

# NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Herausgegeben von Diethard TAUTZ,  
*Director Ephemeridum* der Akademie

---

NEUE FOLGE

NUMMER 425

---

## Zeit in Natur und Kultur

Vorträge anlässlich der Jahresversammlung  
am 20. und 21. September 2019 in Halle (Saale)

Herausgegeben von:

Jörg HACKER (Halle/Saale)  
Altpräsident der Akademie

Thomas LENGAUER (Saarbrücken)  
Mitglied des Präsidiums der Akademie



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –  
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2020  
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart**

Redaktion: Dr. Renko GEFFARTH, Dr. Joachim KAASCH und Dr. Michael KAASCH

Fotos von der Jahresversammlung „Zeit in Natur und Kultur“:

Christof RIEKEN für die Leopoldina – S. 23, 43, 67, 97, 113, 119, 121, 125, 127, 133, 135

Markus SCHOLZ für die Leopoldina – S. 9, 111, 115, 117, 123, 129, 137

Titelbild: ©Bill45 – stock.adobe.com

**Die Schriftenreihe Nova Acta Leopoldina erscheint bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland.**

Die Schriftenreihe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt.

Wir danken der Alfred Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung für die finanzielle Unterstützung der Veranstaltung.

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Die Abkürzung ML hinter dem Namen der Autoren steht für Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften.

© 2020 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften

Postadresse: Jägerberg 1, 06108 Halle (Saale), Postfachadresse: 110543, 06019 Halle (Saale)

Hausadresse der Redaktion: Emil-Abderhalden-Straße 37, 06108 Halle (Saale)

Tel.: +49 345 47239134, Fax: +49 345 47239139

Herausgeber: Prof. Dr. Diethard TAUTZ, *Director Ephemeridum* der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften

Printed in Germany 2020

Gesamtherstellung: Druck-Zuck GmbH Halle (Saale)

doi:10.26164/leopoldina\_10\_00270

ISBN: 978-3-8047-4107-2

ISSN: 0369-5034

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

# Inhalt

HACKER, Jörg, und LENGAUER, Thomas: Vorwort .....	7
MERKEL, Reinhard: Wissenschaftsfreiheit und Wissenschaftsverantwortung .....	9
SIEROKA, Norman: Philosophie der Zeit .....	23
GRÖTSCHEL, Martin: Zeit in Mathematik und Informatik .....	43
SCHÖLL, Eckehard: Chimeras in Physics and Biology: Synchronization and Desynchronization of Rhythms .....	67
ASSMANN, Jan: Chronoi – Die Diversifikation der Zeit .....	97

## Zusammenfassungen und Abstracts von Vorträgen

NOWOTNY, Helga: Leben in der digitalen Zeitmaschine / Life in the Digital Time Machine .....	111
KELLER, Ursula: Attoclock und Tunnelzeit: Zeitmessung in der Quantenmechanik / Attoclock and Tunneling Time: Time Measurements in Quantum Mechanics .....	113
PAUSS, Felicitas: Eine Zeitreise zum Urknall / Embarking on a Journey through Time to the Big Bang .....	115
SCHLEICH, Wolfgang P.: Der Pfeil der Zeit / The Arrow of Time .....	117
RAINEY, Paul P.: Zeit und die Ursprünge biologischer Komplexität / Time and the Origins of Biological Complexity .....	119
VAN GUNSTEREN, Wilfred F.: Biomolekulare Simulationen mit mehreren Auflösungs-niveaus und Zeitskalen: Ein Überblick über methodische Aspekte / Multi-Resolution and Timescale Simulation of Biomolecular Systems: A Review of Methodological Issues .....	121
GRAHN, Jessica: Rhythmus, Timing und Bewegung: Wie das Gehirn auf musikalischen Rhythmus reagiert / Rhythm, Timing, and Movement: How the Brain Responds to Musical Rhythm .....	123
POEPPPEL, David: Zeit im Kopf: Sprachrhythmen und Hirnrhythmen / Time in the Head: Rhythms of Speech and Rhythms of the Brain .....	125

KAY, Steve A.: Uhren in der Translation: Zirkadiane Rhythmen in Gesundheit und Krankheit / Clocks in Translation: Circadian Rhythms in Health and Disease .....	127
FOSTER, Russell G.: Licht, Schlaf und zirkadiane Wechselwirkungen: Von der Biologie zu neuen therapeutischen Zielmolekülen / Light, Sleep and Circadian Interactions: Biology to New Therapeutic Targets .....	129
CZEISLER, Charles A.: Chronomedizin / Chronomedicine .....	133
HAMERMESH, Daniel: Wie wir die Zeit nutzen und warum / How We Use Time, and Why .....	135
DOBLHAMMER, Gabriele: Zeit zu leben, Zeit zu sterben. Der Zusammenhang von Jahreszeiten mit Geburt, Gesundheit und Tod / Time to Live, Time to Die. On the Association between Seasons, Birth, Health, and Death .....	137

## Philosophie der Zeit

Norman Sieroka (Bremen)



Das Video zum Vortrag ist verfügbar unter [https://doi.org/10.26164/leopoldina\\_10\\_00290](https://doi.org/10.26164/leopoldina_10_00290).

---

### *Zusammenfassung*

Zeit ist eine grundlegende Dimension für den Menschen – egal, ob man ihn als ein biologisch-physikalisches oder als ein geistiges Wesen betrachtet. Entsprechend beschäftigt sich eine Vielzahl akademischer Disziplinen mit Fragen zum Thema Zeit in jeweils unterschiedlichen Erscheinungsformen: als physikalische Zeit, als geologische Tiefenzeit, als individuell erlebte oder psychologische Zeit, als gesellschaftlich-intersubjektive Zeit, als historische Zeit usw. Allerdings werden selten die Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Verbindungen dieser Diskussionen aufgezeigt. An dieser Stelle kann die Philosophie eine wichtige Koordinationsaufgabe übernehmen. Und genau das exemplarisch aufzuzeigen, ist Anliegen dieses Aufsatzes. Ausgehend von einigen wenigen begrifflichen Unterscheidungen, die insbesondere die allgemeinen Grundtypen von Zeitordnungen betreffen, werden einzelne Aspekte aus unterschiedlichen einzeldisziplinären Kontexten herausgegriffen und zueinander in Beziehung gesetzt. Daraus ergeben sich auch Einblicke in das Verhältnis von eher wissenschaftsphilosophisch-theoretischen Fragestellungen, die beispielsweise die Gerichtetheit der physikalischen Zeit und die Chronobiologie betreffen, zu solchen aus einem eher gesellschaftlich-ethischen Kontext, in dem es beispielsweise um historische Gerechtigkeit und um sogenannte Chronopolitik geht. Dabei zeigt sich, dass gewichtige Unterschiede in den Positionen und Disziplinen oftmals mit einem Unterschied darin einhergehen, wie über die Existenz der drei Zeitmodalitäten gedacht wird – also ob oder inwiefern man annimmt, dass neben dem, was gegenwärtig ist, auch Vergangenes und Zukünftiges existiert.

### *Abstract*

Time is a fundamental dimension for humans, independently of whether they are considered primarily as biological-physical or as mental beings. Accordingly, a broad range of academic disciplines investigates questions about time in its different manifestations: as physical time, as geologic or deep time, as individually experienced or psychological time, as socio-intersubjective time, as historical time, etc. However, the commonalities, differences, and connections between these manifestations are rarely discussed. At this point, philosophy can take on an important coordination task; and this is exactly what the present paper is meant to illustrate. Starting from a few conceptual distinctions – most importantly that between different basic types of time order – individual aspects from different disciplines will be revisited and related to each other. This also provides insights into the relationship between questions of a more scientific and theoretical nature, such as the directedness of physical time or questions of chronobiology, and questions of social and ethical concern, such as transitional justice or specific forms of chronopolitics. It turns out that significant differences in attitudes and over disciplines often go hand in hand with a difference in how one thinks about the existence of the three different modalities or tenses of time – that is, whether or to what extent one assumes that not only what is present exists, but also what is past and what is future.

## **1. Einleitung**

Ziel dieses Aufsatzes ist es, einen kurzen Überblick zu liefern über wichtige Themen und Grundfragen in der Philosophie der Zeit. Damit einher geht auch eine Beantwortung der Frage, inwiefern die Philosophie einen wichtigen Beitrag liefern kann, um nicht nur unser Wissen zu vertiefen, sondern auch unseren Umgang mit Zeit in Wissenschaft und Alltag kritisch zu reflektieren.

Abschnitt 2 („Was ist Zeit? Was macht Philosophie der Zeit?“) beginnt mit einer Arbeitsdefinition zum Begriff Zeit und zu dem, was das Ziel der Philosophie ist. Anschließend werden relevante Fragen zum Thema Zeit kurz aufgelistet, wie sie sich in diversen Teildisziplinen der Philosophie üblicherweise stellen.

Im dritten Abschnitt („Begrifflicher und metaphysischer Hintergrund“) werden einige begriffliche und auch metaphysische Hintergründe geliefert. Zunächst werden zwei Typen von Zeitordnungen unterschieden. Danach werden kurz die herkömmlichen Positionen innerhalb der Philosophie der Zeit vorgestellt und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile benannt. Dadurch werden jeweils auch „Standardallianzen“ ersichtlich, die sich zwischen diesen Positionen und bestimmten einzeldisziplinären Interessenschwerpunkten und Erklärungsansprüchen ergeben.

Der vierte Abschnitt („Verbindungen zwischen Disziplinen und Zeitordnungen“) illustriert anhand von zwei Beispielen, wie Einzelwissenschaften und Philosophie zusammenarbeiten können bei der Beantwortung grundlegender Fragen zum Thema Zeit. Das erste Beispiel betrifft die Zusammenarbeit zwischen Philosophie und Physik und die Frage, was überhaupt (auf quantenmechanischer Ebene) die begrifflichen und theoretischen Voraussetzungen dafür sind, Zeit messen zu können. Das zweite Beispiel behandelt die Zusammenarbeit zwischen Philosophie und Kognitionswissenschaften im Bereich der Hörforschung, in der, wie zu zeigen sein wird, Zeit bzw. zeitliche Regularitäten eine herausragende Rolle spielen.

Der Aufsatz schließt mit einem Abschnitt („SchlussTaktungen“), der nochmals einiges zusammenfasst und einen allgemeineren Ausblick liefert über die weitere Tragweite dessen, was hier exemplarisch am Verhältnis von Philosophie und ausgewählten Einzelwissenschaften behandelt wurde. Denn nicht nur in diesen Fällen haben zeittheoretische Fragen zumeist – in der einen oder anderen Form – letztlich mit der Koordination oder Taktung von Ereignissen zu tun. Tatsächlich gilt dies allgemein auch für breitere wissenschaftliche Kontexte wie auch für weiterreichende gesellschaftliche Kontexte des Politischen, Kulturellen, der Gesundheit usw.

## **2. Was ist Zeit? Was macht Philosophie der Zeit?**

Nüchtern und als Arbeitshypothese formuliert ist Zeit ein Ordnungsparameter oder eine Dimension von Ereignissen.<sup>1</sup> Man ordnet persönliche Erlebnisse wie beispielsweise Urlaubserinnerungen, schmerzhaftes Zahnarztbesuche usw.; man ordnet aber auch äußere Gegebenheiten wie beispielsweise Sonnenuntergänge, Vulkanausbrüche oder auch Landtagswahlen. Das heißt, die Ereignisse (Erlebnisse, Gegebenheiten, ...) sind das Primäre, und sie sind es, die sich zeitlich ordnen lassen. Nicht die Zeit ist das Primäre; und sie ist insbesondere keine

---

<sup>1</sup> SIEROKA 2018, S. 10.

Substanz – so zumindest lautet die These, von der ich im Folgenden ausgehe.<sup>2</sup> Zeit ist nicht selbst oder separat etwas Materielles. Man kann vielleicht sagen, dass „die Dinge in den 90er Jahren irgendwie anders waren“; aber es ist nicht sinnvoll zu sagen, es hätten sich „die 90er Jahre selbst anders angefühlt“.

Entsprechend dieser verschiedenen Arten von Ereignissen (persönliche Erlebnisse, physikalische und gesellschaftliche Gegebenheiten, ...) gibt es verschiedene Zeitformen und verschiedene Zeitskalen (SIEROKA 2009). Zeitformen sind in diesem Sinne beispielsweise die physikalische Zeit, in der sich Vulkanausbrüche verorten, die erlebte Zeit, in der sich die Urlaubserinnerungen verorten, oder auch eine gesellschaftliche Zeit, an der wir uns beispielsweise in politischen Kontexten orientieren, oder auch die sogenannte historische Zeit der Geschichtswissenschaftler, die Tiefenzeit der Geologen usw. Und dementsprechend gibt es auch verschiedene Zeitskalen: physikalisch mögen Stunden und Sekunden relevant sein; im politischen Kontext beispielsweise Legislaturperioden; im religiösen (christlichen) Kontext das Kirchenjahr; im Kontext größerer gesellschaftlicher Ereignisse (wie z. B. von Konzerten und Kongressen) der Fahrplan der Deutschen Bahn; für die Geologie die Erdzeitalter usw. Und einige davon (wie etwa die Sekunde in der Physik) haben in ihrem Bereich sogar grundlegenden definitorischen Charakter.

Was ist vor diesem Hintergrund nun das Ziel der Philosophie? Gemäß dem britischen und vom Pragmatismus beeinflussten Philosophen Alfred North WHITEHEAD ist es ihr Ziel, die gegenwärtigen Ausdrucksformen menschlicher Erfahrung zu koordinieren.<sup>3</sup> Allgemein heißt das: Als Menschen haben und machen wir Erfahrungen unterschiedlichster Art, die aber irgendwie zueinander in Beziehung stehen oder zumindest stehen sollten. Insofern Menschen geistige Wesen sind, haben sie beispielsweise Erinnerungen und Hoffnungen; insofern sie Teil einer bestimmten Form einer Gesellschaft sind, sammeln sie z. B. politische oder religiöse Erfahrungen; insofern Menschen leibliche Wesen sind, die einen Körper haben, erfahren sie den Impuls und die Energie, die ein fallender Stein auf ihren Fuß überträgt und damit physiologische Prozesse initiiert, und vieles mehr. Für jeden einzelnen Menschen sollten diese Erfahrungen nun aber in irgendeiner Weise zusammenpassen. Denn ich werde ja nicht jeweils ein anderer, nur weil mir, während ich mich an irgendetwas erinnere, ein Stein auf den Fuß fällt, weil ich während einer politischen Diskussion Hunger bekomme oder weil mich, während ich an einem Aufsatz schreibe, ein Freund anruft.

Nun stellt sich die Frage, was bzw. welcher Begriff geeignet sein könnte, um diese Koordinationsleistung zu erbringen und diese diversen Erfahrungskontexte sinnvoll zueinander in Beziehung zu setzen. Und hier scheint gerade die Zeit ein herausragender Kandidat zu sein. Denn, wie erwähnt, lassen sich ja sowohl geistige wie körperliche wie gesellschaftliche Ereignisse zeitlich ordnen. Entsprechend besteht die Koordinationsaufgabe dann darin, die verschiedenen genannten Zeiten und Zeitskalen zueinander in Beziehung zu setzen, sie sozusagen jeweils und wechselseitig zu takten. Koordination im zeitlichen Kontext kann dann sowohl das Nacheinander gleichartiger Ereignisse auf einer Zeitskala und in einer Zeitform bedeuten als auch das Nach- und Nebeneinander verschiedener Ereignistypen und damit verschiedener Zeitformen. (Die beiden Beispiele in Abschnitt 4 werden genau diese beiden unterschiedlichen Varianten der Koordinaten exemplarisch vorführen.)

---

2 Ebenda, S. 99–101.

3 WHITEHEAD 1933, S. 286.

Eine solche Koordination unterscheidet sich ihrem Anspruch nach markant von einer Reduktion. Es geht im Folgenden nicht darum, von Beginn an eine Zeitform als „die eine und einzig wahre“ zu nobilitieren und alle anderen Formen auf sie zurückzuführen. Stattdessen werden verschiedene Formen von Zeit ernstgenommen und in ihren Eigenschaften untersucht und verglichen.

Bemerkenswert ist weiterhin, dass dieses Unternehmen der Koordination selbst zeitlich bedingt ist. Deshalb war es oben so formuliert, dass es um die Koordinierung „der *gegenwärtigen* Ausdrucksformen menschlicher Erfahrung“ gehe. Denn Philosophie ist kein (unidirektionales) Fortschrittsunternehmen, wie dies für einige andere Bereiche wie etwa die Physik oder die Feinmechanik der Fall ist. Dies wird in sehr schöner Weise durch einen Satz aus einer Satire SENECAS deutlich, in der er den Zustand der damaligen Zeitmessung beklagt, indem er behauptet, es sei leichter zwischen Philosophen eine Übereinkunft zu erzielen als zwischen Uhren („*facilius inter philosophos quam inter horologia conveniet*“).<sup>4</sup> Dieser Satz dürfte heute allerdings so nicht mehr korrekt sein bzw. sind die Ansprüche an die Ganggenauigkeit und damit die Synchronizität („Übereinkunft“) von Uhren in den letzten 2000 Jahren deutlich gestiegen. Hier gab es eben – anders als in der Frage der Übereinstimmung zwischen Philosophen – einen klaren und sogar quantitativ bestimmbaren Fortschritt.

Zum Abschluss dieses Abschnitts seien kurz einige Fragen umrissen, mit denen sich diverse Teildisziplinen der Philosophie beschäftigen und bei denen es im besonderen Maße um das Thema Zeit geht. Diese Liste erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll lediglich einen Eindruck vermitteln, welch bunter Reigen an Fragen sich ergibt. Damit soll zugleich der Übergang zum nächsten Abschnitt motiviert werden, in dem einige zeitphilosophische Grundbegriffe und Unterscheidungen eingeführt werden, um mit deren Hilfe dann eine gewisse Ordnung in den bunten Fragereigen zu bringen.

- Wieso vergeht die Zeit manchmal schneller, manchmal langsamer? – Diese Frage kann sich zum einen im Kontext der Philosophie der Kognitionswissenschaften stellen. Dann geht es darum, warum es im Erleben so erscheint, als seien zehn Minuten (physikalischer Zeit) eben doch nicht immer zehn Minuten. Oder sie stellt sich als eine metaphysische Frage danach, ob tatsächlich die Zeit selbst manchmal langsamer und manchmal schneller läuft.
- Sind Zeitreisen möglich? – Diese Frage bietet nicht nur den Stoff für unzählige Science-Fiction-Geschichten, sie stellt auch eine typische Frage innerhalb der Philosophie der Physik wie auch der Metaphysik dar. Im ersteren Fall geht es darum, was gemäß der aktuell besten physikalischen Theorien „in und mit der Zeit möglich“ ist; im anderen Fall geht es um allgemeinere Fragen der prinzipiellen oder logischen Möglichkeit. Denn vermutlich kann niemand – ungeachtet konkreter physikalischer Theorien – in der Zeit zurückreisen und seine bzw. ihre Großeltern (noch bevor sie sich kannten und Nachkommen hatten) töten und somit die Voraussetzungen der eigenen Existenz unterlaufen.
- Wie lässt sich Zeit (allgemein) messen? – Auch dies ist eine Frage, die sich im Kontext der Philosophie der Physik und allgemeiner der Metaphysik stellen lässt (und auf die in Abschnitt 4 zurückzukommen sein wird). Was sagen aktuelle Theorien über periodische Prozesse bzw. Zustandsänderungen, und was bedeutet das für den Bau von Uhren? Oder

4 SENECA 1986, S. 6.

eben allgemeiner: Was sind überhaupt die Voraussetzungen dafür, dass etwas als eine Uhr fungieren kann?

- Ist Zeit ein Kontinuum oder ist sie diskret (digital)? – Diese Frage fordert die Philosophie diverser exakter Wissenschaften heraus; nämlich die der Physik, der theoretischen Informatik und der Mathematik. Zum einen gilt es zu untersuchen, ob die physikalische Raumzeit selbst aus kleinsten diskreten Elementen aufgebaut ist oder nicht. Zum anderen stellen sich aber auch Fragen dazu, ob (diskrete) Modellierungen überhaupt jemals erschöpfend sein können, wenn es um das Thema Zeit geht, bzw. inwiefern formale Beschreibungen von Kontinua überhaupt allgemein befriedigend sind (und also den Charakter des Kontinuierlichen vollständig umfassen).
- Tragen wir eine Verantwortung für zukünftige Generationen? – Diese Frage aus dem Kontext der Ethik hat ebenfalls eine spezifisch zeitphilosophische Komponente. Denn wie können wir heute beispielsweise gegenüber unseren Urururenkeln verantwortlich sein? Die Schwierigkeit dabei ist, dass Verantwortungsbeziehungen eine bestimmte Form der Wechselseitigkeit voraussetzen und damit üblicherweise zwischen Personen bestehen, die gleichzeitig existieren. Doch unsere Urururenkel leben heute noch nicht – und wie sollten wir gegenüber nicht-existierenden Personen verantwortlich sein können.<sup>5</sup>
- Wie steht es um die Verantwortung für vergangene Taten? – Diese Frage, die der vorherigen offensichtlich verwandt ist, stellt sich neben der Ebene individueller Straftaten auch auf gesellschaftlicher Ebene in Form der sogenannten historischen Gerechtigkeit. Gibt es beispielsweise in der Folge von Kriegsgräueln oder einem Genozid eine Verantwortungsrelation zwischen den Nachfolgern der Täter und den Nachfolgern der Opfer? Und wenn ja, inwiefern gilt sie dann auch auf kollektiven (anstatt auf individueller) Ebene?
- Welche Rolle spielt die Taktung von Wahlen und Abstimmungen für die Demokratie? – Dies ist eine typische zeittheoretische Frage aus dem Bereich der politischen Philosophie; und man spricht in diesem Kontext inzwischen auch von „Chronopolitik“.<sup>6</sup> Denn die Taktung von Wahlen und Abstimmungen ist selbst ein sehr mächtiges politisches Instrument. Der genaue Zeitpunkt einer Abstimmung kann sich nachhaltig auf das Ergebnis auswirken. Und die Kontinuität bzw. Dynamik eines politischen Systems hängt ganz wesentlich davon ab, ob man Wahlen zeitlich „entzerrt“ oder bewusst viele und wichtige Abstimmungen häuft (im Sinne von „Superwahlen“). So hat sich beispielsweise die Europäische Union (EU) bewusst einen Rahmen großer Kontinuität gesetzt, indem eben die Wahlen des Europäischen Parlaments, des deutschen Bundestags, des französischen Präsidenten usw. gerade nicht am gleichen Tag stattfinden. Es wird also bewusst verhindert, dass sozusagen „eine momentane Stimmung auf allen Ebenen durchschlägt“. Ganz anders das System der USA: Hier wird mit jeder Präsidentschafts- und den dazugehörigen Wahlen (ungeachtet der Mid-Terms) eine Entscheidung gefällt, die in starker Weise die jeweils folgenden vier Jahre prägt. Dadurch entsteht ein System, das einen eher periodisch-zyklischen als einen linear-kontinuierlichen Charakter trägt.

---

5 Das bedeutet selbstredend nicht, dass ich hier die Intuition unterlaufen möchte, wonach wir eben doch eine Verantwortung gegenüber nachfolgenden Generationen haben, auch wenn diese (noch) nicht existieren. Allerdings muss die Argumentation dann eben anders, indirekt, erfolgen. Zum Beispiel mag es allgemeine Ansprüche an ein würdiges Leben geben, die jeder Person zukommen, die aber unabhängig davon existieren, ob die entsprechende Person jetzt bereits existiert. – Siehe zu dieser wie auch zu den drei nachfolgenden Fragen diverse Beiträge etwa in DYKE 2003, DYKE und BARDON 2013 und DIETRICH et al. 2018.

6 Siehe etwa GOETZ und MEYER-SÄHLING 2009.

- Welche Auswirkungen haben materiell-ökonomische Redeweisen über Zeit? – Diese Frage könnte man als eine der Philosophie des Alltags bezeichnen oder auch (in einem nicht-terminologischen Sinne) als eine der „Lebensphilosophie“. Ausgehend von dem Befund, dass Redeweisen über „Zeitverlust“, „Zeitersparnis“, „Zeitgewinn“ und dergleichen in den vergangenen Jahren stark zugenommen haben, mag man deren individuelle wie gesellschaftliche Folgen untersuchen. Man mag sich nicht nur fragen, ob hier etwas über die Zeit suggeriert wird, was so gar nicht stimmt – nämlich, dass sie eine Ressource ist, die sich wie Sand anhäufen lässt, die man wie einen Schlüssel verlieren kann usw. Man mag sich darüber hinaus auch fragen, ob es denn harmlos ist, so zu reden oder ob hier etwas suggeriert wird, das leidvolle Konsequenzen nach sich zieht, die es zu vermeiden gilt – beispielsweise das vergebliche Hinterherlaufen hinter einer vermeintlich verlorenen Zeit.

Um diese Fragen, die aus verschiedenen Teildisziplinen der Philosophen stammen und sich ihrem Gehalt nach stark unterschieden, nun doch wieder zueinander in Beziehung setzen zu können und ihre gemeinsamen Grundcharakteristika herauszuarbeiten, sind als nächstes ein paar begriffliche Differenzierungen einzuführen.

### 3. Begrifflicher und metaphysischer Hintergrund

#### 3.1 Zyklische und lineare Zeitordnungen

Was zeitliche Abfolgen und damit zeitliche Ordnungen betrifft, gibt es typischerweise zwei konkurrierende Grundintuitionen: Zum einen wird Zeit mit Veränderung assoziiert, mit dem Fortschreiten von etwas. Das entspricht einer linearen Vorstellung. Zum anderen wird Zeit mit wiederkehrenden Ereignissen assoziiert; Zeit hat, grob gesagt, etwas mit Rhythmus zu tun. Das wäre eine zyklische Vorstellung.<sup>7</sup>

Beides, lineare wie zyklische Vorstellungen, sind relevant, sowohl in der Wissenschaft als auch im Alltag. In der Wissenschaft werden beispielsweise Zeitreihenanalyse durchgeführt. Dabei wird eine Menge von Daten ausgewertet im Hinblick auf zum einen wiederkehrende (zyklische) und zum andere auf lineare Elemente. So mag man etwa, wenn man den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre untersucht, nicht vornehmlich an den wiederkehrenden jahreszeitlichen Schwankungen zwischen Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter interessiert sein, sondern vor allem an einem allgemeinen Trend, ob bzw. in welchem Maße über die Jahre hinweg der CO<sub>2</sub>-Gehalt angestiegen ist. Dazu muss man beides, Zyklisches und Lineares, voneinander trennen können.

Auch Analoguhren versinnbildlichen diese beiden Grundintuitionen des Zyklischen und des Linearen auf eindrückliche Weise: Da ist zum einen das Zifferblatt, das selbst immer gleich bleibt und durch das wiederkehrende Ereignisse (nämlich das Vorüberstreichen der Zeiger) ihre einheitlichen Benennungen in Form von Zahlen (Uhrzeiten) bekommen. Auf der anderen Seite sind da eben die Zeiger, die sich fortwährend bewegen – allerdings in zyklischer Weise. Sie drehen sich im Kreis und streichen immer wieder über dieselben Zahlen des Zifferblatts.

---

<sup>7</sup> SIEROKA 2018, S. 58–62, 83–84.

Ein weiteres Beispiel liefert der Alltag selbst, von dem sich viele einerseits keine allzu große Tristesse erhoffen, der also Veränderung beinhalten soll, der aber andererseits auch nicht völlig unstrukturiert verlaufen soll. Letzteres beinhaltet ein gewisses Maß an Ritualen, an wiederkehrenden Ereignissen (*jour fixe*), die als Orientierung dienen. Und genau wie bei der Uhr markiert erst beides zusammen, also Veränderung und Wiederkehrendes gemeinsam, ein orientiertes Fortschreiten und damit das, was man beim Uhrzeiger wie beim Leben gerne mit „Sinn“ bezeichnet.<sup>8</sup>

Je nachdem, in welcher Wissenschaft oder in welcher Kultur man sich bewegt, mögen die beiden Grundintuitionen des Zyklischen und des Linearen unterschiedliche relative Gewichtungen erhalten. So waren, um nur ein Beispiel zu nennen, im archaischen Griechenland HOMERS und HESIODS sicherlich zyklische Zeitvorstellung von größerer Bedeutung im täglichen Leben, als sie das in der heutigen westlichen Gesellschaft sind.<sup>9</sup>

### 3.2 Lagezeitliche und modalzeitliche Ordnungen

Es gibt noch eine andere Art, Zeitordnungen zu unterscheiden oder zu klassifizieren. Diese Unterscheidung wird für das Folgende sehr wichtig sein, und sie lässt sich über eine Kurzgeschichte von Lewis CARROLL motivieren.<sup>10</sup> Angenommen, jemand bietet Ihnen die Wahl zwischen folgenden beiden Uhren. Welche wählen Sie?

- (a) Eine Uhr A, die einmal in zwei Jahren die richtige Zeit anzeigt.
- (b) Eine Uhr B, die zweimal am Tag die richtige Zeit anzeigt.

Viele wählen hier vielleicht Option (b), weil die Uhr B die Zeit viel häufiger korrekt anzeigt als die Uhr A aus Option (a). Und noch eine Auswahl: Welche der folgenden beiden Uhren wählen Sie?

- (c) Eine Uhr C, deren Uhrwerk nicht präzise arbeitet und die deshalb jeden Tag eine Minute zu wenig tickt.
- (d) Eine Uhr D, deren Uhrwerk gar nicht mehr läuft, die also stehengeblieben ist.

Hier könnte für viele Option (c) die attraktivere sein, weil sie zumindest „berechenbar“ erscheint und man mit der Uhr C, im Gegensatz zur gänzlich defekten Uhr D, doch noch halbwegs sinnvoll die Zeit messen kann.

Die Pointe dieser Auswahl ist nun aber, dass Uhren A und C identisch sind, genauso wie die Uhren B und D. Das Zifferblatt einer Analoguhr, die stehengeblieben ist, zeigt zweimal am Tag die richtige Zeit an; und das Zifferblatt einer Analoguhr, die zu langsam tickt, zeigt erst dann wieder die korrekte Zeit an, wenn sie genau zwölf Stunden „nachgeht“. Und dies ist im Fall von einer Minute Gangunterschied pro Tag – und also einer halben Stunde in einem Monat und also sechs Stunden in einem Jahr – erst nach zwei Jahren der Fall.

Langer Rede, kurzer Sinn: Wer also, wie gerade vorgeschlagen, im ersten Fall Uhr B und im zweiten Fall Uhr C wählt, verhält sich inkonsistent – wie übrigens auch der Befragte in CARROLLS Geschichte.

---

8 Ebenda, S. 83–85.

9 DEMANDT 2015, S. 301–330.

10 CARROLL 1932, S. 78–79.

Die offensichtliche Erwiderung hierauf ist nun, dass man bei der Wahl von Uhr B quasi ausgetrickst worden sei. Bei Uhr B wisse man ja gar nicht, *wann* sie die richtige Zeit anzeige. Doch Vorsicht: Angenommen, Uhr B ist um 10:08 Uhr stehengeblieben, und ihre Zeiger zeigen ebendiese Zeit an. Dann weiß man sehr wohl und sehr genau, *wann* Uhr B die richtige Uhrzeit anzeigt: nämlich jeweils um acht Minuten nach zehn (morgens wie abends).

Was man allerdings in der Tat nicht weiß und was die Uhr nutzlos macht, ist, wann es *jetzt* 10:08 Uhr ist. Es fehlt der Bezug zur Gegenwart. Und damit ergibt sich, nach der Unterscheidung zwischen zyklisch und linear, eine weitere wichtige Differenzierung in der Art und Weise, wie man Zeit bzw. Ereignisse ordnen kann: nämlich, wie es im Fachjargon heißt, „modal-“ bzw. „lagezeitlich“.

Die Lagezeit oder auch „B-Reihe“ (*tenseless order*) bedient sich des Verhältnisses von „früher – später“ als Ordnungsrelation. Das heißt, Ereignisse werden danach geordnet, welches vor bzw. nach welchem anderen geschieht – typischerweise unter Angabe von Daten und Uhrzeiten. Lagezeitlichen Angaben begegnet man also beispielsweise auf Fahrplänen, wenn es heißt „Abfahrt 10:08“ oder dergleichen, oder auf Schildern mit Ladenöffnungszeiten, auf denen steht „montags–freitags 8–16 Uhr“ oder dergleichen. Lagezeitliche Ordnungen haben etwas Statisches an sich, insofern sie immer gleichbleiben. 10:05 Uhr ist immer drei Minuten früher als 10:08 Uhr; und den Saisonfahrplan der Straßenbahn oder die Öffnungszeiten des Supermarktes muss man nicht jeden Tag im Internet aufrufen und aktualisieren. Und die besonderen Referenzpunkte, die für die entsprechenden Zeitangaben nötig sind, werden lediglich in Form von Konventionen und aus Bequemlichkeitsgründen eingeführt: So beginnt die tägliche Stundenzählung bei uns üblicherweise um Mitternacht mit 0 Uhr (das könnten wir aber auch anders machen), die Woche hat sieben Tage und beginnt montags (das könnten wir auch anders machen), ...

Zum anderen gibt es die Modalzeit oder „A-Reihe“ (*tensed order*). Hier lautet die grundlegende Ordnungsrelation „vergangen – gegenwärtig – zukünftig“. Diese Form der Zeitordnung ist genau das, was im Beispiel von Lewis CARROLL und der unnützen Uhr B gefehlt hatte, nämlich eine Information darüber, was *gegenwärtig* ist, also was *jetzt gerade* der Fall ist. Im Gegensatz zur Lagezeit ist die Modalzeit eine dynamische Ordnung, denn sie hat einen ausgezeichneten Referenzpunkt, der nicht auf bloßer Konvention besteht und der sogar „wandert“: die Gegenwart. Ein typisches Beispiel für eine modalzeitliche Angabe ist ein Notizzettel an einer Bürotür, auf dem steht: „Bin gleich wieder da.“ Diese Aussage enthält keine Uhrzeiten und Daten, macht also keine lagezeitlichen Angaben. Stattdessen bezieht sich die Angabe (implizit) auf die Gegenwart und die Zukunft, nämlich auf den Zeitpunkt des aktuellen Schreibens der Notiz selbst und auf die baldige Rückkehr zum Büro.

Nun kann man den Unterschied zwischen diesen beiden Zeitordnungen auch metaphysisch in Anschlag bringen (siehe Abb. 1).<sup>11</sup> Sogenannte B-Theoretiker sind dementsprechend diejenigen, die die B-Reihe für grundlegend halten. Laut ihnen ist die fundamentale Ordnung von Ereignissen die nach früher und später. Die Unterscheidung zwischen vergangen, gegenwärtig und zukünftig spielt für sie allenfalls eine nachgeordnete Rolle. Das bedeutet aber auch, dass für B-Theoretiker in gewisser Weise „immer alles“ existiert. Dazu ein Beispiel: Ich mag vielleicht nicht *wissen*, ob es am 01. 04. 2029 in Bremen regnen wird oder nicht, aber es ist nichtsdestoweniger wahr bzw. falsch, dass es an diesem Tag dort regnet. Wenn es aber wahr oder falsch ist, dann gibt es, so das Argument der B-Theoretiker, eben einen Tatbestand

<sup>11</sup> Vgl. auch MELLOR 1998.

bezüglich des Bremer Wetters am 01. 04. 2029 – und diesen Tatbestand gibt es heute, wie am 01. 04. 2029, wie am 06. 01. 1986, usw. Kurz gesagt: es gibt ihn immer; und man bezeichnet B-Theoretiker deshalb manchmal auch als „Eternalisten“.

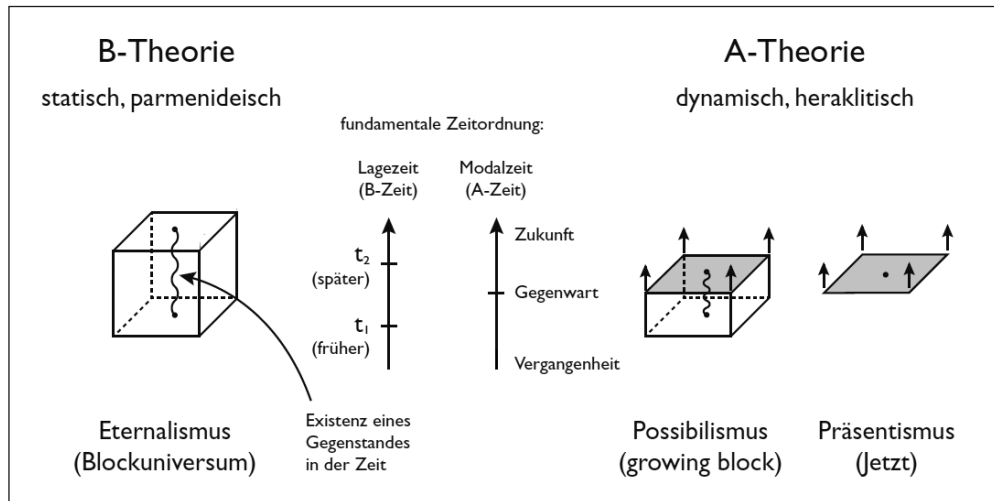


Abb. 1 Die zwei bzw. drei Standardpositionen in der Metaphysik der Zeit: B-Theoretiker vertreten typischerweise eine statische Position. Da für sie Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft – oder genauer: vergangene, gegenwärtige und zukünftige Ereignisse und Dinge – immer existieren, wird für sie die Welt zu einem lagezeitlich geordneten Blockuniversum. Raum und Zeit werden konzeptionell analog behandelt, und man spricht auch von einem „Eternalismus“. Im Gegensatz dazu halten A-Theoretiker eine modalzeitliche Ordnung für fundamental und vertreten eine dynamische Sichtweise – entweder in Form eines Possibilismus, demzufolge Vergangenes und Gegenwärtiges existiert, oder eines Präsentismus, demzufolge lediglich das existiert, was gegenwärtig ist. (Aus SIEROKA 2018, S. 19.)

Demgegenüber vertreten A-Theoretiker die Sichtweise, dass die modalzeitlichen Unterscheidungen metaphysisch die relevanten sind. Zum Beispiel kann man der Meinung sein, es stehe einem die Zukunft noch offen, wohingegen die Vergangenheit fix sei, und man in oder mit der Gegenwart sozusagen voranschreite. Eine solche Sichtweise nennt sich „Possibilismus“, weil eben zukünftige Möglichkeiten noch offen sind; oder man spricht auch von einem „growing block view“, weil mit dem Voranschreiten der Gegenwart immer mehr Vergangenes fixiert wird. Die extremere Form der A-Theorie ist der sogenannte Präsentismus. Hier wird argumentiert, dass nicht nur die Zukunft nicht existiert – denn die Zukunft sei ja das, was genau *noch nicht* ist –, sondern dass auch die Vergangenheit nicht existiert – denn die Vergangenheit sei ja genau das, was es *nicht mehr* gibt (BOURNE 2006).

Die Unterscheidung zwischen A-Theorie und B-Theorie ist für viele philosophische Fragen, wie sie im Abschnitt 2 aufgelistet wurden, zentral. Ob jemand Zeitreisen für möglich hält, wird nicht unabhängig davon sein, ob sie oder er der Ansicht ist, dass die Vergangenheit und Zukunft überhaupt existieren; wie jemand das Vergehen der Zeit, den Zeitfluss, zu explizieren versucht, wird davon abhängen, ob er oder sie eine wandernde Gegenwart annimmt; normative Vorstellungen über historische Gerechtigkeit werden nicht zuletzt davon abhängen, inwiefern man überzeugt ist, dass vergangene Ansprüche gegenwärtige Existenz und Bedeutung haben; und vieles mehr.

Für die weitere Diskussion ist es hilfreich, kurz die allgemeinen Schwierigkeiten der A- und B-Theorie zu nennen.<sup>12</sup> Die B-Theorie hat Probleme, das Erleben des Zeitflusses zu erklären, da es laut ihr ja „immer alles“ gibt. Allgemeiner wird sie auch den Unterschieden in unseren geistigen Bezugnahmen nicht gerecht. Denn diese Bezugnahmen unterscheiden sich sehr stark entlang der Ordnung von vergangen – gegenwärtig – zukünftig: Das, was ich erlebe, ist gegenwärtig (ich erlebe nie die Zukunft); ich erinnere mich an die Vergangenheit, aber nicht an die Zukunft; Hoffnungen, Erwartungen, Sorgen habe ich sinnvollerweise bezüglich der Zukunft, aber nicht bezüglich der Vergangenheit usw. Schließlich mag man der B-Theorie auch ganz allgemein vorwerfen, sie „verräumliche“ die Zeit zu sehr. Zeit werde von ihr in Analogie zum Raum behandelt, der sich zwar nicht nach früher – später, wohl aber nach oben – unten, links – rechts, vorne – hinten (oder dergleichen) ordne. Doch die damit suggerierte Ähnlichkeit von Raum und Zeit sei eben trügerisch – angefangen mit der Gerichtetheit, die es bei der Zeit, aber nicht beim Raum gibt. Denn ich kann mich zwar sowohl nach links wie auch nach rechts bewegen (nach vorne wie auch hinten, nach oben wie auch nach unten), aber niemals vom Späteren hin zum Früheren.

Eine große Schwierigkeit, die A-Theorien haben, ist das sogenannte McTaggart-Argument. Laut diesem Argument, das seit rund hundert Jahren intensiv unter Philosophen diskutiert wird, ist die A-Reihe allein gar nicht ausreichend, um Zeit einzuführen.<sup>13</sup> Eine weitere Schwierigkeit ist, dass A-Theorien nur auf den ersten Blick das Vergehen oder das Fließen der Zeit erklären. Bei genauerer Betrachtung scheinen A-Theorien es vielmehr bloß zu postulieren, ohne beispielsweise die Geschwindigkeit dieses Fließens explizieren zu können.<sup>14</sup> Ein weiterer gewichtiger Einwand, wenn eine A-Theorie insbesondere mit Bezug auf die physikalische Zeit vertreten werden soll, ergibt sich im Kontext der Speziellen Relativitätstheorie. Nach dieser Theorie gibt es nämlich keine absolute Gleichzeitigkeit. Ob Ereignisse gleichzeitig sind, hängt vom Bezugssystem ab und ist somit nicht für alle Beobachter gleich. Wenn aber für unterschiedliche Beobachter unterschiedliche Ereignisse gleichzeitig sind, dann sind für sie insbesondere auch unterschiedliche Ereignisse gerade gegenwärtig. Das heißt, es gibt keine Gegenwart, die für alle gleich wäre. Dies stellt ein großes Problem für A-Theorien dar – es sei denn, man ist gewillt, sozusagen „jedem seine bzw. ihre Gegenwart“ zuzugestehen und damit letztlich jedem auch eine eigene Welt, in der nur sie bzw. er.<sup>15</sup>

Vor dem Hintergrund dieser jeweiligen Schwierigkeiten der A- und B-Theorien wird umgekehrt zugleich ersichtlich, in welchen Kontexten welche Theorien vermutlich ihre Stärken haben. Besonders überzeugend ist die B-Theorie typischerweise dann, wenn der Fokus auf physikalischen Zuständen liegt – oder allgemeiner: auf der Beschreibung der Natur. Hier ist

12 SIEROKA 2018, S. 21–34.

13 Gemäß A-Theorie, so McTAGGART, seien sämtliche Ereignisse (oder auch Tatsachen, Gegenstände, ...) zeitlich einzig über die Eigenschaft charakterisiert, vergangen, gegenwärtig und zukünftig zu sein; doch seien diese drei Eigenschaften untereinander inkompatibel. Etwas, das beispielsweise gegenwärtig ist, ist eben nicht vergangen. Die mögliche Entgegnung, wonach ein Ereignis eben nicht *gleichzeitig* vergangen und gegenwärtig sei, bietet laut McTAGGART keinen wirklichen Ausweg, sondern verschiebt das Problem nur auf eine höhere Stufe. Denn auch dann gäbe es unter den zeitlich fundamentalen Eigenschaften wiederum solche (wie etwa „gegenwärtig vergangen“ und „gegenwärtig gegenwärtig“ zu sein), deren Inkompatibilität man nur auf (noch) höherer Stufe auflösen könne. Laut McTAGGART ergibt sich somit ein unendlicher Regress, der beweise, dass eine A-Reihe nicht die alleinige Grundlage von Zeit sein könne. – Ausführliche Diskussionen zum McTAGGART-Argument finden sich u. a. in MELLOR 1998, DANTON 2010.

14 SIEROKA 2018, S. 26–27.

15 DANTON 2010, S. 81–102.

in der Regel allein wichtig, ob gilt: „ $t_1 < t_2$ “ (ob eben  $t_1$  tatsächlich früher als  $t_2$  ist); und es ist in diesem Kontext unwichtig, ob  $t_1$  gestern war, jetzt ist oder morgen sein wird. Deshalb teilt man im Physikunterricht oder einer Physikvorlesung eben auch die Zeitachse eines Bewegungsdiagramms nicht nach „gerade eben“, „jetzt“, „gleich“ oder Ähnlichem ein, sondern eben in „ $t_1$ “, „ $t_2$ “, ..., oder konkrete Sekundenanzahlen oder Ähnliches.

Umgekehrt sind A-Theorien typischerweise dann von Belang und Vorrang, wenn der Fokus auf geistigen Zuständen liegt (auf der Subjektivität oder dem Erleben). Wenn es um das Erleben geht, ist es beispielsweise relevant, ob der Zahnarzt *jetzt* bohrt, und nicht, ob es 10:08 Uhr oder 11:17 Uhr ist, wenn er bohrt. Salopp formuliert: Wenn es wehtut, tut es weh – dazu muss niemand auf die Uhr schauen.

#### 4. Verbindungen zwischen Disziplinen und Zeitordnungen

Das Ziel der Philosophie der Zeit, so wie es oben eingeführt wurde, ist die Frage nach den koordinierenden Verhältnissen – man könnte auch sagen: nach den „Taktungen“ – von Ereignissen. Wie bereits erwähnt, stellt sich diese Frage auf zwei Arten: zum einen als die Frage nach dem Nacheinander von Ereignissen innerhalb einer Zeitform; zum anderen als die Frage nach dem Nebeneinander von Ereignissen verschiedener Zeitformen.

Diese beiden Fragen werden nun anhand von jeweils einem Beispiel diskutiert. Dabei werden zugleich auch Verbindungen aufgezeigt zwischen der Philosophie und (exemplarisch ausgewählten) Einzeldisziplinen. Das erste Beispiel, das die Frage nach dem (zeitform-internen) Nacheinander aufgreift, hat mit den Grundlagen der Quantenmechanik und mit Quantenuhren zu tun. Die relevante Einzeleinzeldisziplin ist hier also die Physik. Auch wird hier die Unterscheidung in zyklische und lineare Aspekte wichtig sein, und es wird sich die Frage nach der Gerichtetheit von Zeit stellen. Das zweite Beispiel hat mit Wahrnehmung, insbesondere dem Hören, zu tun. Die relevanten Einzeldisziplinen sind hier die Kognitionswissenschaften. Bei diesem Beispiel wird es um das Nebeneinander, also um die relative Taktung zwischen Ereignissen verschiedener Zeitformen, gehen; und insbesondere auch um Verbindungen zwischen modalzeitlicher und lagezeitlicher Ordnung.

##### 4.1 Beispiel 1: Zeit und Grundlagen der Quantenmechanik

Es gibt in der Quantenmechanik ein Theoriedefizit, was den Zeitbegriff angeht (HILGEVOORD 2005). Im Formalismus der Quantenmechanik ist nämlich die Zeit ( $i$ ) kein Operator und auch ( $ii$ ) keine dynamische Variable. Sachverhalt ( $ii$ ) bedeutet ein Spannungsverhältnis zur Allgemeinen Relativitätstheorie, in der die Zeit eben genau eine solch dynamische Variable ist. Das heißt, die großen Schwierigkeiten, die sich bei der Vereinheitlichung der Physik ergeben (und die mit dem Schlagwort der Suche nach einer Theorie der Quantengravitation einhergehen), zeigen sich bereits am Zeitbegriff. Schon die Zeitkonzeptionen von Allgemeiner Relativitätstheorie und Quantenmechanik unterscheiden sich fundamental.

Sachverhalt ( $i$ ) – also, dass die Zeit kein Operator ist – ist zunächst einmal eine Schwierigkeit innerhalb der Quantenmechanik. In ihrem Formalismus werden Beobachtungsgrößen nämlich durch Operatoren dargestellt. Wenn aber die Zeit kein solcher Operator ist, dann ist Zeit folglich auch keine quantenmechanische Beobachtungsgröße. Doch diese Konsequenz scheint absurd. Zugegeben, Zeit als Parameter zu beschreiben, ist unproblematisch, wenn

man im Experiment auf eine externe Referenz zurückgreifen kann – also die Zeit beispielsweise mittels einer „Laboruhr“ misst, die selbst nicht Teil des quantenmechanischen Systems ist, das untersucht wird. Aber wenn der Anspruch der Quantenmechanik doch darin besteht, die *gesamte* physikalische Wirklichkeit beschreiben zu können, so scheint es höchst unbefriedigend, auf externe Messinstrumente wie Laboruhren zurückgreifen zu müssen, die selbst (semi-)klassisch und eben nicht quantenmechanisch verstanden werden. Auf Dauer und mit fortschreitender technischer Entwicklung mag diese Problematik übrigens neben theoretischer durchaus auch praktische Relevanz erlangen (Stichwort „Quantenuhren“, „quantum clocks“; MAYATO et al. 2008).

Eine Möglichkeit, die theoretische Schwierigkeit zu beheben, besteht darin, *Ad-hoc*-Ergänzungen im Formalismus der Quantenmechanik vorzunehmen; also innerhalb des Formalismus einen Operator einzuführen, der diejenigen Eigenschaften hat, die man sozusagen normalerweise von der Zeit als Messgröße erwarten würde (HILGEOORD 2005). Doch das zäumt in gewisser Weise das Pferd von hinten auf, da somit die Quantenmechanik immer schon als letztgültige Theorie vorausgesetzt wird. Sinnvoller scheint deshalb ein operationalistischer Zugang, bei dem mögliche konkrete Interaktionen zwischen Beobachter und Quantensystem untersucht werden, und der danach fragt, unter welchen Bedingungen ein Quantensystem eine beobachtbare Zeitskala generieren kann. Die zentralen Forschungsfragen lauten dann: Was muss bereits vorausgesetzt werden über physikalische Zustandsänderungen bzw. wiederkehrende Zustände und auch allgemeiner über den Informationsaustausch und die Informationsspeicherung, um überhaupt „Quantenuhren“ bauen zu können? Muss dabei eine Früher-später-Relation bereits angenommen werden oder etabliert sich diese selbst erst im Zuge der Messung? Was sind, allgemeiner und etwas philosophisch-jargonhafter gefragt, „die Bedingungen der Möglichkeit, Zeit quantenmechanisch zu messen“?<sup>16</sup>

Mit der Frage, inwiefern Zustandsänderungen und auch Wiederkehrendes hier eine Rolle spielen, stellen sich erneut Fragen der Linearität und Zyklizität von Zeit. Aber auch die Gerichtetheit von Zeit wird an dieser Stelle hinterfragt. Woher kommt es überhaupt, dass ein Ereignis früher (oder später) als ein anderes geschieht? Ein wichtiger Kandidat, dies zu erklären, ist Kausalität (HORWICH 1987, MELLOR 1998). Denn Wirkungen, so wird zumindest zumeist angenommen, *müssen* ihren Ursachen folgen und können ihnen nicht zeitlich vorangehen.<sup>17</sup> Auch beachte man, dass Formulierungen wie beispielsweise „Informationsspeicherung“ (siehe oben) eine solche zeitliche Gerichtetheit bereits als gegeben annehmen. Denn das, was zu einer gegebenen Zeit gespeichert ist, ist immer etwas, das bereits zuvor, also früher, geschehen ist und eben abgespeichert wurde.

#### 4.2 Beispiel 2: Zeit (und) Hören

Im Kontext der Philosophie der Wahrnehmung stellen sich über die Zeit unter anderem folgende zentrale Fragen: Wieso wird Zeit als etwas empfunden, das vergeht bzw. im Fluss

<sup>16</sup> Ein solch operationalistischer Zugang hat auf philosophisch-methodischer Seite große Ähnlichkeit mit dem Operationalismus der sogenannten Erlanger Schule (siehe z. B. LORENZEN 1974). Die hier skizzierte Umsetzung und der konkrete physikalisch-theoretische Gehalt unterscheiden sich allerdings stark von der in dieser Tradition vertretenen „Protophysik der Zeit“ (JANICH 1980).

<sup>17</sup> Tatsächlich ist auch dies nicht unumstritten. Im Kontext der Interpretation der Quantenmechanik wird von einigen Autoren ein Konzept der „Retrokausalität“ vertreten, wonach es in einzelnen Fällen durchaus passieren kann, dass Wirkungen ihren Ursachen zeitlich vorausgehen (PRICE 1994, 2008).

ist? Ist die erlebte Gegenwart in gewisser Weise (und in welcher) immer ausgedehnt? Oder etwas allgemeiner gefragt: Wie wird eigentlich aus einer Abfolge von Wahrnehmungen die Wahrnehmung einer Abfolge? Wieso erlebt man in der Regel kein Stakkato von Eindrücken, sondern kontinuierliche Veränderungen? Dabei könnte ein wichtiger Begriff, um auf die letzte Frage zu antworten, erneut der der Kausalität sein (HORWICH 1987, SIEROKA 2018). Denn vielleicht sind es ja genau Ursache-Wirkungs-Verhältnisse, die für Verbindungen und Übergänge zwischen Ereignissen (und also auch Wahrnehmungen) sorgen.

Eine weitere Verallgemeinerung dieser wahrnehmungsphilosophischen Fragestellungen könnte lauten: Wie verhalten sich überhaupt zeitliche Regularitäten zu Wahrnehmungseigenschaften? Gibt es insbesondere einen Zusammenhang zwischen Ereignissen mit bestimmten physikalischen Regularitäten und dem, *wie* etwas wahrgenommen wird? An dieser Stelle ist das Hören ein besonders geeigneter Untersuchungsgegenstand, weil hier dieser Zusammenhang besonders eng ist (SIEROKA 2009, 2015). Klangeigenschaften sind mehr oder weniger sämtlich zeitliche Eigenschaften. Sie basieren auf zeitlichen Regularitäten<sup>18</sup>: Die Tonhöhe ist durch die Frequenz gegeben, also dadurch, wie schnell die Wellenberge und Wellentäler des Schalldrucks aufeinanderfolgen. Die Dauer von Tönen und ihre rhythmische Abfolge basieren ebenfalls auf zeitlichen Aneinanderreihungen und Regularitäten. Auch die Klangfarbe ist eine zeitliche Regularität; der zeitliche Verlauf des Schalldrucks einer Flöte und einer Trompete, die denselben Ton spielen, unterscheidet sich eben (aufgrund des unterschiedlichen Obertonspektrums). Und schließlich ist auch die horizontale Richtung, aus der man einen Ton wahrnimmt, zu einer zeitlichen Abfolge korreliert: nämlich der zeitlichen Differenz, mit der der Schalldruck zuerst das eine und dann das andere Ohr erreicht.

Aber nicht nur einfache Klangeigenschaften sind eng mit zeitlichen Regularitäten verbunden. Auch komplexere auditorische Ereignisse sind es. Ähnlich wie beim Sehen gibt es auch beim Hören Gestaltphänomene (auch „Klangszenen“ genannt), inklusive diverser typischer Ambiguitäten. Doch während beim Sehen solche Ambiguitäten mit *Räumlichkeit* zu tun haben, sind Ambiguitäten des Hörens insbesondere *zeitlichen* Ursprungs (BREGMAN 1990). So haben beispielsweise visuell-ambige Kippbilder, wie etwa der Necker-Würfel, im Auditorischen ein Analogon in Form von zeitlich strukturierten Klangströmen (siehe Abb. 2). Die dort dargestellte Klangfolge ist eine alternierende Folge von zwei Tönen A und B unterschiedlicher Tonhöhe. Je nachdem, wie groß der Tonhöhenunterschied zwischen A und B ist und wie schnell die Abfolge gespielt wird, hört man entweder einen einzelnen galoppierenden Tonverlauf (*einen* Klangstrom) oder man hört zwei voneinander getrennte monotone Folgen (*zwei* Klangströme).

Dieses und ähnliche Gestaltphänomene sind ein recht neuer Untersuchungsgegenstand in der auditorischen Grundlagenforschung (GUTSCHALK et al. 2005). Bemerkenswerterweise finden sie aber bereits seit langem in der Musik Anwendung. Ob bewusst eingesetzt oder nicht: Beispielsweise in der Gigue seiner dritten Cello-Sonate lässt Johann Sebastian BACH das Instrument eine sich weitende alternierende Tonfolge spielen, so dass aus einem Klangstrom zwei werden und beim Hörer unter Umständen der Eindruck entsteht, aus einem Cello würden zwei. Einen besonders breiten, oft spielerischen Umgang mit auditorischen Gestalten findet man im 20. Jahrhundert dann etwa bei György LIGETI. Überhaupt hat in diesem Jahrhundert das Bewusstsein der Komponisten für die Rolle der Zeit in der Musik stark zugenommen. Karlheinz STOCKHAUSEN z. B. definiert Musik als „tönend erlebte Zeit“ und versuch-

---

<sup>18</sup> TERHARDT 1998, ZWICKER und FASTL 1999, SIEROKA 2015, S. 128–149.

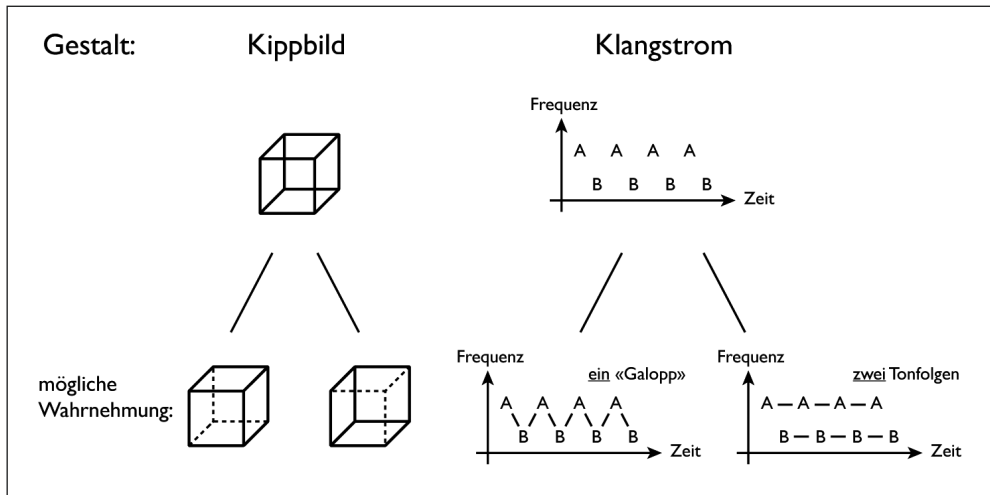


Abb. 2 Beispiel für die Wahrnehmung einer visuell und einer auditorisch ambigen Gestalt bzw. Klangszene. *Links:* Necker-Würfel als zweideutige Raumgestalt; *rechts:* eine Klangfolge als zweideutige Zeitgestalt (aus SIEROKA 2018, S. 73)

te sich eine Zeit lang darin, Musik vollständig über die Taktung einer einzelnen Form von Klang- bzw. Zeit-Atomen aufzubauen (STOCKHAUSEN 1963). Und Bernd Alois ZIMMERMANN, um nur ein weiteres Beispiel zu nennen, beschreibt Musik als „Zeitkunst“ und arbeitet mit der Überlagerung musikalischer Zitate und damit ganzer musikhistorischer Zeitschichten (ZIMMERMANN 1974).

Dieses besonders enge Verhältnis zwischen zeitlichen Regularitäten und Wahrnehmungseigenschaften erlaubt nun auch eine intensive Untersuchung möglicher Verbindungen zwischen Modal- und Lagezeit. So gestatten neurophysiologische Messungen und Modellierungen, da sie auf der physikalischen Zeitskala basieren, einen lagezeitlichen Zugang zu Korrelaten modalzeitlicher Wahrnehmungseigenschaften. Denn aus den gemessenen und modellierten Daten können diese Eigenschaften bei entsprechender Expertise zum Teil dynamisch abgelesen werden.<sup>19</sup> Das ist ähnlich wie beim „Lesen“ einer Partitur: Wenn man darin geübt ist, gelingt es einem, das Dargestellte (seien es nun Noten oder physiologisch gemessene bzw. modellierte Daten) mit einem Klangerlebnis in Verbindung zu bringen.

Aber nicht nur Klangeigenschaften können untersucht werden, sondern auch allgemeiner die zeitlichen Abfolgen in Lage- und Modalzeit, also der Verlauf in den physikalischen Reizen im Vergleich zu demjenigen, was in welcher Reihenfolge wahrgenommen wird. Hier sind z. B. Maskierungsexperimente von zentralem Interesse, bei denen sozusagen frühere durch spätere Reize „überschrieben“ werden. Dies wiederum kann durch bestimmte Formen zeitlicher Integrationsprozesse erklärt werden.

Umgekehrte Verbindungen, also die von der Modal- hin zur Lagezeit, ergeben sich durch phänomenologische Analysen.<sup>20</sup> Hier bilden konzeptionelle Fragen über das Zeitbewusstsein

<sup>19</sup> SIEROKA 2015, S. 134–135; PATTERSON 1994.

<sup>20</sup> SIEROKA 2015, S. 169–203.

den Ausgangspunkt. Insbesondere geht es um die Struktur und interne Dynamik, die Voraussetzung dafür ist, dass man überhaupt etwas wahrnimmt. Hört man beispielsweise den vierten Ton einer Melodie, so müssen die vorhergehenden Töne irgendwie noch präsent sein, damit es eben als Melodie erscheint und nicht als Stakkato unzusammenhängender Klangereignisse. Neben der physikalischen und physiologischen Ebene mit ihren Integrationsprozessen, die in Ohr und Gehirn stattfinden, gibt es hier eben auch auf der Ebene des Wahrgenommenen Strukturen und Dynamiken, die es zu analysieren und beschreiben gilt – und die dementsprechend also primär modalzeitlich sind. Anschließend stellt sich dann die Frage, nach strukturellen Ähnlichkeiten: Welche Aspekte der lagezeitlichen Dynamik auf physiologischer Ebene ähneln in welcher Weise den modalzeitlichen Dynamiken im Wahrgenommenen? Außerdem ist im Zuge einer phänomenologischen Analyse nachvollziehbar, warum und wie es überhaupt möglich ist, aus der (modalzeitlich geprägten) Wahrnehmung eine lagezeitliche Ordnung zu etablieren. Denn das geschieht ja offensichtlich, wenn man über „frühere“ und „spätere“ Ereignisse spricht, einen Kalender führt, Uhren baut, physikalische Messungen macht, usw.

Das übergeordnete Forschungsziel, nämlich verschiedene Zeitformen in ihren „Taktungen“ zu verstehen und zueinander in Beziehung zu setzen, wird hier also konkret zur Frage nach strukturellen Analogien zwischen den „modal- und lagezeitlichen Dynamiken“, die der Wahrnehmung bzw. der Physiologie zugrunde liegen.<sup>21</sup> Dieses methodische Vorgehen zielt nicht auf einen Reduktionismus; es zielt nicht darauf, alle Befunde von Beginn auf eine bestimmte (*a priori* ausgezeichnete) Zeitform zu reduzieren. Stattdessen geht es darum, durch die genaue Analyse der unterschiedlichen Dynamiken innerhalb verschiedener Zeitformen so etwas zu erzeugen wie eine „stereoskopische Tiefenschärfe“ – um es einmal in einer visuellen Metapher auszudrücken (VARELA 1996, 1999). Ein tieferes Verständnis, so die Annahme, wird erzeugt, indem man, statt zu reduzieren und „wegzuerklären“, lage- und modalzeitlichen Beschreibungen jeweils ernsthaft und genau verfolgt und die Ereignisse dann gemeinsam (d. h. in einem einheitlichen Beschreibungsrahmen) betrachtet – so wie eben bei der Stereoskopie aus der Betrachtung zweier zweidimensionaler Bilder der Eindruck des Dreidimensionalen, also einer zusätzlichen räumlichen Tiefe entsteht. Und für einen solchen gemeinsamen Beschreibungsrahmen bietet sich eben genau der Zeitbegriff an. Denn Zeit ist, wie zu Beginn betont, in ihren unterschiedlichen Formen zentral für die unterschiedlichsten Formen von Ereignissen und erlaubt dadurch eine breite und zugleich anti-reduktionistische Koordinierung dieser Ereignisse.

## 5. SchlussTaktungen

Verschiedene Ereignisse, so hatte sich gezeigt, verorten sich innerhalb verschiedener Zeitformen und -skalen: Einheiten, die bei Betrachtungen der physikalischen Zeit grundlegend sind, sind andere als diejenigen, die dem politischen Leben zugrunde liegen; diese sind wiederum andere als die, die dem individuellen Erleben und Erinnern unterliegen usw. Und während einige dieser Zeitformen sich primär lagezeitlich ordnen, ordnen sich andere modalzeitlich.

Andererseits hat sich aber auch gezeigt, dass diese Ereignisse oftmals nicht völlig zusammenhangslos sind, sondern sich aufeinander beziehen lassen. Sie lassen sich koordinie-

---

<sup>21</sup> Ebenda, S. 212–239.

ren oder „takten“; und philosophische Fragen, so wurde deutlich, sind oftmals genau solche nach der Koordinierung oder Taktung – und sie lassen sich in zwei Typen unterscheiden: solche, bei denen es um die Taktung von Ereignissen innerhalb einer Zeitform geht (siehe das Beispiel der Quantenuhren aus Abschnitt 4); und solche, die die Taktung von Ereignissen verschiedener Zeitformen betreffen (siehe das Beispiel der Hörforschung). Aus Letzteren ergeben sich dann unter Umständen (wie im Beispiel) wichtige Verbindungen zwischen Modal- und Lagezeit.

Zum Abschluss lässt sich dies noch verallgemeinern. Denn Fragen nach dem Nacheinander und Nebeneinander stellen sich in deutlich mehr Bereichen, als nur den einzelwissenschaftlichen Kontexten, die hier als Beispiele dienen. So ist auch die Alltagswelt und das tägliche Miteinander geprägt und abhängig von der Taktung von Ereignissen.<sup>22</sup> Man orientiert sich, wie bereits erwähnt, an Fahrplänen, um rechtzeitig zu einer Veranstaltung zu gelangen; das Wetter hat Einfluss darauf, was ich für den Rest des Tages in meinen Rucksack packe; usw. Aber es geht nicht nur um solch vermeintlich triviale Taktungen. Taktungen sind für den Einzelnen auch dann besonders wichtig, wenn es um die geistig-körperliche Gesundheit geht: Diese hängt beispielsweise stark vom Schlaf-Wach-Rhythmus ab. Oder man denke auch, um ein anders gelagertes Beispiel zu nennen, an die seelsorgerische Funktion, die das Kirchenjahr für viele Christen übernimmt – und ähnlich entsprechend in anderen Religionsgemeinschaften. Und was sozusagen „die gesellschaftliche Gesundheit“ anbelangt, so mag man an das denken, was zu Beginn über die Taktung politischer Wahlen gesagt wurde, über juristische Fragen der Verjährung von Strafen und der historischen Gerechtigkeit (SHAPIRO 2016, MEYER 2005, DIETRICH et al. 2018).

Wenn es so oft und in so vielen Bereichen um Taktungen geht, so mag man sich fragen, ob es also am sinnvollsten ist, überall nach einer perfekten Koordinierung zu streben, in der sozusagen alle Zeitformen vollständig synchronisiert und also sämtliche Ereignisse perfekt zueinander getaktet sind. Tatsächlich tragen De-Synchronisierungen oder das Aus-dem-Takt-Sein an sich oftmals pathologische Züge, und sie sind damit nicht erstrebenswert (THEUNISSEN 1991, WITTMANN 2012). Ein einfaches Beispiel sind Hektik und Langeweile. Man kann sie beschreiben als das Hinterherlaufen bzw. das Vorweglaufen der individuell erlebten Zeit gegenüber der Zeit, die sozusagen in der (physikalischen oder gesellschaftlichen) Umgebung herrscht. Mehr noch: Psychopathologen haben die bipolare Störung als eine dauerhafte und besonders starke solche De-Synchronisierung beschrieben (FUCHS 2001). Die Manie wird aufgefasst als pathologische Übersteigerung der Langeweile und Ungeduld; die Depression als pathologische Form des „Zeitdrucks“ und Grams. Eine weitere Form des Aus-dem-Takt-Seins ergibt sich durch etwas, das man „Fremdtaktung“ nennen könnte. Ein sehr einfaches, aber auch schmerzhaftes Beispiel ist der Schlafentzug, bei dem von jemand anderem eine Schlaf-Wach-Taktung oktroyiert wird. In diese Kategorie der Fremdtaktungen gehören wohl auch die „Beschleunigungsbeschwerden“, von denen man neuerdings immer wieder lesen kann (SIEROKA 2018). Hier haben Menschen das Gefühl, mit den gesellschaftlichen Veränderungen, die um sie herum geschehen, nicht mehr im Takt zu sein, nicht mehr „mithalten“ zu können.

Dennoch sind, ungeachtet all dieser Pathologien, zumindest kleine (kurzfristige) De-Synchronisierungen wichtig. Wenn immer alles perfekt getaktet ist, drohen Fehlidentifikationen, und es droht eine Verarmung der Erfahrungswelt (BLUMENBERG 1986). Ist alles im Takt, so

---

<sup>22</sup> SIEROKA 2018, S. 83–85.

nimmt man den Unterschied zwischen verschiedenen Zeitformen nicht mehr wahr; und das kann dazu führen, dass man nur noch eine Zeitform und damit nur noch einen Erfahrungskontext für relevant hält. Philosophische Reduktionismen sind hierfür ein Beispiel: Ein Physiker erkennt nur die physikalische Zeit als relevant an; alles Übrige ist nachgeordnet, hat nicht die gleiche Relevanz. Und ein besonders pathologischer Fall ist in diesem Zusammenhang die gerade erwähnte Fremdtaktung, bei dem ein Einzelner oder eine Gruppe anderen ihre Zeit und Zeitskala aufzwingt über individuellen Schlafentzug, gesellschaftliche Zwangsereignisse und Ähnliches (BLUMENBERG 1986, THEUNISSEN 1991). Hier werden willentlich Erfahrungskontexte zerstört.

Eines lässt sich also zusammenfassend festhalten – ganz egal, ob man die Möglichkeit von Quantenuhren, die Wahrnehmung einzelner Töne, den Alltag, die geistig-körperliche Gesundheit oder größere gesellschaftliche Kontexte behandelt: Es ist eine wichtige Aufgabe, verschiedene Zeitformen (physikalische Zeit, erlebte Zeit, ...) mit all ihren Unterarten und ihren zum Teil lage-, zum Teil modalzeitlichen Grundstrukturen und -skalen ernst zu nehmen und sie vergleichend miteinander zu koordinieren. Das sichert nicht nur eine Vielfalt innerhalb der Forschung, sondern in der Tat die Vielfalt menschlicher Erfahrungen.<sup>23</sup>

### Literatur

- BLUMENBERG, H.: *Lebenszeit und Weltzeit*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BOURNE, C.: *A Future for Presentism*. Oxford: Oxford University Press 2006
- BREGMAN, A. S.: *Auditory Scene Analysis*. Cambridge (Mass.): MIT Press 1990
- CARROLL, L.: *The Rectory Umbrella and Mischmasch*. London: Cassell 1932
- DAINTON, B.: *Time and Space*. 2. ed. Durham: Acumen 2010
- DEMANDT, A.: *Zeit: Eine Kulturgeschichte*. 2. ed. Berlin: Propyläen 2015
- DIETRICH, F., MÜLLER-SALO, J., und SCHMÜCKER, R. (Hrsg.): *Zeit – Eine normative Ressource?* Frankfurt (Main): Klostermann 2018
- DYKE, H. (Ed.): *Time and Ethics: Essays at the Intersection*. Dordrecht: Kluwer 2003
- DYKE, H., und BARDON, A. (Eds.): *A Companion to the Philosophy of Time*. Malden (Mass.): Wiley Blackwell 2013
- FUCHS, T.: *Die Zeitlichkeit des Leidens. Phänomenologische Forschungen* 2001, 59–77 (2001)
- GOETZ, K. H., und MEYER-SÄHLING, J.-H. (Eds.): *The EU Timescape*. (= *Journal of European Public Policy* 16/2; Sonderheft). London: Francis & Taylor 2009
- GUTSCHALK, A., MICHEYL, C., MELCHER, J. R., RUPP, A., SCHERG, M., and OXENHAM, A. J.: 2005. Neuromagnetic correlates of streaming in human auditory cortex. *Journal of Neuroscience* 25, 5382–5388 (2005)
- HILGEOORD, J.: *Time in quantum mechanics: a story of confusion*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 36, 29–60 (2005)
- HORWICH, P.: *Asymmetries in Time – Problems in the Philosophy of Science*. Cambridge (Mass.): MIT Press 1987
- JANICH, P.: *Protophysik der Zeit – Konstruktive Begründung und Geschichte der Zeitmessung*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1980
- LORENZEN, P.: *Konstruktive Wissenschaftstheorie*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1974
- MAYATO, R. S., ALONSO, D., und EGUSQUIZA, I. L.: *Quantum clocks and stopwatches*. In: MUGA, G., MAYATO, R. S., and EGUSQUIZA, I. L. (Eds.): *In Time in Quantum Mechanics*; pp. 235–278. Berlin: Springer 2008
- MELLOR, D. H.: *Real Time II*. Cambridge: Cambridge University Press 1998
- MEYER, L. H.: *Historische Gerechtigkeit*. Berlin: de Gruyter 2005
- PATTERSON, R. D.: *The sound of a sinusoid: Time-interval models*. *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)* 96, 1419–1428 (1994)
- PRICE, H.: *A neglected route to realism about quantum mechanics*. *Mind* 103, 303–336 (1994)
- PRICE, H.: *Toy models for retrocausality*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 39, 752–761 (2008)

---

23 Ich danke Catherine HERBIN und Niels LINNEMANN herzlich für ihre Kommentare zu einer früheren Version dieses Aufsatzes.

- SENECA: Apocolocytosis. Lateinisch/Deutsch. Ditzingen: Reclam 1986
- SHAPIRO, M. J.: Politics and Time. Cambridge: Polity 2016
- SIEROKA, N.: Ist ein Zeithof schon genug? – Neurophänomenologische Überlegungen zum Zeitbewusstsein und zur Rolle des Auditiven. *Philosophia Naturalis* 46, 213–249 (2009)
- SIEROKA, N.: Leibniz, Husserl, and the Brain. Basingstoke: Palgrave Macmillan 2015
- SIEROKA, N.: Philosophie der Zeit: Grundlagen und Perspektiven. (Reihe C. H. Beck Wissen.) München: Beck 2018
- STOCKHAUSEN, K.: Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik. Bd. 1. Köln: DuMont Schauberg 1963
- TERHARDT, E.: Akustische Kommunikation: Grundlagen mit Hörbeispielen. Berlin: Springer 1998
- THEUNISSEN, M.: Negative Theologie der Zeit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1991
- VARELA, F. J.: Neurophenomenology: A methodological remedy for the hard problem. *Journal of Consciousness Studies* 3, 330–349 (1996)
- VARELA, F. J.: The specious present: A neurophenomenology of time consciousness. In: PETITOT, J., VARELA, F. J., PACHOUD, B., and Roy, J.-M. (Eds.): *Naturalizing Phenomenology*; pp. 266–314. Stanford: Stanford University Press 1999
- WHITEHEAD, A. N.: *Adventures of Ideas*. Cambridge: Cambridge University Press 1933
- WITTMANN, M.: *Gefühlte Zeit. Kleine Psychologie des Zeitempfindens*. München: Beck 2012
- ZIMMERMANN, B. A.: *Intervall und Zeit*. Mainz: Schott 1974
- ZWICKER, E., und FASTL, H.: *Psychoacoustics: Facts and Models*. 2. ed. Berlin: Springer 1999

Prof. Dr. Dr. Norman SIEROKA  
Theoretische Philosophie  
Universität Bremen  
Postfach 330 440  
28334 Bremen  
Bundesrepublik Deutschland  
Tel.: +49 421 21867830  
E-Mail: sieroka@uni-bremen.de

