsvoll verehrt für seine Schönheit und Unsterblichkeit.

**Tom:** Damit entfernt sich der Vampir also schon deutlich vom ursprünglichen Mythos, richtig? Gehe ich richtig davon aus, dass dieser Trend sich noch verschärft? Denken wir nur an die humoristischen Darstellungen wie *Hotel Transsilvanien* oder Szenen in der Serie *Simpsons*, hier wird der Vampir nur noch als komische Figur gezeigt. Hier haben wir eine Repräsentation der Repräsentation: Das alte Bild vom grausamen Nachtwesen existiert kaum noch. Es wurde ersetzt durch die popkulturelle Ikone des charmanten Verführers oder der lustigen Comic-Figur. (MAGDALEN [8])

**Baudrillard:** Ganz genau. Der Vampir ist zu einer Kopie ohne Original geworden. Er steht nicht mehr für den Schrecken des Todes oder den Ausbruch einer Seuche, sondern für einen Lifestyle-Aspekt: Schönheit, Ewigkeit, Unterhaltung. An diesem Punkt sprechen wir von einem Simulacrum – von Hyperrealität, in der die neue Version des Vampirs die eigentliche Realität vollständig überlagert hat.

**Tom:** Leons Körperbild nimmt einen ähnlichen Weg. Anstatt sich an seinem realen, physischen Körper und dessen natürlichen Grenzen zu orientieren, folgt er Abbildern, die wiederum nur Abbilder anderer, bereits verfremdeter Vorbilder

sind. Im Ergebnis landet er bei einem idealisierten Konstrukt, das keinerlei Bezug mehr zu seinen individuellen Voraussetzungen hat. Und dieses Konstrukt beherrscht dann sein Denken und Handeln, weil er glaubt, es sei die wahre Realität. Richtig?

**Baudrillard:** Ganz genau. In dem Moment, in dem Leon dieses Konstrukt – dieses simulierte Körper- und Schönheitskonzept – als echte Wirklichkeit akzeptiert, bewegt er sich innerhalb der Hyperrealität. Dort ist der perfekte, durch Filter und Bearbeitung optimierte Körper zum alleinigen Referenzpunkt geworden. Und so, wie wir den Vampir heute kaum noch als Angstgestalt sehen, sondern eher als romantischen, faszinierenden Charakter, hat Leon den ursprünglichen, natürlichen Körper aus den Augen verloren.

**Tom:** Diese Hyperrealität hat Leons Selbstwertgefühl zerstört! Er wurde geblendet durch die Simulacrum – den unrealistischen Idealen und hat sich darin verloren. Ist das nicht gefährlich?

**Baudrillard:** Die Gefahr liegt nicht nur darin, dass Leon nicht mehr zwischen Original und Simulation unterscheiden kann. Es ist noch schlimmer: Seine Handlungen werden durch die Simulation bestimmt. Um in diese Hyperrealität zu passen, musste er seinen Körper manipulieren – durch Mittel, die ihm diese Illusion suggerierte – Testosteronpräparate. Leon glaubt, dass er durch Disziplin und harte Arbeit den simulierten Körper erreichen könnte, aber das Simulacrum verschweigt die wesentlichen Faktoren: Genetik, die Nutzung von Steroiden und die digitale Bearbeitung. Er lebt in einer Welt, in der das Simulacrum nicht nur die Realität ersetzt, sondern diese vollständig überlagert.

**Tom:** Welche konkreten Rollen spielen also dann die Social-Media-Plattformen nach Ihrer Meinung? Wie würden Sie diese für die Jury einordnen?

**Baudrillard:** Ich würde sie als Werkzeug betrachten, wobei der Kontext, in dem wir sie verwenden, dazu führt welche Hyperrealität wir betrachten dürfen. Die Algorithmen analysieren unsere Interessen, verstärken sie und führen uns in Filterblasen. Leon war in einer solchen Filterblase gefangen – einer Welt, in der nur noch das simulierte Ideal des perfekten Körpers existierte. Kritische Stimmen oder andere Inhalte wurden Leon verborgen.

**Tom:** Herr Baudrillard, ist es also allein die Technologie, die schuld ist?

**Baudrillard:** Nein, die Technologie ist nur ein Werkzeug, das wir als Gesellschaft erschaffen haben. Doch in ihrer jetzigen Form verstärkt sie die Hyperrealität. Es liegt an der Gesellschaft, diese Macht zu zügeln und bewusst mit ihrer Nutzung umzugehen. Aber wir dürfen nicht vergessen, dass die Postmoderne selbst – die Ära, in der wir leben – eine Kultur ist, die Simulacra und Hyperrealitäten akzeptiert und sogar feiert.

**Tom:** Herr Baudrillard, Sie sprechen von der Postmoderne als einer Ära, die Simulacra und Hyperrealitäten akzeptiert und feiert. Aber wie unterscheidet sich diese Postmoderne von den Zeiten davor? Haben wir nicht immer schon versucht,

die Realität durch Kunst, Literatur oder Technologie darzustellen und vielleicht auch zu verbessern? Warum ist das jetzt so anders – und gefährlicher?

**Baudrillard:** Sie haben recht, dass der Mensch schon immer versucht hat, die Realität durch Kunst, Literatur oder Technologie darzustellen und manchmal auch zu verbessern. Doch der entscheidende Unterschied liegt in der Intensität und dem Ausmaß, das wir in der Postmoderne erreicht haben. In der vorindustriellen Zeit, die ich als Pre-Moderne bezeichne, war Kultur stark von der Religion geprägt. Kunst, Architektur und Musik dienten dazu, die Werte und Vorstellungen des Glaubens auszudrücken. Kultur war einzigartig und stark mit der Realität verwoben – sie interpretierte und reflektierte das Leben, das wir führten. (WOLNY [13])

**Tom:** Doch mit der industriellen Revolution begann eine Verschiebung, richtig? Technologien wie die Fotografie ermöglichten es, die Realität auf eine neue, objektive Weise festzuhalten. Doch diese Genauigkeit führte dazu, dass Kultur nicht mehr nur die Realität abbildete, sondern begann, sich von ihr zu entfernen. Filme, Fotos und andere Medien schufen eine Welt, in der die Realität repliziert und in beliebiger Menge reproduziert werden konnte, genau wie bei unserem Vampir-Beispiel. (BAUDRILLARD [1])

**Baudrillard:** Genau, aber es geht noch weiter. Heute, in der Postmoderne, hat sich dieser Prozess ins Extreme gesteigert. Die Medien, die wir konsumieren – Social Media, Fernsehen, Werbung, YouTube – sind nicht mehr bloße Darstellungen der Realität. Sie sind Simulacra, Repräsentationen, die keine Verbindung zum Original haben. Ein Instagram-Username, ein lustiges Meme, ein gescriptetes Reality-TV-Format – all das ist eine Repräsentation einer Repräsentation. Das Problem ist, dass wir in der Postmoderne nicht mehr nur mit diesen Repräsentationen leben. Sie haben die Realität ersetzt. Wir akzeptieren die Kopie einer Kopie als die neue Wahrheit, weil wir ständig von ihr umgeben sind. (THE MEDIA INSIDER [12])

**Tom:** Werte Mitglieder der Jury. In Leons Fall sehen wir also die gefährlichste Konsequenz dieser Hyperrealität und Simulacrum. Sein Selbstbild ist nicht mehr durch seinen tatsächlichen Körper geprägt, sondern durch eine ästhetische Norm, die Social Media ihm vorgibt – eine Norm, die eine Kopie ohne Original ist. Seine Realität ist verloren gegangen, weil die Hyperrealität sie vollständig überlagert hat. Wir haben nicht mehr nur Kultur oder Technologie, die unsere Realität reflektiert oder ergänzt – wir haben eine künstliche Realität, die unsere Welt und unser Leben ersetzt, durch die Plattformen, die die Technologie-Konzerne erschafft und kreierte haben. Herr Baudrillard, vielen Dank für Ihre Einschätzungen. Ihre Philosophie und Denkweise geben der Jury viel Grundlage für ihr späteres Urteil.

**Fabian:** Die Befragung des ersten Sachverständigen ist damit abgeschlossen. Die Verteidigung hat jetzt die Gelegenheit zu den vorgebrachten Punkten Stellung zu nehmen. Herr Adamski – Sie haben das Wort.

### Dritter Akt – John Stuart Mill und die Frage nach Freiheit

**Fabian:** Die Befragung des ersten Sachverständigen ist damit abgeschlossen. Die Verteidigung hat jetzt die Gelegenheit zu den vorgebrachten Punkten Stellung zu nehmen. Herr Adamski – Sie haben das Wort.

**Konrad:** Hohes Gericht, geschätzte Mitglieder der Jury, Jean Baudrillard hat uns gerade seine Theorie der Hyperrealität erklärt. Seiner Ansicht nach leben wir in einer Welt der Simulation, in der Social Media uns eine Realität vorspiegelt, die es so gar nicht gibt. Ein Konzept, das sich faszinierend anhört – aber ist es auch zutreffend? Ja, Social Media verändert unsere Wahrnehmung. Aber haben das nicht alle Medien schon immer getan? Zeitungen, Fernsehen, Werbung – sie alle haben Meinungen geformt, Ideale geschaffen, Realitäten interpretiert. Doch der entscheidende Unterschied ist: Zum ersten Mal haben wir als Nutzer die Möglichkeit, aktiv zu hinterfragen, was wir sehen. Social Media ist nicht nur eine Plattform für Inhalte – es ist eine Plattform für bürgerliches Engagement, für gesellschaftlichen Wandel, für Minderheitsmeinungen. Doch Social Media ist nicht nur ein Ort der Debatte, sondern auch ein Ort der Unterstützung. Viele Menschen leiden unter Einsamkeit, Depressionen oder psychischen Belastungen. Früher waren Selbsthilfegruppen auf physische Treffen beschränkt – heute bieten digitale Plattformen einen Raum, in dem Austausch und Unterstützung jederzeit erreichbar sind. Das Bundesgesundheitsministerium hebt hervor:

*Die gesundheitliche Selbsthilfe befindet sich, wie viele Bereiche im Gesundheitswesen, in einem digitalen Transformationsprozess. Dies stellt Selbsthilfegruppen und -organisationen vor neuen Herausforderungen und gibt Ihnen gleichzeitig Chancen zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung in Deutschland.*

Aus dem dazugehörigen Sachbericht lässt sich entnehmen, dass Selbsthilfegruppen durch digitale Plattformen eine neue Dimension der Unterstützung erhalten. Sie ermöglichen einen flexiblen, ortsunabhängigen Austausch in einem geschützten Raum, in dem Vertraulichkeit und Gemeinschaft gestärkt werden. Somit eröffnen sie insbesondere für Menschen mit eingeschränkter Mobilität oder aus ländlichen Regionen einen wichtigen Zugang zu Unterstützung und Austausch. Social Media entfremdet uns also nicht nur – »es verbindet«. (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT [4], NAKOS [10], FUHR et al. [6])

Doch es geht noch weiter. Social Media ist nicht nur ein Ort des Austauschs, sondern auch ein Raum für gesellschaftlichen Wandel. Ich werde Ihnen nun zeigen, dass Social Media eine essenzielle Rolle für die Meinungsvielfalt in demokratischen Gesellschaften spielt. Ich rufe Herrn Chellappah in den Zeugenstand – einen jungen Philosophen von der London School of Economics and Political Science.

**Konrad:** Herr Chellappah, Sie haben sich intensiv mit den Theorien von John Stuart Mill auseinandergesetzt, einem der bedeutendsten Denker der politischen Philosophie des 19. Jahrhunderts. Mill war ein entschiedener Verfechter der Mei-

nungsfreiheit und argumentierte, dass eine funktionierende Demokratie darauf angewiesen ist, dass auch Minderheitsmeinungen in den öffentlichen Diskurs integriert werden, weil sie gesellschaftlichen Fortschritt ermöglichen. Natürlich konnte Mill Social Media nicht erleben – doch genau hier setzen Ihre Forschungen an. Sie haben untersucht, wie sich Mills Thesen zur Meinungsfreiheit auf die heutige digitale Welt übertragen lassen und welche Herausforderungen und Chancen Social Media in diesem Kontext bietet. Können Sie uns erläutern, inwiefern Mills Gedanken zur Meinungsfreiheit auch für die Nutzung von Social Media relevant sind? (CHELLAPPAH [5])

**Chellappah:** Sehr gern. Mill argumentierte, dass freie Rede nicht nur dazu dient, bestehende Überzeugungen zu bestätigen, sondern dass gerade kontroverse, unpopuläre oder marginalisierte Meinungen notwendig sind, um bestehende Annahmen zu hinterfragen und gesellschaftlichen Fortschritt zu ermöglichen. In meiner Forschung habe ich analysiert, ob Social Media diese Funktion erfüllen kann. Meine Analyse zeigt, dass soziale Netzwerke eine Plattform für Minderheitsmeinungen darstellen, weil sie es ermöglichen, dass Stimmen, die in traditionellen Medien oft überhört werden, nun einen direkten Zugang zur Öffentlichkeit haben. Ein Beispiel, das ich untersucht habe, ist die Aktivistin Jack Monroe, die Social Media nutzte, um auf die steigenden Lebensmittelpreise in Großbritannien aufmerksam zu machen. Ihre Argumentation, dass Supermärkte die Lebenshaltungskostenkrise verschärfen, wurde auf Social Media verstärkt – mit der Konsequenz, dass ein großer britischer Einzelhändler seine Preise tatsächlich gesenkt hat. (CHELLAPPAH [5])

**Konrad:** John Stuart Mill argumentierte, dass demokratische Gesellschaften davon profitieren, wenn Minderheitsmeinungen nicht nur geäußert, sondern aktiv in den öffentlichen Diskurs integriert werden. Würden Sie also sagen, dass Social Media genau das ermöglicht? (MILL [9])

**Chellappah:** Ja. Social Media verändert die Art und Weise, wie Meinungen in die Gesellschaft eingebracht werden. Nun ist es möglich, dass individuelle Stimmen, Aktivisten oder Gemeinschaften direkt mit einem breiten Publikum kommunizieren – ohne Filter, ohne redaktionelle Auswahl. Dadurch wird es wahrscheinlicher, dass alternative Perspektiven Gehör finden. (CHELLAPPAH [5]).

**Konrad:** Genau hier möchte ich ein Beispiel ausführen. Die Black Lives Matter-Bewegung zeigt, dass Social Media eine Plattform ist, die genau diese Verstärkung von Minderheitsmeinungen ermöglicht. Traditionelle Medien haben Polizeigewalt in den USA lange Zeit nur sporadisch thematisiert. Durch Social Media konnten Betroffene ihre Erfahrungen direkt teilen, ohne auf Nachrichtenagenturen angewiesen zu sein. Hashtags wie *BlackLivesMatter* und *JusticeForGeorgeFloyd* führten zu einer globalen Vernetzung und Mobilisierung. Herr Chellappah, Sie haben sich nicht speziell mit dieser Bewegung befasst, aber würden Sie sagen, dass sie die von Ihnen untersuchten Mechanismen zur Verstärkung von Minderheitenmeinungen widerspiegelt? (MILL [9])

**Chellappah:** Ja. Black Lives Matter ist ein Beispiel für die Kraft von Social Media als Plattform für bürgerliche Beteiligung. Die Prinzipien, die ich untersucht habe, zeigen, dass Social Media dazu führt, dass mehr inhaltlich wertvolle Positionen in den öffentlichen Diskurs gelangen. Es gibt dabei positive Effekte – etwa die Tatsache, dass mehr Menschen Zugang zu Informationen und unterschiedlichen Meinungen haben. (CHELLAPPAH [5])

**Konrad:** Vielen Dank, Herr Chellappah. Hohes Gericht, liebe Jury, wir haben soeben gehört, dass Social Media genau das ermöglicht, was John Stuart Mill als essenziell für eine freie Gesellschaft ansah: Den Zugang zu offenen Debatten, die Verstärkung von Minderheitenmeinungen und die Möglichkeit, gesellschaftlichen Wandel voranzutreiben.

#### Vierter Akt – Kulturgeschichte des Körpers von Jörg Scheller

**Fabian:** Herr Bischopink, Sie haben jetzt die Möglichkeit, den nächsten Zeugen in den Zeugenstand zu berufen.

**Tom:** Als nächsten Sachverständigen rufe ich Jörg Scheller auf. Er ist promovierter Sportphilosoph und lehrt derzeit an der Zürcher Hochschule der Künste. Herr Scheller, Sie sind Experte für die Kulturgeschichte des Körpers, insbesondere im Kontext von Bodybuilding. Ihr Buch »Body Bilder« analysiert die Darstellung und Optimierung des Körpers in verschiedenen Epochen. Wie ordnen Sie die heutige Rolle sozialer Medien in Bezug auf Bodybuilding ein?

**Scheller:** Vielen Dank. In meinem Buch diskutiere ich, wie Medien den menschlichen Körper inszenieren. Soziale Medien haben diese Inszenierung auf eine neue Ebene gehoben, indem sie eine Kultur des Authentischen mit einer Kultur des Attraktiven verbinden. Es entsteht ein sozialer Attraktivitätsmarkt, in dem der Kampf um Sichtbarkeit und Anerkennung unablässig ist. Dieser Wettbewerb ist besonders auf Plattformen wie Instagram und TikTok präsent, wo Algorithmen Inhalte fördern, die unrealistische Ideale oft noch verstärken. (SCHELLER [11])

**Tom:** Sie sprechen von einem »sozialen Attraktivitätsmarkt«. Wie wirkt sich das auf junge Menschen wie Leon aus?

**Scheller:** Junge Menschen wie Leon sind besonders anfällig, da sie sich noch in der Identitätsfindung befinden. Die ständige Konfrontation mit scheinbar perfekten Körperbildern schafft einen enormen Vergleichsdruck. Wie ich in meinem Buch schreibe, verstärkt die sofortige Online-Veröffentlichung von Bildern den sozialen Druck: »Alle sehen dich – also arbeite an dir!« Das führt dazu, dass Eigenleistung nicht mehr nur für sich selbst geschätzt wird, sondern primär für die Außenwahrnehmung. (SCHELLER [11])

**Tom:** In Ihrem Buch beschreiben Sie auch, wie Bilder im Fitnesskontext wirken, etwa im Gym. Können Sie das näher erläutern?

**Scheller:** Natürlich. Im Fitnessstudio messen sich Trainierende natürlicher-

weise mit ihrem Spiegelbild. Doch durch soziale Medien wird dieser Vergleich externalisiert: Bilder idealisierter Körper sind omnipräsent und beeinflussen das Training und die Selbstwahrnehmung stark. Diese Bilder können inspirieren, aber ebenso deprimieren. Leon wird durch Algorithmen ständig mit solchen Inhalten konfrontiert, die oft manipuliert sind, was die Grenze zwischen Realität und Inszenierung verwischt. (SCHELLER [11])

**Tom:** Das bedeutet ja, das Leon also wirklich ...

**Konrad:** Aber Herr Scheller, in einem Ihrer Essays betonen Sie doch auch, dass soziale Medien eine im Grunde hybride Öffentlichkeit schaffen, in der sowohl digitaler und physischer Raum miteinander verschmelzen. Sind das nicht Ihre Gedanken Herr Scheller? (GELLAUTZ [7])

**Scheller:** Ja, vielleicht aber ...

**Konrad:** Würden Sie mir also zustimmen, dass diese hybride Struktur es ermöglicht, dass Menschen sich trotz physischer Distanzen miteinander vernetzen und sich gegenseitig motivieren können? Gerade im Fitness und Bodybuilding ist das bestimmt von Vorteil?

**Scheller:** Ja, das lässt sich so zusammenfassen. Diese hybride Öffentlichkeit ermöglicht es, dass Menschen ihre Fortschritte, sei es im Fitness- oder Gesundheitsbereich, mit anderen teilen und sich von einer breiten Gemeinschaft inspirieren lassen können. Die digitale Dimension schafft Verbindungen, die physisch möglicherweise nicht existieren würden, und trägt so dazu bei, Isolation zu überwinden. (GELLAUTZ [7])

**Tom:** Wo waren wir nach dieser ungewollten Unterbrechung stehen geblieben? Was wollte ich fragen? Genau. Sie ziehen auch historische Parallelen zu Bodybuilding und Social Media auf die Postmoderne. Können Sie darauf näher eingehen?

**Scheller:** Absolut. Ich betrachte Bodybuilding und Social Media als eine Fortsetzung der historischen Entwicklungen, die mit der angloamerikanischen Konsumkultur begann. Was soll das heißen, fragen Sie sich, liebe Jury? Die Demokratisierung der ästhetischen Formung des Körpers durch systematisches Training vollzog sich erst in der Postmoderne, besser gesagt in der schon erwähnten angloamerikanischen Konsumkultur. Sie ist Ausdruck der vom Historiker Warren Susman analysierten Entwicklung von einer in Europa dominierenden *culture of character* hin zu einer US-amerikanisch geprägten *culture of personality* seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Die *culture of character* setzt primär auf Innerlichkeit und Moral. Die *culture of personality* setzt vermehrt auf Öffentlichkeit, Kommunikation, Inszenierung und Selbstvermarktung. Social Media ist der bisherige Höhepunkt dieser Entwicklung. Denn dort kann die *culture of personality* so richtig ausgelebt werden. (SCHELLER [11])

**Tom:** Technologie ist dann hier sowohl Werkzeug als auch treibende Kraft. Smartphones, die Sie als »Bildproduktions- und Distributionsmaschinen« in ih-

rem Buch bezeichnen, ermöglichen es, Fortschritte sofort zu dokumentieren und zu teilen. Die immer kleineren und mobileren Geräte sind ständige Begleiter, und soziale Netzwerke verstärken durch ihre Algorithmen den Druck zur Selbstdarstellung.

**Scheller:** Genau, Herr Bishopink. Auch für Sie – geehrte Jury. Dieser permanente öffentliche Vergleich auf den Sozialen Medien verschärft den Optimierungsdruck erheblich und ist besonders für junge Erwachsene wie Leon äußerst gefährlich.

**Tom:** Dann wäre es aber auch doch sicher wichtig zu erfahren, warum Bodybuilding als Sportart so attraktiv geworden ist – besonders für junge Erwachsene?

**Scheller:** Aus psychologischer Sicht gibt es einige Hauptgründe für die Attraktivität des Trainings im Gym. Die im Vergleich zu anderen sportlichen Betätigungen hohe positive Verstärkung des individuellen Tuns. Aus verhaltensbiologischer Sicht ermöglicht es das Training im Gym, Stolz auf die eigene Leistung zu sein. Das hat Leon auch erwähnt. Im Gym lassen sich erbrachte Leistungen personalisieren: »Ich« habe diese Hantel gehoben, dadurch ist »mein« Bizeps gewachsen. Darin unterscheidet sich die Gym-Kultur von der Welt des Teamsports, in welcher Erfolg und Misserfolg vom Zusammenspiel aller Beteiligten abhängen. Im Gym kann nur ich an mir arbeiten und lasse mich gerne auf Social Media für meine Erfolge feiern. Aber damit gehen auch Risiken einher, wie zum Beispiel ...

**Konrad:** EINSPRUCH! Sie erwähnen auch, dass soziale Medien eine Bühne für die Inszenierung des Körpers als lebendige Skulptur schaffen. Könnte man sagen, dass diese Inszenierung nicht nur auf Ästhetik abzielt, sondern auch Raum für persönliche Ausdrucksformen und Kreativität bietet? (SCHELLER [11])

**Konrad:** Vielen Dank. Ich habe dazu auch noch die Meinung eines bekannten Medienwissenschaftlers eingeholt, warum Social Media und Bodybuilding sich so gut ergänzen [...]

**Tom:** Danke Herr Adamski! Für diesen *großartigen* Beitrag. Herr Scheller, Sie wollten gerade uns noch erzählen, welche Risiken im Zusammenhang mit Bodybuilding und Social Media in Verbindung stehen.

**Scheller:** Genau. Das Risiko besteht darin, dass aus dem mit der Eigenleistung einhergehenden positiven Empfinden des Stolzes, kombiniert mit gleichzeitigem Defizitbewusstsein, ein Anreiz erwächst, immer intensiver zu trainieren. Kommt das Smartphone mit Social Media hinzu, wird die intrinsische Motivation der Trainierenden zusätzlich stimuliert. Arnold Schwarzenegger wusste das und hat ständig seine kleinen Waden auf Fotografien gezeigt, um seine Defizite zu verstärken. Schließlich nahm er diese Fotos als Motivation, um noch härter an ihnen zu arbeiten. Aber im Gegensatz zu Leon wurde Schwarzenegger zu seiner Zeit nicht durch die heutige Medienflut in den Sozialen Medien verunsichert. Die Fotos seiner Waden dienten ihm im Privaten als Dokumentation der Wirklichkeit und der Motivation für sein Training. (SCHELLER [11])

**Tom:** Aber im Falle von Leon sehen wir eine andere Seite. Leon betrachtete seinen gesamten Körperbild als Defizit – nicht nur seine mickrigen Waden oder seinen kleinen Bizeps, sondern einfach alles. Dieses Defizit entstand aus den ständig zur Verfügung gestellten Bildern auf Social Media, wo Leon sich immer vergleichen konnte. Herr Scheller, zum Abschluss: Was macht diese Dynamik so gefährlich für junge Menschen wie Leon?

**Scheller:** Es ist die Kombination aus Eigenleistung, sozialem Druck und technologischer Verstärkung. Die heutige digitale Kommunikation ist immer das Hier und Jetzt. Junge Menschen wie Leon sind dadurch einer ständigen Beobachtung und einem enormen Optimierungsdruck ausgesetzt. Heute ist der Optimierungsdruck in allen Lebensbereichen angekommen, angefangen im Studium bis hin zur körperlichen Optimierung. Damit stoßen wir auf einen Konflikt zweier Welten. Der Soziologe Armin Nassehi betonte, dass bereits die Schriftlichkeit der Selbstreflexion und der Umgang mit Schriftstücken aller Art, zum Beispiel ein Buch über Fitness, Gesundheit und Psychologie, die vielleicht wirkmächtigste Form der Selbstoptimierung ist. Wer heute diese Praktiken der klassischen Selbstoptimierung ablehnt, sollte nicht vergessen, dass Bildung, vor allem schriftgeleitete Bildung, das zivilisatorisch vielleicht wirkmächtigste Optimierungsprogramm überhaupt ist. Nur dadurch kann es uns gelingen, von Fremd- auf Selbstkontrolle umzuschalten. Ob Leon diese Art von Selbstoptimierung abgelehnt hat, weiß ich nicht. Grundsätzlich lobe ich jeden jungen Menschen, wie Leon, der im Fitnessstudio an sich arbeitet. Sowohl mit Hinblick auf die Gesundheit, die Ästhetik oder zur Stärkung der mentalen Resilienz. Das Training kann dabei helfen mit den Widrigkeiten der modernen Welt besser zurechtzukommen. (SCHELLER [11])

**Konrad:** Zum Schluss: Sie schreiben, dass soziale Medien die Konventionen der Körperkultur verändern und den Zugang zu Fitness und Training erweitern. Könnte man argumentieren, dass diese Entwicklung eine positive Dynamik entfaltet, die es mehr Menschen ermöglicht, ihre Gesundheitsziele zu erreichen?

**Scheller:** Ja, das ist ein berechtigtes Argument. Die Digitalisierung und die Nutzung sozialer Medien haben den Zugang zu Fitness- und Gesundheitsthemen deutlich erleichtert und demokratisiert. Tutorials, Online-Communities und die Inspiration durch andere Nutzer haben dazu beigetragen, dass eine breitere Masse von Menschen motiviert wird, ihre körperlichen Ziele zu verfolgen und umzusetzen.

## **Fünfter Akt – Die rechtliche Grundlage und die Frage nach Eigenverantwortung**

**Fabian:** Das Gericht dankt allen Sachverständigen. Die Verteidigung hat jetzt die Gelegenheit Stellung zu den vorgetragenen Argumenten zu beziehen.

**Konrad:** Hohes Gericht, geschätzte Jury, wir haben soeben ausführlich darüber gesprochen, wie Social Media die Wahrnehmung von Körperbildern beeinflussen

kann. Doch lassen Sie uns einen Schritt weitergehen. Denn wenn wir hier stehen, dann nicht, weil Leon Bodybuilding betreibt. Nicht, weil er sich verbessern wollte. Sondern weil behauptet wird, Social Media habe ihn manipuliert, getäuscht, in eine gefährliche Richtung gelenkt. Doch sind die Plattformen wirklich der Schuldige? Oder liegt die Verantwortung woanders? Juristisch gesehen ist Social Media kein Täter, sondern ein neutraler Vermittler. Plattformen erschaffen keine Inhalte – sie stellen lediglich den Raum zur Verfügung, in dem Inhalte geteilt werden. Das ist nicht nur eine technische Tatsache, sondern auch eine rechtliche. Der Digital Services Act der EU legt klar fest, dass Plattformen nicht für Inhalte von Nutzern haften, solange sie keine tatsächliche Kenntnis von Rechtsverstößen haben.

Schauen Sie hier selbst in Art. 6 § 1(a) nach. Natürlich wird in 1(b) geregelt, dass Plattformen, sobald sie über rechtswidrige Inhalte informiert werden, diese unverzüglich entfernen müssen. Somit verpflichtet der DSA Plattformen dazu, schädliche Inhalte schneller zu löschen. Zudem fordert er die Implementierung von Mechanismen zur Identifizierung illegaler Inhalte und verlangt mehr Transparenz über die Funktionsweise ihrer Algorithmen. Mit anderen Worten: Social Media ist kein rechtsfreier Raum – es gibt klare Gesetze und Schutzmechanismen. Leon wurde nicht von einer bewusst manipulierenden Plattform in die Irre geführt. Er hat sich in einer digitalen Umgebung bewegt, die ihm genau das zeigte, was ihn interessierte.

So funktionieren Algorithmen: Sie priorisieren Inhalte, basierend auf den individuellen Vorlieben des Nutzers. Sie lenken nicht aktiv – sie spiegeln.

*Wir* haben diese Algorithmen gebaut.

*Wir* haben sie gefüttert.

*Wir* haben ihnen beigebracht, was sie priorisieren sollen.

Wenn wir heute hier stehen und Social Media die Schuld geben wollen, dann müssen wir uns fragen, ob wir wirklich bereit sind, der Technologie die Verantwortung für unsere eigenen Entscheidungen abzunehmen. Die Anklage behauptet, Social Media hätte Leon nicht geschützt. Aber ist es wirklich die Aufgabe der Technologie, für ihn zu entscheiden? Nach deutschem Recht liegt die Verantwortung für die Mediennutzung bei den Eltern. Das Bürgerliche Gesetzbuch ist eindeutig: Paragraph 1626 besagt, dass Eltern für das Wohl ihrer Kinder zu sorgen haben. Dazu gehört auch die Kontrolle über das, was sie im Internet sehen. Social Media kann Eltern dabei unterstützen – aber es kann sie nicht ersetzen. Deshalb gibt es bereits zahlreiche Schutzmaßnahmen. Instagram und TikTok haben Elternaufsichts-Tools eingeführt, die es ermöglichen, Inhalte zu filtern und Nutzungszeiten zu begrenzen. Plattformen setzen auf Melde- und Moderationssysteme, um problematische Inhalte schneller zu erkennen und zu entfernen. (*Bekämpfung illegaler Inhalte im Internet: EU beschließt einheitliche Regeln* [3])

**Zwischenruf aus dem Publikum:** Kommen Sie uns nicht mit Gesetzen und Aufsichtstools! Wenn man einmal Testosteron-Videos schaut, dann wird einem doch nur noch mehr davon angezeigt – das ist doch Manipulation!

**Fabian:** Ruhe im Saal!

**Konrad:** Genau das ist der Punkt. Die Anklage behauptet, Leon sei durch Social Media zum Konsum von Testosteronpräparaten verleitet worden. Doch wer trägt tatsächlich die Verantwortung für solche Inhalte? Social Media verkauft keine Medikamente. Social Media bewirbt keine illegalen Substanzen. In Deutschland regelt – das ist das letzte Gesetz, das Sie heute von mir hören – das Heilmittelwerbe-gesetz, dass verschreibungspflichtige Medikamente nicht einfach so beworben werden dürfen. Schauen Sie hier in Paragraph 10, im Grunde ist Werbung nur für Mediziner wie Ärzte oder Apotheker erlaubt. Wenn also ein Nutzer entscheidet, eine illegale Substanz zu konsumieren, liegt die Schuld dann wirklich bei einer Plattform? Oder liegt sie bei denen, die diesen Content hochladen, die ihn bewusst verbreiten, die falsche oder gefährliche Informationen posten? Social Media ist ein Werkzeug – die Verantwortung für Inhalte liegt bei denen, die sie erstellen, nicht bei denen, die sie bereitstellen. Doch selbst hier haben Plattformen längst reagiert. Sie implementieren Warnhinweise und Filter, um den Zugang zu potenziell gefährlichen Inhalten zu minimieren. Nutzer können solche Inhalte melden – und sie werden entfernt. Social Media ist also kein unregulierter Raum – es gibt Schutzmechanismen, und es gibt klare Gesetze.

Hohes Gericht, liebe Jury, wir müssen uns die entscheidende Frage stellen: Hat Social Media Leon manipuliert? Hat es ihn gezwungen, bestimmte Entscheidungen zu treffen? Die Antwort ist eindeutig: »Nein«. Leon ist nicht das Opfer einer böswilligen Technologie. Er ist das Opfer eines Gesellschaftsbildes, das Perfektion verlangt, das Optimierung fordert, das uns glauben macht, wir müssten immer mehr aus uns herausholen. Social Media hat dieses Bild nicht erschaffen – es hat es nur sichtbar gemacht. Wenn wir heute entscheiden, dass Social Media schuld ist, dann ignorieren wir die eigentlichen Mechanismen unserer Gesellschaft. Die Plattformen haben keine Inhalte erschaffen. Sie haben keine Medikamente verkauft. Sie haben keine Befehle gegeben. Ja, wir brauchen Medienkompetenz. Ja, wir müssen aufklären. Ja, wir müssen Algorithmen transparenter machen. Aber das tun wir nicht, indem wir eine Technologie zum Sündenbock machen. Die Wahrheit ist unbequem: Nicht die Technologie trägt die Schuld – sondern die Art, wie wir sie nutzen. Ich danke Ihnen.

## Sechster Akt – Abschluss-Plädoyer

**Fabian:** Damit endet die Phase der Auseinandersetzung mit den Sachverständigen in unserem Verfahren. Als nächstes erhalten sowohl Kläger als auch Verteidigung die Gelegenheit abschließende Worte an die Geschworenen zu richten. Herr Bischopink – Sie haben das Wort.

**Tom:** Hohes Gericht, werte Mitglieder der Jury. Wir urteilen heute über Social Media. Social Media hat die Grenzen zwischen Realität und Fiktion verwischt. Über dieses Urteil dürfen Sie als Jury heute abstimmen. Dazu habe ich Ihnen eine Reihe von Argumenten und Philosophische Denkweisen gegeben, um Leons Fall in dieser

Sache einzuordnen. Von Jean Baudrillards Hyperrealität und Simulacrum, die Leon in eine Filterblase gestürzt hat, wo er nicht mehr zwischen Fiktion und Realität unterscheiden kann. Zu Jörg Schellers Einordnung, wie Social Media den Vergleichs- und Leistungsdruck im Bodybuilding verstärkt hat und so dafür gesorgt hat, dass die einst guten Aspekte dieses Sportes in den Schatten gestellt wurden. Wir haben aber auch über den Wandel der Körperkultur diskutiert. Wir haben gesehen, wie sich die Vorstellungen der Jugendliche hinsichtlich des Körpers verändert hat. Beeinflusst von dem starken Leistungsdruck unserer Gesellschaft und der Tatsache, dass wir uns ständig vergleichen müssen, werden wir wohl auch urteilen. Die Frage, ob Social Media Plattformen der Tech-Konzerne diesen Trend beschleunigt haben, ist wohl klar. Ich bin der festen Meinung, dass Social Media die Grenzen zwischen Realität und Fiktion dieses jungen Mannes verwischt hat und dafür sollen die Technologie-Plattformen nun Verantwortung tragen. Doch welches Urteil können wir ausrichten? Welche Maßnahmen gibt es, um solche Schicksale wie die von Leon in Zukunft zu verhindern? Dazu werde ich nach ihrem Urteil Auskunft geben.

**Konrad:** Hohes Gericht, geschätzte Mitglieder der Jury, die Anklage hat Social Media als den Schuldigen präsentiert – als die Kraft, die Leon manipuliert, die Realität verzerrt und junge Menschen in gefährliche Ideale drängt. Doch ist es wirklich so einfach? Wir haben heute gezeigt, dass Social Media weit mehr ist als ein Verstärker von Illusionen.

- Es ist ein Ort der Unterstützung, des gesellschaftlichen Wandels, der Meinungsfreiheit.
- Selbsthilfegruppen geben Halt, Minderheiten finden Gehör und soziale Bewegungen gewinnen globale Aufmerksamkeit.
- Social Media hat Leon nicht zu einer Entscheidung gezwungen.
- Plattformen verkaufen keine Medikamente.
- Sie sind kein unsichtbarer Puppenspieler, der Menschen lenkt.

Die Ideale, an denen Leon sich orientierte, existieren weit über die digitale Welt hinaus – in unserer Gesellschaft, in unserer Kultur. Doch Verantwortung liegt – besonders in diesem Fall – in erster Linie nicht bei dieser Technologie. Leon war nicht schutzlos ausgeliefert – Eltern tragen die Pflicht, ihre Kinder bei der Mediennutzung zu begleiten. Auch Social Media übernimmt zunehmend Verantwortung, indem es Maßnahmen wie Inhaltswarnungen, Fact-Checking und Algorithmen zur Erkennung schädlicher Inhalte einsetzt, um Nutzer besser zu schützen. Die wahre Frage ist also: Wollen wir eine Technologie verurteilen, die aufgrund des zu verurteilenden Verhaltens mancher Nutzer zwar Schaden anrichten kann, zugleich aber auch Hilfe, Aufklärung und gesellschaftlichen Fortschritt ermöglicht? Oder erkennen wir, dass die Verantwortung bei uns liegt – darin, wie wir sie nutzen, wie wir damit umgehen? Social Media ist kein Täter. Es ist ein Werkzeug. Und es liegt an uns, es weise zu nutzen. Ich danke Ihnen.

## Siebter Akt – Abstimmung und Urteil

**Fabian:** Werte Geschworene, werte Verteidigung, werte Anklage. Nachdem die Geschworenen Ihr Urteil gefällt haben, geht es jetzt darum das Strafmaß festzusetzen. Um das in einen besseren Kontext einzuordnen, folgt ein kurzer Abriss zu verschiedenen Gerichtsverfahren, in denen soziale Medien momentan beteiligt sind. Im US-Bundesstaat New York führt die Staatsanwältin Letitia James derzeit eine Klage gegen Social Media und insbesondere TikTok. Der Plattform wird vorgeworfen, durch den gezielten Einsatz süchtig machender Designelemente – etwa durch Autoplay, endloses Scrollen und personalisierte Empfehlungsalgorithmen – die psychische Gesundheit junger Menschen nachhaltig zu gefährden. Es wird behauptet, dass diese Praktiken primär darauf abzielen, die Verweildauer der Nutzer zu maximieren und damit die Werbeeinnahmen zu steigern, während die damit verbundenen Risiken für Jugendliche außer Acht gelassen werden.

Die Klage fordert zum einen finanzielle Sanktionen, indem die Unternehmen verpflichtet werden sollen, Gewinne zurückzuzahlen, die sie durch diese Praktiken erzielt haben, sowie Schadenersatz für die Betroffenen zu leisten. Zum anderen sollen gerichtliche Anordnungen erlassen werden, die die Anbieter verpflichten, ihre Plattformgestaltung grundlegend zu ändern, um zukünftigen Schäden zu verhindern. Bisher gibt es noch kein endgültiges Urteil in dem Verfahren.

Am 11. Januar 2025 erging ein Gerichtsbeschluss gegen die Social-Media-Unternehmen Meta, YouTube, SnapChat und TikTok im Regierungsbezirk Nordkalifornien. Die Kläger versuchen, den Plattformen Schadensersatz wegen der Schädigung der psychischen Gesundheit von Jugendlichen zu entlocken, indem sie auf die vermutlich süchtig machenden Designelemente wie endloses Scrollen und Datenverfolgung verweisen. Die Kläger – verschiedene Schulen und lokale Regierungen aus 19 US-Bundesstaaten – behaupten, dass das Design der Plattformen vorhersehbar Schaden anrichtet und die Unternehmen dafür haftbar gemacht werden sollten.

Die Klage stützt sich nicht auf von Nutzern generierte Inhalte, sondern fordert Verantwortung für die eigenen Features der Plattformen. Das Gericht befand die angeklagten Unternehmen für schuldig und empfahl die Rückzahlung von Gewinnen, die infolge der beanstandeten Praktiken erzielt wurden. Darüber hinaus wurde gerichtlich empfohlen die Plattformgestaltung so zu modifizieren, dass ein zukünftiger Schaden an Nutzern verhindert wird. Das Verfahren wurde an den obersten Gerichtshof in Kalifornien übergeben und ein endgültiges Urteil steht noch aus.

Im Fall „Leon im Bann der Algorithmen und des Bodybuildings“ kommen die Geschworenen zu dem Schluss, dass die beklagten Social-Media-Plattformen, vertreten durch Herrn Konrad Adamski, wissentlich und fahrlässig manipulative Algorithmen eingesetzt haben, die den jungen Kläger Leon dazu verleiteten, Steroiden zu konsumieren. Ein Verhalten, das zu erheblichen gesundheitlichen und psychischen Schäden geführt hat. Diese Vorgehensweise verletzt in gravierender Weise die Sorgfaltspflichten und das Persönlichkeitsrecht des Klägers.

Aus diesen Gründen verurteilt das Gericht die Beklagten wie folgt:

- Die Beklagten werden zu einer Gesamtgeldstrafe von 5.000.000 Euro verurteilt. Diese Strafe wird in 200 Tagessätze zu je 25.000 Euro bemessen.
- Die Beklagten haben binnen sechs Monaten sämtliche manipulativen Funktionen und algorithmischen Prozesse, die geeignet sind, junge Nutzer zu schädlichen Verhaltensweisen zu verleiten, grundlegend anzupassen oder vollständig zu entfernen.
- Die Beklagten werden ferner verurteilt, an den Kläger Leon einen Schadenersatz in Höhe von 500.000 Euro zu zahlen, um die erlittenen gesundheitlichen und psychischen Schäden teilweise zu kompensieren.

Dieses Urteil soll nicht nur den entstandenen Schaden bei Leon wiedergutmachen, sondern auch ein deutliches Signal an alle Betreiber digitaler Plattformen senden, dass der Missbrauch von Technologie zur Gefährdung der Gesundheit junger Menschen inakzeptabel ist. Die Kosten des Verfahrens trägt der Beklagte.

Vielen Dank.

## Epilog

Am Ende erhebt sich Tom nochmals mit versöhnlicherem Ton. Er spricht über die Parallelen zwischen dem exzessiven Rauchen vergangener Generationen und dem unbedachten Gebrauch von Social Media heute. Einst klebte man warnende Bilder auf Zigarettenschachteln – was aber klebt man auf das Display unserer Smartphones?

In dieser Frage liegt die Essenz des Stücks: Das Theater ist nicht nur ein Gerichtssaal, es ist ein Spiegel für unser eigenes Leben. Leon steht sinnbildlich für all jene, die mit widersprüchlichen Bildern kämpfen, die zwischen Inspiration und Destruktion nicht mehr unterscheiden können. Die Antwort liegt in einer bewussten Medienkompetenz.

Was Leon hätte helfen können, ist nicht allein ein Filter oder ein Warnhinweis, sondern ein Umfeld, das ihm begreiflich macht, dass Selbstoptimierung nicht bedeutet, ohne Ende an sich herumzuschrauben. Es bedeutet vielmehr, sich selbst zu finden, Grenzen zu akzeptieren und trotzdem mutig neue Wege zu gehen. Vielleicht hätte Leon mit einer besseren Aufklärung über digitale Risiken, mit einer stärkeren elterlichen Führung, mit ehrlichen Gesprächen unter Gleichaltrigen oder in der Schule anders agiert.

Der Schlag des Richterhammers verklingt, die Geschworenen haben gesprochen. Ob mit einer Verurteilung der Plattformen oder einem Freispruch – in diesem fiktiven Theaterstück bleibt eine Mahnung zurück: Die virtuelle Welt ist ein Konstrukt, in das wir täglich unsere Träume, unsere Begierden, aber auch unsere Ängste projizieren. Und so schließen sich die Vorhänge vor diesem Prozess – doch die Bühne des Lebens ist nicht leer. An uns allen liegt es, das Werk weiterzuschreiben: mehr

Wachsamkeit, mehr reflektierte Selbstwahrnehmung, mehr Empathie gegenüber jenen, die im digitalen Sog zu ertrinken drohen. Social Media als solches kann weder Held noch Dämon sein. Es ist ein Spiegel, den wir uns selbst vorhalten. Wir alle müssen lernen, hineinzuschauen – und dennoch das wahre Selbst nicht aus den Augen zu verlieren.

## Literatur

- [1] J. BAUDRILLARD: *The Masses: The Implosion of the Social in the Media*. Übers. von M. MACLEAN. *New Literary History* **16** (Apr. 1985) 577–589.
- [2] J. BAUDRILLARD: *Simulacra and Science Fiction*. Übers. von A. EVANS. *Science Fiction Studies* **18** (Nov. 1991). Originally published as "Simulacres et science-fiction".
- [3] *Bekämpfung illegaler Inhalte im Internet: EU beschließt einheitliche Regeln*. Apr. 2022  
URL: <https://tinyurl.com/3hndf8y2> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [4] BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT: *Kurzbericht zum BMG-geförderten Forschungsvorhaben*. Techn. Ber. Bundesministerium für Gesundheit, 2022  
URL: <https://tinyurl.com/nhjf925h> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [5] N. CHELLAPPAH: *Is J.S. Mill's Account of Free Speech Sustainable in the Age of Social Media?* ResearchGate (2024)  
URL: <https://tinyurl.com/47t6dy4u> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [6] D. C. FUHR et al. *Digitale Technologien zur Verbesserung der psychischen Gesundheit*. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* **67**(3) (März 2024) 332–338  
URL: <https://tinyurl.com/4dy9h9d4> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [7] E. GELLAUTZ: *Rezension von: Jörg Scheller: Body-Bilder. Körperkultur, Digitalisierung und Soziale Netzwerke*. *sehpunkte* **21**(11) (Nov. 2021).  
Buchrezension  
URL: <https://tinyurl.com/6xrnaa6j> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [8] R. MAGDALEN: *Simulacra Explained: Jean Baudrillard's Theory of Simulation*. YouTube video. Juni 2024  
URL: <https://tinyurl.com/36usur76> (aufgerufen am 02.01.2025).
- [9] J. S. MILL: *Über die Freiheit*. Hrsg. von H. D. BRANDT. Felix Meiner Verlag (2009).
- [10] NAKOS: *Definition und Qualitätsmerkmale für digitale Selbsthilfegruppen im Gesundheitsbereich*. Techn. Ber. BMG-gefördertes Forschungsvorhaben. Bundesministerium für Gesundheit, 2022  
URL: <https://tinyurl.com/3w7jf75p> (aufgerufen am 02.07.2025).
- [11] J. SCHELLER: *Body-Bilder*. Verlag Klaus Wagenbach (2021).

- [12] THE MEDIA INSIDER: *Postmodernism explained for beginners! Jean Baudrillard Simulacra and Hyperreality explained*. YouTube video. Feb. 2022  
URL: <https://tinyurl.com/3pep8pfm> (aufgerufen am 02.01.2025).
- [13] R. W. WOLNY: *Hyperreality and Simulacrum: Jean Baudrillard and European Postmodernism*. European Journal of Interdisciplinary Studies (2017).

# Erleuchtung ... oder doch eine Hirnverletzung? Oliver Sacks und sein Patient

CARLO LANZI LUCIANI



Sind wir fähig, die innere Welt von anderen Menschen wirklich zu verstehen? Diese Frage versuchte der Neuropsychologe Oliver Sacks zu beantworten, wenn er seine Patienten und ihre Krankheiten untersuchte. Dieser Text ist eine kurze Einführung in die Neuropsychologie, in das Leben von Oliver Sacks, und dann betrachten wir den klinischen Fall von »Der letzte Hippie« (SACKS [2, Kap. 2]). Der letzte Teil ist eine Darstellung von Sacks' Perspektive auf die Neuropsychologie und dazu meine Meinung über unserer Fertigkeit, durch die Augen unseres Mitmenschen zu schauen.

## Oliver Sacks und die Neuropsychologie

Der Relativismus behauptet, dass die Realität vom Zuschauer abhängt. Das ist fraglich, wenn wir im Bereich der Naturwissenschaften bleiben, aber wird plötzlich ein fundamentales Konzept im Bereich der Geisteswissenschaften. Wenn der Mensch das Zentrum unseres Studiums ist, müssen wir einen gewissen Grad von Relativismus aufbringen. Die Brücke zwischen unserer Perspektive auf die Welt und auf die Welt selbst ist am besten in der Neuropsychologie zu beobachten. Mit dem Reiseleiter Oliver Sacks, der uns in verschiedene "Welten"(von Patienten) führt, werden wir in diese Welt schauen.

### Neuropsychologie

Neuropsychologie untersucht die Beziehung zwischen dem Verhalten eines Menschen und seinem Nervensystem. Das übersetzt sich dann in das Studium der Kognition und des Gehirns eines Menschen. Ein typisches Bild dafür ist die Karte, die verschiedene Gehirnzonen mit verschiedenen Fertigkeiten und kognitiven Bereichen verbindet.

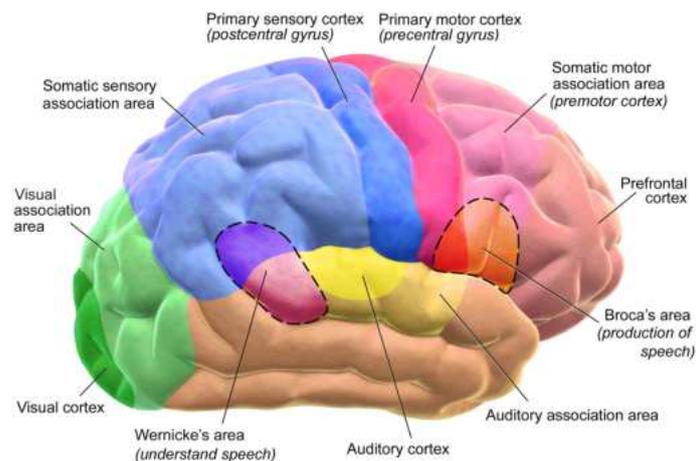


Abb. 1: Verschiedene Zone des Gehirns mit ihren kognitiven Funktionen. Quelle: [Wikimedia Commons](#).

Historisch versuchen die Neuropsychologen in diesem Fach, neue Erkenntnisse zu entdecken, indem sie die Kognition von Menschen mit einem »abnormalen« Gehirn studieren. Durch die gesammelten Beobachtungen hofft man zu erkennen, welche abwesende oder veränderte (oder zusätzliche) Gehirnteile verantwortlich für bestimmte Kognitionsänderungen sind.

### ***Oliver Sacks***

Oliver Sacks wurde 1933 in London geboren. Er studierte Medizin in Oxford und zog in die Vereinigten Staaten, wo er in vielen berühmten Institutionen im Bereich der Neurologie und der Neuropsychologie geforscht hat. Am Ende seiner Karriere war er Mitglied und Preisträger von renommierten wissenschaftlichen (und manchmal auch humanistischen) akademischen Institutionen. Er starb 2015 in New York nach einer brillanten Karriere.

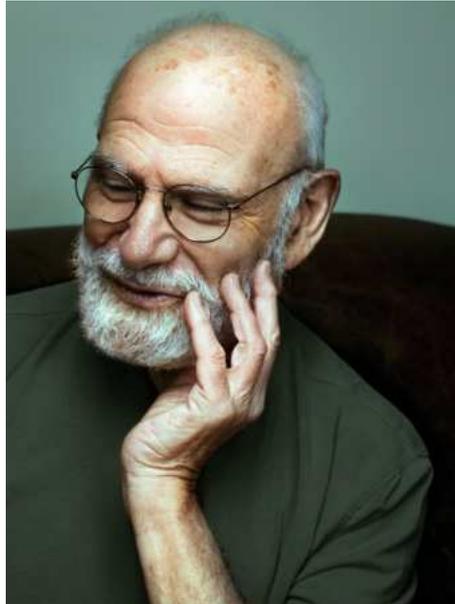


Abb. 2: *Oliver Sacks*. Quelle: [Wikimedia Commons](#).

Er war zwar ein erfahrener Arzt und Forscher, aber er ist nicht nur deswegen berühmt geworden. Er war auch ein talentierter und produktiver Wissenschaftsvermittler und Kommunikator, der viele bezaubernde Bücher über seine Patienten schrieb. Er schaffte sowohl den Fall präzise und wissenschaftlich zu erklären, als auch eine berührende und empathische Geschichte zu erzählen.

Oliver Sacks war auch eine Besonderheit in seiner Zeit, weil er den Patienten wieder in das Zentrum der Krankheit brachte. In einem Jahrhundert, als die Krankheiten immer mehr durch ihre biochemischen Mechanismen beschrieben wurden, erforschte er oft Hirnverletzungen, die die rechte Seite des Gehirns einschlossen. Diese Zone ist verantwortlich für Kognitionsbereiche wie Identität und Wahrnehmung. Damit eine Diagnose gemacht werden kann, muss man unbedingt auch die persönlichen Geschichten und Gedanken des Patienten betrachten.

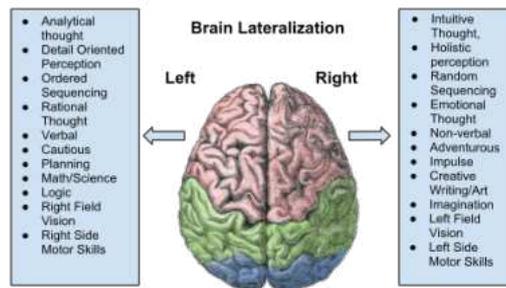


Abb. 3: Die »Lateralisierung des Gehirns«. Quelle: [Wikimedia Commons](#).

Er war nicht nur eine professionelle Notwendigkeit, sondern Sacks war auch persönlich zutiefst Humanist. Es war nicht nur sein Drang, empathisch und neugierig mit seinen Patienten zu sein, sondern auch ein bewusster Versuch, um ihre Kondition und Krankheit besser zu verstehen.

### Greg F. – der letzte Hippie

Als Beispiel betrachten wir die Geschichte »Der letzte Hippie«, um Oliver Sacks in Aktion zu sehen. Leider ist diese Zusammenfassung nicht so berührend wie das Original (SACKS [4, Kap. 2]).



Abb. 4: Eine Gruppe von Mitgliedern der Sekte. Quelle: [Wikimedia Commons](#).

### **Vorgeschichte**

Greg F. wurde in den 1950er Jahren in Queens, NY in einer wohlhabenden Familie geboren, wo er seine Kindheit und Jugendzeit verbracht hat. Er war ein attraktiver und begabter Junge, der eine vielversprechende Zukunft vor sich zu haben schien. Als Jugendlicher fing er an, das konventionelle Leben seiner Eltern zu verachten und nahm 1967 an der Hippiebewegung teil. Greg ließ sich die Haare wachsen, brach die Schule ab und entfremdete sich von seinen Eltern. Er benutzte oft LSD und lebte in einem Zelt. Er war aber auch auf spiritueller Suche und traf den Swami Bhaktivedanta und die ISKCON (International Society for Krishna-Consciousness), eine religiöse Sekte, die in diesen Jahren sehr bekannt war.

Diese neue Religion erfasste ihn komplett und war ein Ersatz für die Drogen-Highs. Er zog zuerst in den Tempel der Sekte in Brooklyn um und dann in den von New Orleans. In New Orleans empfangen seine Eltern noch nur Berichte vom Swami, der schrieb, dass Greg ein »Erwählter« sei und dass er zum »Heiligen« wird.

1971 begann Greg unter einer merkwürdigen Sehstörung zu leiden: seine Sehschärfe nahm ab. Der Swami sagte ihm, dass es ein Zeichen seiner Erleuchtung sei, zusammen mit der wunderbaren Gelassenheit, die er spürte, und mit dem »transzendentalen Lächeln«, das er immer zeigte.

### **Erleuchtung ... oder doch eine Hirnverletzung?**

1975 bekamen seine Eltern endlich die Erlaubnis vom Tempel, ihren Sohn zu besuchen. Das war eine schreckliche Überraschung: der »Heilige« war auf einem Rollstuhl (er konnte seine Beine nicht kontrollieren), kahl und dick, komplett blind und unselbstständig. Er war desorientiert, machte stetig »idiotische Kommentare« und hatte immer ein »blödes Lächeln«, »als sei innen ganz leer«, wie der Vater sagte. Die Tempelgemeinschaft hatte sich um ihn gekümmert, aber trotz »Erleuchtung« von Greg akzeptierte sie, ihn ziehen zu lassen. Seine »Seligkeit« war auch für die Mitglieder der Sekte selbst beunruhigend.



Abb. 5: Bild des Buddhas. Quelle: [pxhere.com](https://www.pxhere.com).

Die Eltern brachten ihn zu einer Klinik, wo ein gutartiger Tumor der Größe einer Orange im Zentrum des Gehirns gefunden wurde. Der Tumor hatte verschiedene Zonen des denkenden Organs beschädigt, besonders

- Die Zirbeldrüse (»pineal gland«)
- Die Frontal- und Temporallappen
- Das Zwischenhirn (»diencephalon«)
- Der Chiasma Opticum (das Nervensystem, das die Augen mit dem Gehirn verbindet)

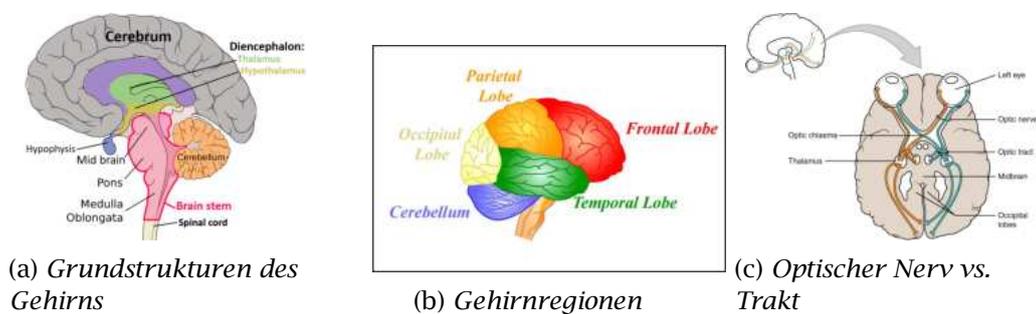


Abb. 6: Die betroffenen Regionen des Gehirns

**Bildquellen:** Abbildung 6a: [Wikimedia Commons](#); Abbildung 6b: [Wikimedia Commons](#); Abbildung 6c: [Wikimedia Commons](#).

Der Tumor wurde entfernt, aber die Beschädigungen, die Gregs psychische Behinderungen verursachten, blieben. Hätte man ihn früher operieren lassen, hätte man wahrscheinlich fast alles vermeiden können.

### **Treffen mit Oliver Sacks**

Greg wurde in das »Williamsbridge Hospital« gebracht, wo er 1977 Oliver Sacks traf, der bemerkte, dass er nichts machte, falls er nicht mit jemandem interagierte: er war nicht aktiv, sondern nur reaktiv. Aber wenn jemand mit ihm sprach, antwortete Greg, obwohl er sich schnell durch Assoziationen in Lieder und Mantras verlor und »entleert« von tiefen Emotionen schien. Wenn der Doktor ihn fragte, warum er dachte, dass er im Krankenhaus war, antwortete er: »Weil ich nicht intelligent bin« und dann noch »weil ich Drogen benutzt habe«. Es schien ihm nicht bewusst zu sein, dass er schwere Probleme hatte: dass er psychisch und physisch behindert und sogar blind war.

**Blindheit** Da der Chiasma Opticum zerstört war, war Greg *neurologisch* blind und seine Augen waren atrophiert. Aber er war total überzeugt, dass er sehen konnte. Als der Arzt ihm einen grünen Kamm und eine Taschenuhr zeigte, behauptete er, dass es sich um einen blauen Ball und einen roten Stift handelte. Es wurde entschieden, ihn Braille zu lehren, aber er verweigerte sich, da er nicht blind sei. Ein anderes Beispiel war, dass er es liebte, *fernzusehen*. Das bedeutete für ihn, aufmerksam den Geräuschen eines Films zu folgen und Vorstellungsbilder zu erfinden, die damit zusammen passten. Greg war total überzeugt, dass das »Sehen« genau das bedeutete, dass all die Menschen es so machten (und er sah für wenigstens 20 Jahre seines Lebens!). Das war nicht nur ein »Ausfall«, sondern eine strukturelle Veränderung seines Konzepts von Sehen.

**Musik und Gedächtnis** Wenn Sacks nach ISKCON fragte, erinnerte sich Greg daran, dass er in der Sekte und im Tempel von Brooklyn war, und behauptete, es sei ein überzeugter Gläubiger. Aber er erinnerte sich nicht mehr daran, auch in New Orleans gewesen zu sein. Greg hatte auch kein Kurzzeitgedächtnis: wenn man ihm eine kurze Geschichte erzählte, konnte er sie nicht wiederholen. Aber Sacks bemerkte, dass die Musik eine vorübergehende »heilende« Wirkung auf Greg hatte: wenn jemand mit ihm über Bands und Musik sprach, schien Greg plötzlich wieder »da« zu sein, er zeigte tiefere Emotionen und Begeisterung und sogar sein EEG (Elektroenzephalogramm) war wieder regulär und rhythmisch, statt langsam und unregelmäßig. Noch dazu erinnerte er sich an jedes Detail von den Gruppen, die er liebte, an jede Melodie, an jedes Mitglied, jedes Konzert.

Wegen dieser Leidenschaft und Aufmerksamkeit für die Musik konnte Sacks auch eine chronologische Mappe des langfristigen Gedächtnisses von Greg (Figure 7) erstellen. Er konnte sich an Ereignisse vom blauen Zeitraum gut erinnern, weniger an Ereignisse vom Gelben, und fast nie an Ereignisse vom Roten. Was er in 1969 erlebte, war laut Greg »ungefähr vor einem Jahr« passiert, während in der Tat acht Jahre vergangen waren. Er war ungefähr im Jahr 1970 geblieben: der letzte Moment, an den er noch Erinnerungen herstellen konnte.

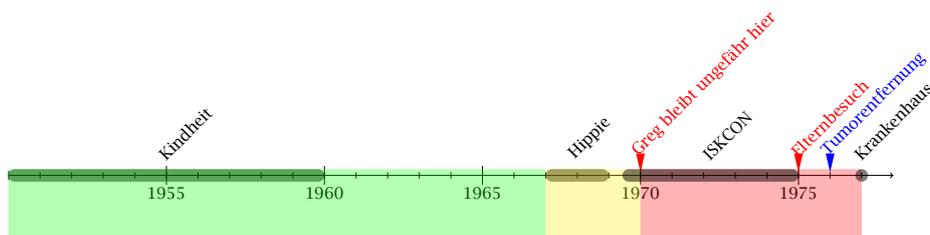


Abb. 7: Eine Mappe des Gedächtnisses von Greg: grün, gelb und rot entsprechen den verschiedenen Graden seiner Fertigkeit, neue Erinnerungen zu bauen.

**Semantisches, prozedurales und episodisches Gedächtnis** Unterschiedliche Arten des Gedächtnisses waren auch unterschiedlich beschädigt. Sein semantisches Gedächtnis, das für Konzepte verantwortlich ist, war vollständig intakt: er konnte ohne Probleme einfache Sätze wiederholen und verstehen, die er als Kind gelernt hatte. Das betraf auch das prozedurale Gedächtnis, das Prozeduren speichert, da er noch Gitarre spielen und sogar noch weiter lernen konnte. Er konnte sich auch an neue Leute erinnern, und manchmal sogar Details erwähnen («Wie geht's, Doktor Sacks? Wann kommt das nächste Buch?«), aber er konnte sich nicht an den Kontext erinnern, wo er diese Leute das erste Mal getroffen hatte: sein »episodisches« Gedächtnis war schwer beschädigt. Die Möglichkeit, sich an gewisse Tatsachen bewusst zu erinnern, ermöglicht uns, explizit zu lernen. Aber da Gregs Gedächtnis an Ereignisse nicht mehr als drei Minuten blieb, konnte er *nicht bewusst lernen*. Trotzdem konnte er *unbewusst* lernen: nach und nach konnte er sich an den Tagesablauf im Krankenhaus gewöhnen, Leute erkennen und ein Gefühl dafür entwickeln, ob ihm gewisse Menschen angenehm oder unangenehm waren.

Unsere Gegenwart besitzt Bedeutung, weil wir eine Vergangenheit haben, die sie erklärt, und Spannung, weil es eine Zukunft gibt. Aber das war für Greg nicht der Fall: er lebte in der Gegenwart, einer unendlichen und absoluten Gegenwart, ähnlich wie es orientalische Philosophie anstrebt.

### ***Greg ist tiefer als man oberflächlich sehen kann***

Besaß der Patient nur seine oberflächliche, »leere« Persönlichkeit? Greg schien oft auch wegen seiner stetigen Kommentare und Wortspiele unbewusst glücklich und »infantil« zu sein. Aber Sacks ist der Meinung, dass das nicht der Fall war.

**Melancholie** Nach vielen Jahren ohne Fortschritt mit Greg fing der Stab des Krankenhauses an, eine Art von Hoffnungslosigkeit zu fühlen, und der Patient spürte dieses Gefühl auch. Er behauptete, dass er sich »elend ... zumindest körperlich« fühle. Er fügte hinzu: »Das hat nicht mehr viel mit Leben zu tun.« Hier zeigte er, dass er auch eine Tiefe in sich hatte, dass er irgendwie trotz der Hirnbeschädigung noch eine »Seele« und Sensibilität besaß. In diesem Zeitraum wurden die Aktivitäten in seinem Leben weniger, weil man fühlte, dass ihm nicht wirklich geholfen werden konnte. So wurde er immer mehr vernachlässigt. Er nahm nicht mehr an vielen Therapiegruppen und Programmen teil. Die Zeit verging, während er vor dem Fernseher gelassen wurde und in einer immer gleichen Routine verblieb. Die Nachrichtendienste berichteten oft von Karen Ann Quinlan, einem Mädchen, das durch eine Drogenüberdosis ins Koma fiel. Jedes Mal, wenn Greg ihren Namen am Fernseher hörte, wurde er plötzlich still und sichtbar bekümmert. Sacks vermutet, dass er eine Art von Empathie für ihre Geschichte fühlte. Aber es hätte auch sein können, dass er einfach eine unaufhaltsame Empathie hatte, die ihm in jedes Gefühl transportierte, das er sah.

**Trauer...** 1990 starb Gregs Vater. Als Sacks davon erfährt, kam er aus dem Vereinigten Königreich zurück, wo er gewesen war, um seinen eigenen Vater zu betrauern. Da Greg nicht bewusst lernen konnte, dass sein Vater tot war, war es jedes Mal eine neue schockierende Nachricht für ihn: er dachte, dass sein Vater ungefähr fünfzig Jahre alt war, und deshalb zu jung war, um plötzlich zu sterben. Jedes Mal wurde ihm erklärt, dass sein Vater über siebzig Jahre alt war. Gregs Mangel vom Kurzzeitgedächtnisses ließ ihn sogar nicht seinen Vater betrauern, weil er nicht lange genug das Gefühl von Verlust in sich halten kann, um das emotionale Verfahren zu erleben. Noch einmal aber zeigte er, dass er unbewusst »wusste«, dass sein Vater verstarb:

- Obwohl er vor dem Trauerfall immer sehr gern fürs Wochenende und für die Ferien nach Hause zu seiner Familie ging, mochte er es jetzt nicht mehr. Sacks bemerkte, dass er wahrscheinlich das vaterlose Haus mit Traurigkeit assoziiert hatte, obwohl er sich nicht bewusst daran erinnern konnte, dass es seinen Vater nicht mehr gab.
- Während er vor dem Trauerfall nie Schlafprobleme hatte, wachte er jetzt sehr oft in der Mitte der Nacht auf und lief stundenlang in seinem Schlafzimmer auf und ab. Falls gefragt, sagte er: »Ich habe etwas verloren, ich suche danach«, aber er konnte sich nicht daran erinnern, wonach er genau suchte. Sacks behauptet, dass man das Gefühl hatte, dass er seinen Vater suchte, obwohl er selbst es nicht verstand.

**...und Trösten** Im August 1991 entdeckte Oliver Sacks, dass die Lieblingsgruppe von Greg, »The Grateful Dead«, in Madison Square Garden spielen wird. Er beschaffte zwei Eintrittskarten und einen besonderen Platz für das Konzert, um eine gute Tat für Greg zu vollbringen. Seit dem der Patient erfuhr, wohin sie gingen, war er euphorisch. In der Atmosphäre des Konzerts, das die Zuschauer in die Sechziger transportierte, fing er spontan von seinen Erinnerungen an solche Jahre zu sprechen, Erinnerungen, die für ihn »vor einem Jahr oder so« passierten. Während die Band spielte, rief der Patient überzeugt aus: »Pigpen! Sehen Sie Pigpen da oben?« (dieser war ein verstorbener Mitglied der Gruppe), oder: »Sehen Sie Jerry Garcias Afro?«, der jetzt glatt und ergraute Haare trug, als ob er das Sehen besaß. Als dann die Lieder kamen, die von der Band in den siebziger Jahren verfasst worden waren, zeigte Greg eine starke Überraschung: er war überzeugt, die Musik der Zukunft zu hören. Als sie das Konzert verließen, behauptete der Patient: »Das war fantastisch! Ich werde es nie vergessen. Das war der schönste Augenblick meines Lebens!«. Aber als der Arzt am folgenden Tag ihn fragte, wie The Grateful Dead ihm gefallen habe, antwortete er: »Ich war noch nie im Madison Square Garden.«.

## Fazit

### *Was will Oliver Sacks uns mit dieser Geschichte sagen?*

In der Einführung von SACKS [3] bemerkt er, wie die Medizin schon seit Hippokrates eine Krankheit beschreibt, ohne die Aufmerksamkeit auf den Patienten zu richten. Dagegen will Oliver Sacks nicht vergessen, dass es einen Menschen gibt, der unter seiner Lage leidet. Im ersten Teil des Buches beobachtet er, dass die Neurologie oft das Wort »Ausfall« für den Verlust oder Einschränkung einer kognitiven Fertigkeit benutzt: Verlust der Sprache, Verlust des Gedächtnisses, Verlust der Identität. Sacks bemerkt, dass ein solches Wort sinnlos wird, wenn man Syndrome nur an der rechten Seite des Gehirns beobachtet. Sacks bemerkt, wie eine solche Krankheit nie nur ein Verlust ist, weil der Mensch versucht, das Individuum und seine Identität zu beschützen. Laut ihm sind die Wahrnehmung der Welt und die persönliche Lebensgeschichte und Identität der Patienten keine überflüssigen Informationen, sondern wichtige Hinweise, um die Krankheit besser zu verstehen.

In der Einführung von SACKS [5] sind seine Thesen noch stärker: er fügt hinzu, dass man die Adaptierung des Gehirns an die Krankheit nicht nur von Außen (von dem Verhalten) beobachten müsse, sondern auch »drinnen in dem kranken Bewusstsein die pathologische Welt mit den Augen von dem Patienten sehen [müsse]« d. h. mit einer »intersubjektiven« Herangehensweise.

### *Mein Geflüster an das Publikum: Relativismus ist fundamental*

Der Mensch ist das Maß aller Dinge

*Protagoras*

Nič ni resnično, vse je dovoljeno.  
(Nichts ist real, alles ist erlaubt.)

Bartol [1] wieder aufgenommen von *Assassin's Creed*

Die Bücher von Oliver Sacks sind aus meiner Sicht mit einem »humanistischen« Relativismus durchdrungen. Deshalb versuche ich, meine Nachricht über diesen »humanistischen« Relativismus zu flüstern, d. h.

- Jeder Mensch sieht nur seine Perspektive der Welt, niemand besitzt die vollständige Wahrheit.
- Jeder Sicht enthält wenigstens etwas wertvolles, ein Stück von Wahrheit.
- Um die Sicht von anderen zu verstehen, müssen wir durch deren Augen schauen, und das bedeutet:
  - Ihn nicht verurteilen/abwerten/idealisieren.
  - Eine tiefe Empathie und Neugier in seine Richtung fühlen.

Relativismus ist keine staubige Philosophie, die in einer vergessenen Bibliothek lebt, sondern ein sehr praktisches Instrument, um andere Perspektiven zu sehen.

**Sind wir heute fähig, den Mitmenschen zu verstehen?** Verstehen unterscheidet sich total von einschätzen. Sie sind zwei unterschiedliche Fragen und mir scheint es, dass wir beide verwechseln: wenn wir uns fragen, wie jemand denkt, neigen wir oft dazu, moralisch und ethisch ihn einzuschätzen. Ethik und Moral sind ein Kompass, um sich besser in der Welt zu bewegen. Aber ein Übermaß davon kann eine Scheuklappe werden, und damit ein Hindernis für das Wissen und die Debatte sein. Ein modernes Beispiel dafür ist meiner Meinung nach FRIEDMAN [2].

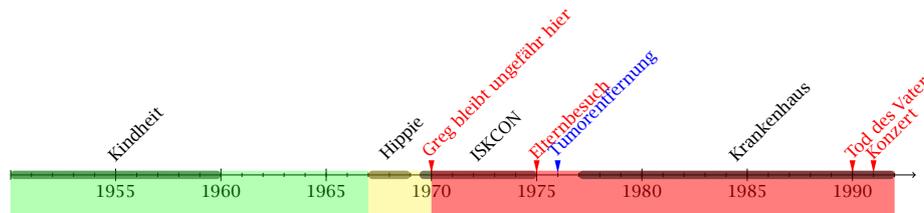


Abb. 8: Eine komplette Chronologie der Geschichte von Greg.

## Literatur

- [1] V. BARTOL: *Alamut*. Bastei Lübbe Verlag (1993).
- [2] G. FRIEDMAN: *Intelligence and Love*. Geopolitical Futures (2021)  
URL: <https://geopoliticalfutures.com/intelligence-and-love/>.
- [3] O. SACKS: *The Man Who Mistook His Wife for a Hat*. Summit Books (1985).
- [4] O. SACKS: *An Anthropologist on Mars*. Alfred A. Knopf (1995).
- [5] O. SACKS: *The River of Consciousness*. Alfred A. Knopf (2017).

## Rom 25 - das Grohse heilige Jahr

MARKUS WACKER



You can make more friends in one week by becoming interested in other people than you can in one semester by trying to get other people interested in you.

Du kannst in einer Woche mehr Freunde gewinnen, indem Du Dich für andere Menschen interessierst, als in einem Semester, indem Du versuchst, das Interesse anderer Menschen für Dich zu wecken.

---

*angepasst nach Dale Carnegie*

Kurz vor Neumond, der **Mon** scheuerte bereits an den Dächern von Rom, reiste eine Gruppe von 40 **Wackeren** und Wissbegierigen **von Bergen**, also über die Alpen, **fern an des** Tibers Gestade um dem Thema »Fiktive, virtuelle, reale Welten und die Frage nach der Wirklichkeit« auf den Grund zu gehen. Den **Christen** sendete der Pabst leider keinen Segen, denn er war im Krankenhaus. Da mussten dann eben die Männer in **Bischopink** die Messe lesen. Ob sie damit Leute **beckerten**, wird sich dann noch zeigen. Kein **Pech** hatten wir mit dem Wetter: die ganze Woche Sonnenschein wie im **Mey** trug schon mal wesentlich zu einer guten Grundstimmung bei.

Nachdem alle ihre **Cofa noch** gut bei den Nonnen verstaubt hatten, ging es in der Accademia dei Lincei mit **handwerklich** guten Vorträgen los. Vierfarb-Problem, analytische Philosophie oder Falltürabstraktion waren nur einige der vielen **frey**

gewählten Themen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Zuvor hatten wir in der Stadtführung erfahren, dass auf dem Kapitol die **Burk hard** aus Stein gebaut wurde, wo heute das Rathaus von Rom steht. Nach Pizza bei Baffetto und fröhlichem **Schmidteinander**, konnte der Abend auf der **Peraza** der Nonnen ausklingen. Gregor brauchte zwar am Ende des Abends ein **Wick-Bonbon** für seine angekratzte Stimme, war aber am nächsten Morgen wieder auf dem **Schemel**. **Verhenschelt** wurden wir trotzdem nicht. Das Programm **rollerte** gut organisiert ab, und wir hörten viele spannende Themen. Gute Argumente **nagelten** die Meinungen fest, aber manchmal steckte der **Teufel** im Detail. **Voß** richtig interessant wurde, kamen auch viele Fragen und die Zeit war einfach **asrijan** knapp. So fiel das Mittagessen so manches Mal etwas **haasetig** aus. Einen **Eigen-Nickel**beitrag war in diesem Romseminar nicht fällig, da wir finanziell **tahmaz** gut aufgestellt waren.

Beim Leseabend wurden Don Quixote, das Foucaultsche Pendel und vieles mehr zu Gehör gebracht. Auch der kleine **Nick, ah** das war ein Genuss. In der Villa Massimo erfuhren wir **lanzi** viel über die Kunst, Musik, Emotionen und Social Media. In einem Spaziergang mit der Direktorin Frau Draganovic lernten wir auch den schönen und **bun Garten** der Akademie kennen. Und wurden die Themen **duen, singen** wir eben Bella Ciao zusammen. Aber **Wart mann, kuhnet** da nicht noch mehr? Ja klar, wir haben noch den Freitag mit Muskelkult, Oliver Sacks Patienten und Abschlussrunde. Und dann geht es natürlich noch in die Katakomben vom **Petersdom**.

Wenn wir wieder zu Hause sind, wo auf Grund der Kälte in den Bergen **Adam Ski** und Eva an der Küste **van Sant vliet**, denken wir gerne an die schöne Seminarwoche zurück. Die Organisatoren **schäfern** uns noch ein, nicht zu lange mit den Ausarbeitungen zu warten, damit wir wieder ein **boehringer** starkes Buch bekommen. In diesem Sinne, viva Romseminar.

# d-fine

analytisch.  
technologisch.  
quantitativ.

## MINT im Consulting

Die geballte Kompetenz von über 1.500 Expertinnen und Experten der Physik, Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften sowie weiterer Natur- und Wirtschaftswissenschaften vereint in einem europäischen Unternehmen mit einer über 20-jährigen Geschichte, das den Fokus auf mathematische Modellierung, technologischen Fortschritt und Data Science legt – das ist d-fine.

**Stellenangebote  
entdecken!**



**Veranstaltungen  
besuchen!**



**Teil unseres Netz-  
werks werden!**



GOMARINGEN ■ DRESDEN ■ BERLIN

SILENT  
DIG

DIE ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT  
ENTWICKELN SIE MIT!

Die DigSILENT GmbH ist ein unabhängiges Beratungs- und Softwareunternehmen auf dem Gebiet der elektrischen Energieversorgung mit Sitz in Gomaringen, Dresden und Berlin. Als Global Player sorgen wir dafür, dass Stromnetze weltweit stabil laufen, effizient bleiben und die Integration von erneuerbaren Energien vorangetrieben wird.

Wir suchen Mitarbeiter (M/W/D) aus den Bereichen

## Elektro-Ingenieurwesen, Ingenieurwesen/Messtechnik, Informatik, Mathematik und Physik

Das bieten wir:

- Eine attraktive Vergütung inklusive jährlicher Bonuszahlungen und betrieblicher Altersvorsorge
- Flexible Arbeitszeiten mit Gleitzeitkonto und 30 Tage Urlaub pro Jahr
- Betreuungszuschuss für Kita- und Kindergartenkinder
- Individuelle Weiterbildungsangebote
- Arbeiten in einem innovativen und zukunftssträchtigen Arbeitsumfeld
- Flache Hierarchien mit den Vorzügen eines international vernetzten, mittelständischen Unternehmens

**SIND SIE BEREIT FÜR EINE NEUE HERAUSFORDERUNG?**

Werden auch Sie Teil unseres Teams!



Für weitere Informationen besuchen Sie:  
[www.digsilent.de/karriere](http://www.digsilent.de/karriere)  
In mehr als 170 Ländern tätig.

**POWER SYSTEM SOLUTIONS**

MADE IN GERMANY