

Ein modernes Konzept des interaktionistischen Dualismus

J. Neunhäuserer
Reitstallweg 9, 38640 Goslar
neunchen@aol.com
Homepage

Abstract

Wir entwerfen das Konzept eines modernen interaktionistischen Dualismus von physikalischen und mentalen Ereignissen unter Verwendung des Begriffs der Wahrscheinlichkeit.

1 Einleitung

Im zeitgenössischen philosophischen Diskurs wirken dualistische metaphysische Positionen marginalisiert. Monistische Positionen oder der Verzicht auf eine metaphysische Stellungnahme kennzeichnet die Debatte. Wir stellen dem das Konzept eines modernen interaktionistischen Dualismus von physikalischen und mentalen Ereignissen gegenüber und beschreiben Elemente der Wechselwirkung der physikalischen und der mentalen Welt. Zu Beginn führen wir die Unterscheidung von physikalischen Ereignissen, die an einem Ort geschehen, und mentalen Ereignissen die nicht an einem Ort sondern in einem Bewusstsein geschehen, im Sinne Descarts, ein. Wir weisen auf die logische und zeitliche Struktur der Klasse möglicher physikalischer Ereignisse hin und beschreiben die physikalische Gegenwart und Vergangenheit mentaler Ereignisse ausgehend von deren Gegenwärtigkeit. Im nächsten Abschnitt betrachten wir die Klasse möglicher physikalischer Ereignisse genauer. Wir legen den Begriff der Wahrscheinlichkeit zugrunde, um den kausalen Konnex des Eintretens physikalischer Ereignisse begrifflich zu bestimmen. Eine Ursache eines Ereignisses, im Sinne unserer Definition, erhöht zum einen die Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Ereignisses und erlaubt zum anderen eine Erklärung, warum diese Wahrscheinlichkeitsveränderung stattfindet. Der vierte Abschnitt ist der Widerlegung des Determinismus gewidmet. Wir definieren physikalisch determinierte Ereignisse und stellen die These auf, dass Ereignisse in der Geschichte hinlänglich komplexer physikalischer Systeme, wie es Menschen und höhere Tiere sind, nicht physikalisch determiniert sein können. Ein Argument für diese These wird im Detail dargestellt. Daraufhin begreifen wir Wahrnehmungen physikalischer Ereignisse als deren mentale Wirkung. Eine Wahrnehmung, in unserem Sinne, ist eine Vorstellung, die ein physikalisches Ereignis zum Inhalt hat, das die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Vorstellung als mentales Ereignis, erhöht. Wir vertreten die These, dass das Eintreten einer Wahrnehmung eines

physikalischen Ereignisses nicht physikalisch determiniert ist, da die Aufmerksamkeit, die wir physikalischen Ereignissen schenken, nicht durch diese bestimmt wird. Im Folgenden wenden wir uns der Verursachung physikalischer Ereignisse durch mentale Ereignisse zu. Wir betrachten insbesondere den Willen zu handeln. Eine solche Voluntation ist eine Ursache einer Handlung, wenn das Eintreten der Voluntation der Handlung die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Handlung erhöht. Wir schlagen hierzu ein quantitatives mental-physikalisches Wille-Handlungsgesetz vor, das die Wahrscheinlichkeit einer Handlung unter der Bedingung einer Voluntation von der Kraft der Voluntation abhängig macht. Zum Abschluss unserer Ausführungen betrachten wir Gründe von Voluntationen und ihre Auswirkungen auf deren Kraft. Wir behaupten in einer letzten These das diese Gründe allein nie kausal wirksam werde. Wir haben die existentielle Freiheit uns, unbeding- tigt von mentalen oder physikalischen Ursachen, für oder gegen jede mögliche Voluntation zu entscheiden.

Als Ganzes zeichnen wir also den Entwurf eines libertären interaktionistischen Dualismus, der den probabilistischen Gesetzen der physikalischen Welt gerecht wird und das klassische Problem der Überdetermination physikalischer Ereignisse durch mentale Ursachen auflöst.

2 Metaphysische Grundlegung

Sei \mathfrak{P} die Klasse aller möglichen physikalischen Ereignisse zu allen Zeiten. Wir bezeichnen solche Ereignisse im Folgenden mit den Zeichen P, P_1, P_2 . Physikalische Ereignisse mögen als solche Ereignisse verstanden werden, die Gegenstand empirischer Forschung sein können. Beispiele physikalischer Ereignisse sind die Bewegungen und Wechselwirkungen von Teilchen, chemische Reaktionen, Erregungsmuster von Nervensystemen, Verhalten von Tieren und Menschen, wirtschaftliche Veränderungen von Gesellschaftssystemen, die Entstehung der Arten in der biologischen Evolution sowie die Entstehung von Planeten, Sonnensystemen, Galaxien und des physikalischen Universums in seiner Gesamtheit. Physikalische Ereignisse haben räumliche Eigenschaften, sie geschehen an einem Ort. So haben wir obige Liste physikalischer Ereignisse nach räumlichen Skalen von klein nach gross geordnet. Daneben ereignet sich jedes physikalisches Ereignis P zu einer Zeit $T(P)$. T bezeichnet hier keinen Zeitpunkt, sondern einen gewissen Zeitraum, beschrieben durch ein Intervall in den reellen Zahlen. Zwei mögliche physikalische Ereignisse, die zu einer anderen Zeit (oder an einem anderen Ort) geschehen, sind in unserem Sinne nicht identisch, d.h. $P_1 = P_2 \Rightarrow T(P_1) = T(P_2)$. Wir sprechen also von singulären Ergebnissen und nicht von Typen von Ereignissen. Zwei mögliche physikalische Ereignisse sind gleichzeitig, wenn $T(P_1) = T(P_2)$. Die Zeitlichkeit aller möglichen physikalischen Ereignisse erlauben weiterhin die Definition einer irreflexiven, transitiven, alternativen Relation \prec zwischen

Ereignissen. P_1 geschieht vor P_2 (in Zeichen: $P_1 \prec P_2$) wenn $T(P_1)$ vor $T(P_2)$ in der Ordnung der reellen Zahlen liegt. Diese relation beschreibt die Struktur der physikalischen Zeit. Sollte Einsteins Relativitätstheorie Teil einer trefflichen Beschreibung der physikalischen Realität sein, ist \prec keine totale Relation. Es gibt unterschiedliche physikalische Ereignisse P_1 und P_2 sodass weder $P_1 \prec P_2$ noch $P_2 \prec P_1$ gilt, siehe zum Beispiel [29]. Mit der Zuordnung von Ereignissen zu Propositionen,

$$P \equiv \text{''}P \text{ tritt ein''},$$

hat die Klasse \mathfrak{P} neben der zeitlichen auch eine logische Struktur. $\neg P$ bezeichnet die Negation von P , d.h. P tritt nicht ein. $P_1 \wedge P_2$ ist die Konjunktion, d.h. beide Ereignisse treten ein. Mathematisch gesprochen bildet $(\mathfrak{P}, \wedge, \neg, \prec)$ mit den bisherigen Festlegungen eine partiell geordnete Boolesche Algebra [23].

Im folgenden sei \mathfrak{M} die Klasse aller mentalen Ereignisse. Wir bezeichnen solche Ereignisse mit den Zeichen M, M_1, M_2 . \mathfrak{M} enthält alle möglichen Empfindungen, Emotionen, Kognitionen und Voluntationen in einem Bewusstsein. Empfindungen und Emotionen sind durch die ihr eigentümliche Qualität im Bewusstsein definiert. Diese Ereignisse sollen ausschliesslich als unmittelbare Erlebnisse verstanden werden und besitzen keinen propositionalen Gehalt. Sätze die dies ausdrücken haben die Form "Ich empfinde / fühle / erlebe q ", wobei q ein (privatsprachlicher) Name der Qualität des Erlebnisses ist. Kognitionen bezeichnen Vorstellungen, wie die Welt beschaffen ist oder sein könnte, diese Ereignisse beziehen sich auf einen von ihnen verschiedenen intentionalen Gehalt. Sätze wie "Ich glaube/meine/weiß das p " drücken diese mentalen Ereignisse aus, wobei p eine Proposition ist. Voluntationen beziehen sich im Gegensatz zu Kognitionen darauf, wie die Welt und insbesondere das eigene Verhalten sein sollte. Sätze die dies ausdrücken sind "Ich wünsche/möchte/will p ".

Wir unterstellen nun einen Dualismus der bisher beschriebenen Klassen von Ereignissen:

These 2.1 *Es gibt physikalische Ereignisse ($\mathfrak{P} \neq \emptyset$) und es gibt mentale Ereignisse ($\mathfrak{M} \neq \emptyset$), dabei ist kein physikalisches Ereignis mental und kein mentales Ereignis physikalisch ($\mathfrak{P} \cap \mathfrak{M} = \emptyset$).*

Dies ist eine starke und heftig umstrittene metaphysische These. Im zeitgenössischen philosophischen Diskurs werden materialistische Positionen wie die Identitätstheorie ($\mathfrak{P} = \mathfrak{M}$) oder der Eliminativismus ($\mathfrak{M} = \emptyset$) ausbuchstabiert und ernst genommen [3, 10, 11].¹ Wir haben an andere Stelle unsere Kritik an diesen Positionen im Detail dargestellt [24] und werden hier daher nur Descarts Argument [13] für 2.1 reproduzieren. Wie wir oben

¹ $\mathfrak{P} = \emptyset$ kennzeichnet eine idealistische Metaphysik. Diese Position wird im zeitgenössischen Diskurs kaum noch vertreten.

beschrieben haben, finden physikalische Ereignisse an einem Ort statt, mentale Ereignisse finden im Bewusstsein und nicht an einem Ort statt und sind daher von physikalischen Ereignissen wohlunterschieden, da ein Bewusstsein nicht an einem Ort ist. Die Frage nach dem Ort des Bewusstseins ist genauso unsinnig wie die Frage nach dem Ort des physikalischen Raumes.

Ein mentales Ereignis M , das in einem Bewusstsein stattfindet, bestimmt Kraft seiner Gegenwärtigkeit eine physikalische Zeit $T(M)$. Diese Zeit ist die Gegenwart des mentalen Ereignisses und der Verbindungspunkt der mentalen und physikalischen Welt. Die Gegenwart $\mathfrak{G}(M) \subseteq \mathfrak{P}$ bezeichnet die Menge aller möglichen physikalischen Ereignisse mit $T(M_1) = T(P_1)$, die tatsächlich eintreten. Die physikalische Vergangenheit $\mathfrak{V}(M) \subseteq \mathfrak{P}$ umfasste alle Ereignisse mit $P \prec M$, die tatsächlich eingetreten sind.

Wie wir andernorts dargestellt haben, lässt sich rein physikalistisch, ohne die Bezugnahme auf die Erlebnisqualität der Gegenwärtigkeit mentaler Ereignisse im Bewusstsein, weder Gegenwart noch Vergangenheit (oder Zukunft) bestimmen [25]. Jedes mögliche physikalische Ereignis $P \in \mathfrak{P}$ hat zwar, wie oben gesagt, seine Zeit $T(P)$; diese Zeit bestimmt aber keine Gegenwart des Ereignisses, da sich ohne Rückgriff auf mentale Ereignisse in einem Bewusstsein, nicht sagen lässt, dass P und kein anderes mögliches physikalisches Ereignis gegenwärtig eintritt oder in der Vergangenheit eingetreten ist. Wir werten dies als ein weiteres Argument für die Annahme 2.1.

Die Vereinigung $\mathfrak{Z} = \mathfrak{P} \cup \mathfrak{M}$ beschreibt alle möglichen zeitlichen Welten, von denen wir Ahnung haben. Ihr gegenüber steht die Welt der platonischen Tatsachen, wie zum Beispiel, dass zwischen einer natürlichen Zahl und ihrem Doppelten eine Primzahl liegt [1], denen keine Zeitlichkeit zukommt.

3 Ein probabilistisches Konzept der physikalischen Kausalität

Jedes mögliche physikalische Ereignis $P \in \mathfrak{P}$ hat eine Wahrscheinlichkeit $\mathcal{W}(P) \in [0, 1]$, dass es eintritt. $\mathcal{W}(P) = 0$ bedeutet, dass das Eintreten des logisch möglichen Ereignisses zu seiner Zeit physikalisch ausgeschlossen ist. $\mathcal{W}(P) = 1$ heißt, dass das Ereignis mit Sicherheit zu seiner Zeit eintritt. Wir verwenden hier den Begriff der Wahrscheinlichkeit ausdrücklich nicht im mathematisch Axiomatisch Sinne und auch nicht im Sinne statistischer Häufigkeiten. In der physikalische Realität scheint es gewisse Neigungen oder Tendenzen zu geben, dass Ereignisse eintreten, diese beschreibt \mathcal{W} , siehe hierzu auch [27, 28]. Je größer die Neigung oder Tendenz, dass P eintritt, je größer $\mathcal{W}(P)$. Die Tendenz oder Neigung eines Ereignisses einzutreten ist im allgemeinen nicht unabhängig von anderen physikalischen Ereignissen. So definieren wir die bedingte Wahrscheinlichkeit für

das Ereignis P_1 unter der Voraussetzung, dass P_2 eintritt durch

$$\mathcal{W}(P_2|P_1) = \frac{\mathcal{W}(P_2 \wedge P_1)}{\mathcal{W}(P_1)}.$$

Die zwei Ereignisse sind unabhängig voneinander, wenn $\mathcal{W}(P_2|P_1) = \mathcal{W}(P_2)$ bzw. $\mathcal{W}(P_2 \wedge P_1) = \mathcal{W}(P_2) \cdot \mathcal{W}(P_1)$ gilt, siehe etwa [5].

Die intuitive Bedeutung von Verursachung im probabilistischen Sinne ist nun, dass P_1 eine Ursache für ein späteres Ereignis P_2 ist, wenn das Eintreten von P_2 die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von P_1 erhöht. Wir präzisieren dies wie folgt:

Definition 3.1 *Das Ereignis $P_1 \in \mathfrak{P}$ ist eine Ursache für das Ereignis $P_2 \in \mathfrak{P}$ genau dann, wenn*

1. $P_1 \prec P_2$
2. $\mathcal{W}(P_2|P_1) > \mathcal{W}(P_2|\neg P_1)$
3. *Die Annahme des Eintretens von P_1 erklärt die Veränderung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens von P_2 .*

Betrachten wir ein Beispiel. Wenn der Luftdruck über dem Harz am Abend fällt, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es dort nachts regnet. Statistische Korrelationen legen nahe, dass (1) und (2) in unserem Beispiel gelten. Darüberhinaus verfügen wir über eine Erklärung, warum die Verringerung des Luftdrucks die Wahrscheinlichkeit von Regen erhöht. Fällt der Luftdruck, so steigt warme Luft auf und kühlt dabei ab. Erreicht sie eine Höhe, wo es so kühl ist, dass die Feuchtigkeit in der Luft kondensiert, bilden sich Wolken. Diese Wolken regnen möglicherweise über Nacht ab. Damit sind die drei Bedingungen unserer Definition erfüllt und wir mögen behaupten, dass die Verringerung des Luftdrucks eine Ursache ist, wenn es regnet. Betrachten wir nun eine weitere Aussage: Wenn die Schwalben über dem Harz am Abend niedrig fliegen, so steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es dort nachts regnet. Wieder werden statistische Korrelationen nahelegen, dass (1) und (2) gelten. Ist also das Verhalten der Schwalben eine Ursache des Regens in der Nacht, falls dieser fällt? Hier liegt eine Korrelation ohne Kausalität vor und die Behauptung der Kausalität ist ein "cum hoc ergo propter hoc" Fehlschluss. Wir haben die Bedingung (3) eingeführt, um solch eine Fehlinterpretation zu verhindern. Die Annahme, dass Schwalben über dem Harz sind und diese niedrig fliegen, erklärt (soweit wir wissen) keine Veränderung der Wahrscheinlichkeit, dass es Regen gibt und stellt damit gemäß unserer Definition keine Ursache dar. Die Verringerung des Luftdrucks erklärt auch die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit, dass Schwalben niedrig fliegen und ist daher gemeinsame Ursache beider Ereignisse, was ihre Korrelation erklärt.

In der philosophischen Literatur finden wir eine ganze Reihe von probabilistischen Konzepten der Verursachung und Lösungsversuche des Problems der Korrelation ohne Kausalität. Da ist etwa Reichenbergs Theorie der Abschirmung von Ursachen [30], Skyrms' Theorie der Kausalität in Variablen Kontexten [33] oder Lewis kontrafaktischer Ansatz [18, 19]. Keiner dieser Ansätze kann uns überzeugen. Wie schon David Hume festgestellt hat, ist rein empirisch kein Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität zu sehen [15]. Um eine Unterscheidung einzuführen, ist es notwendig Bezug auf unsere Theorien, Modelle oder Konzepte, die der Erklärung der Ereignisse dienen, zu nehmen. Dies scheint uns bei allen bekannten Theorien der probabilistischen Verursachung nicht hinlänglich berücksichtigt zu werden. Bedingung (3) kann als Übertragung von Carnaps Ansatz auf ein probabilistisches Konzept der Verursachung gelesen werden. Für Carnap ist Kausalität von Ereignissen mit der Existenz einer korrekten deduktiv-nomologischen Erklärung der Wirkung aus der Ursache gleichzusetzen [8]. Bedingung (3) meint, dass eine solche Erklärung für die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Wirkung vorliegt. Dabei sollte Bedingung (2) aber nicht positivistisch missverstanden werden. Statistische Korrelationen sind zwar in der Lage die Vermutung eines probabilistischen Zusammenhangs zu rechtfertigen, wir fassen die Wahrscheinlichkeit eines physikalischen Ereignisses jedoch als Eigenschaft der physikalischen Welt, unabhängig von Theorie und Beobachtung, auf.

4 Determinierte und nicht determinierte physikalische Ereignisse

Heben wir einen Stein von der Erde auf und lassen ihn los, so wird der Stein wieder zu Boden fallen. Bei allen Vorgängen, die sich durch integrable Modelle der klassischen Mechanik korrekt beschreiben lassen, bestimmen physikalische Ursachen das Eintreten von Ereignissen. Wir fassen diese Art der Bestimmtheit im Rahmen unserer Begriffe folgendermaßen:

Definition 4.1 *Das Ereignis $P \in \mathfrak{P}$ kann physikalisch determiniert sein, wenn eine Menge von physikalischen Ursachen $\mathbf{P} \subseteq \mathfrak{P}$ existiert, sodass*

$$\mathcal{W}(P | \bigwedge_{U \in \mathbf{P}} U) = \mathcal{W}(P | \mathbf{P}) = 1.$$

Das Ereignis ist determiniert, wenn eine Menge von physikalischen Ursachen eintritt, sodass dies gilt.

Der Determinismus behauptet, dass jedes physikalische Ereignis das eintritt, determiniert ist. Es ist befremdlich, dass diese These immer noch diskutiert und vertreten wird. Der Stand physikalischer Forschung und Modellbildung ist seit beinahe 100 Jahren, dass nicht

jedes physikalische Ereignis determiniert sein kann. Betrachten wir zum Beispiel ein radioaktives Isotop, so ist das Zerfallsereignis unabhängig von allen anderen physikalischen Ereignissen und besitzt damit gar keine physikalische Ursachen. So ist die Wahrscheinlichkeit das ein Jod 131 Isotop an einem Tag zerfällt ungefähr 8,66%, ganz unabhängig von der Geschichte des Teilchens. Der radioaktive Zerfall wird insbesondere benutzt, um Zufallszahlen zu generieren, und statistische Test bestätigen die Unabhängigkeit der Zufallsereignisse, siehe hierzu etwa [34].

Ein allgemeineres Beispiel von nicht determinierten Ereignissen sind Messungen an Quantensystemen. Eine solche Messung ist ein physikalisches Ereignis, bei dem physikalische Ursachen nur eine Wahrscheinlichkeitsverteilung möglicher Messergebnisse festlegen. Das Messergebnis kann daher nicht determiniert sein. So wird ein Elektron in einem Doppelspaltversuch mit der Wahrscheinlichkeit $1/2$ an jedem der beiden Spalten gemessen. Ein solches Ereignis wird physikalisch als "Zusammenbruch" der Wellenfunktion bezeichnet. Die zeitliche Entwicklung der Wellenfunktion ist gegeben durch die Schrödergleichung und beschreibt die Änderungen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung möglicher Ereignisse in der Geschichte eines Quantensystemes, siehe hierzu [26].

Soweit sprechen wir von speziellen mikroskopischen Ereignissen in \mathfrak{P} . Eine Kombination der Theorie makroskopischer dynamischer Systeme und der Quantentheorie liefern jedoch ein Argument für folgende allgemeine These:

These 4.1 *Ereignisse in der Geschichte hinlänglich komplexer physikalischer Systeme können physikalisch nicht vollständig determiniert sein. Zu solchen Systemen gehören insbesondere die Nervensysteme höherer Tiere.*

Mathematikern und theoretischen Physikern ist dies im allgemeinen hinlänglich bewusst. Da die These aber in den Geistes- und Lebenswissenschaften nicht hinreichend berücksichtigt wird, scheint es uns angebracht ein Argument für 4.1 im Detail darzustellen.

Die quantitative Entwicklung eines makroskopischen physikalischen Systems lässt sich ganz allgemein durch eine Transformation (in diskreter Zeit) oder Evolutionsgleichung (in kontinuierlicher Zeit) auf einem Zustandsraum beschreiben. Auf dem Zustandsraum lässt sich eine Metrik, d.h. ein Abstands begriff, definieren und die zeitliche Dynamik ist zu meist stetig, aber zumindest, in einem mathematisch wohldefinierten Sinne, messbar. Es gibt eine Reihe mathematischer Begriffe wie Entropie, Lyapunov Exponent, Chaos etc., welche die Komplexität eines solchen Systems in seiner zeitlichen Entwicklung beschreiben, siehe [2, 16]. Alle Systeme, die im Sinne dieser Begriffe komplex sind, haben eine Eigenschaft gemeinsam, nämlich Sensitivität gegenüber den Anfangsbedingungen der Dynamik [6, 7]. Dies bedeutet, dass beliebig nahe Punkte des Zustandsraums für eine Folge von Zeitpunkten separiert werden und bleiben. Der Abstand im Zustandsraum ist für diese Folge von Zeitpunkten, je nach Skalierung der Metrik, grösser eins, was einen makroskopischen Unterschied der Zustände ausdrückt. Wenn die Anfangsbedingungen

der Dynamik, das sind physikalische Zustände beschrieben durch ihre charakteristischen physikalischen Grössen, durch Punkte im Zustandsraum korrekt beschrieben wären, sind alle Ereignisse in der Geschichte eines Systems trotz Sensitivität determiniert. Nehmen wir die Quantenphysik, im Sinne einer realistischen Interpretation, ernst, ist dies aber nicht der Fall. Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass die Quantenphysik sowohl in prognostischer Kraft, als auch im Erklärungspotential sensationell erfolgreich ist [4] und daher ernst genommen werden sollte. Gemäss Heisenbergs Unschärferelation ist ein physikalischer Zustand kein Punkt, sondern eine winzige Kugel im makrophysikalischen Zustandsraum. Das Produkt der Abweichung aus je zwei charakteristischen Grössen ist in jedem Fall grösser als eine Konstante. Betrachten wir nun die Abbilder einer solchen Kugel in der Entwicklung eines sensitiven Systems, so werden verschiedene separierte Zustände geschnitten. All diese Zustände können in der Entwicklung des Systems tatsächlich eintreten. Sollten also die Modelle der Quantenphysik und der sensitiven Dynamik physikalische Systeme korrekt beschreiben, können nicht alle Ereignisse in deren Geschichte determiniert sein. Die Naturwissenschaften können, ausgehend von einer stochastischen Interpretation der Quantenphysik, bestenfalls die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer Reihe möglicher Ereignisse für sensitive makroskopische Systeme angeben.

Es bleibt aufzuzeigen, dass Nervensysteme höherer Tiere in der Tat hinlänglich komplex sind und daher Sensitivität aufweisen. Das Gehirn eines Säugetiers kann durch ein neuronales Netzwerk modelliert werden, das in seiner mathematischen Beschreibung eines Netzwerks gekoppelte Oszillatoren entspricht [37]. In den Naturwissenschaften werden gewöhnlich geschichtete Netzwerke als geeignete Modelle betrachtet [31]. Im allgemeinen ist es schwierig diese Netzwerke mathematisch rigoros zu analysieren. Nichtsdestotrotz wissen wir, dass Wechselwirkungen in solchen Netzwerken Instabilitäten aufweisen können, die dazu führen, dass die Reaktion des Netzwerks sensitiv auf interne Zustände und externe Anregungen ist, siehe [36, 35]. Für Netzwerke mit einer oder zwei neuronalen Ebenen liegen auch aktuelle Forschungsergebnisse zum Lyapunov Exponenten vor. Netzwerke mit einer Ebene haben im allgemeinen keinen positiven Lyapunov Exponenten, aber Netzwerke mit zwei Ebenen haben dies, wenn rekursive Verbindungen auch nur mit schwacher Rückkopplung vorliegen [20, 21]. Die Ereignisse in der Geschichte solcher Netzwerke ist nicht determiniert, wenn wir die quantenphysikalische Unbestimmtheit und quantenphysikalische Effekte berücksichtigen. Stellen wir uns nun ein Gehirn als ein neuronales Netzwerk mit vielen Ebenen und einer grossen Menge rekursiver Verbindungen vor, dann ist davon auszugehen, dass ein solches System einen positiven Lyapunov Exponenten besitzt und hochgradig sensitiv ist.

Wir haben also aufgezeigt, dass Menschen und Tiere als physikalische Systeme aufgrund ihrer Sensitivität keine funktionalen Maschinen sind, deren Geschichte determiniert ist. Das gleiche gilt im übrigen auch für Ökosysteme, das Klima der Erde, die geologische

und biologische Evolution und die kosmologische Dynamik; einen Panmentalismus zu vertreten, ist in diesem Text aber nicht unser Anliegen.

5 Mentale Effekte physikalischer Ereignisse

In der zeitgenössischen Philosophie des Geistes wird oftmals behauptet, dass das Mentale auf der physikalischen Basis superveniert, d.h. mentale Ereignisse sollen in der ein oder anderen Weise durch physikalische Ereignisse determiniert sein. So wird behauptet, es gäbe keine mentale Veränderungen ohne physikalische Veränderung, die dieser zugrunde liegt, siehe zum Beispiel [17].

Wenden wir Definition 3.1 auf die Verursachung singulärer mentaler Ereignisse aus \mathfrak{M} durch physikalische Ereignisse aus \mathfrak{P} an, so folgt dass keine Empfindung und kein Gefühl irgendeine physikalische Ursache hat und daher nicht determiniert sein kann. Kein physikalisches Ereignis, kein Erregungsmuster einer Nervensystems erklärt, warum das Rot einer Rose so rosenrot für Sie oder mich aussieht, wie es eben aussieht. Genausowenig kann irgendein physikalisches Ereignis als Erklärung der Wahrscheinlichkeit der erlebten phänomenalen Qualität einer Empfindung oder eines Gefühls dienen. In der Philosophie des Geistes wird diese Tatsache als die Erklärungslücke zwischen physikalischen Ereignissen und mentalen Ereignissen beschrieben, siehe [22]. Die Kluft, die sich zwischen \mathfrak{P} und \mathfrak{M} auftut, ist in Wahrheit noch tiefer: Keine Klasse physikalischer Ereignisse erklärt, warum irgendein mentales Ereignis bewusst ist, diese Tatsache ist als das harte Problem des Bewusstseins bekannt [10].

Auf der anderen Seite ist es offensichtlich, dass gewisse Typen mentaler Ereignisse, nämlich Wahrnehmung von physikalischen Ereignissen, diese Ereignisse als Ursache haben. Dies zu bezweifeln führt in einen subjektiven Idealismus, dessen Erklärungspotential für unsere Vorstellungen gering ist. Vorstellungen sind gerichtet auf einen von ihnen unterschiedenen intentionalen Gehalt, der insbesondere ein physikalisches Ereignis in einer Außenwelt (dem physikalischen Raum) sein kann. Eine Vorstellung eines physikalischen Ereignisses P ist damit ein mentales Ereignis $V \in \mathfrak{M}$, das ein physikalisches Ereignis P zum Inhalt hat. Unser kausaler Wahrnehmungsbegriff liest sich nun wie folgt:

Definition 5.1 *Eine Vorstellung $V \in \mathfrak{M}$ ist eine Wahrnehmung von $P \in \mathfrak{P}$ genau dann, wenn*

1. P ist Inhalt der Vorstellung V
2. $T(P) \prec T(V)$
3. $\mathcal{W}(V|P) > \mathcal{W}(V|\neg P)$

P ist physikalische Ursache der Wahrnehmung V .

Betrachten wir ein Beispiel: Ich habe die Vorstellung, dass in meinem Garten eine rote Rose steht. Der Inhalt dieser Vorstellung ist eine rote Rose, die in meinem Garten steht (1). Wir gehen davon aus, dass in der physikalischen Vergangenheit dieses mentalen Ereignisses in meinem Garten möglicherweise eine rote Rose steht (2). Sollte nun eine rote Rose, die in meinem Garten steht, die Wahrscheinlichkeit des Eintretens meiner Vorstellung erhöhen (3), so beobachte ich eine rote Rose in meinem Garten. Die Rose, die im Garten steht, ist eine physikalische Ursache meiner Vorstellung und erklärt, warum ich die Vorstellung habe, die ich habe. Sollte in meinem Garten keine Rose stehen, so hat meine mentale Vorstellung keine physikalische Ursache, die Inhalt der Vorstellung ist. Wir sprechen wir in diesem Fall von einer Phantasie oder einer Halluzination.

Unsere Definition identifiziert ausschliesslich die Inhalte von Wahrnehmungen als physikalische Ursache mentaler Ereignisse. Wir bestreiten hiermit nicht, dass es statistische Korrelationen zwischen mentalen Ereignissen und physikalischen Ereignissen, die nicht Inhalt einer Vorstellung des Ereignisses sind, gibt. Diese Korrelationen mögen darauf hindeuten, dass Bedingung (3) in unserer Definition gilt. Sollte ich etwa, nachdem ich die Arbeit an diesem Text beende habe etwas Lysergsäurediethylamid zu mir nehmen, so könnte dies die Wahrscheinlichkeit, dass ich eine rote Rose auf meinem Schreibtisch halluziniere, erhöhen. Genauso mag die Einnahme von Ibuprofen die Wahrscheinlichkeit, dass meine Kopfschmerzen nach Abschluss dieses Abschnitts verschwinden, erhöhen. In diesem Zusammenhang ist uns keine stichhaltige Erklärung bekannt und es steht keine Theorie zur Verfügung, die uns darüber Auskunft gibt warum, gegeben ein physikalisches Ereignis, ein bestimmtes mentales Ereignis wahrscheinlicher eintritt. Bei physikalisch-mentalenen Korrelationen, die nicht im Zusammenhang mit einer Wahrnehmung stehen, ist Skepsis angebracht. Mit These 4.1 ist nämlich die Frage, ob ein mentales Ereignis Wirkung oder Ursache eines physikalischen Ereignis ist, grundsätzlich offen. Wir empfehlen daher den Verzicht auf die Behauptung einseitiger physikalisch-mentaler Kausalität in solchen Fällen.

Das in 5.1 entwickelte Konzept unterscheidet sich von hergebrachten kausalen Theorien der Wahrnehmung [14] durch den dualistischen und probabilistischen Ansatz. Dies erlaubt uns insbesondere folgende These zu vertreten:

These 5.1 *Das Eintreten einer Wahrnehmung ist im allgemeinen nicht durch physikalische Ereignisse determiniert.*

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Wahrnehmung V eines physikalischen Ereignisses P eintritt, ist durch

$$\mathcal{W}(V \wedge P) = \mathcal{W}(V|P) \cdot \mathcal{W}(P)$$

gegeben, wobei $\mathcal{W}(V|P)$ die Wahrscheinlichkeit ist, dass V unter der Bedingung P eintritt. Eine Wahrnehmung V von P ist durch physikalische Ereignisse $P \in \mathbf{P} \subseteq \mathfrak{P}$

determiniert, genau dann, wenn $\mathcal{W}(V|\mathbf{P}) = 1$, d.h. dass die Wahrscheinlichkeit der Wahrnehmung von P mit der Wahrscheinlichkeit dass P eintritt, unter den physikalischen Bedingungen \mathbf{P} , übereinstimmt. Die Aufmerksamkeit des Bewusstseins ist dafür verantwortlich, dass dies im allgemeinen nicht der Fall ist. Stellen wir uns einen buddhistischen Mönch vor, dessen Aufmerksamkeit in tiefer Meditation ganz von der physikalischen Welt \mathfrak{P} abgezogen ist. Wir behaupten, dass unter keinen physikalischen Bedingungen \mathbf{P} die Wahrnehmung eines physikalischen Ereignisses im Bewusstsein dieses Mönchs stattfindet, also $\mathcal{W}(V|\mathbf{P}) = 0$. Stellen wir uns nun einen Mathematiker vor, der sich intensiv mit einer Fragestellung in der platonischen Welt beschäftigt und dessen Aufmerksamkeit weitgehend von \mathfrak{P} abgezogen ist. Wir behaupten, dass die Wahrscheinlichkeit der Wahrnehmung eines physikalischen Ereignisses im Bewusstsein des Mathematikers unter allen physikalischen Bedingungen \mathbf{P} wesentlich geringer ist als die Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses, d.h. $\mathcal{W}(V|\mathbf{P}) < 1$. Nur wenn die Aufmerksamkeit eines Bewusstseins ganz \mathfrak{P} zugewandt ist, determiniert ein physikalisches Ereignis die Wahrnehmung des Ereignisses in einem Bewusstsein. Die bedingte Wahrscheinlichkeit $\mathcal{W}(V|\mathbf{P})$ ist abhängig von der Aufmerksamkeit des Bewusstseins für die physikalische Welt zur Zeit einer möglichen Wahrnehmung $T(V)$. These 5.1 bedeutet pointiert gesagt, dass die Aufmerksamkeit, die wir physikalischen Ereignissen schenken, nicht durch diese bestimmt wird, die Aufmerksamkeit des Bewusstseins superveniert nicht auf der physikalischen Basis. Es mag mentales Training erfordern, aber im Prinzip verfgn wir über eine physikalisch unbedingte Aufmerksamkeit und geniessen die Freiheit unsere Aufmerksamkeit der physikalischen Welt zu schenken oder dies nicht zu tun. Dem Leser, der dies bezweifelt, empfehlen wir mit seiner eigenen Aufmerksamkeit introspektiv zu experimentieren und dann sein Urteil über 5.1 zu fällen

6 Physikalische Effekte von Voluntationen

Eine unserer grundlegenden Intuitionen als bewusste Wesen in der physikalischen Welt ist, dass unser Wille Ursache für unsere Handlungen ist. Solche Voluntationen werden durch Aussagen "Ich will H tun / lassen" zum Ausdruck gebracht. Da, wie in Abschnitt 4 aufgezeigt, das Verhalten von Menschen physikalisch nicht vollkommen determiniert sein kann, steht diese Intuition nicht in Widerspruch zu physikalischen Gegebenheiten unseres Menschseins. Wir sind in der Lage unserer Intuition formal zu präzisieren:

Definition 6.1 *Die Voluntation $V \in \mathfrak{M}$ ist eine Ursache für eine Handlung $H \in \mathfrak{P}$ genau dann, wenn*

1. H ist Inhalt der Voluntation V .
2. $T(V) \prec T(H)$

3. $\mathcal{W}(H|V) > \mathcal{W}(H|\neg V)$.

Wir schlagen nun ein mental-physikalisches Wille-Handlungsgesetz vor:

These 6.1 Für eine Voluntation $V \in \mathfrak{M}$ der Handlung $H \in \mathfrak{P}$ gilt:

$$\mathcal{W}(H|V) = \min\{1, \mathcal{W}(H) + K(V)\mathcal{W}(H)\},$$

wobei $K(V) \geq 0$ die Kraft der Voluntation ist und $\mathcal{W}(H)$ die Wahrscheinlichkeit, dass H unabhängig von mentalen Ursachen eintritt.

Ist eine Handlung physikalisch determiniert $\mathcal{W}(H) = 1$, so ist keine Voluntation nötig, damit die Handlung eintritt. Ist eine Handlung physikalisch unmöglich $\mathcal{W}(H) = 0$, so ist $\mathcal{W}(H|V) = 0$, die Kraft aller Voluntationen, egal wie hoch diese auch sein mag, also wirkungslos.

Wir haben die Kraft einer Voluntation so definiert, dass eine Einheit Willenskraft $K(V) = 1$ die Wahrscheinlichkeit einer Handlung verdoppelt: $\mathcal{W}(H|V) = 2\mathcal{W}(H)$. Eine Voluntation mit Kraft m , $K(V) = m$, ergibt einen Faktor $m + 1$ für die Wahrscheinlichkeit einer Handlung: $\mathcal{W}(H|V) = (m + 1)\mathcal{W}(H)$. Ist die Kraft einer Voluntation null, so gilt $\mathcal{W}(H|V) = \mathcal{W}(H)$, solche Voluntationen haben keine Wirkung. Die Kraft, die notwendig ist damit eine Handlung mit Sicherheit eintritt, ist durch

$$\mathcal{K}(V) = \frac{1 - \mathcal{W}(H)}{\mathcal{W}(H)}$$

gegeben, also für $\mathcal{W}(H) = 1/m$ grade $m - 1$.

Soweit uns bekannt, ist These 6.1 der erste Versuch den Zusammenhang zwischen der Kraft von Voluntationen und Handlungen quantitativ zu beschreiben. Es ist angebracht den Sinn unserer Begriffe in einem konkreten Beispiel zu prüfen. A. ist Raucherin, sollte sie an Lungenkrebs sterben ist nach 3.1 das Rauchen eine Ursache für dieses Ereignis. So A. nicht nikotinabhängig ist, mag die Wahrscheinlichkeit, dass sie heute raucht bei 50% und die, dass sie diese Woche raucht bei 90% liegen, wenn sie diesbezüglich nichts möchte oder will. Naturwissenschaftliche Forschung wird in einem fortgeschrittenen Stadium, das wir heute noch nicht erreicht haben, Abschätzungen der Wahrscheinlichkeit von Ereignissen für komplexe Systeme unter physikalischen Bedingungen angeben können. Sollte A. heute den Willen haben zu rauchen oder dies nicht zu tun, so wird dies Ereignis mit Sicherheit eintreten, so ihr Wille eine Kraft von mindestens 1 hat. Sollte Sie diese Woche nicht rauchen wollen, müsste ihr Wille die Kraft 9 haben, damit dies so kommt. Bei einem Willen mit Kraft 1 steckt sie sich diese Woche mit 80% Wahrscheinlichkeit irgendwann noch eine Zigarette an. Die Kraft ihres Willens in den nächsten Jahren nicht zu rauchen müsste bei über 19 liegen, wenn die Wahrscheinlichkeit dies aus physikalischen Ursachen nicht zu tun bei 5% liegt. Stellen wir uns nun vor das K. jahrelang geraucht

hat. Dies wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Nikotinabhängigkeit im Sinne von 3.1 verursacht haben. Ihre Wille braucht (fast) keine Kraft heute eine Zigarette zu rauchen, da die Wahrscheinlichkeit dies aus physikalischen Ursachen zu tun bei, sagen wir, 99,999% liegt. Hat K. jetzt den Willen der Kraft 0.1 eine Zigarette zu rauchen steckt sie sich mit Sicherheit eine an. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie diese Woche mindestens eine raucht ist, aus rein physikalische Ursachen, 99,9999%. Selbst wenn ihr Wille nicht zu rauchen, durch ihre Angst vor Krankheiten und andere mentale Bedingungen mit 100, sehr hoch ist, bleibt die Wahrscheinlichkeit, dass sie diese Woche nicht raucht mit $1/100$ sehr gering. Die Wahrscheinlichkeit, dass Sie für die nächsten Jahre ganz aufhört, ist noch geringer. Erst bei vielen hundert Versuchen mit gleicher mentaler Kraft erwarten wir einen Erfolg. Als letztes Gedankenexperiment verabreichen wir der hochgradig süchtigen K. Nikotin und alle in Zigaretten enthaltenen suchterzeugende Beistoffe, ohne dass sie rauchen muss. In diesem Fall wird die kausale Wille-Handlung Relation bei K. ungefähr so sein bei bei A. Nur die langfristige Gewohnheit mag physikalische Spuren hinterlassen haben, die ihr das Aufhören im Vergleich zu A. etwas erschweren.

Das obige Beispiel ist im Ganzen eine gelungene Anwendung unserer mental-physikalischen Begriffe, obwohl doch einige Details unscharf wirken. Die Verwendete Skalierung der Willenskraft von Voluntationen ist willkürlich. Es gibt viele geeignete mathematische Funktionen die $\mathcal{W}(H|V)$ in Abhängigkeit von $\mathcal{W}(H)$ und $K(V)$ mit den zu fordernden Randbedingungen darstellen. Jede dieser Funktionen entspricht einer Skalierung von $K(V)$. Wir haben uns erlaubt die einfachste lineare mathematische Funktion auszuwählen. $K(V)$ ist eine mentale und keine physikalische Grösse und besitzt keine physikalische Einheit, welche die Skalierung fixiert. Weiterhin unterdrückt unsere Begrifflichkeit die Abhängigkeit der auftretenden Wahrscheinlichkeiten von der Dauer der Ereignisse und dem Zeitraum zwischen Ihnen. Um diese Abhängigkeiten zu beschreiben, müssten wir eine Metaphysik der physikalischen und mentalen Prozesse zugrundelegen und von stochastischen Prozessen statt von Ereignissen sprechen. Unser Ansatz sollte sich in diese Richtung erweitern lassen, wobei die Begriffsbestimmungen jedoch an Einfachheit verlieren. Bis hierhin bleibt ausserdem die Abhängigkeit des Willen zu Handlungen und der Kraft des Handlungswillens von anderen mentalen Ereignissen unbestimmt. Hierauf gehen wir im nächsten Abschnitt ein.

7 Gründe und die Ursache von Voluntationen

Eine Voluntation kann nicht nur eine Handlung, sondern auch andere physikalische oder mentale Ereignisse intendieren, und damit zum Grund für uns werden etwas tun oder lassen zu wollen. Hierzu eine Definition:

Definition 7.1 *Eine Voluntation V eines Ereignisses $G \in \mathfrak{Z}$ ist ein Grund der Voluntation einer Handlung $H \in \mathfrak{P}$ (und ein Grund dieser Handlung falls sie eintritt), wenn V*

mit der Überzeugung einhergeht, dass

$$\mathcal{W}(G|H) > \mathcal{W}(G|\neg H).$$

V ist ein guter Grund, wenn diese Überzeugung gerechtfertigt ist und ein rationaler Grund, wenn H tatsächlich Ursache für G ist.

Hierzu drei Beispiele. Dass K. keinen Lungenkrebs bekommen will, ist ein Grund dafür, dass Sie das Rauchen aufgeben möchte, da sie die Überzeugung hat, dass Rauchen Krebs verursacht. Da dies tatsächlich der Fall ist, handelt es sich um einen rationalen Grund. Wenn ich will, dass meine Kopfschmerzen verschwinden, ist dies ein Grund dafür, dass ich eine Schmerztablette nehme, da ich der Überzeugung bin, dass die Einnahme der Tablette die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass meine Kopfschmerzen verschwinden. Dieser Grund ist durch statistische Daten gerechtfertigt, also ein guter Grund. Wie in Abschnitt 5 dargelegt bezweifeln wir, dass es sich um einen rationalen Grund handelt. Das B. beim Roulettespiel gewinnen will, ist ein Grund dafür, dass er beim Spielen immer eine rote Weste trägt, da er davon überzeugt ist, dass dies die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen erhöht. Dies ist ein Grund, aber kein guter Grund, da statistische Erhebungen zeigen, dass seine Überzeugung falsch ist.

Gründe, egal welcher Art, erhöhen die Kraft einer Voluntation und damit ihre Wirksamkeit. So wird K.'s Wunsch keinen Lungenkrebs zu bekommen, ihrem Willen das Rauchen aufzugeben beträchtliche Kraft zu wachsen lassen, die aber wie im letzten Abschnitt beschrieben, wahrscheinlich nicht hinreicht, dass Sie das Rauchen aufgeben kann, wenn Sie sich dazu entscheidet. Falls ich mich entscheide, eine Schmerztablette zu nehmen, so wird mein Grund für diese Handlung meinem Willen sicherlich genug Kraft geben, falls eine Schmerztablette in der Nähe ist. Falls ich erst zu Apotheke muss, ist die Wahrscheinlichkeit für die Handlung trotz meines Willens nicht eins. Es ist wahrscheinlicher, dass ich zu Hause bleibe und damit keine Tablette nehme, obwohl ich dies gerne möchte. B.'s Wille eine rote Weste zu tragen, wenn er Roulette spielt, wird gewiss genug Kraft haben, dass er dies tut, wenn er sich entscheidet ins Kasino zu gehen, da er gewinnen will. Sollte seine rote Weste verschwunden sein, wird er sogar mit hoher Wahrscheinlichkeit durch das ganze Land fahren, um eine rote Weste zu kaufen.

Die Kraft einer Voluntation ist nicht allein von Gründen, im Sinne von 7.1, abhängig. Gefühle und andere Ereignisse in der mentalen Geschichte einer Voluntation haben einen erheblichen Einfluss auf die Kraft des Willens, etwas zu tun oder zu lassen. Da psychologische Faktoren im Umfeld von Voluntationen individuell, komplex und äusserst verwickelt sind, verzichten wir darauf, ein allgemeines Konzept anzubieten.

Wir sprechen bis hierhin von Gründen unserer Voluntationen und ihrer Kraft, aber nicht von Ursachen, die die Wahrscheinlichkeit, dass eine Voluntation eintritt, erhöhen. Der

Hintergrund hierfür ist unsere letzte metaphysische These:

These 7.1 *Die einzige Bedingung, dass eine Voluntation eintritt ist eine Entscheidung des Bewusstseins, weder mentale noch physikalische Ereignisse sind Ursache einer Voluntation.*

Ob wir etwas wollen oder wünschen ist unsere freie Entscheidung in einer existentiellen Wahl. Wir können uns gegen oder für jede mögliche Voluntation entscheiden, unabhängig von unserer mentalen oder physikalischen Geschichte. Welche guten, rationalen oder starken Gründe wir auch immer dafür haben mögen etwas zu wollen, wir können uns ohne jeden Grund auch dagegen entscheiden es zu wollen. Für uns ist der metaphysische Libertarismus des Bewusstseins eine unmittelbar introspektiv gegebene Gewissheit und genauso wenig verhandelbar wie die Existenz desselben.

Ich will jetzt auf einem Eispickel, der um α -Proxima fliegt, spazierengehen, obwohl ich keinen einzigen Grund dafür habe, mein Gefühl keinen Bezug hierzu hat, ja ich mir noch nicht einmal einen Eispickel, der um α -Proxima, fliegt vorstellen kann, die Kraft meines Willens nahezu null ist und das Ereignis physikalisch ausgeschlossen ist, da kein Eispickel um α -Proxima fliegt. Ich wünsche mir jetzt nie wieder in meinem Leben zu essen, obwohl ich viele rationale und gute Gründe habe zu essen, ich sehr gerne esse und die Wahrscheinlichkeit, dass ich nie wieder essen werden, schon aus physikalischen Ursachen, nahezu null ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ich heute noch esse, auch wenn ich dies Ereignis überhaupt nicht wünsche, ist sehr hoch. Ich will jetzt 27 mal mit den Händen klatschen ohne Grund, und tu es.

Wir sind die Art von Ens, die Absurdes wollen kann, Absurdes gar nicht selten will und manchmal auch Absurdes tut. Unsere Freiheit reicht so weit, dass selbst ein absurder Willen einen kausalen Einfluss in der physikalischen Welt haben kann. Das Bewusstsein derjenigen, die dies ernsthaft bestreiten, muss sich von unserem fundamental unterscheiden und wir können den Leser nur dazu auffordern sich selber zu prüfen, ob er eine existentielle Freiheit seines Wollens genießt oder nicht.

8 Nachsatz

Die frohe Botschaft unserer Metaphysik (so sie mit den Tatsache übereinstimmt) ist, dass wir dem kausalen Getriebe der räumlichen Welt nicht vollkommen ausgeliefert sind, die Kausalität ist nicht so rigide. Die andere Botschaft ist, dass wir alles andere als allmächtig sind, selbst wenn es nur um unser eigenes Verhalten geht. Wir begegnen im Leben einer physikalischen Welt und unserem Körper in ihr. Diese Welt weist ihre eigenen Neigungen auf, die nicht unbedingt mit unseren Wünschen übereinstimmen muss.

Wenn wir uns dazu entscheiden etwas zu wollen, hat dies aber, im Rahmen der Kraft unseres Willens, einen kausalen Einfluss auf unsere Handlungen in der physikalischen Welt. Genauso hat die physikalische Welt, wenn wir ihr unsere Aufmerksamkeit schenken, in unseren Wahrnehmungen einen kausalen Einfluss auf die mentalen Ereignisse in unserem Bewusstsein.

References

- [1] Aigner, M. und Ziegler, G., Das Buch der Beweise, Springer, Berlin, 2009.
- [2] Alligood, K. T., Sauer, T., und Yorke, J.A., Chaos: an introduction to dynamical systems, Springer-Verlag, New York, 1997.
- [3] Armstrong, D.M., A Materialist Theory of the Mind, Routledge, London 2002.
- [4] Basdevant, J.L. und J. Dalibard, Quantum Mechanics, Springer, Berlin, 2005.
- [5] P. Billingsley, Probability and Measure, Third Edition, Wiley, New York, 1995.
- [6] F. Blanchard, E. Glasner, S. Kolyada, A. Maass, On Li-Yorke pairs, J. Reine Angew. Math. 547, 51-68, 2002.
- [7] F.Blanchard, W. Huang and L.Snoah, Topological size of scrambled sets, Colloquium Mathematicum, vol. 110, no. 2, 293-361, 2008.
- [8] Carnap R., Philosophical Foundations of Physics, New York, 1966.
- [9] Chalmers, J., The Conscious Mind., Oxford University Press, Oxford, 1996.
- [10] Churchland, P., Matter and Consciousness, MIT Press, 1984.
- [11] Dennett, D., Quining Qualia. In: Anthony J. Marcel and Edoardo Bisiach: Consciousness in Contemporary Science, Oxford University Press, Oxford, 1988.
- [12] Denet, D., Freedom Evolves, Viking Press, New York, 2003.
- [13] Descartes, R., Principia philosophiae, 1644 - "Prinzipien der Philosophie", Meiner, Hamburg, 2005.
- [14] Grice, H.P., The Causal Theory of Perception, Proceedings of the Aristotelian Society, Volume 35, 12152, 1961.
- [15] Hume, D., A Treatise of Human Nature, Oxford University Press, Oxford, 1967.

- [16] Katok, A. and Hasselblatt, B., Introduction to the modern theory of dynamical systems, Cambridge University Press, Cambridge. 1995.
- [17] Kim, J. (Hg.), Supervenience, Ashgate, Aldershot 2002.
- [18] Lewis, David: Causation, *Journal of Philosophy* 70, 556-567, 1973.
- [19] Lewis, David, Postscript to Causation, in: *Philosophical Papers, Band 2*, Oxford University Press, Oxford, 172-213, 1986.
- [20] Lin, K., Shea-Brown, E., und Young, L.S., Spike-time reliability of layered neural oscillator networks, *J. Comput. Neurosci.* 27(1), 135-160, 2009.
- [21] Lin, K., Shea-Brown, E., und Young, L.S., Reliability of Coupled Oscillators, *Journal of Nonlinear Science*, Vol. 19, No. 5, 2009.
- [22] Metzinger, T. (Hg.), *Bewusstsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie*. 3. Aufl., Schöningh, Paderborn, 1996.
- [23] Monk, J. D. and Bonnet, R., (Hg.), *Handbook of Boolean algebras*, 3 volumes, Amsterdam: North-Holland, 1989.
- [24] Neunhäuserer, J., *Wider die Materialistische Metaphysik*, *Marburger Forum*, Jg. 8, Heft 4, 2007.
- [25] Neunhäuserer, J., *Sic et Non*, Ausgabe 2, 2005.
- [26] Omnnes, R., *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, Princeton University Press, Princeton, 1999.
- [27] Popper, K. R., The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability and the Quantum Theory, in S. Körner (ed.), *The Colston Papers*, 9, 65-70, 1957.
- [28] Popper, K. R., The Propensity Interpretation of Probability, *British Journal of the Philosophy of Science*, 10, 25-42, 1959.
- [29] Rainer O., *Geometrie der Raumzeit, Eine mathematische Einführung in die Relativitätstheorie*, Vieweg, 4. Auflage, 2008.
- [30] Reichenbach, H., *The Direction of Time*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1956.
- [31] Shepard, G., *The synaptic organization of the brain*, Oxford University Press, Oxford, 2004.
- [32] Sakurai, J.J., *Modern Quantum Mechanics*, Addison Wesley, Reading, 1993.

- [33] Skyrms, B., Causal Necessity, Yale University Press, New Haven and London, 1980.
- [34] Stolz, W., Radioaktivität: Grundlagen, Messung, Anwendungen, Teubner, Wiesbaden 2005.
- [35] Vogels, T. und Abbott, L., Signal propagation and logic gating in networks of integrate-and-fire neurons. *Journal of Neuroscience*, 25, 10786-10795, 2005.
- [36] van Vreeswijk, C. and Sompolinsky, H, Chaos in neuronal networks with balanced excitatory and inhibitory activity, *Science*, 274, 1724-1726, 1996.
- [37] Winfree, A., The geometry of biological time, Springer, New York, 2001.