

# Die Faszination vorschneller Schlüsse: Freier Wille und (Neuro-)Wissenschaft

Kaum steigt man in eine Diskussion um die Existenz (oder überhaupt die Möglichkeit) des Freien Willens ein, wird man mit Ergebnissen der Naturwissenschaften konfrontiert, indem scheinbar sehr plausible Schlüsse gezogen oder Analogien gebildet werden. Allerdings lohnt es sich fast immer, ein wenig genauer hinzusehen. Daher habe ich hier drei Anhaltspunkte (ursprünglich anhand des Geo-Artikels „Wie frei ist unser Wille?“<sup>1</sup>) zusammengestellt, die sich gegen allzu leichtfertiges hantieren mit naturwissenschaftlichen Theorien /Experimenten ins Feld führen lassen.

## 1. Die Quantenphysik als Garant der Willensfreiheit.

**Intuitive Idee.** Wie allgemein bekannt ist, arbeitet die Quantenphysik mit Zustandswahrscheinlichkeiten, und enthält damit grundsätzlich ein indeterministisches Moment, von dem aus zumindest auf die Möglichkeit des Freien Willens geschlossen werden kann.

**Theorie.** Die erste Theorie in dieser Richtung formulierte der Physiker Pascal Jordan (1932, 1934, 1938, 1943). Nach seiner *Verstärkertheorie der Willensfreiheit* ist die entscheidende Frage, ob „die organischen Gebilde, z.B. der Mensch, als wesentlich *makroskopische* Gebilde angesehen werden dürfen: Nur dann ist die Möglichkeit gegeben, eine (praktisch) vollkommene kausale Bestimmtheit der Reaktionen eines organischen Wesens *trotz des uns bekannten akasalen Verhaltens atomarer Gebilde* zu erwarten, wenn *die ganze Kausalkette* dieser Reaktionen im makroskopischen Gebiet verläuft.“<sup>2</sup> Für Jordan ist die Antwort natürlich Nein, und damit hängt die Leistung des Gehirns von einzelnen Quantensprüngen ab.

**Problem.** Gegen Jordans Theorie lassen sich besonders zwei Argumente anführen: Zum einen führt sein Konzept zu einem völlig willkürlichem Verhalten, bei dem nicht mehr von einem *eigenen* Willen gesprochen werden kann; so wie im Determinismus der Mensch nicht handelt, sondern an ihm (und durch ihn hindurch) Naturgesetze wirken, ist er auch hier vollständig vom Zufall der Quantenphysik bestimmt. Zudem ist die Theorie alles andere als gut begründet; die Prozesse der Quantenphysik spielen sich (größenordnungsmäßig) weit unterhalb der für Gehirnzellen relevanten Vorgänge ab – ein „wildes“ Verhalten von Zellen hätte äußerst nachteilige Konsequenzen für den Organismus.

Schwerwiegender jedoch ist, dass schon die einfache Annahme, die Quantenprozesse seien indeterministisch, schlicht falsch ist: Gerade diese sind in der Quantenphysik die einzig vollständig determinierten und berechenbaren Vorgänge. Betrachten wir z. B. die quantenmechanische Zustandsbeschreibung eines Elektrons, die als Summe der Zustände an den verschiedenen Orten durch bestimmte Faktoren ( $w$  und  $z$ ) beschrieben wird. Dies sind allerdings keine Wahrscheinlichkeiten, wie oft in populärwissenschaftlichen Darstellungen behauptet, denn  $w$  und  $z$  sind komplexe Zahlen: „Die Verhältnisse der Quantengewichte  $w$  und  $z$  sind keine Wahrscheinlichkeitsverhältnisse. Sie können es nicht sein, weil Wahrscheinlichkeiten immer reelle Zahlen sein müssen. [...] Die Beschreibungen sind eindeutig – und zudem *vollkommen* deterministisch.“<sup>3</sup>

Erst wenn ein Übergang von der mikrophysikalischen Quantenebene zur Ebene makroskopischer Ereignisse auftritt, treten Wahrscheinlichkeiten und somit ein indeterministisches Mo-

---

<sup>1</sup> Mechsner, Frank: *Wie frei ist unser Wille?* In: Geo 65 (11/2002), S. 65-84. Siehe auch: [http://www.geo.de/GEO/wissenschaft\\_natur/2002\\_12\\_GEO\\_freier\\_wille/index.html](http://www.geo.de/GEO/wissenschaft_natur/2002_12_GEO_freier_wille/index.html)

<sup>2</sup> Jordan, P.: *Die Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biologie und Psychologie*. In: *Naturwissenschaften*, 33, S.537-545. Hervorhebungen vom Autor, zitiert nach Walter, Henrik: *Neurophilosophie der Willensfreiheit. Von libertarischen Illusionen zum Konzept natürlicher Autonomie*. Paderborn, München, Wien, Zürich, 1998, S. 195.

<sup>3</sup> Penrose, Roger: *Schatten des Geistes. Wege zu einer neuen Physik des Bewusstseins*. Heidelberg, Berlin, Oxford, 1995, S. 324. Hervorhebungen im Original.

ment auf. Dieser Vorgang wird als *Reduktion des Zustandsvektors* oder *Kollaps der Wellenfunktion* bezeichnet. Wie dieser Kollaps zu interpretieren ist, ist selbst unter Physikern umstritten: Nach der Kopenhagener Interpretation ist es das Bewusstsein (des Beobachters im Messvorgang), das die Reduktion des Zustandsvektors auf mysteriöse Weise verursacht; andere Physiker behaupten, das der Kollaps gar nicht „real“ ist, sondern nur zur Vereinfachung angenommen wird, um nicht alle Systeme rein quantenphysikalische beschreiben zu müssen (damit wäre die Welt tatsächlich vollständig deterministisch).

Eine Theorie neuerer Zeit, die mit Hilfe der Quantenphysik argumentiert, ist die ORCH-OR-Theorie (orchestrierte objektive Reduktion) von Penrose und Hameroff<sup>4</sup>, die folgendes besagt:

„Bestimmte Aspekte der Quantentheorie sowie das Phänomen der objektiven Reduktion des Zustandsvektors seien notwendig für das menschliche Bewusstsein. Die betreffenden Quantenereignisse fänden in den Mikrotubuli statt. Mikrotubuli (MT) sind Zellstrukturen, die man sich am besten als Zellskelett vorstellt. Sie bestehen aus Untereinheiten (Tubulinen), die aneinandergereiht sind und Röhren bilden. Sie durchziehen fast die ganze Zelle und geben ihr Halt. [...] Hameroff ist überzeugt, dass Narkosemittel auf Mikrotubuli einwirken, was klar zeige, dass sie für Bewusstsein notwendig sind. Mikrotubuli werden nach Penrose und Hameroff auch zu „Berechnungen“ genutzt. [...] Während der vorbewussten Verarbeitung wirkten MTs als kleine Quantencomputer. Ihre verschiedenen möglichen Konformationszustände bestünden gleichzeitig nebeneinander (superponieren), bis die Massenverteilungsunterschiede zwischen den überlagerten Zuständen so groß werden, dass sich der Kollaps der Wellenfunktion ereigne [...]. Dieser letzte Schritt, die Reduktion des Zustandsvektors durch Massenverteilungsunterschiede superponierter Zustände müsse allerdings durch eine erst noch zu entwickelnde Theorie der Quantengravitation *objektiv* erklärt werden. Dann könne man von einer „objektiven Reduktion“ (OR) sprechen“<sup>5</sup>.

Jede einzelne OR ist dann für ein bewusstes Erlebnis verantwortlich, ihre kontinuierliche Aneinanderreihung ergibt den Strom des Bewusstseins. Die wesentlichen Schwachpunkte dieser Theorie sind, dass es weder die geforderte Quantengravitationstheorie gibt, noch den Nachweis, dass Mikrotubuli eine zentrale Rolle für das Bewusstsein spielen. Und obwohl der Kollaps der Wellenfunktion, der eine Zusammenfassung aller Zustände bewirkt und damit zum Phänomen der „Jetztheit“ des Bewusstseins gut zu passen scheint, geht dieser Erklärungsversuch in eine falsche Richtung: Sie geht von einem falschen Bild des Bewusstseins aus, nach dem es eine zentrale Instanz innerhalb des Gehirns gibt<sup>6</sup>. Was aus der Annahme dieser intuitiv plausiblen These folgt, wenn sie nicht einmal reflektiert wird, zeigt der nächste Abschnitt.

---

<sup>4</sup> Penrose, R. und Hameroff, S.: *What Gaps?* In: *Journal of Consciousness Studies*, 2 (1995), S.99-112 und Hameroff, S. und Penrose, R.: *Conscious events as orchestrated space-time selections*. In: *Journal of Consciousness Studies*, 3 (1996), S. 36-53.

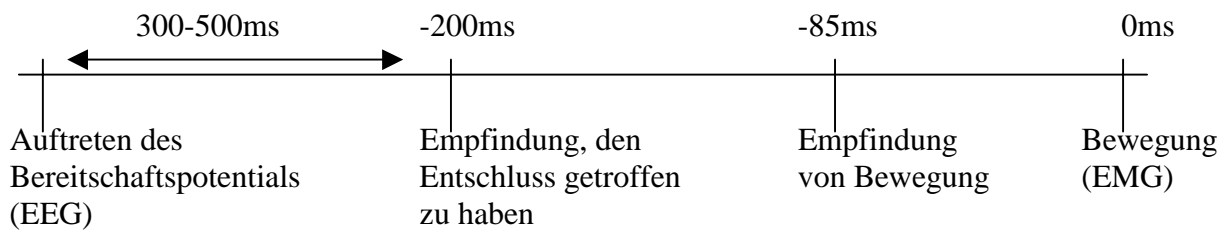
<sup>5</sup> Walter, Henrik: *Neurophilosophie der Willensfreiheit. Von libertarischen Illusionen zum Konzept natürlicher Autonomie*. Paderborn, München, Wien, Zürich, 1998. Hervorhebungen im Original.

<sup>6</sup> Das zeigt sich auch darin, dass sie sich auf die Experimente von Libet stützen (siehe 2.).

## 2. Einspruch aus der Hirnforschung: Libets Experiment

**Das Experiment.** Libets Experimente werden auch heute, 20 Jahre später, vielfach diskutiert. Sie beruhen auf der Messung des Bereitschaftspotentials im Gehirn, das als Anzeichen für die Vorbereitung einer willentlichen Bewegung angesehen wird. Die Versuchspersonen saßen in einer ruhigen Umgebung und sollten spontan eine schnelle Fingerbewegung ausführen „without any preplanning or concentration on when to act“<sup>7</sup>. Zu jeder Fingerbewegung wurden drei Zeitmessungen festgehalten: Der Beginn der Bewegung (der als Nullpunkt der Zeitskala gesetzt wurde), der Beginn des Bereitschaftspotentials und die Empfindung einer Bewegung bzw. (in einer anderen Versuchsreihe) der Entschluss zur Bewegung.

**Ergebnisse.** Der Ablauf vom Aufbau des Bereitschaftspotentials bis zur Bewegung wird auf einer gemeinsamen Zeitachse festgehalten:



Das Bereitschaftspotential (durch Messung mittels Elektroenzephalogramm) tritt also stets vor der subjektivem Empfindung, einen Entschluss getroffen zu haben, auf, danach kommt die Empfindung von Bewegung und schließlich die vom Elektromyogramm gemessene Bewegung.

**Interpretation.** Libet selbst folgert, dass es zwar keine bewusste Steuerung der eigenen Handlungen (wovon man dann im strengen Sinne gar nicht mehr sprechen darf!) gibt, der Freie Wille aber noch die Möglichkeit hat, „sein Veto einzulegen“ und die Bewegung im letzten Moment abubrechen. Andere, wie Gerhard Roth, sind nicht so zurückhaltend: „Zusammengefasst zeigen die hier vorgestellten Forschungsergebnisse, dass die beiden entscheidenden Komponenten des Phänomens »Willensfreiheit«, nämlich etwas frei zu wollen [...] und etwas in einem freien Willensakt aktuell zu verursachen, eine Täuschung sind.“<sup>8</sup>

**Kritik.** Will man den freien Willen retten, gibt es zwei mögliche Wege: Das Experiment lässt sich methodologisch kritisieren oder die Schlussfolgerung angreifen. Methodologisch ließe sich die geringe Zahl von Versuchspersonen – nämlich nur sechs – bemängeln und, wichtiger, die Praxis, objektiv gemessene Zeiten mit subjektiven zu vermischen.

Zentraler ist für mich jedoch die Frage, was für ein *Bewusstseinsmodell* hier angenommen werden muss, um überhaupt von einem *Zeitpunkt* der Entscheidung sprechen zu können. Fragen wir nach einem Zeitpunkt *t*, an dem der Beschluss gefasst wird, den Finger zu bewegen, so gehen wir dabei von einer zentralen Instanz im Gehirn aus, die darüber entscheidet, bestimmte Muskeln zu bewegen etc. Ohne eine solche Zentralstelle ist keine eindeutige Zeitabfolge nicht konstruierbar – und gerade diese Schaltzentrale wird inzwischen von vielen Modellen aus der Kognitionswissenschaft abgelehnt; statt dessen wird eine Vielzahl paralleler Prozesse angenommen, die größtenteils autonom arbeiten und sich immer wieder wechselseitig koordinieren. Dem entspricht auch das *Modell mannigfaltiger Entwürfe* (Multiple Drafts Model) von Dennett und Kinsbourne<sup>9</sup>. Die Ergebnisse von Libets Experiment zeigen damit

<sup>7</sup> Libet, Benjamin, Gleason, Curtis A., Wright, Elwood W. und Pearl, Dennis K. *Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential)*. In: *Brain* 106 (1983), S.623-642.

<sup>8</sup> Roth, Gerhard. *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Frankfurt a. M., 2001.

<sup>9</sup> Dennett, Daniel C. und Kinsbourne, Marcel. *Time and the Observer: the Where and When of Consciousness in the Brain*. In: *Behavioral and Brain Sciences* 15, S.183-247, 1992. <http://ase.tufts.edu/cogstud/pubpage.htm>.

nichts weiter als die Notwendigkeit, sich vor der Durchführung neuroanatomischer bewusst zu werden, mit welchen impliziten Annahmen man hantiert<sup>10</sup>.

### 3. Die Chaostheorie

**Intuitive Idee.** Der letzte Punkt wird zwar im Geo-Artikel nicht explizit angesprochen, ist jedoch ebenfalls ein Dauerbrenner: Die Chaostheorie, die ebenfalls allein vom Namen her verspricht, ein nicht-deterministisches Moment in die Naturwissenschaft zu bringen.

**Problem.** Auch hier liegt jedoch ein Irrtum vor: Die Chaos-Theorie macht Aussagen zu (mathematisch) komplexen Systemen, die vollständig determiniert sind – man spricht deshalb auch vom *deterministischen Chaos*. Was das Wort Chaos hier rechtfertigt ist die Tatsache, dass diese Systeme sich stets unvorhersehbar verhalten, obgleich alle Formeln, nach denen sie sich entwickeln, bekannt sind (das ist hier mit deterministisch gemeint).

Das klingt auf den ersten Moment paradox: Man kennt zwar alle Regeln, nach denen sich ein System verhält, kann aber das Verhalten trotzdem nicht vorhersagen. Die Lösung liegt in einer speziellen Eigenschaft des chaotischen Prozesses: *Sensitivität*. Damit ist gemeint, dass jede noch so geringfügige Abweichung im Laufe der Zeit (und meist sehr schnell!) so groß wird wie die eigentlichen Größen des Systems – aus diesem Grund lassen sich chaotische Systeme nicht berechnen, denn jeder Rundungsfehler (selbst in der 50. Stelle hinter dem Komma) wächst so gewaltig an, dass er die Größenordnung des Signals annimmt.<sup>11</sup> Ein anschauliches Beispiel stellen die Grafik auf der folgenden Seite dar.

Mit diesen Eigenschaften – Unvorhersagbarkeit trotz Kenntnis aller Gesetze – ließe sich zwar das Gefühl der Willensfreiheit gut begründen, aber von einem „Anderskönnen unter identischen Bedingungen“ muss man sich dann verabschieden zugunsten eines „Anderskönnen unter fast identischen Bedingungen.“ Zumindest für die Kognitionswissenschaft mit ihrer Annahme, dass alle Denkprozesse berechenbar sind, scheint mir dieser Schritt sinnvoll. Eine genauere Argumentation findet sich in „Neurophilosophie der Willensfreiheit“<sup>5</sup>.

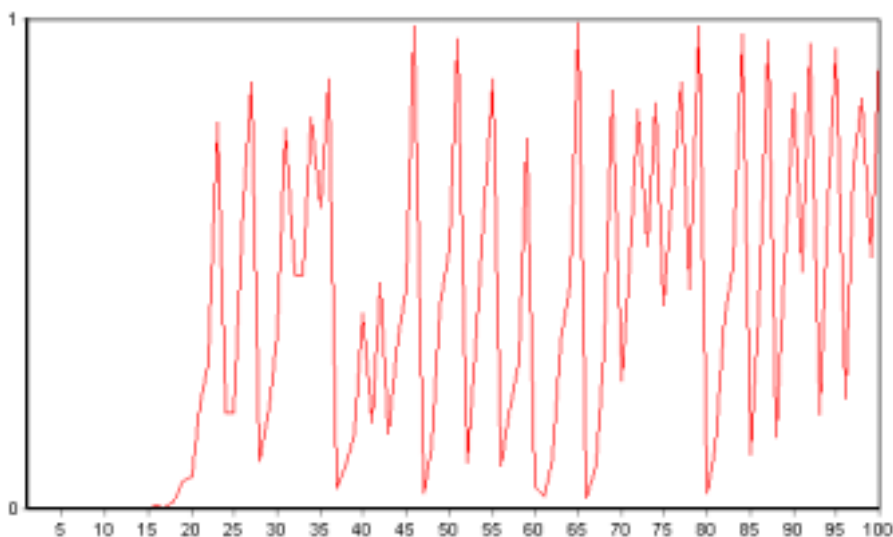
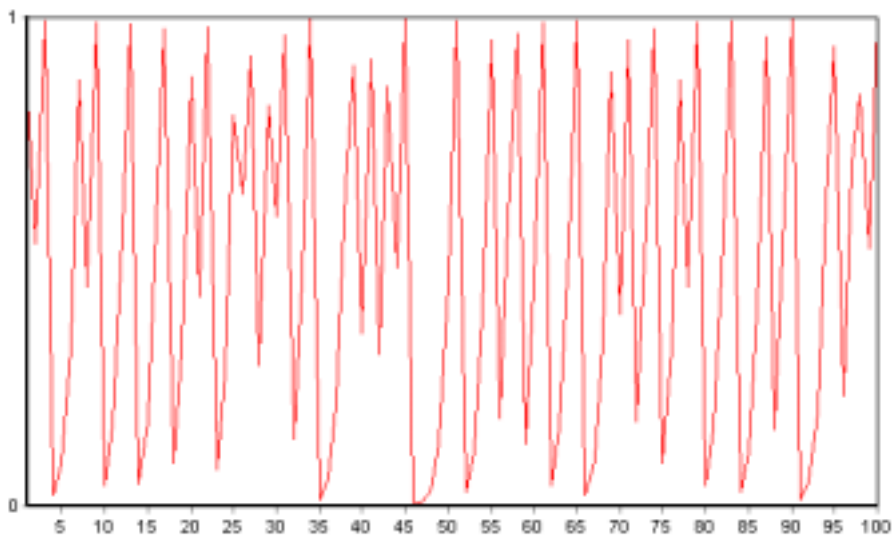
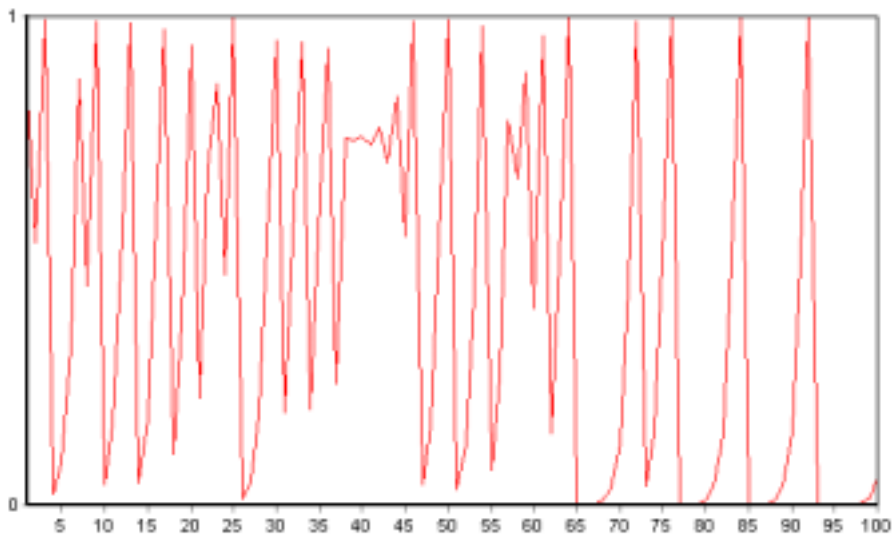
Mit diesen Bedenken spreche ich mich keineswegs gegen die Naturwissenschaft generell aus, noch gegen einen möglichen Dialog zwischen Philosophie und Naturwissenschaft. Im Gegenteil, gerade weil ich glaube, dass beide Seiten voneinander viel lernen können, plädiere ich für einen intensiven Austausch. Allerdings müssen sowohl philosophische als auch naturwissenschaftliche Argumente dabei genau betrachtet werden und nicht leichtfertig verworfen oder angenommen werden.

*Frieder Vogelmann*

---

<sup>10</sup> Gut dargestellt wird dies auch in Markowetz, Florian: *Freiheit und Bedingtheit des Willens zwischen Neurowissenschaft und Philosophie*. <http://www.molgen.mpg.de/~markowet/docs/magister.pdf>.

<sup>11</sup> Einzelheiten finden sich in Peitgen, Heinz-Otto, Hartmut Jürgens, Dietmar Saupe: *Fractals for the Classroom. Part Two. Complex Systems and Mandelbrot Set*. New York, 1992. Mein Beispiel folgt dem auf S.43.



Das einfache chaotische System  $x_{n+1} = 4x_n(1-x_n)$  für zwei Anfangswerte, die sich um  $10^{-6}$  unterschieden, berechnet (oben und Mitte). Darunter ist die absolute Differenz der beiden Zeitreihen aufgetragen.