

Helmut Fink/  
Rainer Rosenzweig (Hrsg.)

# Zeit · Geist Gehirn

Neurowissenschaft  
und Zeiterleben

**Kortizes**  
Nürnberg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

© 2023 Kortizes gGmbH, Hauptstr. 48, 90537 Feucht b. Nürnberg

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk sowie einzelne Teile desselben sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zulässigen Fällen ist ohne vorherige Zustimmung des Verlages nicht zulässig.

Printed in Germany

Einband, Satz, Layout: Alexander Paul/Kortizes gGmbH

Druck: BoD – Books on Demand GmbH

ISBN (Print) folgt

ISBN (E-Book) folgt

Bildquellen Autoren: Anne Böckler-Raettig; Daniel Peter; Gregor Eichele: Irene Böttcher-Gajewski; Alexander Gail: Karin Tilch; Heiko Hecht: privat; Andrea Kiesel: Peter Scherer; Eva Landmann: Julia Martschinke; Martin Meyer: privat; Barbara Schmid: Rudi Ott; Norman Sieroka: Matej Meza; Roland Thomaschke: A.-Ludwigs-Universität Freiburg; Rolf Ulrich: privat; Isabell Winkler. Bildquellen Herausgeber: Helmut Fink: Evelin Frerk; Rainer Rosenzweig; Evelin Frerk.

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	7
<i>Helmut Fink</i>	
<b>Einleitung</b>	
Zeit im Gehirn – Gehirn in der Zeit .....	9
<i>Gregor Eichele</i>	
<b>Die innere Uhr</b>	
Vom Molekül zum Verhalten .....	17
<i>Barbara Schmid</i>	
<b>Der elektrische Blick ins Gehirn</b>	
Über Taktgeber, Relaisstationen und Geschwindigkeiten im Nervensystem .....	35
<i>Rolf Ulrich</i>	
<b>Zeitkognition</b>	
Denken und Sprechen über Zeit .....	55
<i>Heiko Hecht</i>	
<b>Zeitwahrnehmung als Bewegungswahrnehmung</b> .....	69
<i>Isabell Winkler</i>	
<b>Einflussfaktoren auf das Zeitempfinden</b>	
Warum die Zeit oft verfliegt und sich manchmal endlos hinzieht .....	89
<i>Andrea Kiesel und Roland Thomaschke</i>	
<b>Zeit in Aktion</b>	
Wahrnehmung und Verarbeitung von Zeit in Handlungskontexten .....	99
<i>Alexander Gail</i>	
<b>»Erinnerungen an die Zukunft«</b>	
Handlungsplanung in der Großhirnrinde .....	113

*Martin Meyer*

**Neuronentakt und Sprachsignal**

Zeitabläufe im Gehirn während der Sprachverarbeitung . . . . . 131

*Eva Landmann und Anne Böckler-Raettig*

**Die Dauer (D)eines Blickes**

Wie Blicke soziale Interaktion unterstützen. . . . . 149

*Norman Sieroka*

**Zeitliche Vielfalt**

Erscheinungsformen von Zeit

und die Aufgabe der Philosophie. . . . . 167

**Die Autorinnen und Autoren . . . . . 183**

**Die Herausgeber . . . . . 187**

## Vorwort

Den Beiträgen dieses Bandes liegt – mit einer Ausnahme – ein öffentliches Symposium zu Grunde, das von 1. bis 3. Oktober 2021 im Aufseß-Saal des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg stattfand. Dass dieses Symposium inmitten der damals noch nicht beendeten Corona-Zeit mit mehreren hundert Teilnehmern in Präsenz durchgeführt werden konnte, war für das veranstaltende Institut für populärwissenschaftlichen Diskurs *Kortizes* (siehe [kortizes.de](http://kortizes.de)) ein nicht unerhebliches Hoffnungszeichen.

Das Profil der seit 2018 jährlich stattfindenden *Kortizes*-Symposien wie auch der zugehörigen Buchveröffentlichungen besteht darin, Schwerpunktthemen aus Wahrnehmungs- und Hirnforschung von wissenschaftlichen Fachleuten aus verschiedenen Perspektiven allgemeinverständlich darstellen zu lassen und so einen Beitrag zur Breitenwirksamkeit eines zeitgemäßen Menschenbildes zu leisten. Daran sehen wir weiterhin Bedarf. Die Reihe wird daher fortgeführt.

Wir haben den Beitrag von Heiko Hecht, obgleich nicht Referent des oben genannten Symposiums, aufgrund perfekter thematischer Passung in das vorliegende Buch mit aufgenommen. Allen Autorinnen und Autoren sei für ihre Bereitschaft zur Mitwirkung und die Mühe ihrer Arbeit herzlich gedankt. Ebenso gilt unser Dank dem gesamten *Kortizes*-Team, ohne das es keine Symposien gäbe, und speziell dem Graphiker Alexander Paul, der wie stets gewissenhaft den Satz des Buches erledigt hat.

Nürnberg im Juli 2023

Die Herausgeber



*Helmut Fink*

## Einleitung

### Zeit im Gehirn – Gehirn in der Zeit

Zeitverlauf und Endlichkeit sind Grunderfahrungen des Menschen. Was der Mensch erlebt, erlebt er in der Zeit. Das wissenschaftliche Menschenbild der Neuzeit hat die Einsicht erbracht, dass jeglichem Erleben ein funktionsfähiges Gehirn zu Grunde liegt. Das Gehirn ist der materielle Träger des Bewusstseins, das Bewusstsein umfasst das Zeiterleben, und das Zeiterleben findet wiederum innerhalb der physikalischen Zeit statt. In der Überschrift dieser Einleitung wurde das Bewusstsein quasi herausgekürzt, genannt sind nur Gehirn und Zeit.

Und doch sind Bewusstseinsinhalte das, worauf es beim Thema dieses Buches ankommt. Ihre zeitliche Ordnung, ihre Taktung, das Erleben der Gegenwart und der je subjektive Eindruck einer kontinuierlich verfließenden – wenngleich nicht immer als gleich schnell empfundenen – Zeit sind legitimer Gegenstand der Psychologie. Diese »subjektive Seite« der Zeit mit der Dynamik objektiver Hirnzustände gleichsetzen zu wollen, wäre ein klarer Kategorienfehler. Nur von materiellen Konfigurationen in der physikalischen Zeit zu reden, wäre hier eine existentielle Vernachlässigung des »geistigen« Erlebens. Bei Ausblendung mentaler Zustände als eigenständiger Beschreibungsebene droht ein desaströser Reduktionismus, der unterwegs verliert, was er doch ursprünglich erklären wollte.

Umgekehrt kann selbstverständlich auch die materielle Beschreibungsebene nicht einfach zugunsten einer Phänomenologie des Geistes aufgegeben oder ihrer Eigenständigkeit beraubt werden: Es ist gerade der *Bezug* des Zeiterlebens auf die ihm zugrunde liegenden Hirnzustände und ihre Ursachen, d. h. auf neuronale Anregungen und physiologische Mechanismen sowie auf äußere Reize und Geschehnisse in der physikalischen Zeit, der einen Großteil der Forschungsfragen ausmacht. Ein bloß introspektiver Zugang wäre daher ebenfalls vollkommen unzureichend, nur eben mit kompletterem Defizit.

Eine Fülle an Forschungsergebnissen zu Bedingungen und Ausprägungen des Zeiterlebens ist seit Jahrzehnten bekannt und kann z. B. im umfassenden Übersichtsartikel von Rüdiger Vaas (2000) nachgelesen werden. Hierzu gehören Grenzen der zeitlichen Integration von als »gleichzeitig« erlebten Wahrnehmungseindrücken, die typische Drei-Sekunden-Taktung als universeller Rahmen erlebter Gegenwart, Störungen des Zeiterlebens und ihre neuronalen Ursachen, die Synchronisation neuronaler Oszillationen und ihre mutmaßliche Rolle für Aufmerksamkeit und Bewusstheit, die Rückdatierung von Stimuluswahrnehmungen und die damit verbundene Täuschbarkeit, sowie die Verarbeitung von Erwartungen und die Vorplanung komplexer Leistungen wie etwa Sprache oder Willkürmotorik. Stets werden dabei geistige und materielle, mentale und neuronale, psychologische und physiologische (bzw. physikalische) Konzepte aufeinander bezogen.

Die »Rätsel« des Zeiterlebens haben lebensweltliche Bedeutung und berühren das Verständnis des Menschseins unmittelbar. Sie sind daher auch immer wieder Gegenstand populärwissenschaftlicher Berichte (vgl. z. B. Gehirn & Geist, 2007). Auf eine besondere Verbindung von *Zeitwahrnehmung* und *Körperwahrnehmung* macht Wittmann (2014) aufmerksam: Das Körpergefühl entsteht aus Signalen der Körperwahrnehmung (Interozeption), die in der Inselrinde (*Insula*) zusammenlaufen und integriert werden. Die Inselrinde ist beim Wahrnehmen von Zeitdauern im Sekundenbereich besonders aktiv. Eine intensive »Ich-Wahrnehmung« (etwa auch bei Achtsamkeitsmeditation) lässt den subjektiven Zeitverlauf langsamer erscheinen, d. h. Zeitdauern werden überschätzt. Flow-Zustände (vgl. Peifer und Bartzik, 2020) hingegen bewirken das Gegenteil: geringere »Ich-Wahrnehmung«, schnellerer subjektiver Zeitverlauf. Über das »Körperselbst« führt die Erforschung des Zeiterlebens so zum großen Thema des »Selbst-Bewusstseins«.

Die Bewusstseinsforschung jedoch ist ein umkämpftes Gebiet. Bis in die Gegenwart hinein besteht kein Konsens, welcher der Theorieansätze zur Erklärung von Bewusstsein der fruchtbarste ist. Ein aktueller Review-Artikel von Kent und Wittmann (2021)<sup>1</sup> gibt

---

<sup>1</sup> Ich danke Anja Göritz für diesen Hinweis aus der Fülle der Fachliteratur zur Neuropsychologie des Zeiterlebens.

Einblicke in diese Kontroverse unter dem Blickwinkel des *Zeitbewusstseins*. Darin wird die Hoffnung formuliert, dass ein vertieftes Verständnis des Zeitbewusstseins zusätzliche – und vielleicht entscheidende – Kriterien liefert, um konkurrierende Bewusstseinstheorien (wie etwa die Theorie der integrierten Information oder die Theorie des globalen Arbeitsraums) zu beurteilen. Betont wird dabei die notwendige Berücksichtigung nicht nur neuronaler und funktionaler, sondern auch *phänomenaler* Aspekte des Zeitbewusstseins. Insbesondere erfordern die als ausgedehnt erlebte Gegenwart (bis zu ca. 3 Sekunden) und der als Fluss erlebte Zeitverlauf eine *kontinuierliche* Beschreibung, die keine Reduktion auf einzelne Zeitpunkte erlaubt. Der »Fluss« muss diskrete Zeiteinheiten überschreiten, um sie zu verbinden. Viele der aktuellen Theorieansätze können jedoch (nach Meinung der beiden Autoren) diese Kontinuität nicht erfassen, weil sie methodisch auf kurze, diskrete, unbewusste funktionale Zeitpunkte beschränkt sind. – Wir können diesen Einwänden (und ggf. Entgegnungen anderer Autoren) hier nicht näher nachgehen. Es ist aber festzuhalten, dass die Beschreibung und Erklärung des Zeiterlebens ein wesentlicher und keineswegs unumstrittener Teil der Bewusstseinsforschung ist.

Nach diesen Hinweisen auf Weiterungen des Themenkreises stellen wir im Folgenden den inhaltlichen Bogen der Beiträge dieses Bandes vor. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind spannend. Aber ihre Spannung ist von anderer Art als in einem Kriminalroman, bei dem man die zentralen Handlungsmotive nicht vorweggenommen sehen möchte. Daher mag eine überblicksartige Zusammenfassung der Forschungsergebnisse, die in den Autorenbeiträgen dann ausführlicher dargestellt und begründet werden, der Orientierung dienen, ohne die Vorfreude zu schmälern.

Im ersten Beitrag gibt der Entwicklungs- und Molekularbiologe *Gregor Eichele* einen Überblick über die Erforschung zirkadianer Rhythmen und die genetischen Mechanismen molekularer Uhren. Geschildert werden die historischen Fortschritte der Chronobiologie seit dem 19. Jahrhundert. Innere Uhren finden sich in vielen verschiedenen Organismen. Sie ermöglichen eine Voreinstellung auf tageszeitliche Veränderungen, müssen jedoch durch Umwelteinflüsse mit einem exakten 24-Stunden-Rhythmus synchronisiert werden. In den 1970er Jahren konnten an der Fruchtfliege entscheidende Gene iden-

tifiziert werden, die dort die innere Uhr steuern. Seither sind die komplexen molekularen Mechanismen, etwa die beteiligten Uhren-Proteine, auch beim Menschen detaillierter erfasst worden. Ein Kreislauf aus Aktivierung und negativer Rückkopplung sich selbst regulierender Gene und Proteine erklärt die zirkadianen Rhythmen, die sich vielfach im Körper auswirken.

Die Neurologin *Barbara Schmid* legt in ihrem Beitrag eine reich bebilderte Übersicht über die Messverfahren und Diagnostikmethoden ihres Fachgebiets vor. Erläutert werden insbesondere Elektroenzephalographie (EEG), Elektromyographie (EMG) und die Methode evozierter Potentiale. Hierbei werden visuell, somatosensibel und motorisch evozierte Potentiale unterschieden, je nachdem, auf welchem Weg die Stimulation erfolgt. Auch auf Grundlagen der Neuroanatomie und Neurophysiologie wird kurz eingegangen und der Bezug zum klinischen Alltag hergestellt. So werden typische Zeitskalen deutlich, etwa neuronale Signallaufzeiten und Latenzen, die in der Elektrophysiologie des Nervensystems eine Rolle spielen.

Einem ganz anderen Thema ist der Beitrag des Psychologen *Rolf Ulrich* gewidmet, nämlich der Frage, wie wir über Zeit denken und sprechen. Dies ist ein Gegenstand der Kognitionspsychologie, in deren Rahmen aussagekräftige Studien dazu durchgeführt wurden. Zeit ist ein abstrakter Begriff, der jedoch auf Erfahrungen der Wahrnehmung und der Motorik aufbaut. Von besonderer Bedeutung sind dabei räumliche Erfahrungen: Mentale Repräsentationen und Sprechweisen werden vom Raum auf die Zeit übertragen. Dies gilt einerseits für die zeitliche Abfolge von Ereignissen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (sog. deiktische Zeit). Diese Abfolge wird mit einer räumlichen »Hinten-vorne-« oder »Links-rechts-Anordnung« assoziiert, teilweise in kulturabhängiger Zuordnung. Andererseits wird auch die Wahrnehmung von Zeitdauern durch räumliche Assoziationen beeinflusst. Somit liegen starke Belege vor, dass unsere Zeitkognition auf räumlichem Denken fußt.

Der Psychologe *Heiko Hecht* stellt den Bezug der Zeitwahrnehmung zur Bewegungswahrnehmung her, der sich vor allem in handlungsrelevanten Situationen zeigt. Zunächst werden die neuronalen Mechanismen der Bewegungswahrnehmung skizziert und die Bedingungen für die Wahrnehmung von sog. Scheinbewegungen erläutert,

bei denen ein phänomenaler Bewegungseindruck ohne reale Bewegung entsteht. Anschließend werden Bewegungsnacheffekte besprochen und allgemeinere Adaptionseffekte diskutiert. Bei all diesen Effekten gibt es typische Zeitskalen. Bewegung erleichtert die räumliche Objekterkennung, außerdem ermöglicht die zeitliche Veränderung des Netzhautbildes eines Objekts die Abschätzung von Größenbeziehungen, Entfernungen und Geschwindigkeiten. Als ein weiterer Effekt der Bewegungswahrnehmung im Handlungskontext wird der unmittelbare Eindruck von Kausalität geschildert, der etwa bei Hintereinanderbewegungen mit geringem zeitlichen Abstand entsteht. Ein Ausblick ist schließlich der expliziten Zeitschätzung gewidmet, deren Mechanismus mit dem Modell eines internen Taktgebers beschrieben wird und bei der es situationsabhängig zu charakteristischen Fehleinschätzungen kommt.

Im anschließenden Beitrag der Psychologin *Isabell Winkler* werden genau diese letztgenannten Aspekte der Zeitwahrnehmung vertieft. Grundsätzlich ist zwischen der empfundenen Geschwindigkeit des Zeitvergehens im gegenwärtigen Augenblick (prospektive Zeitwahrnehmung) und in der Rückschau (retrospektive Zeitwahrnehmung) zu unterscheiden. Ausgehend vom Modell des internen Taktgebers erhöht sich zum einen die Taktrate der inneren Uhr mit körperlicher oder emotionaler Aktivierung, was Zeitspannen länger erscheinen lässt. Zum anderen ist die Aufmerksamkeit, die wir auf das Vergehen der Zeit richten, ein wichtiger Einflussfaktor unseres Zeitempfindens. Und auch Abweichungen von vorab gebildeten Erwartungen beeinflussen die prospektive Einschätzung von Zeitspannen. In der Rückschau jedoch wirken solche Zeiten länger, von denen mehr in Erinnerung bleibt. Mit zunehmendem Alter fällt es schwerer, wirklich neuartige, nicht-routinierte Erlebnisse zu generieren, was den Eindruck einer immer schneller vergehenden Zeit erklärt. Untersuchungen während der Corona-Pandemie zeigten zudem, dass psychische Zustände wie etwa Kontrollgefühl und Lebenszufriedenheit vs. Kontrollverlust und Depressivität sich ebenfalls auf das Zeiterleben auswirken.

Gegenstand des Beitrags von *Andrea Kiesel* und *Roland Thomaschke* ist einerseits die Zeitverarbeitung bei der Vorbereitung und Steuerung von Handlungen und andererseits die Verzerrung der Zeitwahrnehmung, die bei eigenverursachten Handlungseffekten auftritt. Um

die Voraussage bzw. Prädiktion von Ereignissen im Zeitablauf in psychologischen Studien zu untersuchen, werden Reaktionszeitexperimente genutzt. Mentales Vorbereitetsein auf eine gewünschte Handlung macht sich in kürzeren Reaktionszeiten auf einen entsprechenden Stimulus bzw. Targetreiz bemerkbar. Dabei kann die Abhängigkeit einer bestimmten Reaktion von einer vorausgehenden Wartezeit bzw. Vorperiode oder auch die Häufigkeit und Schnelligkeit einer richtigen Wahl aus mehreren Reaktionsmöglichkeiten bei verschiedenartigen Vorperioden untersucht werden. Es zeigt sich, dass die Prädiktionsmechanismen gelernte Korrelationen in der Reizkonstellation ausnutzen und so zu einer optimierten Handlungsplanung beitragen. Die Zeit, die zwischen einer eigenen Handlung (z. B. Tastendruck) und ihrer wahrgenommenen Wirkung (z. B. Tonerzeugung) vergeht, wird jedoch systematisch unterschätzt. Da dies nur bei eigenen Aktionen auftritt, liegt die Vermutung nahe, dass es dem Erleben von Akteurskausalität dient.

Der Neurowissenschaftler *Alexander Gail* setzt sich ebenfalls mit dem Thema Handlungsplanung auseinander und beleuchtet speziell die Rolle, die Erinnerungen dabei spielen. Die gedankliche Vorwegnahme späterer Situationen durchbricht die starre Abfolge von Reiz und Reaktion. Gedächtnisprozesse, etwa über räumliche Verhältnisse oder über regelbasierte Bewegungsabläufe, tragen zur Handlungsplanung bei. Im Gehirn sind dabei Rückkopplungsschleifen zwischen frontalen und parietalen Regionen entscheidend, wobei der prämotorische Kortex mit integrierter Sinnesinformation aus dem Parietalkortex versorgt wird und seinerseits Information über Bewegungsziele an den Parietalkortex weitergibt. Dass etwa Hinweisreize zuerst im prämotorischen Kortex verarbeitet und anschließend für die Codierung von Bewegungszielen »sensomotorisch transformiert« werden, weiß man aus Experimenten mit trainierten Rhesusaffen. Auch optogenetische Methoden kamen zum Einsatz, um den kausalen Einfluss von Signalen aus dem prämotorischen Kortex nachzuweisen. In unentschiedenen Situationen können mehrere Handlungsoptionen zugleich vorbereitet werden, deren neuronale Repräsentation bis zur Entscheidung aufrechterhalten wird. Solche Erkenntnisse über die Bewegungsplanung in der Großhirnrinde können helfen, künftig vielseitigere Gehirn-Computer-Schnittstellen zu entwickeln.

Die Sprachverarbeitung im Gehirn ist das Thema des Neurowissenschaftlers *Martin Meyer*. Zunächst werden akustische, grammatische, prosodische und rhythmische Eigenschaften der Lautsprache besprochen. Die lautliche Struktur kann (bei sonst gleicher Abfolge) für die Erfassung syntaktischer oder semantischer Information entscheidend sein, wie man an doppeldeutigen Sätzen leicht sieht. Sodann nimmt der Beitrag die neuronalen Vorgänge beim Sprachverstehen in den Blick. Elektrophysiologisch unterscheidet man fünf Frequenzbänder für Hirnswingungen, die im Rahmen der Spracherkennung mit den akustischen Mustern des Sprachsignals abgeglichen werden. So werden Informationen in unterschiedlichen Zeitfenstern erfasst und können vom Gehirn weiterverarbeitet und aufeinander bezogen werden. Eine neuere Erkenntnis stellt die Auffindung eines universellen Rhythmus dar, der Lautsprachen überall auf der Welt kennzeichnet und zugleich mit der Gehirnaktivität korrespondiert. Die Rhythmik scheint eher vom Gehirn als von der Umwelt auszugehen: Wahrnehmungs- und Bewegungsprozesse folgen einer Art zentralem Taktgeber, dem sich nicht zuletzt auch die Struktur der Sprache anpasst.

Der Beitrag der Psychologinnen *Eva Landmann* und *Anne Böckler-Raettig* ist einem anderen zwischenmenschlichen Ausdrucksmittel gewidmet, nämlich der Dynamik von Blickkontakten. Grundlegende Effekte liegen darin, dass wir den Blicken anderer folgen und dass direkter Blickkontakt sofort Aufmerksamkeit auf sich zieht. Durch die Dauer des Blickkontakts kann soziale und kommunikative Nähe wirksam reguliert werden. Außerdem ermöglichen Blicke das schnelle Erfassen der Gefühle und Absichten von Mitmenschen. Beim Erkennen von Emotionen werden Hinweise aus Gesichtsausdruck und Blickrichtung kombiniert. Das Wechselspiel des Blickkontakts strukturiert Gespräche und hilft dabei, die Bedeutung des Gehörten einzuordnen. Auch in Situationen gemeinsamen Handelns erweisen sich zeitlich präzise abgestimmte Blicksignale als hoch effizient für den Handlungserfolg. Blicke dienen somit nicht nur dem Verstehen, sondern auch der Koordination.

Im abschließenden Beitrag erläutert der Philosoph *Norman Sieroka* zentrale Fragestellungen aus der Philosophie der Zeit. Ausgangspunkt ist die begriffliche Erfassung der zeitlichen Geordnetheit menschlicher Erfahrungen und darauf aufbauend die Koordination

verschiedener Zeitskalen. Dabei werden lagezeitliche (etwa Uhrzeiten) und modalzeitliche (gegenwartsbezogene) Ordnungen unterschieden. Mit diesen Zugängen sind unterschiedliche Positionen in der Metaphysik der Zeit verbunden, d. h. unterschiedliche Auffassungen darüber, welche Eigenschaften des zeitlich strukturierten Geschehens als fundamental anzusehen sind. Das Verhältnis physikalischer und wahrgenommener Regularitäten wird vertieft behandelt anhand akustischer Wahrnehmungen, speziell beim Musikerleben. Dabei können lage- und modalzeitliche Beschreibungen aufeinander bezogen werden. Ein Ausblick ist schließlich längerfristigen, lebensweltlichen Taktungen gewidmet, wobei insbesondere Phänomene des »Aus-dem-Takt-Geratens« diskutiert werden. Diese umfassen Hektik, Langeweile, Fremdtaktung bis hin zu Pathologien, aber auch die befreiende Erfahrung lebendiger Abwechslung.

Die Phänomene zeitlicher Ordnungen im Gehirn, in der Umwelt, im Verhalten und im bewussten Erleben sind vielgestaltig und in vielfältiger Weise aufeinander bezogen. Unterschiedliche Wissenschaften tragen mit ihren jeweiligen Ansatzpunkten und Forschungsmethoden zum Gesamtverständnis bei. Möge die Lektüre der Beiträge der Leserschaft eine gute Zeit bescheren.

## Literatur

- Gehirn & Geist* 10/2007: Rätsel Zeit. Wie die vierte Dimension im Kopf entsteht.  
 Kent, Lachlan und Wittmann, Marc: Time consciousness: The missing link in theories of consciousness. In: *Neuroscience of Consciousness* 7(2), 2021, niab011.  
 Peifer, Corinna und Bartzik, Marek: Das Glück im Tun. Wie Flow-Erleben mit Wohlbefinden, Leistung und Stress zusammenhängt. In: *Hirn im Glück. Freude, Liebe, Hoffnung im Spiegel der Neurowissenschaft*, hrsg. von Helmut Fink und Rainer Rosenzweig. Kortizes, Nürnberg 2020, S. 47–66.  
 Vaas, Rüdiger: Zeit und Gehirn. Essay. In: *Lexikon der Neurowissenschaft*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000, [spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/zeit-und-gehirn/14651](http://spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/zeit-und-gehirn/14651).  
 Wittmann, Marc: Wie entsteht unser Gefühl für die Zeit? In: *spektrum.de*, 22.09.2014, [spektrum.de/news/wie-unser-gefuehl-fuer-die-zeit-entsteht/1309744](http://spektrum.de/news/wie-unser-gefuehl-fuer-die-zeit-entsteht/1309744).