

# Zwanzig Jahre Verallgemeinerte Quantentheorie

HARTMANN RÖMER<sup>1</sup>

Seit dem Erscheinen der ersten Arbeit zu einer „Verallgemeinerten Quantentheorie“ (VQT) vor nunmehr zwanzig Jahren hat mich dieses Thema fortwährend beschäftigt.

Die Vorgeschichte der VQT ist die folgende. Am Anfang stand eine gemeinsame Arbeit mit Harald Walach (Walach & Römer, 2000), in der auf die Bedeutung der quantentheoretischen Figur der Komplementarität für die Bewusstseinsforschung hingewiesen wurde. Ich hatte nach dieser Arbeit das Gefühl, dass man zur Anwendung quantentheoretischer Begrifflichkeit jenseits der Physik viel mehr sagen könnte und sollte. Das führte mich zum Entwurf des axiomatischen Rahmens einer „Schwachen Quantentheorie“ („Weak Quantum Theory“), der zur Grundlage der ersten Publikation (Atmanspacher et al., 2002) wurde, in der die Axiomatik der VQT beschrieben und motiviert wurde und verschiedene Anwendungen vorgeschlagen wurden. An der Ausarbeitung war auch Harald Atmanspacher aktiv beteiligt, den Harald Walach und ich zur Mitarbeit eingeladen und gebeten hatten. Wegen möglicher Missverständlichkeit des Namens „Schwache Quantentheorie“ ziehen wir nun die Bezeichnung „Verallgemeinerte Quantentheorie“ („Generalised Quantum Theory“) vor: Die VQT ist schwächer als die physikalische Quantentheorie, insofern ihre Axiome weniger Voraussetzungen enthalten, aber stärker, insofern ihr Anwendungsbereich dadurch stark erweitert wird.

Zwei Gründe haben mich hauptsächlich zur Aufstellung der VQT motiviert:

Erstens die schon von Niels Bohr vertretene Überzeugung, dass der quantentheoretischen Figur der Komplementarität weit über den Bereich der Physik hinaus grundsätzliche Bedeutung zukomme. Dieser Gedanke ist in der Folge von vielen Autoren weiterverfolgt worden, aber mir fiel auf, dass solche Versuche entweder im Verbal-Gleichnishafte gefangen blieben oder aber sogleich eine erweiterte Anwendbarkeit des vollen Hilbertraum-Formalismus der Quanten-

---

1 **Hartmann Römer**, geb. 1943, aufgewachsen in Düsseldorf, war von 1979 bis zu seiner Pensionierung 2008 Ordinarius für Theoretische Physik an der Universität Freiburg i. Brsg. Interessenschwerpunkte: Elementarteilchenphysik, Klassische und Quantenfeldtheorie, Mathematische Physik, insbesondere differentialgeometrische und topologische Methoden; Naturphilosophie. Weiteres unter <https://omnibus.uni-freiburg.de/~hr357>

physik untersuchten. Dies schien mir angesichts der von mir ins Auge gefassten Anwendungen übertrieben und unangemessen, insbesondere in Bezug auf die zweite Motivation zur Formulierung der VQT:

Den Gedanken C. G. Jungs und Wolfgang Paulis zur „Synchronizität“ und Paulis Vision einer „neuen Physik“, die inneres Erleben, Nicht-Reproduzierbares und Gestalthaftes zu ihrem Recht kommen ließe, sollte ein angemessener formaler Rahmen gegeben werden. Die VQT ist ein begrifflicher Kern der physikalischen Quantentheorie, in dem unter Verzicht auf spezifisch physikalische Teile des quantenphysikalischen Formalismus dennoch quantentheoretische Begriffe wie „Zustand“, „Observable“, „Komplementarität“ und „Verschränkung“ formal wohldefiniert und weit über den Bereich der Physik hinaus anwendbar sind.

Seit seiner ersten Formulierung hat der axiomatische Rahmen der VQT nur noch sehr geringe Änderungen erfahren. Erstens wurde in der Arbeit (Lucadou et al., 2007) zur synchronistischen Theorie so genannter paranormaler Phänomene die eigentlich schon implizit gegebene und in der physikalischen Quantentheorie beweisbare Annahme, dass Verschränkungskorrelationen nicht zur Übertragung von Information oder zur kontrollierten kausalen Einwirkung verwendet werden können, zu einem expliziten Axiom NT („Non-Transmission“) erhoben. Zweitens wurde die eher technische Annahme, dass „Observable auf Zuständen operieren“, die in älteren Publikationen zur VQT auftauchte, aber nirgendwo gebraucht wurde, dahingehend abgeschwächt, dass dies nur noch für Propositionsobservable angenommen wurde. Was dies bedeutet, wird in Filk und Römer (2011), in verschiedenen Kapiteln dieses Buches und besonders im formaleren Abschlusskapitel 14 erklärt.

In vielen Vorträgen und Aufsätzen hat sich im Laufe der Jahre ein recht umfangreiches Gedankengebäude entwickelt, in dem einerseits die verschiedensten Anwendungen der VQT, auch zur Theorie „Paranormaler Phänomene“, untersucht werden und andererseits ausgelotet wird, welche Konsequenzen die quantentheoretische Sicht der VQT für Weltbild, Naturphilosophie und Erkenntnistheorie hat. Dies ist insbesondere deshalb ein dringendes Anliegen, weil das vorherrschende physikalisch-reduktionistische Weltbild trotz all seiner Erfolge in wachsendem Maße als unvollständig, ungenügend und in seiner Einseitigkeit sogar gefährlich empfunden wird.

Für dieses Buch habe ich zwölf deutschsprachige Aufsätze aus dem Umkreis der VQT ausgewählt und in einigen Fällen verdeutlichend und aktualisierend ein wenig überarbeitet. Auch wurden die Literaturangaben auf den neuesten Stand gebracht, zusammengeführt und ans Ende gestellt. Es ist wahr, dass die englischen Veröffentlichungen zu diesen Themen größere Verbreitung und Resonanz gefunden haben, aber ich habe mir in höherem Alter doch gern die Freiheit genommen, in meiner Muttersprache zu schreiben. An positiver Resonanz auf die VQT hat es neben Ablehnung und Verständnislosigkeit von naturalistisch-reduktionis-

tischer Seite nicht gefehlt. Zum Beispiel ist die synchronistische Deutung „paranormaler“ Phänomene vielfach aufgegriffen worden. Es ist hier nicht möglich, näher auf die Reaktionen auf die VQT in der Fachliteratur einzugehen. Wer sich informieren möchte, wird durch Recherche u. a. unter den Namen D. J. Bierman, J. R. Busemeyer, Markus Maier, E. Pothos, D. I. Radin und P. Uzan fündig. In Deutschland hat außer meinen „Mitkämpfern“ besonders die Münchener Gruppe um Markus Maier Überlegungen der VQT aufgegriffen, und zwar nicht nur zur Synchronizität, sondern auch zur Rolle der Zeit als eines menschlichen Existenzials, wie sie besonders in den Kapiteln 8, 9 und 10 zur Darstellung kommt (Maier et al., 2016). Der Bonner Philosoph Markus Gabriel ist mit mir in einen intensiven Dialog über die VQT eingetreten und erwähnt sie positiv in seinen naturphilosophischen Publikationen (Gabriel, 2020; Gabriel & Eckold, 2019).

Mit etwas schwerem Herzen blieben recht oft zitierte englische Aufsätze zu Anwendungen der VQT auf Kippbilder und Fragebögen unberücksichtigt, in denen ein erweiterter, quantitative Aussagen erlaubender Formalismus der VQT herangezogen wird. Kippbilder sind graphische Darstellungen, die auf zwei verschiedene Weisen gesehen und gedeutet werden können, so dass die Wahrnehmung zwischen beiden Möglichkeiten hin- und herspringt. Bekannt sind vielleicht die Bilder von der alten und der jungen Frau, der Ente und dem Kaninchen oder der Necker-Würfel, der von schräg oben oder schräg unten gesehen werden kann. In den Arbeiten wurde dieses Verhalten modelliert und mit dem so genannten „Quanten-Zeno-Effekt“ in Verbindung gebracht. Es konnte eine gut bestätigte Relation zwischen den dabei beteiligten physiologischen Zeitkonstanten hergeleitet werden (Atmanspacher et al., 2004, 2008). Kippfiguren waren Niels Bohr übrigens über den befreundeten Wahrnehmungspsychologen Edgar Rubin bestens bekannt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass sie bei der Aufstellung des Konzeptes der Komplementarität mitgewirkt haben. In der Arbeit zu den Fragebögen konnte die Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit von Antworten von der Reihenfolge, in der die Fragen gestellt werden, erfolgreich modelliert werden (Atmanspacher & Römer, 2012 und Literaturangaben darin).

Bei der gewählten Konzeption dieses Buches ist es unvermeidlich, dass bei der Besprechung der VQT in den verschiedenen Kapiteln viele Wiederholungen auftreten. Das ist eher ein Vorteil als ein Nachteil. Erstens macht es die Kapitel voneinander unabhängiger und in beliebiger Reihenfolge lesbar. Zweitens hat die Erfahrung gezeigt, wie schwierig für den an der Klassischen Physik geschulten Leser das Verständnis der im Grunde einfachen Begrifflichkeit und Denkweise der Quantentheorie ist. Man kann hoffen, dass hier durch ständige Wiederholung allmählich Befremdung in Vertrautheit übergeht.

Der Beschreibung der VQT im Einzelnen soll in diesem einführenden Kapitel nicht vorgegriffen werden. Wir wollen hier nur einige entscheidende Grundzüge jeder quantenartigen Theorie zu Sprache bringen, die uns im Folgenden immer wieder begegnen werden.

Von überragender Bedeutung sind die Begriffe „Messung“ und „Beobachtung“. Damit ist, auch in Übereinstimmung mit der zeitgenössischen Erkenntnistheorie, etwas gemeint, was ich gern als den *phänomenalen Charakter der Welt* bezeichne: Welt ist uns nur als beobachtete und insofern gegeben, als und wie sie uns auf unserer inneren Bühne erscheint. Andererseits sind wir natürlich Teil der Welt und können sie nicht einfach von außen betrachten. Beobachter und Beobachtetes sind durch den *epistemischen Schnitt* voneinander getrennt, der in der Quantenphysik unter dem Namen *Heisenberg-Schnitt* bekannt ist. Die Lage des epistemischen Schnittes ist jeweils verschieden, wenn sich die Beobachtung auf den Mond, die eigene Hand oder die eigene seelische Befindlichkeit richtet, aber niemals kann er ganz zum Verschwinden gebracht werden.

Ebenso wichtig ist die Figur der *Faktizität*: Das Ergebnis einer Beobachtung / Messung ist faktisch, was sich auch darin zeigt, dass eine unmittelbare Wiederholung derselben Messung mit Sicherheit wieder dasselbe Ergebnis liefert. Die Wahl der Beobachtung liegt im Ermessen des Beobachters, über ihr Ergebnis hat er keine Verfügungsgewalt. Die Fragen an die Welt sind vorgebar, aber nicht ihre Antworten. Diese von einer konstruktivistischen Position aus gar zu leicht unterschätzte Tatsache könnte man treffend als die *Widerständigkeit der Welt* bezeichnen.

Die dritte und für Quantentheorien besonders charakteristische Eigenschaft ist die *Unbestimmtheit*: Auch bei völliger Kenntnis des Zustandes eines beobachteten Systems ist das Ergebnis einer Beobachtung im Allgemeinen nicht vorbestimmt, sondern unbestimmt. Gewiss ist zunächst das Ergebnis der letzten Messung. Wird aber danach eine andere Beobachtung angestellt, so ist deren Ergebnis unbestimmt, und wiederholt man anschließend die erste Beobachtung, so ist ihr Ergebnis im Allgemeinen wieder unbestimmt. Die Faktizität des ersten Beobachtungsergebnisses ist also durch die andere Beobachtung zerstört worden. In diesem Sinne besteht eine Unverträglichkeit verschiedener Beobachtungsgrößen („*Observablen*“), die man als *Komplementarität* bezeichnet. Das Standardbeispiel aus der Quantenphysik ist die Komplementarität von Orts- und Impulsvariabler. Je genauer der Ort eines bewegten Körpers bekannt ist, desto ungewisser ist sein Impuls (das ist Produkt von Masse und Geschwindigkeit) und umgekehrt. (Für makroskopische Körper ist allerdings auch bei sehr genauer Orts- und Impulsbestimmung die Unbestimmtheit zahlenmäßig so klein, dass sie nicht wahrgenommen wird.)

Komplementarität bedeutet, wie wir sehen, also nicht weniger als eine erkenntnistheoretisch höchst bedeutsame *Einschränkung der simultanen Prädizierbarkeit*. Es ist nicht möglich, einer Substanz jede ihrer möglichen Eigenschaften (Akzidentien) ohne gegenseitige Einschränkungen mit Gewissheit zu- oder abzusprechen.

Da wegen der quantentheoretischen Unbestimmtheit eine Messung den Systemzustand im Allgemeinen verändert, kommt der Messung in der Quantentheorie, im Gegensatz zur klassischen Theorie, eine Faktizität nicht nur registrierende, sondern auch erzeugende Rolle zu. Eine Messung ist eine „Zumessung“, eine „Feststellung“ im doppelten Sinne, ein „Festzurren“ und

„Festklopfen“. Mit dem Abschluss einer Messung ist im Allgemeinen Potentialität in Faktizität übergegangen.

Ein schöpferischer Akt als kreative Lösung eines schöpferischen Problems weist mit einem quantentheoretischen Messprozess mehr als nur eine äußerliche Ähnlichkeit auf. Auch hier gilt: Freiheit in der Wahl des Problems, Widerständigkeit im Mangel an Kontrolle über das Resultat und Übergang von Potentialität in Faktizität. Auch hängt das Ergebnis schöpferischer Akte von ihrer Reihenfolge ab.

Betont sei schließlich noch, dass Komplementarität eine experimentell gut nachweisbare Eigenschaft ist.

Die Komplementarität in quantenartigen Theorien zieht weitere wichtige Folgerungen nach sich, von denen wir zwei besonders hervorheben wollen:

Die erste ist die *Nicht-Existenz der Bahn*. Um die Bahn eines mikroskopischen bewegten Körpers genau zu verfolgen, müsste man seinen Ort zu jeder Zeit kennen. Damit wäre aber auch die Geschwindigkeit als die Veränderung des Ortes zu jeder Zeit bestimmt, was wegen der Komplementarität von Ort und Impuls unmöglich ist. Allgemein ist es nicht möglich, die Veränderung eines Quantenzustandes messend zu verfolgen. Im Gegenteil kann man wegen der Faktizität des Messergebnisses durch rasch wiederholte Messung immer derselben Größe den Zustand des Systems „festnageln“. Diese Tatsache ist unter dem Namen *Quanten-Zeno-Effekt* bekannt. Der Nicht-Existenz der Bahn entspricht die Unmöglichkeit, einem schöpferischen Vorgang über alle seine Zwischenstationen genau zu folgen.

Noch wichtiger ist das Auftreten von *Verschränkung*. Dieses Phänomen ist für das an der Klassischen Physik geschulte Verständnis so bizarr, dass Einstein es in seiner bekannten Arbeit mit Rosen und Podolski benutzen wollte, um die Quantenmechanik ad absurdum zu führen (Einstein et al., 1935). Die sehr treffende Bezeichnung „Verschränkung“ (englisch „entanglement“) stammt übrigens von Erwin Schrödinger. Inzwischen ist Verschränkung über jeden Zweifel hinaus tausendfach experimentell nachgewiesen, und es gibt bereits technische Anwendungen. Der Physik-Nobelpreis des Jahres 2022 wurde für Erfolge der Verschränkungsfor-schung verliehen. In der Quantenmechanik erklärt man Verschränkung im Allgemeinen mit Hilfe von Hilbertraum-Tensorprodukten. Eine genaue Analyse im Rahmen der VQT zeigt aber, dass der Grund für Verschränkung tiefer liegt, nämlich in der möglichen Komplementarität von globalen Beobachtungsgrößen, die sich auf ein System als Ganzes beziehen, und lokalen Beobachtungsgrößen, die zu Teilsystemen gehören. Wenn der Wert einer globalen Observablen bekannt und faktisch ist, dann sind die Messwerte lokaler Observablen im Allgemeinen unbestimmt. Es treten aber charakteristische *Verschränkungskorrelationen* auf, die von den Messwerten an einem Teilsystem Rückschlüsse auf Messwerte lokaler Beobachtungsgrößen an den anderen

Teilsystemen erlauben. Verschränkungskorrelationen können nachweislich ohne zeitliche Verzögerung über sehr große Entfernungen bestehen. Ebenso wie Komplementarität ist Verschränkung experimentell gut zugänglich. Wichtig ist, dass Verschränkungskorrelationen nicht als Folge kausaler Auswirkungen der Messungen an einem Teilsystem auf die anderen Teilsysteme zustande kommen und sich auch nicht zum Austausch von Informationen zwischen den Teilsystemen verwenden lassen. Dies lässt sich für die Quantenmechanik explizit beweisen (Kap. 3) und wird, wie erwähnt, zur Vermeidung schwerer Paradoxa auch für die VQT als „Axiom NT“ gefordert.

Es ist eine wichtige und beherzigenswerte Botschaft der Quantentheorie, daran zu erinnern, dass Verständnis nicht nur durch den Aufweis von kausalen Wirkungsmechanismen gewonnen werden kann, wie unter dem Eindruck der Erfolge der Klassischen Physik oft stillschweigend angenommen wird. Verschränkung ist kein kausaler Mechanismus, sondern eine ganzheitliche „holistische“ Ordnungserscheinung. Die verschiedenen Teile eines Systems treten gemeinsam in den nicht-kausalen Zusammenhang eines gestalthaften Verschränkungsmusters.

Die ersten vier der zwölf in diesem Buch präsentierten Aufsätze behandeln Anwendungen der VQT.

Kapitel 2 enthält zunächst eine genaue Erklärung des Verschränkungsphänomens in Quantenmechanik und VQT und anschließend eine ganze Anzahl von Beispielen für Verschränkung in nicht-physikalischen Zusammenhängen, wo man sie nicht erwartet hätte.

Kapitel 3 ist der synchronistischen Theorie sog. paranormaler Phänomene gewidmet. Die parapsychologische Forschung geht oft die seltsamsten Wege bei der immer wieder frustrierenden Suche nach teils obskuren kausalen Einwirkungsmechanismen zur Erklärung paranormaler Erscheinungen. Hier ist die synchronistische Botschaft befreiend, dass solche Mechanismen gar nicht benötigt werden, wenn man diese Phänomene als „sinnvolle Zufälle“ deutet. Zufällig, weil nicht kausal bedingt, sinnvoll, weil sie einen sinnstiftenden bedeutungsvollen Zusammenhang, in dem sie eingebettet sind, spürbar machen. Nach dem soeben Gesagten ist es vom Standpunkt der VQT aus naheliegend, sie als Verschränkungserscheinungen zu deuten. Das Axiom NT gewinnt dabei entscheidende Bedeutung. Es scheint zunächst nur die Behauptung einer Unmöglichkeit zu enthalten, führt aber bei näherer Untersuchung zu positiven Konsequenzen, die sehr gut mit den gewonnenen Erfahrungen zu paranormalen Erscheinungen übereinstimmen. Überdies ergeben sich Hinweise zur Planung erfolgreicher parapsychologischer Experimente.

Im Psychosomatik-Kapitel 4 schlagen wir nach einer Übersicht über verschiedene Konzepte von „Seele“ in der philosophischen Tradition vor, Psychisches und Somatisches nicht zu scharf voneinander zu trennen, sondern als verschiedene, teilweise zueinander komplementäre Beobachtungsgrößen an einem einheitlichen System „Mensch“ im Sinne der VQT anzusehen.

Diagnosen wie „psychisch“ oder „somatisch“ haben als „Messungen“ faktenerzeugenden Feststellungscharakter, was auf eine besondere Verantwortung des Diagnostizierenden hinweist.

Im Mittelpunkt von Kapitel 5 „Konsistente und inkonsistente Geschichten“ steht das erwähnte Phänomen der „Nicht-Existenz der Bahn“ in Quantentheorien. Es wird zunächst die „consistent histories“-Formulierung der Quantenphysik dargestellt und dann gezeigt, wie sich diese fast mühelos auf die VQT übertragen lässt. Danach ist der Weg frei, um die prinzipiellen Schwierigkeiten zu diskutieren, die sich ergeben, wenn dokumentierte, zeitlich markierte Fakten zu zusammenhängenden Geschichten gereiht, gewissermaßen „aufgefädelt“ werden sollen. Wir illustrieren unsere Befunde durch Beispiele aus verschiedenen Bereichen.

In einer zweiten Gruppe von fünf Arbeiten geht es um philosophische und erkenntnistheoretische Konsequenzen der VQT, eine Frage, die mir sehr am Herzen liegt.

Kapitel 6 „Innen und Außen“ kreist um den epistemischen Schnitt. Im Anschluss an Betrachtungen zu Leib und Haut als Grenze des Leibes zeigen wir, dass die Grenze zwischen Innen und Außen ebenso verschieblich ist wie der epistemische Schnitt und dass in manchen Fällen Innen und Außen geradezu miteinander vertauscht sind. Am Schluss steht eine Deutung des schwierigen Spätgedichtes „Gong“ von Rainer Maria Rilke, in dem die „Umkehr der Räume“ beschworen wird.

Im Kapitel 7 geht es um Schöpfertum und die Dialektik von „Finden“ und „Erfinden“. Die klassische Inspirationstheorie sieht die Quelle von schöpferischen Leistungen außerhalb und den Schaffenden als Sprachrohr und Vermittler. Im Gegensatz dazu verlegt die Vorstellung der freien Kreativität die Quelle ganz ins Innere des schöpferischen Individuums. Nach einer Betrachtung von göttlichem und menschlichem Schöpfertum begründen wir eine an der VQT orientierte vermittelnde Position. Entscheidend sind hierbei die oben erwähnte innere Verwandtschaft von Messprozess und schöpferischem Akt und Überlegungen zum epistemischen Schnitt, in dessen Nähe der Ursprung von Schöpfertum verortet wird.

Kapitel 8 enthält Reflexionen zur physikalischen und zur inneren Zeit. Die Prozessontologie (Whitehead, 1919, 1920; Rescher, 1996, 2000) betrachtet sich als Alternative zur klassischen Ontologie beharrender Substanzen, indem sie zeitliche Prozesse, Übergänge und Veränderung in den Mittelpunkt stellt. Zunächst wird die Problemstellung ausführlich beschrieben und das Zenonsche Paradoxon vorgestellt, dem zufolge man sich einen fliegenden Pfeil nicht zugleich in Bewegung und jederzeit an einem Ort befindlich denken kann. Die VQT erlaubt eine vermittelnde Position zwischen beiden Ontologien und eine Auflösung des Zenonschen Paradoxons. Zwar taucht Zeit in der VQT primär nur als die innere Zeit des Beobachters auf. Es ist aber möglich, eine Zeitobservable  $T$  zu definieren und zwischen zeitkompatiblen Observablen (Beobachtungsgrößen), die mit der Observablen  $T$  vertauschen, und *Prozessobservablen*, die zu  $T$  komplementär sind, zu

unterscheiden. Diese Komplementarität ergibt die Lösung des Zenonschen Paradoxons und führt auf eine die Substanz- und Prozessontologie umgreifende neutrale Ontologie hin. Anhand der Erzählung „Tlön, Uqbal und Orbis Tertius“ von J. L. Borges zeigen wir auf, wohin eine einseitige Prozessontologie führen kann. Schließlich wird über energieartige Prozessobservable und „akategoriale, meditative Zustände“ als „Eigenzustände“ von Prozessobservablen spekuliert.

Kapitel 9: Das Konzept der Emergenz wird gern im Namen eines abgemilderten physikalischen Reduktionismus herangezogen. Jenseits einer gewissen Komplexitätsschwelle sollen in physikalischen Systemen, eventuell in mehreren Stufen, von selbst überraschende neue Eigenschaften emergieren, d. h. auftauchen. Der ontologische Status der emergenten Ebene bleibt dabei im Vergleich zur Basisebene mehr oder weniger zweitrangig und untergeordnet. Zunächst ist viel Begriffsklärungs- und Definitionsarbeit im Zusammenhang mit verschiedenen Versionen der Konzepte „Emergenz“ und „Supervenienz“ zu leisten.

Drei Fragen drängen sich in diesem Zusammenhang auf:

- Erstens: Was ist der genauere ontologische Status der emergenten Ebene im Vergleich zu ihrer Basis?
- Zweitens: Wie steht es um den Neuigkeitswert des Emergenten?
- Drittens: Wie sind kausale Rückwirkungen der sekundären, emergenten Ebene auf die primäre möglich? Dieses Problem wird manchmal als das Kimsche Dilemma (Kim, 2003) bezeichnet. Wir orientieren uns an der Beschreibung einer Reihe von Beispielen mehr oder weniger erfolgreicher Anwendungen des Emergenzprinzips.

Im Geiste der VQT erweist sich Folgendes als naheliegend: Die zusätzlichen Eigenschaften bei zunehmender Komplexität sind nicht wirklich neu, sondern kontextuell: Bereits vorher vorhandene Konzepte werden anwendbar und bedeutsam. In der Sprache der VQT bedeutet dies, dass zusätzliche Observable an Relevanz gewinnen, die mit den alten kompatibel oder auch zu ihnen komplementär sein können. Das Kimsche Dilemma löst sich aus dieser Sicht auf. Die neuen Observablen bringen nur andere Aspekte ins Spiel, unter denen ein System betrachtet werden kann. Ein untergeordneter ontologischer Status der neuen Observablen liegt nicht vor, und eine hierarchische Ordnung nach dem Muster „Physik, Chemie, Leben, Bewusstsein“ braucht nicht in allen Fällen gegeben zu sein. Am Schluss von Kapitel 9 geht es um die Darwinsche Evolutionslehre, in der Emergenz als Prozess in der Zeit erscheint. Aus unserer Sicht ist der Zufall bei der Darwinschen Evolution nicht unbedingt blind, sondern vielleicht auch sinnvoll. Zurückgewiesen wird der Anspruch der „*evolutionären Erkenntnistheorie*“ einer Überlegenheit des naturalistisch-reduktionistischen Weltbildes, da dieses das siegreiche Ergebnis erfolgreicher Evolution des menschlichen Erkenntnisapparates sei.



Kapitel 10 „Mythos und Symbol“ hat eine erkenntnistheoretische und ontologische Zielsetzung. Es gibt eine unübersehbare Vielfalt praktischer und philosophischer Versuche des Menschen, in seiner Welt erzählend und symbolisierend Orientierung und ein Mindestmaß von Kontrolle zu gewinnen. Einige davon werden zur Vorbereitung auf das Folgende zunächst vorgestellt. Die VQT macht vollen Ernst mit der bereits erwähnten „Phänomenalität der Welt“ als einer in Beobachtungen erscheinenden. Wie uns die Welt erscheint, ist ganz wesentlich durch eine Reihe von *Existenzialen* zu beschreiben, durch welche die Art und Weise unserer Existenz als bewusste und erkennende Wesen bestimmt ist. Wir behandeln einige davon im Einzelnen. Zwei davon stehen darauf besonders im Mittelpunkt der Betrachtung: Erstens *Zeitlichkeit*: Welt erscheint uns nicht als Panoramagemälde, sondern eher in der Art eines Films, in dem sich ein Fenster des „Jetzt“ in die Zukunft bewegt und Vergangenheit hinterlässt. Zweitens *„Faktizität“*. Wir leben nicht nur in einer Welt von Möglichkeiten, sondern mehr noch in einer Welt von teilweise sehr harten Fakten. In der VQT tauchen Zeit und Faktizität erst wirklich im Zusammenhang mit einem menschlichen Beobachter auf. In diesem Kapitel wage ich mich in der ontologischen Spekulation weiter als sonst hervor, indem ich ein ontologisches Szenario einer zeitlosen Quantenwelt der Möglichkeiten entwerfe. Die Konsequenzen sind dramatisch.

Symbole und Mythen unterscheiden sich in ihrem Zeitbezug: Symbole sind weitgehend unzeitlich, während Mythen die Form von Erzählungen haben. Im abschließenden letzten Abschnitt schließlich versuchen wir zu zeigen, wie Symbolbeziehungen, Mythen und Rituale als Versuche der Weltorientierung im Rahmen unseres entworfenen ontologischen Szenariums einzuordnen sind.

Die letzten drei Kapitel sind Ausdruck einer Auseinandersetzung mit der gegenwärtig sehr verbreiteten Position des „Naturalismus“, die man auch als physikalistischen Reduktionismus bezeichnen könnte. Der Naturalismus vertritt die Ansicht, dass die Welt im Wesentlichen als großes physikalisches System verstanden und auch beherrscht werden kann und sollte. Auch und gerade aus der Perspektive der VQT wird auf Schwächen und Widersprüchlichkeiten einer solchen Weltsicht hingewiesen.

Kapitel 11 befasst sich mit einem viel beachteten Buch von S. Hossenfelder, in dem die These vertreten wird, dass in der physikalischen Forschung das Streben nach Schönheit in die Irre führe und Mut zur Hässlichkeit gefordert wird. Nach einigen Erörterungen zur Ästhetik, die sich besonders auf Friedrich Schillers Definition von Schönheit als „Freiheit in der Erscheinung“ stützen, wird an Beispielen die Schönheit physikalischer Theorien beobachtet und untersucht, worauf sie beruht. Es zeigt sich, dass die Schönheit einer physikalischen Theorie von ihrer Wahrheit nicht zu trennen ist und nur am Ende physikalischer Forschung als Belohnung steht, die freilich zuvor als Ansporn wirken kann.

Kapitel 12 ist eine Auseinandersetzung mit dem viel gepriesenen Bestseller *Homo Deus* von Y.N. Harari, der dem Umfeld des Kalifornischen Transhumanismus zuzurechnen ist. Diese von großen Konzernen wie Google unterstützte Bewegung arbeitet im Geiste eines physikalistischen Naturalismus mit Tatkraft, Zuversicht, Visionsfreudigkeit und einigem Idealismus am Unternehmen der Verbesserung des Menschen. Mit den gewaltigen Mitteln der Zukunftstechnologien, besonders unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, soll der Mensch intelligenter, glücklicher, stärker, gesünder, ja unsterblich werden.

Zunächst werden mit ausführlichen Zitaten die Thesen Hararis referiert und anschließend, auch im Geiste der VQT, einer philosophischen und erkenntnistheoretischen Kritik unterzogen. Sie stehen nicht auf der Höhe zeitgenössischer philosophischer Reflexion, ignorieren, sehr zu ihrem Nachteil, die reiche philosophische Tradition, identifizieren in unzulässiger Weise eine Modellierung gewisser Züge der Welt mit dem Ganzen des Modellierten und weisen innere Widersprüche auf.

Kapitel 13 schließlich ist ganz einer kritischen Untersuchung des physikalistischen Naturalismus gewidmet. Es beginnt mit einer möglichst genauen Definition dessen, was unter „Physikalismus“ verstanden werden soll. Es folgen sechs Beispiele von physikalistischen Weltentwürfen physikalisch kompetenter Autoren. Anschließend weisen wir auf fragwürdige Voraussetzungen, erkenntnistheoretische Fehler und innere Widersprüchlichkeiten jedes physikalistischen Weltentwurfes hin. Die Leugnung jeder Willensfreiheit zerstört nach unserer Auffassung sogar die Bedingungen für die Möglichkeit wahrheitsfähiger Theoriebildungen. Wir schließen mit dem Hinweis auf mögliche nicht-physikalistische Weltmodelle, die den formulierten Ansprüchen genügen.

Im letzten Kapitel 14, das neu für dieses Buch geschrieben wurde, gebe ich zunächst eine vollständigere Darstellung des axiomatischen Formalismus der VQT. Ich erfülle mir damit einen Wunsch, den ich mir sonst in meinen nicht unmittelbar fachlichen Arbeiten versagen musste. In einem zweiten Teil, der auch neues Material enthält, untersuche ich durch einen strukturellen Vergleich von Klassischer Mechanik, Quantenmechanik und VQT die Möglichkeiten, den Formalismus der VQT schrittweise bis zum vollen Hilbertraum-Formalismus der Quantenmechanik zu erweitern. Für diesen Abschnitt wird, wenn schon nicht mathematische Kenntnis, so doch zumindest eine erhöhte Bereitschaft, sich auf mathematische Denkweisen und Begriffsbildungen einzulassen, vorausgesetzt.

Bevor wir in den folgenden Kapiteln zur Sache kommen, schließe ich dieses einleitende Kapitel mit dem Ausdruck der Hoffnung, dass sich etwas von der Freude, die ich bei meiner Arbeit an der VQT empfunden habe, auf den Leser übertrage.

## Literatur

- Atmanspacher, H., Filk, T., & Römer, H. (2004). Quantum zeno features of bistable perception. *Biological Cybernetics*, 90, 33–40. <http://arxiv.org/abs/physics/0302005>
- Atmanspacher, H., Bach, M., Filk, T., Kornmeier, J., & Römer, H. (2008). Cognitive time-scales in a Necker-Zeno model of bistable perception. *The Open Cybernetics and Systemic Journal*, 2, 234–251.
- Atmanspacher, H., & Römer, H. (2012). Order effects in sequential measurements of non-commutative psychological observables. *Journal of Mathematical Psychology*, 56, 274–280. <http://arxiv.org/abs/1201.4685>
- Atmanspacher, H., Römer, H., & Walach, H. (2002). Weak quantum theory: Complementarity and entanglement in physics and beyond. *Foundations of Physics*, 32, 379–406.
- Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, 47, 777–780.
- Filk, T., & Römer, H. (2011). Generalised Quantum Theory: Overview and latest developments. *Axiomathes*, 21(2), 211–220. <https://doi.org/10.1007/s10516-010-9136-6>
- Gabriel, M. (2020). *Fiktionen*. Suhrkamp.
- Gabriel, M., & Eckold, M. (2019). *Die ewige Wahrheit und der Neue Realismus: Gespräche über (fast) alles, was der Fall ist*. Carl-Auer.
- Harari, Y.N. (2017). *Homo deus: A brief history of tomorrow*. Harvill Secker. Deutsche Ausgabe: *Homo Deus: Eine Geschichte von Morgen*. C. H. Beck.
- Kim, J. (2003). Blocking causal drainage and other maintenance chores with mental causation. *Philosophy and Phenomenological Research*, 67, 151–176.
- Lucadou, W.v., Römer, H., & Walach, H. (2007). Synchronistic phenomena as entanglement correlations in generalized quantum theory. *Journal of Consciousness Studies*, 14, 50–74.
- Maier, M. A., & Buechner, V.L. (2016). Time and consciousness. In M. Nadin (Hrsg.), *Anticipation across disciplines* (93–104). Springer.
- Rescher, N. (1996). *Process metaphysics: An introduction to process philosophy*. SUNY Press.
- Rescher, N. (2000). *Process philosophy: A survey of basic issues*. University of Pittsburgh Press.
- Walach, H., & Römer, H. (2016). Generalisierte Nichtlokalität – Ein neues Denkmodell zum Verständnis von „Fernwirkung“ durch sakrale und säkulare Rituale. *Theologie und Glaube*, 106(4), 316–335.
- Whitehead, A.N. (1919). *An enquiry concerning the principles of natural knowledge*. Cambridge University Press.
- Whitehead, A.N. (1920). *The concept of nature*. Cambridge University Press.