FAU UNIVERSITY PRESS

UNENDLICHKEIT

Erlanger Universitätstage 2015

Herausgegeben von Rudolf Freiburg

FAU Forschungen, Reihe A, Geisteswissenschaften 7

Unendlichkeit

FAU Forschungen, Reihe A

Geisteswissenschaften

Band 7

Herausgeber der Reihe:

Wissenschaftlicher Beirat der FAU University Press

Unendlichkeit

Fünf Vorträge

herausgegeben von
Rudolf Freiburg

Erlangen
FAU University Press
2016

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

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.
Die Rechte an allen Inhalten liegen bei ihren jeweiligen Autoren.
Sie sind nutzbar unter der Creative Commons Lizenz BY-NC-ND.

Der vollständige Inhalt des Buchs ist als PDF über den OPUS Server der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg abrufbar:
https://opus4.kobv.de/opus4-fau/home

Verlag und Auslieferung:
FAU University Press, Universitätsstraße 4, 91054 Erlangen
http://www.university-press.fau.de
university-press@fau.de

Druck:

ISBN: 978-3-944057-57-6 (Druckausgabe)
eISBN: 978-3-944057-58-3 (Online-Ausgabe)
ISSN: 2199-014X

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 3

Einleitung – Unendlichkeit: Versuch einer asymptotischen Annäherung 5

KARL-HEINZ LEVEN

„Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang“:
(Un-)Endlichkeit aus medizinhistorischer Perspektive 35

CHRISTINE LUBKOLL

‚Unendliche Sehnsucht‘ der Romantik 59

WOLFGANG SCHOBERTH

„Alles Ding währt seine Zeit“:
Theologische Überlegungen zu Unendlichkeit und Ewigkeit 85

THOMAS WETH

Faszination Unendlichkeit: Über die Struktur des Unendlichen 105

JÖRN WILMS

Das Unendliche und das Universum 139

Autoren- und Herausgeberverzeichnis 165

Index 169

Vorwort

Der vorliegende Band präsentiert die Druckfassungen der Vorträge zum Thema ‚Unendlichkeit', die anlässlich der Erlanger Universitätstage vom 24. Februar bis zum 24. März 2015 in Amberg und vom 22. Oktober bis zum 26. November 2015 in Ansbach gehalten wurden. Die fünf Erlanger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Professor Dr. Christine Lubkoll, Professor Dr. Karl-Heinz Leven, Professor Dr. Wolfgang Schoberth, Professor Dr. Thomas Weth und Professor Dr. Jörn Wilms – aus den Disziplinen Germanistik, Geschichte der Medizin, Theologie, Mathematik und Astronomie – verstanden es auf ebenso informative wie unterhaltsame Weise, dem Thema ‚Unendlichkeit' faszinierende Aspekte abzugewinnen und ihr – erfreulicherweise stets großes – Publikum mit ihren geschickt didaktisch aufbereiteten Beiträgen zu begeistern. Ihnen sei ganz besonders für ihr Engagement, aber auch für ihre Bereitschaft gedankt, die Vorträge für den Druck sorgfältig zu überarbeiten und freizugeben.

Die Erlanger Universitätstage sind als ein ‚Gemeinschaftsprodukt' zu sehen, das ohne die Unterstützung durch zahlreiche Institutionen und Personen nicht zu realisieren wäre. Wie in den Jahren zuvor gilt unser Dank an erster Stelle der Universitätsleitung der Friedrich-Alexander-Universität, insbesondere ihrem Präsidenten Professor Dr. Joachim Hornegger; wir sind sehr dankbar dafür, dass auch der neue Universitätspräsident weiterhin gewillt ist, die schöne Tradition der Universitätstage fortzusetzen und für die notwendige finanzielle Unterstützung zu sorgen. Ein herzliches Dankeschön ergeht auch an die Adresse der MitorganisatorInnen in Amberg, besonders an Herrn Oberbürgermeister Michael Cerny, Herrn Bürgermeister Martin Preuß und Frau Bürgermeisterin Brigitta Netta, den Kulturreferenten Herrn Wolfgang Dersch, den Kulturamtsleiter Herrn Thomas Boss und Frau Barbara Cosima Frey. Für die Begleitung der Universitätstage in Ansbach ist vor allem Frau Oberbürgermeisterin Carda Seidel und Herrn Bürgermeister Thomas Deffner herzlich zu danken. Herr Dr. Thomas Bauer, Regierungspräsident von Mittelfranken, hieß uns auch in diesem Jahr anlässlich des Pressegesprächs wieder in seinem Amtszimmer herzlich willkommen und war freundlicherweise erneut bereit, die Auftaktveranstaltung der Universitätstage in Ansbach, die auch im Jahre 2015 noch einmal in der Karlshalle stattfanden, mit einer Ansprache zu eröffnen; dafür sei auch ihm herzlich gedankt.

Erneut wird die Finanzierung des Bandes durch namhafte Beiträge der gastgebenden Städte gewährleistet, aber auch durch den Universitätsbund Erlangen-Nürnberg e.V., in Amberg durch Herrn Professor Dr. Volker Groß und in Ansbach durch Herrn Gerhard Neumeyer vertreten, denen allen aufrichtiger Dank gebührt. Zu großem Dank verpflichtet sind wir auch dem 1. Vorsitzendem des Universitätsbundes, Herrn Dr. Siegfried Balleis, der das Konzept der Erlanger Universitätstage tatkräftig unterstützt.

Für die Drucklegung des Bandes konnte ich mich wieder auf ein bewährtes Team verlassen; hier gilt mein Dank besonders meinen Sekretärinnen Barbara Cunningham und Evelin Werner sowie – in diesem Jahr neu im Team – Susanne Wagner, die intensiv dazu beigetragen haben, die eingereichten Manuskripte der Beiträge in druckfertige Texte zu verwandeln. Ein herzliches Dankeschön ergeht schließlich an Frau Beate Gresser von der Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg, die uns die Aufnahme des Bandes in die Schriftenreihe der FAU University Press ermöglichte, und an Frau Eva Volleth, die unserem Band mit großer Sorgfalt den ‚letzten drucktechnischen Schliff' verliehen hat.

Erlangen, im März 2016 Rudolf Freiburg

Einleitung

Unendlichkeit: Versuch einer asymptotischen Annäherung

> „Wohlan, ich antworte dem, der da fragt: ‚Was tat Gott, bevor er Himmel und Erde erschuf'? Ich antworte nicht mit dem Spaßwort, das einer, der Wucht der Frage ausweichend, erwidert haben soll: ‚Er hat Höllen hergerichtet für Leute, die so hohe Geheimnisse ergrübeln wollen'."
>
> Augustinus, *Confessiones* (397-401)[1]

Die Unendlichkeit des Staunens

Im Januar 2016 sorgte eine Nachricht aus der Astronomie für weltweite Schlagzeilen: Ein internationales Forscherteam hatte die bislang gewaltigste Explosion von Sternen, eine Supernova entdeckt, die mit der Katalognummer „ASASSN-15lh" bezeichnet wurde: Ihre Energie wurde mit der Leuchtkraft von 570 Milliarden Sonnen gleichgesetzt.[2] Das Licht, das die irdischen Teleskope nach einer Reise von 3,8 Milliarden Jahren aus den Tiefen des Universums erreichte, kündete von Dimensionen, die jeden *homo curiosus* in Staunen versetzt, und erinnerte an eine Welt jenseits des ‚Alltags' und seiner Begrenzungen, an eine Welt der kosmischen ‚Unendlichkeit', die die Grenzen des menschlichen Verstandes überschreitet.

Die Unendlichkeit des Raums

Bereits die antike Philosophie kannte den Begriff des ‚Unendlichen',[3] das bei den Griechen als *ápeiron* bezeichnet wurde;[4] bei Anaximander

---

1 Augustinus, *Bekenntnisse/Confessiones*, hg. Jörg Ulrich, übers. Joseph Bernhart (Frankfurt a.M.: Insel Verlag, 2007), 273.

2 Vgl. die Pressemitteilung der Kavli Foundation: „Possibly the Most Powerful Supernova Ever Seen"; http://astronomynow.com/2016/01/14/possibly-the-most-powerful-supernova-ever-seen/ [zuletzt besucht 10.02.2016].

3 Zur Definition des Begriffs ‚Unendlichkeit' vgl. Wolfgang Schoberth, „‚Alles Ding währt seine Zeit': Theologische Überlegungen zu Unendlichkeit und Ewigkeit", 85-104 in diesem Band.

erschien der Begriff als Ursprung unendlicher Welten,[5] er konnte aber auch die Bedeutung ‚Unbestimmtes', ‚zwischenstufliche Substanz', ‚Mischung' oder ‚Potentialität' annehmen.[6] Pythagoras, Xenophanes, Zeno, Plato, Aristoteles und Epikur schrieben dem Wesen und der Funktion des Unendlichen einen bedeutenden Stellenwert in ihren Überlegungen zu; Platos Welt der ‚Ideen' beispielsweise war eindeutig mit dem Begriff des *ápeiron* assoziiert;[7] anders als die Schattenwelt der Erscheinungen, die dem sublunaren Bereich, also der irdischen Sphäre des Vergänglichen diesseits des Mondes zugeordnet war, umfasst die Sphäre der ‚Ideen' die Entität einer sich niemals wandelnden und niemals endenden Welt, einer ‚Ewigkeit', die aus irdischer Perspektive als unendliche Dauer wahrgenommen werden kann. Da der begrenzte Verstand des Menschen dieser unendlichen Entität niemals gerecht zu werden vermag, zog es Aristoteles im Gegensatz zu Plato vor, seine philosophischen Schwerpunkte pragmatisch auf die Erforschung des Endlichen zu setzen.[8] Aber auch die vermeintlich ‚überschaubarere' Welt der Endlichkeit zeitigte verblüffende Paradoxien, wie Zeno in seiner Parabel von Achilles und der Schildkröte bewies, eine Illustration logischer Sophistik, die heute noch im Mathematikunterricht Anwendung findet.[9]

Obwohl die astronomischen Erkenntnisse von Thales und Ptolemäus dazu beitrugen, das Selbstbild des Menschen zu verändern,[10] blieb die geozentrische Tendenz der damaligen Philosophie weitgehend ungebrochen und ließ den Menschen noch für einige Jahrhunderte in der ‚glücklichen' Täuschung verbleiben, er und der Planet, den er bewohnt,

---

4 Für eine differenzierte Beschreibung der unterschiedlichen Auffassungen von *ápeiron* vgl. Adam Drozdek, *In the Beginning Was the Apeiron: Infinity in Greek Philosophy* (Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2008).

5 Vgl. auch Schoberth, „‚Alles Ding währt seine Zeit'", 85-104 in diesem Band.

6 Vgl. Drozdek, *In the Beginning Was the Apeiron*, 9.

7 Vgl. Drozdek, „Plato", ebd., 85-100; 85: „As for Plato, his system is founded on infinity. Infinity is a very foundation of his system, not as a separate concept, but as its indispensable basis and as a perspective that is inherent in his system."

8 Der Bereich fiel dem ‚Rasiermesser des Aristoteles' zum Opfer; vgl. ebd., 102-103.

9 Vgl. auch Stefan Kunz, *Der Begriff der Unendlichkeit und die Offenheit der Zeit: Interdisziplinäre Studien zu einem neuen Wirklichkeitsverständnis* (Münster: LIT Verlag, 2011), 22-23. Siehe auch den Beitrag von Thomas Weth „Faszination Unendlichkeit: Über die Struktur des Unendlichen", 105-138 in diesem Band.

10 Vgl. auch Martin Schneider, „Gott und Sein", in: *Das Weltbild des 17. Jahrhunderts: Philosophisches Denken zwischen Reformation und Aufklärung* (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2004), 178-203; siehe auch den Beitrag von Jörn Wilms „Das Unendliche und das Universum", 139-163 in diesem Band.

nähmen im Universum eine Sonderstellung ein.[11] Die astronomischen Entdeckungen, mit denen Giordano Bruno, Galileo Galilei und Johannes Kepler im 16. und 17. Jahrhundert ihre Zeitgenossen verblüfften und die katholische Kirche in ihrem Welt- und Selbstverständnis zutiefst erschütterten, leiteten dann jedoch einen unaufhaltsamen Paradigmenwechsel vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild ein und vertrieben den Menschen aus dem ‚Mittelpunkt der Schöpfung'; sie machten eine anthropologische Neuorientierung notwendig, die oft von einem Gefühl der Demütigung begleitet wurde; gegen Ende des 19. Jahrhunderts würde Sigmund Freud sie als kosmische Kränkung zu den tiefgreifenden Verletzungen zählen, die den naiven menschlichen Narzissmus nachhaltig traumatisierten.[12] Freud gab jenem Gefühl einen Namen, das Blaise Pascal empfunden hatte, als er erstmals mit der Weite des Raumes konfrontiert wurde; das Universum ließ ihn nachgerade erschaudern;[13] in seinen berühmten *Pensées* (1670) artikulierte er seine Ehrfurcht vor der Unendlichkeit in den folgenden Worten:

> Car enfin, qu'est-ce que l'homme dans la nature? Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant, un milieu entre rien et tout. Infiniment éloigné de comprendre les extrêmes, la fin des choses et leur principe sont pour lui invinciblement cachés dans un secret impénétrable, également incapable de voir le néant d'où il est tiré, et l'infini où il est englouti.[14]

Dieser auf Paradoxien beruhende Aphorismus Pascals, in dem noch die elegische Sehnsucht nach einem hierarchischen Weltbild und nach der verloren gegangenen Geborgenheit der mittelalterlich geprägten *catena aurea* nachklingt,[15] verdeutlicht recht anschaulich die Dialektik von

---

[11] Vgl. hierzu das Kapitel „Unsere Vorstellung vom Universum", in: Stephen Hawking, *Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit*, übers. Hainer Kober (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2000), 2-21.

[12] Sigmund Freud, „Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse", in: ders., *Abriß der Psychoanalyse: Einführende Darstellungen* (Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch Verlag, 1998 [1917]), 187-194; 190.

[13] Vgl. hierzu auch Rüdiger Safranski, *Zeit: Was sie mit uns macht und was wir aus ihr machen* (München: Carl Hanser Verlag, 2015), 28-29.

[14] Blaise Pascal, *Pensées*, ed. Léon Brunschvigg (Paris: Garnier-Flammarion, 1976 [1670]), 66.

[15] Die beste – aus ideengeschichtlicher Perspektive vorgenommene – Darstellung der Geschichte der *catena aurea* findet sich bei Arthur O. Lovejoy, *Die große Kette der Wesen: Geschichte eines Gedankens*, übers. Dieter Turck (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1985 [1933]).

Faszination und Furcht, die jeder Beschäftigung mit dem Thema ‚Unendlichkeit' innewohnt.

Jegliche Begegnung mit den unergründlichen Weiten des kosmischen Raums löst aufgrund ihrer relativierenden Wirkung einen epistemologischen Erkenntnisschock aus, der den Menschen schon rein physisch auf ein existenzielles Mindestmaß schrumpfen lässt, das als extrem demütigend, bedrohlich und geradezu vernichtend empfunden werden muss. „Angesichts dieser monströsen räumlichen und zeitlichen Ausdehnung des Kosmos wirkt das einzelne Leben wie ein schlechter Witz, winzig und belanglos."[16] Zu Beginn des 18. Jahrhunderts knüpfte Joseph Addison in der Essayserie über die „Freuden der Imagination", die er in seiner vielgelesenen Moralischen Wochenschrift *The Spectator* (1711-1712) veröffentlichte,[17] an Pascals Erfahrungen an und verlieh seinem Staunen über die Unermesslichkeit des kosmischen Raums Ausdruck, indem er die Leistungen der ‚neuen Philosophie' – heute würde man von der ‚Naturwissenschaft' Newtonscher Provenienz sprechen – ‚ehrfürchtig' Revue passieren ließ:

> [...] when we survey the whole Earth at once, and the several Planets that lie within its Neighbourhood, we are filled with a pleasing Astonishment, to see so many Worlds hanging one above another, and sliding round their Axles in such an amazing Pomp and Solemnity. If, after this, we contemplate those wide Fields of Ether, that reach in height as far as from Saturn to the fixed Stars, and run abroad almost to an Infinitude, our Imagination finds its Capacity filled with so immense a Prospect, and puts it self upon the Stretch to comprehend it. But if we yet rise higher, and consider the fixed Stars as so many vast Oceans of Flame, that are each of them attended with a different Sett [*sic*!] of Planets, and still discover new Firmaments and new Lights, that are sunk farther in those unfathomable Depths of Ether, so as not to be seen by the strongest of our Telescopes, we are lost in such a Labyrinth of Suns and Worlds, and confounded with the Immensity and Magnificence of Nature.[18]

Viele Zeitgenossen Isaac Newtons reagierten wie Addison mit dem Gefühl der Verlorenheit auf die Nachricht von den unermesslichen Weiten des Universums; sie waren fasziniert, fühlten sich aber auch eingeschüchtert

---

16 Safranski, *Zeit*, 141.

17 Vgl. Joseph Addison, „The Pleasures of the Imagination" (*The Spectator* Nos. 411-121), in: *The Spectator*, ed. Donald F. Bond (Oxford: Clarendon Press, 1965), 5 vols.; vol. III, 535-582.

18 Addison, *The Spectator* No. 420 (2. Juli 1712), in: *The Spectator*, ed. Bond, vol. III, 575.

und wähnten sich in der Gefahr, sich für immer im ‚Labyrinth' der Welten zu verlieren. Als Folge dieser Erfahrung entwickelte sich eine fundamentale Furcht vor dem Sein, die der Beklemmung des existenzialistischen ‚Geworfenseins' und der Vorstellung von einer „metaphysischen Obdachlosigkeit" recht nahe kommt.[19] Der Blick in die unermesslichen Tiefen des Kosmos, den die neuen Teleskope ermöglichten, und die Vorstellung von einer ‚Pluralität der Welten' galten schon früh als *panacea* für die an *superbia* erkrankte Seele des hochmütigen Menschen, der sich im Kontext des Irdischen gerne überschätzte und es wagte, seine moralischen Grenzen in illegitimer Weise zu überschreiten. Die Unendlichkeit des Raums diente hier immerzu als ein anschauliches *memento mori*, der teleskopische Blick ins All wurde somit von einer intensiven mikroskopischen Innenschau, einer existenziellen Introspektion begleitet, die zu neuer Selbsterkenntnis (*gnothi seauton*) führen sollte. Die Konfrontation mit der Grenzenlosigkeit der Galaxien ließ die engen Grenzen des eigenen Seins umso deutlicher hervortreten und erinnerte den *homo sapiens* an seine Schwächen und seine völlige Bedeutungslosigkeit.

Die Unendlichkeit der Zeit

Doch nicht nur die Vorstellung von der Endlosigkeit des Raums, auch die Idee von der Unendlichkeit der Zeit hatte grundlegende Auswirkungen auf das menschliche Selbstverständnis. Die Unendlichkeit der Zeit blieb trotz der erstaunlichen Leistungen der Zeitmessung durch die sich permanent verbessernden Chronometer vor allem des 17. und 18. Jahrhunderts un(be)greifbar. Die maßgeblich zur Lösung des ‚Längengrad-Problems' beitragenden hochentwickelten Zeitmesser, wie der berühmte Chronometer John Harrisons, ‚verwandelten' und ‚verharmlosten' die amorphe, grenzenlose Masse des Zeitlichen, sie ‚domestizierten' und ‚sozialisierten' sie,[20] indem sie sie zu praxisnahen, verbraucherfreundlichen und überschaubaren Zeitintervallen gestalteten,[21] trugen aber zur Klärung des temporalen Unendlichkeitsproblems kaum bei. Die unendliche Ausdehnung

---

19 Pascal teilte diese Empfindung unter anderem mit dem britischen Philosophen und Mathematiker Bertrand Russell; vgl. Safranski, *Zeit*, 160. Das Gefühl einer derartigen existenziellen Verlorenheit prägt auch das Buch von Julian Barnes, *Nothing to be Frightened of* (London: Jonathan Cape, 2008).

20 Vgl. hierzu auch das Kapitel „Vergesellschaftete Zeit", in: Safranski, *Zeit*, 86-105.

21 Vgl. hierzu Dava Sobel, *Longitude: The True Story of a Lone Genius who Solved the Greatest Scientific Problem of his Time* (London: Fourth Estate, 1996).

der Zeit provozierte auf radikale Weise den vermeintlich ‚selbstverständlichen' und ‚problemlosen' Alltagsbegriff der von Uhren messbaren Zeit.

Die bitteren Erkenntnisse des Menschen, dass er nicht länger Mittelpunkt der Schöpfung sein könne, dass die Erde nicht im Zentrum des Kosmos stehe und dass die theologisch begründete Vorliebe für holistische Strukturen (vollendete Kreisbahnen der Planeten) reformbedürftig sei, führten zu einer zunehmenden existenziellen Verzweiflung. Bereits im 17. Jahrhundert nötigten sie den neoplatonisch orientierten Dichter John Donne in seinem Werk „An Anatomy of the World" (1611) zu einer Bilanzierung des neuen Weltverständnisses in den Worten: „'Tis all in pieces, all coherence gone".[22] Weltlich orientierte Moralisten wie Michel de Montaigne, desillusionierte satirische Anthropologen wie Jonathan Swift, aber auch religiös argumentierende Essayisten wie Samuel Johnson bemühten sich, den Begriff der zeitlichen Unendlichkeit in fruchtbarer Weise in ihre jeweiligen Lehren zu integrieren und die Zeitphilosophie zu nutzen, um Trost zu spenden.

In seinen *Essais* (1580) ermahnte sich Montaigne selbst, das Unendliche im Endlichen wahrzunehmen, es nicht aus dem Alltagsleben zu verdrängen. Für ihn kam das Philosophieren dem noblen Versuch gleich, bereits in der Blüte des Lebens den eigenen unvermeidlichen Tod einzuüben, „beständig [...] gestiefelt und zum Abschied gerüstet [zu] sein",[23] und in seinem Essay „Philosophieren heißt sterben lernen" zog er vor allem aus dem Glauben an die Endlichkeit des Lebens intensiven Trost:

> Chiron schlug die Unsterblichkeit aus, da er vom Gott der Zeit und der Dauer, Saturn, seinem Vater, erfuhr, welche Bewandtnis es mit ihr habe. Stellt euch wahrhaft vor, wieviel unerträglicher und lästiger ein immerwährendes Leben dem Menschen wäre, als das Leben, das ich ihm gab.

---

[22] John Donne, „An Anatomy of the World", in: *John Donne: Poems*, ed. Hugh L'Anson Fausset (London *et al.*: J.M. Dent & Sons, 1958 [1931]), 175-191, 182; zur ideengeschichtlichen Kommentierung dieses Zitats vgl. auch Hermann Josef Real, „Finite Infinity: or, Lord Chancellor Bacon and the Paradoxical Profile of Modern Man", *Infinity and Beyond / L'Infini et au-delà: actes du colloque international In Memoriam Paul-Gabriel Boucé, 25-26 juin 2014, Université du Havre, France*, ed. Élizabeth Durot-Boucé (Rennes: TIR, 2014), 17-33.

[23] Michel de Montaigne, „Philosophieren heißt sterben lernen", in: *Essais*, übers. Herbert Lüthy (Zürich: Manesse Verlag, 1985 [1953]), 121-142; 131. Montaigne steht dabei in der Tradition von Platos *Phaidon*; vgl. Safranski, *Zeit*, 238-242.

> Hättet ihr nicht den Tod, ihr würdet mich unablässig verfluchen, ihn euch vorenthalten zu haben.[24]

Es ist die Wunde am Knie – verursacht von einem durch eine Hydra vergifteten Pfeil – , die Chiron unerträgliche Schmerzen bereitet und ihm die Aussicht auf ein immerwährendes Leben vergällt, so dass er zugunsten des Prometheus darauf verzichtet. Die Annäherung an das Unendliche, so deutet Montaigne an, müsse somit wohl erst recht für menschliche Wesen asymptotisch bleiben, wenn schon leicht verletzte Zentauren ihr zu entsagen haben.

Jeglicher Versuch, das Unendliche in das Leben des Menschen zu importieren, ist von vornherein zum Scheitern verurteilt, wie auch Lemuel Gulliver, der naive Held aus *Gulliver's Travels* (1726) in schmerzlicher Weise erfährt. Nachdem durch seine Besuche im Land der Zwerge und Riesen radikale Relativierungsprozesse und Erkenntnisschocks ausgelöst wurden, die ihm eine neue Selbsteinschätzung abnötigen,[25] trifft er im Land Luggnagg auf eigenartige Menschen, die einen markanten roten Fleck auf der Stirn haben: Diese Struldbruggs zeichnen sich durch ewiges Leben aus. Zunächst ist Gulliver begeistert von den Möglichkeiten, die sich ihm bieten würden, wenn er ein Struldbrugg wäre: Sprachen würde er lernen, ‚unendliche' Reichtümer anhäufen, Gesetze studieren, um alle Rechtstreitigkeiten meistern zu können, in der Politik Kenntnisse sammeln, damit er mit den einflussreichsten Potentaten der Welt auf Augenhöhe zu verkehren vermöge. Aber dann klären die Einwohner von Luggnagg Gulliver über die Schattenseiten der Immortalität auf: Die Struldbruggs existieren unendlich, aber sie bleiben nicht jung, sie verlieren ihre Haare und ihre Zähne, haben Krankheiten und büßen allmählich noch weitere Körperteile ein.[26] Ein gnädiges Gesetz erlaubt es ihnen zwar, sich endlich mit achtzig Jahren scheiden zu lassen, aber danach geht ihr Leben und Leiden noch endlos weiter. Sie existieren bald ohne Verwandte, die inzwischen alle verstorben sind, mit der Zeit

---

[24] Montaigne, „Philosophieren heißt sterben lernen", 141. Zu Montaigne siehe auch Hugo Friedrich, *Montaigne* (Bern: Francke, 1967 [1949]); zu seiner Einstellung dem Tod gegenüber siehe Jean Starobinski, *Montaigne: Denken und Existenz* (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1986), 109-140.

[25] Zur Gesamtinterpretation des Buches siehe Hermann J. Real und Heinz J. Vienken, *Jonathan Swift: Gulliver's Travels* (Fink: UTB, 1984).

[26] Vgl. auch Paul-Gabriel Boucé, „Death in *Gulliver's Travels*: The Struldbruggs Revisited", in: *Swift: The Enigmatic Dean: Festschrift for Hermann Josef Real*, eds. Rudolf Freiburg, Arno Löffler and Wolfgang Zach (Tübingen: Stauffenburg Verlag. 1998), 1-13.

verlieren sie auch alle ihre Freunde, und noch ein paar Jahrhunderte später stellen sie fest, dass sie in einem ihnen trostlos und kalt erscheinenden Land leben, dessen historische Sprachentwicklung so rapide fortgeschritten ist, dass sie ihre Umgebung nicht mehr verstehen können.[27] Das unendliche Leben der Struldbruggs – übrigens eine allegorische Antizipation des Volksleidens Demenz und eine Schreckensvision des unendlichen menschlichen Lebens – mündet in Einsamkeit, soziale Isolation und zur Ewigkeit verdammter Verzweiflung. Nachdem er die Leidensgeschichte der zur Immortalität verurteilten Greise vernommen hat, verzichtet Gulliver großmütig darauf, ein Struldbrugg zu werden und begnügt sich mit der Endlichkeit seiner eigenen Lebenszeit.[28]

Noch versöhnlicher als bei Swift fällt die Reflexion über die Unendlichkeit bei Samuel Johnson aus; kaum ein anderer Schriftsteller entfaltete das Trostpotenzial des Ewigkeitsgedankens in so intensiver Weise wie dieser englische Romancier, Lexikograph, Lyriker und Essayist, der nicht nur seinem eigenen Jahrhundert als moralische Instanz galt. In seinen wichtigsten Moralischen Wochenschriften *The Rambler* (1750-1752), *The Adventurer* (1752-1754) und *The Idler* (1758-1760) verband Johnson das traditionelle ‚*vanitas-vanitatis*-Motiv' mit dem Gedanken an die Unendlichkeit. Johnson zählte eindeutig zu den bekennenden thanatophoben Schriftstellern, die aus dem Gedanken der universalen Vergänglichkeit eine unstillbare Motivation für das Schreiben ziehen, da gerade begrenzte Lebenszeit *idealiter* mit wertvollen – und das heißt bei Johnson immer auch kreativen und moralischen – Handlungen angereichert werden muss. Der Katalog existenzieller Übel, die es nach Johnson somit unbedingt zu verhindert galt und die angesichts der Endlichkeit menschlicher Existenz an verheerender Intensität gewannen, umfasste neben der *acedia*, also jener ‚Trägheit des Herzens', die in Form von Melancholie und Depression zur völligen Paralyse der menschlichen Kreativität führt und der Johnson mit seiner Zeitschrift *The Idler* eine

[27] Zur Einordnung der Struldbrugg-Episode in den ‚Langlebigkeits'-Diskurs des 17. und 18. Jahrhunderts, der stark durch das Wissenschaftsprogramm Sir Francis Bacons geprägt wurde, vgl. auch Hermann J. Real, „The ‚keen Appetite for Perpetuity of Life' Abated: The Struldbruggs, Again", in: *Fiktion und Geschichte in der anglo-amerikanischen Literatur: Festschrift für Heinz-Joachim Müllenbrock zum 60. Geburtstag*, hg. Rüdiger Ahrens und Fritz-Wilhelm Neumann (Heidelberg: Winter, 1998), 117-135.

[28] Zur Endlichkeit des menschlichen Lebens vgl. den Beitrag von Karl-Heinz Leven, „‚Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang': (Un-)Endlichkeit aus medizinhistorischer Perspektive", 35-57 in diesem Band.

umfangreiche Essaysammlung widmete,[29] auch die ‚Prokrastination', also das unzulässige Verschieben wichtiger Handlungen auf die Zukunft.[30] Die existenzielle Begrenztheit des Lebens wurde von Johnson demnach als ‚unendliche' Motivation zum Handeln aufgefasst als eine Anleitung zur Wertschätzung des vergänglichen Momentes als eines unwiederholbar kostbaren Augenblicks, der bewusst und mit hohem moralischen Anspruch gelebt werden wollte, wenn der Mensch überhaupt eine Chance haben sollte, sich glücklich zu fühlen.[31] Aber Johnson gab auch Ratschläge, wie man den durch Wechselfälle des Lebens (‚*vicissitudes of life*') bedingten Erscheinungsweisen des menschlichen Elends erfolgreich begegnen könne, und zu diesem Zweck verwandelte er den Gedanken an die Unendlichkeit in ein universales Trostargument. Jegliche Verstimmung, so meinte Johnson, jegliche Kränkung durch politische Antagonisten, jegliche Enttäuschung über nicht erreichte Ziele, ausbleibenden Ruhm oder finanziellen Misserfolg schrumpfe exakt in jenem Moment zu absoluter Bedeutungslosigkeit, in dem es dem Betroffenen gelänge, die irdische Welt aus der ‚Ewigkeitsperspektive' zu betrachten.[32] Diese Perspektive, die er immer wieder mit der lateinischen Wendung *sub specie aeternitatis* umschrieb, könne der Mensch gerade aufgrund jenes psychologischen Vermögens einnehmen, das in seiner Wirkungsweise ebenfalls ‚unendlich' sei, die Imagination; sie offenbare ihm die veritable „Nichtigkeit der Zeit".[33] Zugegeben, Johnsons Eudämonologie war nicht ganz frei von seiner eigenen Neigung zu Melancholie und Depression; die

---

29 Das *acedia*-Motiv deutet auf die in dieser Zeit häufig beschriebene Vorstellung vom ‚lebendigen Totsein' hin; vgl. hierzu Günther Blaicher, hg., Death-in-Life*: Studien zur historischen Entfaltung der Paradoxie der Entfremdung in der englischen Literatur* (Trier: WVT, 1998).

30 Vgl. *The Idler* No. 43, in: *Samuel Johnson: The Idler and the Adventurer*, eds. J.M. Bullitt, Walter Jackson Bate and Lawrence Fitzroy Powell, in: *The Yale Edition of the Works of Samuel Johnson*, ed. John H. Middendorf (New Haven and London: Yale University Press, 1963), 23 vols., vol. II, 134-137.

31 Johnsons Roman *The History of Rasselas: The Prince of Abissina*, ed. D.J. Enright (Harmondsworth: Penguin, 1984 [1759]) ist eine essayistisch gehaltene asymptotische Annäherung an das Glück; vgl. auch Rudolf Freiburg, „‚The Multiplicity of Agreeable Consciousness': Samuel Johnson's Sceptical Philosopy of Terrestrial Happiness", *English Literature* 2.1 (2015): 43-68.

32 Vgl. hierzu auch die phantastische Geschichte von Pedro Antonio de Alarcón, „Der Freund des Todes", übers. Astrid Schmitt, in: *Die Bibliothek von Babel*, Bd.1, hg. Jorge Luis Borges (Stuttgart: Edition Weitbrecht, 1983), 13-114, in der der Tod in einem Wagen aus Elfenbein, mit dem die Welt in rasantem Tempo in sicherer Distanz umkreist wird, einen spöttischen Blick auf die irdische Zeit wirft.

33 Vgl. auch Safranski, *Zeit*, 134.

konsequent eingenommene Perspektive der Ewigkeit führte bei ihm in letzter Konsequenz zur Leugnung der Hoffnung auf irdisches Glück; wahres Glück, so Johnson, finde sich nur ‚jenseits des Grabes' (‚*beyond the grave*').[34] Aber Johnsons Plädoyer für die Ewigkeitsperspektive wurde dennoch von anderen Denkern der Zeit gerne aufgegriffen. Es ist selbstverständlich, dass das Thema der Unendlichkeit im „Zeitalter der Theodizee" auch als Argument diente, die moralischen, metaphysischen und physischen Übel zu ‚depotenzieren'.[35]

Die Unendlichkeit im Spiegel menschlicher Wahrnehmung und im Umfeld des Theodizeediskurses

Diesem Versuch der Depotenzierung und Deontologisierung des Bösen im Kontext der Theodizee ging die Erkenntnis voraus, dass der menschliche Geist nicht in der Lage sei, das Phänomen der unendlichen Zeit angemessen zu verstehen.[36] Zeit präsentierte sich dem menschlichen Bewusstsein als ein extrem verstörendes Erkenntnisobjekt,[37] das gegen Ende des 18. Jahrhunderts von Edmund Burke mit der Kategorie des „Sublimen" belegt werden sollte,[38] als eine Herausforderung des Intellekts, die dieser auf keine Weise zu bewältigen vermag.

---

34 Vgl. Freiburg, „‚The Multiplicity of Agreeable Consciousness'", 64.

35 Zur Bezeichnung „Zeitalter der Theodizee" vgl. auch Hermann J. Real, „Conversations with a Theodicist: William King's *Essay on the Origin of Evil*, with Some Sidelights on Hobbes, Milton, and Pope", in: *„But Vindicate the Ways of God to Man": Literature and Theodicy*, eds. Rudolf Freiburg and Susanne Gruß (Tübingen: Stauffenburg Verlag, 2004), 85-111.

36 Vgl. auch Rudolf Freiburg and Susanne Gruß, „Introduction: Literature and Theodicy, Literature *as* Theodicy", ebd., 13-47.

37 Der cartesianische Dualismus zwischen erkennendem Subjekt und dem ‚Gegenstand' Zeit wurde in der Philosophie des 20. und 21. Jahrhunderts zunehmend durch den Einfluss der Naturwissenschaften und der dominanten ‚Konvergenztheorien' überwunden; eine gute Einführung in die komplexe ‚Philosophie der Zeit' bieten die Beiträge von Richard Rorty, „Finden und Machen" (9-26), Barry Allen, „Ewige Wahrheit: Rorty und Heidegger" (27-40) und Ilya Prigogine, „Zeit, Chaos und Naturgesetze" (79-94) in: *Die Wiederentdeckung der Zeit: Reflexionen – Analysen – Konzepte*, hg. Antje Gimmler, Mike Sandbothe und Walther Christoph Zimmerli (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997) sowie Mike Sandbothe, „Einleitung", in: *Die Verzeitlichung der Zeit: Grundtendenzen der modernen Zeitdebatte in Philosophie und Wissenschaft* (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1998), 1-5.

38 Vgl. Edmund Burke, „Infinity", in: *A Philosophical Enquiry into the Origin of our Ideas of the Sublime and Beautiful*, ed. J. T. Boulton (London: Routledge and Kegan Paul, 1958), 73-74; 73: „Another source of the sublime, is *infinity*; [...]. Infinity has a tendency

Wie Augustinus schon lange vor dem Zeitalter der Aufklärung im elften Buch seiner *Confessiones* (397-401) bekannte, war die Zeit nur dann ‚selbstverständlich', wenn nicht über sie nachgedacht wurde: „Was ist also ‚Zeit'? Wenn mich niemand danach fragt, weiß ich es, will ich einem Fragenden es erklären, weiß ich es nicht."[39] Und von Augustinus handelt auch die Anekdote, die das schwierige Verhältnis von ‚Unendlichkeit' und ‚Erkenntnis' illustriert:

> Eine der zahlreichen Legenden erzählt, wie Augustinus am Ufer des Meeres wandelnd und in tiefes Nachdenken versunken einen kleinen Knaben sah, der mit einer Muschel Wasser schöpfte und in eine Sandgrube goss. Befragt, was er tue, antwortete das Kind: „Dasselbe, was du tust! Du willst die Unergründlichkeit Gottes mit deinen Gedanken ausschöpfen – ich versuche, das Meer auszuschöpfen!"[40]

Spätestens mit dem Beginn der europäischen Aufklärung und den Erkenntnissen von René Descartes, Sir Francis Bacon und John Locke rückte die Zeit nicht nur als Gegenstand des Verstehens, sondern auch als begrenztes temporäres Medium, in dem sich Verstehen vollzieht, in den Brennpunkt der philosophischen Betrachtungen. John Locke betonte, dass alles Denken sukzessive in Form von Gedankengängen (*train of thoughts*) einer zeitlichen Progression unterworfen sei.[41] Immanuel Kant rechnete die zeitliche Struktur des Denkens „zur apriorischen Grundausstattung des Bewusstseins".[42] Den unendlichen ‚Ozean' der Zeit ins enge Bett des Bewusstsein-‚Stroms' zu drängen, schien ein ebenso vergebliches Unterfangen zu bleiben wie der Versuch, das Meer mit einer Muschel auszuschöpfen. Nur Mystikern war es vielleicht gestattet, einen Blick hinter jene ‚Nebelbänke' zu wagen, hinter denen das eigentliche Hoheitsgebiet der Unendlichkeit (als unendliche Zeit und als Zeitlosigkeit)

---

to fill the mind with that sort of delightful horror, which is the most genuine effect, and truest test of the sublime."

39 Augustinus, *Bekenntnisse/Confessiones*, hg. Ulrich, 275.

40 „Augustinus von Hippo", *Ökumenisches Heiligenlexikon*, https://www.heiligenlexikon.de/BiographienA/Augustinus.html. [zuletzt besucht 12.02.2016].

41 Vgl. etwa John Locke, „Of Duration and its Simple Modes", in: *An Essay Concerning Human Understanding*, ed. Anthony Douglas Woozley (Glasgow: Collins 1964 [1690]), 144-153.

42 Vgl. Safranski, *Zeit*, 94.

beginnt, wie auch Joseph Addison in seiner allegorischen Beschreibung von der Vision Mirzahs verdeutlicht:[43]

> The Valley that thou seest, said he [the Genius], is the Vale of Misery, and the Tide of Water that thou seest is Part of the great Tide of Eternity. What is the Reason, said I, that the Tide I see rises out of a thick Mist at one End, and again loses itself in a thick Mist at the other? What thou seest, said he, is that Portion of Eternity which is called Time, measured out by the Sun, and reaching from the Beginning of the World to its Consummation.[44]

Mirzah wird überdies einer Brücke gewahr, die mitten in den Fluten steht und deren beide Enden von dichten schwarzen Wolken verhüllt werden; über sie schreiten unzählige Menschen, aber ehe sie das Ende der Brücke erreichen, fallen sie durch ebenso unzählige Falltüren und Öffnungen und stürzen kopfüber in die Fluten des Verderbens.[45]

Die Begrenztheit des menschlichen Geistes, seine Unfähigkeit, sich eine angemessene Vorstellung vom Unendlichen des Raumes und der Zeit zu bilden, wurde dann auch als eines der Hauptargumente im Kampf gegen den aufkommenden Materialismus und Atheismus eingesetzt. Die dezidiert materialistischen Auffassungen der Aufklärungszeit zogen ja gerade aus der Beobachtung der Vielzahl von Übeln in der Welt den Schluss, dass eine derartig elende Beschaffenheit der Welt nicht mit der Existenz eines allmächtigen, allwissenden, allgegenwärtigen und wohlwollenden Gottes vereinbar sei.[46] Wenn schon die Unendlichkeit von Raum und Zeit nicht begreifbar gemacht werden könne, wie dürfe es sich der Mensch dann anmaßen, Gott, den Inbegriff der Unendlichkeit – und paradoxerweise wohl auch ihr Urheber – zu erfassen,[47] so erhoben die Gegner des Atheismus ihren Einspruch. Keiner brachte diese mahnende Idee wohl besser zum Ausdruck als Alexander Pope, der zu Beginn der

---

43 Vgl. Addison, *The Spectator* No. 159 (1. September 1711), in: *The Spectator*, ed. Bond; vol. II, 121-126.

44 Ebd., 123.

45 Ebd., 123.

46 Einen informativen Überblick über den Theodizeediskurs bietet Rüdiger Safranski, *Das Böse oder Das Drama der Freiheit* (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997).

47 Eine gute Zusammenstellung der theologischen Aspekte des Unendlichkeitsdiskurses präsentiert Markus Enders, *Zum Begriff der Unendlichkeit im abendländischen Denken: Unendlichkeit Gottes und Unendlichkeit der Welt* (Hamburg: Verlag Dr. Kovač, 2009), indem er den Begriff ‚Unendlichkeit' von der Patristik (etwa Hilarius und Augustinus) bis zur ‚Jenaer Transcendentalphilosophie' Friedrich Schlegels verfolgt und auch über Konzepte wie ‚absolute' und ‚partizipielle Unendlichkeit' aufklärt.

2. Epistel seines berühmten Lehrgedichtes über den Menschen schrieb: „Know then thyself presume not God to scan / The proper study of mankind is man."[48] Gerade in der Folge vieler atemberaubender Entdeckungen durch die neue Naturwissenschaft wurde das 18. Jahrhundert immer mehr zum Zeitalter der Theodizee; in der Mitte des Jahrhunderts ereignete sich schließlich das berühmte Erdbeben von Lissabon und gab der Debatte weitere folgenreiche Impulse; das Erdbeben erschütterte nicht nur die portugiesische Hauptstadt, sondern auch die Grundlagen optimistischer philosophischer Lehren, wie sie exemplarisch im Werk des III. Earl of Shaftesbury und Gottfried Wilhelm Leibniz' vorlagen. Leibniz' Vorstellung von der ‚besten aller denkbaren Welten', die auf so zynische Weise in *Candide* (1759) von Voltaire als Wahnvorstellung entlarvt wurde, basierte auf einer Monadenlehre, die immer schwieriger mit den zunehmend verstörenden Erkenntnissen aus der astronomischen Welt zu vereinbaren war.[49] Leibniz – und in der Nachfolge auch Alexander Pope – gingen davon aus, dass moralisches, metaphysisches und physisches Leid, das ja keinesfalls mit den göttlichen Attributen der Omnipotenz, Omnipräsenz, Omniszienz und Benevolenz korrespondiere, nicht wahrhaft existiere, sondern nur als ‚Leid' zu gelten habe, da die menschlichen Erkenntnisinstrumente nicht in der Lage seien, die Partikularität des Phänomens zu erkennen, das sich in der Universalität des gesamten Schöpfungsplans unter Umständen sogar als ein Vorteil für den Menschen, als etwas Gutes herausstelle, oder wie Pope es formuliert:

> All Nature is but art, unknown to thee
> All chance, direction, which thou canst not see;
> All discord, harmony, not understood;
> All partial evil, universal good.
> And, spite of pride, in erring reason's spite,
> One truth is clear, Whatever is, is right.[50]

Der immanente Holismus der Weltvorstellung – die Monadenlehre gepaart mit Annahmen von Harmonie, Proportion und Symmetrie, die auch die Ästhetik der Epoche prägten – geriet aber immer intensiver unter argumentativen Druck, da er mit den Erkenntnissen der Pluralität

48 Alexander Pope, „An Essay on Man", II, 1-2, in: *Alexander Pope: Collected Poems*, ed. Bonamy Dobrée (London and New York: Dutton, 1975 [1924]), 181-215; 189.

49 Vgl. auch Martin Schneider, „Prädestination – Freiheit – Theodizee", in: Schneider, *Das Weltbild des 17. Jahrhunderts*, 204-234.

50 Pope, „An Essay on Man", I, 289-294, in: *Pope: Collected Poems*, 189.

der Welten und der Unendlichkeit des Universums nicht mehr in Einklang gebracht werden konnte. Apologeten der Leibnizschen Philosophie wie Pope nutzen in der Folge das Argument, dass die zeitlos, also ewig geltenden Naturgesetze, nicht außer Kraft gesetzt werden könnten, nur um einem einzelnen Menschen Leid zu ersparen:

> Shall burning *Ætna* , if a sage requires,
> Forget to thunder, and, recall her fires?
> On air or sea new motions be impress'd,
> Oh blameless Bethel! To relieve thy breast?
> When the loose mountain trembles from on high,
> Shall gravitation cease if you go by?[51]

Insgesamt jedoch sorgte das Unendlichkeitsargument für erhebliche philosophische Probleme in der Epoche der Aufklärung. Der Paradigmenwechsel im Theodizeedenken und in der Ästhetik wurde dann durch Edward Youngs *Night Thoughts* (1742-1745) mit Blick auf die neue Rolle der Unendlichkeit der Zeit eingeleitet. Young machte sich in seiner ‚Klage' über die miserable Beschaffenheit der Welt gar nicht mehr die Mühe, die vorhandenen Übel mit den Attributen Gottes in Einklang zu bringen, vielmehr wertete er das Elend der *condition humaine* als ein Ingredienz der Endlichkeit, das in transzendenten Bereichen keine Rolle mehr spielen könne; ja, die Misere des menschlichen Lebens und die vielfältigen Erscheinungsformen des Leids galten ihm als göttlich intendierte Anreize, die Endlichkeit zu überschreiten, die Transzendenz hin in Richtung Unendlichkeit zu wagen, auch wenn er der Meinung war, dass der menschliche Geist durch die Betrachtung der Ewigkeit überfordert werde.[52] Bei Young wurde der Gedanke an die Unendlichkeit zu einem inspirierenden Faktor,[53] mit dem der Mensch versuchen sollte, dem Ideal des (unendlichen) Seins im Bereich der Kunst, hier vor allem der Dichtung, nahezukommen, sich nicht mit Begrenzungen aufzuhalten, sondern die Weite des Universums gleichsam durch eine versuchsweise

---

[51] Ebd., IV, 123-128; 209.

[52] Ewigkeit ist nicht gleich Unendlichkeit, da die Ewigkeit auch als Abwesenheit der Zeit imaginiert wird; vgl. Safranski, *Zeit*, 17. Bei Edward Young heißt es: „And can Eternity belong to me, / Poor Pensioner on the bounties of an Hour?"; vgl. Edward Young, „Night 1", ll. 65-66, *Night Thoughts*, ed. Stephen Cornford (Cambridge: Cambridge University Press, 1989), 38.

[53] Vgl. hierzu auch Stephen Cornford, „Introduction", ebd., 1-32; 4-5.

‚kongeniale' Nachahmung in das eigene kreative Schaffen zu integrieren.[54] Für Young sind die Menschen nur ‚sublunare Gefangene' der Erde, Wesen, die in ihrer jetzigen Seinsweise bloße „Embryos" darstellen und sehnsüchtig auf den Zeitpunkt ihrer eigentlichen Geburt, also den Eintritt in das unendliche Leben, warten:

> *Life*'s Theatre as yet is shut, and Death,
> Strong Death, alone can heave the massy Bar,
> This gross impediment of Clay remove,
> And make us Embryos of Existence free.
> From *real* life, but little more remote
> Is *He*, not yet a candidate for Light,
> The *future* Embryo, slumbering in his sire.
> Embryos we must be, till we burst the Shell,
> Yon ambient azure shell, and spring to Life,
> The life of Gods, O Transport! and of Man.[55]

Mit der Imagination, so Young, habe der Mensch ein Instrument zur Verfügung, das den göttlichen Funken der Unendlichkeit in sich trage. In Youngs Ästhetik hallen die Gedanken aus Platos *Phaidon* (ca. 347 v. Chr) und Montaignes Essay „Philosophieren heißt sterben lernen" noch nach, er sieht die Bestimmung des Menschen in dem Versuch, die physische Ebene des Seins zu transzendieren, sich durch geistige Tätigkeit auf eine nicht mehr körperliche Seinsweise vorzubereiten, die die eigentliche Existenz des Menschen im spirituellen Bereich ansiedelt. Die gerade nicht perfekte Welt stiftet zur Sehnsucht nach der Unendlichkeit an,[56] die Unendlichkeit selbst wird dabei als Vorbild und inspirierende Energie gewertet, die der Dichtung – wie in der Folge auch derjenigen William Blakes und derjenigen der Romantik insgesamt – einen mystischen Charakter verleihen soll. Youngs Ästhetik und Blakes Dichtungen bereiten somit eine neue mystisch eingefärbte Verbindung des endlich Physischen mit dem unendlich Transzendenten vor, indem sie Parallelen zwischen diesen vermeintlich so unvereinbaren Seinsweisen aufdecken. Die Welt des Endlichen enthält Spuren des Unendlichen, des ‚Sublimen' im Burkeschen und des ‚Erhabenen' im Kantischen Sinne, die in mystischen

---

54 Hier ergeben sich interessante Parallelen zur Philosophie Friedrich Schlegels; zu Schlegel vgl. auch Enders, *Zum Begriff der Unendlichkeit*, 133-179.

55 Young, „Night 1", ll. 124-133, *Night Thoughts*, ed. Cornford, 40.

56 Zur Relation von ‚Sehnsucht' und ‚Unendlichkeit' der Sehnsucht siehe den Beitrag von Christine Lubkoll „‚Unendliche Sehnsucht' der Romantik", 59-84 in diesem Band.

Visionen erkannt werden können. Im vergänglichen Moment scheint paradoxerweise die Unendlichkeit auf, das Partikuläre ist auf wunderbare Weise mit dem Universalen verbunden. In den „Auguries of Innocence" (1863) heißt es bei Blake:

> To see a World in a Grain of Sand,
> And a Heaven in a Wild Flower,
> Hold Infinity in the palm of your hand,
> And Eternity in an hour."[57]

Youngs Nachthimmel, der bewusst in seiner Dunkelheit als ein Gegenentwurf zu den rationalistischen Konzepten atheistischer Aufklärungspamphlete konzipiert ist, hat dabei die Aufgabe, der Idee von der Unendlichkeit auf erhabene Weise Ausdruck zu verleihen; in Anlehnung an die ehrenwerte Tradition der Metaphorik vom „Buch der Natur" deutet Young den Nachthimmel als ein von Gott selbst beschriebenes Pergament,[58] auf dem der aufmerksame Mensch die Verheißung eines ewigen Lebens im Jenseits in Sternenschrift – den unvergänglichen Ziffern diviner Omnipotenz – verfasst sieht.[59]

In der nachfolgenden Epoche, der Romantik, avanciert die Imaginationslehre zum zentralen Anliegen der Ästhetik; besonders die Lyrik integriert den Unendlichkeitsgedanken in ihr ästhetisches Programm, wie ein Blick in die Dichtungen von Anna Laetitia Barbauld, Samuel Taylor Coleridge und Dante Gabriel Rossetti beweist.[60]

Trotz seiner existenziellen Begrenztheit kann der Mensch demnach in einem glücklichen Moment die Erhabenheit einer ganzheitlichen Welt erfahren. Diese Einstellung teilte auch Johann Wolfgang von Goethe in seiner Theorie des *Aperçus*;[61] die paradoxen Korrespondenzen zwischen

---

57 William Blake, „Auguries of Innocence", in: *The Complete Poetry and Prose of William Blake*, ed. David V. Erdman (New York: Anchor Books, 1988 [1965]), 490-493; 490.

58 Vgl. auch Erich Rothacker und Wilhelm Perpeet, *„Buch der Natur": Materialien und Grundsätzliches zur Metapherngeschichte* (Bonn: Grundmann, 1979) und Hans Blumenberg, *Die Lesbarkeit der Welt* (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1981).

59 Young, „Night 9", ll. 643-656, *Night Thoughts*, ed. Cornford, 273-274.

60 Vgl. hierzu Dometa Wiegand Brothers, *The Romantic Imagination and Astronomy: On All Sides Infinity* (London: Palgrave, 2015); die Studie zeigt in beeindruckender Weise, wie die Entdeckungen Wilhelm Herschels die Dichtung der Zeit beeinflussten.

61 Das *Aperçu* zeichnet sich gleichermaßen durch eine ‚Erfahrung der Totalität', durch ‚Plötzlichkeit' und durch ‚Verwandlung des (erkennenden) Subjektes' aus; vgl. hierzu Rüdiger Safranski, *Goethe: Kunstwerk des Lebens. Biographie* (München: Carl Hanser, 2013), 89-90.

Endlichkeit und Unendlichkeit deuten auf die fließenden Grenzen zwischen Begrenztheit und Unbegrenztheit hin, zwischen denen das menschliche Bewusstsein zu reisen versteht; das *Aperçu* ist dabei als eine säkularisierte Variante der mystischen Vision aufzufassen, die auch der Lösung eines naturwissenschaftlichen Problems zugutekommen kann. Die oxymorale, aber glückliche Auffassung des ‚Ewigkeitsmomentes', die sich im *Aperçu* bei Goethe, in Youngs theologisch gefärbter Ästhetik und Blakes mystischer Poetik abzeichnet, antizipiert die Epiphanielehre modernistischer Literatur, die – etwa im Werk von James Joyce, Virginia Woolf oder Katherine Mansfield zum Ausdruck kommt und ein alltägliches, mitunter vermeintlich triviales Ereignis zu einem Geschehen adelt, das einen Offenbarungscharakter zu erkennen gibt.[62]

Unendlichkeit als Chance: Sinnstiftung

In einer Geschichte, die in der homiletischen Tradition recht beliebt ist, wird von einem kleinen Vogel berichtet, der nur alle 100 Jahre zu einem riesigen Berg aus Diamant komme, um sich den Schnabel zu wetzen; wenn er den ganzen Berg auf diese Weise abgetragen habe, so die Geschichte weiter, sei erst eine Sekunde der Ewigkeit vergangen. Daraus lässt sich schließen: Die Ewigkeit ist wirklich lang, „vor allem wenn es auf das Ende zugeht", wie Woody Allen dies in einer seiner humorvollen Paradoxien zum Ausdruck brachte.[63] Die Idee der Unendlichkeit bietet einen unerschöpflichen Denkraum, der einerseits mit Vorstellungen von Sinnstiftungen, aber auch mit Hinweisen auf die vollständige Erosion von Sinnstrukturen gefüllt werden kann.

Wie der ‚Stein des Weisen' oder der ‚Jungbrunnen' zählte auch das ‚*perpetuum*' *mobile* zu den großen Träumen der Menschheit: eine Maschine, die sich, ohne dass man beständig Energie hinzufügen müsse, permanent, unendlich bewege. Verbunden mit der Idee der unaufhörlichen Kombinatorik ergeben sich interessante Prognosen für mögliche – paradox formuliert – ‚kontingente Sinnstiftungsprozesse'. Unvergesslich scheint in diesem Zusammenhang Jonathan Swifts kühne Vision einer

---

62 Neben dem Begriff der „epiphany" (Joyce), deuten auch die übrigen Ausdrücke wie „*moment of vision*" (Woolf) und „*glimpse*" (Mansfield) auf die mystische Prägung dieser Ewigkeitsmomente hin.

63 Woody Allen, „*Eternity* is really long, especially near the end." *Woody Allen Quotes*. http://thinkexist.com/quotation/eternity_is_really_long-especially_near_the/168473.html [zuletzt besucht 11.02.2016].

hölzernen Maschine, mit der sich Wörter auf beliebige Weise miteinander verbinden ließen; wenn man das nur ausreichend lange betreibe, so versichert der geniale Wissenschaftler der Akademie von Lagado dem verunsicherten Reisenden im 3. Teil von *Gulliver's Travels*, so könne man mühelos jedes beliebige Buch auf den Gebieten Philosophie, Dichtung, Politik, Jura, Mathematik und Theologie hervorbringen.[64] Was hier bei Swift als eine sarkastische Satire auf die stümperhaften Versuche der Royal Society gemünzt war, durch deren Publikationsorgan *Philosophical Transactions of the Royal Society* (1665ff.) sich Swift inspirieren ließ, ist als Methode aber wohl nicht ganz so verrückt, wie der Satiriker glauben machen möchte. Verbunden mit der Gesetzmäßigkeit von Versuch und Irrtum (*trial and error*) hat ein unendlich fortgesetzter vermeintlich ‚kontingenter' Prozess durchaus Chancen auf Sinnstiftung. Wenn die Zahl hoch genug ist, so könnte man folgern, wird der Zufall zur Notwendigkeit,[65] wie bereits Jacques Monod aus evolutionsbiologischer Sicht formulierte. Mit den Revisionen biblischer Zeitvorstellungen im achtzehnten Jahrhundert und mit den Erkenntnissen Charles Lyells wurde deutlich, in welch unermesslichen Zeiträumen sich die Evolution vollzogen hatte, die von Charles Darwin mit Hinweis auf das Prinzip der Selektion beschrieben worden war. Die gleichsam unendlichen Zeiträume führten zu immer komplexeren Lebensformen, die in der Existenz des Menschen gipfelten. ‚Unendlich' fortgesetzte Selektionsprozesse in der Biologie ‚machen' somit offenbar ‚Sinn', führen aus anfänglichem Chaos zu einer Struktur. Jorge Luis Borges hat diesen Gedanken in seiner wundervollen Erzählung „Die Bibliothek von Babel" (1941) aufgegriffen, aus endlosen Buchstabenlabyrinthen entsteht nach und nach Sinn:

> Man ersieht hieraus: auf eine einzige verständliche Zeile oder eine richtige Bemerkung entfallen Meilen sinnloser Kakophonien, sprachlichen Kauderwelschs, zusammenhanglosen Zeugs. (Ich weiß von einer wilden Region, in der die Bibliothekare die abergläubische und eitle Jagd nach dem Sinn in Büchern verschmähen und die Lektüre auf die gleiche Stufe mit Traumdeuterei und Handlesekunst stellen [...]. Sie geben zwar zu, daß die Erfinder der Schrift die fünfundzwanzig Natursymbole nachgeahmt haben; sie behaupten jedoch, daß diese Anwendung zufällig sei und die

64 Jonathan Swift, *Gulliver's Travels*, ed. Paul Turner (Oxford: Oxford University Press, 1971), 182-184.

65 Vgl. Jacques Monod, *Zufall und Notwendigkeit* (München: Piper, 1983 [1970]).

> Bücher an sich nichts bedeuteten. Diese Anschauung geht, wie man sehen wird, nicht völlig fehl).[66]

Anders als Swift es dachte, könnte die unendliche Kombination von Buchstaben und Wörtern doch vielleicht Sinn stiften. Man stelle sich einen der neuen Superrechner vor, die mit ihren Milliarden von Rechenoperationen pro Sekunde Buchstaben miteinander kombinieren; wäre es denkbar, dass auf diesem Wege auch alle Romane ‚zufällig' entstehen würden, die etwa Thomas Mann hervorgebracht hat?[67] Zu optimistische Hoffnungen werden aber durch die zynische Bemerkung Robert Wilenskys enttäuscht, der diese Gedanken folgendermaßen kommentierte: „Wir haben alle gehört, dass eine Million Affen, die gedankenlos auf einer Million Schreibmaschinen herumhämmern, irgendwann einmal die gesamten Werke Shakespeares reproduzieren werden. Nun, dank der Existenz des Internet wissen wir, dass dies nicht wahr ist."[68]

Und dennoch: Während im Zeitalter der Theodizee Gott als ausschließlicher Autor von Sinnstiftungsprozessen anerkannt wurde, traut man jetzt der (fast) unendlich großen Zahl zu, Sinn zu produzieren. Kein göttlicher Geist verberge sich hinter den Strukturen, die dem menschlichen Intellekt als ‚sinnvoll' erschienen, sondern nur die materiellen Prozesse physischer oder biologischer Provenienz, die aus chaotischen Prozessen geordnete Systeme entstehen ließen, bevor diese wiederum aufgrund der Allgemeingültigkeit des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik in Entropie verfallen.[69] Stephen Hawkings ‚neue Erklärung des Universums' kommt inzwischen ganz ohne die Existenz eines Gottes aus und erklärt das Sein in Anlehnung an die Versuche des Mathematikers John Conway als Ergebnis sich selbst verändernder Muster, die in unendlichen Zeiträumen einen Sinn ergeben, der sich dem menschlichen Intellekt nach und nach erschließe.[70]

---

66 Jorge Luis Borges, „Die Bibliothek von Babel", in: *Sämtliche Erzählungen: Das Aleph, Fiktionen, Universalgeschichte der Niedertracht* (München: Carl Hanser Verlag, 1970), 190-198; 192; für Parallelen zu Swifts Episode vgl. 195.

67 Vgl. hierzu auch die hochinteressanten Überlegungen zur faszinierenden Zahl Pi, die Thomas Weth in seinem Beitrag anstellt; 105-138.

68 „We've all heard that a million monkeys banging on a million typewriters will eventually reproduce the entire works of Shakespeare. Now, thanks to the Internet, we know this is not true." https://en.wikipedia.org/wiki/Infinite_monkey_theorem_in_popular_culture [zuletzt besucht 11.02.2016].

69 Vgl. hierzu auch Kunz, *Der Begriff der Unendlichkeit und die Offenheit der Zeit*, 75-84.

70 Vgl. Stephen Hawking und Leonard Mlodinow, *Der Große Entwurf: Eine neue Erklärung des Universums* (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2010), 165-177.

Für Emmanuel Lévinas offenbart die Unendlichkeit ebenfalls Chancen: sie prägt in ganz entscheidender Weise seine ‚Ethik des Antlitzes'. Für Lévinas trägt jedes menschliche ‚Antlitz' die Spuren der Unendlichkeit in sich und widersagt sich somit einem rationalen ‚Begreifen', das mit einer Reduzierung des ‚Anderen' einhergehen würde; der äußerst hohe Anspruch der Ethik Levinas' verdankt dem Unendlichkeitsbegriff seine Energie:

> Die Idee des Unendlichen hat indes das Außergewöhnliche, daß ihr *ideatum* die Idee überschreitet, wohingegen bei den Dingen, die vollständige Deckung der ‚objektiven' und der ‚formalen' Realität nicht ausgeschlossen ist; alle anderen Ideen als die Idee des Unendlichen hätten wir zur Not aus uns selbst erklären können. [...] Der Abstand, der *ideatum* und Idee trennt, macht den eigentlichen Inhalt des *ideatum* aus. Die Unendlichkeit ist das Eigentümliche eines transzendenten Wesens als transzendenten, das Unendliche ist absolut anders. Das Transzendente ist das einzige *ideatum*, von dem es in uns nur eine Idee geben kann; es ist von seiner Idee unendlich weit entfernt – es also außerhalb –, weil es unendlich ist.[71]

Unendlichkeit als Zumutung: Sinnerosion

Die Unendlichkeit birgt aber nicht nur Chancen, sondern sie kann auch als ‚Zumutung' empfunden werden. In Julian Barnes' humorvoller Episode „The Dream" aus seiner revisionistischen Geschichtsbetrachtung *A History of the World in 10 1/2 Chapters* wird die zweifelhafte Verheißung auf ein unendliches Leben kritisch unter die Lupe genommen. In dieser Geschichte wacht ein Mann in einem ihm unbekannten Raum auf und nimmt eine attraktive Frau wahr, die vorwärts, seitwärts und rückwärts zugleich den Raum betritt, um ihm ein wahrlich üppiges englisches Frühstück zu servieren. Herrlich duftenden Schinken mit Spiegelei gibt es, dazu Grapefruitsaft vom Allerfeinsten, zart gerösteten Toast mit delikater Butter, die nicht von dieser Welt sein kann, und echte Tomaten. Und das Beste ist: Es gibt mehr als genug, um nicht zu sagen ‚unendlich' viel, und so oft, wie man will, um nicht zu sagen ‚unendlich' oft. Der Mann bestellt sich Frühstück ohne Ende, dann schläft er ohne Ende,

---

[71] Emmanuel Lévinas, *Totalität und Unendlichkeit: Versuch über die Exteriorität*, übers. Wolfgang Nikolaus Krewani (Freiburg und München: Verlag Karl Alber, 2000 [1993]), 60-61; vgl. auch die Kapitel „Antlitz und Ethik" sowie „Die Unendlichkeit der Zeit", ebd., 277-318, bzw. 410-416.

natürlich hat er Sex ohne Ende und das noch mit so vielen unendlich schönen Frauen, wie er will. Nach mehreren 100 Jahren jedoch beginnt ihn dieses Leben in jeglicher Hinsicht zu langweilen, und er sehnt sich nach neuen Zerstreuungen; er sucht den Kontakt zu den anderen Bewohnern dieses sonderbaren Ortes, spricht mit allen denkbaren Berühmtheiten, unter anderem mit John Lennon, Marilyn Monroe, Papst Johannes XXIII und Karl Marx. Als auch dieser Zeitvertreib schal zu werden droht, wählt er eine sportliche Herausforderung und beginnt mit dem Golfspiel; in den nun folgenden tausend Jahren verbessert er sein Handicap derart, dass er schließlich zur großen Freude seines Trainers in der Lage ist, die Golfrunde mit 18 Spielbahnen in 17 Schlägen zu meistern, und dies immerzu, ohne Ausnahme. Viele weitere Tätigkeiten wie Kreuz-, Kanu- und Ballonfahrten, Liebesabenteuer, Treffen mit den berühmtesten Fußballern der Geschichte folgen. Schließlich fragt er nach Gott, muss aber feststellen, dass dieser sich nicht sehr für ihn interessiert und sich aus Desinteresse – und wohl auch Langeweile – weigert, ein Urteil über ihn und sein vergangenes Leben zu fällen. Er sucht Kontakt zur zentralen Verwaltungsstelle des Paradieses und erkundigt sich, ob er vielleicht ewig leben könne, ohne dass es ihm langweilig werde, aber die Angestellte winkt ab, und klärt ihn darüber auf, dass selbst diejenigen, die auf diese Weise für ein paar Hunderttausend Jahre in die Verlängerung gingen, am Ende aus eigenem Entschluss nicht mehr existieren möchten und sich den endgültigen Tod, das heißt, das Nicht-Mehr-Sein wünschten.[72]

Die unendliche Wiederholung von Ereignissen führt vielleicht zur Meisterschaft in einer bestimmten Disziplin, lässt aber klar erkennen, dass die Werthaftigkeit des Erreichten zusehends gegen Null strebt, das nunmehr als ‚Zumutung' und als ‚sinnlos' empfunden wird. Unaufhörliche Wiederholungen gleiten in einen Bereich ab, den der französische Existenzialist Albert Camus in seiner Geschichte von Sisyphus als ‚absurd' definiert. Die Unendlichkeit der Sisyphusarbeit, das vergebliche Bemühen, einen Stein einen Berg heraufrollen zu müssen, und immer von neuem genötigt zu sein, von vorne anzufangen, lässt den Grad der Absurdität der menschlichen Seinsweise, aus der es kein metaphysisches Entkommen gebe, erkennen. Iterationen sind somit ebenfalls Teil einer „Ästhetik des Unendlichen", verdüstern die optimistische Aura des Begriffs und verleihen ihm eine Tendenz zur Absurdität und Verzweiflung, die auch bereits durch die unendlichen Bücherregale der

[72] Julian Barnes, *A History of the World in 10 1/2 Chapters* (London: Picador, 1990 [1989]), 281-309.

Borgeschen Universalbibliothek hindurchschimmert, in denen einige der Bibliothekare Selbstmord verüben. Der Gedanke an Unendlichkeit birgt dann eine schiere Unerträglichkeit, wenn er mit ewigem Leid oder Verdruss kombiniert wird; Beispiele für eine solche extrem negative Erscheinungsform der Unendlichkeit, die im Mythos von Tantalus antizipiert worden zu sein scheint, prägen die Danteschen Visionen vom *Inferno* in der *Divina Commedia* (1307),[73] die Strafpredigt in James Joyces *A Portrait of the Artist as a Young Man* (1916),[74] die kafkaesken Unendlichkeiten trivialer Alltäglichkeit und die Vorstellung nie endender Gewalt in George Orwells dystopischer Welt in *Nineteen Eighty-Four* (1949).[75]

Unendlichkeit als Thema von Mathematik, Logik und Naturwissenschaften

Der Begriff des ‚Unendlichen', der seinen Ursprung in der griechischen Philosophie hat und die philosophischen Systeme von Plato bis in die Gegenwart in intensiver Weise prägte,[76] hat sich vor allem unter der Führung von Logik und Mathematik aus dem engeren philosophischen Diskurs befreit. Schon mit der Entwicklung der Infinitesimalrechnung durch Newton und Leibniz war die Bedeutung des Unendlichkeitsprinzips in der Mathematik unter Beweis gestellt worden; die bahnbrechenden Erkenntnisse von Henri Poincaré und Georg Cantor lassen die mathematisch-logische Unendlichkeitsforschung als ein eigenes, wohl nur noch dem Spezialisten verständliches Gebiet erscheinen, das den durchschnittlichen Denker an die Grenzen seiner Belastbarkeit führt.[77] Und ein Blick in die Welt der Naturwissenschaften verstärkt diesen Eindruck: Albert Einsteins Relativitätstheorie, die Raum und Zeit miteinander verbindet und beispielsweise die Idee der ‚Gleichzeitigkeit' revolutioniert,

73 Vgl. Dante Alighieri, *Die Göttliche Komödie*, übers. Karl Vossler (München: Piper, 1969), 7-168.

74 Vgl. James Joyce, *A Portrait of the Artist as a Young Man* (Harmondsworth: Penguin, 1976 [1916]), 117-126.

75 Vgl. George Orwell, *Nineteen Eighty-Four* (Harmondsworth: Penguin, 1985 [1949]), 212: „If you want a picture of the future, imagine a boot stamping on a human face – for ever."

76 Vgl. auch Graham Oppy, *Philosophical Perspectives on Infinity* (Cambridge: Cambridge University Press, 2006).

77 Georg Cantor selbst erlitt mehrmals einen Nervenzusammenbruch, der von Biographen in Verbindung zu seinen Forschungen gebracht wird; vgl. Brian Clegg, *A Brief History of Infinity: The Quest to Think the Unthinkable* (London: Robinson, 2003), 157.

sowie die Quantenmechanik, in der nicht zuletzt Max Plancks ‚Wirkungsquantum' und Werner Heisenbergs ‚Unschärferelation' für verstörende Erkenntnisse stehen, belegen, dass der Unendlichkeitsdiskurs durch die neuen Erkenntnisse aus Mathematik, Physik und Astronomie noch einmal an Komplexität gewonnen hat.[78]

Willkommen also in ‚Hilberts Hotel'.[79] Vor allem das Gebiet der unendlichen Wiederholungen hat das Potenzial, den ‚gesunden Menschenverstand' gnadenlos an seine Grenzen zu drängen: Unendliche Reflexionen, die durch sich gegenseitig spiegelnde Spiegel entstehen, literarische Verwendungen der *mise en abyme*-Technik,[80] logische Paradoxien, die sich gleichsam *ad infinitum* im Kreise drehen, Eschersche Visionen von sich selbst zeichnenden Händen und magischen Treppen,[81] die nirgendwo beginnen oder zu enden scheinen, das Möbius-Band, Georg Cantors Entdeckungen zur Unendlichkeit,[82] die in vielfachen Erscheinungsformen beschriebenen „seltsamen Schleifen", die Kurt Gödel, M.C. Escher und Johann Sebastian Bach miteinander verbinden,[83] aber auch die poststrukturalische Sprachtheorie Jacques Derridas und die *simulacrum*-Theorie Jean Baudrillards setzen in unterschiedlicher Weise auf das Denken im Grenzbereich des Unendlichen.

Die Dialektik der Unendlichkeit

Es bleibt dabei: Unendlichkeit wirkt inspirierend und demütigend zugleich; die Flucht in die Begrenzung, so illusorisch sie auch sein mag, ist menschlich. Auch das Ende macht einen Sinn,[84] setzt jenen Gebieten

---

78 Vgl. die Kapitel „Was ist Wirklichkeit?" und „Alternative Geschichten" in Hawking und Mlodinow, *Der Grosse Entwurf*, 37-58 und 59-83.

79 Siehe hierzu Oppy, *Philosophical Perspectives on Infinity*, 51-53.

80 Vgl. hierzu Eckart Goebel, „Vorgespiegelte und wahre Unendlichkeit. ‚*Mise en abyme*': Gide, Huxley, Jean Paul", in: *Die Endlichkeit der Literatur*, hg. Eckart Goebel und Martin von Koppenfels (Berlin: Akademie Verlag, 2002), 85-99.

81 Vgl. auch Hans Lauwerier, „Eschers Unendlichkeit", in: *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen*, übers. Martina den Hertog-Vogt (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1993 [1989]), 90-94.

82 Vgl. hierzu den Beitrag von Weth 105-138 in diesem Band. Einen lebhaft gehaltenen Überblick über das Gebiet des logisch-mathematischen Unendlichkeitsbegriffs präsentiert auch Clegg, *A Brief History of Infinity*.

83 Vgl. Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: Ein Endlos Geflochtenes Band* (München: Klett Cotta, 2007 [1991]).

84 Vgl. hierzu auch Frank Kermode, *The Sense of an Ending: Studies in the Theory of Fiction* (Oxford: Oxford University Press, 2000 [1967]).

der Unermesslichkeit Grenzen, jedenfalls für die Eigenzeit der individuellen, bedeutungslosen Welt, die gerade durch diese Grenzen aufgewertet wird. Der so häufig verdrängte Gedanke an die Vergänglichkeit wertet alltägliche Ereignisse auf. Eine wirklich unendliche Geschichte ist wohl auch eine unbefriedigende Geschichte, die Schlussgebungen im Roman sowie im Leben, die Vorstellung von der Existenz eines letzten Kapitels, das sich gegen die Borgesche Unendlichkeit der Universalbibliothek behauptet, trösten gerade aufgrund ihrer Überschaubarkeit. Alle Annäherungen an das Gebiet des Unendlichen, jene *terra incognita*, in der sich Parallelen schneiden, müssen wohl asymptotisch bleiben, aber in diesem Gedanken verbirgt sich auch ein Trost. Wenn es stimmt, dass jedem Anfang ein Zauber innewohne, so gilt dieser Satz vielleicht auch für manches Ende.[85]

Rudolf Freiburg

[85] Für die Hilfe bei Recherchen und der Erstellung des Manuskriptes gilt mein Dank Barbara Gabel-Cunningham, Evelin Werner, Josef Guggenberger und Susanne Wagner.

Literaturverzeichnis

Addison, Joseph. „The Pleasures of the Imagination" (*The Spectator* Nos. 411-121). In: *The Spectator*. Ed. Donald F. Bond. Oxford: Clarendon Press, 1965. 5 Vols. Vol. III. 535-582.

Alarcón, Pedro Antonio de. „Der Freund des Todes". Übers. Astrid Schmitt. In: *Die Bibliothek von Babel*. Bd. 1. Hg. Jorge Luis Borges. Stuttgart: Edition Weitbrecht, 1983. 13-114.

Alighieri, Dante. *Die Göttliche Komödie*. Übers. Karl Vossler. München: Piper, 1969.

Allen, Barry. „Ewige Wahrheit: Rorty und Heidegger". In: *Die Wiederentdeckung der Zeit: Reflexionen – Analysen – Konzepte*. Hg. Antje Gimmler, Mike Sandbothe und Walther Christoph Zimmerli. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997. 27-40.

Augustinus. *Bekenntnisse/Confessiones*. Hg. Jörg Ulrich. Übers. Joseph Bernhart. Frankfurt a.M.: Insel Verlag, 2007.

Barnes, Julian. *Nothing to be Frightened of*. London: Jonathan Cape, 2008.

---. *A History of the World in 10 1/2 Chapters*. London: Picador, 1990 [1989].

Blaicher, Günther. Hg. Death-in-Life: *Studien zur historischen Entfaltung der Paradoxie der Entfremdung in der englischen Literatur*. Trier: WVT, 1998. 97-122.

Blake, William. „Auguries of Innocence". In: *The Complete Poetry and Prose of William Blake*. Ed. David V. Erdman. New York: Anchor Books, 1988 [1965]. 490-493.

Blumenberg, Hans. *Die Lesbarkeit der Welt*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1981.

Borges, Jorge Luis. „Die Bibliothek von Babel". In: *Sämtliche Erzählungen: Das Aleph. Fiktionen. Universalgeschichte der Niedertracht*. München: Carl Hanser Verlag, 1970. 190-198.

Boucé, Paul-Gabriel. „Death in *Gulliver's Travels*: The Struldbruggs Revisited". In: *Swift: The Enigmatic Dean*: *Festschrift for Hermann Josef Real*. Eds. Rudolf Freiburg, Arno Löffler and Wolfgang Zach. Tübingen: Stauffenburg Verlag, 1998. 1-13.

Burke, Edmund. „Infinity". In: *A Philosophical Enquiry into the Origin of our Ideas of the Sublime and Beautiful*. Ed. J. T. Boulton. London: Routledge and Kegan Paul, 1958. 73-74.

Clegg, Brian. *A Brief History of Infinity: The Quest to Think the Unthinkable*. London: Robinson, 2003.

Cornford, Stephen. „Introduction". In: *Night Thoughts*. Ed. Stephen Cornford. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 1-32.

Donne, John. „An Anatomy of the World". In: *John Donne: Poems*. Ed. Hugh L'Anson Fausset. London *et al*.: J.M. Dent & Sons, 1958 [1931]. 175-191.

Drozdek, Adam. *In the Beginning Was the Apeiron: Infinity in Greek Philosophy*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2008.

Enders, Markus. *Zum Begriff der Unendlichkeit im abendländischen Denken: Unendlichkeit Gottes und Unendlichkeit der Welt*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač, 2009.

Freiburg, Rudolf. „‚The Multiplicity of Agreeable Consciousness': Samuel Johnson's Sceptical Philosophy of Terrestrial Happiness". *English Literature* 2.1 (2015): 43-68.

--- and Susanne Gruß. „Introduction: Literature and Theodicy, Literature as Theodicy". In: *„But Vindicate the Ways of God to Man": Literature and Theodicy*. Eds. Rudolf Freiburg and Susanne Gruß. Tübingen: Stauffenburg Verlag, 2004. 13-47.

Freud, Sigmund. „Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse". In: Ders. *Abriß der Psychoanalyse: Einführende Darstellungen*. Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch Verlag, 1998 [1917]. 187-194.

Friedrich, Hugo. *Montaigne*. Bern: Francke, 1967 [1949].

Goebel, Eckart. „Vorgespiegelte und wahre Unendlichkeit. ‚*Mise en abyme*': Gide, Huxley, Jean Paul". In: *Die Endlichkeit der Literatur*. Hg. Eckart Goebel und Martin von Koppenfels. Berlin: Akademie Verlag, 2002. 85-99.

Hawking, Stephen. „Unsere Vorstellung vom Universum". In: Stephen Hawking, *Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit*. Übers. Hainer Kober. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2000. 2-21.

--- und Leonard Mlodinow. *Der Große Entwurf: Eine neue Erklärung des Universums*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 2010.

Hofstadter, Douglas R. *Gödel, Escher, Bach: Ein Endlos Geflochtenes Band*. München: Klett Cotta, 2007 [1991].

Johnson, Samuel. *The Idler and the Adventurer*. Eds. J.M. Bullitt, Walter Jackson Bate and Lawrence Fitzroy Powell. In: *The Yale Edition of the Works of Samuel Johnson*. Ed. John H. Middendorf. New Haven and London: Yale University Press, 1963. 23 Vols. Vol. II.

---. *The History of Rasselas: The Prince of Abissina*. Ed. D.J. Enright. Harmondsworth: Penguin, 1984 [1759].

Joyce, James. *A Portrait of the Artist as a Young Man*. Harmondsworth: Penguin, 1976 [1916].

Kermode, Frank. *The Sense of an Ending: Studies in the Theory of Fiction*. Oxford: Oxford University Press, 2000 [1967].

Kunz, Stefan. *Der Begriff der Unendlichkeit und die Offenheit der Zeit: Interdisziplinäre Studien zu einem neuen Wirklichkeitsverständnis*. Münster: LIT Verlag, 2011. 22-23.

Lauwerier, Hans. „Eschers Unendlichkeit". In: *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen*. Übers. Martina den Hertog-Vogt. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1993 [1989]. 90-94.

Leven, Karl-Heinz. „‚Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang': (Un-) Endlichkeit aus medizinhistorischer Perspektive". 35-57 in diesem Band.

Lévinas, Emmanuel. *Totalität und Unendlichkeit: Versuch über die Exteriorität*. Übers. Wolfgang Nikolaus Krewani. Freiburg und München: Verlag Karl Alber, 2000 [1993].

Locke, John. „Of Duration and its Simple Modes". In: *An Essay Concerning Human Understanding*. Ed. Anthony Douglas Woozley. Glasgow: Collins 1964 [1690]. 144-153.

Lovejoy, Arthur O. *Die große Kette der Wesen: Geschichte eines Gedankens*. Übers. Dieter Turck. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1985 [1933].

Lubkoll, Christine. „‚Unendliche Sehnsucht' der Romantik". 59-84 in diesem Band.

Monod, Jacques. *Zufall und Notwendigkeit*. München: Piper, 1983 [1970].

Montaigne, Michel de. „Philosophieren heißt sterben lernen". In: *Essais*. Übers. Herbert Lüthy. Zürich: Manesse Verlag, 1985 [1580]. 121-142.

Oppy, Graham. *Philosophical Perspectives on Infinity*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

Orwell, George. *Nineteen Eighty-Four*. Harmondsworth: Penguin, 1985 [1949].

Pascal, Blaise. *Pensées*. Ed. Léon Brunschvigg. Paris: Garnier-Flammarion, 1976 [1670].

Pope, Alexander. „An Essay on Man". In: *Alexander Pope: Collected Poems*. Ed. Bonamy Dobrée. London and New York: Dutton, 1975 [1924]. 181-215.

Prigogine, Ilya. „Zeit, Chaos und Naturgesetze". In: *Die Wiederentdeckung der Zeit: Reflexionen – Analysen – Konzepte*. Hg. Antje Gimmler, Mike Sandbothe und Walther Christoph Zimmerli. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997. 79-94.

Real, Hermann Josef. „Finite Infinity: or, Lord Chancellor Bacon and the Paradoxical Profile of Modern Man". In: *Infinity and Beyond / L'Infini et au-delà: actes du colloque international In Memoriam Paul-Gabriel Boucé, 25-26 juin 2014, Université du Havre, France*. Ed. Élizabeth Durot-Boucé. Rennes: TIR, 2014. 17-33.

--- und Heinz J. Vienken. *Jonathan Swift: Gulliver's Travels*. Fink: UTB, 1984.
---. „The ‚keen Appetite for Perpetuity of Life' Abated: The Struldbruggs, Again". In: *Fiktion und Geschichte in der anglo-amerikanischen Literatur: Festschrift für Heinz-Joachim Müllenbrock zum 60. Geburtstag*. Hg. Rüdiger Ahrens und Fritz-Wilhelm Neumann. Heidelberg: Winter, 1998. 117-135.
---. „Conversations with a Theodicist: William King's Essay on the Origin of Evil, with Some Sidelights on Hobbes, Milton, and Pope". In: *„But Vindicate the Ways of God to Man": Literature and Theodicy*. Eds. Rudolf Freiburg and Susanne Gruß. Tübingen: Stauffenburg Verlag, 2004. 85-111.
Rorty, Richard. „Finden und Machen". In: *Die Wiederentdeckung der Zeit: Reflexionen – Analysen – Konzepte*. Hg. Antje Gimmler, Mike Sandbothe und Walther Christoph Zimmerli. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997. 9-26.
Rothacker, Erich und Wilhelm Perpeet. *„Buch der Natur": Materialien und Grundsätzliches zur Metapherngeschichte*. Bonn: Grundmann, 1979.
Safranski, Rüdiger. *Zeit: Was sie mit uns macht und was wir aus ihr machen.* München: Carl Hanser Verlag, 2015.
---. *Das Böse oder Das Drama der Freiheit*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997.
---. *Goethe: Kunstwerk des Lebens. Biographie*. München: Carl Hanser, 2013.
Sandbothe, Mike. „Einleitung". In: *Die Verzeitlichung der Zeit: Grundtendenzen der modernen Zeitdebatte in Philosophie und Wissenschaft*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1998. 1-5.
Schneider, Martin. *Das Weltbild des 17. Jahrhunderts: Philosophisches Denken zwischen Reformation und Aufklärung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2004.
Schoberth, Wolfgang. „‚Alles Ding währt seine Zeit': Theologische Überlegungen zu Unendlichkeit und Ewigkeit". 85-104 in diesem Band.
Sobel, Dava. *Longitude: The True Story of a Lone Genius who Solved the Greatest Scientific Problem of his Time*. London: Fourth Estate, 1996.
Starobinski, Jean. *Montaigne: Denken und Existenz*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1986.
Swift, Jonathan. *Gulliver's Travels*. Ed. Paul Turner. Oxford: Oxford University Press, 1971.
Weth, Thomas. „Faszination Unendlichkeit: Über die Struktur des Unendlichen". 105-138 in diesem Band.

Wiegand Brothers, Dometa. *The Romantic Imagination and Astronomy: On All Sides Infinity*. London: Palgrave, 2015.
Wilms, Jörn. „Das Unendliche und das Universum“. 139-163 in diesem Band.
Young, Edward. *Night Thoughts*. Ed. Stephen Cornford. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

Internetquellen

„Augustinus von Hippo“, Ökumenisches Heiligenlexikon, https://www.heiligenlexikon.de/BiographienA/Augustinus.html. [zuletzt besucht 12.02.2016].
Woody Allen Quotes. http://thinkexist.com/quotation/eternity_is_really_long-especially_near_the/168473.html. [zuletzt besucht 11.02.2016].
http://astronomynow.com/2016/01/14/possibly-the-most-powerful-supernova-ever-seen/. [zuletzt besucht 10.02.2016].

„Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang“: (Un-)Endlichkeit aus medizinhistorischer Perspektive

KARL-HEINZ LEVEN

Abstract: Die ‚Makrobiotik‘ als ‚Kunst, das menschliche Leben zu verlängern‘, gehört zu den Grundanliegen der Medizin seit der Antike. Obwohl bekannt ist, dass die Sterblichkeit aller Menschen letzten Endes immer 100 Prozent beträgt, gilt es, den unabwendbaren Tod, bei möglichst lange erhaltenem Wohlbefinden, zeitlich hinauszuschieben. In der aktuellen Medizin hat sich diese klassische Aufgabenstellung insbesondere durch die Intensivmedizin und ihre Innovationen erheblich kompliziert. War die Medizin die längste Zeit ihrer Geschichte oft nicht fähig, gefährdetes Leben zu erhalten, so erscheint sie manchen Zeitgenossen nun umgekehrt als gelegentlich hinderlich gegenüber humanen Formen des Sterbens. Der Beitrag erörtert in historischer Perspektive das Spannungsverhältnis der an die Medizin herangetragenen Erwartungen und des Selbstverständnisses der Heilkundigen.

Einleitung

Die Themenstellung ‚Unendlichkeit‘ mutet für den Medizinhistoriker zunächst fremdartig – um nicht zu sagen bizarr – an, da in der Medizin die Endlichkeit des Lebens absolute Gewissheit ist. Der Medizinhistoriker Fritz Hartmann (1920-2007), der 1999 gebeten wurde, auf einer Tagung über ‚Unsterblichkeit‘ zu sprechen, begann seinen Vortrag lapidar: „Kein Mensch kommt zum Arzt, um unsterblich zu werden. Damit könnte mein Vortrag beendet sein.“[1] Gleichwohl vermochte Hartmann weitere elf Druckseiten zu diesem Thema sinnvoll zu füllen, weshalb ein vergleichbarer Versuch auch hier gewagt sei. Im Unterschied zu Hartmanns Aufgabenstellung geht es im Folgenden auch nicht um ‚Unsterblichkeit‘, sondern um ‚Unendlichkeit‘, und ich habe mir die Freiheit genommen, eine Klammer zu setzen – (Un-)Endlichkeit –, um die Ambivalenz der Themenstellung für die Medizin anzudeuten. Die Medizin als pragmatische Handlungswissenschaft ist kein Ort für Spekulationen und Wunschträume; hier bietet sich eine Erkenntnis des deutschen Dichterfürsten an, der, ohne die Medizin explizit zu erwähnen, nach dem Zeugnis von Johann Peter Eckermann (1792-1854) Maßgebliches geäußert hat:

[1] Fritz Hartmann, „Unsterblichkeit, ein ärztliches Problem?“, in: *Unsterblichkeit*, hg. Friedrich Niewöhner und Richard Schaeffler (Wiesbaden: Harrassowitz, 1999), 21-31; 21.

> Die Beschäftigung mit Unsterblichkeits-Ideen, fuhr Goethe fort, ist für vornehme Stände und besonders für Frauenzimmer, die nichts zu tun haben. Ein tüchtiger Mensch aber, der schon hier etwas Ordentliches zu sein gedenkt, [...] läßt die künftige Welt auf sich beruhen, und ist tätig und nützlich in dieser.[2]

Die folgenden Ausführungen werden nach einem kurzen Blick auf die medizinhistorische Methodik untersuchen, wie in der Medizin das Problem der (Un-)Sterblichkeit und Lebensverlängerung aufgefasst und pragmatisch gelöst beziehungsweise umgangen wurde. Der Untersuchungszeitraum reicht von der Antike bis in die Moderne.

Die Tatsache, dass Menschen nicht unendlich leben, zumindest nicht auf der Erde, ist zentraler Gegenstand von Religionen.[3] Die profane Endlichkeit, oft oder fast immer mit körperlichen und seelischen Leiden verbunden, soll überwunden und aufgehoben sein in einer idealisierten jenseitigen Existenz, die in verschiedenen Kulturen unterschiedlich konzeptualisiert wird. Es ist dies „ein erstaunlicher Schritt der Distanzierung des Menschen von seiner realen leibhaften Existenz, der einen riesigen Aufwand an Begründung und institutioneller Überbauung nötig machte."[4]

Die Gottheiten der griechisch-römischen Antike waren als ‚Unsterbliche' und ‚alterslos' in ewiger Jugend lebend charakterisiert; diese Eigenschaften unterschieden sie von den Menschen.[5] Unsterblichkeit alleine war nicht ausreichend, dies lehrte im griechischen Mythos das Beispiel des Tithonos: Eos, Göttin der Morgenröte (lat. Aurora), raubt den jugendschönen Tithonos, einen Bruder des troischen Königs

---

2 Johann Peter Eckermann, „Gespräch mit Goethe (25. Februar 1824)", in: *Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens*, hg. Christoph Michel und Hans Grüters (Berlin: Deutscher Klassiker Verlag, 2011), 94; vgl. auch Friedrich Niewöhner, „Von der Geschichte zur Ethik", in: *Unsterblichkeit*, hg. Niewöhner und Schaeffler, 13-19.

3 Vgl. Marco Frenschkowski, „Glaube an eine Fortexistenz nach dem Tod", in: *Sterben und Tod: Geschichte, Theorie, Ethik*, hg. Héctor Wittwer, Daniel Schäfer und Andreas Frewer (Stuttgart und Weimar: Metzler, 2010), 203-214; vgl. auch Jan Assmann, Friedo Ricken, Burkhard Mojsisch, Matthias Bloch und Walter Sparn, „Unsterblichkeit", in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, hg. Joachim Ritter *et al.*, Bd. 11 (Basel: Schwabe Verlag, 2001), Sp. 275-294, und Georg Scherer, Martin Ott und Heino Sonnemans, „Unsterblichkeit", in *Lexikon für Theologie und Kirche*, Bd. 10, hg. Walter Kasper (Freiburg: Herder, 2001), Sp. 432-435.

4 Dieter Wellershoff, „Das Rätsel der Sphinx: Alter, Sterben und die vitale Illusion", in: *Alter in der Antike: Die Blüte des Alters aber ist die Weisheit*, hg. Landschaftsverband Rheinland (Darmstadt: Philipp von Zabern Verlag, 2009), 9-17.

5 Vgl. Beate Wagner-Hasel, *Alter in der Antike: Eine Kulturgeschichte* (Wien, Köln und Weimar: Böhlau, 2012), 18f.

Priamos.[6] Sie erbittet von Zeus ‚Unsterblichkeit‘ für Tithonos. Zwar wird ihr dieser Wunsch erfüllt, aber Eos hat vergessen, „Jugend zu erflehn, das verderbliche Alter zu tilgen“. Da ihm die ewige Jugend fehlt, altert Tithonos und schrumpft immer mehr zusammen, seine Stimme wird zum Piepsen. Eos verliert das Interesse an ihm, und zuletzt wird er von Zeus in eine Zikade verwandelt.[7] Das Schicksal des Tithonos erinnert von Ferne an Thomas Manns *Der Erwählte* (1951), allerdings ist der Schrumpfungsvorgang dort reversibel, und andere Motive stehen in *Der Erwählte* im Vordergrund.[8]

Die Geschichte von Eos und Tithonos zeigt unmissverständlich, dass Unsterblichkeit für den antiken Menschen nur als eine gute Idee erscheint, wenn sie mit ewiger Jugend verbunden wäre. Hierzu fügt sich die Ikonographie des ‚Geras‘, des personifizierten Greisenalters, das als hässlicher abgezehrter alter Mann mit grotesk verrenkten Gliedern dargestellt wird; passenderweise greift Herakles bei einer Begegnung mit Geras zur Keule und knüppelt ihn nieder.[9]

Medizingeschichte als Fach – Geschichte(n) (in) der Medizin

Die Medizingeschichte als akademisches Fach hat sich in den vergangenen Jahrzehnten enorm differenziert und weithin Anschluss an die historischen Fächer gesucht und gefunden.[10] In wissenschaftsgeschichtlicher Perspektive untersucht sie Theorien, Praktiken, Technologien der Medizin, Erfindungen und Entdeckungen, die jeweils in einen kulturellen Kontext einzuordnen sind. In sozial- und ideengeschichtlicher Perspektive fragt sie, in welcher Form Heilwissen professionalisiert, theoretisch

---

6 Vgl. ebd. 20f., 23f.; vgl. auch René Nünlist, „Tithonos“, in: *Der Neue Pauly* 12/1, hg. Hubert Cancik und Helmuth Schneider (Stuttgart: Metzler, 2002), Sp. 627. Vgl auch Herbert Hunger, *Lexikon der griechischen und römischen Mythologie* (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1974), 124, und Hartmann, „Unsterblichkeit“, 23.

7 Nachweis der Zitate: „Homerischer Hymnus an Aphrodite, 218-238“, in: *Homerische Hymnen: Griechisch und deutsch*, hg. und übers. Anton Weiher (München und Zürich: Artemis, 1986), 104-107; das „Ende als Zikade“, aus Felix Jacoby, *Die Fragmente der griechischen Historiker: Erster Teil* (Berlin: Weidmann, 1923), 140 (Hellanikos von Lesbos, Fragment 140).

8 Vgl. Helmut Koopmann, „Der Erwählte“, in: ders., hg., *Thomas-Mann-Handbuch* (Stuttgart: Kröner, 1995), 498-515.

9 Eine Abbildung des 5. Jh. v. Chr. findet sich bei Wagner-Hasel, *Alter in der Antike*, 10.

10 Vgl. Wolfgang U. Eckart und Robert Jütte, *Medizingeschichte: Eine Einführung* (Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2014); vgl. auch Karl E. Rothschuh, *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart* (Stuttgart: Hippokrates, 1978).

und praktisch angewandt und von Patienten nachgefragt wird. Medizin umfasst hierbei naturgemäß das Wirken von Ärzten, die allerdings – sowohl diachron als auch systematisch betrachtet – nur einen Teilbereich der Heilkunde repräsentieren. Bezogen auf das Problem von Langlebigkeit sind viele der genannten Aspekte in einer diachronen Sicht zu berücksichtigen. Geht man von der gesellschaftlichen auf die individuelle Ebene, ergeben sich für das hier zu untersuchende Themenfeld weitere Bezüge. Die menschliche Existenz konstituiert das Subjekt als historisches Wesen; in der (praktischen) Medizin verdünnt sich dies zu einer ‚Patientengeschichte', die eher eine Krankheitsgeschichte ist.[11] Gleichwohl ist die historische Dimension auch in der naturwissenschaftlich geprägten modernen Medizin fassbar. Bezogen auf das hier zu untersuchende Phänomen ‚(Un-)Endlichkeit' lassen sich sowohl auf allgemeiner als auf individueller Ebene zahlreiche Anknüpfungspunkte einer medizinhistorischen Betrachtung finden. Eingangs wurde bereits erwähnt, dass ‚(Un-)Endlichkeit' in der Medizin begrifflich nicht auftaucht, als Problemfeld jedoch gegenwärtig ist; ähnliches gilt für das Phänomen ‚Unheilbarkeit', das im Wortbestand der (modernen) medizinischen Terminologie zwar ebenfalls nicht vorkommt, der Sache nach aber einen zentralen Platz in der Medizin einnimmt und einen eindeutigen Bezug zum Problem der ‚(Un-)Endlichkeit' aufweist.

Als Standardaufgabe der Medizin wird der Kampf gegen Krankheiten verstanden, der allerdings kaum jemals siegreich zu bestehen sein wird; dieser Befund, lässt sich, jedenfalls auf Englisch, auch humorvoll ausdrücken: „Although medical science is always coming up with new cures for diseases, a very important part of its work involves coming up with new diseases without cures."[12]

Der auf den ersten Blick nicht erkennbare Doppelsinn des Begriffs ‚unheilbar' sei hier herausgestellt; zum einen bedeutet ‚unheilbar', dass eine Krankheit nicht mehr (kurativ) behandelbar und absehbar tödlich ist, wofür im Englischen der Begriff *terminal* verwendet wird. Zum anderen gibt es zahlreiche ‚unheilbare' Krankheiten, die überhaupt nicht,

---

11 Vgl. Eduard Seidler, „Primärerfahrung von Not und Hilfe", in: *Krankheit, Heilkunst, Heilung*, hg. Heinrich Schipperges, Eduard Seidler und Paul Unschuld (Freiburg und München: Alber, 1978), 399-418.

12 Miles Kington (1941-2008) in *The Independent* (6. Januar 1988); zit. nach Heinrich von Staden, „Incurability and Hopelessness: The Hippocratic Corpus", in: *La maladie et les maladies dans la collection hippocratique: Actes du VIe Colloque International Hippocratique* (Quebec 1987), hg. Paul Potter, Gilles Maloney und Jacques Desautels (Québec: Les éditions du Sphinx, 1990), 75-112.

jedenfalls nicht ätiologisch (ursächlich) und kurativ behandelbar, gleichwohl aber nicht tödlich sind und die Lebensdauer nicht wesentlich einschränken müssen, im Englischen als *incurable* zu bezeichnen. Zu dieser großen Gruppe ‚unheilbarer‘ Krankheiten gehört etwa der *Diabetes mellitus*, der zwar recht gut therapierbar, aber weder ätiologisch noch kurativ beherrschbar ist. Es macht demnach einen großen Unterschied aus, in welchem Sinne ein Patient an einer ‚unheilbaren‘ Krankheit leidet. Das Beispiel Krebs ist hierfür besonders aufschlussreich, da viele Krebsarten heute auch ätiologisch und kurativ angegangen werden können, die Krankheitsdiagnose ‚Krebs‘ gleichwohl weiterhin als schicksalhaft und als Ankündigung eines Todesurteils empfunden wird. Dieser Subtext durchzieht auch Publikationen, in denen die beachtlichen Erfolge und heroisch durchgestandene Einzelschicksale im Kampf gegen den Krebs, der mitunter als ‚Krieg‘ imaginiert wird, dargestellt werden.[13]

Welche Krankheiten ‚unheilbar‘ sind, bemisst sich naturgemäß an der jeweils verfügbaren Heilkunde. Unstrittig ist, dass ‚unheilbare‘ Krankheiten, ob sie in absehbarer Zeit zum Tod führen oder die Lebenserwartung verändern, von der Medizin stets behandelt wurden beziehungsweise werden. Entgegen einem weit verbreiteten Missverständnis bekräftigte auch die antike Medizin, ‚unheilbare‘ Krankheiten zu behandeln.[14] Der Philosoph Aristoteles (384-322 v. Chr.) konnte daher diese in zeitgenössischen medizinischen Texten auffindbare Selbstverständlichkeit im Sinne eines Vergleichs anführen:

> […] es ist ja auch nicht Sache der Medizin, gesund zu machen, sondern, so weit wie möglich, dazu hinzuführen; denn es ist möglich, auch solche, die nicht gesund werden können (τοὺς ἀδυνάτους μεταλαβεῖν ὑγιείας), gleichwohl gut zu therapieren (θεραπεῦσαι καλῶς).[15]

In der Moderne hat die Behandlung ‚unheilbarer‘ Krankheiten seit den 1980er Jahren eine neue medizinische Fachrichtung hervorgebracht; die

---

13 Vgl. Siddhartha Mukherjee, *Der König aller Krankheiten: Krebs – eine Biografie*, übers. Barbara Schaden (Köln: Du Mont, 2012); vgl. auch Karl-Heinz Leven, „Hightech-Medizin“, in: *200 Jahre Universitätsklinikum Erlangen, 1815-2015*, hg. ders. und Andreas Plöger (Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2016), 325-409; 394f.

14 Vgl. Renate Wittern, „Die Unterlassung ärztlicher Hilfeleistung in der griechischen Medizin der klassischen Zeit“, *Münchener Medizinische Wochenschrift* 121 (1979), 731-734; vgl. auch von Staden, „Incurability“.

15 Aristoteles, *Rhetorik*, übers. und hg. Gernot Krapinger (Stuttgart: Reclam, 1999), 11.

Rede ist von der Palliativmedizin, die auf dem Stand der Hochleistungsmedizin eine im wahrsten Sinne heilsame Änderung des Therapieziels von kurativ auf palliativ zum Programm erhoben hat.[16]

Lebens(zeit)verlängerung und Medizin seit der Antike

Das menschliche Leben vor Gefährdungen zu bewahren, Krankheiten zu verhindern, zu heilen oder zu lindern und damit die Lebenszeit insgesamt auch zu verlängern, ist seit den Anfängen eine genuine Aufgabe der Medizin gewesen. Selten ist das Grundproblem einer sich als wissenschaftlich verstehenden Heilkunde so prägnant formuliert worden wie in dem ersten Hippokratischen Aphorismus (‚Merksatz'):

> Das Leben ist kurz; die Kunst ist lang; der rechte Augenblick geht schnell vorüber; die Erfahrung ist trügerisch, die Entscheidung schwierig. Der Arzt muß nicht nur selbst bereit sein, das Erforderliche zu tun, sondern auch der Kranke, seine Umgebung und die äußeren Umstände müssen dazu beitragen.[17]

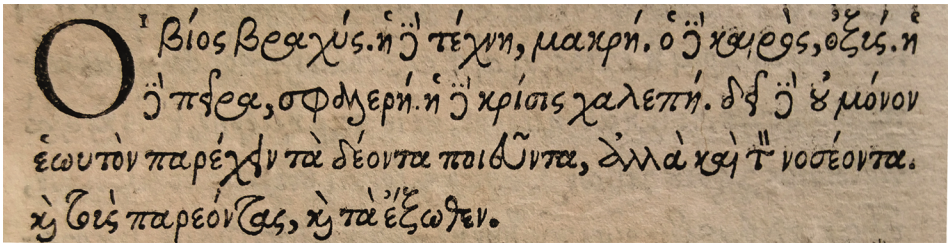


Abbildung: Hippokrates, „Aphorismen 1, 1". Ausgabe: Anutius Foesius (Frankfurt, 1595); Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg.

Der Name ‚Hippokrates' steht symbolisch und idealisierend für die antike griechische Medizin, deren innovative Phase seit dem 5. Jahrhundert vor Christus traditionell mit einer bestimmten Arztpersönlichkeit verbunden wurde und wird.[18] Die ‚hippokratische' Medizin, wie sie daher genannt

[16] Vgl. Michael Stolberg, *Die Geschichte der Palliativmedizin: Medizinische Sterbebegleitung von 1500 bis heute* (Frankfurt a.M.: Mabuse, 2011).

[17] Hippokrates, „Aphorismen 1, 1", in: *Hippokrates: Ausgewählte Schriften*, übers. und hg. Hans Diller (Stuttgart: Reclam 1994), 192.

[18] Vgl. Karl-Heinz Leven, hg., *Antike Medizin: Ein Lexikon* (München: C.H. Beck, 2005); vgl. auch Antje Krug, *Heilkunst und Heilkult: Medizin in der Antike* (München: C.H. Beck, 1993).

werden kann, legte erstmals in der Geschichte das Schwergewicht auf eine naturkundliche, ‚rationale‘ Zugangsweise zu den Phänomenen Gesundheit und Krankheit; dabei war sie nicht atheistisch, aber religionsfern. Dämonen und Götter spielten im Krankheitsgeschehen keine direkte Rolle. Diese in einer bestimmten historischen Entstehungssituation, zu der die ionische Naturphilosophie gehörte, entstandene Heilkunde gelangte auch zu einem bemerkenswerten Bewusstsein von Möglichkeiten und Grenzen der Heilkunde. Der oben zitierte Aphorismus steht nicht zufällig an der Spitze aller hippokratischen Merksätze; er enthält den Kern der antiken Medizin und ist, auch dies ein Charakteristikum der antiken Heilkunde, primär aus der Sicht des professionellen Arztes formuliert.

Angesichts der Beschränktheit der medizinischen Möglichkeiten, die in der Antike wesentlich deutlicher bestand als in der Moderne, waren bescheidene Erwartungen auf Seiten der Heiler wie auf Seiten der Patienten naheliegend; in der im Aphorismus skizzierten therapeutischen Beziehung war kein Platz für einen Gedanken an ‚Unendlichkeit‘ oder ‚Unsterblichkeit‘. Grundsätzlich hat sich daran bis heute nichts geändert.[19]

Parallel zur hippokratischen Medizin entwickelte sich in der griechischen Antike der Kult des Asklepios, des wichtigsten Heilgottes, dem zahlreiche Kultstätten rund um das Mittelmeer geweiht waren. Pilger suchten diese Heilstätten auf, um in einem religiösen Ritual Heilung zu erlangen. Interessant im Hinblick auf das Themenfeld ‚Unendlichkeit‘ ist, dass in den inschriftlich und in bildlichen Darstellungen überlieferten ‚Heilwundern‘ zwar schwere Leiden schlagartig geheilt wurden, hierbei jedoch lediglich die Möglichkeiten der zeitgenössischen Medizin ins Wunderhafte übersteigert wurden, vergleichbar der Medizin in der modernen *science fiction*. Die Heilung von Sterbenden oder gar Erweckung von Toten gehörten nicht in die Kultpraxis der Asklepios-Heiligtümer und wurden in den dort aufgezeichneten Wunderheilungen daher auch nicht thematisiert. Hingegen spielte dieses Handlungsfeld eine eigentümliche Rolle im Mythos des Heilgottes: Asklepios, der unter den griechischen Göttern eine vergleichsweise ‚späte‘ Gottheit war, sollte, so eine Mythen-Version bei dem böotischen Dichter Pindar (ca. 518 – ca. 444 vor Chr.), eine Art Grenzüberschreitung gewagt haben. Noch als sterblicher Arzt, also vor seiner Versetzung unter die Götter, habe er „einen Mann, der schon gestorben war“, wieder lebendig gemacht. Der Göttervater Zeus habe daraufhin beide, Asklepios und den Geheilten, mit dem Blitz durchbohrt. Der Dichter kommentiert lapidar: „Von den

[19] So auch Hartmann, „Unsterblichkeit“, 22.

Göttern muß man das Gebührende erstreben [...]; strebe nicht nach Unsterblichkeit (βίος ἀθάνατος/*bios athanatos*), das Mögliche schöpfe aus in deiner Bemühung."[20]

Zur Ordnung der Welt gehört die Sterblichkeit, was darüber hinaus geht, gilt als Frevel und wird im Mythos folgerichtig bestraft. Indem eine solche Geschichte ausgerechnet über Asklepios, der hier noch als sterblicher Heros imponiert, erzählt wird, erfährt die unverrückbare Ordnung der Welt eine Bekräftigung. Keine Medizin, so die unverhüllte Botschaft, wird je den Unterschied zwischen den ‚Unsterblichen' und den Menschen aufheben. Das frevelhafte Scheitern des Asklepios hat in der Darstellung durch Pindar ein weiteres beziehungsreiches Detail: Asklepios, so heißt es, habe sich durch ‚Gewinnsucht' (κέρδος/kerdos), eine Zahlung von Gold, zu dem Frevel hinreißen lassen. Ob Pindar hiermit beiläufig eine Art allgemeiner Medizinkritik (an der tatsächlich ausgeübten Heilkunde seiner Zeit) anklingen lassen wollte, war doch die hippokratische Medizin eine in Geld zu bezahlende Dienstleistung, mag dahin gestellt bleiben. Zweifellos warf die ‚Gewinnsucht', die ausgerechnet dem späteren Heilgott angeheftet wurde, einen Schatten auf die Medizin. Platon (428/27-348/47 vor Chr.), der sich in seinem Staatsmodell detailliert mit medizinischen Belangen befasste, empfand die ‚Gewinnsucht' des Asklepios, der zu seiner Zeit bereits als Gott akzeptiert war, als merkwürdig beziehungsweise anstößig und vermutete eine Art Überlieferungsfehler des Mythos.[21]

Der Gedanke, mithilfe einer menschlichen oder heroischen Medizin den Tod zu überwinden, war demnach in der Antike nicht geläufig; vielmehr galt es als Aufgabe der Medizin, die Gesundheit möglichst lange zu bewahren und das Leben zu verlängern. Hierzu entwickelte sich ein differenziertes Instrumentarium, das in seiner Gesamtheit als ‚Kunst der Lebensführung' (διαιτητικὴ τέχνη/*diaitetike techne*) einen wesentlichen Teil der praktischen Heilkunde ausmachte. Wenn in der hippokratischen Medizin das Schwinden von Wärme, eine zunehmende Auskühlung des Körpers als Mechanismus des Alterns bezeichnet wurde, lag es nahe, genau diesem Defizit gezielt entgegen zu wirken. Die in der hippokratischen Medizin angelegten Bestandteile der Diätetik wurden von dem kaiserzeitlichen griechischen Arzt Galen (129 – ca. 210 nach Chr.) systematisiert, in das dominierende Paradigma der Qualitäten- und Säftelehre eingefügt und prägten danach für Jahrhunderte die praktische

[20] Pindar, „3. Pythische Ode 3, 55-60", in: ders., *Oden: Griechisch/Deutsch*, übers. und hg. Eugen Dönt (Stuttgart: Reclam, 1986), 105.

[21] Vgl. Platon, *Der Staat*, übers. und hg. Karl Vretska (Stuttgart: Reclam, 1982), 192.

und theoretische Heilkunde der abendländisch-christlichen und der arabisch-islamischen Welt.

Zurückgehend auf die antike Diätetik war in der mittelalterlichen lateinischen Medizin von den ‚*sex res non naturales*‘ (‚sechs nicht-natürliche Dinge‘) die Rede.[22] Hiermit waren diejenigen Lebensbereiche und Handlungsfelder gemeint, die der Mensch aktiv gestalten beziehungsweise beeinflussen konnte, um seine Gesundheit zu erhalten oder wieder zu erlangen. Im Gegensatz zu den ‚*res naturales*‘ (‚natürliche Dinge‘), der angeborenen Natur des Individuums im Sinne seiner anatomischen und physiologischen Bedingtheit, boten die ‚nicht-natürlichen Dinge‘ jede Menge Spielraum für die Medizin. Im Einzelnen handelte es sich um Licht und Luft, Essen und Trinken, Arbeiten und Ruhe, Schlafen und Wachen, Ausscheidungen und Absonderungen, schließlich Leidenschaften und Gemütsbewegungen. Dieses Schema spannte, etwa unter dem Aspekt ‚Licht und Luft‘, den Mikrokosmos Mensch idealtypisch in den Makrokosmos ein. Insgesamt ergaben sich in allen erwähnten Handlungsfeldern Möglichkeiten und Aufgaben, um die gefährdete Natur des Körpers zu stärken oder zu schützen; Gefahrenquelle blieben stets die ‚*res contra naturam*‘ (‚widernatürliche Dinge‘), äußere Krankheitsursachen im engeren Sinne; (un-)ausgesprochenes Ziel diätetischer Maßnahmen war stets die Verlängerung der Lebenszeit. Den Nahrungsmitteln wurden Qualitäten zugeschrieben (warm, kalt, feucht, trocken), die auch im Körperinneren wirkten; so ergab sich eine dynamische Beziehung, die als Konzept ausgearbeitet, zahlreiche theoretische und praktische Möglichkeiten bot. Zwar fehlten in der antiken und mittelalterlichen Diätetik (moderne) quantitative Vorstellungen, etwa zum ‚Nährwert‘ von Speisen oder dem Energieverbrauch durch den Körper; gleichwohl enthielt diese Diätetik ein entscheidendes somatisches Element, da alle Kräfte und Wirkungen an Stofflichkeiten gebunden waren. Damit war eine naturkundliche Kausalität verbunden, die auch die erhoffte Verlängerung der Lebenszeit als Quantum erscheinen ließ. Die über viele Jahrhunderte tradierte und ausgestaltete Diätetik wurde nie gänzlich überholt, was sowohl ihre Plausibilität als auch ihre praktische Relevanz unterstreicht, die in der Krankenpflege bis in die Gegenwart fortwirkt.[23]

---

[22] Vgl. Rothschuh, *Konzepte*, 185-199; vgl. auch Karl-Heinz Leven, „*Res non naturales*“, in: *Antike Medizin*, hg. ders., Sp. 751f.

[23] Vgl. Eduard Seidler und Karl-Heinz Leven, *Geschichte der Medizin und der Krankenpflege* (Stuttgart: Kohlhammer, 2003), 57.

Die Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte ‚Makrobiotik' (‚Langlebekunst') des Arztes Christoph Wilhelm Hufeland (1762-1836) ist eine Fortschreibung der traditionellen Diätetik; an den einzelnen Faktoren (*res non naturales*) hat sich nichts geändert. Allerdings ist die zentrale Größe, auf die nunmehr alle Einwirkungen gerichtet sind, die ‚Lebenskraft', das Zentrum seines ‚biodynamistischen' Medizinkonzepts.[24] Diese ‚Lebenskraft', deren eigentliches Wesen auch Hufeland als unbekannt ansah, galt ihm als das Lebensprinzip des Körpers; sie war mengenhaft vorstellbar, konnte – insbesondere durch eine geeignete Diätetik – regeneriert werden, war aber letztlich wie eine Brennstoffreserve begrenzt. Die ‚Makrobiotik' war geeignet, diese kostbare Ressource möglichst schonend zu verwenden. Das Leben, so Hufeland, konnte solcherart verlängert werden, am letztlichen Verbrauch der Lebenskraft führte allerdings kein Weg vorbei.

Langlebigkeit und Lebenserwartung in der Moderne

Individuelle Langlebigkeit gehörte stets zu den spektakulären Phänomenen; insofern verwundert es nicht, dass auch in der Gegenwart in den Zeitungen regelmäßig über jeweils lebende ‚Rekordhalter' berichtet wird. In unseren Tagen handelt es sich durchweg um Japanerinnen; ein Alter von 117 Jahren kann hier als guter Anhalt dienen.[25] In den diesbezüglichen Kurzmeldungen wird meist noch thematisiert, auf welchen Faktor die Betreffenden selbst ihre Langlebigkeit zurückführen. Meist ergibt sich hier eine im wahrsten Sinne gesunde Mischung aus einem arbeitsreichen Leben mit einer mäßigen Lebensweise, inklusive der traditionellen japanischen Ernährungsweise. Einzelheiten der ‚AltersrekordlerInnen' interessieren die Öffentlichkeit naheliegenderweise nur wenig, zumal kaum Möglichkeit zur Nachahmung besteht. Vielmehr handelt es sich um messbare Rekordmarken, die zur Kenntnis genommen werden wie das Geburtsgewicht der kleinsten Frühgeburten (gegenwärtig

[24] Vgl. Rothschuh, *Konzepte*, 330-336; vgl. auch David B. Haycock, *Mortal Coil: A Short History of Living Longer* (New Haven and London: Yale University Press, 2008), 105-110.

[25] „Misao Okawa, die älteste Frau der Welt … 117 Jahre alt", *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (6. März 2015); http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/menschen/aelteste-frau-der-welt-mit-117-jahren-gestorben-misao-okawa-13517402.html [zuletzt besucht 02.03.2016]; vgl. auch Heike Kahlert, „Die hundertjährige Frau – neue Alter(n)s- und Geschlechterkonstruktionen in der alternden Gesellschaft?", in: *Alter(n) anders denken: Kulturelle und biologische Perspektiven*, hg. Brigitte Röder, Willemijn De Jong und Kurt W. Alt (Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2012), 379-402.

knapp unter 300 Gramm), aber auch die PS-Zahl der stärksten in Deutschland für den Straßenverkehr zugelassenen Limousine (900 PS).[26]

In einer weiteren historischen Perspektive erscheinen die Maßzahlen gegenwärtiger Altersrekorde vergleichsweise bescheiden. Der Philosoph Sir Francis Bacon (1561-1626) war überzeugt, dass die menschliche Lebensdauer enorm verlängert werden könnte, und berief sich hierfür, wie viele andere Denker, auf das Alte Testament und das Beispiel Adams und der Patriarchen. Langlebigkeit galt hier demnach als die Rückkehr zu einem durch den Sündenfall und nachfolgende Kalamitäten verloren gegangenen idealen Urzustand.[27] In der Frühen Neuzeit waren Gelehrte nur allzu bereit, ernsthafte Überlegungen zur Lebensverlängerung mit einer wörtlichen Bibelexegese zu verbinden; das vermutlich berühmteste Ergebnis derartiger ‚Forschungen‘ war der Fall des Thomas Parr, der 1635 im vermeintlichen Alter von 152 Jahren und neun Monaten starb.[28] Der einer Autopsie durch William Harvey (1578-1657) teilhaftig gewordene Parr wurde durch die Bestattung in Westminster Abbey geehrt; fortan galt seine phantastische Lebenszeit, die übrigens nicht durch Dokumente belegt war, als ein Anhalt für die dem Menschen mögliche Lebensspanne. Die tatsächlich längste, je von einem Menschen gelebte Zeit betrug 122 Jahre, fünf Monate und zwei Wochen; es handelte sich um die Französin Jeannes Calment (1875-1997), deren Lebensdaten zweifelsfrei dokumentiert sind.[29]

Die durch Einzelfälle belegte theoretische Möglichkeit weckte stets auch eine konkrete Begehrlichkeit, biblisches Alter tatsächlich zu erlangen; in der Frühen Neuzeit gab es, aufbauend auf mittelalterlichen Traditionen, eine Reihe von Bestrebungen, die am ehesten als ‚okkulte Wissenschaften‘ zu bezeichnen sind; in der Alchemie bildete der ‚Stein der Weisen‘ ein für geeignet angesehenes – gleichwohl niemals geschaffenes – Instrument, um Alter und Tod auszuschalten. Mit der Wende zur naturwissenschaftlichen Medizin in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts rationalisierte sich auch der Diskurs über die Langlebigkeit; insbesondere wurde nun die von Hufeland für so wichtig erachtete ‚Lebenskraft‘ als ein Phantasieprodukt verspottet, alles Leben und Altern in zellulären physikalischen und chemischen Prozessen lokalisiert.[30]

---

26 Es handelt sich um das Brabus-Modell „Rocket 900“, auf der Basis eines Mercedes; vgl. *Der Spiegel* 11 (2016), 113.

27 Vgl. Haycock, *Mortal Coil*, 5-9.

28 Vgl. ebd., 12-14.

29 Vgl. ebd., 203.

30 Vgl. Rotschuh, *Konzepte*, 422f.

Hiermit begann eine lange Reihe von Versuchen, Alterungsprozesse naturwissenschaftlich zu erklären und auf der Basis derartiger Erklärungsversuche auch sogleich anzuhalten oder gar umzukehren. Eine kleine Auswahl mag hier genügen. Der Neurologe und Pionier der Endokrinologie Charles-Édouard Brown-Séquard (1817-1894) verkündete 1889 im Alter von 72 Jahren, er habe sich selbst verjüngt, indem er sich Mischungen von testikulärem Blut, Samen und zellulären Bestandteilen von Hunden und Meerschweinchen injiziert habe.[31] Diese Versuche fanden bei kritischen Zeitgenossen wenig Anklang und wurden dem bereits fortgeschrittenen Alter des Experimentators zugeschrieben. Andere Versuche in demselben Feld wie diejenigen von Serge Voronoff (1866-1951) und Eugen Steinach (1861-1944) erregten hingegen größere Aufmerksamkeit. Voronoff experimentierte mit der Transplantation von Schimpansenhoden, Steinach, zwischen 1921 und 1938 nicht weniger als sechs Mal für den Nobelpreis nominiert, entwickelte eine Technik der Vasektomie (Unterbindung des Samenleiters), um den Alterungsprozess gleichsam an der Wurzel zu packen.[32]

Der in seinen späteren Jahren in Paris tätige Mikrobiologe und Immunologe Ilya Illich Metschnikoff (1845-1916), 1908 Nobelpreisträger gemeinsam mit Paul Ehrlich, meinte, eine Sauermilch-Diät wäre geeignet, einer vom Darm ausgehenden Auto-Intoxikation als Hauptursache von Alter und Krankheit entgegenzuwirken.[33] Auch wenn diese Theorie widerlegt wurde, hat sich das gesunde Image von Joghurt bis in die Gegenwart ungebrochen erhalten. In das Handlungsfeld der Verjüngungskuren in der Nachfolge von Brown-Sequard gehörte schließlich auch die ‚Frischzellentherapie' des Schweizer Chirurgen Paul Niehans (1882-1971); er entwickelte seit den frühen 1930er Jahren eine Methode, zerkleinertes tierisches Gewebe aus Schafsfeten oder jungen Lämmern, aufgeschwemmt in einer Infusionslösung, in den Körper zu injizieren.[34] Diese ‚Frischzellentherapie' sollte eine ‚Revitalisierung' seiner vorzugsweise betagten Patienten, der „Legion der Müden, körperlich und geistig Welkenden und Deprimierten", so Niehans selbst über seine Zielgruppe, bewirken.[35] Doch

31 Haycock, *Mortal Coil*, 169f.
32 Vgl. ebd., 175-184.
33 Vgl. ebd., 165.
34 Vgl. Hans-Georg Hofer, „Frischzellen-Fama: Paul Niehans und die westdeutsche Aufbaugesellschaft der 1950er Jahre", in: *Arzneimittel des 20. Jahrhunderts: Historische Skizzen von Lebertran bis Contergan*, hg. Nicholas Eschenbruch, Viola Balz, Ulrike Klöppel und Marion Hulverscheidt (Bielefeld: Transcript, 2009), 229-253.
35 Zit. nach Hofer, „Frischzellen-Fama", 236.

Niehans’ Patienten waren nicht nur alt und/oder schwach, sie waren nicht selten auch berühmt, wodurch die ‚Frischzellen‘-Kur in den 1950er Jahren in der Boulevardpresse europaweit besondere Aufmerksamkeit erlangte. Prominente von Konrad Adenauer (1876-1967) bis zu Papst Pius XII. (1876-1958) sollten nach der Methode von Niehans behandelt worden sein. Die Skepsis der universitären Medizin gegenüber dem risikobehafteten und in seinem Wirkprinzip undurchschaubaren Verfahren vermochte zunächst nichts gegen den Nimbus des schweizerischen Chirurgen. Dass Niehans den Papst ausgerechnet mithilfe eines zerkleinerten ‚unschuldigen‘ Lamms geheilt haben wollte, entbehrte nicht einer gewissen Symbolik, die von den Zeitgenossen begierig aufgegriffen wurde.

Die erwähnten ‚Verjüngungskuren‘ von Brown-Séquard bis Niehans hatten außer der jeweils recht bald erkennbaren Nutzlosigkeit und Gefährlichkeit auch gemein, dass sie innerhalb des naturwissenschaftlichen Paradigmas versuchten, das Problem des Alterns anzugehen. Diese Bewegung hält auch in der Gegenwart an; ‚Verjüngungskuren‘ kleiden sich zeitgemäß in den Begriff des ‚Anti-Aging‘ und beanspruchen molekularmedizinische und genetische Expertise.[36] Hierzu gehören wohlfeile Vorstellungen, das Räderwerk des Altern ließe sich buchstäblich anhalten oder gar zurückdrehen, wie dies etwa der Bioinformatiker Aubrey de Grey (*1963) propagiert. Charakteristisch für das Zeitalter einer weitgehend ökonomisierten Medizin ist, dass die von de Grey und anderen entworfenen Modelle stets auch Geschäftsmodelle sind, die auf den Verkauf einer Ware an eine zahlungskräftige und gutgläubige Kundschaft zielen. Neben die Ökonomisierung tritt mindestens gleichberechtigt ein säkularer Trend, der in früheren Epochen metaphysische Felder neu auflädt:

> Der zum großen Geschäft gewordene Körperkult verdrängt nicht zufällig, sondern in exemplarischer Markanz die spirituellen Heilsversprechungen der Religion, weil die meisten Menschen viel eher bereit sind, ihr Geld in Gesundheit, körperliches Wohlgefühl und Lebensverlängerung zu investieren als in ihr Seelenheil, das man sich abgelöst vom Körper ohnehin nicht vorstellen kann.[37]

Dass sich Alterungsprozesse auf der Ebene von isolierten Zellen oder bei Plattwürmern beeinflussen lassen, sei hier nicht bezweifelt; allerdings

---

36 Vgl. Haycock, *Mortal Coil*, 204f.; vgl. auch Karin Geiger, „Lebensverlängerung“, in: *Sterben und Tod*, hg. Wittwer *et al*., 149-154; 152.

37 Wellershoff, „Das Rätsel der Sphinx“, 13.

fehlt bislang jede Evidenz, dass der Alterungsprozess komplexer Organismen wie des Menschen prinzipiell neuen Steuerungsmechanismen zugänglich wäre. Die Leugnung des Todes, die etwa im alten Ägypten einen großen Teil der Kultur ausmachte, hat sich auch in einigen esoterischen Bereichen der Moderne eingenistet. Unsterblichkeitsphantasien, in denen das Anhalten von Alterungsprozessen auf naturwissenschaftlicher Grundlage imaginiert wird, wirken da vergleichsweise bodenständig. Hinzu gekommen sind Phantasien aus dem Bereich der *science fiction* wie die ‚Kryonik', das Einfrieren, das seit einigen Jahren allen Ernstes als Alternative zur Bestattung propagiert wird.[38] Frisch Verstorbene, die vorher diese Prozedur gewählt (und teuer bezahlt haben), werden in einen tiefgefrorenen Zustand überführt, der sie unbeschadet in eine Zukunft transferieren soll, in der eine ‚Wiederbelebung' inklusive Heilung der tödlichen Krankheit möglich sein wird. Dieselbe Prozedur wird für teure Verwandte angeboten, denen solcherart die Hoffnung auf eine Art ‚Auferstehung' ihrer Lieben suggeriert wird.

Mathys großer Schlaf

Hoffnung Verzweifelt über den frühen Tod der eigenen Tochter, findet ein Paar aus Bangkok Hoffnung in Amerika. Es gibt die Kindsleiche in die Obhut von Kryonikern, die Tote für eine Zeit konservieren, in der die Medizin den Schlüssel zur Auferstehung findet. *Von Claas Relotius*

Abbildung: Pressemeldung zur Kryonik.[39]

Langlebigkeit, Überalterung und der Verlust der Ewigkeit

Die individuelle Langlebigkeit, die es zu allen Zeiten gegeben hat, ist in der Moderne überlagert worden von einer demographischen Entwicklung, welche die gesamte Gesellschaft betrifft. Die Rede ist von der statistischen ‚Lebenserwartung', wonach ein gegenwärtig geborenes Kind

[38] www.cryonics.org [zuletzt besucht 1.03.2016]; vgl. hierzu Dominik Groß, Martina Ziefle und Daniel Schäfer, „Bestattungsformen: Wandel in der Moderne", in: *Sterben und Tod,* hg. Wittwer *et al*., 267-276.

[39] *Der Spiegel* 30 (2015), 54.

durchschnittlich ein Alter von knapp 77 Jahren (männlich) beziehungsweise knapp 83 Jahren (weiblich) erreichen wird.[40] Da es sich um statistische Durchschnittswerte handelt, ist damit über den Einzelfall nichts ausgesagt. Tatsache ist jedoch, dass der Altersaufbau der Bevölkerung in den westlichen Ländern mit der Statistik korreliert. In deutlichem Kontrast zu den als ‚Rekorden' empfundenen hohen Lebensaltern einzelner Menschen wirkt eine Gesellschaft mit vielen hochbetagten Menschen ‚überaltert' und in mancherlei Hinsicht gefährdet. Langes Leben und Altwerden hat eine früher spektakuläre Eigenschaft verloren: „For the first time in history, longevity has become a normal rather than a minority experience.“[41]

Zu dieser ‚Erfolgsgeschichte', als die man das Phänomen der *longevity* sehen kann, hat in den vergangenen Jahrzehnten auch die Medizin beigetragen, indem sich einerseits mit der Geriatrie eine spezifische ‚Altersmedizin' herausgebildet hat und andererseits zahlreiche Therapiemöglichkeiten bei ‚Alterskrankheiten' (Herzkreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Krebs, Frakturen in höherem Lebensalter, Gelenkersatz) optimiert wurden. Nun ist die bloße Lebensverlängerung, siehe das Beispiel des Tithonos aus dem griechischen Mythos, kaum je eine Verlockung gewesen. Das Alt- und Uraltwerden soll vielmehr in einer Weise stattfinden, dass eine aktive Teilhabe am Leben möglichst lange erhalten bleibt.[42] Einstweilen sieht es oft allerdings so aus, dass die Medizin zwar Leben verlängert, damit aber auch Leid und Krankheit perpetuiert. Das Ideal ‚länger leben, gesünder sterben' ist schwer erreichbar und weist auf ein unlösbares Dilemma der Fortschritte der Medizin. Die in den letzten Jahrzehnten gewandelte Einstellung zur ‚(Über-)Alterung' der Gesellschaft bildet sich semantisch in dem Begriff ‚lebensverlängernde Maßnahmen' ab.[43] Auf den ersten Blick eher wertfrei, wenn nicht positiv konnotiert, wird der Ausdruck ‚lebensverlängernde Maßnahmen' meist in einem negativen Kontext eingesetzt, insbesondere, um intensivmedizinische Praktiken zu charakterisieren, mit denen das Leben eines Menschen ohne dessen Einverständnis oder gar gegen dessen Willen ‚verlängert' wird. Die genuin ärztliche Aufgabe der ‚Lebensverlängerung' findet sich solcherart bezeichnenderweise als Gegenbegriff zur ‚Sterbehilfe'.

---

40 Die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2007; vgl. Geiger, „Lebensverlängerung“, 152.

41 Pat Thane, „Geriatrics“, in: *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*, hg. William F. Bynum and Roy Porter, Bd. 2 (London and New York: Routledge, 1993), 1092-1115; 1111.

42 Vgl. ebd. 1110.

43 Vgl. Geiger, „Lebensverlängerung“, 152.

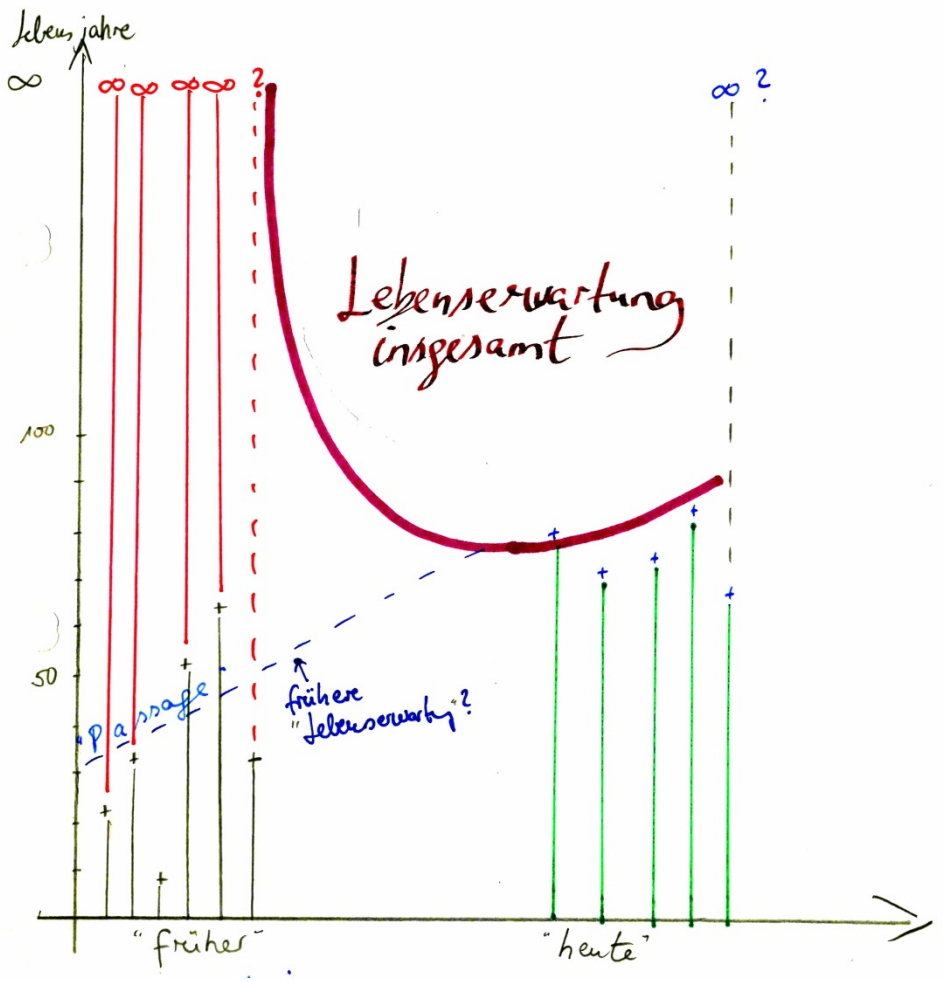


Abbildung: „Entwicklung unserer Lebenserwartung im Verlaufe der letzten Jahrhunderte: einige Jahre mehr auf Erden – aber eine verlorene Ewigkeit".[44]

Das Unbehagen des modernen Menschen an der Medizin wird bestehen bleiben und lässt sich auch unter Einrechnung zukünftiger Heilsversprechen und visionärer Therapieaussichten nicht verdrängen. Allerdings gibt es Versuche, das erwähnte Unbehagen in einer historischen Perspektive

[44] Nach Arthur E. Imhof, *Die verlorenen Welten: Alltagsbewältigung durch unsere Vorfahren – und weshalb wir uns heute so schwer damit tun* (München: C.H. Beck, 1984), 211; die Originalabbildung von Imhof ist hier vereinfacht nachgezeichnet und um 90 Grad gedreht.

klarer zu konturieren. Der historische Demograph Arthur E. Imhof (*1939) hat in den 1980er Jahren herausgearbeitet, dass die deutlich gestiegene Lebenserwartung in der Moderne, sowohl individuell als auch gesamtgesellschaftlich, in derselben Epoche erfolgte, in der auch traditionelle religiöse Weltbilder weitgehend bedeutungslos wurden. „Unsere irdische Lebensspanne hat sich verdoppelt und verdreifacht […], aber wir haben gleichzeitig die Ewigkeit eingebüßt.“[45] Der Körper, den wir haben beziehungsweise der wir sind, sei alles, was das Leben ausmache; die Sorge um die Jugendlichkeit und Gesunderhaltung sei zentral geworden und habe in der Vormoderne geläufige metaphysische Vorstellungen abgelöst: „Wir haben die Kathedralen des Glaubens und Betens durch Kliniken des Kurierens und Wissens ersetzt.“[46] Imhof hat diese aus seiner Sicht defizitäre Entwicklung in einem Gedankenexperiment visualisiert, das hier vorgestellt werden soll.[47]

Auf der Horizontalen stehen zwei Epochen nebeneinander, ‚früher‘ steht für die Vormoderne, ‚heute‘ für die Gegenwart des späten 20. Jahrhunderts. Auf der Vertikalen sind die ‚Lebensjahre‘ aufgetragen, von 0 über 50, 100 Jahre bis unendlich. In der Epoche ‚früher‘ endeten viele (irdische) Leben in vergleichsweise jungen Jahren, markiert durch Kreuze. Der Tod wurde jedoch als eine Art ‚Passage‘ in ein erhofftes ewiges Leben angesehen, weshalb sich die Lebenslinien (in rot) bis in die Unendlichkeit fortsetzen. Am Rand der ‚früheren‘ Zeit ist die vorher als gewiss angesehene Unendlichkeit des jenseitigen Lebens mit einem Fragezeichen versehen; damit soll angedeutet werden, dass zuvor von Kirche und Religion gesetzte Gewissheiten fraglich wurden. Betrachtet man die ‚Lebenserwartung‘, hier bezogen auf die diesseitige irdische Existenz (gestrichelte Linie), so ergibt sich für die ‚frühere‘ Zeit eine nur grob zu schätzende Zeitspanne, die durchschnittlich 30 bis 50 Jahre auszumachen scheint. Der Tod trat mit breiter Streuung auf. Aufgrund einer hohen Säuglings- und Kindersterblichkeit sind durchschnittliche Lebenserwartungen für diese Epoche kaum verlässlich anzugeben. Auch in der Vormoderne erreichten einzelne Individuen höhere Lebensalter; zugleich liegt auf der Hand, dass Erwachsene in der Vormoderne an heute beherrschbaren Krankheiten wie Infektionen (inklusive der ohne Operation häufig tödlichen Appendizitis, des ‚Blinddarms‘, oder des Kindbettfiebers) eine hohe Mortalität aufwiesen. Betrachtet man nun

45 Imhof, *Die verlorenen Welten*, 24.
46 Ebd., 25.
47 Siehe Abbildung S. 50.

die Moderne (‚heute'), so hat sich eine auch statistisch gesicherte Lebenserwartung eingestellt, die für Männer (ca. 78 Jahre) und Frauen (ca. 83 Jahre) unterschiedlich, eine jeweils Gewissheit ausstrahlende Größe darstellt. Die irdische ‚Lebenserwartung' eines Neugeborenen lässt sich recht zuverlässig angeben. Ungefähr genauso zuverlässig scheint die Vorstellung, dass mit dem irdischen Leben das Leben auch insgesamt beendet ist. Die in der ‚früheren' Zeit durch verlängerte Linien in die Unendlichkeit angedeutete Hoffnung besteht – von Einzelfällen abgesehen (siehe Bildrand rechts mit Fragezeichen) – nicht mehr. Betrachtet man nun die ‚Lebenserwartung' insgesamt (durchgezogene dicke Linie), so ergibt sich in der Moderne noch eine leichte Steigung, die andeutet, dass bei Fortschreiben der gegenwärtigen Tendenz einige irdische Jahre hinzukommen werden; verglichen mit der das Jenseits einbeziehenden Lebenserwartung ‚früher' bildet die Gesamtkurve jedoch eine Art Hyperbel, die von der ‚früher' unendlichen Lebenserwartung auf das eher bescheidene, nach Jahrzehnten rechnende Maß ‚heute' zurückgeht.

Imhof nennt das die ‚verlorene Ewigkeit', für ihn das Sinnbild für die Schwierigkeit des modernen Menschen, mit seiner Vergänglichkeit fertig zu werden. Das Schema, Mitte der 1980er Jahre entworfen und inzwischen selbst historisch, mag manchem Betrachter, dem das religiöse Denken völlig fremd ist, lediglich als eine Spielerei erscheinen. Imhof leitete seinerzeit eine Art Handlungsbedarf aus den suggestiv diagrammatisch abgebildeten Befunden ab. Zwar war ihm klar, dass die Zeit nicht zurückgedreht werden könne, aber er sah seine Gegenwart (der 1980er Jahre, wie hier hinzuzufügen ist) im „Zustand der Leere", dem nur durch eine „funktionierende und auch die schwersten Dinge integrierende Weltanschauung" abgeholfen werden könne: „Es ist schwer, ohne Weltanschauung zu leben, und noch schwerer zu sterben."[48] In Ermangelung einer eigenen ‚Weltanschauung' wünschte Imhof wenigstens zum ‚Nachdenken' anzuregen; diesem Beispiel kann hier nur gefolgt werden.

Seele und eidetische Unsterblichkeit

Individuelle Unsterblichkeit, so der Befund, ist in der Geschichte der Medizin keine Option gewesen, und daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern. Die Aussicht auf ein jenseitiges Leben der Seele, wie auch

[48] Ebd., 26.

immer dies mit einem ‚auferstandenen‘ Leib zu kombinieren sein wird, mag als Trost dienen. Da zuvor in jedem Fall noch das Jüngste Gericht abzuwarten sein wird, dessen Termin sich einer Berechnung entzieht,[49] ist (unendliche) Geduld gefragt. Für diejenigen, denen eine Aussicht auf individuelle Unsterblichkeit fremd ist, bleibt die Hoffnung auf Nachruhm als Teil-Unsterblichkeit und das Fortleben in den eigenen Werken. Doch gibt es in der antiken Philosophie ein weiteres Angebot, das elegant die Defizite der bislang skizzierten Modelle auszugleichen vermag. Die Rede ist noch einmal von Aristoteles, nun als Naturphilosoph. Während die Platonische Philosophie einen Dualismus von Körper und Seele lehrt, der durch das Christentum eigentümlich verstärkt, dem (Weiter-)Leben der Seele, verglichen mit demjenigen des Körpers, einen höheren Stellenwert einräumt, findet sich bei Aristoteles eine gänzlich andere Betrachtungsweise. Der individuelle Körper ist für Aristoteles ohne Seele gar nicht vorstellbar, ebenso wenig allerdings kann die Seele ohne den Körper sein. Die Seele ist „Substanz (οὐσία/*ousia*) [...] im Sinne von Form (εἶδος/*eidos*) eines natürlichen Körpers, der die Möglichkeit nach Leben besitzt.“[50] Die Seele existiert nicht getrennt vom Körper, sie ist vielmehr die „erste vollendete Wirklichkeit (ἐντελέχεια/*entelecheia*) eines natürlichen organischen Körpers.“[51]

Die Seele ist in der aristotelischen Vier-Ursachen-Lehre Form, Zweck und Bewegungsprinzip des Körpers, der als vierte ‚Ursache‘ auch aus Stoff (Fleisch und Blut) besteht. Für Aristoteles stirbt die Seele mit dem Körper, da sie das Lebensprinzip, das Lebendig-sein, ist; wie sollte das Lebendig-sein ohne den Körper existieren? Er entwirft „zwischen zwei von ihm als gleich unattraktiv empfundenen Extremen“[52] – einem reduktiven Materialismus und dem Platonischen Dualismus – eine eigene Position. Zwar schließt Aristoteles eine individuelle Unsterblichkeit von Körper und Seele aus, aber vermittels der ‚Form‘, des *eidos*, ergibt sich die Perspektive einer *eidetischen Unsterblichkeit*:

---

49 Vgl. „Das Evangelium nach Lukas“, 17, 20f. und „Der erste Brief an die Thessalonicher“, 5, 2, in: *Die Heilige Schrift des Alten und des Neuen Testaments* (Zürich: Verlag der Züricher Bibel, 1975 [1942]), 105 bzw. 266.

50 Aristoteles, „*De anima*“, in: ders., *Über die Seele: Griechisch/Deutsch*, übers. und hg. Gernot Krapinger (Stuttgart: Reclam, 2011), 59.

51 Ebd., 61.

52 Christopher Shields, „Seele“, in: *Aristoteles-Handbuch: Leben, Werk, Wirkung*, hg. Christof Rapp und Klaus Corcilius, (Stuttgart und Weimar: Metzler, 2011), 313-323.

> Denn die natürlichste Leistung der Lebewesen [...] ist es, ein anderes hervorzubringen wie sie selbst, [...] damit sie, soweit sie es können, am Immerwährenden und Göttlichen teilhaben. Denn danach strebt alles und auf diesen Endzweck zielt alles naturgemäße Handeln ab [...] Somit bleibt es nicht als es selbst fortdauernd bestehen, sondern wie es selbst zwar nicht der Zahl, wohl aber der Art (εἶδος [*eidos*]) nach eines ist.[53]

Die „eidetische Unsterblichkeit" des Aristoteles ist demnach die biologische Unsterblichkeit des Menschen und anderer Arten; die Arten nämlich hält der Philosoph für unveränderlich und ewig. Die Zeugung garantiert die Kontinuität der Arten. Das Aristotelische Konzept formuliert damit eine „Vorstellung von Unsterblichkeit, die, unabhängig von Religion, sich rein im Diesseits verwirklicht".[54]

53 Aristoteles, „*De anima*", 75-77.

54 Maria Liatsi, „Der Unsterblichkeitsgedanke im Kontext der Aristotelischen Naturwissenschaft", in: *Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption*, hg. Jochen Althoff, Sabine Föllinger und Georg Wöhrle, Bd. 24 (Trier: WVT, 2014), 47-57; 57.

Literaturverzeichnis

Aristoteles. *Rhetorik*. Übers. und Hg. Gernot Krapinger. Stuttgart: Reclam, 1999.

---. *Über die Seele: Griechisch/Deutsch*. Übers. und Hg. Gernot Krapinger. Stuttgart: Reclam, 2011.

Assmann, Jan, Friedo Ricken, Burkhard Mojsisch, Matthias Bloch und Walter Sparn. „Unsterblichkeit“. In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie* Bd. 11. Hg. Joachim Ritter *et al.* Basel: Schwabe Verlag, 2001. Sp. 275-294.

Eckart, Wolfgang U. und Robert Jütte. *Medizingeschichte: Eine Einführung*. Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2014.

Eckermann, Johann Peter. *Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens*. Hg. Christoph Michel und Hans Grüters. Berlin: Deutscher Klassiker Verlag, 2011.

Frenschkowski, Marco. „Glaube an eine Fortexistenz nach dem Tod“. In: *Sterben und Tod: Geschichte, Theorie, Ethik*. Hg. Héctor Wittwer, Daniel Schäfer und Andreas Frewer. Stuttgart und Weimar: Metzler, 2010. 203-214.

Geiger, Karin. „Lebensverlängerung“. In: *Sterben und Tod: Geschichte, Theorie, Ethik*. Hg. Héctor Wittwer, Daniel Schäfer und Andreas Frewer. Stuttgart und Weimar: Metzler, 2010. 149-154.

Groß, Dominik, Martina Ziefle und Daniel Schäfer. „Bestattungsformen: Wandel in der Moderne“. In: *Sterben und Tod: Geschichte, Theorie, Ethik*. Hg. Héctor Wittwer, Daniel Schäfer und Andreas Frewer. Stuttgart und Weimar: Metzler, 2010. 267-276.

Hartmann, Fritz. „Unsterblichkeit, ein ärztliches Problem?“ In: *Unsterblichkeit*. Hg. Friedrich Niewöhner und Richard Schaeffler. Wiesbaden: Harrassowitz, 1999. 21-31.

Haycock, David B. *Mortal Coil: A Short History of Living Longer*. New Haven and London: Yale University Press, 2008.

Hippokrates. *Ausgewählte Schriften*. Übers. und Hg. Hans Diller. Stuttgart: Reclam, 1994.

Hofer, Hans-Georg. „Frischzellen-Fama: Paul Niehans und die westdeutsche Aufbaugesellschaft der 1950er Jahre“. In: *Arzneimittel des 20. Jahrhunderts: Historische Skizzen von Lebertran bis Contergan.* Hg. Nicholas Eschenbruch *et al*. Bielefeld: Transcript, 2009. 229-253.

Hunger, Herbert. *Lexikon der griechischen und römischen Mythologie*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1974.

Imhof, Arthur E. *Die verlorenen Welten: Alltagsbewältigung durch unsere Vorfahren – und weshalb wir uns heute so schwer damit tun.* München: C.H. Beck, 1984.

Jacoby, Felix. *Die Fragmente der griechischen Historiker*. *Erster Teil: Genealogie und Mythographie*. Berlin: Weidmann, 1923.

Kahlert, Heike. „Die hundertjährige Frau – neue Alter(n)s- und Geschlechterkonstruktionen in der alternden Gesellschaft?". In: *Alter(n) anders denken: Kulturelle und biologische Perspektiven*. Hg. Brigitte Röder, Willemijn De Jong und Kurt W. Alt. Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2012. 379-402.

Koopmann, Helmut. „Der Erwählte". In: Hg. Ders. *Thomas-Mann-Handbuch*. Stuttgart: Kröner, 1995. 498-515.

Krug, Antje. *Heilkunst und Heilkult: Medizin in der Antike*. München: C.H. Beck, 1993.

Leven, Karl-Heinz. Hg. *Antike Medizin: Ein Lexikon*. München: C.H. Beck, 2005.

---. „*Res non naturales*". In: *Antike Medizin: Ein Lexikon*. Hg. Ders. München: C.H. Beck, 2005. Sp. 751f.

---. „Hightech-Medizin". In: *200 Jahre Universitätsklinikum Erlangen, 1815-2015*. Hg. Ders. und Andreas Plöger. Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2016. 325-409.

Liatsi, Maria. „Der Unsterblichkeitsgedanke im Kontext der Aristotelischen Naturwissenschaft". In: *Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption*. Hg. Jochen Althoff, Sabine Föllinger und Georg Wöhrle. Bd. 24. Trier: WVT, 2014. 47-57.

Mukherjee, Siddhartha. *Der König aller Krankheiten: Krebs – eine Biografie*. Übers. Barbara Schaden. Köln: Du Mont, 2012 [2010].

Niewöhner, Friedrich und Richard Schaeffler. Hg. *Unsterblichkeit*. Wiesbaden: Harrassowitz, 1999.

Niewöhner, Friedrich. „Von der Geschichte zur Ethik". In: *Unsterblichkeit*. Hg. Ders. und Richard Schaeffler. Wiesbaden: Harrassowitz, 1999. 13-19.

Nünlist, René. „Tithonos". In: *Der Neue Pauly* 12/1. Hg. Hubert Cancik und Helmuth Schneider. Stuttgart: Metzler, 2002. Sp. 627.

Pindar. *Oden: Griechisch/Deutsch*. Übers. und Hg. Eugen Dönt. Stuttgart: Reclam, 1986.

Platon. *Der Staat*. Übers. und Hg. Karl Vretska. Stuttgart: Reclam, 1982.

Röder, Brigitte, Willemijn De Jong und Kurt W. Alt. Hg. *Alter(n) anders denken: Kulturelle und biologische Perspektiven*. Köln, Weimar und Wien: Böhlau, 2012.

Rothschuh, Karl E. *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart*. Stuttgart: Hippokrates, 1978.

Scherer, Georg, Martin Ott und Heino Sonnemans. „Unsterblichkeit“. In: *Lexikon für Theologie und Kirche* 10. Hg. Walter Kasper. Freiburg: Herder, 2001. Sp. 432-435.

Seidler, Eduard. „Primärerfahrung von Not und Hilfe“. In: *Krankheit, Heilkunst, Heilung*. Hg. Heinrich Schipperges, Eduard Seidler und Paul Unschuld. Freiburg und München: Alber, 1978. 399-418.

--- und Karl-Heinz Leven. *Geschichte der Medizin und der Krankenpflege*. Stuttgart: Kohlhammer, 2003.

Shields, Christopher. „Seele“. In: *Aristoteles-Handbuch: Leben, Werk, Wirkung*. Hg. Christof Rapp und Klaus Corcilius. Stuttgart und Weimar: Metzler, 2011. 313-323.

Staden, Heinrich von. „Incurability and Hopelessness: The Hippocratic Corpus“. In: *La maladie et les maladies dans la collection hippocratique: Actes du VIe Colloque International Hippocratique* (Quebec 1987). Hg. Paul Potter, Gilles Maloney und Jacques Desautels. Québec: Les éditions du Sphinx, 1990. 75-112.

Stolberg, Michael. *Die Geschichte der Palliativmedizin: Medizinische Sterbebegleitung von 1500 bis heute*. Frankfurt a. M.: Mabuse, 2011.

Thane, Pat. „Geriatrics“. In: *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*. Bd. 2. Hg. William F. Bynum and Roy Porter. London and New York: Routledge, 1993. 1092-1115.

Wagner-Hasel, Beate. *Alter in der Antike: Eine Kulturgeschichte*. Wien, Köln und Weimar: Böhlau, 2012.

Weiher, Anton. Hg. *Homerische Hymnen: Griechisch und deutsch*. München und Zürich: Artemis, 1986.

Wellershoff, Dieter: „Das Rätsel der Sphinx: Alter, Sterben und die vitale Illusion“. In: *Alter in der Antike: Die Blüte des Alters aber ist die Weisheit*. Hg. Landschaftsverband Rheinland. Darmstadt: Philipp von Zabern Verlag, 2009. 9-17.

Wittern, Renate. „Die Unterlassung ärztlicher Hilfeleistung in der griechischen Medizin der klassischen Zeit“. *Münchener Medizinische Wochenschrift* 121 (1979): 731-734.

Wittwer, Héctor, Daniel Schäfer und Andreas Frewer. Hg. *Sterben und Tod: Geschichte, Theorie, Ethik*. Stuttgart und Weimar: Metzler, 2010.

‚Unendliche Sehnsucht' der Romantik

CHRISTINE LUBKOLL

Abstract: Phantasien über die Unendlichkeit spielen in der Literatur der Romantik eine zentrale Rolle. Dabei geht es nicht um eine unbestimmte Schwärmerei, sondern viel eher – vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Diskurse – um eine Verbindung von rationaler ‚Konstruktion' und ‚Imagination'. Mathematische und philosophische Überlegungen werden zudem mit der Frage verbunden, wie das Unendliche sprachlich zu fassen sei. Der Beitrag entfaltet diese Kernfrage am Beispiel des romantischen Sehnsuchtsmotivs, das eng mit dem Unendlichkeitsdenken verknüpft ist. Zunächst werden die philosophischen Hintergründe dargelegt, auf die sich die Romantik bezieht; sodann geht es um die thematische und formale Darstellung des Unendlichen in der bildenden Kunst (Caspar David Friedrich), der Literatur (Novalis) und der Musik (Ludwig van Beethoven) beziehungsweise Musikliteratur (E.T.A. Hoffmann).

Die Sehnsucht nach dem Unendlichen – oder auch: die unendliche Sehnsucht – kann als eines der Hauptthemen der literarischen Strömung der Romantik um 1800 gelten. Wir finden das Motiv in philosophischen Abhandlungen eines Novalis oder Friedrich Schlegel ebenso wie in Gedichten von Joseph von Eichendorff; wir finden es in der poetologischen Vision einer „progressiven Universalpoesie" genauso wie in romantischen Erzählungen –[1] von Wilhelm Heinrich Wackenroder und Ludwig Tieck über Clemens Brentano bis hin zu E.T.A. Hoffmann. Dabei handelt es sich – wie der folgende Beitrag aus der Sicht der Literaturwissenschaft zeigen möchte – nicht einfach um eine irrationale Schwärmerei (auf die man die Romantik lange reduziert hat), sondern durchaus um einen kalkulierten Diskurs, der nicht zuletzt an Diskussionen über Unendlichkeit in wissenschaftlichen Disziplinen anknüpft – an die Theologie, die Philosophie, die Mathematik und die Physik.

Im Rahmen der interdisziplinären Erlanger Universitätstage mit dem Schwerpunktthema ‚Unendlichkeit' beschäftige ich mich daher mit der Frage, welche Rolle das Nachdenken über ‚das Unendliche' (und der Versuch seiner poetischen Darstellung) in der romantischen Literatur spielt: Welche Vorstellungen macht man sich in der romantischen Poesie über

[1] Friedrich Schlegel, „116. Athenäumsfragment", in: ders., *Charakteristiken und Kritiken I (1796-1801),* hg. Hans Eichner (München, Paderborn und Wien: Schöningh, 1967) 182f. (= *Kritische Friedrich Schlegel-Ausgabe*, hg. Ernst Behler unter Mitwirkung von Jean-Jacques Anstett und Hans Eichner, Zweiter Band, Erste Abteilung: *Kritische Neuausgabe*).

das Unendliche? Welche Diskurse werden in der poetologischen Auseinandersetzung aufgegriffen und weitergeführt? Wie wirkt sich das Faszinosum (oder auch das Paradox), dass man zwar vom ‚Unendlichen' spricht, es aber doch nicht erfassen oder begreifen kann, auf die dichterische Einbildungskraft und auf poetische Darstellungsweisen aus?

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie gerade im Konzept der ‚unendlichen Sehnsucht' wissenschaftliches Denken und Poesie in einer Synthese von ‚Konstruktion' und ‚Imagination' zusammengeführt werden. Die romantische Poesie erweist sich als ein intensiver Versuch, sich dem Unendlichen durch ästhetische Darstellungsweisen zu nähern, und zwar mit Mitteln der Literatur, der bildenden Kunst und der Musik.

Der Beitrag gliedert sich in vier Teile. Zunächst geht es um eine erste Klärung des Begriffs des Unendlichen und einen kurzen Überblick über seine Deutungen und Bewertungen in der Philosophie von der Antike bis um 1800. So kann gezeigt werden, an welchen Diskussionsstand die Romantiker um 1800 anknüpfen konnten.

Im zweiten Schritt soll in das Themengebiet der Romantik eingeführt und hier vor allem erläutert werden, welche Bedeutung die ‚unendliche Sehnsucht' in der Romantik und welchen Stellenwert sie für das romantische Kunstverständnis hat. Ich gehe dabei auf Beispiele aus der bildenden Kunst (Caspar David Friedrich), der Philosophie beziehungsweise Dichtungstheorie (Friedrich Schlegel, Novalis) und der Literatur (nochmals: Novalis) ein.

Im dritten Teil wird ein Beispiel aus der Musik in den Vordergrund gerückt: Sie gilt in der Romantik vielen Dichtern als diejenige Kunst, die besonders geeignet erscheint, das Gefühl der ‚unendlichen Sehnsucht' ästhetisch zur Darstellung zu bringen. E.T.A. Hoffmann hat dies in seiner Besprechung von Ludwig van Beethovens 5. Symphonie zum Ausdruck gebracht, die kurz vorgestellt und deren Stellenwert für den romantischen Sehnsuchtsdiskurs erläutert wird.

Den Schluss bildet dann ein kleiner Ausblick auf die Grenzen, aber auch auf die Weiterentwicklung der romantischen Unendlichkeitssehnsucht in der Moderne.

Begriffsklärung: Das Unendliche von der Antike bis um 1800[2]

Alles gaben die Götter, die unendlichen,
Ihren Lieblingen ganz,
Alle Freuden, die unendlichen,
Alle Leiden, die unendlichen, ganz.[3]

Dieses kleine Gedicht von Johann Wolfgang von Goethe, das natürlich nicht der Romantik zuzurechnen ist (Goethe stand der Romantik zeitlebens kritisch gegenüber), sondern das in der Übergangszeit zur Klassik entstanden ist, bildet den Anfang der folgenden Vorüberlegungen. Es ist hilfreich zur Einführung in das Thema, weil man an ihm erstens einige Grundüberlegungen zum ‚Unendlichen' verdeutlichen kann und weil es zweitens dazu dienen kann, das romantische Unendliche (im Gegensatz zum Goetheschen) zu konturieren.

Durch die Konstruktion des Gedichtes wird auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Vokabel des ‚Unendlichen' in zwei (genau genommen sogar in drei) verschiedenen Dimensionen verwendet wird. Erstens wird unterschieden zwischen einem ‚göttlichen Unendlichen' (in der ersten Zeile) und einer menschlichen Wahrnehmung beziehungsweise einer Zuschreibung des Unendlichen (in den Zeilen 3 und 4).

Schon in der Antike gibt es eine solche Unterscheidung zwischen einem überirdischen, ewig gültigen Unendlichen und der menschlichen Vorstellung davon. Das griechische ‚*ápeiron*' (wörtl.: das Unbegrenzte, im

---

[2] Siehe zum Begriff des Unendlichen und zur Geschichte des Unendlichkeitsdiskurses insbesondere die Artikel: Gereon Wolters, „Unendlich / Unendlichkeit" und Siegfried Blasche, „Unendliche, das", in: *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, hg. Jürgen Mittelstraß (Stuttgart: Metzler, 2004), 389-392 bzw. 392-395; Adrian William Moore, „Infinity", in: *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, ed. Edward Craig (London, New York: Routledge, 1998), 772-778; Wolfhart Pannenberg, „Unendlichkeit", in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie,* Bd. 11, hg. Joachim Ritter, Karlfried Gründer und Gottfried Gabriel (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001), 140-146. Vgl. Paolo Zellini, *Eine kurze Geschichte der Unendlichkeit* (München: Beck, 2010); Herbert Beckert, *Zur Erkenntnis des Unendlichen (*Stuttgart: Hirzel, 2001); Hans Lauwerier, *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen* (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1993).

[3] Johann Wolfgang Goethe in einem Brief an Gräfin Augusta zu Stollberg vom 17. Juli 1777: Johann Wolfgang Goethe, „An Augusta Luise Gräfin zu Stolberg-Stolberg", in: ders., *Briefe. Band 3 I. 8. November 1775 – Ende 1779. Text,* hg. Georg Kurscheidt und Elke Richter (Berlin und Boston: De Gruyter, 2014), 154f.; 154. (= Johann Wolfgang Goethe, *Briefe, Historisch-kritische Ausgabe*, hg. Georg Kurscheidt, Norbert, Oellers, Elke Richter, GB 3 I).

Gegensatz zu ‚*peras*': Grenze, Begrenztes) wird von dem Philosophen Anaximander von Milet (6. Jh. v. Chr.) noch als Quelle allen Seins verstanden (in diesem Sinne mag dies auch noch bei Goethe gemeint sein: „Alles gaben die Götter, die unendlichen […]").[4] Später aber unterscheidet Aristoteles zwischen einem ‚potenziell Unendlichen' (hinter dem immer noch etwas kommt/kommen kann) und einem ‚aktual Unendlichen', das zu einem Zeitpunkt als unbegrenzte Ausdehnung gedacht wird. Man muss hier allerdings berücksichtigen, dass es bei Aristoteles in erster Linie um kosmologische Dimensionen, vor allem um mathematische Spekulationen geht. Das potenzielle Unendliche ist eigentlich ein mathematisch gedachtes Konzept – es beruht darauf, dass man, wenn man zählt, immer noch etwas hinzuzählen kann, ohne Ende. Das aktuale Unendliche (man könnte auch sagen: die gewissermaßen räumliche Vorstellung von einer Unendlichkeit) lehnt Aristoteles dagegen ab: ‚Unendlich sein' ist ein Mangel und kein Ausdruck der Vollkommenheit; es ist gleichbedeutend mit dem Fehlen einer Grenze.[5]

Auch diese unterschiedliche Bewertung des Unendlichen (positiv=potenziell; negativ=aktual) durchzieht die Unendlichkeitsphilosophie der Antike. In der Spätantike und dem Mittelalter – dort also, wo die Philosophie mit christlichen Vorstellungen verbunden ist – wird die unterschiedliche Bewertung auch moralisch aufgeladen: Das negative Unendliche ist der höllische Abgrund; das positive das ewige Reich Gottes. Diese Gewichtung mag noch bei Goethe mitschwingen. Sein Gedicht nennt ausdrücklich beides: die „Freuden, die unendlichen" (die dem ‚göttlichen Unendlichen' im Text näher stehen) und die „Leiden, die unendlichen". Man bemerke allerdings, dass Goethe nicht von *einem Gott* (dem christlichen), sondern – ganz antikisch – von *den Göttern* (im Plural) spricht.

Eine wichtige Voraussetzung für Goethes Umgang mit dem Unendlichen ist zudem die Entwicklung der Unendlichkeitsphilosophie in der Neuzeit. Vor allem die Rationalisten sind hier zu nennen, René Descartes und später Gottfried Wilhelm Leibniz. Wichtig ist, dass sie der *Idee* der Unendlichkeit eine bedeutende Funktion zuschreiben: Sie ist gewissermaßen der Ursprung oder die Keimzelle des Denkens und der Möglichkeit, dass der Mensch Einblicke in die ihn umgebende Wirklichkeit

4 Vgl. Pannenberg, „Unendlichkeit", 140.

5 Vgl. Aristoteles, „Physik, III, 205b,35-206a,9", in: ders., *Physik, Erster Halbband, Bücher I-IV*, übers. und hg. Hans Günter Zekl (Hamburg: Meiner, 1987), 133f.

gewinnt. Für René Descartes ist die Idee des Unendlichen die Voraussetzung für das Erkennen endlicher Dinge in der Welt: Er geht davon aus, dass Gott die Idee des Unendlichen dem menschlichen Geist mitgegeben hat (als ‚angeborene Idee'):

> So bleibt also allein die Idee Gottes übrig […]. Unter dem Namen Gott verstehe ich eine bestimmte unendliche, unabhängige, höchster Einsicht fähige, allmächtige Substanz, von der sowohl ich selbst, als auch alles andere, was es auch sei, geschaffen ist, falls irgendetwas anderes vorhanden sein sollte.[6]

Diese Überlegung, die ihn zu seinem berühmten „*Cogito ergo sum*" („ich denke, also bin ich") führt, wertet Descartes übrigens als Gottesbeweis.[7]

Nach Leibniz, dessen Nachdenken über das Unendliche vor allem durch die Beschäftigung mit der Mathematik angeregt ist, die zu seiner Zeit einen enormen Aufschwung erhält – es wird auch das mathematische Zeichen für ‚unendlich' (∞) in dieser Zeit etabliert – zeigt sich die göttliche Unendlichkeit und Vollkommenheit im Kleinsten, in den Monaden: Sie sind einerseits stets Repräsentanten eines Unendlichen, andererseits sind sie – so das Postulat – selber unendlich:

> Das wahre Unendliche ist, streng genommen, nur im Absoluten, welches jeder Zusammensetzung vorausgeht und nicht durch Zusammenfügen von Teilen gebildet ist.[8]
> [Aber:]
> Die Idee des Absoluten ist innerlich in uns, wie die des Seins; und die verschiedenen Formen des Absoluten sind nichts anderes als die Attribute Gottes.[9]

Wichtig ist hier die Verhältnisbestimmung von Teil und Ganzem. Ein Paradox besteht darin, dass das Unendliche, das *per se* durch eine permanente Grenzenlosigkeit bestimmt ist, doch als etwas Vollkommenes, etwas Ganzes gedacht wird. Und dieses Problem lösen Descartes und

---

6 René Descartes, „Dritte Meditation", in: *Meditationen: Mit sämtlichen Einwänden und Erwiderungen*, übers. und hg. Christian Wohlers (Hamburg: Felix Meiner, 2009), 39-57; 49.

7 Ebd., 39ff.

8 Gottfried Wilhelm Leibniz, „Von der Unendlichkeit", in: ders., *Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand*, übers. Ernst Cassirer (Hamburg: Felix Meiner, 1971), 144-148; 144.

9 Ebd., 146.

Leibniz so, dass sie eben annehmen, dass in einzelnen Dingen (Menschen, Erscheinungen der Natur) das Ganze doch wirksam ist, sich in ihnen zeigt. Durch den Pantheisten Baruch de Spinoza (1632-1677), der einen wichtigen Einfluss nicht nur auf Goethe, sondern auch auf die Romantiker ausübte,[10] wird dieser Gedanke noch radikalisiert: Er sieht das Wirken Gottes und damit einer unendlichen Schöpferkraft in allen einzelnen Erscheinungen der Natur lebendig; das Unendliche ist kein (unbestimmter, unfassbarer) Gegenpol zum Endlichen, sondern es zeigt sich sozusagen mitten unter uns.

Dies führt zurück zum Ausgangstext: Wir können nun in Goethes Gedicht jene Auffassung wiedererkennen, die sich in der neuzeitlichen Philosophie entwickelt hat: nämlich die Vorstellung einer von Gott (beziehungsweise bei Goethe: von den Göttern) gegebenen Vollkommenheit der Welt (und des Menschen!), die durch ein dynamisches Wechselspiel von Unendlichkeit (dem Absoluten) und Endlichkeit (der begrenzten Existenz des Einzelnen) bestimmt ist:

> Alles gaben die Götter, die unendlichen,
> Ihren Lieblingen ganz,
> Alle Freuden, die unendlichen,
> Alle Leiden, die unendlichen, ganz.[11]

Das Gedicht beschreibt erstens den gänzlich harmonischen Zusammenhang zwischen den „Göttern“ und ihren „Lieblingen“, den Menschen, die – als endliche Wesen – an der ‚Gabe‘ des Unendlichen teilhaben. Durch die Betonung der Vokabeln „Alles“ (zu Beginn des 1., 3. und 4. Verses) und „ganz“ (Vers 2 und 4) wird dabei zweitens die Vorstellung einer Vollkommenheit suggeriert, einer buchstäblichen ‚Voll-endung‘ (obwohl es um das Unendliche geht), und zwar einer Vollendung, welche selbst die dissonantischen Erfahrungen in sich einschließt („Alle Leiden, die unendlichen, ganz“).

---

[10] Siehe hierzu Martin Bollacher, *Der junge Goethe und Spinoza: Studien zur Geschichte des Spinozismus in der Epoche des Sturms und Drangs* (Tübingen: Niemeyer, 1969); ders., Thomas Kisser und Manfred Walther, hg., *Ein neuer Blick auf die Welt: Spinoza in Literatur, Kunst und Ästhetik* (Würzburg: Königshausen & Neumann, 2010).

[11] Johann Wolfgang Goethe, „An Augusta Luise Gräfin zu Stolberg-Stolberg“, 154.

Das romantische Kunstverständnis und die unendliche Sehnsucht

Vor diesem Hintergrund kann klar konturiert werden, welchen Stellenwert das Unendliche beziehungsweise die unendliche Sehnsucht für das romantische Kunstverständnis hat. Zunächst lässt sich das Wesen der Romantik ganz gut in Abgrenzung zu Goethes Gedicht verdeutlichen.

Der Germanist Fritz Strich hat Anfang des 20. Jahrhunderts ein viel beachtetes Buch über den Vergleich von Klassik und Romantik verfasst, das den Titel trägt: *Deutsche Klassik und Romantik oder: Vollendung und Unendlichkeit*.[12] Dabei versucht er, die beiden Strömungen durch Gegensatzpaare zu charakterisieren:

Klassik		**Romantik**
Vollendung	–	Unendlichkeit
Geschlossen	–	Offen
Ruhe	–	Bewegung
(statisches Schönheitsideal)	–	(Dynamik als ästhetisches Prinzip)
Einheit	–	Vielheit
Harmonie	–	Widerspruch
Klarheit	–	Verworrenheit

Deutlich wird hier, dass der Begriff des Unendlichen eine neue Bedeutung bekommt: Er bezeichnet nicht mehr die Vollendung und Harmonie einer wohlgeordneten Welt, in der der Mensch *per se* aufgehoben ist; vielmehr bedeutet Unendlichkeit vor allem eine unabschließbare Offenheit, eine permanente Dynamik, der sich der vereinzelte Mensch gegenüber sieht und die entweder bedrohlich erscheint („Verworrenheit"), oder aber zumindest als etwas Unerreichliches, vom Menschen Getrenntes („Widerspruch"). Die romantische Literatur ist daher voll von Figuren, die an der Unvollkommenheit der Welt leiden, die krank sind bis zum Wahnsinn, die als Künstler einer kalten und oberflächlichen Welt gegenüber stehen. Das Individuum ist nicht Teil eines harmonischen Ganzen, erfüllt vom göttlichen Unendlichen, sondern es ist als Vereinzeltes dem Universum ausgesetzt. Dieser Grundhaltung hat der Maler Caspar David Friedrich auf sehr intensive Weise Ausdruck verliehen:

[12] Fritz Strich, *Deutsche Klassik und Romantik oder Vollendung und Unendlichkeit: Ein Vergleich* (München: Francke, 1922).

Abbildung: *Der Mönch am Meer*, Caspar David Friedrich, 1808–1810; Öl auf Leinwand, 110 × 171,5 cm, Alte Nationalgalerie.

Caspar David Friedrichs Gemälde *Der Mönch am Meer* entstand zwischen 1808 und 1810. Es wurde erstmals 1810 auf der Berliner Akademie-Ausstellung gezeigt und von den Zeitgenossen als ungeheuer modern wahrgenommen. Bedeutende Dichter haben sich dazu geäußert und damit nicht nur dem Maler zu Ruhm verholfen, sondern auch die Rezeption des Bildes entscheidend geprägt. So erblickt Clemens Brentano darin die vollkommene Darstellung der romantischen Sehnsucht;[13] Heinrich von Kleist modifiziert beziehungsweise radikalisiert diese Sicht noch: Zwar sei es „herrlich […], in einer unendlichen Einsamkeit am Meeresufer, unter

[13] Clemens Brentanos Besprechung von Friedrichs *Der Mönch am Meer* wurde von Heinrich von Kleist bearbeitet und in den *Berliner Abendblättern* abgedruckt: Heinrich von Kleist, „Empfindungen vor Friedrichs Seelandschaft", in: Heinrich von Kleist, *Sämtliche Werke: Brandenburger Ausgabe*, hg. Roland Preuß und Peter Staengle. Band II.7: *Berliner Abendblätter I* (Frankfurt a.M.: Stroemfeld, 1997), 61f. Ursprünglich erschien die Besprechung Clemens Brentanos zusammen mit einer Rezension Achim von Arnims; Clemens Brentano und Achim von Arnim: „Verschiedene Empfindungen vor einer Seelandschaft von Friedrich, worauf ein Kapuziner. (Bei einer Kunstausstellung.)", *Iris: Unterhaltungsblatt für Freunde des Schönen und Nützlichen,* Nr. 20 (28. Januar 1826): 77-78. Vgl. dazu insgesamt: Christian Begemann, „Brentano und Kleist vor Friedrichs *Mönch am Meer*: Aspekte eines Umbruchs in der Geschichte der Wahrnehmung", *DVjS* 64 (1990): 89-145.

trübem Himmel, auf eine unbegrenzte Wasserwüste hinauszuschauen",[14] so der Autor in seiner Besprechung in den *Berliner Abendblättern*; allerdings fehle in dem Bild eigentlich ein dingfester Bezugspunkt der Sehnsucht, da ja alle Grenzen verwischt seien. Mehr noch, das Bild habe selbst keine Grenze, keinen Rahmen, das sei das Provokative: Es ist, „wenn man es betrachtet, als ob Einem die Augenlider weggeschnitten wären".[15] Was Kleist behauptet, ist, dass die Sehnsucht im Bild eine Leerstelle sei; durch die dargestellte Endlosigkeit und Konturlosigkeit habe die Sehnsucht kein konkretes Ziel: „Das aber, wo hinaus ich mit Sehnsucht blicken sollte, die See, fehlte ganz".[16] Stattdessen ist es das Bild selbst, das durch die Darstellung dieser Leere und Unendlichkeit Sehnsucht im Betrachter erzeugt: „Das, was ich in dem Bilde selbst finden sollte, fand ich erst zwischen mir und dem Bilde".[17]

Es gibt eine Beschreibung des Bildes durch Friedrich selbst, die diese Sichtweise bestätigt (dass nämlich der Gegenstand der Sehnsucht im Bild verloren ist und genau diese Negation im Bild dargestellt sei):

> Da hier einmal von Beschreibungen die Rede ist, so will ich Ihnen eins meiner Beschreibungen mitheilen [*sic*!], über eins meiner Bilder so ich [unlängst] Vollendet habe; oder eigentlich, meine Gedanken, über ein Bild; den[n] Beschreibung kann es wohl nicht genannt werden. Es ist nemlich ein Seestük, Vorne ein öder sandiger Strand, dann, das bewegte Meer, und so die Luft. Am Strande geht Tiefsinnig ein Mann, im schwarzen Gewande; Möfen fliegen ängstlich schreiet um ihn her, als wollten sie Ihm warnen, sich nicht auf ungestümmen Meer zu wagen. – Dies war die Beschreibung, nun kommen die Gedanken: Und sännest Du auch vom Morgen bis zum Abend, vom Abend bis zur sinkenden Mitternacht; dennoch würdest du nicht ersinnen, nicht ergründen, das unerforschliche Jenseits! Mit übermüthigen Dünkel, wennest [wähnst] du der Nachwelt ein Licht zu werden, zu enträzlen der Zukunft Dunkelheit! Was heilige Ahndung nur ist, nur im Glauben gesehen und erkannt; endlich klahr zu wissen und zu Verstehn! Tief zwar sind deine Fußstapfen am öden sandigen Strandte; doch ein leiser Wind weht darüber hin, und deine Spuhr wird nicht mehr gesehen: Thörigter Mensch voll eitlem Dünkel![18]

---

14 Kleist, „Empfindungen vor Friedrichs Seelandschaft", 61.

15 Ebd.

16 Ebd.

17 Ebd.

18 Herrmann Zschoche, hg., *Caspar David Friedrich: Die Briefe* (Hamburg: Conference Point, 2006), 45f. [Altertümliche und zum Teil fehlerhafte Schreibweise im Original.]

Es soll an dieser Stelle nicht unterschlagen werden, dass es auch religiöse Deutungen des Bildes gibt: Hier wird der Mönch zwar als ein vereinsamter, vom Dunkel umgebener Mensch gesehen, der aber auf das göttliche Licht hofft: Der Himmel als Teil der dargestellten Unendlichkeit verweist in der Tat auf eine Helligkeit: Diese bildet sogar die Mitte des Bildes, erscheint allerdings unbestimmt, hinter dem Dargestellten verborgen.

Sichtbar bleibt allein das völlig vereinzelte Individuum, das nicht mehr – wie noch in der frühneuzeitlichen Philosophie und bei Goethe – in ein harmonisches Ganzes eingebunden ist, sondern sich als getrennt (von der Natur, vom Unendlichen) erfährt.

Hier setzt nun die romantische Sehnsucht an: Denn die Existenz eines übergeordneten Ganzen, einer göttlichen Universalität, wird ja nicht negiert (wie später in der Moderne), sondern sie wird lediglich als etwas Entferntes und Verlorenes, als etwas Wiederzugewinnendes und als etwas Erstrebenswertes angesehen. Und damit komme ich zu den philosophischen und dichtungstheoretischen Überlegungen.

Die unendliche Sehnsucht der Romantiker richtet sich darauf, sich diesem Ideal des Unendlichen in einer permanenten Bewegung anzunähern. Der Philosoph Friedrich Schlegel betont dabei, dass das Unendliche nicht etwa *ist* (also im Verborgenen existiert), sondern dass es vom menschlichen Geist überhaupt erst konstruiert werden müsse (das ist die entscheidende Neuerung gegenüber der Philosophie Descartes' und Leibniz'): Es ist sozusagen eine Annahme, die durch Abstraktion von allem Vorhandenen entsteht (Schlegel zählt dazu alles, was ‚nicht absolut' ist):

> Um nun dies zu finden, müssen wir abstrahieren von allem, was *nicht absolut* ist. Dies tun wir aber nicht etwa bloß dadurch, daß wir das, was nicht absolut ist, wegdenken. Nein, wir müssen das konstruieren, was dem entgegengesetzt ist, von dem wir abstrahieren sollen. Wir müssen also das *Unendliche* schlechthin setzen.[19]

Das klingt kompliziert, ist es wahrscheinlich auch. Denn paradoxerweise wird etwas gedacht, was sich nicht denken lässt, über etwas gesprochen, was sich eigentlich in Worten nicht darstellen lässt. Deshalb beschreibt

[19] Friedrich Schlegel, „Einleitung zu den Philosophischen Vorlesungen Jena 1800-1807", in: ders., *Philosophische Vorlesungen (1800-1807). Erster Teil,* hg. Jean Jacques Anstett (München, Paderborn und Wien: Schöningh, 1964), 1-105; 5 (= *Kritische Friedrich Schlegel-Ausgabe*, hg. Ernst Behler unter Mitwirkung von Jean Jacques Anstett und Hans Eichner, Zwölfter Band, Zweite Abteilung: *Schriften aus dem Nachlass*).

Schlegel das „Bewußtsein des Unendlichen" übrigens nicht als ein Wissen, sondern als ein Gefühl, nämlich – in Anlehnung an Immanuel Kant – als ein „Gefühl des Erhabenen".[20] Es handelt sich um eine Ahnung, die aber nicht irrational ist, sondern eben „konstruiert", eine Ahnung, die zugleich einher geht mit der unendlichen Sehnsucht. Dieses Gefühl schwebt also zwischen Präsenz und Abwesenheit des Unendlichen, zwischen einer Art Erfüllung (im Moment der ‚Ahndung') und Mangel (ausgedrückt im Sehnen):

> (...) das Gefühl des Erhabenen und das Streben nach dem Ideal (...): Die ist ein Sehnen, die Sehnsucht nach dem Unendlichen.[21]

Wichtig ist nun, dass Friedrich Schlegel – und mit ihm alle Romantiker – der Dichtung (und nicht der Philosophie) die Aufgabe zuschreiben, dieses Unendliche beziehungsweise das Bewusstsein des Unendlichen in Sprache zu fassen:

> Aber, könnte man wohl einwenden, ist denn das *Unendliche* nicht selbst eine *Erdichtung*? Ist es nicht ein *Irrthum*, oder eine *Täuschung*, oder *Mißverstand*?
>
> Hierauf antworten wir also: ja, es ist *Erdichtung*. Aber eine schlechthin notwendige Erdichtung. Unser Ich hat die Tendenz, sich dem Unendlichen zu nähern, und dadurch, daß das Ich gleichsam hinströmt, sich dem Unendlichen zu nähern, können wir nun das Unendliche denken.[22]

Die Methode, die Schlegel hierfür vorschwebt, ist das Programm der „progressiven Universalpoesie".[23] Im „116. Athenäums-Fragment", in dem der Autor dies verdeutlicht, wird gesagt, wie die Annäherung an das Unendliche in der Dichtung (aber auch generell in der kulturellen Praxis) vollzogen werden kann: Die Idee dabei ist (da das Ganze des Unendlichen oder das Unendliche als Ganzes nicht erreicht werden kann), dass in immer neuen Annäherungen einzelne Wahrnehmungen, einzelne Denkweisen oder Beobachtungen, auch einzelne Lebensbereiche oder Wissensformen zusammengebracht werden, dass man gewissermaßen damit experimentiert, wie sie ein Ganzes ergeben könnten. Daher werden in

---

[20] Ebd., 7.
[21] Ebd.
[22] Ebd., 9.
[23] Friedrich, Schlegel, „116. Athenäumsfragment", 182f.

literarischen Texten unendliche Reihen von poetischen Eindrücken, von poetischen Ausdrucksformen gebildet (romantische Romane enthalten immer viele Textstücke, neben der fortlaufenden Erzählung Gedichte, Märchen, Gespräche, Aphorismen) – sie sollen in sich zusammenhängen und auf ein Größeres, Unendliches verweisen. Zugleich bleiben die Romane bewusst Fragment, um das ‚Noch-Kommende' mitzudenken, die Dynamik der Sehnsucht ins Offene fortzuschreiben. Die Aussageform des Fragments ist übrigens gleichsam eine Methode der romantischen Philosophie: Schlegel und auch Novalis verfassen ihre ‚Systeme' bewusst in der Form von Fragmenten, die dann wie ein Puzzle ihr Gedankengebäude entstehen lassen (ohne dass dies je abgeschlossen wäre). Alles soll alles durchdringen. Vielstimmigkeit, Mannigfaltigkeit, Polyperspektivismus – das sind die Prinzipien, die die bunte Welt der romantischen Phantasie bestimmen.

In seinen Fragmenten zur Poesie bezieht der Dichter Novalis diese Idee – die unendliche Verknüpfung aller Einzelteile zu einem universellen, sich ständig potenzierenden, unendlichen Ganzen – auf die Aufgabe der Dichtung:

> Die Poësie hebt jedes Einzelne durch eine eigenthümliche Verknüpfung mit dem übrigen Ganzen – und wenn die Philosophie durch ihre Gesetzgebung die Welt erst zu den wircksamen Einfluß der Ideen bereitet, so ist gleichsam die Poësie der Schlüssel der Philosophie, ihr Zweck und ihre Bedeutung; denn die Poësie bildet die schöne Gesellschaft – die Weltfamilie – die schöne Haushaltung des Universums. […]
> Durch Poësie entsteht die höchste Sympathie und *Coactivität*, die innigste *Gemeinschaft* des Endlichen und Unendlichen.[24]

Es ist übrigens interessant, dass Novalis – und auch Schlegel – ihre Spekulationen über das Unendliche auf der profunden Kenntnis der Mathematik aufbauen. Novalis sah in der Mathematik sogar eine Basis seiner Kunstauffassung. So findet sich in der Fragment-Sammlung (in unmittelbarer Nähe des zitierten Textes) folgende Eintragung:

> Mathematische *Processe* – Rechnung des Unendlichen[25]

---

[24] Novalis, „Poesie", „Vorarbeiten zu verschiedenen Fragmentsammlungen 1798", in: *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*, hg. Hans-Joachim Mähl und Richard Samuel. Bd. 2: *Das philosophisch-theoretische Werk*, hg. Hans-Joachim Mähl (München: Hanser, 1978), 311-424; 321.

[25] Ebd, 330.

Vor allem aber versucht Novalis seine Strukturreflexion des Unendlichen in der Dichtung selbst umzusetzen, namentlich in seinem Roman *Die Lehrlinge zu Sais*.[26]

Erste Entwürfe zu dem Romanfragment entstanden 1798. Schon im Titel kann man eine Anspielung darauf erkennen, dass Novalis mit seinem Text eine Gegenposition zu Goethes Bildungsroman *Wilhelm Meisters Lehrjahre* aufmachen wollte (Goethes Roman war 1795/1796 erschienen und von Novalis – wegen seiner Geschlossenheit und gewollten Harmonie – als unromantisch kritisiert worden). So heißt denn auch das erste Kapitel des Romans von Novalis: „Der Lehrling". Aber dieser Roman beginnt ganz anders, als man dies von einem Bildungsroman erwartet (in dem ja die Lebensgeschichte eines Individuums erzählt wird):

> Mannichfache Wege gehen die Menschen. Wer sie verfolgt und vergleicht, wird wunderliche Figuren entstehen sehn; Figuren, die zu jener großen Chiffernschrift zu gehören scheinen, die man überall, auf Flügeln, Eierschalen, in Wolken, im Schnee, in Krystallen und in Steinbildungen, auf gefrierenden Wassern, im Innern und Äußern der Gebirge, der Pflanzen, der Thiere, der Menschen, in den Lichtern des Himmels, auf berührten und gestrichenen Scheiben von Pech und Glas, in den Feilspänen um den Magnet her, und sonderbaren Conjuncturen des Zufalls, erblickt. In ihnen ahndet man den Schlüssel dieser Wunderschrift, die Sprachlehre derselben; allein die Ahndung will sich selbst in keine feste Formen fügen, und scheint kein höherer Schlüssel werden zu wollen.[27]

Hier wird realisiert, was Novalis in seiner Dichtungstheorie postuliert: die Aneinanderreihung lauter Einzeleindrücke und Gedanken. Diese betreffen den Menschen, die Natur und die Sprache. Alles hängt mit allem zusammen, und dies führt zu einer „Ahndung" des Unendlichen, ohne dass dieses ganz zu fassen wäre.

So verwundert auch nicht der erste Satz: „Mannichfache Wege gehen die Menschen", der für das Romanfragment Programm ist. Im kurzen ersten Kapitel des Novalis'schen Bildungsromans wird nämlich nicht eine

---

[26] Siehe zum Zusammenhang zwischen der Unendlichkeitsphilosophie und der Poetologie des Novalis, auch im Hinblick auf „Die Lehrlinge zu Sais", Jürgen Daiber, *Experimentalphysik des Geistes: Novalis und das romantische Experiment* (Göttingen: Vandenhoek und Ruprecht, 2001).

[27] Novalis, „Die Lehrlinge zu Sais", in: *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*, hg. Hans-Joachim Mähl und Richard Samuel, Bd. 1*: Das dichterische Werk, Tagebücher und Briefe*, hg. Richard Samuel (München: Hanser, 1978), 199-233; 201.

Lebensgeschichte erzählt (was man beim Titel „Der Lehrling“ erwarten würde), sondern es werden gleich vier Jünglinge porträtiert, die jeweils verschiedene Wege gehen, um zu ihrer Bestimmung zu finden. Vom dem ersten wird gesagt:

> Er wusste nicht, wohin ihn seine Sehnsucht trieb. Wie er größer ward, strich er umher, besah sich andere Länder, andere Meere, neue Lüfte, fremde Sterne, unbekannte Pflanzen, Thiere, Menschen. […] Er merkte bald auf die Verbindungen in allem, auf Begegnungen, Zusammentreffen. Nun sah er bald nichts mehr allein. – In große bunte Bilder drängten sich die Wahrnehmungen seiner Sinne: er hörte, sah, tastete zugleich. Er freute sich, Fremdlinge zusammen zu bringen. Bald waren ihm die Sterne Menschen, bald die Menschen Sterne, die Steine Thiere, die Wolken Pflanzen, er spielte mit den Kräften und Erscheinungen.[28]

Dieser Lehrling verkörpert, das ist unschwer zu erkennen, das Ideal der romantischen Einbildungskraft und unendlichen Sehnsucht. Aber damit nicht genug: Neben seinen Weg werden andere gestellt: der eines begnadeten Kindes, das intuitiv alles Ahnen in sich trägt; der eines Pechvogels, dem es schwer fällt, irgendetwas zu erkennen; und der eines ungeschickten, aber phantasievollen Tagträumers.

„Mannichfache Wegen gehen die Menschen“; und gerade diese (unabschließbare) Vielfältigkeit ist es, die zusammengenommen zur Einheit des Endlichen mit dem Unendlichen führt. Man kann auch sagen: Letzteres wird – im Innern jedes Einzelnen ebenso wie in der Gemeinschaft – allererst gedacht, „konstruiert“ (um nochmals mit Schlegel zu sprechen).[29]

So findet im längeren zweiten Kapitel des Romans denn auch eine permanente Suchbewegung statt: Vier Personen (man weiß nicht, ob sie identisch mit den Jünglingen aus dem ersten Kapitel sind) machen sich wandernd auf die Suche nach einer unbestimmten „Heimath“,[30] entwickeln dabei in vielen Gesprächen verschiedene Perspektiven und lassen sich zwischendurch von Märchen und Liedern inspirieren. Am Ende (das kein Ende ist, weil der Roman absichtsvoll Fragment bleibt) gelangen sie an einen Ort, an dem sie die Weisheit erwarten, ein „ewiges tausendstimmiges Gespräch“,[31] das sie, im verschleierten Bild der Göttin Isis, verkörpert sehen. Dies wird im Roman aber nicht enthüllt, stattdessen

---

[28] Ebd., 202.
[29] Vgl. Anm. 19
[30] Novalis, „Die Lehrlinge zu Sais“, 207.
[31] Ebd., 230.

ertönt „eine Musik aus der Ferne", „ein wunderbarer Gesang, dessen unwiderstehliche Töne tief in das Innere jeder Natur eindrangen."[32]

Musik als Darstellungsform der ‚unendlichen Sehnsucht': E.T.A. Hoffmann, ‚Beethovens Instrumental-Musik'

Die Musik spielt im Zusammenhang mit der romantischen Sehnsucht eine bedeutende Rolle, wobei die Reflexion über das Medium der Tonkunst vor allem in der Sprachkritik und Sprachutopie der Romantik begründet ist.[33] Wenn immer wieder der Versuch unternommen wird, mit Mitteln der poetischen Sprache eine ‚Ahndung' des Unendlichen zu erzeugen, dann besteht ein Problem doch darin, dass die Worte notwendigerweise eine Bedeutung haben und also auf etwas Endliches, Festgelegtes verweisen. In der Musik sehen die Romantiker dagegen ein Ausdruckssystem, das der Sprache gerade in diesem Punkt überlegen ist: Töne sagen nichts Bestimmtes aus, sie bilden „eine abgesonderte Welt für sich selbst",[34] und gerade deshalb, so die These, sei sie so ausdrucksvoll. Völlig unabhängig vom Bedeutungszwang kann die Musik auf den Flügeln der Phantasie daherkommen; und wer sie hört, kann sich alles dazu denken. Diese ‚Losgelöstheit' der Musik von sprachlichen Vorgaben prädestiniert sie dazu, als Ausdrucksmedium des nicht sagbaren ‚Unendlichen' zu fungieren. Es gibt noch zwei weitere Vorzüge: erstens die Polyphonie. Die Vielstimmigkeit erscheint den Romantikern geradezu eine Methode zu sein, sich an das Unendliche anzunähern; in der Musik ist sie das Gestaltungsprinzip schlechthin, und die Struktur der musikalischen Komposition, ganz besonders die der Instrumentalmusik, gilt den Romantikern daher als Vorbild. Sie ist, wenn man so will, das Idealmodell der ‚mannigfachen Wege', die in ihrem Zusammenklang ein Ganzes bilden. Zweitens ist noch der Aspekt der Dynamik, des augenblickshaften Erklingens und Vorübergehens der Töne, zu bedenken. Die Musik ist eine Zeitkunst, musikalische Werke üben, wenn sie aufgeführt werden, durch ihre Dynamik einen Sog auf den Zuhörer aus und reißen ihn mit hinein in eine Welt des Phantasierens, die sogar noch im Nachklang wirkt. Auch

---

32 Ebd.

33 Vgl. dazu insgesamt Christine Lubkoll, *Mythos Musik: Poetische Entwürfe des Musikalischen in der Literatur um 1800* (Freiburg i.Br.: Rombach, 1995).

34 Ludwig Tieck, „Töne", in: ders., „Wilhelm Heinrich Wackenroder: Phantasien über die Kunst, für Freunde der Kunst", in: *Wilhelm Heinrich Wackenroder, Sämtliche Werke und Briefe. Historisch-kritische Ausgabe,* hg. Silvio Vietta und Richard Litteljohns. Bd. 1: *Werke*, hg. Silvio Vietta (Heidelberg: Winter 1991), 147-252; 236.

dies sehen die Romantiker als eine Möglichkeit einer – wenn auch nur momenthaften – Annäherung an das Unendliche.

Besonders prägnant bringt E.T.A. Hoffmann diese Sicht in seiner Besprechung der 5. Symphonie Ludwig van Beethovens zum Ausdruck. Die Rezension erschien 1812 in der Allgemeinen Musikalischen Zeitung und wurde dann 1814 in die sogenannten *Kreisleriana* eingefügt – auf die noch zurückzukommen ist, denn aus der Gesamtkomposition dieses literarischen Werks kann man den Beitrag Hoffmanns zur romantischen Unendlichkeitsspekulation ablesen. Doch wenden wir uns zunächst der Besprechung der 5. Symphonie zu. Hoffmann hat übrigens, als er die Rezension verfasste, die (1808 uraufgeführte) Beethoven-Symphonie nicht in einem Konzert gehört, sondern sich in seiner Rezension allein auf das Studium der Partitur bezogen!

Die Besprechung der 5. Symphonie gehört bis heute zu den Gründungsurkunden der romantischen Musikästhetik; dabei bezieht sich Hoffmann nachweislich auf frühromantische Positionen, namentlich auf Jean Paul und Novalis.[35] Es ist unschwer zu erkennen, wie wichtig für seine Überlegungen die Idee des Unendlichen und die unendliche Sehnsucht sind, die er in Beethovens Symphonie realisiert sieht. Die folgenden Zeilen können dies verdeutlichen:

> Sollte, wenn von der Musik als einer selbständigen Kunst die Rede ist, nicht immer nur die Instrumentalmusik gemeint sein, welche, jede Hilfe, jede Beimischung einer andern Kunst (der Poesie) verschmähend, das eigentümliche, nur in ihr zu erkennende Wesen dieser Kunst rein ausspricht? – Sie ist die romantischste aller Künste, beinahe möchte man sagen, allein echt romantisch, denn nur das Unendliche ist ihr Vorwurf. – Orpheus' Lyra öffnete die Tore des Orkus. Die Musik schließt dem Menschen ein unbekanntes Reich auf, eine Welt, die nichts gemein hat mit der äußern Sinnenwelt, die ihn umgibt und in der er alle *bestimmten* Gefühle zurückläßt, um sich einer unaussprechlichen Sehnsucht hinzugeben. [...][36]

Nachdem Hoffmann so zu Beginn das Ideal der Musik mit der Unendlichkeitsvision der Romantik zusammengebracht hat, kommt er nicht gleich auf Beethoven zu sprechen, sondern macht zuerst – im Sinne einer Steigerung – eine Komponistenreihe auf: Joseph Haydn – Wolfgang Amadeus

---

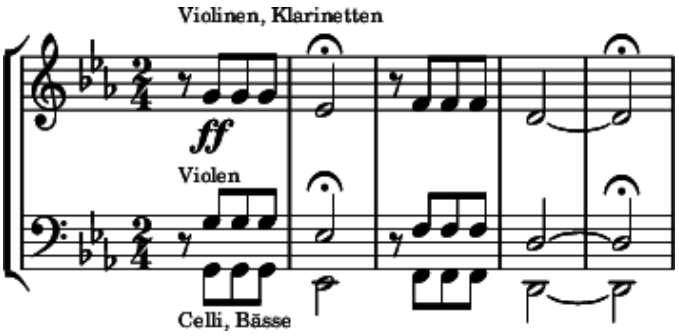
35 Vgl. dazu insgesamt Carl Dahlhaus, *Die Idee der absoluten Musik* (Kassel *et al.*: Bärenreiter, 1978).

36 E.T.A. Hoffmann, „Beethovens Instrumental-Musik", in: ders., *Fantasiestücke in Callot's Manier: Werke 1814,* hg. Hartmut Steinecke (Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006), 52-61; 52.

Mozart – Ludwig van Beethoven, die er übrigens alle drei als Romantiker versteht (die Bezeichnung „Wiener Klassik" wurde erst ab der Mitte des 19. Jahrhunderts verwendet). Während er in Haydns Symphonien durchaus noch konkrete Inhalte ausgedrückt sieht („Seine Symphonien führen uns in unabsehbare grüne Haine, in ein lustiges Gewühl glücklicher Menschen"),[37] scheint ihn die Musik Mozarts schon auf überirdische Sphären hinzuweisen: „In den Tiefen des Geisterreichs führt uns Mozart. […] und in unaussprechlicher Sehnsucht ziehen wir nach den Gestalten, die freundlich uns in ihre Reihen winkend in ewigem Sphärentanze durch die Wolken fliegen."[38] In Beethovens Instrumentalwerk sieht Hoffmann jedoch den Gipfel und eben die vollkommene Gestaltung einer Ahndung des Unendlichen:

> So öffnet uns auch Beethovens Instrumental-Musik das Reich des Ungeheuern und Unermeßlichen. Glühende Strahlen schießen durch dieses Reiches tiefe Nacht, und wir werden Riesenschatten gewahr, die auf- und abwogen, enger und enger uns einschließen und *uns* vernichten, aber nicht den Schmerz der unendlichen Sehnsucht, in welcher jede Lust, die schnell in jauchzenden Tönen emporgestiegen, hinsinkt und untergeht, und nur in diesem Schmerz, der Liebe, Hoffnung, Freude in sich verzehrend, aber nicht zerstörend, unsere Brust mit einem vollstimmigen Zusammenklange aller Leidenschaften zersprengen will, leben wir fort und sind entzückte Geisterseher! – […]
> Beethovens Musik bewegt die Hebel der Furcht, des Schauers, des Entsetzens, des Schmerzes und erweckt eben jene unendliche Sehnsucht, welche das Wesen der Romantik ist.[39]

Die zentralen, im Beethoven-Aufsatz geradezu inflationär verwendeten Vokabeln lauten: Unendlichkeit und Sehnsucht. Damit ist aber nicht allein das Unfassbare angesprochen, sondern es geht vor allem um ein dynamisches Zeichenmodell: um das permanente Verklingen und Fortschreiten der Töne, das einen Sog bewirkt und das eigentümliche Wesen der Musik ausmacht. Diese nach vorne drängende Themenführung kann man ja zu Beginn von Beethovens 5. Symphonie besonders gut nachvollziehen: In der permanenten Wiederholung und Variation des Hauptmotivs „dadada da":

37 Ebd., 53.
38 Ebd.
39 Ebd., 54.

Außerdem analysiert Hoffmann als Musikwissenschaftler die Struktur der Komposition. Dabei bringt er – neben dem Aspekt der dynamischen Bewegung der Themen und Motive – einen weiteren Begriff ins Spiel, der für seine Ästhetik sehr wichtig ist: den Begriff der „kontrapunktischen Verschlingung“:

> Welches Instrumentalwerk Beethovens bestätigt dies alles wohl in höherm Grade als die über alle Maßen herrliche tiefsinnige Sinfonie in c-Moll. Wie führt diese wundervolle Komposition in einem fort und fort steigenden Klimax den Zuhörer unwiderstehlich fort in das Geisterreich des Unendlichen. Nichts kann einfacher sein, als der nur aus zwei Takten bestehende Hauptgedanke des ersten Allegros, der, anfangs im Unisono, dem Zuhörer nicht einmal die Tonart bestimmt. Den Charakter der ängstlichen, unruhvollen Sehnsucht, den dieser Satz in sich trägt, setzt das melodiöse Nebenthema nur noch mehr ins klare! – […]
>
> Wie einfach – noch einmal sei es gesagt – ist das Thema, das der Meister dem Ganzen zum Grunde legte, aber wie wundervoll reihen sich ihm alle Neben- und Zwischensätze durch ihr rhythmisches Verhältnis so an, daß sie nur dazu dienen, den Charakter des Allegros, den jenes Hauptthema nur andeutete, immer mehr und mehr zu entfalten. Alle Sätze sind kurz, beinahe alle nur aus zwei, drei Takten bestehend, und noch dazu verteilt in beständigem Wechsel der Blas- und der Saiteninstrumente; man sollte glauben, daß aus solchen Elementen nur etwas Zerstückeltes, Unfaßbares entstehen könne, aber statt dessen ist es eben jene Einrichtung des Ganzen sowie die beständige, aufeinander folgende Wiederholung der Sätze und einzelner Akkorde, die das Gefühl einer unnennbaren Sehnsucht bis zum höchsten Grade steigert.
> […]
> Ergreift euch nicht wieder jene unruhevolle, unnennbare Sehnsucht, jene Ahndung des wunderbaren Geisterreiches, in welchem der Meister

> herrscht? [...] Welche wunderbare kontrapunktische Verschlingungen verknüpfen sich hier wieder zum Ganzen.[40]

In der Tat ist der erste Satz der Beethovenschen Symphonie bestimmt durch drängende Wiederholungen und Variationen des Hauptmotivs, die sich durch alle Stimmen verfolgen, es finden sich in dichtester Folge Umkehrungen und Modifikationen des kurzen Themas, so dass man mit Schlegel von einer Struktur der ‚Reihenbildung' sprechen könnte. Diese spiegelt jene Dynamik und das ahndungsvolle Getriebensein, das die unendliche Sehnsucht der Romantik kennzeichnet und dessen Darstellung in den Künsten erprobt wird.

An dieser Stelle ist der Kontext von Interesse, in den Hoffmann seine Beethoven-Rezension stellte, als er sie 1814 in die sogenannten *Kreisleriana* integrierte. Hier werden wir nämlich sehen, dass Hoffmann, der ja selbst kein Frühromantiker mehr war, zwar das Ästhetik-Ideal eines Schlegel, Jean Paul oder Novalis favorisiert, es aber mit der gesellschaftlichen Realität konfrontiert: sowohl mit der Realität des Künstlers als auch mit der aufkommenden bürgerlichen Musikkultur.

Bei Hoffmanns Zyklus *Kreisleriana* handelt es sich um eine Sammlung von Erzählungen, Essays, Aphorismen und Briefen, die ursprünglich gesondert in Zeitschriften erschienen sind und 1814 als eine in sich geschlossene Textkomposition in die *Fantasiestücke in Callot's Manier* integriert wurden.

Hauptfigur und zugleich Verfasser der Aufzeichnungen ist der Kapellmeister Johannes Kreisler, Dichter und Komponist in Personalunion, der auch später durch Hoffmanns Texte geistert: namentlich im Roman *Kater Murr* (1819; 1821). Der Kapellmeister Kreisler präsentiert sich in den *Kreisleriana* als eine durchaus skurrile Figur: Man weiß nicht, woher er kommt (so beginnt auch der Text: „Wo ist er her? – Niemand weiß es! – Wer waren seine Eltern? – Es ist unbekannt");[41] man weiß am Ende übrigens auch nicht, wohin er geht – er verschwindet einfach spurlos – ins Unendliche, wenn man so will. Flüchtig ist auch seine Kompositionsweise: Schnell kritzelt er einmal im höchsten Eifer eine Komposition aufs

---

[40] Ebd., 55ff.

[41] E.T.A. Hoffmann, „Kreisleriana", in: ders., *Fantasiestücke in Callot's Manier. Werke 1814*, hg. Hartmut Steinecke (Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006), 32-82; 360-455; 32. Zu den „Kreisleriana" siehe neuerdings die Darstellungen in Christine Lubkoll und Harald Neumeyer, hg., *E.T.A. Hoffman Handbuch: Leben – Werk, Wirkung* (Stuttgart: Metzler, 2015), 16-20 und 35-38. Dort finden sich auch weiterführende Literaturhinweise.

Papier, um sie gleich anschließend ins Feuer zu werfen. Ein musikalischer Enthusiast also, dem – so kopflos er auch gezeichnet ist – im vierten Kapitel des ersten Teils immerhin die Grundüberzeugungen der romantischen Musikästhetik in den Mund gelegt werden: eben im Aufsatz über „Beethovens Instrumentalmusik". Während also der Kapellmeister einerseits als musikästhetischer Idealist erscheint und sich seiner Kunst euphorisch verschreibt, leidet er andererseits an der Oberflächlichkeit des bürgerlichen Kulturlebens, am „Missbrauch", der mit der „herrlichen, heiligen Musica" getrieben wird,[42] wenn sie zur bloßen Unterhaltung und zur Steigerung des gesellschaftlichen Ansehens dient, wenn jeder, der etwas auf sich hält, ‚auf Kultur macht'. Die *Kreisleriana* sind voll von beißenden Persiflagen auf die um 1800 neu entstehende bildungsbürgerliche Kultureuphorie, die sich in Salons, Teezirkeln und vor allem anlässlich von erbaulichen Hausmusikabenden entlädt:[43] So werden zum Beispiel gräusliche Gesangs-Vorführungen beschrieben, bei denen höhere Töchter und ältliche Jungfern mit zitternder Stimme hohe Kunst zum Besten geben; oder wir werden Zeuge eines Quartett-Abends, an dem wieder einmal die Bratsche einen Strich durch die Rechnung macht, weil sie sich nicht aufs saubere Zusammenspiel versteht. Wahre ‚Kakophonien' sind es, die uns in Hoffmanns *Kreisleriana* vor das geistige Ohr gebracht werden.

Insgesamt handelt es sich also bei den *Kreisleriana* um einen Text, in dem der bürgerliche Kunstgenuss beziehungsweise die dilettantische Kunstausübung einerseits und das romantische Kunstideal andererseits einander drastisch gegenübergestellt werden – wenn man so will: in einer Form „kontrapunktischer Verschlingungen".[44]

Die Methode der Kontrastierung lässt sich übrigens auch an der Gliederung ablesen:

III. Kreisleriana
1. Johannes Kreisler's, des Kapellmeisters musikalische Leiden
2. Ombra adorata!
3. Gedanken über den hohen Wert der Musik
4. Beethovens Instrumental-Musik
5. Höchst zerstreute Gedanken
6. Der vollkommene Maschinist

---

42 Ebd., 39.

43 Vgl. dazu: Christine Lubkoll, „Künstlerische Geselligkeit / Bürgerliche Alltagskultur", in: *E.T.A. Hoffmann Handbuch: Leben – Werk – Wirkung*, hg. Neumeyer und Lubkoll, 282-287.

44 Vgl. ebd., 57.

IX. Kreisleriana
I. Brief des Baron Wallborn an den Kapellmeister Kreisler
II. Brief des Kapellmeisters Kreisler an den Baron Wallborn
- Kreislers musikalisch-poetischer Clubb
- Nachricht von einem gebildeten jungen Mann
- Der Musikfeind
- Über einen Ausspruch Sachini's [*sic*!], und über den sogenannten Effekt in der Musik
- Johannes Kreislers Lehrbrief.[45]

Diese Struktur der ‚mannigfachen Wege' zum Hauptthema, der Musik, erinnert an das Verfahren der frühromantischen Ästhetik, wie es insbesondere Schlegel und Novalis programmatisch entworfen haben. Mit jedem Textstück wird die Perspektive gewechselt, so dass sich die Texte durch diese alternierende Struktur wechselseitig spiegeln und relativieren. Besonders krasse Beispiele für diesen Wechsel sind die Textstücke *Johannes Kreislers musikalische Leiden*, in denen erst ein „hundsvöttischer" Hausmusikabend und dann Kreislers eigene, hoch differenzierte Musikpraxis beschrieben werden;[46] oder die *Gedanken über den hohen Wert der Musik*, in denen erst ein oberflächlicher Schwärmer zu Wort kommt und dann auf Kreislers romantisches Musikideal angespielt wird (das dann im folgenden Textstück über „Beethovens Instrumentalmusik" ganz zur Entfaltung kommt). Der Unterschied zu den unendlichen Reihenbildungen der Frühromantik (im Dienste einer progressiven Universalpoesie) besteht bei Hoffmann darin, dass gerade durch die Figur Kreisler, der wiederholt sogar als „Wahnsinniger" bezeichnet wird,[47] die romantische Unendlichkeits-Spekulation auch kritisch unterlaufen wird: Kreislers Kunstauffassung und seine vagabundierende Existenz erscheinen so abgehoben, abstrakt und schließlich auch unproduktiv, dass sie im gesellschaftlichen Kontext nicht haltbar sind.

Ausblick

Es dürfte deutlich geworden sein, dass die Aufnahme der frühromantischen Unendlichkeits-Sehnsucht bei E.T.A. Hoffmann durchaus ambivalent gestaltet ist. Einerseits nimmt er, der ja selbst bereits der mittleren Romantik zuzurechnen ist, die frühromantische Ästhetik begeistert auf

45 Ebd., 935.
46 E.T.A. Hoffmann, „Kreisleriana", 34.
47 Ebd., 33.

und bezieht sie vor allem auf das musikalische Ausdrucksmedium, auf die Idee einer ‚absoluten Musik'. Andererseits sieht er aber durchaus die Gefahren einer unbegrenzten, losgelösten Phantasietätigkeit und einer Ausrichtung auf ein transzendentales Unendliches, die in der Wirklichkeit nicht lebbar erscheint und letztlich das Subjekt gefährdet. Daher gehen in seinem Text *Kreisleriana* der Kunstenthusiasmus und harsche Gesellschaftskritik Hand in Hand, in einer unauflöslichen „kontrapunktischen Verschlingung" – womit er dann ja doch die romantische Sehnsuchts-Ästhetik wieder einholt.

In der Spätromantik gerät die frühromantische Unendlichkeits-Spekulation an ihre Grenzen. Entweder wird die Idee einer losgelösten Sprache der Sehnsucht so aufgenommen, dass eine Art ‚Wortmusik' komponiert wird, in der der Klang der Sprache dominiert, die Literatur aber letztlich sinnentleert erscheint (das ist zum Beispiel beim späten Tieck der Fall).[48] Oder aber die unendliche Sehnsucht wird schlicht als eine Gefahr für das Subjekt gesehen, wie etwa das berühmte Gedicht von Joseph von Eichendorff verdeutlicht: „Sehnsucht" (1834).[49]

Im späteren 19. Jahrhundert verschwindet die unendliche Sehnsucht der Romantik ganz aus der Literatur – das Feld des Unendlichkeits-Diskurses wird ganz der Mathematik, den Naturwissenschaften und der Philosophie überlassen.

Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wandelt sich das Blatt noch einmal. Autoren wie Hermann Broch oder Robert Musil treten auf den Plan, die auf die Ästhetik des Novalis zurückgreifen, aber zugleich die zeitgenössische Physik und Mathematik maßgeblich in die Literatur einbringen. Bei Musil finden sich dann so schöne, rätselhafte Sätze wie: „Die Unendlichkeit fließt manchmal in Tropfen."[50]

Aber: Das ist eine andere (unendliche) Geschichte und soll ein andermal erzählt werden.[51]

---

48 Vgl. dazu Alexander von Bormann, „Der Töne Licht: Zum frühromantischen Programm der Wortmusik", in: *Aktualität der Frühromantik*, hg. Ernst Behler und Jochen Hörisch (Paderborn *et al.*: Schöningh, 1987), 191-207; Christine Lubkoll, „Musik", in: *Ludwig Tieck: Leben – Werk – Wirkung*, hg. Claudia Stockinger und Stefan Scherer (Berlin und Boston: De Gruyter, 2011), 272-283.

49 Joseph Freiherr von Eichendorff, „Sehnsucht", in: ders., *Gedichte. Epen. Dramen*, hg. Gerhard Baumann (Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006), 35.

50 Robert Musil, „Tonka", in: ders., *Sämtliche Erzählungen* (Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1968), 258-293; 258.

51 Vgl. den gleichnamigen Roman von Michael Ende, *Die unendliche Geschichte* (Stuttgart: Thienemanns, 1979).

Literaturverzeichnis

Aristoteles. *Physik. Erster Halbband, Bücher I-IV*. Übers. und Hg. Hans Günter Zekl. Hamburg: Meiner, 1987.

Beckert, Herbert. *Zur Erkenntnis des Unendlichen*. Stuttgart: Hirzel, 2001.

Begemann, Christian. „Brentano und Kleist vor Friedrichs ‚Mönch am Meer': Aspekte eines Umbruchs in der Geschichte der Wahrnehmung". *DVjS* 64 (1990): 89-145.

Blasche, Siegfried. „Unendliche, das". In: *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*. Hg. Jürgen Mittelstraß. (Stuttgart: Metzler, 2004). 392-395.

Bollacher, Martin. *Der junge Goethe und Spinoza: Studien zur Geschichte des Spinozismus in der Epoche des Sturms und Drangs*. Tübingen: Niemeyer, 1969.

---, Thomas Kisser und Manfred Walther. Hg. *Ein neuer Blick auf die Welt: Spinoza in Literatur, Kunst und Ästhetik*. Würzburg: Königshausen & Neumann, 2010.

Bormann, Alexander von. „Der Töne Licht: Zum frühromantischen Programm der Wortmusik". In: *Aktualität der Frühromantik*. Hg. Ernst Behler, Jochen Hörisch. Paderborn *et al.*: Schöningh, 1987. 191-207.

Brentano, Clemens und Achim von Arnim. „Verschiedene Empfindungen vor einer Seelandschaft von Friedrich, worauf ein Kapuziner. (Bei einer Kunstausstellung.)". *Iris: Unterhaltungsblatt für Freunde des Schönen und Nützlichen*. Nr. 20, 28. Januar 1826: 77–78.

Dahlhaus, Carl. *Die Idee der absoluten Musik*. Kassel *et al.*: Bärenreiter, 1978.

Daiber, Jürgen. *Experimentalphysik des Geistes: Novalis und das romantische Experiment*. Göttingen: Vandenhoek und Ruprecht, 2001.

Descartes, René. „Dritte Meditation". In: *Meditationen: Mit sämtlichen Einwänden und Erwiderungen*. Übers. und Hg. Christian Wohlers. Hamburg: Felix Meiner, 2009. 39-57.

Eichendorff, Joseph Freiherr von. „Sehnsucht". In: Ders., *Gedichte. Epen. Dramen.* Hg. Gerhard Baumann. Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006. 35.

Ende, Michael. *Die unendliche Geschichte*. Stuttgart: Thienemanns, 1979.

Goethe, Johann Wolfgang. „An Augusta Luise Gräfin zu Stolberg-Stolberg“. In: Ders., *Briefe. November 1775 – Ende 1779. Text*. Hg. Georg Kurscheidt und Elke Richter. Berlin und Boston: De Gruyter, 2014. Band 3 I. 8. 154f. (= Johann Wolfgang Goethe, *Briefe, Historisch-kritische Ausgabe*. Hg. Georg Kurscheidt, Norbert, Oellers, Elke Richter, GB 3 I).

Hoffmann, E.T.A. „Beethovens Instrumental-Musik“. In: Ders. *Fantasiestücke in Callot's Manier: Werke 1814*. Hg. Hartmut Steinecke. Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006. 52-61.

---. ‚Kreisleriana'. In: Ders. *Fantasiestücke in Callot's Manier: Werke 1814*. Hg. Hartmut Steinecke. Frankfurt a.M.: Deutscher Klassiker-Verlag, 2006. 32-82; 360-455.

Kleist, Heinrich von. „Empfindungen vor Friedrichs Seelandschaft“. In: Heinrich von Kleist. *Sämtliche Werke. Brandenburger Ausgabe*. Hg. Roland Preuß und Peter Staengle. Band II.7. *Berliner Abendblätter I*. Frankfurt a.M.: Stroemfeld, 1997. 61f.

Lauwerier, Hans. *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1993.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. „Von der Unendlichkeit“. In: Ders. *Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand*. Übers. Ernst Cassirer. Hamburg: Felix Meiner, 1971. 144-148.

Lubkoll, Christine. *Mythos Musik: Poetische Entwürfe des Musikalischen in der Literatur um 1800*. Freiburg i.Br.: Rombach, 1995.

---. „Musik“. In: *Ludwig Tieck: Leben – Werk – Wirkung*. Hg. Claudia Stockinger und Stefan Scherer. Berlin und Boston: De Gruyter, 2011. 272-283.

--- und Harald Neumeyer. Hg. *E.T.A. Hoffman Handbuch: Leben – Werk, Wirkung*. Stuttgart: Metzler, 2015.

Moore, Adrian William. „Infinity“. In*: Routledge Encyclopedia of Philosophy*. Ed. Edward Craig. London and New York: Routledge, 1998. 772-778.

Musil, Robert. „Tonka“. In: Ders. *Sämtliche Erzählungen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 1968. 258-293.

Novalis. „Poesie“. Aus: „Vorarbeiten zu verschiedenen Fragmentsammlungen 1798“. In: *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*. Hg. Hans-Joachim Mähl und Richard Samuel. Bd. 2: *Das philosophisch-theoretische Werk*. Hg. Hans-Joachim Mähl. München: Hanser, 1978. 311-424.

---. „Die Lehrlinge zu Sais". In: *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs.* Hg. Hans-Joachim Mähl und Richard Samuel. Bd. 1: *Das dichterische Werk, Tagebücher und Briefe*. Hg. Richard Samuel. München: Hanser, 1978. 199-233.

Pannenberg, Wolfhart. „Unendlichkeit". In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Bd. 11. Hg. Joachim Ritter, Karlfried Gründer und Gottfried Gabriel. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001. 140-146.

Schlegel, Friedrich. „116. Athenäumsfragment". In: Ders. *Charakteristiken und Kritiken I (1796-1801)*. Hg. Hans Eichner. München, Paderborn und Wien: Schöningh, 1967. 182f. (= *Kritische Friedrich Schlegel-Ausgabe*. Hg. Ernst Behler unter Mitwirkung von Jean-Jacques Anstett und Hans Eichner, Zweiter Band, Erste Abteilung: *Kritische Neuausgabe*).

---. „Einleitung zu den Philosophischen Vorlesungen Jena 1800-1807". In: Ders. *Philosophische Vorlesungen (1800-1807). Erster Teil. Mit Einleitung und Kommentar*. Hg. Jean Jacques Anstett. München, Paderborn und Wien: Schöningh, 1964. 1-105. (= *Kritische Friedrich Schlegel-Ausgabe*. Hg. Ernst Behler unter Mitwirkung von Jean Jacques Anstett und Hans Eichner, Zwölfter Band, Zweite Abteilung: *Schriften aus dem Nachlass*).

Strich, Fritz. *Deutsche Klassik und Romantik oder Vollendung und Unendlichkeit: Ein Vergleich*. München: Francke, 1922.

Tieck, Ludwig. „Töne". In: Ders. *Wilhelm Heinrich Wackenroder: Phantasien über die Kunst, für Freunde der Kunst*. In: Wilhelm Heinrich Wackenroder. *Sämtliche Werke und Briefe. Historisch-kritische Ausgabe.* Hg. Silvio Vietta und Richard Litteljohns. Bd. 1: Werke, Hg, von Silvio Vietta. Heidelberg: Winter, 1991. 147-252.

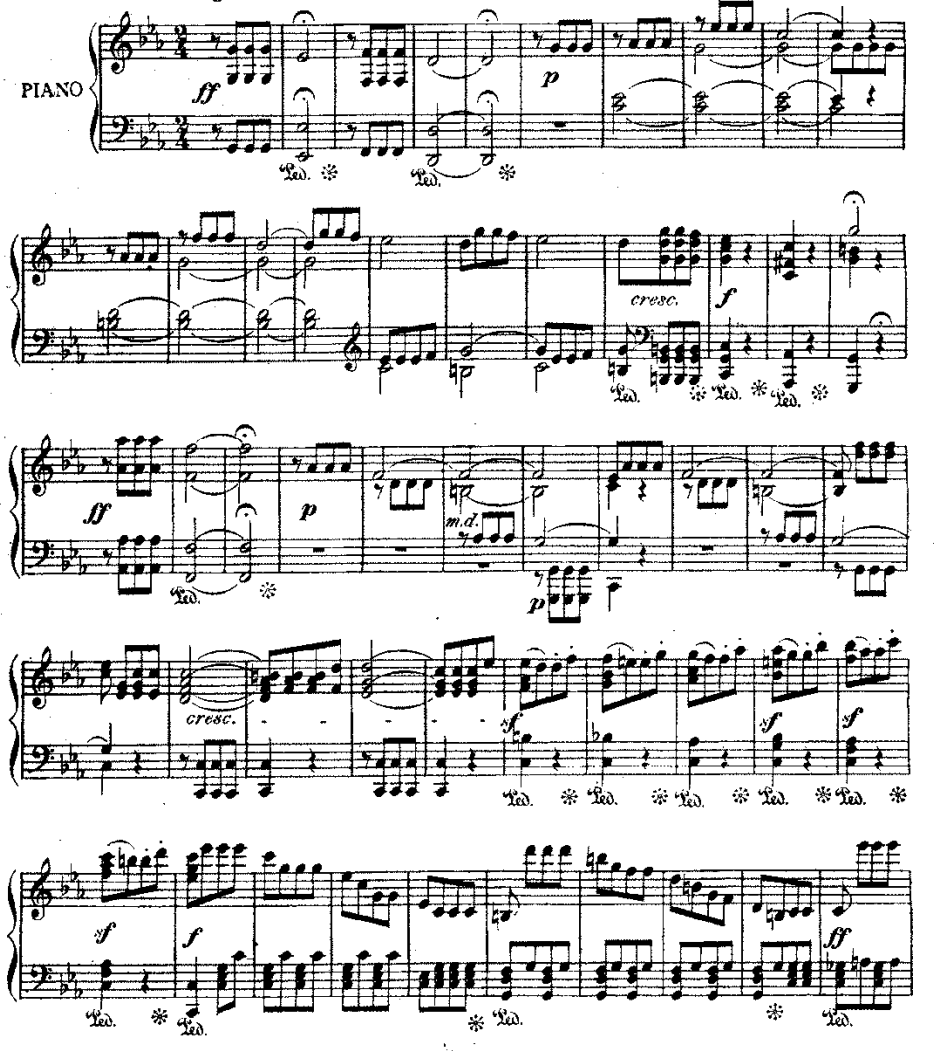
Wolters, Gereon. „Unendlich / Unendlichkeit"; In: *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*. Hg. Jürgen Mittelstraß. (Stuttgart: Metzler, 2004). 389-392.

Zellini, Paolo. *Eine kurze Geschichte der Unendlichkeit*. München: Beck, 2010.

Zschoche, Herrmann. Hg. *Caspar David Friedrich: Die Briefe*. Hamburg: Conference Point, 2006. 45f.

SYMPHONIE
N°5

Bearbeitet von E. Pauer

Allegro con brio. Louis van Beethoven. Op. 67

Edition Schott Nr. 08481/85

„Alles Ding währt seine Zeit“: Theologische Überlegungen zu Unendlichkeit und Ewigkeit

WOLFGANG SCHOBERTH

Abstract: Der Begriff der ‚Unendlichkeit‘ ist letztlich undefinierbar, weil jede Definition eine Begrenzung bedeutet. Was aber wird dann als ‚Unendlichkeit‘ bezeichnet? Am Beginn abendländischer Philosophie erscheint der Begriff bereits als Grenzbegriff des Denkens. In der theologischen Tradition wird er als Gottesprädikat verstanden; indem aber so das Jenseits des Denkens und Erfahrens mit dem gnädigen Gott identifiziert wird, verliert Unendlichkeit das Unheimliche: Die Welt und das Leben sind umgriffen von der Liebe Gottes. Biblisch ist freilich nicht von Unendlichkeit, sondern von Ewigkeit die Rede; damit ist nicht die metaphysische Reflexion, sondern die Erfahrung des Lebens der Bezugspunkt. Indem das Leben als Leben in Gott und aus seiner Ewigkeit verstanden wird, entwickelt sich Endlichkeit zur heilsamen Grenze der Kreatürlichkeit und zum Ort der Hoffnung auf Gottes Zukunft.

Was ist die Unendlichkeit? Diese Fragestellung wäre irreführend, wenn sie nicht sofort korrigiert oder zumindest präzisiert würde, weil sie die Vorstellung hervorrufen könnte, Unendlichkeit sei ein definierbarer Gegenstand. Die Frage: „Was ist …?“ zielt üblicherweise auf die Bestimmung von Eigenschaften und vom Wesen eines Gegenstandes ab; sie soll beantwortet werden durch eine Definition. Aber was immer der Ausdruck ‚Unendlichkeit‘ bedeuten kann, so gilt jedenfalls: Er benennt *kein* Etwas, *keine* Größe, *kein* Ding. Es gehört zur Eigenart dieses Wortes, dass es etwas bezeichnet, das sich der Definition entzieht. Eine Definition bestimmt einen Begriff durch die Angabe seiner Grenzen; weil aber nichts denkbar ist, was das mit ‚Unendlichkeit‘ Bezeichnete umfassen könnte – „größer als unendlich“ ist unsinnig –, bleibt ‚Unendlichkeit‘ im genauen Sinn undefinierbar.

Das hat dieses Wort gemeinsam mit einigen wenigen anderen unserer Sprache – die ‚Welt‘, das ‚Ganze‘, das ‚Universum‘, ‚Gott‘. Sie stehen jeweils für das, worüber hinaus nichts Größeres gedacht werden kann; darum benennen sie die Grenze des Sprechens und Denkens. Demgegenüber sind ein ‚Ding‘, eine ‚Größe‘, ein ‚Etwas‘ allemal Entitäten *in* unserer Welt oder auch in unserem Denken. Alle Dinge und alle Größen sind *endlich,* also begrenzt durch anderes – sonst könnten sie begrifflich gar nicht erfasst werden. Dies gilt auch für die Konzepte unseres Denkens: Nicht nur ist beispielsweise ein gezeichneter Kreis von

allen anderen gezeichneten Kreisen zu unterscheiden; auch der Begriff des Kreises ist eben dadurch bestimmt, dass er kein Dreieck ist. Wo aber von ‚Unendlichkeit' die Rede ist, kommt das zur Sprache, was sich grundsätzlich der Erwartung einer klaren Bestimmung entzieht und letztlich jeden Begriff sprengt.

Es ist diese Besonderheit, die es nötig macht, der Eigenart dieses seltsamen Begriffs noch etwas genauer nachzugehen; in einem zweiten Schritt sollen dann vier exemplarische Stationen der Tradition des theologischen Nachdenkens über Unendlichkeit kurz aufgezeigt werden, um im letzten Teil zu meiner eigentlichen, der dogmatischen Aufgabe zu kommen, nämlich ein vor dem gegenwärtigen Denken und Erfahren verantwortetes Verständnis zu skizzieren.

Zur Semantik eines eigentümlichen Begriffs

Wenn hier zunächst nach der *Semantik* des Ausdrucks ‚Unendlichkeit' gefragt wird, so ist damit markiert, dass nicht der Gegenstand, den er möglicherweise bezeichnet, also nicht der ‚Inhalt' des Begriffs, sondern seine sprachliche Gestalt und Eigenart im Zentrum stehen. Dabei ist festzuhalten, dass von ‚Unendlichkeit' in unterschiedlichen Zusammenhängen die Rede ist, wie ja auch die Reihe der an diesen Erlanger Universitätstagen beteiligten Fächer dokumentiert; und es ist keineswegs ausgemacht, dass er in diesen verschiedenen Kontexten auch dasselbe meint. So ist der Begriff des Unendlichen, wie ich ihn heute bedenke, nicht derjenige der Mathematik und auch nur indirekt mit der Physik und demjenigen der Kosmologie verbunden. Mathematisch ist Unendlichkeit eine Konsequenz zuvor bewährter mathematischer Definitionen und Konzepte wie Zahl, Menge *et cetera* und bleibt darum auch im Rahmen dieser Konzepte. Einfach gesagt: In der Mathematik geht es um Quantitäten, während ich mich damit beschäftige, was wir *erfahren* und erfahren *können,* also in einer noch zu erläuternden Weise um eine spezifische Dimension unserer Lebenswelt.[1] Eben darum steht das theologische

[1] Vgl. dazu Christian Tapp, „Unendlichkeit in Mengenlehre und Theologie: Über tatsächliche und scheinbare Beziehungen", in: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven,* hg. Johannes Brachtendorf, Thomas Möllenbeck, Gregor Nickel und Stefan Schaede, (Tübingen: Mohr Siebeck, 2008), 233-248; 247.: „Mathematik und Theologie reden nicht über dasselbe Thema, wenn sie von Unendlichkeit sprechen: Theologie und Metaphysik benutzen Unendlichkeit in einem umfassenden Sinne, während in der Mathematik nur die quantitative Seite thematisiert wird." Nachdem meine Überlegungen auf die Erfahrungswelt der Menschen bezogen bleiben, können auch die von

Denken über ‚Unendlichkeit‘ in der Nähe zu den Literaturwissenschaften und der Medizin, weil diese sich gleichermaßen, wenn auch auf je spezifische Weise, auf die Lebenswelt des Menschen beziehen.

In ihrer Beziehung auf die Lebenswelt der Menschen ist es begründet, dass dieser Begriff der Unendlichkeit auch mit dem physikalischen oder kosmologischen nur indirekt zusammenhängt, zumal die Physik sich bekanntlich weithin im Medium der Mathematik bewegt. In physikalischen Beschreibungen der Wirklichkeit wiederum erscheinen ausschließlich endliche, wenngleich auch oft sehr große oder sehr kleine Größen. Unendlichkeit erscheint hier nur in dem Sinn, dass das Durchschreiten endlicher Größen zu keinem Ende kommt.[2]

An diesem ersten Verständnis von Unendlichkeit, nämlich das unabschließbare Durchschreiten endlicher Vorgänge und Operationen, lässt sich die charakteristische Differenz verdeutlichen: Diese unabschließbare Iteration ist zwar eine Möglichkeit des Denkens, zugleich aber eine Unmöglichkeit des Lebens. Das bekannte Unendlichkeitssymbol, die liegende Acht, das 1655 vom englischen Mathematiker John Wallis eingeführt wurde, ist insofern kein willkürliches, sondern ein geschickt gewähltes Zeichen: Man kann an einer beliebigen Stelle beginnen, und jedes Ende der Zeichenbewegung ist ein willkürlicher Abbruch.[3] Das Zeichen symbolisiert also zugleich eine Tätigkeit, die unaufhörlich fortgeführt werden könnte.[4] ‚Unendlichkeit‘ ist hier sinnfällig die prinzipielle Möglichkeit des Fortsetzens, ohne an ein Ende zu kommen – freilich nur ‚prinzipiell‘ darum, weil der logischen Möglichkeit keine mögliche Erfahrung entspricht: *Ich* kann nicht endlos weiterzählen und nicht einmal die Menschheit kann das. Selbst wenn jemand irgendwann

---

Christian Tapp namhaft gemachten Beziehungsmöglichkeiten zwischen mathematischer und metaphysischer Rede vom Unendlichen, wie etwa die klassische Problematik der Frage nach dem aktual Unendlichen im Gegensatz zum potentiell Unendlichen, hier auf sich beruhen.

2 Vgl. dazu Jürgen Ehlers, „Das meßbar Große und Kleine: Über Methode und Ergebnisse physikalischer Naturforschung“, ebd., 131-139; 134: „Physik erforscht das mit endlichen Größen meßbare [*sic*!], das meßbar Große und Kleine. In der Physik angewandte mathematische Theorien enthalten mit unendlichen Mengen gebildete Strukturen (Zahlensysteme, Räume, Gruppen, …), obwohl in jeder konkreten physikalischen Beschreibung nur endlich viele und noch dazu ungenaue Daten vorkommen.“

3 Das ist bei allen anderen Zahlzeichen außer der Null eben nicht der Fall: Sie haben als Zeichen ein definiertes Ende der Schreibbewegung. Das Zeichen der Null wiederum ergibt liegend wie stehend dieselbe Schreibbewegung, kann also in kein neues Symbol transformiert werden.

4 Beim sogenannten ‚Möbiusband‘ wird das zu einer immer wieder verblüffenden Sinnfälligkeit.

begonnen hätte zu zählen und seine Nachfolger immer weiter zählen würden, wäre die Zahl, die sie beim Ende dieser Erde erreicht hätten, nicht die höchste denkbare. Um es pointiert zu sagen: Die Reihe der Zahlen hört nie auf, aber das *Zählen* hat ein Ende. Das prognostizierbare Ende der Erfahrungswelt macht alle Vorstellungen von einer endlosen Iteration zum bloßen Gedanken.

Weil die nur gedanklich mögliche endlose Fortsetzung einer Reihe gerade die Erfahrungen nicht berührt, die für einen *theologischen* Begriff der Unendlichkeit entscheidend sind, muss man bei der eingangs benannten semantischen Besonderheit dieses Ausdrucks einsetzen. Schon von seiner äußeren Gestalt her ist ‚Unendlichkeit' ein eigentümliches Wort, das nämlich fast nur aus Prä- und Suffixen besteht: Der semantische Kern ist das unscheinbare ‚-end-'. An diesen Kern lagern sich eine Vor- und zwei Nachsilben, die das Wort unmittelbar als philosophisches Kunstwort erkennen lassen. Dafür ist die Endsilbe ‚-keit' kennzeichnend, die eine Übersetzung des lateinischen ‚*-tas*' ist – ‚Unendlichkeit' ist gebildet wie ‚Menschlichkeit'. ‚*Infini-tas*' wie ‚*humani-tas*'. Die Endsilbe ‚-keit' steht für ein Bündel von Eigenschaften, das charakteristisch ist für eine Person, eine Gruppe oder Gattung *et cetera*. Mit ihr wird das Adjektiv oder Adverb, das durch das ‚-lich' gebildet wird, zu einer dauernden und beständigen Eigenschaft erklärt. Wir attestieren einem Menschen, der sich wie ein Freund verhält, er sei freundlich; und wenn dies nicht nur einmal oder gelegentlich der Fall ist, sagen wir, er handle nicht nur freundlich, sondern *sei* freundlich – Freund-lich-*keit* sei eine seiner Eigenschaften. Das lässt sich dann auch als Abstraktum formulieren: Freundlichkeit ist eine Tugend.

Eben dieselbe doppelte Ableitung macht das Wort ‚Un-end-lich-keit' aus: Die bedeutungstragende Silbe ist das kurze ‚-end-', abgeleitet aus dem Substantiv ‚Ende'. Davon wird das Adjektiv ‚endlich' abgeleitet, das dann wiederum zu ‚Endlichkeit' substantiviert und verbegrifflicht wird. Dies geschieht in strenger Entsprechung zum lateinischen Vorbild des Begriffs, dem philosophischen Terminus ‚*finitas*', der gleichermaßen aus ‚*finis*' – Ende weitergebildet wurde. An diesen Begriff wird wiederum die negierende Vorsilbe angefügt: ‚Un-end-lich-keit' ist die Negation von Endlichkeit, wie schon in der lateinischen philosophischen Terminologie ‚*infinitas*' die Negation von ‚*finitas*' bildet.

Freilich ist auch diese Sprachbildung keineswegs unproblematisch: Während Endlichkeit als Eigenschaft aller Gegenstände in dieser Welt gelten kann, entspricht ihrer Negation keine mögliche Erfahrung.

‚Endlichkeit‘ und ‚Unendlichkeit‘ sind aber, trotz der Entsprechung im Wortaufbau, gerade nicht äquivalent.

Bei genauerer Betrachtung kann bereits Endlichkeit kein Prädikat im gewöhnlichen Sinn sein: Es gibt in der Welt kein Etwas, dem diese „Eigenschaft“ abginge; denn alles, was es in der Welt gibt, ist endlich. Endlichkeit ist mithin kein Prädikat, das einen Gegenstand in dieser Welt von anderen unterscheiden könnte. Damit stellt sich unmittelbar die Frage, ob es Unendliches überhaupt ‚geben‘ könnte. Jedenfalls ist offensichtlich, dass ein – wie auch immer geartetes – Unendliches kein Gegenstand in unserer Welt sein kann. Die scheinbare Spiegelbildlichkeit der Ausdrücke ‚Endlichkeit‘ und ‚Unendlichkeit‘ erweist sich als irreführend; mit Ludwig Wittgenstein ließe sich von einer „Verhexung unseres Verstandes durch die Mittel der Sprache“ sprechen.[5]

Die bloße Möglichkeit des Begriffs der Unendlichkeit dokumentiert allerdings auch die Fähigkeit des Denkens, das zu denken, was die Grenzen des Denkens übersteigt. Die Benennung einer Grenze des Denkens enthält zugleich das Bewusstsein dafür, dass etwas jenseits dieser Grenze ist: Dies kann freilich nicht ohne Widerspruch als Gegenstand des Denkens gedacht werden. Wenn aber damit jede gedankliche Bestimmung zugleich den Verweis auf das enthält, was gedanklich nicht bestimmbar ist: Verweist so jede Definition auf das Un-definierbare? In jedem Fall bleibt festzuhalten, dass das Sprechen vom Unendlichen und Undefinierbaren nicht wieder einen Gegenstand benennen kann, sondern vielmehr auf das Jenseits des Sprechens und Denkens verweist.

Die Aufgabe der Theologie

Es liegt auf der Hand, dass hier die spezifische Aufgabe der Theologie berührt ist. Denn es gehört, wie bereits die bisherigen Überlegungen gezeigt haben, zum Begriff der Unendlichkeit, dass vom *Unbegreiflichen* die Rede sein muss. Eben darum ist die Theologie gefragt: Ihr Geschäft ist es, pointiert gesagt, vom Unbegreiflichen zu sprechen; und sie ist Wissenschaft darum, weil sie nach den Wegen sucht, wie vom Unbegreiflichen *verantwortlich* zu sprechen ist. Darum ist die Theologie unverzichtbar für das Haus der Wissenschaften, weil sie alle Wissenschaften daran erinnert, dass sie sich im Meer des Unbegreiflichen bewegen und dass alle Wissenschaften ihren Sinn darin haben, dabei zu helfen, dass wir uns auf diesem

5 Ludwig Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*, 3. Aufl. (Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1975), 79 (§ 109).

Meer des Unbegreiflichen bewegen können – menschlich und in Würde. Dies ist das strikte Gegenteil eines leichtfertigen Skeptizismus, der meint, die grundlegenden Fragen verabschieden zu können, und damit doch nur die gesellschaftlich vorherrschenden Meinungen befestigt. Kritisches Denken verlangt demgegenüber, dass gerade diese Grenzen des Sagbaren nicht der Irrationalität überlassen bleiben; im Blick auf die Stellung im Kontext der *universitas litterarum* kann die Aufgabe der Theologie beschrieben werden als Entfaltung der genuinen Rationalität des christ lichen Glaubens im Kontext zeitgenössischer Wahrheitsansprüche. Zu dieser Rationalität gehört aber wiederum die Reflexion auf die Grenzen des Denkens und die vernünftige Rede vom Jenseits dieser Grenzen; mit Ingolf U. Dalferth ließe sich formulieren, dass die „Bestimmtheit des Unbestimmbaren" der Gegenstand der Theologie sei,[6] weshalb die Theologie bemüht sein muss, die verantwortete Rede vom Unbestimmbaren weiterzuführen und kritisch zu reflektieren. Im Diskurs der Wissenschaften, wie er das Wesen einer Universität bereits ihrem Begriff nach ausmacht, realisiert sich das darin, dass der Theologie die Aufgabe zukommt, die grundlegenden Fragen, auf denen alle wissenschaftliche Arbeit basiert, offenzuhalten, während im akademischen Alltagsgeschäft die pragmatischen Fragen der Lösung vorgegebener Fachprobleme und die Akquirierung der Mittel für die zukünftige Arbeit dominieren. Es geht um die grundlegenden Fragen, die Immanuel Kant einst der Philosophie in ‚weltbürgerlicher Bedeutung' zugeschrieben hatte:

1) Was kann ich wissen?
2) Was soll ich tun?
3) Was darf ich hoffen?
4) Was ist der Mensch?

> Die erste Frage beantwortet die Metaphysik, die zweite die Moral, die dritte die Religion, und die vierte die Anthropologie. Im Grunde könnte man aber alles dieses zur Anthropologie rechnen, weil sich die drei ersten Fragen auf die letzte beziehen.[7]

---

6 Vgl. Ingolf U. Dalferth, „Bestimmte Unbestimmtheit: Zur Denkform des Unbestimmten in der christlichen Theologie", *ThLZ* 139 (2014): 4-35.

7 Immanuel Kant, „Logik: Ein Handbuch zu Vorlesungen", in: Immanuel Kant, *Gesammelte Schriften. Abt. 1. Werke. Bd. 9: Logik. Physische Geographie. Pädagogik* (Berlin: de Gruyter, 1923), 1-150; 25.

Nun wäre eigens zu klären, was in diesem Sinn „Anthropologie“ heißen kann;[8] jedenfalls partizipiert die Frage „Was ist der Mensch?“ an der angesprochenen Eigenart zentraler Begriffe: Auch der Mensch ist in präzisem Sinn nicht definierbar. Es spricht auch einiges dafür, dass die beiden Fragen zusammengehören: Von Unendlichkeit sprechen, heißt, vom Geheimnis des Menschseins zu sprechen. Und vom Menschen zu sprechen, heißt, nach Endlichkeit, Unendlichkeit und Ewigkeit zu fragen.[9] Beide Fragen teilen auch die Eigenart, dass in ihnen nicht unmittelbar ein Objekt verhandelt wird, sondern der Frager selbst Teil der Frage ist.

In der Perspektive meiner Überlegungen ist Unendlichkeit mithin nicht nur oder vorrangig ein Gegenstand des Denkens, sondern vor allem der Selbsterfahrung und der Selbstreflexion. Darum können die hier aufgeworfenen Fragen auch nicht ‚wissenschaftlich‘ im Sinne von disziplinären Sachfragen gestellt werden; sie verweisen vielmehr umfassend auf das Selbstverständnis des Menschseins.

Die Grenzen der Vernunft

Bereits in seiner ältesten greifbaren Gestalt verweist der Begriff des Unendlichen auf ein Jenseits der Sprache und des Denkens. Anaximander von Milet (um 610-546 v. Chr.) prägt den Begriff des Un-Endlichen (*ápeiron*, ἄπειρον),[10] der schon von seiner Wortgestalt als Negation kenntlich ist: Das griechische πέρας (*peras*) bezeichnet die Grenze; das ἄπειρον ist dasjenige, was nicht begrenzt ist. Dabei ist die Grenze und auch ihre Negation nicht, wie unser Sprachgebrauch nahelegt, vorrangig räumlich oder zeitlich zu verstehen; vielmehr geht es um eine Grundbestimmung alles Wirklichen: Alles Wirkliche ist begrenzt, und nur weil es begrenzt ist, ist es auch erkennbar. Damit ist das Un-Endliche das Unerkennbare und Ungeordnete – das Chaos, das Ursprung und Bedrohung allen Seins ist. Das Unendliche ist, eben weil es keine Grenze hat, notwendig undefinierbar; es ist vor allen Unterscheidungen. Das ist für Anaximander und die ihm folgende Tradition der Philosophie nicht nur auf die Erkennbarkeit, also auf das Denken bezogen, sondern zugleich eine Bestimmung des Seienden: Alles, was ist, hat seine Grenze; seine Endlichkeit ist zugleich

8 Vgl. dazu Wolfgang Schoberth, *Einführung in die theologische Anthropologie* (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2006).

9 Dieser Zusammenhang wird im abschließenden Teil aufgenommen.

10 Die Fragmente des Anaximander sind wohl am leichtesten zugänglich in: Jaap Mansfeld, *Die Vorsokratiker: Griechisch/Deutsch* (Stuttgart: Reclam, 2008), 66-81.

die Bedingung dafür, dass es überhaupt sein kann. Das Unendliche demgegenüber ist der Ursprung allen Werdens; indem aus dem *ápeiron* das Endliche hervorgeht, indem Begrenzungen entstehen, wird erst das Seiende. Freilich ist das Endliche aber immer auch durch das *ápeiron* bedroht, denn wenn die Grenzen aufgelöst werden, fällt das Seiende zurück in das Ungeordnete. Das *ápeiron* ist folglich Ursprung, aber auch Ende alles Seienden; es ist schöpferisch und zugleich bedrohlich und steht außerhalb der Ordnung des Kosmos.[11]

Damit ist der philosophische Begriff des Unendlichen bereits von Anfang an gekennzeichnet durch eine elementare Ambivalenz: ‚Unendlich' bezeichnet die Negation der Begrenztheit einerseits, andererseits aber auch die Abgründigkeit des Ungeordneten und Unvorstellbaren. Hier knüpft die theologische Tradition an, indem sie dem Begriff eine fundamentale Wende gibt.

In diesem Beitrag kann selbstverständlich keine Historie des Unendlichkeitsgedankens in der Theologiegeschichte gegeben werden; vielmehr beschränke ich mich auf drei systematisch signifikante Ausprägungen des theologischen Denkens über Unendlichkeit.

Unendlichkeit als Vollkommenheit Gottes: Gregor von Nyssa

Als erster Theologe machte wohl der um 335 oder 340 geborene Gregor von Nyssa (gestorben nach 394) diesen Begriff theologisch produktiv, indem er in der Rezeption der philosophischen Tradition gleichwohl dadurch völlig neue Akzente setzte, dass er seine Ambivalenz beseitigte. In der intellektuellen Leistung einer Synthese von antiker Philosophie und biblischer Tradition einerseits kann Gregor von Nyssa durchaus als exemplarisch für die Theologie der Alten Kirche überhaupt gelten; sein Werk ist andererseits vorbildlich darin, dass sich in ihm klare Reflexion und Frömmigkeit vereinen. So beruht auch sein Begriff der Unendlichkeit auf der Verbindung von neuplatonischer Philosophie und biblisch begründeter Gottesrede; er verbindet zugleich die theologische Reflexion mit der mystischen Gotteserfahrung: „Die Suche des Menschen nach Verwirklichung der Tüchtigkeit/Tugend (ἀρετή) ist der Weg zum

[11] Platons Versuch, die Bedrohlichkeit des *ápeiron* durch die Bindung an sein Gegenteil, die Grenze, zu zähmen, kann hier nicht weiter verfolgt werden: Für Platon sind Endlichkeit und Unendlichkeit gleichermaßen grundlegende Bestimmungen des Seienden; dabei entspricht dem Unbegrenzten das Werden, während der Kosmos und die Ordnung durch die Grenze erst entstehen können.

Unendlichen, ein unendlicher Weg zum unendlichen Gott“,[12] weil die Seele im Streben nach dem Guten nie zum Stillstand kommt.

Dabei bedeutet die Unendlichkeit Gottes für Gregor keineswegs seine Unerkennbarkeit, die wiederum ambivalent wäre, weil sie das Wesen Gottes unbestimmt und damit tendenziell bedrohlich erscheinen lassen müsste. Vielmehr ist nach Gregor die Unendlichkeit Gottes „inhaltlich gefüllt mit Vollkommenheiten. Durch das Unendliche sind sie als göttlich ausgewiesen, da das Gute, das Gott ist, sein Wesen ist.“[13] Unendlichkeit erscheint so als schrankenlose Vollkommenheit, die das Geborgensein in Gottes Liebe begründet, demnach auch als Unbegreiflichkeit in dem Sinne, dass diese Liebe Gottes menschliches Verstehen immer übersteigt und umgreift. Indem die griechische Philosophie das immer auch als bedrohlich gedacht Grenzenlose als Gottesprädikat auffasst, wird das Unbegreifliche als das unbegreiflich *Gute* ansprechbar. Damit ist die Ambivalenz im Begriff aufgehoben: Weil Gott mit der Liebe gleichgesetzt wird, ist seine Unendlichkeit gerade nicht bedrohlich, sondern Grund und Gewissheit des Vertrauens.

In Gregors Begriff der Unendlichkeit Gottes vereinen sich so klare Reflexion und mystische Gotteserfahrung und zugleich positive und negative Theologie, also eine solche Theologie, die die Gotteserfahrung begrifflich zu erfassen sucht, mit dem Bewusstsein dafür, dass keine Aussage über Gott das adäquat aussprechen kann, was sie zur Sprache bringen will, weil Gott alles Begreifen übersteigt: Weil Gott der Unendliche ist, bedarf jede menschliche Aussage über Gott der Korrektur, weil jede Aussage notwendigerweise ihren Gegenstand verendlicht.

Diese Balance, die sich bei Gregor von Nyssa zeigt, ist ebenso wie seine Neubewertung des Begriffs der Unendlichkeit vorbildlich für die Theologie des ganzen Mittelalters bis in die Neuzeit hinein. Die subtilen Diskussionen, die dabei um den Begriff der Unendlichkeit geführt wurden, sind hier nicht nachzuzeichnen; festzuhalten bleibt freilich, dass der Begriff der Unendlichkeit durch seine Fassung als Gottesprädikat seine Ambivalenz verliert, dass aber auch nicht beansprucht wird, mit den Mitteln des Begriffs Gott und das Unendliche ganz zu erfassen; im

---

[12] Ekkehard Mühlenberg, „Zur Herkunft des Gedankens der Unendlichkeit Gottes“, in: *‚Eine neue Menschheit darstellen‘: Religionsphilosophie als Weltverantwortung und Weltgestaltung,* hg. Gunther Wenz (Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2015), 140-175; 145. Die trinitarische Einbettung seiner Überlegungen kann ich hier nicht weiter diskutieren.

[13] Ebd.

Gegenteil: Das Bewusstsein dafür, hier an der Grenze der Sprache zu sprechen, ist im Begriff des Unendlichen ausgesprochen. So enthält auch die klassische Definition Gottes als *ens infinitum spirituale* die Spannung aus dem Begriff der Unendlichkeit: Dass Gott nicht zu definieren ist, weil seine Wirklichkeit die Kapazitäten menschlichen Denkens und Sprechens übersteigt, ist Teil dieser Definition.

Die Unendlichkeit und das Jenseits der Vernunft: Thomas von Aquin

Diese für die scholastische Theologie basale Einsicht ist auch dort zu berücksichtigen, wo der Gottesbegriff als vernunftnotwendig erwiesen werden soll – die traditionelle Bezeichnung dieser Versuche als ‚Gottesbeweise' ist zumindest missverständlich, insofern hier kein Beweis im mathematischen Sinn geliefert werden soll und kann.[14] Es geht vielmehr um die Grenzen des Denkens und der Erfahrung, damit zugleich um die Bedingungen der Wirklichkeit hinsichtlich ihres Seins und ihrer Erkenntnis. Dabei kommt dem Begriff der Unendlichkeit zentrale Bedeutung zu, wie sich besonders an dem Argumentationsgang zeigt, der später als ‚Kausalitätsbeweis' bezeichnet wurde und von Thomas von Aquin (um 1225-1274) als einer der fünf ‚Wege' *(viae)* am Beginn seiner *Summe der Theologie* (entstanden 1266-1273) angeführt wird.[15]

Der Gedankengang ist dieser: 1) Alles in der Welt ist die Wirkung einer Ursache. Dieser Satz benennt eine allgemeine Erfahrung und ist zugleich die Bedingung jeder wissenschaftlichen Erklärung. 2) Jede Ursache ist selbst wieder die Wirkung einer Ursache. Dieser Satz ist nichts anderes als eine Konsequenz aus dem ersten Satz. 3) Weil es aber unbestreitbar Ereignisse, also Wirkungen gibt, muss es eine erste, unverursachte und folglich transzendente Ursache geben. 4) Diese unverursachte Ursache nennen alle Gott.

An dieser Argumentation sind mehrere Aspekte bemerkenswert. Zum einen geht es hier nicht um die prinzipielle Möglichkeit oder Unmöglichkeit eines unendlichen Fortschreitens, weshalb dieses Argument auch

---

14 Die gängige Überzeugung, dass Kant die Gottesbeweise widerlegt hätte, ist darum zu korrigieren: Kants Argumentation richtet sich gegen einen bestimmten neuzeitlichen Gebrauch der sogenannten Gottesbeweise, trifft aber weder den genuinen scholastischen Zusammenhang noch eine sprachphilosophische und vernunfttheoretische Neufassung in der Gegenwart.

15 Thomas von Aquin, *Gottesdasein und Wesen* (Salzburg und Leipzig: Verlag Anton Pustet, 1934), Q2a3, 45-49. [STh Iª q. 2 a. 3]

keineswegs durch Veränderungen in mathematischen Unendlichkeitskonzeptionen oder in neuzeitlichen wissenschaftslogischen Denkformen erledigt ist; hier geht es vielmehr um die Frage, wie die Welt geworden ist, wie sie ist. Thomas argumentiert, dass es nicht möglich sei, hinsichtlich der Wirkursachen ins Unendliche zurückzugehen, denn eine reale Wirkung muss auf eine reale Ursache zurückgeführt werden; ein unendlicher Regress kann die Wirklichkeit mithin nicht erklären. Der Kern des Arguments ist demnach das Verhältnis von Möglichkeit und Wirklichkeit: Dass alles Mögliche sein *kann*, erklärt nicht, warum sich *dieses* ereignet.

Weiterhin ist bemerkenswert, dass Thomas hier zunächst nur die Bahnen Aristotelischer Philosophie auszieht; bereits daraus geht hervor, dass die unverursachte Ursache nicht unmittelbar mit dem Gott des christlichen Glaubens identisch ist. Der Argumentationsgang des Thomas beweist indes nicht Gott, sondern den ‚unverursachten Verursacher‘; deswegen ist die Bezeichnung ‚Gottesbeweis‘ für dieses Argument streng genommen irreführend. Denn Gott wird erst im letzten Satz eingeführt, ohne dass dabei eine logische Ableitung beansprucht würde. Thomas führt den Gottesnamen eher beiläufig ein, und nur die ersten Glieder des Gedankens beanspruchen, eine allgemein einsehbare Argumentation zu sein. Die dabei gewonnene Einsicht ist freilich selbst schon von weitreichender Bedeutung: Alles Denken und Wissen verweist auf das Jenseits des Denkens und Wissens; eben dieses Jenseits muss im Blick sein, wenn vom Unendlichen die Rede ist. Der eigentlich theologische Schritt ist bei Thomas ohne logische Stringenz eingeführt: Dass alle die erste bewirkende Ursache Gott nennen, ist so kontingent wie jede menschliche Benennung. Der Übergang zum Gottesnamen ist also nicht trivial und beansprucht auch gar nicht, eine zwingende Folgerung zu sein. Dass der Glaube in der ersten Ursache Gott wiedererkennt, ist eine theologische Bestimmung, die freilich weitreichende Konsequenzen hat: Die Pointe des Arguments ist die Identifikation der letzten Ursache und des transzendenten Ursprungs der Welt mit dem Gott, wie er in der biblischen Tradition bezeugt wird. Wie bei Gregor ist die Identifikation des Unendlichen mit Gott eine Sache des Glaubens,[16] die das Verhältnis zur Welt und ihren Grenzen verwandelt.

[16] Ohne dass dies hier weitergeführt werden könnte, lässt sich doch sagen, dass das Bewusstsein der Begrenzung des Denkens durch das Unendliche immer irgendeinen ‚Glauben‘ impliziert, der Grundannahmen über die Beschaffenheit der Welt und der Existenz bereithält.

Die ästhetische Erfahrung des Unendlichen: Friedrich Daniel Ernst Schleiermacher (1768-1834)

Die dritte theologische Konstellation des Begriffs der Unendlichkeit, die hier betrachtet werden soll, findet sich am Übergang des 18. zum 19. Jahrhundert bei Schleiermacher, zur Zeit der Romantik, was für dieses Konzept der Unendlichkeit von Bedeutung ist. Schleiermacher gebraucht den Begriff des Unendlichen programmatisch: „Religion ist Sinn und Geschmack fürs Unendliche."[17] Charakteristischerweise verwendet Schleiermacher hier Ausdrücke, die sich auf Sinnliches und Ästhetisches beziehen, nicht nur, weil die Frühromantiker, deren innerstem Berliner Kreis er angehört, seine Adressaten sind. Auch die Erfahrungen, auf die er seinen Religionsbegriff bauen will, sind zugleich ästhetische, wobei dies nicht primär auf die Kunst oder gar den individuellen Affekt abstellt, sondern eine genuine Weise, die Welt und sich selbst in ihr wahrzunehmen. Darum kann er das Unendliche auch dem Universum parallelisieren, wobei dies wiederum mehr ist als der astronomische Kosmos. „Anschauen des Universums, ich bitte befreundet Euch mit diesem Begriff, er ist der Angel meiner ganzen Rede, er ist die allgemeinste und höchste Formel der Religion, […]".[18]

Für Schleiermacher ist nun entscheidend, dass diese Erfahrung nicht eine Hervorbringung des Subjekts ist, sondern vielmehr vom Angeschauten selbst, also dem tätigen Universum, hervorgeht. „Alles Anschauen gehet aus von einem Einfluß des Angeschaueten auf den Anschauenden, von einem ursprünglichen und unabhängigen Handeln des ersteren, […]."[19] In der „Anschauung des Universums" erfährt sich das fühlende Subjekt vom Unendlichen berührt und getragen; in solcher Erfahrung, wie sie in der Naturerfahrung, wie etwa in der Liebe, die nicht zufällig Hauptmotive der Romantik sind, kulminieren kann, vereinen sich Ich und Welt, so dass die Scheidung zwischen ihnen im Moment verschwindet. Diese Entgrenzung des Subjekts ist ästhetische und religiöse Erfahrung zugleich.

Die Verbindung von religiöser und ästhetischer Erfahrung gelingt Schleiermacher freilich um den Preis einer vielleicht absichtsvollen

---

17 Friedrich Daniel Ernst Schleiermacher, *Über die Religion*: *Reden an die Gebildeten unter ihren Verächtern,* hg. Günter Meckenstock (Berlin: de Gruyter, 2001 [1799]); 80 (212).

18 Ebd. 81 (213).

19 Ebd. 81 (213). In den späteren Auflagen der Reden vermeidet Schleiermacher den Begriff der ‚Anschauung', wohl deswegen, weil er angesichts von Kants Bestimmung des Begriffs leicht missverstanden werden könnte.

Unschärfe der Begriffe: Was unterscheidet etwa die von ihm gebrauchten Ausdrücke Universum, Unendliches, Gottheit *et cetera*? Die Unschärfe kann einerseits rhetorisch begründet sein, weil er sich dezidiert an die „Gebildeten unter den Verächtern“ der Religion richtet, also gerade nicht die traditionelle theologische Terminologie verwenden kann. Sie entspricht andererseits aber wohl auch dem Bild religiöser Erfahrung, das Schleiermacher zeichnen will, das freilich sehr unterschiedlichen Interpretationen und Weiterführungen ausgesetzt war und ist.

Schleiermachers Fassung des Begriffs der Unendlichkeit, die auch hier in eigentümlicher Weise als Gottesprädikat erscheint, ist allerdings darin instruktiv, dass er nicht einfach einen abstrakten Begriff von Unendlichkeit entwickelt, sondern an die Erfahrungen des Lebens zurückbindet. Dieses Grundmoment einer theologisch fruchtbaren Rede von der Unendlichkeit fand sich, wie gezeigt, schon bei Gregor von Nyssa; auch die Theologie des Thomas ist durch die Verbindung von theologischer Reflexion und der Erfahrung des Glaubens getragen, auch wenn die Thomas-Rezeption nicht selten das Missverständnis beförderte, hier gehe es um objektivierbare und definierbare Sachverhalte.

Unendlichkeit bezeichnet in theologischer Perspektive aber keinen Gegenstand und auch kein Abstraktum, sondern ist ein *Relationsbegriff*. Damit ist gesagt, dass hier nicht über *etwas* zu reden ist, sondern in eminenter Weise über *uns*. Wenn theologisch vom Unendlichen die Rede ist, dann kann das nicht absehen von der Dimension unserer Lebenswelt, die in der Konfrontation mit diesem Begriff in neuer Weise zu bedenken ist.

Unendlichkeit und Ewigkeit: Theologische Perspektiven

An dieser Stelle ist an die Überlegungen anzuknüpfen, die im ersten Abschnitt unternommen wurden. In der semantischen Reflexion war Unendlichkeit als Negation der existenziellen Erfahrung der Endlichkeit sichtbar geworden.[20] In dieser lebensweltlichen Perspektive erscheint

[20] In dieser Beziehung auf die Lebenswelt und ihre Erfahrungen unterscheidet sich mein Ansatz grundlegend von dem Wolfhart Pannenbergs, in dessen Theologie der Begriff des Unendlichen geradezu fundamentale Bedeutung hat: Der durch das Prädikat der Unendlichkeit charakterisierte Gottesgedanke soll die Möglichkeit philosophischer Verallgemeinerbarkeit tragen, die er für theologisch unverzichtbar hält. Weil er bei der metaphysischen Bestimmung des Unendlichen ansetzt, kehrt Pannenberg den hier vorgestellten Ansatz geradezu um: „Man dürfe nicht auf das Präfix ‚un-‘ hereinfallen. Das Endliche ist nämlich in Wahrheit ein Ununendliches. Am Anfang des Seins und

Endlichkeit in einer tiefen Gebrochenheit: Endlichkeit ist aber die Bedingung von Individualität und Erfahrung. Erfahrungen sind nur möglich, wo das Eine gegen das Andere abgegrenzt werden kann, und ein Individuum sein bedeutet, eine bestimmte Geschichte zu haben und keine andere; bestimmte Eigenschaften und Möglichkeiten zu haben und anderer zu ermangeln. Ich bin gerade darin ‚Ich', dass verschiedene durchaus zufällige Bedingungen genauso geworden sind, wie sie in meiner Biografie verlaufen sind. Das Hervorbringen von Individualität ist insofern auf Endlichkeit angewiesen.

Endlichkeit heißt in existenzieller Perspektive aber auch Abbruch. Eine Freundschaft kann zerbrechen; sie ist endlich. Individualität kann auch Isolation heißen und als leidvoll erfahren werden, wenn sie uns mit uns selbst allein lässt. Individualität heißt eben auch Abgrenzung und Abtrennung vom Anderen, an deren Spitze die Einsamkeit stehen kann – nicht umsonst ist die Entgrenzung des Ich in der Leidenschaft und der Liebe ein zentrales romantisches Motiv. Endlichkeit heißt aber auch Schulderfahrung, weil das Gesagte und Getane nicht zurückgeholt werden und allzu oft auch nicht mehr geheilt oder verziehen werden können. Endlichkeit – das ist zuletzt aber auch die Unwiederbringlichkeit, die der Tod bedeutet.

„Un-Endlichkeit" steht in dieser Perspektive zunächst für die Negation der schmerzlichen Erfahrungen der Endlichkeit. Das ist gerade nicht der Ausgriff auf das Jenseitige, als ob endlichen Wesen darüber sinnvolle Aussagen möglich wären, sondern benennt den Protest gegen das Leiden an der Endlichkeit. Es geht folglich nicht um ein positives Ausmalen der Unendlichkeit – die literarischen Fiktionen der Unendlichkeit, die letztlich auch nur eine Endlichkeit ohne Ende imaginieren können, zeigen die Unsinnigkeit solcher Vorstellungen; sie dokumentieren aber auch, dass Unendlichkeit als bloße Negation zugleich den Charakter des Un-heimlichen, weil Un-begreiflichen und Un-vorstellbaren behalten muss.[21]

---

des Denkens steht das Unendliche." Vgl. Stefan Schaede, „Mehr als unendlich: Gottes Ewigkeit", in: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven,* hg. Brachtendorf, Möllenbeck, Nickel und Schaede, 349-366; 351. Die darin implizierte Unterordnung der Glaubenserfahrung unter den theologischen Begriff scheint mir freilich problematisch.

[21] Dass das Unendliche zugleich als das ‚Un-heimliche' erscheinen muss, insofern Heimat gerade durch die ordnende Begrenzung ihre Bestimmung findet, ist das lebensweltliche Pendant zu der negativen Wertung des *ápeiron* bei Anaximander und Aristoteles; vgl. Bernhard Waldenfels, „Aporien des Unendlichen", in: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven,* hg. Brachtendorf, Möllenbeck, Nickel und Schaede, 3-22; 4-6.

Die theologische Tradition ist hier mit Recht sehr zurückhaltend; die Sprachformen, die sie bietet, zielen nicht auf das Entwerfen einer Utopie, sondern auf die Wahrnehmung der Erfahrungen des Lebens und die Einübung in die Hoffnung. Dabei ist festzustellen, dass außerhalb der Reflexionen zur Gotteslehre der Begriff der Unendlichkeit keine große Bedeutung hat und auch hier vornehmlich im Kontext metaphysischer Gottesrede erscheint.[22] Der Grund dafür, dass in der Sprache christlicher Frömmigkeit der Begriff der Unendlichkeit selten erscheint, ist vor allem darin zu sehen, dass er kein biblischer Terminus ist; deshalb war auch in diesem Beitrag von der antiken Philosophie und ihrer theologischen Rezeption auszugehen. Nun soll aber abschließend die spezifische Perspektive aus der biblischen Tradition wahrgenommen werden, weil diese noch einmal ein neues und gerade im Blick auf die Lebenswelt hilfreiches Licht auf die Thematik wirft.

Die biblische Sprache hat kein genaues Äquivalent für ‚Unendlichkeit‘; ein Grund dafür ist, dass Sprache sehr sparsam mit Abstrakta umgeht. Die biblischen Texte greifen nicht aus auf ‚das Ganze‘, wie es durch die begriffliche Vernunft konzipiert wird, sondern bleiben erfahrungsnah. Darum ist auch die räumliche Unendlichkeit kein besonders wichtiges Thema in der Schrift, weil den biblischen Autoren das Bewusstsein der eigenen lokalen Begrenzung ebenso selbstverständlich ist wie die Tatsache, dass die Welt nicht an den Grenzen der eigenen Welt endet. Freilich ist die verbreitete Ansicht, die Welt der Antike sei klein und überschaubar gewesen, während sie in Neuzeit und Moderne entgrenzt und unabsehbar geworden sei, eine Selbsttäuschung: Die biblischen Wendungen von der Unzählbarkeit der Sterne sind nur ein bekanntes Beispiel dafür, dass hier sehr genau die Grenzen menschlichen Vorstellungsvermögens erkannt und zur Sprache gebracht sind.[23] Die biblische Sprache bleibt bei den Erfahrungen des Lebens und blickt nicht

[22] Die ungebrochene Bedeutung der metaphysischen Gottesrede zeigt sich in der Studie von Holm Tetens, *Gott denken*: *Ein Versuch über rationale Theologie* (Stuttgart: Reclam, 2015), die für den gegenwärtigen Diskurs von Philosophie und Theologie wichtige Impulse gibt.

[23] Schon 1938 hatte Martin Heidegger gezeigt, dass die Antike und das Mittelalter nicht etwa ein anderes und engeres Weltbild hatten als die Neuzeit; sie hatten vielmehr gar kein Weltbild, denn dieses setzt einen (fiktiven) Blick von außen voraus, der erst der neuzeitlichen Vernunftkonzeption entspringt. Vgl. Martin Heidegger, „Die Zeit des Weltbildes“, in: Martin Heidegger, *Holzwege*. *Gesamtausgabe I.5*, hg. Friedrich-Wilhelm von Herrmann (Frankfurt a.M.: Klostermann, 1977 [1938]).

von einem fiktiven Außen auf ‚den' Menschen, sondern fragt danach, wie wir uns in dem bewegen können, was wir erfahren.

Als sachlich am engsten verwandter Begriff für ‚Unendlichkeit' finden sich in den biblischen Schriften Ausdrücke, die zumeist mit ‚Ewigkeit' wiedergegeben werden, was schon sprachlich anders konstruiert ist als ‚Unendlichkeit'.[24] Diese Übersetzung steht für das hebräische *olam* (עוֹלָם) und das griechische *Aion*/*Äon* (αἰών); die Grundbedeutung beider Ausdrücke ließe sich als ‚sehr lange Zeit' umschreiben. Dies bleibt wiederum auf die menschliche Zeiterfahrung bezogen, freilich so, dass hier gerade die unvorstellbar lange Zeit benannt ist.

Die biblische Sprache verzichtet auch auf Spekulationen über das Unbestimmbare und beschränkt sich darauf, auf das zu verweisen, was menschliches Begreifen übersteigt. Das Bewusstsein dafür, dass hier keine definitiven Aussagen möglich sind, heißt aber gerade nicht, dass nichts zu sagen wäre; im Gegenteil. Freilich kann dies verantwortet nur so geschehen, dass die Aussagen in eigentümlich gebrochener Gestalt erscheinen und das, was zu sagen ist und doch das Begreifen übersteigt, in indirekter Weise artikuliert wird. Nicht zufällig sind Metapher und Gleichnis elementare biblische Sprachformen, erst recht dort, wo es um die Wirklichkeit Gottes und die Ewigkeit geht.

Hier ist an die grundlegenden Fragen zu erinnern, die Kant formuliert hatte, und dabei besonders an die vierte, die die anderen umgreift: Was ist der Mensch? Diese Frage ist darum die grundlegende, weil hier nicht wieder nach einem Teilbereich des Lebens gefragt wird, sondern nach dem Ganzen unseres Lebens. Biblischer Glaube lässt sich insgesamt als eine genuine Antwort auf diese Frage verstehen, weil er das ganze Leben umgreift und versteht als ein Leben vor Gott, und das heißt: als Leben angesichts der Ewigkeit Gottes. Glaube ist also kein Sonderbereich unseres Lebens, keine spezifische Provinz oder eine spirituelle Dimension, sondern das Ganze des Lebens in der spezifischen Wahrnehmung seiner Begründung und in seiner Ausrichtung auf Gott.

Indem aber das menschliche Leben als Leben vor Gott wahrgenommen wird, tritt es in seiner Bezogenheit auf und seine Unterschiedenheit von Gottes Ewigkeit in den Blick. Diese Unterscheidung macht das irdische Leben keineswegs defizitär, sondern ist wiederum die Bedingung des

[24] Wenn Pannenberg Ewigkeit neben Heiligkeit und Allgegenwart als Eigenschaften Gottes seiner Unendlichkeit als Wesensbegriff unterordnet, wird diese Differenz eingezogen; vgl. Wolfhart Pannenberg, *Systematische Theologie. Bd. I* (Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1988); 429ff.

Lebens. Für den biblischen Glauben ist es eine durchgängige Gewissheit, dass solche Unterscheidungen lebensfreundlich sind. Gott setzt heilsame Grenzen – in der Schöpfung wie in der Gabe seines Gebotes und in der Gegenwart seines Geistes. Und umgekehrt kann gesagt werden, dass die Grenzen der Existenz und im Leben dann heilsame Grenzen sind, wenn sie dem Willen Gottes entsprechen.

Eben darum ist auch die Endlichkeit menschlichen Lebens für sich genommen kein Unheil, weil sie umgriffen ist von Gottes Ewigkeit. Zum Unheil wird die Endlichkeit erst unter der Herrschaft der Sünde, also der Trennung von Gott, die jenes Umgriffensein durch Gott leugnet und dadurch ortlos und maßlos wird.

Weil aber außerhalb der kreatürlichen Grenzen nicht einfach das Unsagbare, sondern Gott ist, tritt an die Stelle der Abgründigkeit die Hoffnung, wie in Psalm 139 formuliert wird: „Von allen Seiten umgibst du mich / und hältst deine Hand über mir. / Diese Erkenntnis ist mir zu wunderbar und zu hoch, / ich kann sie nicht begreifen.“ Nur auf diese Weise lässt sich die Hoffnung aussprechen, dass sie zugleich unausgelotet bleibt.

Während der Begriff der Unendlichkeit durch den Gegensatz zum Endlichen bestimmt ist und damit selbst als Negation an den Horizont des Endlichen gebunden bleibt, so steht ‚Ewigkeit‘ für die Wirklichkeit, die diesen Gegensatz noch einmal umgreift. Ewigkeit ist so nicht einfach das Gegenteil vom Sein in der Zeit; vielmehr lebt Glaube aus der Gegenwart der Ewigkeit *in* der Zeit. So sind die existenziellen Erfahrungen der Endlichkeit aufgenommen, ohne dass sie das letzte Wort hätten. Das Spezifikum des christlichen Glaubens wiederum ist es, diese Gegenwart des Ewigen in der Zeit fokussiert in Verkündigung, Leben und Geschick des Jesus aus Nazareth zu erkennen. In der Auferstehung des Gekreuzigten wird die Zeit auf Gottes Ewigkeit hin geöffnet.

Damit ist die Endlichkeit des Lebens nicht geleugnet; sie wird vielmehr gerade darin in ihrer eigenen Würde angenommen. Menschliches Leben ist in der Zeit und Menschen erfahren in der Zeit. Indem aber in der Auferstehung Jesu Christi der Tod vom Leben Gottes überwunden ist, wird die Endlichkeit des Lebens transparent für die Ewigkeit Gottes. Diese Ewigkeit ist kein erhabener Stillstand, sondern in sich schöpferisches Leben. Weil Glaube auf die Schöpferkraft Gottes hoffe, darum muss er sich das Leben in der Unendlichkeit nicht ausmalen, sondern sucht nach der Weltgestalt eines Lebens aus der Gewissheit der Ewigkeit Gottes. Diese Weltgestalt in je unserer Zeit lässt sich aussagen als Glaube, Liebe

und Hoffnung. So ließe sich formulieren, die Hoffnung sei die Gegenwart des Unendlichen in der Zeit.

Dem entspricht in äußerst verdichteter Form das Lied, dem der Titel dieses Beitrags entnommen ist: „Alles Ding währt seine Zeit" ist der Kehrvers aus dem Lied „Sollt ich meinem Gott nicht singen", das Paul Gerhardt 1653 verfasste; die bekannte Melodie wurde 1641 von Johann Schop geschrieben. Die ersten neun Strophen dieses Liedes enden mit dieser Doppelzeile: „Alles Ding währt seine Zeit – Gottes Lieb in Ewigkeit".[25] Dass alles Ding seine Zeit währt, ist die menschliche Erfahrung der Endlichkeit; es ist die Bedingung des Menschseins, die *conditio humana,* ebenso wie seine schmerzliche Grenze. Für den Glauben folgt aber darauf dieser zweite Teil: Gottes Lieb währt in Ewigkeit: Das ist es, was dem endlichen Leben nach christlicher Überzeugung seine Richtung und seinen Trost gibt, weil es gehalten und umgriffen ist von der Liebe Gottes. Solche Glaubensgewissheit ist alles andere als selbstverständlich; darum ist es nicht nur rhetorisch geschickt, sondern auch ganz sachgemäß, dass das Lied formal mit einer Frage beginnt, die als Selbstermunterung und Selbstaufforderung fungiert. Das Gotteslob versteht sich nicht von selbst und hat sich nie von selbst verstanden. Es bedarf der Selbstermunterung und der Einstimmung in die tradierten Erfahrungen des Glaubens, um die eigenen schmerzlichen Erfahrungen, dass alles Ding nur seine Zeit währt, zu der produktiven Endlichkeit werden zu lassen: Gottes Lieb in Ewigkeit.

Die letzte Strophe variiert die Schlusszeilen und öffnet so die Gegenwart des Ewigen wieder zur Hoffnung auf die Zukunft Gottes: „bis ich dich nach dieser Zeit / lob und lieb in Ewigkeit".

[25] *Evangelisches Gesangbuch*, 325.

Literaturverzeichnis

Aquin, Thomas von. *Gottesdasein und Wesen*. Salzburg und Leipzig: Verlag Anton Pustet, 1934.

Dalferth, Ingolf U. „Bestimmte Unbestimmtheit: Zur Denkform des Unbestimmten in der christlichen Theologie“. *ThLZ* 139 (2014): 4-35.

Ehlers, Jürgen. „Das meßbar Große und Kleine: Über Methode und Ergebnisse physikalischer Naturforschung“. In: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven*. Hg. Johannes Brachtendorf, Thomas Möllenbeck, Gregor Nickel und Stefan Schaede. Tübingen: Mohr Siebeck, 2008. 131-139.

Evangelisches Gesangbuch.

Heidegger, Martin. „Die Zeit des Weltbildes (1938)“. In: Martin Heidegger, *Holzwege*. *Gesamtausgabe I.5*. Hg. Friedrich-Wilhelm von Herrmann. Frankfurt a.M.: Klostermann, 1977. 75-96.

Kant, Immanuel. „Logik: Ein Handbuch zu Vorlesungen“. In: Immanuel Kant, *Gesammelte Schriften. Abt. 1. Werke. Bd. 9: Logik. Physische Geographie. Pädagogik* (Akademieausgabe). Berlin: de Gruyter, 1923. 1-150.

Mansfeld, Jaap. *Die Vorsokratiker: Griechisch/Deutsch*. Stuttgart: Reclam, 2008.

Mühlenberg, Ekkehard. „Zur Herkunft des Gedankens der Unendlichkeit Gottes“. In: *‚Eine neue Menschheit darstellen‘: Religionsphilosophie als Weltverantwortung und Weltgestaltung*. Hg. Gunther Wenz. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2015. 140-175.

Pannenberg, Wolfhart. *Systematische Theologie. Bd. I*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1988.

Schaede, Stefan. „Mehr als unendlich: Gottes Ewigkeit“. In: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven*. Hg. Johannes Brachtendorf, Thomas Möllenbeck, Gregor Nickel und Stefan Schaede. Tübingen: Mohr Siebeck, 2008. 349-366.

Schleiermacher, Friedrich Daniel Ernst. *Über die Religion: Reden an die Gebildeten unter ihren Verächtern*. Hg. Günter Meckenstock. Berlin: de Gruyter, 2001 [1799].

Schoberth, Wolfgang. *Einführung in die theologische Anthropologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2006.

Tapp, Christian. „Unendlichkeit in Mengenlehre und Theologie: Über tatsächliche und scheinbare Beziehungen“. In: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven*. Hg. Johannes Brachtendorf, Thomas Möllenbeck, Gregor Nickel und Stefan Schaede. Tübingen: Mohr Siebeck, 2008. 233-248.

Tetens, Holm. *Gott denken: Ein Versuch über rationale Theologie*. Stuttgart: Reclam, 2015.

Waldenfels, Bernhard. „Aporien des Unendlichen“. In: *Unendlichkeit: Interdisziplinäre Perspektiven*. Hg. Johannes Brachtendorf, Thomas Möllenbeck, Gregor Nickel und Stefan Schaede. Tübingen: Mohr Siebeck, 2008. 3-22.

Wittgenstein, Ludwig. *Philosophische Untersuchungen*. 3. Auflage. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1975.

Faszination Unendlichkeit: Über die Struktur des Unendlichen

THOMAS WETH

Mathematik als Instrument zur Erweiterung der menschlichen Sinne

Das menschliche Auge kann maximal circa 7 500 Sterne am Himmel identifizieren. Das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges lässt es nicht zu, kleinere beziehungsweise lichtschwächere Objekte zu erkennen als die genannten. Nachdem Galileo Galilei das erste Fernrohr auf den Himmel gerichtet hatte, konnten er und seine Nachfolger eine Vielzahl an weiteren Sternen identifizieren; so wurde zum Beispiel der „Hipparcos-Katalog […] aus Daten des […] Satelliten Hipparcos […] zusammengestellt […]. Der Katalog wurde 1997 veröffentlicht und enthält 118 218 Sterne […]. Neben diesen […] Messungen kartografierte der Satellit [etwa] 1 bzw. 2 Millionen Sterne."[1]

In gleicher Weise wie das Fernrohr erweitert ‚in der anderen Richtung' das Mikroskop die Sinne des Menschen. Um dem Menschen Infrarot- oder Ultraviolettstrahlung zugänglich zu machen, entwickelte die Technik entsprechende Detektoren; zur Analyse radioaktiver Strahlung, für die der Mensch gar keine Sinne ausgebildet hat, wurden etwa Geigerzähler erfunden. Alle Beispiele haben gemeinsam, dass sie die Sinne des Menschen über das von der Natur gegebene Maß hinaus erweitern. Ganz analog lässt sich aus diesem Blickwinkel die Mathematik verstehen: Sie erweitert in bestimmten Bereichen die ‚Sinne' des Menschen über das Maß hinaus, das ihm angeboren ist. Hierbei handelt es sich bei ‚Sinn' nicht um seinen taktilen oder audiovisuellen, sondern um den ‚Sinn', der gemeinhin unter dem Oberbegriff ‚gesunder Menschenverstand' subsumiert wird. Mathematik kann dem Menschen als Instrument dienen, um über die Grenzen seines ‚gesunden Menschenverstands' hinaus zu blicken, wie es das Fernrohr gestattet, Regionen des Weltalls zu untersuchen, die den natürlichen menschlichen Sinnen verschlossen bleiben würden.

[1] http://de.wikipedia.org/wiki/Sternkatalog [zuletzt besucht 02.12.2015].

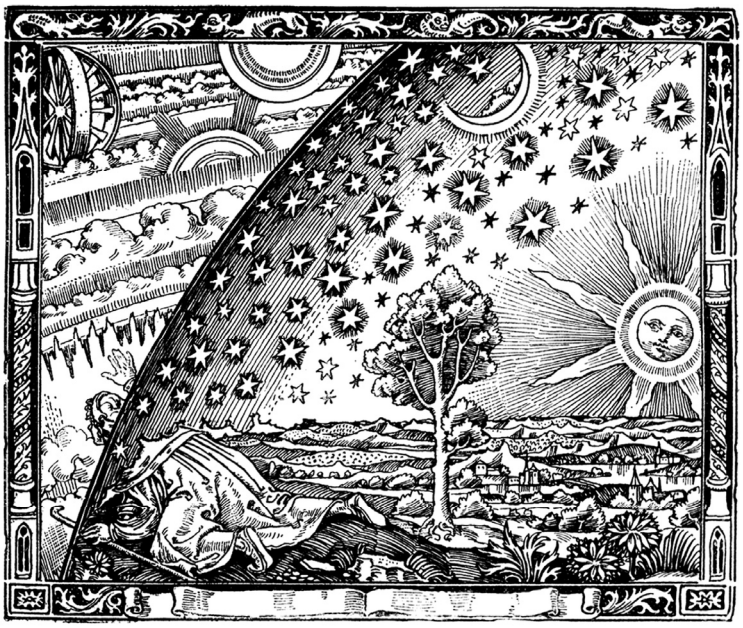


Abbildung 1: Kopernikus blickt über den Rand der sichtbaren Welt hinaus. Holzschnitt aus dem 19. Jahrhundert.[2]

Besonders deutlich erscheint mir dieser ‚Fernrohrcharakter' der Mathematik im Rahmen des Unendlichkeitsbegriffs zu werden. Die naiven Vorstellungen von ‚unendlich' erfahren durch die Mathematik eine Erweiterung, die selbst den wohl prominentesten und erfolgreichsten Forscher auf diesem Gebiet, Georg Cantor, zu dem Ausspruch „Ich sehe es, aber ich glaube es nicht" veranlasste.[3]

Die Mathematik zeigt uns beim Unendlichkeitsbegriff Phänomene und unwiderlegbare Tatsachen, die dem ‚gesunden Menschenverstand' absolut zu widersprechen scheinen, etwa dass es verschieden große Unendlichkeiten gibt; nicht etwa *eine* Unendlichkeit oder lediglich *zwei* verschiedene, sondern gleich eine *unendliche* Folge verschieden großer Unendlichkeiten: eine wirklich größer als die andere. Der folgende Beitrag versucht, die wesentlichen Schritte und Beiträge zum Begriff der Unendlichkeit darzustellen.

---

[2] Der Holzschnitt erscheint erstmalig in Camille Flammarion, *L'atmosphère: météorologie populaire* (Paris: Hachette, 1888), 163.

[3] Zit. nach Walter Purkert und Hans Joachim Ilgauds, *Georg Cantor* (Leipzig: Teuber, 1985), 34.

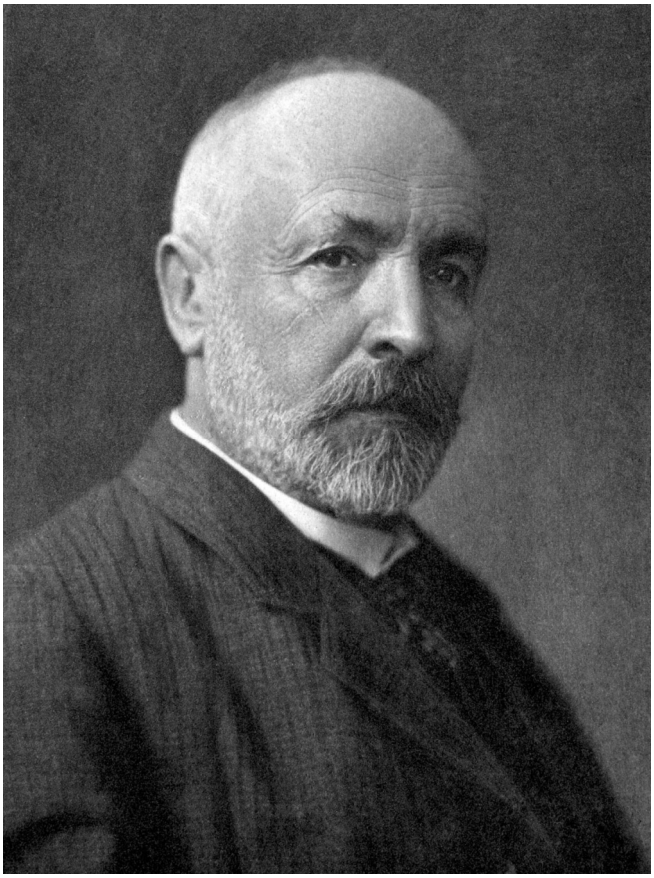
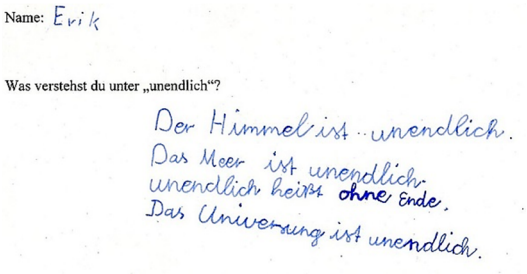


Abbildung 2: Georg Cantor (3. 3. 1845-6. 1. 1918).

Bemerkungen zum Verständnis von ‚unendlich' in Schule und außermathematischen ‚Wissenschaften'

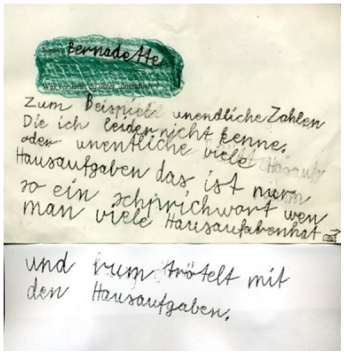
Zur Vorbereitung dieses Beitrags befragte ich die Schülerinnen und Schüler dreier Schulklassen, was sie unter ‚unendlich' verstünden.[4] Exemplarisch und prototypisch hier einige Antworten aus einer 4. Klasse Grundschule (erste Zeile), einer 8. Klasse Hauptschule (2. Zeile) und einer 10. Klasse Gymnasium (3. Zeile):

[4] Mein herzlicher Dank für die Unterstützung gilt den Schülerinnen und Schülern von Ursula Albert-Moll, Heiko Baumann und Christina Schlemmer.


Name: Erik

Was verstehst du unter „unendlich“?

Der Himmel ist unendlich.
Das Meer ist unendlich.
unendlich heißt ohne Ende.
Das Universum ist unendlich.


Bernadette

Zum Beispiel unendliche Zahlen
Die ich leider nicht kenne.
oder unendliche viele
Hausaufgaben das ist nervig
so ein schönes Wort wenn
man viele Hausaufgaben hat

und rum trödelt mit
den Hausaufgaben.

Wir haben gerade über Sie erfahren, und sie wollten von uns wissen was wir über unendlich forstellen? Unendlich ist für mich unvorstellbar groß wie das universum, das hat kein anfang und kein ende. Bei zahlen stell ich mir vor am anfang eine zahl von 1-9 und dann nullnen hin hängen bis unvorstellgarkeit bis man wansinig wird. Mehr kann ich mir nicht vorstellen.

Unter unendlich verstehe ich folgendes:

- das Weltall ist unendlich groß
- die Zahl unendlich hört nie auf
- wenn du bis unendlich zählen willst, wirst du nie fertig!!

dass war meine Meinung!

unter unendlich verstehe ich das die welt und das ganze leben unendlich ist!!!!!!!! ich möchte unendlich lange leben weil das leben sehr schon und aufregent ist!!!!!

Hier meine Antworten:

- nichts ist größer als Unendlich
- Unendlich ist nicht definierbar
- Gott ist unendlich

Hallo Thomas

Es ist nichts unendlich, da es für alles eine Größenzuordnung gibt, aber ab einer bestimmten Obergrenze geht es nicht mehr und es ist für die meisten "unendlich" Aber es kann nicht unendlich sein auch wenn es in die Größenordnung der Billionen oder Trillionen geht. [...]
Man könte aber auch Buchstabenfolgen bis in die Ewigkeit vortführen
(a,b,...aa,ab,ac...ba,bb,bc...zy,zz,aa,aab,aac,...zzy,zzz,aaaa,aaab,aaac...zzzy,zzzz,aaaaa,aaaab,usw.)
Ich sitze grade im Infomatikunterricht bei Frau Schlemmer und schreibe diese
E-mail die wie folgt lautet:

Hallo Thomas
...

P.s. Das könnte so unendlich weitergehen.

Interessant ist, dass sich der Unendlichkeitsbegriff mit zunehmendem Alter und steigender Klassenstufe nur wenig, wenn nicht gar überhaupt nicht zu ändern scheint. In jeder Schulstufe finden sich Assoziationen wie: ‚Meer', ‚Weltall', ‚Gott', ‚immer weiter zählen', ‚kein Ende erreichen', ‚nie fertig werden mit Zählen' und so weiter. Bei meiner ‚Befragung' handelte es sich zwar nicht um eine ‚Messung', die in irgendeiner Weise statistisch-wissenschaftlichen Ansprüchen genügen könnte, doch wage ich die Hypothese, dass der Mathematikunterricht keinen wesentlichen Beitrag liefert, um den Schülern die mathematischen Erkenntnisse über den Unendlichkeitsbegriff über das dargestellte Maß hinaus näher zu bringen und ihn zu präzisieren.

Einfache Möglichkeiten im Unterricht, das abstrakte ‚unvorstellbar groß' etwas zu konkretisieren und ein Minimum einer Vorstellung von der ‚wirklichen' Größe von ∞ zu generieren, bieten sich allerdings bereits an einfachsten Beispielen. Alleine die folgende Geschichte über π halte ich für erwähnens- und mitteilenswert: Man weiß, dass π oder auch $\sqrt{2}$ irrationale Zahlen sind. Aus der Irrationalität folgt, dass die Dezimalbruchentwicklung von π nicht abbricht und keine Periodizität aufweist. Von π weiß man zudem, dass es eine normale Zahl ist,[5] das heißt: Jede gleichlange Zahlenfolge kommt mit gleicher Wahrscheinlichkeit in der Ziffernfolge von π vor – anders etwa als in der ebenfalls irrationalen und transzendenten Zahl

$$0{,}0\,1\,0\,0\,0\,1\,\underbrace{0\,0\,0\,0\,0}_{5}\,1\,0\,..\,0\,1\,0\,..\,0\,1\,0\,..\,0\,1\,0\,...$$
$$\quad 2\quad 3\qquad\qquad\quad 7\qquad 11\qquad 13$$

Und diese Eigenschaft hat erstaunliche und bemerkenswerte Konsequenzen. Jede Dezimalzahl – also auch ein beliebig genauer Näherungswert von π – lässt sich binär, also computerlesbar, darstellen. Gleiches gilt für Buchstaben und Wörter.

5 Vgl. David H. Bailey and Richard E. Crandall, „Random Generators and Normal Numbers", 20 March 2003, in: http://crd.lbl.gov/~dhbailey/dhbpapers/bcnormal.pdf [zuletzt besucht 31.03.2016].

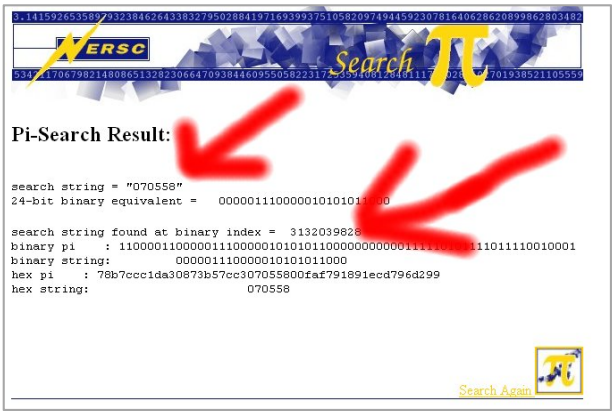


Abbildung 3: Geburtsdatum in Pi.

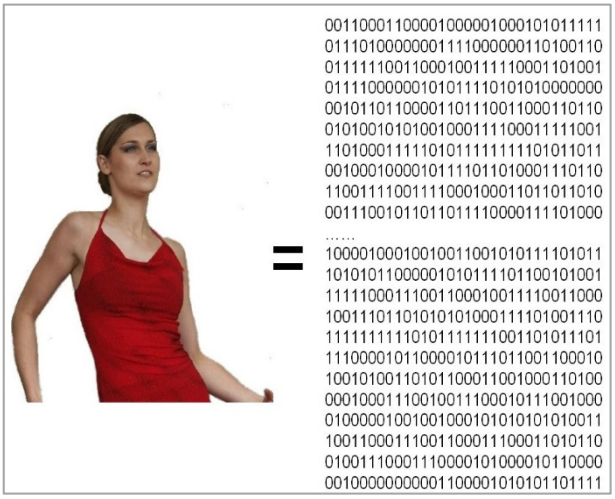


Abbildung 4: Ein Bild, das sich mit Sicherheit ‚in Pi' befindet.

Damit kommt zum Beispiel das Geburtsdatum jedes einzelnen Menschen (ohne Trennzeichen geschrieben) irgendwo in π vor (vgl. Abbildung 3).[6] Aber auch längere als nur 6-stellige Zeichenkombinationen tauchen in π auf: So findet sich zum Beispiel jedes beliebige Buch, das je geschrieben wurde – in jeder fehlerhaften Form bis hin zur fehlerfreien Version – in π.

6 Die Seite http://pisearch.lbl.gov/ liefert zu Eingabewörtern x diejenige Stelle, an welcher x erstmals in π auftritt. Zugrunde gelegt sind dabei die ersten 4 Milliarden Binärziffern von π [zuletzt besucht 31.03.2016].

Da sich auch Bilder digitalisieren, also als 0-1-Folgen darstellen lassen, findet sich auch *Ihr* Passbild in π, oder Bilder, die Sie an ihrem persönlichen letzten Schultag zeigen. Mit Sicherheit auch ein Bild von Ihnen an ihrem letzten Arbeitstag: Egal was kommen wird, π hält bereits das passende exakte Bild parat. Und nicht nur das: Filme lassen sich auf DVDs brennen, also als endlich lange Folge von Nullen und Einsen codieren. In π finden sich auch alle Filme, die jemals gedreht wurden oder gedreht werden. In einer Version, die sich mit Sicherheit in π findet, sind *Sie* zum Beispiel statt Kevin Kostner es, ‚der mit dem Wolf tanzt', oder einer der Blues-Brothers. In π findet sich auch ein Film, der *Ihr* persönliches ganzes Leben von der ersten bis zu dieser Sekunde original so zeigt, als wäre eine Kamera die ganze Zeit neben Ihnen hergeschwebt und hätte Sie gefilmt. Und eine Version gibt es ohne jeden Zweifel, in der Sie vor vier Jahren bereits gestorben sind und – tröstlich? – eine andere, in der Sie noch 100 Jahre leben.

Eine weitere Möglichkeit, ‚unendlich' im Unterricht zu thematisieren sehe ich bei der Behandlung nicht abbrechender Dezimalbrüche. In meinen Veranstaltungen stelle ich regelmäßig die Frage, ob $0,\overline{9}$=0,999... kleiner, gleich oder etwa sogar größer als 1 ist. Für $0,\overline{9}$>1 spricht die griechische Denkweise, dass unendlichmaliges Addieren (0,9+0,09+0,009+ 0,0009+...) zu unendlich Großem führen muss. Diese in den Vorlesungen von mir vorgestellte Denkweise erzeugt zumindest nachdenkliches Stirnrunzeln: Offenbar ist an dieser Argumentation ‚etwas dran'. Mindestens ein Drittel der Studierenden entscheidet sich aber regelmäßig zur Meinung, $0,\overline{9}$ sei kleiner als 1, denn ‚ein kleines Stückchen – und sei es auch unendlich klein – fehlt ja zur 1'. Zumeist versuche ich zunächst mit einer indirekten Argumentation zu überzeugen: Wenn $0,\overline{9}$<1 wäre, müsste es ja eine Zahl geben, die zwischen $0,\overline{9}$ und 1 liegt. Diese sollten mir die Studierenden nennen. Natürlich gelingt das nicht. Trotzdem wird diese Argumentation als mathematischer Taschenspielertrick abgelehnt und überzeugt letztlich die Zweifler nicht. Überzeugender – wenngleich mathematisch fragwürdig –[7] ist die direkte Argumentation mit Hilfe einer

7 Bei der Addition von nicht abbrechenden Dezimalbrüchen ergibt sich die Besonderheit, dass man ‚von links' nach rechts – also anders als im üblichen Additionsalgorithmus – stellenweise addiert. Damit tritt das Problem auf, dass Überträge an einer Stelle zur Revision weiterer, bereits ‚links' berechneter Stellen zur Folge haben können. Gerhard Holland zeigt aber in „Ein Vorschlag zur Einführung der reellen Zahlen als Dezimalbrüche", *Mathematisch Physikalische Semesterberichte* 18.1 (1971): 87-110, dass bei der Addition jede Dezimalstelle höchstens einmal revidiert werden muss. Dieser ‚Satz' wird aber in der Schule üblicherweise nicht behandelt.

Permanenzreihe.[8] Ausgehend von

0,111... = 1/9

wird fortgesetzt addiert:

0,111... = 1/9
0,222... = 2/9
0,333... = 3/9
...
0,888... = 8/9
0,999... = 9/9

Jeder einzelne Schritt wird dabei üblicherweise von den Zuhörern akzeptiert und in der letzten Zeile ‚schnappt – anscheinend für viele unerwartet –[9] die Falle zu', denn 9/9=1. Anscheinend haben hier trotzdem viele Zuhörer dasselbe Gefühl, das Cantor über seine eigenen Erkenntnisse beschlich: „Ich sehe es, aber ich glaube es nicht!"[10]

Insgesamt sollte der ‚Ausflug' zu π dem amorphen, nebulösen, abstrakten ‚unendlich' eine etwas anschaulichere - wohlgemerkt immer noch nicht elaborierte – Bedeutung geben; anders gesagt: Das ‚Unvorstellbare' (viel, groß oder klein) soll durch derartige Betrachtungen etwas konkretisiert und durch Beispiele belebt werden. Der zweite Ausflug zu $0,\overline{9}$ soll dazu dienen, den ‚gesunden Menschenverstand' beziehungsweise das ‚Offensichtliche' zu erschüttern und Verständnis dafür zu wecken, beim Umgang mit ‚unendlich Großem, Vielem oder Kleinem' Vorsicht walten zu lassen, sich nicht auf die Anschauung zu verlassen, sondern nach korrekten mathematischen Argumentationen zu suchen.

Eine weitere Hypothese: Auch die außermathematischen ‚Wissenschaften' (abgesehen von der Physik) tragen weder in noch außerhalb der Schule dazu bei,[11] den Begriff der Unendlichkeit zu klären. Einige

8 Ein ‚sauberer' Beweis mit Hilfe des Grenzwerts der geometrischen Reihe hat meiner Beobachtung nach im Allgemeinen eine geringere Überzeugungskraft als der hier dargestellte Weg mit Hilfe von Permanenzreihen.

9 In einer Rede zur Verabschiedung von Absolventen stellte ich die dargestellte ‚Permanenz'-Argumentation als Beispiel für mathematische Schlussweisen vor. Zu meiner großen Überraschung wurde ich nach dem Kürzen von 9/9 zu 1 mit ‚Szenenapplaus' des Publikums unterbrochen – in einem mathematisch geprägten Vortrag ein eher unüblicher Erfolg.

10 Zit. nach Purkert und Ilgauds, *Cantor*, 34.

11 Die Physik scheint den Begriff ‚Unendlichkeit' zugunsten von ‚Unbegrenztheit' zu vermeiden, insbesondere wenn zum Beispiel von der Größe des Weltalls die Rede ist. Ein Beispiel mag genügen, um den Unterschied zu verdeutlichen: Für eine Ameise ist ein Ball, auf dem sie entlangläuft, ‚unbegrenzt', während der Ball an sich nicht

Wissenschaftler bekennen sich – sicher zu Recht – dazu, dass Unendlichkeit in ihrer Domäne nicht von Interesse ist. Auf meine Frage, ob es zum Beispiel in der Geographie Berührungspunkte mit dem Unendlichen gäbe, erhielt ich per E-Mail als Antwort:

> Ein klares NEIN:
> Bei uns wird alles gemessen, in cm, m, km und so.
> Auf der Erde ist nichts unendlich.
> Liebe Grüße … .

Meine Nachfrage bei der Theologie ergab ein für mich eher unverständliches Bild von den Vorstellungen, die dort von ‚Unendlichkeit' herrschen. Hier wird Unendlichkeit in enge Verbindung zur ‚Unendlichkeit Gottes' gesetzt und eine

> nicht metaphysisch, sondern subjektivitätstheoretisch konzipierte Eigenschaftslehre macht deutlich, dass es sich bei der U[nendlichkeit] [*sic*!] Gottes nicht um den bloß negativen Begriff der Un-Begrenztheit, sondern um eine qualitative, der Bedingtheit durch anderes entgegengesetzte Unendlichkeit handeln muß, denn ‚eigentlich soll doch unendlich nicht dasjenige sein, was ohne Ende ist, sondern das dem Endlichen, das heißt dem durch anderes Mitbestimmten, Entgegengesetzte'. […] Dann stellt sich aber um so dringlicher als Hauptproblem der Christologie die Frage nach der Einheit und Vereinigung des unendlichen Gottes mit dem endlichen Menschen Jesus.[12]

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hiermit die eher allgemeinen Betrachtungen zu ‚unendlich' abgeschlossen. Der Schwerpunkt der nachfolgenden Betrachtungen sei auf die Beiträge der Mathematik und namentlich Georg Cantors zum Unendlichkeitsbegriff gelegt.

Probleme mit dem Unendlichen bei den Griechen

Ein prominentes Beispiel für die Probleme, welches die menschliche Anschauung beziehungsweise der ‚gesunde Menschenverstand' mit dem Unendlichkeitsbegriff hat, wird bereits am Paradoxon des Zenon von Elea

---

‚unendlich' (groß) ist oder zu sein braucht. Analoges gilt für die ‚Unbegrenztheit' eines ‚gekrümmten' Weltalls.

12 Lore Hühn und Dirk Evers, „Unendlichkeit", in: *Religion in Geschichte und Gegenwart*, Bd. 8, hg. Hand Dieter Betz *et al*. (Tübingen: Mohr Siebeck, 2005), 730.

deutlich. Im ‚Wettlauf des Achilles mit der Schildkröte' erhält die Schildkröte einen Vorsprung:

Abbildung 5: Start des Wettlaufs zwischen Achilles und der Schildkröte.

Beide starten gleichzeitig in gleicher Richtung.[13] Nach kurzer Zeit erreicht Achilles natürlich den Startpunkt der Schildkröte. Diese ist aber nun ein Stückchen weiter als beim Start:

Abbildung 6: Erster ‚Zwischenstop' bei Zenons Überlegungen.

Bis Achilles nun diesen Punkt erreicht, ist die Schildkröte nicht mehr da, sondern wieder ein Stückchen weiter. Bis Achilles … und so weiter. Nach Zenons Argumentation kann man diese Betrachtung nun *ad infinitum* (unendlich oft) durchführen, was heißt, dass Achilles die Schildkröte nie erreicht oder gar überholt. Aus der Tatsache, dass es in der Realität einem Läufer kein Problem bereitet, eine Schildkröte zu überholen, ergibt sich dann das Zenonsche Paradoxon, also eine Situation, die dem ‚gesunden Menschenverstand' zu widersprechen scheint: Einerseits ist (praktisch) klar, dass Achilles die Schildkröte überholt, andererseits ist (theoretisch) ‚bewiesen', dass er es niemals schaffen kann.

[13] Die DynaGeo-Datei zum Wettlauf ist unter der URL www.didmath.ewf.uni-erlangen.de/vortrag06/ erhältlich [zuletzt besucht 16.03.2016].

Das Paradoxon wurzelt in einer typisch griechischen Denkweise, die letztlich die damaligen Philosophen zur Annahme nötigte, die Welt müsse aus Atomen (unteilbaren kleinsten Einheiten) aufgebaut sein. In Kurzform lässt sich die Argumentation etwa folgendermaßen darstellen: Könnte man einen materiellen Körper halbieren, eine Hälfte wieder halbieren, die entstehenden Teilstücke erneut halbieren und so weiter und dies unendlich oft durchführen, hätte man schließlich unendlich viele, nicht verschwindende Teilstücke. Hat man aber unendlich viele (wenn auch noch so kleine) Stücke, dann wäre die Gesamtmenge unendlich groß. Es kann also nicht sein, dass man Materie in unendlich viele Teile teilen kann, es muss Atome (Unteilbares) geben.

Das Wesentliche zur Auflösung des Zenonschen Paradoxons liegt hier in der Annahme, ‚unendlich viel(e Teilchen) addieren, ergibt unendlich Großes', einer Annahme, die – wie die Analysis zeigt – falsch ist.

Stellt man den Wettlauf in heutiger Sprech- und Schreibweise dar, so ‚lautet' der ‚Wettlauf des Achilles mit der Schildkröte' etwa folgendermaßen: Die Schildkröte erhält einen Vorsprung der Länge 1. Achilles läuft mit einer Geschwindigkeit 1, während die Schildkröte nur die Geschwindigkeit $q < 1$ erreicht. Bei gleichzeitigem Start hat Achilles nach der Zeit 1 also die Stelle 1 erreicht, an der die Schildkröte startete. Zu diesem Zeitpunkt 1 ist die Schildkröte aber um die Strecke q weitergekommen. Für diese Strecke wiederum benötigt Achilles die Zeit q. In dieser Zeitspanne kommt die Schildkröte aber das Stück q^2 weiter, ist also immer noch vor Achilles. Für die Strecke q^2 benötigt Achilles die Zeit q^2, in der aber die Schildkröte um q^3 vorangekommen ist, und so weiter. Die Gesamtstrecke, die sich beim Addieren aller Strecken ergibt, ist also $1 + q^2 + q^3 + q^4 + \ldots$, und man erhält statt ‚unendlich' wie Zenon den endlichen (!) Reihenwert der geometrischen Reihe: $1/(1-q)$. Analoges gilt bei Verwendung obiger Geschwindigkeiten und Distanzen für die Summe der Zeitspannen, die addiert werden. Zenon hat also Recht, wenn er sagt, dass bei keinem seiner unendlich vielen betrachteten Zeitpunkte Achilles die Schildkröte ein- oder überholt. Allerdings liegt sein Fehler darin zu behaupten, dass zum Verstreichen der unendlich vielen Zeitspannen zwischen den von ihm betrachteten Zeitpunkten ‚natürlich' unendlich viel Zeit verstreicht.

Erstaunlich ist, dass die Auflösung des Paradoxons bereits mit rein geometrischen Betrachtungen gelingt, also mit Mitteln, die die Griechen zu wahrer Meisterschaft ausgebildet hatten:

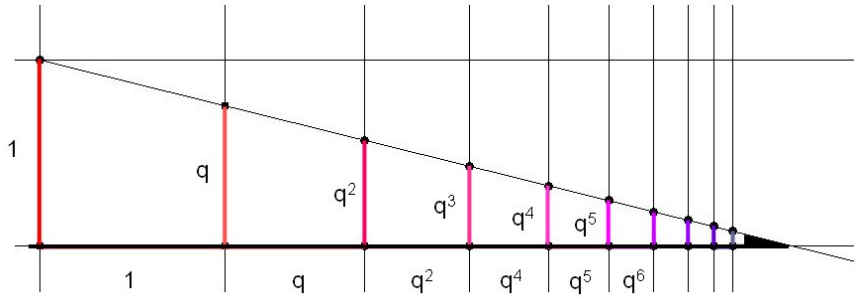


Abbildung 7: Berechnung der geometrischen Reihe.

Die folgende Konstruktion beginnt mit einem rechtwinkligen Trapez mit den Seitenlängen 1, 1 und q (die Länge der vierten Seite ist ohne Belang) (vgl. Abbildung 7). Die Strecke der Länge 1 wird um genau q verlängert und im Endpunkt eine Senkrechte der Länge q^2 angetragen. Es entsteht ein Trapez, das dem ursprünglichen ähnlich ist (denn die Verhältnisse der Seiten und 2 rechte Winkel stimmen überein). Analog fährt man (unendlich oft) fort. Da alle entstehenden Trapeze ähnlich zueinander sind und durch die Konstruktion paarweise in einer Seitenlänge übereinstimmen, lassen sie sich durch zentrische Streckungen paarweise aufeinander abbilden und ergeben die in der Illustration dargestellte Gesamtkonstellation.

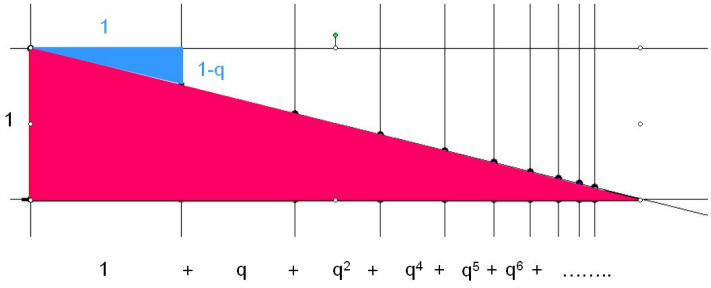


Abbildung 8: Die Summe unendlich vieler Strecken hat endliche Länge.

Betrachtet man hierin alle unendlich vielen senkrechten Strecken, kann man keine Aussage über deren Summe machen – die Griechen hätten ohne Zögern ‚unendliche Länge' konstatiert, da unendlich viele Strecken addiert werden. Allerdings treten alle ‚senkrechten' Strecken auch in der Grundlinie der Konfiguration auf, und es zeigt sich, dass $1 + q + q^2 + q^3 + q^4 + \ldots$ nur endlich lang ist.

Die Konfiguration liefert sogar noch die exakte Länge dieser unendlichen Summe, denn aus der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke in Abbildung 8 folgt sofort: $\frac{1+q+q^2+q^3+q^4\ldots}{1} = \frac{1}{1-q}$.

Analysis und das potentiell Unendliche

Durch die ‚Epsilontik' gelang der Mathematik ein wesentlicher Schritt im Umgang mit (unendlichen) Reihen. Es kann nun klar entschieden werden, welche Reihen (trotz unendlich vieler Summanden) endliche Werte nicht überschreiten oder ins Unendliche divergieren und warum dies so ist. Die elaborierte universitäre Analysis verschleiert aber, welche generellen Schwierigkeiten die Mathematik mit unendlich vielen Summanden hatte. Als ein Beispiel sei die einfache Summe 1 - 1 + 1 – 1 + 1 – 1 + 1 – 1 … genannt:

Einiges spricht dafür, dass der ‚Wert' dieser Summe gleich Null ist. Denn (1 – 1) + (1 – 1) + (1 – 1) + (1 – 1) + …. = 0 + 0 + 0 + 0 … = 0.

Andererseits spricht aber ebenso etwas dafür, dass der Wert der Summe gleich 1 ist. Denn: 1 + (- 1 + 1) + (– 1 + 1) + (– 1 + 1) + (– 1 …. = 1 + 0 + 0 + 0 + … = 1.

„Euler erkannte darin die Handschrift Gottes – eine Schöpfung aus dem Nichts".[14]

Nimmt man letztlich aber noch an, dass die Summe einen festen, noch unbekannten Wert A annimmt, erhält man:

1 - 1 + 1 – 1 + 1 – 1 + 1 – 1 …. = A und

1 - 1 + 1 – 1 + 1 – 1 + 1 – 1 …. = 1 – (1 - 1 + 1 – 1 + 1 – 1 + 1 – 1 …. = 1 – A

insgesamt demnach: A = 1 – A, also A = 1/2.

„Für Euler … stellte das kein Problem dar; er arbeitete mit dem Wert 1/2 und erreichte auch korrekte Ergebnisse".[15]

Es ist das Verdienst der Analysis, mit den bekannten Begriffen der Konvergenz, des Grenzwerts, und so weiter Klarheit in derartige ‚Paradoxa' gebracht zu haben. Dabei bedient sich die Analysis aber eines Tricks, um das ‚Unendliche' zu umgehen. ‚Unendlich klein', ‚unendlich nahe', oder ‚unendlich groß' sind keine Begriffe, die sich in der Analysis finden. ‚Unendlich klein' wird hier ersetzt durch ‚unterschreitet jede (positive) Grenze'; analog steht – falls sie sich doch finden lässt – die

[14] Hans Lauwerier, *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen* (Hamburg: Rororo, 1993), 51.

[15] Lauwerier, *Unendlichkeit*, 50.

Sprechweise ‚wird unendlich groß' für ‚überschreitet jeden (endlichen) Wert'. Mit dem Kunstgriff, Unendliches mit Hilfe des Endlichen auszudrücken, verwendet die Analysis das Unendliche in einem sogenannten ‚potentiellen' Sinn: Man betrachtet die prinzipielle Möglichkeit, etwas ‚unendlich oft' zu tun, und meint damit die potentielle Möglichkeit, etwas öfter tun zu können, als es durch eine (beliebig große, aber) endliche Zahl vorgegeben ist. Problematisch ist in der Analysis, dass durch diese Sichtweise ein Umgang mit dem Unendlichen in einem arithmetischen oder algebraischen Sinne nicht eröffnet wird. Anders ausgedrückt: Mit ∞ kann man nicht rechnen. Ausdrücke wie ∞ + 1 oder ∞ + ∞ machen in der klassischen Analysis (sieht man hier von der moderneren ‚Non-Standard'- oder Omega-Analysis einmal ab) keinen Sinn beziehungsweise werden nicht geklärt.[16] Damit hat ∞ in der Analysis keine ‚aktuale' Bedeutung; ∞ ist kein Objekt, wie es zum Beispiel die Null oder die Zahl 1 ist. In den Worten von David Hilbert:

> […] in der Analysis haben wir es nur mit dem Unendlichkleinen und dem Unendlichengroßen als Limesbegriff, als etwas Werdendem, Entstehendem, Erzeugtem, d.h., wie man sagt, mit dem *potentiellen Unendlichen* zu tun. Aber das eigentlich Unendliche selbst ist dies nicht. Dieses haben wir z.B., wenn wir die Gesamtheit der Zahlen 1, 2, 3, 4… selbst als eine fertige Einheit betrachten oder die Punkte einer Strecke als eine Gesamtheit von Dingen ansehen, die fertig vorliegt. Diese Art des Unendlichen wird als *aktual unendlich* bezeichnet.[17]

Obwohl sich die Analysis also mit ‚unendlich vielen' Summanden und dergleichen mehr beschäftigt, ist ihr Beitrag zur Klärung und Präzisierung des Unendlichkeitsbegriffs im Vergleich zu den im Folgenden dargestellten Beiträgen Cantors eher gering.

Cantor, Kardinalzahlen, ∞

Die Tür zu einer mathematischen Durchdringung und Erforschung des Unendlichkeitsbegriffs stieß Georg Cantor – gegen erbitterte Widerstände

[16] Vgl. Detlev Laugwitz, „Unendlich als Rechenzahl", *Der Mathematikunterricht* 5 (1976): 101-117.

[17] David Hilbert, „Über das Unendliche", *Mathematische Annalen* 95 (1926): 161-190; 167.

prominenter Mathematiker –[18] quasi im Alleingang auf. Entsprechend der durch Hilbert angestoßenen Initiative, alle in der Mathematik verwendeten Begriffe auf eine solide Basis zu stellen, gründete Cantor seine Theorien über das Unendliche auf den Mengen- und den Abbildungsbegriff. Bereits Galilei war das ‚Paradoxon' aufgefallen, dass es anscheinend gleich viele Quadratzahlen wie natürliche Zahlen geben muss. Denn man kann problemlos eine ‚1 zu 1'-Zuordnung treffen: $1 \leftrightarrow 1^2$, $2 \leftrightarrow 2^2$, $3 \leftrightarrow 3^2$, $4 \leftrightarrow 4^2$, … Obwohl also die rechts stehenden Zahlen eine echte Teilmenge der links stehenden natürlichen Zahlen bilden, sind es (in welchem Sinne auch immer) ‚gleich viele'. Galilei beließ es aber bei der Beschreibung dieser Absurdität, ohne sie weiter zu verfolgen. Allerdings wird der Grundgedanke, der den Zugang zur Ergründung des Unendlichkeitsbegriffs beinhaltet, bereits deutlich: die Idee einer ‚1 zu 1'-Zuordnung – beziehungsweise wie wir heute sagen – einer umkehrbar eindeutigen Abbildung oder Bijektion zwischen zwei Mengen.

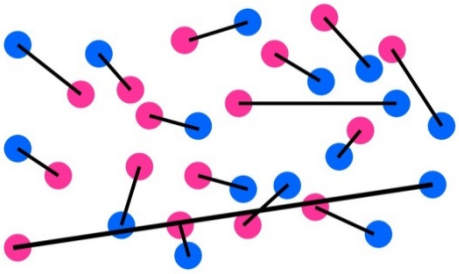


Abbildung 9: Gleichviele – ‚1zu1'-Zuordnung – Bijektion.

Um sich von der Vorstellung der (endlichen) ‚Anzahl' von Elementen einer Menge zu lösen, definiert man heute:

Zwei Mengen A und B nennt man gleichmächtig, wenn es eine Bijektion zwischen ihnen gibt, und schreibt: $|A|=|B|$.

Haben A und B nur endlich viele Elemente, so stimmt der Begriff der Mächtigkeit mit ‚Anzahl' überein.[19]

---

[18] Die zum Teil unsachlichen und persönlichen Angriffe gegen Cantors Ideen – namentlich seitens seines ehemaligen Lehrers Leopold Kronecker – führten letztlich zu Cantors geistiger Verwirrung und seinem Tod in einer psychiatrischen Anstalt. Einen lesenswerten Einblick in Cantors Geschichte gibt Amir Aczel, *Die Natur der Unendlichkeit: Mathematik, Kabbala und das Geheimnis der Alephs* (Hamburg: Rowohlt, 2002).

[19] Man beachte, dass in obiger Definition nicht ‚Mächtigkeit', sondern nur ‚Gleichmächtigkeit' definiert wurde.

Beim Blick ins Unendliche wird die Konstruktion von Bijektionen gleichermaßen ‚Fernrohr', also Instrument, als auch ‚Sicherheitsgurt' sein, also das, auf dessen Richtigkeit man sich sicher verlassen kann. Denn mit dem ‚Fernrohr' werden wir im Nachfolgenden Phänomene entdecken, die völlig kontra-intuitiv sind (und bleiben). Da ist es wichtig, sich immer wieder zu besinnen, dass die Beobachtungen lediglich Folgerungen von etwas sind, auf das man sich ‚hundertprozentig' verlassen kann: Existiert eine Bijektion zwischen A und B, dann sind A und B gleichmächtig. Unter diesem Aspekt bleibt – ähnlich wie den historischen Astronomen – nichts anderes übrig, als ein persönliches Vorurteil nach dem anderen nach und nach aufzugeben und die Wahrheiten, die sich durch das Instrument der Bijektionen eröffnen, als solche anzuerkennen.

Ein erster Blick durch das Fernrohr (eine erste Anwendung des Instruments der Bijektion) zeigt bereits Bemerkenswertes: Es gibt Mengen, bei denen man jedes zweite Element entfernen kann, ohne dass sich an der Anzahl (beziehungsweise Mächtigkeit) der Menge etwas ändert. Die ursprüngliche und die Restmenge haben gleiche Mächtigkeit!

Beispiel: $|\{1,2,3,4,5,\ldots\}|=|\{2,4,6,8,10,\ldots\}|$ denn die Abbildung $f: n \rightarrow 2n$ ist bijektiv.

Man kann sogar Mengen noch wesentlich weiter ‚ausdünnen', ohne dass sich an deren Mächtigkeit etwas ändert: $|\{1,2,3,4,5,\ldots\}|=|\{1,4,9,16,25,\ldots\}|$, denn die Abbildung $f: n \rightarrow n^2$ ist bijektiv.

Wenn auch schon die beiden letzten Beispiele Stirnrunzeln hervorrufen möchten, da es doch jedem ‚gesunden Menschenverstand' widerspricht, dass man ‚gleich viel' erhält, egal ob man alle Elemente einer Menge nimmt oder nur jedes zweite, mag das folgende Beispiel noch erstaunlicher erscheinen:

Obwohl es doch – wie man am Zahlenstrahl sieht – ‚offensichtlich' doppelt (eventuell ‚plus 1') so viele ganze Zahlen wie natürliche Zahlen geben muss, sind die Mengen $\mathbb{N}$ und $\mathbb{Z}$ gleichmächtig, denn die Funktion

$$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{Z}; n \rightarrow \begin{cases} \frac{n}{2} & \text{falls n gerade} \\ -\frac{n-1}{2} & \text{falls n ungerade} \end{cases}$$

ist eine Bijektion.

Derartige ‚Paradoxien, welche Galilei zum Kopfschütteln, wenn nicht gar zum ‚Aufgeben' zwangen, verwendete nun Cantor, um ‚den Stier bei den Hörnern zu packen'. Genau die ‚paradoxe' Eigenschaft einer Menge, gleichmächtig zu einer echten Teilmenge ihrer selbst zu sein, verwendet Cantor nämlich zur Definition des Unendlichkeitsbegriffs:

Man sagt ‚eine Menge A hat unendliche Mächtigkeit, wenn sie gleichmächtig zu einer echten Teilmenge ist':

Sei $A' \in \wp(A) \backslash \{A\}$ und $|A|=|A'|$ dann sagt man: $|A|=\infty$.[20]

Definitionsgemäß und auch der naiven Vorstellung entsprechend handelt es sich nach obigen Beispielen bei $\mathbb{N}$ und $\mathbb{Z}$ um Mengen mit unendlicher Mächtigkeit oder kurz: um unendliche Mengen.

Beim ‚nächsten' Zahlbereich nach $\mathbb{N}$ und $\mathbb{Z}$, der Menge aller Bruchzahlen $\mathbb{Q}$, handelt es sich ‚natürlich' auch um eine unendliche Menge, denn $\mathbb{Q}$ enthält $\mathbb{N}$ und $\mathbb{Z}$ als echte Teilmengen. Außerdem hat $\mathbb{Q}$ noch die Eigenschaft, ‚dicht' zu sein. Das heißt: In jeder noch so kleinen Umgebung um eine rationale Zahl findet man (mindestens) eine weitere rationale Zahl. Und damit liegen in jeder Umgebung jeder rationalen Zahl sogar unendlich viele andere rationale Zahlen. Eine Eigenschaft, die $\mathbb{N}$ und $\mathbb{Z}$ nicht besitzen.

Eine einfache Überlegung, welche die ‚Dichtheit' einem Schüler vor Augen führen kann, ist die Nennung beziehungsweise Konstruktion unendlich vieler rationaler Zahlen zwischen zwei gegebenen Brüchen a und b. Durch iterierte arithmetische Mittelbildung entsteht vor dem geistigen Auge letztlich das Bild eines durchgehenden Zahlenstrahls,

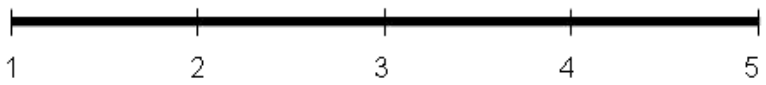


Abbildung 10: Dichtheit der rationalen Zahlen.

während die natürlichen Zahlen isoliert liegen:

Abbildung 11: Lücken zwischen natürlichen Zahlen.

[20] Mit $\wp(A)$ wird hier und im Folgenden die Potenzmenge (Menge aller Teilmengen) der Menge A bezeichnet.

‚Ganz offensichtlich' scheint es also mehr Bruchzahlen zu geben als natürliche Zahlen, denn allein schon zwischen zwei natürlichen Zahlen – zum Beispiel zwischen 3 und 4 – passen unendlich viele Brüche.

Eine Frage ist nun, um ‚wie viel größer' ist $\mathbb{Q}$ als $\mathbb{N}$?

Eigentlich ist es – allein schon angesichts obiger Abbildungen – eine ‚verwegene', wenn nicht sogar ‚unsinnige' Idee anzunehmen, dass der Unterschied in der Größe zwischen $\mathbb{Q}$ und $\mathbb{N}$ gar nicht so groß ist, wie es der ‚gesunde Menschenverstand' vermuten möchte. Absolut erstaunlich ist dann die Tatsache, dass $\mathbb{Q}$ und $\mathbb{N}$ sogar nur ‚gleichgroß' beziehungsweise gleichmächtig sind. Aus didaktischer Sicht erstaunlich: Der Nachweis ist sehr einfach und einem Schüler, der weiß, was ein Bruch ist, schnell verständlich zu machen.

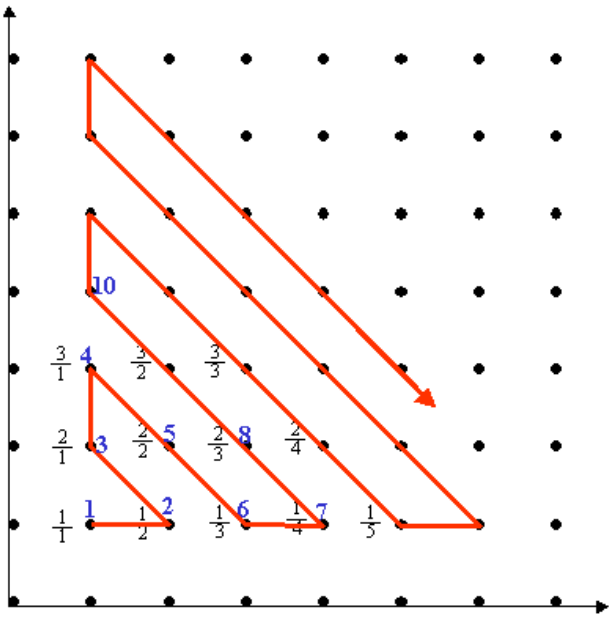


Abbildung 12: Cantorscher Diagonalweg.

Entsprechend obigem Schema trägt man alle (positiven) Bruchzahlen auf und durchläuft den rot eingezeichneten Weg. Jedesmal, wenn man einen ‚Punkt' (also eine Bruchzahl) passiert, zählt man eine natürliche Zahl weiter. Damit erhält jede Schreibfigur der Form a/b eine andere Nummer,

und die Menge aller (positiven) Bruchzahlen $\{a/b \mid a, b \in \mathbb{N}\}$ ist abzählbar. Um ganz $\mathbb{Q}$ abzuzählen, wählt man denselben Weg wie eben, nur zählt man nach jedem positiven Bruch noch sein negatives Pendant. Man erhält so die Folge: $+\frac{1}{1}$, $-\frac{1}{1}$, $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, $+\frac{2}{1}$, $-\frac{2}{1}$, $+\frac{3}{1}$, $-\frac{3}{1}$, ... und damit das erstaunliche Ergebnis: $|\mathbb{Q}| = |\mathbb{N}|$.

Felix Hausdorff kommentierte 1914:

> Die Äquivalenz der Menge der ganzen Zahlen mit der doch viel umfassenderen der rationalen Zahlen gehört mit zu den Tatsachen der Mengenlehre, die bei erster Bekanntschaft den Eindruck des Erstaunlichen, ja Paradoxen hervorrufen: namentlich wenn man das geometrische Bild (die Zuordnung zwischen Zahlen und Punkten der geraden Linie) vor Augen hat und sich einerseits die in endlichen Abständen isoliert liegenden ‚ganzzahligen' Punkte, andererseits die über die Linie wie ein Staub von mehr als mikroskopischer Feinheit verteilten ‚rationalen' Punkte vergegenwärtigt.[21]

Alle diese der Anschauung widersprechenden Ergebnisse legen die Vermutung nahe, ‚das Unendliche' sei letztlich doch etwas Unstrukturiertes, Allumfassendes oder naiv ausgedrückt: Mehr als unendlich kann es nun einmal nicht geben, also gibt es nur *ein* ‚Unendlich'.

Doch wieder spielt das Unendliche dem menschlichen Geist einen Streich, denn wie sich zeigen lässt, gibt es (mindestens) ein ‚kleines' Unendlich und ein echt ‚größeres' Unendlich. Um dies nachzuweisen, betrachtet Cantor die Menge der reellen Zahlen zwischen 0 und 1. Nimmt man an, dass die Mächtigkeit der Menge der reellen Zahlen zwischen 0 und 1 gleich der Mächtigkeit von $\mathbb{N}$ ist, dann kann man jeder reellen Zahl zwischen 0 und 1 eindeutig eine natürliche Zahl zuordnen, die reellen Zahlen also durchnummerieren. So entsteht etwa folgende Liste:

$x_1 = 0, z_{11}z_{12}z_{13}z_{14}z_{15}z_{16}.....$
$x_2 = 0, z_{21}z_{22}z_{23}z_{24}z_{25}z_{26}.....$
$x_3 = 0, z_{31}z_{32}z_{33}z_{34}z_{35}z_{36}.....$
$x_4 = 0, z_{41}z_{42}z_{43}z_{44}z_{45}z_{46}.....$
...

[21] Felix Hausdorff zit. nach Oliver Deiser, *Einführung in die Mengenlehre* (Stuttgart: Klett, 1970), 117.

Noch einmal: Die Annahme lautet, dass diese Liste vollständig ist, das heißt dass jede reelle Zahl zwischen 0 und 1 in dieser Liste auftaucht. Cantor konstruiert nun (wieder mit einem Diagonalverfahren) eine reelle Zahl x mit $0 < x < 1$ auf folgende Weise:

Für x nimmt er zunächst die erste Ziffer der ersten Zahl, also z_{11}. Diese sei beispielsweise die 5. Dann wählt er für die erste Ziffer von x irgendeine Ziffer, aber nur nicht die 5 oder allgemein: Statt z_{11} wird als erste Ziffer von x die von z_{11} verschiedene Ziffer $\overline{z_{11}}$ notiert. Die zweite Ziffer von x erhält Cantor auf dieselbe Weise. Er betrachtet die zweite Ziffer der zweiten Zahl in obiger Liste, also z_{22} und notiert als zweite Ziffer von x eine von z_{22} verschiedene Ziffer $\overline{z_{22}}$. Insgesamt hat also die von Cantor konstruierte Zahl das Aussehen: $x=0,\overline{z_{11}}\,\overline{z_{22}}\,\overline{z_{33}}\,\overline{z_{44}}\,\overline{z_{55}}\,\overline{z_{66}}\ldots$, wobei der Querstrich über den einzelnen ii Ziffern bedeutet $\overline{z_{ii}} \neq z_{ii}$.

Da x nun eine reelle Zahl zwischen 0 und 1 ist, müsste sie in obiger Liste auftauchen. Aber x stimmt sicher nicht mit der ersten Zahl x_1 überein, denn x und x_1 unterscheiden sich in der ersten Ziffer; x stimmt ebenso wenig mit x_2 überein, denn x und x_2 unterscheiden sich in der zweiten Ziffer. Dasselbe gilt für die dritte Ziffer, die vierte, die fünfte und so weiter. Kurz: Eine Liste der reellen Zahlen zwischen 0 und 1 kann nie vollständig sein.

Da man nun aber jeder natürlichen Zahl eindeutig eine reelle Zahl zwischen 0 und 1 zuordnen kann

(etwa durch die Abbildung f: $n \to 0,\underbrace{0\ldots0}_{\text{n Nullen}}n000\ldots.$),

aber (wie oben gezeigt) nicht umgekehrt, hat die Menge der reellen Zahlen zwischen 0 und 1 eine größere Mächtigkeit als $\mathbb{N}$.[22]

Allein aus diesem Grund langt eine einfache Schreibweise für ‚unendlich viel', wie sie etwa in der Analysis verwandt wird, nicht aus. Wir können präzisieren und aufgrund der bisherigen Betrachtungen (in ungebräuchlicher, aber suggestiver Schreibweise) die erstaunliche Ungleichung formulieren:

$$\infty_{\mathbb{N}} = \infty_{\mathbb{Z}} = \infty_{\mathbb{Q}} < \infty_{\mathbb{R}}$$

[22] Zum Satz von Schroeder Bernstein vgl. Martin Aigner und Günter M. Ziegler, *Das Buch der Beweise* (Berlin: Springer, 2002), 109ff. und Deiser, *Einführung in die Mengenlehre*, 87.

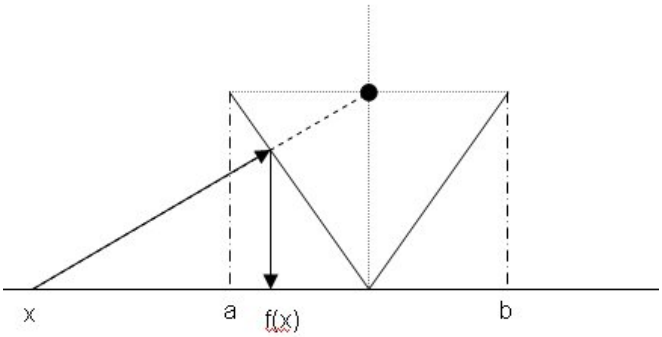


Abbildung 13: Bijektion zwischen allen reellen Zahlen und]a,b[.

Eine kleine Lücke besteht noch in der bisherigen Darstellung: Statt $\mathbb{R}$ haben wir bisher nur das Intervall]0,1[betrachtet. Doch diese Lücke lässt sich (wiederum erstaunlich und der Anschauung widersprechend) sehr einfach schließen: Wie die obige Grafik andeutet, ist $\mathbb{R}$ gleichmächtig zu jedem (noch so kleinen) Teilintervall]a,b[von $\mathbb{R}$. Durch die angegebenen Pfeile wird nämlich ganz $\mathbb{R}$ bijektiv auf das Intervall zwischen a und b abgebildet.

Die Mächtigkeit von $\mathbb{R}$ hält aber noch mehr Überraschungen parat: $\mathbb{R}$ zerstört im Zusammenhang mit dem üblichen Dimensionsbegriff unsere Vorstellungen von ‚viel' und ‚mehr': Man ‚sieht einfach', dass ein Quadrat ‚mehr' Punkte haben muss als eine Strecke und dass das Quadrat wiederum weniger Punkte hat als ein Würfel. Doch Cantor sah in einem Brief vom 05.01.1874 bei der „Beantwortung dieser Fragen, – obgleich man […] den Beweis dazu fast für überflüssig halten möchte, […] große Schwierigkeiten […]".[23] Mehr als drei Jahre brauchte Cantor, bis er für diese ‚Offensichtlichkeit' eine überraschende Widerlegung (am 20.06.1877) präsentieren konnte:[24]

Betrachten wir hierzu die Strecke der Länge 1 zwischen 0 und 1, also alle Punkte der Form: $x = 0, x_1x_2x_3x_4x_5x_6\ldots$ Dabei sollen die x_i nicht für einzelne Ziffern, sondern Ziffernblöcke stehen in folgendem Sinne: Jede Null wird mit den ihr folgenden Nullen und der nächsten von Null

[23] Vgl. Deiser, *Einführung in die Mengenlehre*, 130.

[24] Die nachfolgende Beweisskizze entspricht nicht Cantors ursprünglicher, sondern einer modernisierten Version; vgl. Herbert Meschkowski, *Probleme des Unendlichen: Werk und Leben Georg Cantors* (Braunschweig: Vieweg, 1967), 37, welche den „Trick von J. König" (vgl. Deiser, *Einführung in die Mengenlehre*, 132) mit den Ziffernblöcken benutzt.

verschiedenen Ziffer zu einem Block zusammengefasst. Folgendes Beispiel möge die Idee erläutern:

$x=0{,}01|2|007|4|01|\ldots$ dann ist der erste Block $x_1 = 01$, der zweite $x_2 = 2$, $x_3 = 007$, $x_4 = 4$, $x_5 = 01$ … Dem Punkt x lässt sich dann auf eindeutige Weise der Quadratpunkt (u,v) zuordnen mit $u = 0{,}x_1x_3x_5x_7\ldots$ und $v = 0{,}x_2x_4x_6x_8\ldots$. Und umgekehrt erhält man für einen Quadratpunkt $(u,v) = (0{,}u_1u_2u_3u_4u_5u_6\ldots,\ 0{,}v_1v_2v_3v_4v_5v_6\ldots)$ genau einen Streckenpunkt: $x = 0{,}u_1v_1u_2v_2u_3v_3\ldots$.

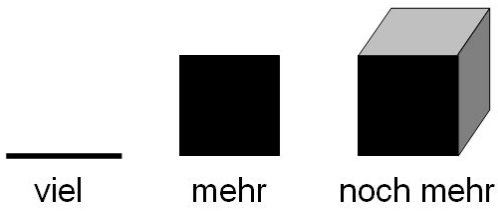


Abbildung 14: Intuitive Vorstellung von Punktmengen.

Insgesamt gibt uns Cantor eine Bijektion zwischen $]0{,}1[$ und $]0{,}1[^2$, oder prägnant ausgedrückt: Eine Strecke und ein Quadrat haben gleich viele Punkte. Dies genau ist die Erkenntnis, über die Cantor selbst den berühmten Satz (in einem Brief an Dedekind) schrieb: „Je le vois, mais je ne le crois pas“ (Ich sehe es, aber ich glaube es nicht).[25]

Obige Überlegung lässt sich problemlos auf einen (dreidimensionalen) Würfel übertragen: Man zerlegt x in dieselben Blöcke wie eben und ‚verteilt‘ die Blöcke analog auf 3 Koordinaten (und umgekehrt). Offensichtlich lässt sich diese Strategie dann weiterführen auf 4, 5, 6, … also letztlich auf abzählbar unendlich viele Dimensionen.

Dass die Menge der Punkte der oben betrachteten Strecke gleichmächtig zu einem Quadrat ist, mag schon erstaunlich sein: Noch erstaunlicher ist dann, dass die Strecke gleichmächtig einer ‚unendlich‘ großen Ebene ist: Eine (noch so kurze Strecke) hat gleichviele Punkte wie die ganze Ebene, in der sie liegt (und von der sie ‚eigentlich‘ nur eine winzige Teilmenge bildet):

[25] Zit. nach Purkert und Ilgauds, *Cantor*, 34.

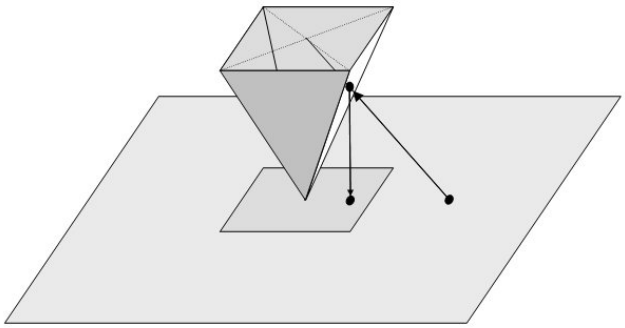


Abbildung 15: Bijektion zwischen Ebene und Quadrat.

Zum Nachweis genüge an dieser Stelle die obige Abbildung, welche die prinzipielle Idee andeutet: Mittels der eingezeichneten Pyramide wird die gesamte Ebene eineindeutig auf das angedeutete Quadrat projiziert. Und damit gilt (in untypischer aber suggestiver Schreibweise dargestellt):[26]

$\infty_{\text{Strecke}}=\infty_{\text{Quadrat}}=\infty_{\text{Ebene}}=\infty_{\text{Würfel(3-dim.)}}=\infty_{\text{Würfel(4-dim.)}}=\ldots=\infty_{\text{Würfel(n-dim.)}}$

Cantors ℵ′S

Unsere bisherigen Überlegungen zeigen – neben mehreren anderen Erkenntnissen über ‚unendlich' –, dass es zwei verschieden große ‚Unendlichs' gibt: $|\mathbb{N}| < |\mathbb{R}|$. Cantor stellte sich unter anderem die Fragen,

- ob es vielleicht noch größere Mächtigkeiten gebe als $|\mathbb{R}|$ und
- ob es ‚zwischen' $|\mathbb{N}|$ und $|\mathbb{R}|$ weitere unendliche Mächtigkeiten gebe.

Hierzu führte er für die Mächtigkeiten den Buchstaben ℵ (Aleph, erster Buchstabe des hebräischen Alphabets) ein und bezeichnete $|\mathbb{N}|$ mit $\aleph_0$ und $|\mathbb{R}|$ mit c (das c soll dabei an ‚*Continuum*' erinnern). Unter Verwendung obiger (unüblicher) Schreibweise lautet es also: $\infty_{\mathbb{N}} = \aleph_0$ und $\infty_{\mathbb{R}} = \aleph_1$.

Beantworten wir zunächst die erste Frage: Gibt es größere Mächtigkeiten als $|\mathbb{R}| = c$?

Unabhängig von $\mathbb{R}$ ergibt sich die Antwort aus einem viel allgemeineren Satz: Sei A eine Menge. Dann gilt: $|A|<|\wp(A)|$.

[26] Mit analogen Überlegungen lassen sich die Gleichheit der Mächtigkeiten auch auf die Mächtigkeit des drei-, vier-, …n-dimensionalen Raums ausdehnen.

In Worten: Die Potenzmenge einer jeden Menge hat eine größere Mächtigkeit als die Menge selbst.

Bei endlichem A erscheint diese Behauptung plausibel, denn zwischen A und den einelementigen Teilmengen von $\wp(A)$ lässt sich eine Bijektion konstruieren. Allerdings enthält $\wp(A)$ auch noch $\varnothing$ und A selbst als Teilmengen, also mindestens ein Element mehr als A selbst.[27] Insgesamt lässt sich also eine Injektion von A nach $\wp(A)$ konstruieren, und damit gilt zunächst $|A| \leq |\wp(A)|$.[28]

Zum Beweis obigen Satzes nehme man nun an, dass $|A| = |\wp(A)|$. Das heißt es existiere eine Bijektion zwischen A und $\wp(A)$. Dann kann also auf eineindeutige Weise jedem Element $a \in A$ eine Teilmenge $T_a \in \wp(A)$ zugeordnet werden und umgekehrt. Man erhält – typisch Cantor – wieder eine Liste:

$a \leftrightarrow T_a$
$b \leftrightarrow T_b$
$c \leftrightarrow T_c$
$d \leftrightarrow T_d$
...

Bei der Zuordnung einer Teilmenge T_g aus $\wp(A)$ zu einem Element g von A kann es nun passieren, dass die Teilmenge T_g das Element g enthält – oder aber nicht. Verdeutlichen wir dies am Beispiel $A = \mathbb{N}$: Die Zuordnung von 1, 2, 3, ... zu den Teilmengen von $\mathbb{N}$ beginne etwa folgendermaßen:

$1 \leftrightarrow T_1 = \{3\}$
$2 \leftrightarrow T_2 = \{1, 2, 3\}$
$3 \leftrightarrow T_3 = \{\ \}$
$4 \leftrightarrow T_4 = \{3, 4, 17\}$
$5 \leftrightarrow T_5 = \{1, 3, 5, 7, 9, \ldots\}$
...

[27] Durch elementares Abzählen lässt sich bei endlichem A leicht zeigen: $|\wp(A)| = 2^{|A|}$.

[28] Eine ausführliche Darstellung des hier angedeuteten Nachweises einer Injektion findet sich bei Aigner und Ziegler, *Das Buch der Beweise*, 109ff.

Dann enthält die Teilmenge T_2 das Element (nämlich die Zahl 2), der sie zugeordnet ist. Gleiches gilt für T_4 und T_5. Dagegen gehören die 1 und die 3 nicht zu T_1 beziehungsweise zu T_3.

Nun fasst Cantor im allgemeinen Fall alle diejenigen Elemente g von A zu einer Menge X zusammen, welche nicht Element der ihnen zugeordneten Teilmenge T_g sind:

(*) $X:=\{g\in A|g\notin T_g\}$

Im oben angegebenen Beispiel sind etwa 1 und 3 Elemente von X, die 2, 4 und 5 dagegen nicht.

Zweifelsohne ist also X eine Teilmenge von A (beziehungsweise ein Element von $\wp(A)$). Damit muss X aber in der obigen Zuordnungsliste auftauchen, denn diese enthält ja entsprechend der Annahme *alle* Teilmengen von A. Sei also X eine der Teilmengen von A nämlich etwa T_y also: (**) $X = T_y$.

Die (typische) Cantor-Frage ist dann: Ist $y \in X$ oder nicht?

Nehmen wir zunächst an: $y \in X$. Dann gilt wegen (*): $y \notin T_y$. Und mit (**) folgt: $y \notin X$. Insgesamt haben wir also einen Widerspruch erhalten.

Nehmen wir also die Alternative an: $y \notin X$. Dann folgt wegen (**): $y \notin T_y$. y ist also nicht Element der ihm zugeordneten Teilmenge T_y und wegen (*) folgt: $y \in X$ – also wieder ein Widerspruch.

Damit muss die zugrunde gelegte Annahme der Existenz einer Bijektion zwischen A und $\wp(A)$ oder kurz: $|A|=|\wp(A)|$, verworfen werden, womit der obige Satz bewiesen ist: Für alle Mengen A gilt also: $|A|<|\wp(A)|$.

Cantor hat aber eine regelrechte Lawine losgetreten. Denn sofort ergibt sich: $|A|<|\wp(A)|<|\wp(\wp(A))|<|\wp(\wp(\wp(A)))|<\ldots$

Und speziell für die natürlichen Zahlen erhält man:

$|\mathbb{N}| < |\wp(\mathbb{N})| < |\wp(\wp(\mathbb{N}))| < |\wp(\wp(\wp(\mathbb{N})))| < \ldots$

oder im Vorgriff auf weitere Ergebnisse und in der Schreibweise Cantors:

$\aleph_0<\aleph_1<\aleph_2<\aleph_3<\aleph_4<\ldots$

also eine ganze Hierarchie verschieden großer Unendlichkeiten! Diese Hierarchie hört nicht auf: Es gibt (mindestens) abzählbar unendlich viele verschieden große Unendlichkeiten. Dies ist die Antwort auf die erste der oben aufgeworfenen Fragen, und sie gibt uns ein Verständnis und Wissen zum Unendlichkeitsbegriff, das so gar nichts mehr zu tun hat mit den naiven und amorphen Vorstellungen von ‚unendlich', mit dem der ‚gesunde Menschenverstand' den Unendlichkeitsbegriff zu fassen versucht.

Die zweite der obigen Fragen war, ob es zwischen $|\mathbb{N}|$ und $|\mathbb{R}|$ weitere unendliche Mächtigkeiten gebe.

Hierzu hinterfragte Cantor zunächst den Zusammenhang zwischen $|\wp(\mathbb{N})|$ und $|\mathbb{R}|$ und bewies den (wiederum erstaunlichen) Zusammenhang: $|\wp(\mathbb{N})| = |\mathbb{R}|$.

Zur Begründung benutzen wir zunächst: $|\mathbb{R}| = |]0,1]|$.[29]

Jedes x dieses Intervalls stellen wir dann in Binärdarstellung dar: $x = 0, z_1z_2z_3z_4z_5z_6.....$ mit z_i aus $\{0, 1\}$.[30] Die Zuordnung $f:]0,1] \rightarrow \wp(\mathbb{N})$ mit $f(x) = \{n \mid z_n = 1\}$ ist dann eine Bijektion zwischen $]0,1]$ und $\wp(\mathbb{N})$. Anders formuliert: $|\ ]0,1]\ | = |\wp(\mathbb{N})|$.

Beispiel: Der Zahl $x = 0,1100011000....$ wird die endliche Teilmenge $A = \{1,2,6,7\}$ zugeordnet. Umgekehrt ‚gehören' $B = \{1,3,5,7,9,....\}$ und die Zahl $y = 0,101010101...$ ‚zueinander'.

Insgesamt erhält man also das Resultat: $|\wp(\mathbb{N})| = |\mathbb{R}| = |\ ]0,1]\ |$.

Die beiden wichtigsten Zahlbereiche stehen damit hinsichtlich ihrer Mächtigkeiten in einem wirklich merkwürdigen Zusammenhang!

Die Cantorsche Vermutung zum oben genannten zweiten Problem war: Zwischen $|\mathbb{N}|$ und $|\mathbb{R}|$ gibt es keine anderen Unendlichkeiten. Mit anderen Worten: $\aleph_0$ und $\aleph_1$ folgen direkt aufeinander, wie es etwa die natürlichen Zahlen 0 und 1 tun.

---

[29] Oben war nur gezeigt, dass das offene Intervall von 0 bis 1 gleichmächtig zu R ist. Wir benutzen hier ohne Beweis, dass die Hinzunahme abzählbar unendlich vieler Elemente (hier der 1) zu einer unendlichen Menge nichts an deren Mächtigkeit ändert (vgl. Deiser, *Einführung in die Mengenlehre,* 120ff.). Eine Begründung mit einer anderen Idee findet sich bei Aigner und Ziegler, *Das Buch der Beweise*, 105ff.

[30] Die Binärdarstellung einer Zahl ist nicht eindeutig, denn es gilt zum Beispiel: $0,011111... = 0,100000...$. Dieses technische Detail lässt sich problemlos lösen (vgl. etwa Deiser, *Einführung in die Mengenlehre*, 133ff.). Wir gehen aber hier auf diese Problematik nicht näher ein, um stattdessen die Grundidee des Beweises zu verdeutlichen.

Abbildung 16: Gedenkstein vor der Universität Halle.

Abbildung 17: Cantor, Diagonalweg und Zusammenhang zwischen den Mächtigkeiten von N und R.

Den Beweis (oder die Widerlegung) dieser ‚Kontinuumshypothese' griff Hilbert als erstes seiner 23 Probleme auf, die er zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts (1923) der gesamten Mathematik als ‚Hausaufgaben' für das 20. Jahrhundert aufgab. Die erstaunliche Antwort auf die Kontinuumshypothese konnten Ernst Zermelo (1908), Abraham Adolf Fraenkel (1923), Kurt Gödel (1938) und Paul Cohen (1960) geben:

Die Kontinuumshypothese ist unabhängig von den anderen Axiomen der Mengenlehre.

Das heißt: Es existiert eine Mathematik, in der es zwischen $|\mathbb{N}|$ und $|\mathbb{R}|$ weitere Unendlichkeiten gibt – und eine andere Mathematik, in welcher es zwischen $|\mathbb{N}|$ und $|\mathbb{R}|$ *keine* weiteren Unendlichkeiten gibt.

Diese scheinbar paradoxe Situation ist ganz analog zur Geometrie: Jahrtausende lang war die Frage ungelöst, ob es zu einem Punkt P und einer Geraden g immer genau eine Parallele durch P zu g gäbe, oder eventuell etwa gar keine oder sogar mehrere Parallelen durch P zu g existieren könnten. Wie sich in den ‚nichteuklidischen' Geometrien zeigt, ist die Aussage ‚zu einem Punkt und einer Geraden gibt es genau eine Parallele' unabhängig von den anderen Axiomen der Geometrie. Man kann also (mindestens) drei Geometrien als sinnvoll betrachten: In einer – der sogenannten Euklidischen – existiert genau eine Parallele, in einer anderen – der sogenannten hyperbolischen – gibt es überhaupt keine Parallele und in der dritten – der sogenannten elliptischen – unendlich viele Parallelen. Hier wird deutlich, dass es keinen Sinn macht, von *der* Mathematik zu sprechen. Vielmehr drängt sich das Bild von mehreren Mengen von sich unterscheidenden Grundregeln auf, mit Hilfe derer man Mathematik betreiben, das heißt logisch sinnvolle Folgerungen ziehen, kann. Vergleichbar ist die Situation mit Kartenspielen: Mit den 52 Karten eines französischen Blatts kann man je nach Vereinbarung und regelkonform, also in irgendeinem Sinne ‚sinnvoll', ‚Rommé', ‚Kanasta', ‚17 und 4' oder ein anderes Spiel spielen. Und keines der Spiele ist *das* Spiel – es gibt eben verschiedene sinnvolle Möglichkeiten.

Die Kontinuumshypothese ist – wie Zermelo und Fraenkel zeigten – äquivalent zum sogenannten Auswahlaxiom, das eine – wie man es von einem ‚vernünftigen' Axiom erwartet – einsichtige, offensichtliche Tatsache beschreibt:

Auswahlaxiom:

Hat man eine (auch unendliche) Menge paarweise disjunkter Mengen M_i, so kann man eine neue Menge bilden, die aus jedem M_i genau ein Element enthält.

Unausgesprochen wurde und wird dieses Axiom in der üblichen Mathematik verwendet. Allerdings ist es aller Offensichtlichkeit zum Trotz nicht unproblematisch. Von Bertrand Russell stammt eine Veranschaulichung, die auf mögliche Probleme hindeutet:[31] Man stelle sich einen Millionär vor, der eine unendliche Anzahl von Paaren von Schuhen und von Paaren von Socken hat. Von jedem Paar genau eins. Dann kann man sich leicht vorstellen, wie man eine Menge an Schuhen herstellen kann, die von jedem Paar genau einen enthält: Man nehme zum Beispiel einfach jeden linken. Wie aber beschreibt man eine Menge, welche von jedem Paar Socken genau einen enthält?

Völlig kontra-intuitiv ist das ‚Hausdorff-Banach-Tarski Paradoxon', das sich aus dem Auswahlaxiom folgern lässt: Es gibt eine Zerlegung einer Kugel in 9 Teile, die sich ihrerseits in 2 Kugeln mit gleicher Größe der ersten zusammensetzen lassen.

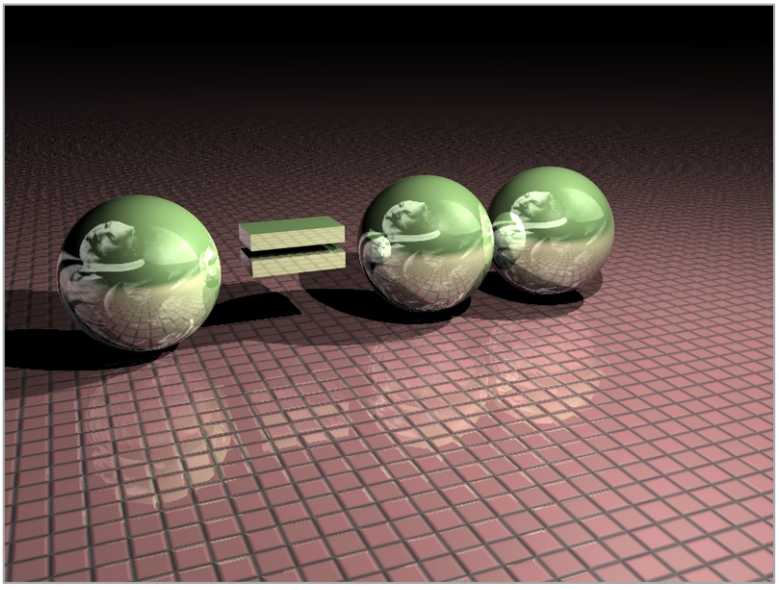


Abbildung 18: Illustration des ‚Hausdorff-Banach-Tarski Paradoxons'.

[31] Das folgende Beispiel ist entnommen von E. C. Milner, „The New Math in Paradise", *Mathematical Medley* (Singapore Mathematical Society) 20.1 (1992): 1-17.

Dies scheint einer Erzeugung aus dem Nichts gleichzukommen. Erinnern wir uns aber an die zahlreichen kontra-intuitiven Erkenntnisse, die bisher dargestellt waren: Alle sind korrekte Folgerungen aus einfach(st)en Annahmen und unumstößliche Wahrheiten. Die einzige Konsequenz, die man sinnvollerweise ziehen kann: Wenn unsere Intuition und die mathematischen Ergebnisse nicht im Einklang sind, dann liegt das nicht an der Mathematik!

Paradoxa

Ähnlich wie Euklid definierte, was ein ‚Punkt', eine ‚Gerade', eine ‚Ebene' ist, definierte Cantor was er unter einer Menge versteht:

> Eine Menge ist eine Zusammenfassung von bestimmten wohl unterschiedenen Objekten der Anschauung oder des Denkens, welche die Elemente der Menge genannt werden, zu einem Ganzen.[32]

Ihm selbst war bewusst, dass diese Definition in sich problematisch ist. Er bemerkte bereits Jahre vor Veröffentlichung des Russellschen Paradoxons, dass alleine die Aussage ‚A ist eine Menge' Schwierigkeiten in sich trägt: Denn bildet man zum Beispiel die Menge S := {A | A ist eine Menge} die Mengen aller Mengen, dann ist S die größte aller vorstellbaren Mengen, da S ja jede andere Menge enthält. Allerdings hatte Cantor bereits bewiesen, dass $|S|<|\wp(S)|$, und das ist ein Widerspruch zur Maximalität von S. Für Cantor selbst stellte dieses Paradox kein sonderliches Problem dar, da er einfach schloss, dass die Menge aller Mengen nicht existiert.

Das prominenteste Paradoxon wurde von Russell vorgestellt:

Sei M die Menge aller Mengen, welche sich nicht selbst als Element enthalten: $M := \{A| A \notin A\}$.[33] Die Frage ist dann, ob $M \notin M$ oder ob $M \in M$ richtig ist.

Nehmen wir an, es sei $M \notin M$. Dann folgt nach Definition $M \in M$, denn M enthält ja genau diejenigen Mengen, welche die Eigenschaft $A \notin A$ besitzen.

Setzt man nun andererseits $M \in M$ voraus, dann gehört M zur Menge aller Mengen mit der Eigenschaft $A \notin A$, also gilt für M, dass $M \notin M$.

---

32 https://de.wikibooks.org/wiki/Mathematik:_Lineare_Algebra:_Grundlagen:_Mengen_1 [zuletzt besucht 12.04.2016].

33 Warnung: Man versuche nicht, sich eine Menge vorzustellen, welche sich selbst als Element enthält.

Die folkloristische Variante dieser Paradoxie ist die des Barbiers, der genau diejenigen Männer rasiert, die sich nicht selbst rasieren. Frage: Rasiert er sich selbst?

Wenn er das tut, dann gehört er nicht zu denen, die sich nicht selbst rasieren. Also rasiert er sich nicht selbst. Wenn er sich allerdings nicht rasiert, gehört er natürlich zu denen, die sich nicht selbst rasieren, also zu denen, welche der Barbier rasiert. Also rasiert er sich selbst.

Wurzel dieser – und ähnlicher – Paradoxien ist die Selbstbezüglichkeit beziehungsweise der Versuch (wie in der Geometrie), den Mengenbegriff zu definieren.

Der moderne Ausweg aus dieser Sackgasse ist in der Mengenlehre derselbe wie in der Geometrie: Hilbert gibt in seinen Grundlagen der Geometrie einfach nicht mehr an, was man unter einem Punkt, einer Geraden versteht, sondern er betrachtet nur noch Objekte von Mengen und definiert (mit Hilfe von Axiomen, also Spielregeln) Beziehungen zwischen diesen Objekten. Ganz analog geben Zermelo und Fraenkel oder Cohen in der modernen Mengenlehre nicht mehr an, was Mengen sind, sondern geben nur noch Beziehungen zwischen ihnen an.[34]

Zusammenfassung

Um das Bild der Einleitung noch einmal zu gebrauchen: Mit dem Fernrohr der Bijektionen wurde versucht, einen Blick über den natürlichen Horizont hinaus zu werfen, der durch den ‚gesunden Menschenverstand' gebildet wird. Dieses einfach zu verstehende Instrument ermöglicht es in der Hand eines geschickten und ideenreichen Forschers wie Cantor, Erkenntnisse über den Unendlichkeitsbegriff zu gewinnen, die vergleichbar sind mit den Entdeckungen eines Nikolaus Kopernikus, Johannes Kepler, Sir Isaac Newton oder Albert Einstein – wenngleich sie nicht dieselbe weltanschauliche Bedeutung erlangt haben. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Entdeckung (oder evtl. nur Konstruktion (?)) einer Struktur ‚im Unendlichen':[35] Es gibt unendlich viele verschieden große Unendlichkeiten, die untereinander hinsichtlich ihrer Größe vergleichbar sind und entsprechend angeordnet werden können. Aus

34 Vgl. Deiser, *Einführung in die Mengenlehre*, 147ff.

35 Cantor war Platonist. Das heißt, er war überzeugt, dass ‚hinter' der sichtbaren Welt eine Welt der Ideen existiert und es bisweilen gelingt, den ‚Vorhang', durch den beide Welten getrennt sind, ein wenig zu lüften, um einen kleinen Blick auf die reinen Wahrheiten werfen zu können.

erkenntnistheoretischer Sicht ist bedeutsam, dass letztlich so ziemlich alle Vorstellungen des ‚gesunden Menschenverstands' widerlegt und durch gesicherte Kenntnisse ersetzt werden müssen – so unbequem dies dem Verstand auch sein mag. Aus didaktischer Sicht erscheint bemerkenswert, dass die Ideen zur Erforschung des Unendlichen letztlich so einfach sind, dass sie keiner mathematischen Hilfsmittel bedürfen, welche über die in der Schule vorhandenen hinausgehen.

Literaturverzeichnis

Aczel, Amir. *Die Natur der Unendlichkeit: Mathematik, Kabbala und das Geheimnis der Alephs*. Hamburg: Rowohlt, 2002.

Aigner, Martin und Günter M. Ziegler. *Das Buch der Beweise*. Berlin: Springer, 2002.

Bailey, David H. and Richard E. Crandall. „Random Generators and Normal Numbers". 20 March 2003. http://crd.lbl.gov/~dhbailey/dhbpapers/bcnormal.pdf [zuletzt besucht 31.06.2006].

Barrow, John D. *Einmal Unendlichkeit und zurück: Was wir über das Zeitlose und Endlose wissen*. Frankfurt: Campus, 2006.

Beutelspacher, Albrecht und Hans-Georg Weigand. Hg. *Unendlich* [= *Mathematik Lehren* 112, Juni 2002].

Deiser, Oliver. *Einführung in die Mengenlehre.* Berlin: Springer, 2004.

Fischer, Walther L. *Einführung in die Mengenlehre*. Stuttgart: Klett, 1970.

Flammarion, Camille. *L'atmosphère: météorologie populaire*. Paris: Hachette, 1888.

Herget, Wilfried. *Von Null bis Unendlich* [= *Mathematik Lehren* 31, Dezember 1988].

Hilbert, David. „Über das Unendliche". *Mathematische Annalen* 95 (1926): 161-190.

Holland, Gerhard. „Ein Vorschlag zur Einführung der reellen Zahlen als Dezimalbrüche". *Mathematisch Physikalische Semesterberichte* 18.1 (1971): 87-110.

Hühn, Lore und Dirk Evers. „Unendlichkeit". In: *Religion in Geschichte und Gegenwart*. Bd. 8. Hg. Hans Dieter Betz *et al.* Tübingen: Mohr Siebeck, 2005.

Kaplan, Robert und Ellen Kaplan. *Das Unendliche Denken: Eine Verführung zur Mathematik*. München: Econ, 2003.

Laugwitz, Detlev. „Unendlich als Rechenzahl". *Der Mathematikunterricht* 5 (1976): 101-117.

Lauwerier, Hans. *Unendlichkeit: Denken im Grenzenlosen*. Hamburg: rororo, 1993.

Meschkowski, Herbert. *Probleme des Unendlichen: Werk und Leben Georg Cantors*. Braunschweig: Vieweg, 1967.

---. *Wandlungen des mathematischen Denkens*. Braunschweig: Vieweg, 1969.

Milner, E.C. „The New Math in Paradise". *Mathematical Medley* [Singapore Mathematical Society] 20.1 (1992): 1-17.

Purkert, Walter und Hans Joachim Ilgauds. *Georg Cantor*. Leipzig: Teuber, 1985.
Smullyan, Raymond. *Satan, Cantor und die Unendlichkeit*. Basel: Birkhäuser, 1993.

Das Unendliche und das Universum

JÖRN WILMS

Abstract: Der Beitrag widmet sich der Entwicklung des Verständnisses von der Größe des Universums in der Geschichte der Astronomie, angefangen von Theorien zur Größe des Sonnensystems im Altertum, über die Bestimmung der Größenskalen im Sonnensystem in der Renaissance bis hin zur Ermittlung der Struktur unserer Milchstraße im 19. und 20. Jahrhundert sowie den Erkenntnissen der Kosmologie in den letzten Jahrzehnten.

Einführung

Von allen Wissenschaften, die sich mit dem Thema ‚Unendlichkeit' auseinandersetzen, ist die Astronomie vielleicht diejenige, die am konkretesten mit diesem Begriff des ‚Unendlichen' im Sinne von etwas ‚sehr, sehr, sehr Großem' umgeht. Eine der häufigsten Fragen, die von Laien an Astronomen gerichtet wird, ist die, wie man sich die Skalen im Universum vorstellen könne. Diese Frage ist so alt wie die Menschheit. Der Versuch ihrer Beantwortung war immer schon eines der zentralen Anliegen der Astronomie und prägte die Entwicklung des Fachs entscheidend.

Dieser Beitrag versucht, eine kurze Darstellung zu geben, wie sich unser Verständnis vom Aussehen und der Größe des Universums über die jahrtausendalte Geschichte der Astronomie hinweg entwickelt hat.

Altertum und Renaissance: Das Sonnensystem

Die Beobachtung des Nachthimmels und der Jahreszeiten muss schon in der Steinzeit die Menschen beschäftigt haben. Menschen, die im Einklang mit der Natur lebten, werden zweifellos viele astronomische Phänomene erkannt haben, die ihr Leben prägten. Dazu gehören sicherlich die Jahreszeiten, deren Übergänge durch die Tag- und Nachtgleichen und die Sonnenwenden gekennzeichnet sind, oder die Mondphasen, die das Jahr in zwölf Abschnitte unterteilen. Aufgrund fehlender schriftlicher Aufzeichnungen muss vieles hier Spekulation bleiben, aber es ist bemerkenswert, dass es schon für das Jungpaläolithikum vor circa 26 000 Jahren Hinweise auf Zahlensysteme und Kalender gibt, wie zum Beispiel einen Stab mit Einkerbungen aus der mährischen Fundstelle Dolní Věstonice, der als

(Mond)Kalendarium gedeutet werden könnte.[1] Mit der weiteren Entwicklung der Kultur verdichten sich dann die Hinweise auf ein sehr präzises Naturverständnis, mit dem auch astronomische Vorhersagen gemacht werden konnten. Ein erster Höhepunkt sind hier die Bauten und Steinkreise der Megalithkulturen in der Bretagne, England und Irland von 2500-3500 vor Christus. Hier stellt Newgrange in Irland, das auf 3200 vor Christus datiert ist, die älteste bekannte Ausrichtung eines Gebäudes nach der Position der Sonne zur Zeit der Wintersonnenwende dar.[2] Obwohl nachgewiesen wurde, dass die in den 1950er und 1960er Jahren propagierte Interpretation der berühmtesten Hinterlassenschaft der Megalithkulturen, Stonehenge, als ‚astronomischer Computer' sicherlich übertrieben war, ist auch bei diesem 1 000 Jahre jüngeren Gebäude die bewusste Ausrichtung nach Position der Sonne zur Sommersonnenwende unbestritten und ein Zeichen für ein tiefes Verständnis astronomischer Phänomene.[3] Mit der in Ziegelroda bei Nebra in Sachsen-Anhalt gefundenen sogenannten ‚Himmelsscheibe' ist schließlich eine erste direkte Aufzeichnung einer Himmelskarte aus der Zeit um 1600 vor Christus nachgewiesen.[4]

Direkte Hinweise auf astronomische Beobachtungen sind auch von den Babyloniern seit 1800 vor Christus bekannt. Babylonische Astronomen führten über Jahrhunderte sehr systematische Aufzeichnungen aller nur vorstellbaren Himmelsphänomene – Mondphasen, Planetenpositionen, Sonnen- und Mondfinsternisse – und konnten mit diesen auch erfolgreich zukünftige Ereignisse vorhersagen.[5] Viele heute noch gebräuchliche Konventionen und Bezeichnungen gehen auf diese Zeit zurück, wie die Unterteilung des Kreises in 360° oder die Einteilung des Tages in 24 Stunden von jeweils 60 Minuten. Auch viele bekannte Sternbilder wie der Orion haben ihren Ursprung im Zweistromland. Bekannt ist auch, dass

---

1 Erwin Emmerling *et al.*, „Ein Mondkalenderstab aus Dolní Věstonice", *Quartär* 43 (1994): 151-162.

2 Tom P. Ray, „The Winter Solstice Phenomenon at Newgrange, Ireland: Accident or Design?", *Nature* 337 (1989): 343-345.

3 Siehe Mike Parker Pearson, „Researching Stonehenge: Theories Past and Present", *Archaeology International* 16 (2012-2013): 72-83, der eine Zusammenfassung von Forschungsgeschichte und heutigem Stand der Forschung zu Stonehenge präsentiert.

4 Wolfhard Schlosser, „Die Himmelsscheibe von Nebra: Sonne, Mond und Sterne", in: *Development of Solar Research / Entwicklung der Sonnenforschung*, hg. Axel D. Wittmann, Gudrun Wolfschmidt und Hilmar W. Duerbeck (Frankfurt a.M.: Harri Deutsch, 2005), 27-65.

5 Otto Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Berlin und Heidelberg: Springer, 1975).

das babylonische Universum ein geozentrisches war: Die Erde befindet sich im Zentrum, um sie herum sind die Himmelsobjekte angeordnet. Die Planeten und die Sonne bewegen sich auf Bahnen um die Erde. Sterne sind weiter weg, weil sie uns stationär erscheinen und keine Parallaxe aufweisen.

Waren die Babylonier noch hauptsächlich mathematisch-deskriptiv aufgestellt und versuchten daher nicht, auf Grundlagen ihrer Beobachtungen ein physikalisches Modell für das Universum zu entwickeln, so änderte sich dies im klassischen Griechenland. Hier gingen Philosophie und Astronomie eine enge Verbindung ein, aus der eine große Zahl bedeutender Erkenntnisse resultierte. In dieser Zeit wurden die ersten ernsthaften Versuche unternommen, die Größen und Abstände der Körper im Sonnensystem zu bestimmen. Zwei Beispiele seien genannt: Aus Beobachtungen war bekannt, dass die Mondphasen aufgrund der Bestrahlung des Mondes durch die Sonne entstehen. Aristarch von Samos (310-230 vor Christus) erkannte, dass es dank dieses Wissens möglich ist, den Relativabstand von Sonne und Mond zur Erde zu bestimmen. Er behauptet in seiner Arbeit „Über die Größen und Entfernungen von Sonne und Mond", dass bei Halbmond der Winkel zwischen Sonne und Mond 87° betrage. Das Dreieck ‚Erde-Mond-Sonne' ist zu diesem Zeitpunkt aber ein rechtwinkliges Dreieck, woraus sich einfach ergibt, dass die Sonne 19-mal weiter von der Erde entfernt ist als der Mond. Weil die Winkeldurchmesser von Sonne und Mond aber identisch sind (jeweils ein halbes Grad),[6] heißt dies, dass die Sonne 19-mal größer sein muss als der Mond. Natürlich ist die Rechnung wegen falscher Annahmen nicht richtig –[7] bei Halbmond ist der Dreieckswinkel circa 89,9° und das Verhältnis von Sonnen- zu Mondradius ist nicht 1:19, sondern 1:400 – das Ergebnis muss aber Aristarch doch überrascht haben: Aus Beobachtungen der Größe des Erdschattens bei einer Mondfinsternis hatte er auch ermittelt, dass

6 Bei normal proportionierten Menschen beträgt der Winkeldurchmesser des Daumens bei ausgestrecktem Arm etwa ein halbes Grad. Das heißt, es ist möglich, mit dem Daumen die Sonne und den Mond ‚gerade so' zu verdecken und damit zu zeigen, dass beide Objekte die gleiche scheinbare Größe am Himmel haben.

7 Der Ursprung von Aristarchs Behauptung, der Winkel zwischen Sonne und Mond sei bei Halbmond 87°, wird in der Literatur zu Recht diskutiert. Mit dem bloßen Auge und einer simplen Holzkonstruktion eines rechten Winkels kann man auf einfache Weise zeigen, dass der Winkel zwischen Sonne und Mond fast 90° beträgt. Man könnte vermuten, dass Aristarch das daraus folgende Ergebnis, dass die Sonne um Größenordnungen größer als die Erde sei, als so falsch erschien, dass er seine Messung an die Erwartungen angepasst hat. Das wäre dann einer der frühesten Fälle wissenschaftlichen Fehlverhaltens.

Erd- und Mondradius im Verhältnis 1:2,85 stehen, so dass die Sonne laut Aristarch fast 7-mal größer sein muss als die Erde. Wohl auch aufgrund dieser Messung schlug Aristarch um 280 vor Christus dann auch vor, dass nicht die Erde, sondern die Sonne das Zentrum des Universums sei und sich die Erde auf einer Kreisbahn um die Sonne bewege.[8]

Kurze Zeit nach Aristarch nutzte der Leiter der Bibliothek von Alexandria, Eratosthenes von Cyrene (276-195 vor Christus), die Nord-Süd-Ausrichtung Ägyptens am Nil entlang dazu aus, die Größe der Erde zu vermessen. Eratosthenes stellte fest, dass zur Sommersonnenwende die Sonne im Süden des Landes in Syene den Boden eines tiefen Brunnens bestrahlen konnte, während sie im Norden des Landes in Alexandria noch einen Schatten warf, also nicht im Zenit stand. Aus der Schattenlänge ermittelte Eratosthenes, dass der Abstand von Alexandria und Syene in geographischer Breite 7,2° beträgt. Eratosthenes gab die Entfernung zwischen Alexandria und Syene mit dem Maß von 5 000 Stadien an. Daraus ergibt sich, dass der Radius der Erde 39 790 Stadien entspricht. Leider kennen wir die Umrechnung von einem Stadion in Kilometer nicht, die Genauigkeit der Messung kann daher nur geschätzt werden. Untersuchungen von Entfernungsangaben in der antiken Literatur lassen vermuten,[9] dass die 5 000 Stadien etwa 820 km gleichkommen, so dass der Erdradius hier also mit 6 525 km bestimmt wurde. In Wahrheit hat die Erde einen Radius von 6 378 km, ein Ergebnis, das erstmals von Jean Picard im Jahr 1671 ermittelt wurde.[10]

Diese und viele andere griechische und frühere Messungen wurden von Ptolemäus ungefähr im Jahr 140 nach Christus in seinem Werk *Mathematike Syntaxis* zusammengefasst, das für das folgende Jahrtausend zum wichtigsten astronomischen Lehrbuch avancierte und heute auch unter seinem arabischen Titel *Almagest* bekannt ist. Ptolemäus nutzte unter anderem die ihm zugänglichen Messungen früherer Astronomen, um ein mathematisches Modell für die Bewegung der Planeten zu erstellen. Wie beinahe alle anderen antiken Astronomen wies er die Idee eines heliozentrischen Weltsystems weit von sich. Ptolemäus konstruierte

8 Für eine Darstellung der Aufnahme des heliozentrischen Systems in der antiken Welt siehe Bartel Leendert van der Waerden, „The Heliocentric System in Greek, Persian and Hindu Astronomy", *Annals of the New York Academy of Sciences* 500.1 (1987): 525-545.

9 Newlyn Walkup, „Eratosthenes and the Mystery of the Stades" (2010) http://historyofmathematics.org/wp-content/uploads/2013/09/2005-Walkup.pdf [zuletzt besucht 07.03.2016].

10 Jean Picard, *Mesure de la Terre* (Paris: Imprimerie Royale, 1671).

daher ein geozentrisches Modell für die Planetenbewegungen, wobei er prinzipiell den Ideen des Aristoteles (384-322 vor Christus) folgte und diese erweiterte. Im Ptolemäischen Modell bewegen sich die Planeten näherungsweise auf Kreisen um Punkte nahe der Erde, auf denen weitere Kreise (‚Epizykel') befestigt sind. Die Überlagerung der gleichförmigen Bewegungen von Kreis und Epizykel bewirkt dann die komplexe Bewegung der Planeten am Himmel. Die Rechenmethoden von Ptolemäus erwiesen sich als sehr erfolgreich bei der Berechnung von Planetenpositionen, wie sie zum Beispiel die Astrologie benötigte. Es wurde damit also ein Standard erreicht, der für das ‚tägliche Brot' der Astronomen im Mittelalter, die Erstellung von Horoskopen, ausreichend war.

In den folgenden Jahrhunderten wurde das geozentrische Modell aufgrund dieses Rechenerfolgs beibehalten, auch wenn Verbesserungen in der Genauigkeit der gemessenen Planetenpositionen die Einführung weiterer Epizykel notwendig machten.[11] Die dabei benutzten Rechenmethoden sind beeindruckend ausgereift. Als einer der Höhepunkte dieser Arbeiten können die Alfonsinischen Tafeln von Judah ben Moses Cohen und Isaac Ibn Sid gelten, die in Kastilien unter der Herrschaft von Alfonso X, der von 1252-1284 regierte, erstellt wurden.[12] Die Tabellen wurden in der Folgezeit so weit verbessert, dass die Positionen der Planeten mit so guter Genauigkeit berechnet werden konnten, dass Abweichungen zwischen berechneter und wahrer Position mit dem Auge kaum erkennbar waren.[13]

Das Ptolemäische System war also auch im modernen wissenschaftlichen Sinne erfolgreich, denn es bot einen rechnerischen Formalismus an, der mit den Beobachtungen übereinstimmende Vorhersagen traf. Es gab jedoch ein großes Problem: Die Einführung der Epizykel führte dazu, dass sich die Planeten auf komplizierten und sich ständig ändernden Bahnen durch das Universum bewegen, wenn das Modell die tatsächliche Bewegung durch den Raum repräsentiert. Dieser Befund steht in krassem Widerspruch zu dem Modell von Aristoteles, der ja eigentlich Vorbild von Ptolemäus war und die Planeten als auf Kristallsphären befestigt ansah,

---

11 Im *Almagest* kritisiert Ptolemäus frühere Arbeiten, bei denen Epizykel auf Epizykeln sitzen; siehe van der Waerden, „The Heliocentric System in Greek, Persian and Hindu Astronomy", 525-545.

12 José Chabás and Bernard R. Goldstein, „Computing Planetary Positions: User Friendliness and the Alfonsine Corpus", *Journal for the History of Astronomy* 44 (2013): 257-276 (*corrigenda*: 479f.).

13 Vgl. das Kapitel „Alfonso X as a Patron of Astronomy", in: Owen Gingerich, *The Eye of Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler* (New York: American Institute of Physics, 1993), 115-128; vgl. auch 331f.

damit im Weltraum kein Vakuum herrschte. Im Mittelalter waren den Astronomen diese komplizierten Bahnen spätestens seit dem Erscheinen des Lehrbuchs des Nürnberger Astronomen Regiomontanus wohlbekannt, denn die meisten relevanten Lehrbücher dieser Zeit enthielten geometrische Skizzen der vorhergesagten Planetenbewegungen.[14] Dabei ist interessant, dass wohl nur einzelne Planetenbahnen betrachtet wurden, nicht aber ihre Relation zueinander, also die relativen Abstände der Planeten voneinander. Isabelle Pantin zeigt,[15] dass die Zahl und Qualität der Abbildungen davon abhängen, ob die Autoren der Auffassung waren, dass die Bahnen als tatsächliche Bewegung des Planeten durch das All aufgefasst werden konnten, oder ob die Autoren die Bahnen als reine mathematische Konstrukte interpretierten.

Klar auf der Seite derer, die die Bewegung der Planeten wörtlich verstanden, war Nikolaus Kopernikus (1473-1543). In seinem postum publizierten Lebenswerk *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) kritisiert Kopernikus das Ptolemäische System als unelegant.[16] Er beweist, dass die komplizierten Bewegungen der Bahnen der Planeten viel besser verstanden werden können, wenn man annimmt, dass sich alle Planeten auf Kreisbahnen um die Sonne bewegen, denn „Auf keine andere Art sehen wir die klare harmonische Beziehung zwischen den Bewegungen der Planeten und den Größen ihrer Bahnen [besser]".[17] Ein großes theologisches Problem war dabei natürlich, dass die Menschheit als Krone der Schöpfung nicht mehr an einem herausragenden Ort im Universum lebte, was zur Zensur des Werkes durch die katholische Kirche führte. Wie Owen Gingerich in seiner heroischen Untersuchung von mehreren 100 erhaltenen Exemplaren von *De revolutionibus* zeigen konnte, wurde das Werk von den Astronomen dennoch mit Interesse gelesen.[18] Allerdings wurde –

---

14 Isabelle Pantin, „The First Phase of the *Theoreticae Planetarum* Printed Tradition (1474-1535): The Evolution of a Genre Observed through its Images", *Journal for the History of Astronomy* 43 (2012): 3-26.

15 Ebd., 8f.

16 Nicolaus Copernicus, *De revolutionibus orbium coelestium* (Nürnberg: Johannes Petreius 1543).

17 Rückübersetzung des englischen Zitats ins Deutsche; hier zit. nach Owen Gingerich, „The Lenten Pretzel and the Epicycles Myth", in: ders., *The Book Nobody Read: Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus* (New York: Walker and Company, 2004), 46-60, 54: „In no other way do we find a wonderful commensurability and a sure harmonious connection between the size of the orbit and the planet's period." Vgl. auch Copernicus, *De revolutionibus orbium coelestium*, *libro* I, p. 9 *verso* f.

18 Vgl. ebd. Außerhalb Italiens scheint die Zensur nicht wirklich ernst genommen worden zu sein. In vielen Exemplaren von *De revolutionibus* wurden die von der

wie schon 1 500 Jahre früher bei der Kritik am heliozentrischen Modell des Aristarch – von vielen Astronomen auf das sehr große Problem hingewiesen, dass eine Bewegung der Erde um die Sonne zu einer relativen Änderung der Positionen der Sterne zueinander am Himmel führen müsse. Eine solche Parallaxe konnte aber nicht beobachtet werden. Aus diesem Grund sahen viele Astronomen das Modell zwar wegen seiner Eleganz und der Vereinfachung der Rechnungen als interessant an,[19] aber es konnte das geozentrische Modell zunächst nicht verdrängen.[20] Dennoch wird das Erscheinungsdatum der ersten Auflage von *De revolutionibus* als Beginn der wissenschaftlichen Revolution angesehen, weil hier in einem Paradigmenwechsel radikal mit den früheren Vorstellungen gebrochen wird.[21]

Die Entwicklung neuer astronomischer Instrumente führte in der Zeit nach Kopernikus zu einer signifikanten Verbesserung der Beobachtungsgenauigkeit. Einen Höhepunkt erreichte die rein visuelle Astronomie mit der Präzision jener Beobachtungsinstrumente, die der dänische Astronom Tycho Brahe (1546-1601) auf der Insel Hven zwischen Dänemark und Schweden aufstellte.[22] Brahes Messungen fielen um ein Vielfaches besser aus als alle vorherigen: Brahe erreichte es, Winkel zwischen Sternen mit einer Genauigkeit im Bogenminutenbereich zu messen. Ein Winkel von einer Bogenminute entspricht dem Durchmesser einer Euromünze bei einer Entfernung von 80 m. Brahe erreichte diese Genauigkeit ohne Zuhilfenahme eines Linsenteleskops mit bloßem Auge. Seine Daten zeigten, dass die mit den bisherigen geozentrischen Methoden vorhergesagten Planetenpositionen nicht mit seinen Beobachtungen vereinbar waren. Auch die Vorstellung von einem statischen Himmel geriet ins Wanken,

---

Zensur erfassten kritischen Stellen mit Papier so überklebt, dass man es einfach hoch klappen konnte, um den Originaltext lesen zu können, viele Exemplare wurden überhaupt nicht zensiert.

19 Viele der im 16. Jahrhundert erschienenen Tabellen mit Planetenpositionen bauen auf heliozentrischen Rechnungen auf, insbesondere die sehr populären und von Erasmus Reinhold in Wittenberg publizierten Prutenischen Tafeln; siehe Denis Savoie, „La diffusion du copernicanisme au XVIe siècle: Les Tables Pruténique“, *L'Astronomie* 111 (1997): 45-50.

20 Vgl. Robert S. Westman, „The Melanchton Circle, Rheticus and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory“, *Isis* 66 (1975): 165-193; Westman identifiziert für das Jahr 1600 nur 10 Astronomen, die das heliozentrische Modell als wahr ansahen, darunter Galilei, Kepler und seinen Lehrer Michael Mästlin.

21 Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: University of Chicago Press, 1962).

22 Tycho Brahe, *Astronomiae Instauratae Mechanica* (Wandsbek, 1598).

als zunächst 1573 Brahe und dann 1604 Johannes Kepler (1571-1630) jeweils einen ‚neuen Stern' am Himmel entdeckten. Selbst Sterne waren also nicht ewig, sondern der Himmel war wandelbar. Wir wissen heute, dass es sich bei beiden Objekten jeweils um eine Supernova, also einen explodierenden Stern, handelte.

Nach seinem Studium in Tübingen und seiner Tätigkeit in Graz arbeitete Kepler von 1600-1612 zunächst als Assistent von Brahe in Prag, bevor er als dessen Nachfolger das Amt des Hofmathematikers übernahm. In seiner 1609 erschienenen Arbeit *Astronomia Nova* übt er beißende Kritik an der Epizykeltheorie.[23] Unter anderem zeigt er in Kapitel 1 der *Astronomia Nova* die mit der Epizykeltheorie berechnete Bahn des Mars zwischen den Jahren 1560 und 1596. Kepler schlägt sich also klar auf die Seite derer, die die Epizykeltheorie als physikalisches Modell interpretieren. Er beweist, dass der Mars seinen Abstand von der Erde um ein Vielfaches ändert, ohne dass entsprechende Helligkeitsänderungen zu sehen sind, und vergleicht diese Bahn ironisch mit einer „Osterbrezel".[24] In einer Meisterleistung der Bahnbestimmung demonstriert Kepler dann, dass die Braheschen Beobachtungen durch ein heliozentrischen Modell erklärt werden können, wenn vom Aristotelischen Ideal der Bewegung auf Kreisbahnen abgewichen und angenommen wird, dass sich die Planeten auf Ellipsenbahnen bewegen. In der *Astronomia Nova* und der 1619 erschienenen *Harmonice Mundi* formuliert er seine drei berühmten Keplerschen Gesetze zur Planetenbewegung:

1. Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht (1609).
2. Die Linie von der Sonne zu einem Planeten überstreicht in gleichen Zeitintervallen die gleiche Fläche (1609).
3. Das Quadrat der Bahnperioden ist proportional zum Kubus der Hauptachsen (1619).

---

[23] Johannes Kepler, *Astronomia Nova ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ seu physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus G.V. Tychonis Brahe* (1609).

[24] Vgl. Owen Gingerich, „The Lenten Pretzel and the Epicycles Myth", 46-60; 50. Vgl. auch Kepler, *Astronomia Nova*, 3: „HÆc omnia si quis fasciculo uno componat, simulque credat, Solem revera moveri annuo spacio per zodiacum, quod credidere Ptolemæus & Tycho Braheus; tunc necesse est concedere, trium superiorum Planetarum circuitus per spacium ætherium, sicuti sunt compositi ex pluribus motibus, esse revera spirales; non ut prius, fili glomerati modo, spiris juxta invicem ordinatis; sed verius in figura panis quadragesimalis, in huncfere modum."

Die Genauigkeit der mit diesen Gesetzen berechneten Planetenpositionen war so viel höher als die geozentrischen Berechnungen, dass diese neuen Methoden sehr schnell von Astronomen übernommen wurden.[25]

Gleichzeitig zu Keplers theoretischen Überlegungen benutzte in Italien Galileo Galilei (1564-1642) das in den Niederlanden erfundene Teleskop für Himmelsbeobachtungen.[26] Er entdeckte, dass die Venus – wie der Mond – Phasen aufweist und ihre Größe beim Umlauf um die Sonne so ändert, wie das im heliozentrischen Modell erwartet wird. Galilei fand Gebirge auf dem Mond, der damit also gleiche Strukturen aufweist wie die Erde. Galileis wichtigste astronomische Entdeckung ist sicherlich die, dass um den Jupiter vier Monde kreisen, deren Bewegungen den Keplerschen Gesetzen genügen: Er beobachtete hier also ein heliozentrisches System ‚im Kleinen'. Der Erfolg des heliozentrischen Systems war daher trotz aller Versuche kirchlicher Stellen, dieses physikalische Modell zu unterdrücken, gesichert.

Das dritte Keplersche Gesetz ist für das Verständnis der Größe des Sonnensystems von entscheidender Bedeutung: Da die Umlaufperioden der Planeten um die Sonne einfach zu bestimmen sind, genügen Kenntnisse über die Länge der Hauptachse der Bahn eines Planeten, um alle Längenskalen im Sonnensystem festzulegen. Eine derartige Messung gelang im Jahr 1676 dem dänischen Astronomen Ole Rømer (1644-1710).[27] Rømer versuchte, einen Vorschlag von Galilei umzusetzen, die mit den Keplerschen Gesetzen genau berechenbaren Positionen der Jupitermonde zur Bestimmung der absoluten Zeit am Beobachtungsort zu nutzen.[28] Damit wäre dann ein großes Problem der Schifffahrt im 17. Jahrhundert, das der Bestimmung der geographischen Länge, gelöst, weil dieses auf die Kenntnis der ‚Weltzeit' zurückführbar ist. Allerdings hatte Rømer ein Problem: Die Monde verschwanden nach seiner Angabe manchmal bis zu 11 Minuten früher oder später hinter dem Jupiter.[29] Rømer zeigte, dass dies

---

25 Gingerich, *The Eye of Heaven*, 331ff.

26 Galileo Galilei, *Siderius Nuncius* (Venedig: Thomas Baglionum, 1609).

27 Rømer berichtete über diese Messungen in der französischen Akademie der Wissenschaften; siehe „Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé par M. Roemer de l'Académie des sciences", *Journal des Sçavans* (7.12.1676): 276-279.

28 Laurence Bobis and James Lequeux, „Cassini, Rømer and the Velocity of Light", *Journal of Astronomical History and Heritage* 11 (2008): 97-105.

29 Wie bereits Newton bemerkte, verschätzte sich Rømer hier, der korrekte Wert liegt bei etwa 8 Minuten.

an der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts liegen musste.[30] Zusammen mit der mathematischen Erklärung der Keplerschen Gesetze als Konsequenz der Gravitation in der *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1686) von Isaac Newton (1642-1727) begann so das Zeitalter der physikbasierten Astronomie.

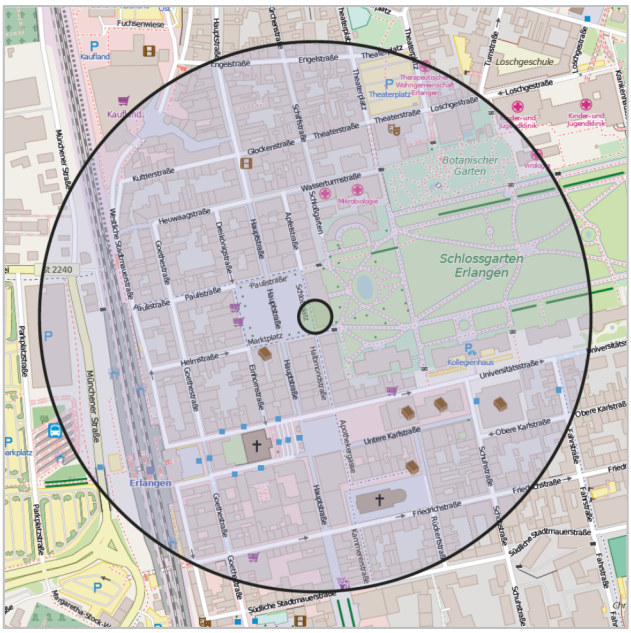


Abbildung 1: Skalenmodell des Sonnensystems. Von Innen nach Außen bezeichnen die Kreise die Erdbahn und die Bahn des Neptuns. Voyager 1 würde sich in diesem Modell an der Kreuzung Henkestraße-Hartmannstraße in Erlangen, nahe dem Zentrum für Medizinische Physik und Technik, befinden. (Ausschnitt aus dem Erlanger Stadtplan.)

Mit Rømers Messung und Newtons Physik konnten dann die Abstände im Sonnensystem gemessen werden. Sie waren viel größer als erwartet: Der mittlere Abstand der Erde von der Sonne, die sogenannte ‚astronomische Einheit', beträgt 150 Millionen Kilometer. Die Sonne ist nicht etwa 16-mal größer als der Mond, sondern hat einen Radius von 700 000 km – sie ist

[30] Im Gegensatz zu den Behauptungen in vielen Lehrbüchern gab Rømer selbst keinen Wert für die Lichtgeschwindigkeit an. Dies tat erst Christiaan Huyghens (1629-1695), der aus den Messungen von Rømer und Giovanni Domenico Cassini eine Geschwindigkeit von (in heutigen Einheiten) mehr als 230 000 Stundenkilometern ermittelte; siehe Andrzej Wróblewski, „*De Mora Luminis*: A Spectacle in Two Acts with a Prologue and an Epilogue", *American Journal of Physics* 53 (1985): 620-630.

also 110-mal größer als die Erde. Der Mensch war plötzlich alleine in einem sehr großen Sonnensystem.

Wie groß das Sonnensystem ist, lässt sich am einfachsten in einem Skalenmodell darstellen, bei dem der Radius der Sonne von 700 000 km auf den eines Apfels verkleinert wird, der im Amtszimmer des Präsidenten der Universität Erlangen-Nürnberg im Erlanger Schloss liegt (siehe Abbildung 1). In einem solchen Modell ist der Radius der Erdbahn dann 10,7 m, das heißt, er passt noch gut in das Schloss. Die Erde ist ein Stecknadelkopf mit einem Radius von 0,5 mm. Neptun, als der äußerste Planet im Sonnensystem,[31] hat eine Bahn mit 320 m Radius und befindet sich somit im Erlanger Schlossgarten. Das am weitesten von uns entfernte menschengemachte Objekt ist die am 5. September 1977 gestartete Raumsonde Voyager 1, die zur Zeit einen Abstand von 130,5 astronomischen Einheiten, oder 20 Milliarden Kilometern von uns hat. Im ‚Apfelmodell' bedeutet dies einen Abstand von gerade einmal 1 300 m vom Erlanger Schloss.

Das 19. Jahrhundert: Die Milchstraße

Die Erkenntnis der wirklichen Größe des Sonnensystems löste in der Astronomie einen Schock aus, denn die Tatsache, dass trotz derartiger Entfernungen keine stellare Parallaxe beobachtbar ist, müsste dann auch bedeuten, dass die Sterne viel weiter entfernt sind, als ursprünglich vermutet. Das bedeutet, dass es sich bei Sternen wohl um andere Sonnen handeln muss. Die Menschheit befindet sich also nicht nur nicht im Zentrum des Universums, sondern der Stern, um den sich die Erde bewegt, ist nur ein Stern von vielen und bildet nicht das Zentrum des Universums.[32] Die Astronomie im Jahrhundert nach Newton war dann auch von zwei wesentlichen Forschungsschwerpunkten gekennzeichnet: der Entwicklung immer genauerer Methoden zur Berechnung der Planetenbahnen, die durch Namen wie Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) und Pierre-Simon Laplace (1749-1827) geprägt ist und zur Entwicklung der modernen theoretischen Mechanik führte, und der Suche nach Methoden zur Bestimmung der Entfernung der Sterne und ihrer Verteilung in der Umgebung der Sonne. Letztere wurde hauptsächlich durch das in Hannover geborene und in England arbeitende Geschwisterpaar William Herschel (1738-1822)

[31] Neptun wurde natürlich erst 1846 durch Johann Gottfried Galle entdeckt.

[32] Es ist bemerkenswert, dass eine Generation nach Kepler und zwei Generationen nach Kopernikus das kopernikanische Prinzip immer noch nicht verinnerlicht war.

und Caroline Herschel (1750-1848) vorangebracht, die zeigen konnten, dass sich die sichtbaren Sterne am Himmel in einer linsenförmigen Verteilung um die Sonne herum befinden.[33] Die Geschwister Herschel entdeckten zudem eine große Zahl sogenannter Nebel.[34] Die Messung der Entfernung zwischen der Erde und einem Stern gelang dann endlich im Jahr 1839 dem Königsberger Astronomen Friedrich-Wilhelm Bessel (1784-1846).[35] Bessel zeigte, dass 61 Cygni, ein Sternsystem im Sternbild Schwan, seine Position während eines Jahres unter dem Einfluss der Erdbewegung um ±0,3 Bogensekunden verändert. Eine Bogensekunde entspricht einem Winkel von 1/3600 Grad, oder dem Winkel, unter dem eine Euromünze bei einer Entfernung von 4,8 km gesehen wird. Die Verbesserung der astronomischen Messtechnik seit Brahe wird hier sehr eindrücklich demonstriert. 61 Cygni hat damit eine Entfernung von 11 Lichtjahren oder 104,5 Billionen Kilometern.

In den Jahren nach Bessel wurden mit sehr hohem Aufwand Parallaxen vieler heller Sterne vermessen. Der uns nächste Stern ist α Centauri, der hellste Stern im Sternbild Zentaur. Dieser Stern ist nur von der Südhalbkugel zu beobachten, er hat eine Entfernung von 4,4 Lichtjahren. Im ‚Apfelmodell' hat der nächste Apfel damit eine Entfernung von 2 600 km und liegt im Amtszimmer des Präsidenten der Lomonosov Universität in Moskau. Dazwischen befindet sich nichts.

In Folge von Bessels Messungen änderte sich im 19. Jahrhundert der Schwerpunkt der Astronomie von der Himmelsmechanik hin zur Vermessung der Positionen der Sterne, mit dem Ziel, den Aufbau der Milchstraße zu verstehen. In großen internationalen Kooperationen wie der „Bonner Durchmusterung" und ihrer Erweiterung auf den Südhimmel, der „Cordoba Durchmusterung", wurden die Positionen und Helligkeiten von fast einer Million Sternen erfasst.[36] Für die meisten dieser Sterne gelang es

33 William Herschel, „Account of Some Observations Tending to Investigate the Construction of the Heavens", *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 74 (1784): 213-266; William Herschel, „On the Construction of the Heavens", *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 75 (1785): 213-266.

34 Michael Hoskin, „William Herschel and the Nebulae, Part 1: 1774-1784", *Journal for the History of Astronomy* 42 (2011): 177-192, und Michael Hoskin, „William Herschel and the Nebulae, Part 2: 1785-1818", *Journal for the History of Astronomy* 42 (2011): 321-338.

35 Friedrich-Wilhelm Bessel, „Bestimmung der Entfernung des 61sten Sterns im Schwan", *Astronomische Nachrichten* 16 (1838): 65-96, und Friedrich-Wilhelm Bessel, „On the Parallax of 61 Cygni", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 4 (1838): 152-161.

36 Die Dr. Remeis-Sternwarte in Bamberg, das Astronomische Institut der Friedrich-Alexander-Universität und Arbeitsplatz des Verfassers, ist ein sehr schönes Beispiel für

aber trotz äußerster Anstrengung nicht, eine Parallaxe zu messen. Sie waren einfach zu weit entfernt.

Die Durchmusterungen des 18. und 19. Jahrhunderts fanden neben Sternen auch viele Objekte, die im Teleskop ‚nebelartig diffus' erschienen. Der 1888 publizierte *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* von John L.E. Dreyer (1852-1926), der auf den Katalogen von Herschel aufbaut, enthält zusammen mit seinen zwei Supplementen insgesamt etwas über 13 000 derartiger Objekte.[37] Erst eine der wichtigsten Entdeckungen des frühen 20. Jahrhunderts ermöglichte es, die Natur dieser Nebel zu enthüllen: Viele Sterne zeigten in den Durchmusterungen Helligkeitsveränderungen, sie waren damit ‚variabel'. Die amerikanische Astronomin Henrietta Leavitt (1868-1921), die als ehrenamtliche Arbeitskraft und später als Aushilfe an der Sternwarte der Harvard-Universität in Cambridge, Massachusetts, tätig war, entdeckte in der großen Magellanschen Wolke insgesamt 1 777 variable Sterne.[38] Einige dieser Sterne zeigten ein periodisches Verhalten in ihren Helligkeitsänderungen. Diese Art von Sternen ist auch in der Milchstraße beobachtet worden, sie wird nach dem Prototypen der Objektklasse, δ Cephei, auch „Cepheiden" genannt.[39] Leavitt untersuchte die Cepheiden in der kleinen Magellanschen Wolke genauer, da aus anderen Untersuchungen bekannt war, dass die Sterne in der kleinen Magellanschen Wolke alle fast gleich weit entfernt sein müssen und daher die beobachteten Helligkeiten alle proportional zur abgestrahlten Leistung der Sterne, ihrer Leuchtkraft, sein müssen. Sie konnte zeigen, dass es einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Periodizität und der mittleren Helligkeit des Sterns gibt.[40] Dies bedeutet, dass die Periode der Variabilität von der Leuchtkraft der Sterne abhängt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass aus der einfach beobachtbaren Periode eines Cepheiden seine Leuchtkraft bestimmbar ist. Da die gemessene Helligkeit des Sterns wiederum quadratisch mit der Entfernung zum Stern abfällt,

---

eine Sternwarte des ausgehenden 19. Jahrhunderts, die diesen Fragen gewidmet war. Die hierfür notwendigen Instrumente sind alle noch erhalten und in der Sternwarte und im Deutschen Museum in München ausgestellt.

37 John L.E. Dreyer, „A New General Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars, being the Catalogue of the late Sir John F. W. Herschel, Bart, revised, corrected, and enlarged", *Memoirs of the Royal Astronomical Society* 49 (1888), 1-237.

38 Henrietta Leavitt hatte am Radcliffe College in Cambridge, Massachusetts, studiert, weil Frauen an der Harvard Universität nicht zugelassen wurden.

39 Ein weiteres Beispiel für einen Cepheiden ist der Polarstern.

40 Henrietta Leavitt and Edward Charles Pickering, „Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud", *Harvard College Observatory Circular* 173 (1912): 1-3.

$F = L/4\pi r^2$, kann aus der Periode der Variabilität die Entfernung zum Stern bestimmt werden. Damit existierte nun ein Werkzeug, Entfernungen zu Objekten zu bestimmen, ohne auf Parallaxen angewiesen zu sein. Dieses Verfahren verspricht aber nur Erfolg, wenn für eine ausreichende Zahl von Cepheiden die Entfernung mit anderen Methoden, wie der Parallaxenmethode, bestimmt wird, um die Leuchtkraft dieser Objekte festzustellen. Das ist ein wesentlicher Grund für die Unsicherheit moderner Entfernungsbestimmungen.

Mit diesen variablen Sternen konnte in den 1920er Jahren die Struktur der Milchstraße ermittelt werden: Die Milchstraße ist eine scheibenförmige Ansammlung von circa 100 Milliarden Sternen, die in der Mitte eine leichte Verdickung aufweist. Die Sonne hat eine Entfernung von 26 000 Lichtjahren vom galaktischen Zentrum – anders als Herschel angenommen hatte, befinden wir uns also nicht im Zentrum der Galaxie. Der Durchmesser der Milchstraße beträgt ungefähr 100 000 Lichtjahre.

Bei diesen Größen ist das ‚Apfelmodell' zur Visualisierung der Milchstraße nicht mehr zielführend.[41] Verkleinern wir die Sonne also auf ein Sandkorn mit einem Durchmesser von 0,5 mm. Bei dieser Skala entspricht ein Lichtjahr einer Entfernung von 3,4 km. Ein Sandhaufen mit einem Volumen von 6,3 Kubikmetern, also der Sandmenge auf einem typischen Lastkraftwagen oder in dem Sandkasten eines typischen Kinderspielplatzes, enthält damit etwa 100 Milliarden Sandkörner, oder gleich viele Sandkörner, wie die Milchstraße Sterne enthält. Legen wir das die Sonne vertretende Sandkorn wieder in das Amtszimmer des Präsidenten der FAU, dann passt das Sonnensystem dieses Mal vollständig in das Zimmer. Der nächste Stern ist ein Sandkorn in 10 km Entfernung (in der Fachhochschule Fürth). Die gesamte Milchstraße hat in diesem Modell einen Durchmesser von 340 000 Kilometern, wir verteilen damit die sechs Kubikmeter Sand in einer Scheibe zwischen Erde und Mond (die mittlere Mondentfernung beträgt 384 000 km).

[41] Im ‚Apfelmodell' entsprechen 26 000 Lichtjahre einer Entfernung von 15,3 Millionen Kilometern, das heißt, dem Vierzigfachen der Mondentfernung oder 3 000 Transatlantikflügen. Das entspricht der Gesamtflugstrecke eines Piloten bei einer europäischen Fluggesellschaft. Piloten kommerzieller Fluggesellschaften fliegen im Laufe ihres Berufslebens circa 19 000 Stunden bei Reisefluggeschwindigkeiten von 900 km/s; vgl. „Pensionierungen", *Rundschau: Publikation des Pilotenverbandes AEROPERS – Swiss ALPA* 4 (2015), 52ff.

Das 20. Jahrhundert: Das Universum

Die Entwicklung der Teleskoptechnologie schritt in den 1910er Jahren rapide voran und führte zum Bau eines Teleskops mit 2,5 m Durchmesser auf dem Mount Wilson bei Los Angeles. Die überragende Empfindlichkeit dieses Teleskops ermöglichte es Edwin Hubble (1889-1953), im Andromeda-Nebel einzelne Sterne zu beobachten.[42] Dieser Nebel war also nicht Teil der Milchstraße, sondern ein Objekt wie die Milchstraße selbst. Hubble konnte so nachweisen, dass unsere Milchstraße nur eine unter vielen anderen Galaxien ist.

Mit der Cepheidenmethode gelang es in der Folgezeit, die Verteilung der Galaxien in der Umgebung unserer Milchstraße auszumessen. Die Milchstraße und der Andromeda-Nebel sind hier die beiden größten Objekte, die drittgrößte uns nahe Galaxie ist M33 im Sternbild Triangulum. Diese drei Galaxien sind alle spiralförmige Galaxien. In einem Volumen von ungefähr 10 Millionen Lichtjahren Durchmesser befinden sich neben diesen drei großen Milchstraßen noch etwa 30 kleinere Zwerggalaxien, meist ellipsoidaler Form, wie die bereits oben erwähnten Magellanschen Wolken.[43] Diese Ansammlung von Galaxien wird auch die ‚Lokale Gruppe' genannt.

Wir müssen nun einen weiteren Schritt in der Abstraktion machen, um ein Verständnis dieser Größenskalen zu gewinnen. Wäre die Milchstraße ein Teller mit 30 cm Durchmesser, dann wäre der Andromeda-Nebel ein weiterer, etwas größerer Teller in ungefähr 10 m Entfernung. Die anderen 30 Zwerggalaxien verteilen sich als kleinere ‚Unterteller' in einer Kugel von 15 m Durchmesser.

In den 1920er Jahren waren die Instrumente nicht nur weit genug entwickelt worden, um Cepheiden in nahen Galaxien zu detektieren, sondern es gelang auch, optische Spektren von Galaxien zu messen. Seit Anfang des 19. Jahrhunderts wissen wir, dass Sterne in ihren Spektren Fraunhofersche Spektrallinien aufweisen,[44] die charakteristisch für die

---

42 Edwin Powell Hubble, „A Spiral Nebula as a Stellar System, Messier 31", *Astrophysical Journal* 69 (1929): 103-158.

43 Mario L. Mateo, „The Dwarf Galaxies of the Local Group", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 36 (1998): 435-506.

44 Joseph Fraunhofer, „Bestimmung des Brechungs- und des Farben-Zerstreuungs-Vermögens verschiedener Glasarten, in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre", *Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München* 5 (1814): 193-226.

Elementzusammensetzung der Sterne sind.[45] Galaxien setzen sich aus Sternen zusammen, ihre Spektren weisen daher ebenfalls Fraunhoferlinien auf. Hubble bemerkte, dass die Linien in den Spektren kleinerer und daher wahrscheinlich weiter entfernter Spiralgalaxien systematisch langwelliger waren. Die Linien wiesen eine Rotverschiebung auf. Er interpretierte diese Verschiebung mit Hilfe des ‚Doppler-Effektes' als Geschwindigkeit. Licht eines sich von uns entfernenden Objektes wird langwelliger, Licht eines sich auf uns zubewegenden Objektes wird kurzwelliger, analog zu den Schallwellen eines an uns vorbeifahrenden Krankenwagens. Auf Hubbles Ergebnis bezogen, heißt dies: Je weiter eine Galaxie von uns entfernt ist, desto höher scheint ihre Geschwindigkeit zu sein.[46] Das Universum dehnt sich also aus. Hubble fand, dass die gemessene „Geschwindigkeit", v, der Beziehung $v = H_0 d$ genügt, wo *d* die Entfernung und H_0 der sogenannte Hubble Parameter sind.

Mit dieser Entdeckung konnten für alle Galaxien Entfernungen bestimmt werden. Dabei stellte sich heraus, dass sich die ‚Lokale Gruppe' in einer Region mit relativ geringer Galaxiendichte befindet – wir leben quasi in der ‚Provinz'. Die meisten Galaxien sind in sogenannten Galaxienhaufen zu finden, großen Strukturen, die mehrere Tausend Galaxien enthalten können. Der uns nächstgelegene Galaxienhaufen liegt im Sternbild Virgo (Jungfrau) bei einer Entfernung von 53,8 Millionen Lichtjahren. Im ‚Tellermodell' entspricht dies einer Entfernung von 160 m. Obwohl heutige Teleskope mit Durchmessern bis hin zu 10 m deutlich größere Lichtsammelflächen haben als das von Hubble benutzte 2,5 m Teleskop auf dem Mount Wilson, können sie keine Cepheiden im Virgo-Haufen detektieren, weil die Luftunruhe auf der Erde die Galaxienbilder verschmiert. Im Weltraum fällt diese Begrenzung weg, so dass auch mit einem im Vergleich zu heutigen erdgebundenen Teleskopen kleinen Gerät sehr hohe Auflösungen erreicht werden können. Das im Jahr 1990 gestartete ‚Hubble Space Telescope' (HST) der amerikanischen

---

45 Gustav Kirchhoff „Über die Fraunhofer'schen Linien", *Monatsbericht der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* (Sitzung vom 20. Oktober 1859): 662-665 und *Annalen der Physik* 185 (1860): 148-150, für die erste Erklärung mit physikalischen Methoden siehe die Dissertation von Cecilia Payne, *Stellar Atmospheres: A Contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layers of Stars* (Cambridge, MA: Radcliffe College, 1925).

46 Edwin Hubble, „A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae", *Proceedings of the National Academy of Science* 15 (1929): 168-173; Edwin Hubble and Milton L. Humason, „The Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae", *Astrophysical Journal* 74 (1931): 43-80.

Raumfahrtbehörde NASA und der europäischen Weltraumagentur ESA wurde so konzipiert, dass Cepheiden gerade noch im Virgo-Haufen detektiert werden können.[47] Das HST hat einen Spiegeldurchmesser von 2,4 m. Mit dem HST wurde der Wert von H_0 zu $H_0 = 73$ km s^{-1} Mpc^{-1} bestimmt, wo 1 Mpc 3,26 Millionen Lichtjahren entspricht.[48]

Die von Hubble gefundene Ausdehnung des Weltraums bedeutet allerdings *nicht*, dass wir im Zentrum des Universums leben. Die seit den 1920er Jahren entwickelten Theorien über die Entwicklung des Universums im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie zeigen, dass bei linearen Ausdehnungsgesetzen, bei denen die Geschwindigkeit proportional zur Entfernung steigt, *jeder* Punkt im Universum um sich herum das gleiche Geschwindigkeitsgesetz messen wird. In diesem Sinne ist also *jeder* Punkt des Universums sein Zentrum, und das kopernikanische Prinzip ist weiter gültig. Eine Konsequenz dieser Ausdehnung ist, dass das Universum einen Anfang gehabt haben muss, den Urknall, bei dem es vor circa 13,8 Milliarden Jahren entstand.

Seit Mitte der 1970er Jahre stehen uns technische Mittel zur Verfügung, Entfernungen für Hunderttausende bis einige Millionen Galaxien mit Hilfe des Hubble'schen Gesetzes zu bestimmen. Die letzten Dekaden waren von Projekten wie dem ‚Sloan Digital Sky Survey' (SDSS) oder dem australischen ‚2dF Sky Survey' geprägt,[49] die die Verteilung der Galaxien in unserer Umgebung bestimmten. Sie belegen, dass die Verteilung der Galaxien ‚schaumförmig' ist.[50] Abbildung 2 zeigt die von SDSS gemessene Verteilung im näheren Universum, bei Entfernungen bis zu etwas über 1,5 Milliarden Lichtjahren. Im ‚Tellermodell' entspräche der Radius des gezeigten Kuchenstücks in etwa 5 km. Jeder Punkt ist eine helle Galaxie, Zwerggalaxien sind zu lichtschwach und können mit SDSS nicht detektiert werden. Bei höheren Entfernungen nimmt in Abbildung 2 die Galaxiendichte scheinbar ab. Das liegt daran, dass hier mit dem recht kleinen Teleskop des SDSS nur noch sehr helle Galaxien gefunden werden

47 Die Größe des Laderaums des Space Shuttle war bei dessen Konstruktion so bemessen worden, dass ein Weltraumteleskop wie das Hubble Space Teleskop hineinpassen sollte. Mit anderen Worten: Die Größe des Space Shuttle wurde durch das Ziel definiert, die Größe des Universums zu bestimmen.

48 Wendy L. Freedman and Barry F. Madore, „The Hubble Constant", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 48 (2010): 673-710.

49 Vgl. „The Sloan Digital Sky Survey: Mapping the Universe", http://www.sdss.org und „The 2dF Sky Survey", http://www.2dfgrs.net/ [zuletzt besucht 10.03.2016].

50 Volker Springel *et al.*, „The Large-Scale Structure of the Universe", *Nature* 440 (2006): 1137-1144.

können, die weit leuchtkräftiger sind als unsere Milchstraße. Wir sehen also nur einen Teil der tatsächlich existierenden Galaxien.

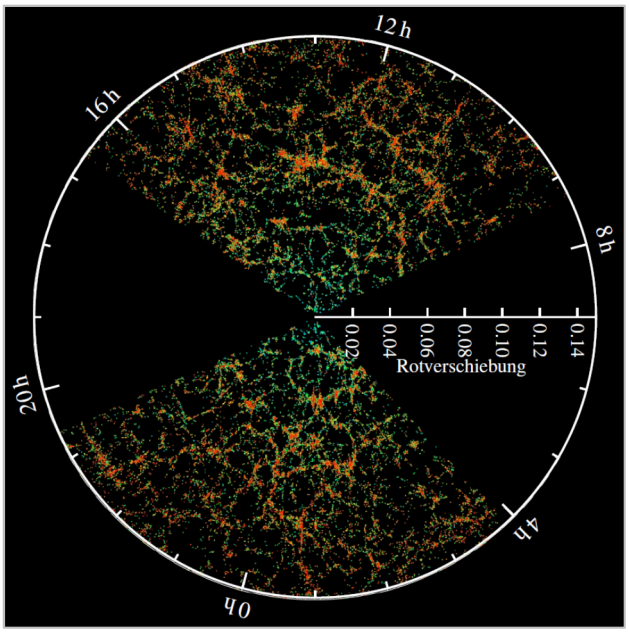


Abbildung 2: Verteilung der Galaxien im ‚Sloan Digital Sky Survey', die die Schaumstruktur der Galaxienverteilung zeigt. Die Entfernung wird in Rotverschiebungseinheiten gemessen, wobei ein Schritt von 0.1 einer Entfernung von 1,3 Milliarden Lichtjahren entspricht (*courtesy SDSS*).

Die zur Verfügung stehende Observationszeit ist nicht ausreichend, um an allen Stellen des Himmels tiefere Beobachtungen zu machen, mit denen auch lichtschwächere Objekte, die entweder geringere Leuchtkraft haben, oder noch weiter entfernt sind, detektiert werden können. Bei großen Entfernungen haben wir daher nur Informationen über die Verteilung der Galaxien entlang kleiner Sichtlinien. Die wichtigste Entdeckung war das ‚Hubble Deep Field South', ein Quadrat von 2,5 Bogenminuten Seitenlänge, das das HST mehr als 10 Tage observierte. In diesen tiefen Beobachtungen können noch deutlich weiter entfernte Objekte studiert werden als mit SDSS.[51] Wir sehen die Strahlung der ersten Sterne, die sich knapp eine halbe Milliarde Jahre nach dem Urknall in ersten

[51] Garth D. Illingworth *et al.*, „The HST eXtreme Deep Field (XDF): Combining All ACS and WFC3/IR Data on the HUDF Region into the Deepest Field Ever", *Astrophysical Journal Supplement* 209 (2011): 6.

Galaxien entwickelten und die so weit weg sind, dass aufgrund der Expansion des Universums eine Angabe der Entfernung irreführend wäre.[52] Das Licht dieser Galaxien war mehr als 12 Milliarden Jahre unterwegs, bevor es detektiert wurde. Die Morphologie dieser Galaxien war noch anders, als die der heutigen Galaxien, mit deutlich mehr Staub und Gas und weniger Sternen. Das Feld enthält etwa 10 000 Galaxien. Da das Universum auf größeren Winkelskalen überall gleich aussieht, bedeckt ein an den Himmel gehaltener Daumen damit circa 1 Million Galaxien.

Abbildung 3: M101, NGC 5457, The Pinwheel Galaxy, Feuerrad-Galaxie.[53]

[52] Richard J. Bouwens *et al.*, „Discovery of z ~ 8 Galaxies in the Hubble Ultra Deep Field from Ultra-Deep WFC3/IR Observations", *Astrophysical Journal* 709 (2011): L133-L137.

[53] NASA, ESA, K. Kuntz (JHU), F. Bresolin (University of Hawaii), J. Trauger (Jet Propulsion Lab), J. Mould (NOAO), Y.-H. Chu (University of Illinois, Urbana), and STScI; http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2006/10/image/a/ [zuletzt besucht 05.04.2016].

Alle diese Untersuchungen zeigen, dass die Verteilung der Galaxien nicht mit der durch die Quantenphysik und die Allgemeine Relativitätstheorie gebildete heutige Standardphysik erklärt werden kann. Um das Aussehen und Verhalten einzelner Galaxien – einschließlich unserer Milchstraße –[54] erklären zu können, ist vielmehr das Vorhandensein sogenannter ‚Dunkler Materie' notwendig.[55] Nur 16% des gravitierenden Materials im Universum besteht aus Baryonen, also aus Elektronen, Protonen und Neutronen. Nur dieses Material kann Licht aussenden und somit beobachtet werden. Die restlichen 84% des gravitativ wirkenden Materials lassen sich nur indirekt nachweisen. Die Natur und viele physikalische Eigenschaften dieser ‚Dunklen Materie' sind unbekannt, ihr Vorhandensein ist aber notwendig, um die Schaumstruktur der Galaxienverteilung und auch die Rotationsgeschwindigkeit von Spiralgalaxien zu erklären.[56] Der Grund hierfür ist: Das Universum war nach dem Urknall derart heiß, dass seine Wärmestrahlung die Baryonen so weit aufheizte, dass sie zunächst keine Galaxien bilden konnten. Die ‚Dunkle Materie' hat aber keine Wechselwirkung mit Strahlung, so dass sie schon Strukturen hervorbringen konnte. Erst, als das Universum knapp 380 000 Jahre nach dem Urknall ausreichend abgekühlt war, konnten dann die Baryonen in die schon gebildeten Strukturen hineinfallen und Sterne und Galaxien bilden.

Messungen der Ausdehnung des Universums zeigen zudem,[57] dass dieses gravitierende Material wiederum nur knapp 30% der gesamten Energie im Universum ausmacht.[58] Die restlichen 70% sind für Abweichungen von der Ausdehnung verantwortlich, die die Ausdehnung beschleunigen.[59] Für die vom amerikanischen Physiker Michael S. Turner (1949-) etwas propagandistisch ‚dunkle Energie' getaufte Eigenschaft des Raumes gibt es

54 Pijushpani Bhattacharjee *et al.*, „Rotation Curve of the Milky Way out to ~200 kpc", *Astrophysical Journal* 785 (2014): 63.

55 Matthias Bartelmann, „The Dark Universe", *Reviews of Modern Physics* 82 (2010): 331-382.

56 Volker Springel *et al.*, „Simulations of the Formation, Evolution and Clustering of Galaxies and Quasars", *Nature* 435 (2005): 629-636.

57 Adam G. Riess *et al.*, „Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant", *Astronomical Journal* 116 (1998): 1009-1038; Saul Perlmutter *et al.*, „Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae", *Astrophysical Journal* 517 (1999): 565-586.

58 Gravitierendes Material wird durch seine Masse charakterisiert. Normale Materie und die Dunkle Materie sind damit Teilchen, die Masse haben. Nach Einsteins Formel $E = mc^2$ entspricht diese Masse einer Energiemenge.

59 Sean M. Carroll, William H. Press and Edwin L. Turner, „The Cosmological Constant", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 30 (1992): 499-542.

bislang keine überzeugende Erklärung.[60] Sie zu verstehen, ist das Ziel weiterer Beobachtungsprogramme, die zur Zeit einer der wichtigsten Schwerpunkte der Astrophysiker sind und die durch Arbeiten in der theoretischen Physik ergänzt werden, die Quantenphysik und Relativitätstheorie im Rahmen einer in sich geschlossenen physikalischen Theorie zu erklären.

Die Suche nach dem Verständnis des Unendlichen in der Astrophysik hat zweifellos die Entwicklung dieser Disziplin seit mehr als 3 000 Jahren geprägt. Obwohl die Forschung den Menschen immer mehr aus dem Mittelpunkt des Geschehens verdrängt hat und sich das kopernikanische Prinzip bis zum bitteren Ende als Wahrheit gezeigt hat – wir leben auf einem kleinen unwichtigen Planeten in einer kleinen unwichtigen Ecke des Universums und bestehen aus Material, das nicht einmal den Hauptbestandteil des Universums ausmacht – ist die ‚bisherige' Entwicklung zweifellos so faszinierend gewesen wie ihre Ergebnisse. Ich hoffe, dass ich von dieser Faszination in diesem Beitrag etwas übermitteln konnte.

[60] Michael S. Turner, „Dark Matter and Dark Energy in the Universe", in: Brad K. Gibson *et al.*, *The Third Stromlo Symposium: The Galactic Halo. Astronomical Society of the Pacific Conference Series* 165 (1999): 431-452.

Literaturverzeichnis

Anonymous. „Pensionierungen“. *Rundschau: Publikation des Pilotenverbandes AEROPERS – Swiss ALPA* 4 (2015): 52ff.

Bartelmann, Matthias. „The Dark Universe“. *Reviews of Modern Physics* 82 (2010): 331-382.

Bessel, Friedrich-Wilhelm. „Bestimmung der Entfernung des 61sten Sterns im Schwan“. *Astronomische Nachrichten* 16 (1838): 65-96.

---. „On the Parallax of 61 Cygni“. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 4 (1838): 152-161.

Bhattacharjee, Pijushpani *et al*. „Rotation Curve of the Milky Way out to ~200 kpc“. *Astrophysical Journal* 785 (2014): 63.

Bobis, Laurence and James Lequeux. „Cassini, Rømer and the Velocity of Light“. *Journal of Astronomical History and Heritage* 11 (2008): 97-105.

Bouwens, Richard J. *et al*. „Discovery of z ~ 8 Galaxies in the Hubble Ultra Deep Field from Ultra-Deep WFC3/IR Observations“. *Astrophysical Journal* 709 (2011): L133-L137.

Brahe, Tycho. *Astronomiae Instauratae Mechanica*. Wandsbek, 1598.

Carroll, Sean M., William H. Press and Edwin L. Turner. „The Cosmological Constant“. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 30 (1992): 499-542.

Chabás, José and Bernard R. Goldstein. „Computing Planetary Positions: User Friendliness and the Alfonsine Corpus“. *Journal for the History of Astronomy* 44 (2013): 257-276 (*corrigenda*: 479f.).

Copernicus, Nicolaus. *De revolutionibus orbium coelestium*. Nürnberg, 1543.

Dreyer, John L.E. „A New General Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars, being the Catalogue of the late Sir John F. W. Herschel, Bart, revised, corrected, and enlarged“. *Memoirs of the Royal Astronomical Society* 49 (1888). 1-237.

Emmerling, Erwin *et al*. „Ein Mondkalenderstab aus Dolní Věstonice“. *Quartär* 43 (1994): 151-162.

Fraunhofer, Joseph. „Bestimmung des Brechungs- und des Farben-Zerstreuungs-Vermögens verschiedener Glasarten, in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre“. *Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München* 5 (1814): 193-226.

Freedman, Wendy L. and Barry F. Madore. „The Hubble Constant“. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 48 (2010): 673-710.

Galilei, Galileo. *Siderius Nuncius*. Venedig: Thomas Baglionum, 1609.

Gingerich, Owen. *The Book Nobody Read: Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus.* New York: Walker and Company, 2004.

---. *The Eye of Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler*. New York: American Institute of Physics, 1993.

Herschel, William. „Account of Some Observations Tending to Investigate the Construction of the Heavens". *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 74 (1784): 213-266.

---. „On the Construction of the Heavens". *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 75 (1785): 213-266.

Hoskin, Michael. „William Herschel and the Nebulae, Part 1: 1774-1784". *Journal for the History of Astronomy* 42 (2011): 177-192.

---. „William Herschel and the Nebulae, Part 2: 1785-1818". *Journal for the History of Astronomy* 42 (2011): 321-338.

Hubble, Edwin Powell. „A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae". *Proceedings of the National Academy of Science* 15 (1929): 168-173.

---. „A Spiral Nebula as a Stellar System, Messier 31". *Astrophysical Journal* 69 (1929): 103-158.

--- and Milton L. Humason. „The Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae". *Astrophysical Journal* 74 (1931): 43-80.

Illingworth, Garth D. *et al*. „The HST eXtreme Deep Field (XDF): Combining All ACS and WFC3/IR Data on the HUDF Region into the Deepest Field Ever". *Astrophysical Journal Supplement* 209 (2011): 6.

Kepler, Johannes. *Astronomia Nova AITIOΛOΓHTOΣ seu physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus G.V. Tychonis Brahe* (1609).

Kirchhoff, Gustav. „Über die Fraunhofer'schen Linien". *Monatsbericht der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* (Sitzung vom 20. Oktober 1859): 662-665.

---. „Über die Fraunhofer'schen Linien". *Annalen der Physik* 185 (1860): 148-150.

Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

Leavitt, Henrietta Susan and Edward Charles Pickering. „Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud". *Harvard College Observatory Circular* 173 (1912): 1-3.

Mateo, Mario L. „The Dwarf Galaxies of the Local Group". *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 36 (1998): 435-506.

Neugebauer, Otto. *A History of Ancient Mathematical Astronomy*. Berlin und Heidelberg: Springer, 1975.

Pantin, Isabelle. „The First Phase of the Theoreticae Planetarum Printed Tradition (1474-1535): The Evolution of a Genre Observed through its Images". *Journal for the History of Astronomy* 43 (2012): 3-26.

Parker Pearson, Mike. „Researching Stonehenge: Theories Past and Present". *Archaeology International* 16 (2012–2013): 72-83.

Payne, Cecilia. *Stellar Atmospheres: A Contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layers of Stars*. Cambridge, MA: Radcliffe College, 1925.

Perlmutter, Saul *et al*. „Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae". *Astrophysical Journal* 517 (1999): 565-586.

Picard, Jean. *Mesure de la Terre*. Paris: Imprimerie Royale, 1671.

Ray, Tom P. „The Winter Solstice Phenomenon at Newgrange, Ireland: Accident or Design?". *Nature* 337 (1989): 343-345.

Riess, Adam G. *et al*. „Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant". *Astronomical Journal* 116 (1998): 1009-1038.

Rømer, Ole. „Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé par M. Roemer de l'Académie des sciences". *Journal des Sçavans*, 7.12.1676: 276–279.

Savoie, Denis. „La diffusion du copernicanisme au XVIe siècle: Les Tables Pruténique". *L'Astronomie* 111 (1997): 45-50.

Schlosser, Wolfhard. „Die Himmelsscheibe von Nebra: Sonne, Mond und Sterne". In: *Development of Solar Research / Entwicklung der Sonnenforschung*. Hg. Axel D. Wittmann, Gudrun Wolfschmidt und Hilmar W. Duerbeck. Frankfurt a.M.: Harri Deutsch, 2005. 27-65.

Springel, Volker *et al*. „Simulations of the Formation, Evolution and Clustering of Galaxies and Quasars". *Nature* 435 (2005): 629-636.

---. „The Large-Scale Structure of the Universe". *Nature* 440 (2006): 1137-1144.

Turner, Michael S. „Dark Matter and Dark Energy in the Universe". In: Brad K. Gibson *et al*. *The Third Stromlo Symposium: The Galactic Halo*. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series* 165 (1999): 431-452.

Waerden, Bartel Leendert van der. „The Heliocentric System in Greek, Persian and Hindu Astronomy". *Annals of the New York Academy of Sciences* 500.1 (1987): 525-545.

Westman, Robert S. „The Melanchton Circle, Rheticus and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory". *Isis* 66 (1975): 165-193.

Wróblewski, Andrzej. „De Mora Luminis: A Spectacle in Two Acts with a Prologue and an Epilogue“. *American Journal of Physics* 53 (1985): 620-630.

Internetquellen

Walkup Newlyn. „Eratosthenes and the Mystery of the Stades“. *Convergence* (August 2010). http://historyofmathematics.org/wp-content/uploads/2013/09/2005-Walkup.pdf [zuletzt besucht 07.03.2016].

„The Sloan Digital Sky Survey: Mapping the Universe“. http://www.sdss.org [zuletzt besucht 11.03.2016].

„The 2dF Sky Survey“. http://www.2dfgrs.net/ [zuletzt besucht 11.03.2016].

Autoren- und Herausgeberverzeichnis

RUDOLF FREIBURG, Universitätsprofessor Dr., Inhaber des Lehrstuhls für Anglistik, insbesondere Literaturwissenschaft
Anschrift: Bismarckstr. 1, 91054 Erlangen
E-Mail: rudolf.freiburg@fau.de

Rudolf Freiburg studierte Germanistik, Anglistik und Pädagogik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Nach dem Ersten Staatsexamen 1982 promovierte er 1984 mit einer Studie zur ‚Intentionalität literarischer Texte'. Von 1985 bis 1986 war Freiburg Lehramtsanwärter im Bezirksseminar Rheine, bevor er 1986 als Hochschulassistent an die Georg-August-Universität Göttingen kam. 1992 habilitierte er sich mit einer Arbeit über die Rolle der Essayistik bei Samuel Johnson. Von 1992 bis 1995 lehrte und forschte er als Hochschuldozent am Englischen Seminar der Universität Göttingen, bevor er 1995 einen Ruf auf den Lehrstuhl für Anglistik an die FAU Erlangen-Nürnberg erhielt. In seinen Forschungen interessiert sich Freiburg für die Literatur und Kultur des 18. Jahrhunderts, insbesondere für Texte von Daniel Defoe, Joseph Addison, Jonathan Swift, Samuel Richardson und Samuel Johnson. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der englischen Gegenwartsliteratur. Von 2002 bis 2004 war Freiburg Dekan der Philosophischen Fakultät, von 2004 bis 2007 Senator der FAU. Zehn Jahre lang (2006-2016) leitete er das Interdisziplinäre Zentrum für Literatur und Kultur der Gegenwart, an dessen Gründung er auch maßgeblich beteiligt war. Seit 2014 koordiniert er die Erlanger Universitätstage in Amberg und Ansbach.

KARL-HEINZ LEVEN, Universitätsprofessor Dr. med., Inhaber des Lehrstuhls für Geschichte der Medizin und Direktor des Instituts für Geschichte und Ethik der Medizin der Universität Erlangen-Nürnberg
Anschrift: Glückstr. 10, 91054 Erlangen
E-Mail: karl-heinz.leven@fau.de

Karl-Heinz Leven, geboren in Krefeld-Uerdingen, studierte Medizin, Geschichte, Klassische Philologie und Romanistik an den Universitäten Düsseldorf und Bonn. Seit der ärztlichen Approbation 1985 und der Promotion 1987 ist er als Medizinhistoriker an den Universitäten Düsseldorf (1987-1988) und Freiburg (1988-2009) tätig gewesen. 1993 habilitierte er sich für das Fach Geschichte der Medizin. Seit 2011 ist er Mitglied der ‚Leopoldina. Nationale Akademie der Wissenschaften'. Seine

Forschungsinteressen liegen im Bereich der antiken und byzantinischen Medizin, der Medizingeschichte der Seuchen, der Medizin im Nationalsozialismus, der Geschichte der medizinischen Ethik und der Geschichte der Medizinischen Fakultät und des Universitätsklinikums Erlangen.

CHRISTINE LUBKOLL, Universitätsprofessorin Dr., Inhaberin des Lehrstuhls für Neuere deutsche Literaturgeschichte
Anschrift: Bismarckstr. 1, 91054 Erlangen
E-Mail: christine.lubkoll@fau.de

Christine Lubkoll studierte Germanistik und Geschichte an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br., in Bordeaux und an der FU Berlin. Von 1985 bis 1993 war sie Wissenschaftliche Mitarbeiterin bzw. Wissenschaftliche Assistentin an der Universität Freiburg und an der LMU München. Von 1993 bis 1995 nahm sie Professur-Vertretungen in Marburg, Tübingen und München wahr und war Oberassistentin an der LMU München, bevor sie von 1995 bis 2001 eine Professur für Neuere deutsche Litertaturwissenschaft mit dem Schwerpunkt ‚Vergleichende Literaturwissenschaft' an der Justus Liebig-Universität Gießen innehatte. Seit 2002 besetzt sie den Lehrstuhl für Neuere deutsche Literaturgeschichte an der FAU Erlangen-Nürnberg. Ihre Forschungsinteressen gelten vor allem der europäischen Literatur der Sattelzeit (um 1800), der literarischen Moderne und der Gegenwartsliteratur, außerdem der Kulturgeschichte des Erzählens, der Thematologie und Mythenforschung, dem komparatistischen Forschungsgebiet ‚Musik und Literatur', dem Bereich ‚Literatur und Wissensgeschichte' sowie dem Verhältnis von Literatur und Ethik.

WOLFGANG SCHOBERTH, Universitätsprofessor Dr., Inhaber des Lehrstuhls für Systematische Theologie I (Dogmatik)
Anschrift: Kochstraße 6, 91054 Erlangen
E-Mail: wolfgang.schoberth@fau.de

Wolfgang Schoberth studierte Soziologie, Theaterwissenschaften, Philosophie (*Magister Artium* 1981) und Evangelische Theologie (1. Kirchliches Examen 1987) in Erlangen und Göttingen. Er wurde 1986 mit einer Arbeit zur ‚Ästhetischen Theorie Theodor W. Adornos' im Fach Soziologie promoviert. Nach dem Lehrvikariat war er Assistent an der Theologischen Fakultät in Erlangen (Sozialethik), wo er sich 1993 mit einer Arbeit zur

Schöpfungstheologie habilitierte. Er hatte von 1994 bis 2007 den Lehrstuhl für Systematische Theologie und theologische Gegenwartsfragen an der Universität Bayreuth inne, bevor er 2007 an die FAU wechselte. Von 2010 bis 2015 war er Universitätsprediger der FAU. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Anthropologie, Theologische Ästhetik, Philosophische Theologie und Erforschung der religiösen Gegenwartskultur.

THOMAS WETH, Universitätsprofessor Dr., Inhaber der Professur Didaktik der Mathematik
Anschrift: Regensburger Str. 160, 90478 Nürnberg
E-Mail: thomas.weth@fau.de

Thomas Weth studierte die Fächer Mathematik und Physik für das Lehramt an bayerischen Gymnasien an der Universität Würzburg. Nach fünf Jahren schulischer Lehrtätigkeit promovierte und habilitierte er sich in ‚Fachdidaktik der Mathematik' an der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Würzburg. Seit 1998 lehrt und forscht er als Ordinarius am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik an der FAU Erlangen-Nürnberg. Seine Arbeitsgebiete reichen von der Entwicklung von Computerprogrammen für die vorschulische Mathematikerziehung über Kreativität und Begriffsbildung im Mathematikunterricht bis hin zu mediendidaktischen Projekten zur Hochschulmathematik.

JÖRN WILMS, Universitätsprofessor Dr., Professur für Astronomie und Astrophysik
Anschrift: Sternwartstr. 7, 96049 Bamberg
Email: joern.wilms@sternwarte.uni-erlangen.de

Jörn Wilms studierte Physik mit Schwerpunkt Astronomie und Astrophysik an der Universität Tübingen und der University of Colorado, Boulder. Nach Promotion und Habilitation in Tübingen arbeitete er als ‚Lecturer in Astronomy and Astrophysics' an der University of Warwick, Coventry, Großbritannien. Seit 2006 ist Wilms Professor für Astronomie und Astrophysik an der FAU Erlangen-Nürnberg. Er ist Mitglied des ‚Erlangen Centre for Astroparticle Physics' und des ‚Erlanger Zentrums für Literatur und Naturwissenschaft'. Seine Forschungsinteressen sind im Bereich der Weltraumastronomie; insbesondere interessiert er sich für die physikalischen Prozesse von schwarzen Löchern, Neutronensternen und aktiver Galaxienkerne.

Index

A History of the World in 10 1/2 Chapters 24, 25, 29
A Portrait of the Artist as a Young Man 26, 30
Abstand 24, 141, 142, 144, 146, 148, 149
absurd 25
Absurdität 25, 119
acedia 12, 13
Achilles 6, 114, 115
ad infinitum 27, 114
Addison, Joseph 8, 16, 29, 165
Adenauer, Konrad 47
aktuale Unendliche, das 62
Alchemie 45
Aleph 23, 29, 127
Alfonsinische Tafeln 143
Alfonso X 143
Allen, Woody 14, 21, 29, 33
Allgemeine Relativitätstheorie 158
Almagest 142, 143
Altersmedizin 49
Alterungsprozesse 46, 47
Altes Testament 45
Ambivalenz 35, 92, 93
An Anatomy of the World 10, 30
An Essay on Man 17, 31
Analysis 115, 117, 118, 124
Anaximander 5, 62, 91, 98
Andromeda-Nebel 153
Anschauung 23, 96, 112, 113, 123, 125, 134
Anthropologie 90, 91, 103, 167
Anti-Aging 47
Antike 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 54, 56, 57, 60, 61, 62, 99
antike Philosophie 53, 92, 99
Äon 100
ápeiron 5, 6, 61, 91, 92, 98
Aperçu 20
Apfelmodell 149, 150, 152
Aphorismus 7, 41
Aquin, Thomas von 94, 103
Aristarch 141, 142, 145
Aristoteles 6, 39, 53, 54, 55, 57, 62, 81, 98, 143
Aristotelische Philosophie 95
Asklepios 41, 42
Ästhetik 17, 18, 19, 20, 21, 25, 64, 76, 77, 79, 80, 81, 167
ästhetisch 60, 96
Astrologie 143
Astronomia Nova 146, 161
Astronomie 3, 5, 27, 139, 141, 145, 148, 149, 150, 162, 167
Astrophysik 159, 167
Atheismus 16
atheistisch 41
Athenäums-Fragment 69
Atom 115
Aufklärung 6, 15, 18, 32
Auguries of Innocence 20, 29
Augustinus 5, 15, 16, 29, 33
Auswahlaxiom 132, 133
Axiom 132, 133, 135
Babylonier 140
Bach, Johann Sebastian 27, 30
Bacon, Sir Francis 10, 15, 31, 45
Barbauld, Anna Laetitia 20
Barbier-Paradoxon 135
Barnes, Julian 9, 24, 25, 29
Baudrillard, Jean 27
Beethoven, Ludwig van 59, 74, 75, 77
Begrenztheit 13, 16, 20, 92, 113

Begrenzung 27, 85, 95, 98, 99, 154
Benevolenz 17
Berliner Abendblätter 66, 67
Bessel, Friedrich-Wilhelm 150, 160
Beweis 26, 94, 112, 125, 128, 130, 132
biblische Sprache 99, 100
biblische Tradition 92, 95, 99
Bijektion 119, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 130
bijektiv 120, 125
biodynamistisches Medizinkonzept 44
bios athanatos 42
Blake, William 19, 21
Blues-Brothers 111
Blumenberg, Hans 20, 29
Bonner Durchmusterung 150
Borges, Jorge-Luis 13, 22, 23, 29
Brahe, Tycho 145, 146, 150, 160, 161
Brentano, Clemens 59, 66, 81
Broch, Hermann 80
Brown-Séquard, Charles Édouard 46, 47
Bruchzahlen 121, 122, 123
Bruno, Giordano 7
Buch der Natur 20, 32
Burke, Edmund 14, 29
Calment, Jeannes 45
Camus, Albert 25
Candide 17
Cantor, Georg 26, 106, 107, 112, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 138
Cepheiden 151, 153, 154
Cepheidenmethode 153
Chaos 14, 22, 31, 91
Chiron 10, 11
christlicher Glaube 90, 95, 101
Cogito ergo sum 63
Cohen, Paul 132, 135
Coleridge, Samuel Taylor 20
conditio humana 102
condition humaine 18
Confessiones 5, 15, 29
Conway, John 23
Cordoba Durchmusterung 150
Dante Alighieri 26
Darwin, Charles 22
De revolutionibus orbium coelestium 144, 160
Definition 5, 85, 86, 89, 94, 119, 120, 134
Der Erwählte 37, 56
Der Lehrling 71, 72
Der Mönch am Meer 66
Derrida, Jacques 27
Descartes, René 15, 62, 63, 68, 81
Dezimalbrüche 111, 137
Diagonalverfahren 124
diaitetike techne 42
Diätetik 42, 43, 44
Die Bibliothek von Babel 13, 22, 23, 29
Die Lehrlinge zu Sais 71, 72, 83
Divina Commedia 26
Dolní Věstonice 139, 140, 160
Donne, John 10, 30
Doppler-Effekt 154
Dreyer, John L.E. 151, 160
Dualismus 14, 53
Dunkle Materie 158
Eckermann, Johann Peter 35, 36, 55
Ehrlich, Paul 46

Eichendorff, Joseph von 59, 80, 81
eidetische Unsterblichkeit 53
eidos 53, 54
Einbildungskraft 60, 72
Einstein, Albert 26, 135, 158
Endlichkeit 5, 6, 10, 12, 18, 21, 27, 30, 31, 35, 36, 38, 64, 85, 88, 89, 91, 92, 97, 98, 101, 102
Endlosigkeit 9, 67
Energie 5, 19, 21, 24, 158
entelecheia 53
Entfernung 142, 145, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160
Entfernungsbestimmungen 152
Entropie 23
Eos 36, 37
Epikur 6
Epiphanie 21
Epizykel 143
Epizykeltheorie 146
Epsilontik 117
Eratosthenes von Cyrene 142
Erdbeben von Lissabon 17
Erde 5, 10, 19, 36, 88, 113, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 154
Erfahrung 9, 20, 40, 85, 87, 88, 94, 96, 97, 102
Erhabene, das 19, 69
Erkenntnisschock 11
Escher, M.C. 27, 30
Essais 10, 31
Essay on the Origin of Evil 14, 32
Eudämonologie 13
Euklid 132, 134
Euler 117
Ewigkeit 5, 6, 12, 14, 18, 21, 32, 48, 50, 51, 85, 91, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 108
Ewigkeitsmoment 21
Ewigkeitsperspektive 13, 14
Expansion des Universums 157
Fantasiestücke in Callot's Manier 74, 77, 82
Faszination 5, 6, 8, 32, 105, 159
Faszinosum 60
Fernrohr 105, 120, 135
finitas 88
Fraenkel, Abraham Adolf 132, 135
Fragment 37, 70, 72
Fraunhofersche Spektrallinien 153
Freiburg, Rudolf 3, 4, 11, 13, 14, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 57, 73, 82, 165, 166, 180
Freud, Sigmund 7, 30
Friedrich, Caspar David 59, 60, 65, 66, 67, 83
Frischzellen-Kur 47
Frischzellentherapie 46
Galaxien 9, 153, 154, 155, 156, 158
Galaxiendichte 154, 155
Galaxienverteilung 156, 158
Galilei, Galileo 7, 105, 119, 120, 145, 147, 160
Ganze, das 64, 69, 85, 99, 100
Geborgensein 93
Genauigkeit 142, 143, 145, 147
Geographie 90, 103, 113
Geometrie 132, 135
geometrische Reihe 112, 115, 116
Geras 37
Gerhardt, Paul 102
gesunder Menschenverstand 27, 105, 106, 112, 113, 114, 120, 122, 130, 135, 136
Gingerich, Owen 143, 144, 146, 147, 161

Glaube 36, 51, 55, 95, 97, 100, 101, 102
Gleichnis 100
Glück 13, 14, 179
gnothi seauton 9
Gödel, Kurt 27, 30, 132
Goethe, Johann Wolfgang von 20, 21, 32, 36, 55, 61, 62, 64, 68, 81, 82
Gott 5, 6, 10, 16, 20, 23, 25, 42, 62, 63, 64, 85, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 102, 104, 108, 109
Götter 41, 42, 61, 62, 64
Gottesbeweis 63, 95
Gotteserfahrung 93
Gotteslob 102
Gottesprädikat 85, 93, 97
Grenze 62, 67, 85, 91, 92, 102, 117
Grenze der Sprache 94
Grenze des Denkens 89
Grenzenlosigkeit 9, 63
Grey, Aubrey de 47
griechische Philosophie 93
Größen 85, 87, 141, 144, 152
Größenskalen 139, 153
Gulliver's Travels 11, 22, 29, 32
Gute, das 93
Harmonice Mundi 146
harmonische Ganze, das 65, 68
Harrison, John 9
Hartmann, Fritz 35, 37, 41, 55
Harvey, William 45
Hausdorff, Felix 123, 133
Hausdorff-Banach-Tarski Paradoxon 133
Hawking, Stephen 7, 23, 27, 30
Haydn, Joseph 74
Heilkunde 38, 39, 40, 41, 42
Heisenberg, Werner 27
Herschel, Caroline 150
Herschel, William 149, 150, 161
Hilbert, David 118, 119, 132, 135, 137
Hilberts Hotel 27
Himmelsscheibe 140, 162
Hipparcos 105
Hippokrates 37, 40, 55, 57
hippokratische Medizin 40, 41, 42
Hippokratischer Aphorismus 40
Hoffmann, E.T.A. 59, 60, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82
Hoffnung 14, 48, 52, 53, 75, 85, 99, 101, 102
Hofstadter, Douglas R. 27, 30
Holismus 17
homo sapiens 9
Hubble Deep Field South 156
Hubble Parameter 154
Hubble Space Telescope 154
Hubble, Edwin 153, 154
Hubble'sches Gesetz 155
Hufeland, Christoph Wilhelm 44, 45
Imagination 8, 13, 19, 20, 29, 33, 59, 60
Imaginationslehre 20
Imhof, Arthur E. 50, 51, 52, 56
Individualität 98
Individuum 65, 68, 98
Inferno 26
infinitas 88
Infinitesimalrechnung 26
Infinitude 8
infinitum spirituale 94
Infinity 6, 10, 14, 20, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 61, 82
Instrumentalmusik 73, 74, 78, 79
irrationale Zahlen 109
Isaac Ibn Sid 143

Iteration 25, 87
Jenseits, das 20, 52, 67, 85, 89, 90, 91, 94, 95
Jesus 101, 113
Johnson, Samuel 10, 12, 13, 14, 30, 165
Joyce, James 21, 26, 30
Judah ben Moses Cohen 143
Jungpaläolithikum 139
Jüngste Gericht, das 53
Kant, Immanuel 15, 69, 90, 94, 100, 103
Kardinalzahlen 118
Kater Murr 77
Kepler, Johannes 7, 135, 143, 145, 146, 149, 161
Keplersche Gesetze 146, 147, 148
King, William 14, 32
Kleist, Heinrich von 66, 67, 81, 82
Konstruktion 59, 60, 61, 116, 120, 121, 135, 155
Kontingenz 21
Kontinuumshypothese 132
kontrapunktische Verschlingung 76, 80
Kopernikus, Nikolaus 106, 135, 144, 145, 149
Kosmologie 86, 139
Kosmos 8, 9, 10, 92, 96
Kostner, Kevin 111
Krankheiten 11, 38, 39, 40, 51, 56
Kreisler, Johannes 77, 78, 79
Kreisleriana 74, 77, 78, 79, 80, 82
Kryonik 48
Kult 41
Kunst 5, 12, 18, 31, 35, 40, 42, 59, 60, 64, 73, 74, 78, 81, 83, 96
Kunst der Lebensführung 42
Lagrange, Joseph-Louis 149
Langlebigkeit 38, 44, 45, 48
Laplace, Pierre-Simon 149
Leavitt, Henrietta 151, 161
Lebenserwartung 39, 44, 48, 50, 51, 52
Lebenskraft 44, 45
Lebensverlängerung 36, 45, 47, 49, 55
Lebenswelt 86, 87, 97, 99
Lebenszeit 12, 40, 43, 45
Leibniz, Gottfried Wilhelm 17, 26, 62, 63, 64, 68, 82
Lennon, John 25
Leuchtkraft 5, 151, 156
Leven, Karl-Heinz 5, 3, 12, 31, 35, 39, 40, 43, 56, 57, 165
Lévinas, Emmanuel 24, 31
Licht 5, 43, 67, 68, 80, 81, 99, 148, 154, 157, 158, 180
Lichtjahre 150, 152, 153, 154, 155, 156
Liebe 75, 85, 93, 96, 98, 101, 102, 113
Literatur 12, 13, 21, 27, 29, 30, 32, 59, 60, 64, 65, 73, 80, 81, 82, 141, 142, 165, 166, 167
Locke, John 15, 31
longevity 49
Lovejoy, Arthur O. 7, 31
Lubkoll, Christine 5, 3, 19, 31, 59, 73, 77, 78, 80, 82, 166
Lyell, Charles 22
Mächtigkeit 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 130
Magellansche Wolke 151
Makrobiotik 35, 44
Makrokosmos 43
Mann, Thomas 23, 37
Mannigfaltigkeit 70
Mansfield, Katherine 21

Marx, Karl 25
Materialismus 16, 53
Mathematik 3, 22, 26, 59, 63, 70, 80, 86, 87, 105, 106, 113, 117, 119, 132, 133, 134, 137, 167
Mathematike Syntaxis 142
Medizin 3, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 52, 56, 57, 87, 165
Medizinhistoriker 35, 165
medizinhistorisch 5, 12, 31, 35
Megalithkulturen 140
memento mori 9
Menge 43, 86, 87, 119, 120, 121, 123, 124, 126, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 135
Mengenlehre 86, 104, 123, 124, 125, 130, 132, 135, 137
Metaphysik 86, 90
metaphysische Gottesrede 99
Metschnikoff, Ilya Illich 46
Mikrokosmos 43
Milchstraße 139, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 158
Mirzah 16
mise en abyme 27
Möbius-Band 27
Moderne, die 36, 39, 41, 44, 48, 51, 52, 55, 60, 68, 99, 166
Möglichkeit 44, 45, 53, 62, 74, 87, 89, 94, 97, 111, 118
Monaden 63
Monadenlehre 17
Mond 140, 141, 147, 148, 152, 162
Mondphasen 139, 140, 141
Monod, Jacques 22, 31
Monroe, Marilyn 25
Montaigne, Michel de 10, 11, 30, 31, 32
Moral 90
Mozart, Wolfgang Amadeus 75
Musik 59, 60, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 166
Musikästhetik 74, 78
Musil, Robert 80, 82
Mystik 15
mystisch 19
mystische Gotteserfahrung 92
Mythos 26, 36, 41, 42, 49, 73, 82
Natur 43, 64, 68, 71, 73, 105, 119, 137, 139, 151, 158, 179
Naturphilosophie 41
neuplatonische Philosophie 92
New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars 151
Newton, Isaac 8, 26, 135, 147, 148, 149
Niehans, Paul 46, 47, 55
Night Thoughts 18, 19, 20, 29, 33
Nineteen Eighty-Four 26, 31
Notwendigkeit 22, 31
Novalis 59, 60, 70, 71, 72, 74, 77, 79, 80, 81, 82
Nyssa, Gregor von 92, 93, 97
okkulte Wissenschaften 45
olam 100
Omega-Analysis 118
Omnipotenz 17, 20
Omnipräsenz 17
Omniszienz 17
Ordnung 42, 92
Orwell, George 26
Osterbrezel 146
ousia 53
Palliativmedizin 40, 57
Papst Johannes XXIII 25
Papst Pius XII 47
Paradigmenwechsel 7, 18, 145
Paradoxie 13, 21, 29, 135

Paradoxien 6, 7, 21, 27, 120, 135
Paradoxon 113, 114, 115, 119, 134
Parallaxe 141, 145, 149, 151
Parallele 132
Parr, Thomas 45
Pascal, Blaise 7, 9, 31
Paul, Jean 27, 30, 74, 77
Pensées 7, 31
peras 62, 91
Permanenzreihe 112
perpetuum mobile 21
Phaidon 10, 19
Phantasie 70, 73
Philosophiae Naturalis Principia Mathematica 148
Philosophical Transactions of the Royal Society 22, 150
Physik 27, 59, 62, 80, 81, 86, 87, 112, 148, 154, 159, 161, 167
Pi 23, 110
Picard, Jean 142, 162
Pindar 41, 42, 56
Planck, Max 27
Platon 6, 26, 42, 56, 92
Platonische Philosophie 53
Pluralität der Welten 9, 18
Poincaré, Henri 26
Polyperspektivismus 70
Polyphonie 73
Pope, Alexander 14, 16, 17, 18, 31, 32
potenzielle Unendliche, das 62, 118
Potenzmenge 121, 128
Priamos 37
progressive Universalpoesie 59, 69, 79
Prokrastination 13
Prometheus 11
Ptolemäisches Modell 143
Ptolemäus 6, 142, 143
Pythagoras 6
Quadratpunkt 126
Quadratzahlen 119
Quantenmechanik 27
Quantenphysik 158, 159
Radius 142, 148, 149, 155
Rationalität 90
Real, Hermann Josef 10, 11, 12, 14, 29, 31
reelle Zahlen 111, 123, 124, 125, 137
Regiomontanus 144
Relationsbegriff 97
Religion 47, 51, 54, 90, 96, 97, 103, 113, 137, 179
res contra naturam 43
res naturales 43
res non naturales 44
Romantik 5, 19, 20, 31, 59, 60, 61, 65, 73, 74, 75, 77, 79, 80, 83, 96
Rømer, Ole 147, 148, 160, 162
Rossetti, Dante Gabriel 20
Rotverschiebung 154
Royal Society 22, 150, 161
Russell, Bertrand 9, 133, 134
Safranski, Rüdiger 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 20, 32
Säftelehre 42
Saturn 8, 10
Schaumstruktur des Universums 156, 158
Schildkröte 6, 114, 115
Schlegel, Friedrich 16, 19, 59, 60, 68, 69, 70, 72, 77, 79, 83
Schleiermacher, Friedrich Daniel Ernst 96, 97, 103
Schoberth, Wolfgang 3, 5, 6, 32, 85, 91, 103, 166
scholastische Theologie 94
Schöpfung 7, 10, 101, 117, 144

Seele 9, 52, 53, 55, 57, 93
Sehnsucht 5, 7, 19, 31, 59, 60, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81
Selbsterfahrung 91
Selbsterkenntnis 9
Selbstreflexion 91
Selbstverständnis 7, 9, 91
sex res non naturales 43
Shaftesbury, III. Earl of 17
Sinn 22, 23, 27, 85, 87, 89, 91, 94, 96, 105, 118, 132
Sinnerosion 24
Sinnstiftung 21, 22
Sisyphus 25
Skeptizismus 90
Sloan Digital Sky Survey 155, 156, 163
Sobel, Dava 9, 32
Sonne 140, 141, 142, 144, 146, 147, 148, 149, 152, 162
Sonnensystem 139, 141, 147, 148, 149, 152
Spätromantik 80
Spinoza, Baruch de 64, 81
Sprache 179
Sprachutopie 73
Steinach, Eugen 46
Sterbehilfe 49
Sterblichkeit 35, 42
Strich, Fritz 65, 78, 83
Struldbruggs 11, 12, 29, 32
sub specie aeternitatis 13
Subjekt 14, 38, 80, 96
Sublime, das 14, 19
Suche 72, 92, 149, 159
Summe der Theologie 94
Supernova 5, 146
Swift, Jonathan 10, 11, 12, 22, 23, 29, 32, 165
Tantalus 26
Teilmengen 121, 128, 129
Teleskop 5, 9, 154
Thales 6
The Adventurer 12
The Dream 24
The History of Rasselas 13, 30
The Idler 12, 13, 30
The Rambler 12
The Spectator 8, 16, 29
Theodizee 14, 17, 23
Theologie 3, 22, 36, 57, 59, 86, 89, 90, 92, 93, 97, 99, 100, 103, 104, 113, 166
theologisch 10, 16, 21, 85, 86, 88, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 103, 167
Thermodynamik 23
Tieck, Ludwig 59, 73, 80, 82, 83
Tithonos 36, 37, 49, 56
Tod 10, 11, 13, 25, 35, 36, 39, 42, 45, 47, 48, 51, 55, 57, 98, 101, 119
train of thoughts 15
transzendentale Unendliche, das 80
transzendente Zahl 109
Transzendente, das 19
Transzendenz 18
Trapez 116
Turner, Michael S. 22, 32, 158, 159, 160, 162
Unbegreifliche, das 89, 90, 93
unendliche Wiederholung 25
unendliches Leben 12, 19
Unendlichkeit 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 41, 51, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 75, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98,

99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 112, 113, 117, 119, 137, 138, 139
Unendlichkeit Gottes 16, 30, 93, 113
Unendlichkeitsphilosophie 62, 71
Unerkennbarkeit 93
Unheilbarkeit 38
Unheimliche, das 85
universitas litterarum 90
Universum 5, 6, 7, 30, 33, 65, 85, 96, 97, 139, 141, 143, 144, 153, 154, 155, 157, 158
Unsterblichkeit 10, 35, 36, 37, 41, 42, 52, 53, 54, 55, 56, 57
Unsterblichkeitsphantasien 48
unverursachter Verursacher 95
Unvollkommenheit 65
Unvorstellbare, das 92, 112
Urknall 155, 156, 158
Ursache 53, 94, 95
vanitas-vanitatis-Motiv 12
Verjüngungskuren 46, 47
verlorene Ewigkeit 52
Vollendung 64, 65, 83
Vollkommenheit 62, 63, 64, 92, 93
Voltaire 17
Voronoff, Serge 46
Voyager 1 148, 149
Wackenroder, Wilhelm Heinrich 59, 73, 83
Wahnsinn 65
Wallis, John 87
Weltall 105, 108, 109, 112, 113
Weltanschauung 52
Weltbild 6, 7, 17, 32, 99
Weltbild, geozentrisch 6, 7, 141, 143, 145, 147
Weltbild, heliozentrisch 7, 142, 145, 146, 147
Weth, Thomas 3, 5, 6, 23, 27, 32, 105, 167
Wiener Klassik 75
Wilensky, Robert 23
Wilhelm Meisters Lehrjahre 71
Wilms, Jörn 3, 5, 6, 33, 139, 167
Wirklichkeit 27, 53, 62, 80, 87, 94, 95, 100, 101
Wittgenstein, Ludwig 89, 104
Woolf, Virginia 21
Wortmusik 80, 81
Würfel 125, 126, 127
Xenophanes 6
Young, Edward 18, 19, 20, 21
Zahl 22, 23, 45, 54, 86, 88, 108, 109, 111, 118, 121, 122, 123, 124, 129, 130, 141, 144, 150, 152
Zahlenstrahl 120
Zeit 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 39, 42, 45, 51, 52, 57, 63, 85, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 111, 114, 115, 140, 141, 142, 144, 145, 147, 149, 159, 179
Zenon 6
Zenon von Elea 113, 115
Zenonsches Paradoxon 115
Zermelo, Ernst 132, 135
Zeus 37, 41
Zufall 22, 31, 179
α Centauri 150
π 109, 110, 112
∞ 63, 109, 118, 124, 127
2dF Sky Survey 155, 163
61 Cygni 150, 160

Im Rahmen der Erlanger Universitätstage sind bisher erschienen:

Band	Titel	ISBN	Preis
1986	Über den Schmerz. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe B, Bd. 18)	978-3-922135-52-8	10,50 €
1988	Identität. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe B, Bd. 20)	978-3-922135-59-3	10,50 €
1989	Sprache. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 54)	978-3-922135-68-5	10,50 €
1990	Zeit. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 59)	978-3-922135-76-0	11,00 €
1991	Über das Glück. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 64)	978-3-922135-82-1	11,00 €
1992	Natur. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe B, Bd. 23)	978-3-922135-95-1	11,00 €
1994	Altern und Alter. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 71)	978-3-930357-03-1	11,00 €
1995	Über den Zufall. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 75)	978-3-930357-09-3	11,00 €
1996	Die Würde des Menschen. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 80)	978-3-930357-20-8	11,00 €
1997	Gerechtigkeit. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 86)	978-3-930357-27-7	11,00 €
1998	Wertwandel und neue Subjektivität. Hrsg. v. H. Kößler (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 91)	978-3-930357-35-2	11,00 €
1999	Über das Experiment. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe B. Bd. 25)	978-3-930357-36-9	11,00 €
2000	Über die Macht. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 96)	978-3-930357-45-1	12,00 €
2001	Über das Verhältnis der Geschlechter. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 100)	978-3-930357-49-9	12,00 €
2002	Über die Folgen der Einheit. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 104)	978-3-930357-57-4	12,00 €
2003	Über das Verhältnis von Kultur und Religion. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 106)	978-3-930357-63-5	12,00 €

2004	Über die Grenzen von Wissenschaft und Forschung. Hrsg. v. G. Wanke (Erlanger Forschungen, Reihe B, Bd. 28)	978-3-930357-68-0	12,00 €
2005	Was Du ererbt von Deinen Vätern hast … – Erbe, Erben, Vererben. Hrsg. v. H. Neuhaus (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 112)	978-3-930357-79-6	12,00 €
2006	Lauter Anfänge. Hrsg. v. H. Neuhaus (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 117)	978-3-930357-89-5	12,00 €
2007	Wasser. Hrsg. v. H. Neuhaus (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 119)	978-3-930357-98-7	12,00 €
2008	Licht. Hrsg. v. H. Neuhaus (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 120)	978-3-930357-95-6	12,00 €
2009	Das Ende. Hrsg. v. H. Neuhaus (Erlanger Forschungen, Reihe A, Band 122)	978-3-941871-03-8	12,50 €
2010 2011	Klimawandel. Mediengesellschaft. Hrsg. von Karl Möseneder (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 124/125)	978-3-941871-07-6	14,00 €
2012	Menschenrechte. Hrsg. von Karl Möseneder (Erlanger Forschungen, Reihe A, Bd. 128)	978-3-944057-04-0	12,50€
2013	Weltbilder im Wandel. Hrsg. von Karl Möseneder (FAU Forschungen, Reihe A, Geisteswissenschaften, Band 2)	978-3-944057-19-4	12,50 €
2014	Träume. Hrsg. von Rudolf Freiburg (FAU Forschungen, Reihe A, Geisteswissenschaften, Band 4)	978-3-944057-32-3	12,50 €

Bestellungen erbeten an:
FAU University Press
Universitätsstraße 4, 91054 Erlangen
Tel.: 09131/85-22155, Fax: 09131/85-29309
E-Mail: university-press@fau.de

ISBN 978-3-944057-57-6

FAU UNIVERSITY PRESS 2016