

Newton, LaPlace, Einstein & Kuhn

Newtons „Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica“ (Mathematische Grundsätze der Naturphilosophie), ursprünglich 1687 veröffentlicht, gehört zu den einflussreichsten Werken der Wissenschaftsgeschichte, und Newtons materialistischer mechanistischer Determinismus hat das wissenschaftliche Hypothesen- und Theoriewerden in vielfältiger Weise geprägt und beeinflusst. Im Jahr 1814 schrieb Pierre Simon Laplace in seinem prägenden „Essai philosophique sur les probabilités“ (Ein philosophischer Essay über Wahrscheinlichkeiten):

„Wir können den gegenwärtigen Zustand des Universums als die Wirkung seiner Vergangenheit und als die Ursache seiner Zukunft betrachten. Ein Intellekt, der zu einem bestimmten Zeitpunkt alle Kräfte, die die Natur in Bewegung setzen, und alle Positionen aller Gegenstände, aus denen die Natur besteht, kennen würde, wenn dieser Intellekt auch groß genug wäre, um diese Daten einer Analyse zu unterziehen, würde er die Bewegungen der größten Körper des Universums und die des kleinsten Atoms in einer einzigen Formel zusammenfassen; für einen solchen Intellekt wäre nichts ungewiss und die Zukunft wäre ebenso wie die Vergangenheit vor seinen Augen präsent.“ (Laplace, 1814, S.4)

Diese deterministische Sicht auf die Realität war bis ins späte 18. Jahrhundert äußerst einflussreich und ist auch heute noch implizit oder explizit die ideologische Grundhaltung der deutlichen Mehrheit der Wissenschaftler. In der Physik häuften sich jedoch unerklärliche (anomale) Daten und unerklärliche Anomalien (z.B.: das Dreikörperproblem, die Ergebnisse des Young'schen Doppelspaltexperiments, etc.) und schließlich entwickelte sich eine nicht-deterministische (stochastische) Quantenperspektive auf die physikalische Realität, wie das folgende prägnante Zitat zur Unschärferelation von Werner Heisenberg (aus „Über die Grundprinzipien der Quantenmechanik“) verdeutlicht:

„In einem stationären Zustand eines Atoms ist seine Phase prinzipiell unbestimmt“ (Heisenberg, 1927, S.177)

Einer der bedeutendsten Gegner dieses indeterministischen Theorieansatzes, Albert Einstein, widersprach vehement der stochastischen Unschärfe, die der Quantenmechanik innewohnt. So schrieb Einstein beispielsweise in einem seiner Briefe an Max Born im Jahr 1944

„Wir sind antipodisch in unseren wissenschaftlichen Erwartungen geworden. Sie glauben an den Gott, der würfelt, und ich an völlige Gesetzmäßigkeit und Ordnung in einer Welt, die objektiv existiert, und die ich auf wild spekulative Weise zu erfassen versuche. Ich glaube fest daran, aber ich hoffe, dass jemand einen realistischeren Weg oder besser gesagt eine greifbarere Grundlage entdeckt, als es mein Los war, zu finden. Selbst der große Anfangserfolg der Quantentheorie lässt mich nicht an das fundamentale Würfelspiel glauben, obwohl ich mir bewusst bin, dass unsere jüngeren Kollegen dies als Folge von Senilität interpretieren. Zweifellos wird der Tag kommen, an dem wir sehen werden, wessen instinktive Haltung die richtige war.“ (Born, 1973, S.149)

Einsteins allgemeine und spezielle Relativitätstheorie, so radikal sie auch waren, erklärten die Naturphänomene in einer Newtonschen deterministischen Weise und ließen damit die etablierten Formen des Denkens, der Logik und der Mathematik des 19. Jahrhunderts unangefochten. Im Vergleich dazu hat die Quantentheorie aufgrund ihres grundlegend stochastischen Indeterminismus den begrifflichen Rahmen der Wissenschaft völlig verändert. Sie hat nicht nur die wissenschaftlichen Konzepte der physikalischen Realität verändert, sondern unser Verständnis der wesentlichsten Rationalitätsprinzipien im Allgemeinen, d.h. es wurde eine neue Form der Quantenlogik entwickelt (Beltrametti & Cassinelli, 1973). Die Quantentheorie ist heute mit großem Abstand die zuverlässigste Theorie, die die Wissenschaft je entwickelt hat, da ihre Vorhersagen extrem genau sind und in vielen Bereichen getestet wurden. Trotz dieser unübertroffenen Erfolgsbilanz sind die zeitgenössische Psychologie, die Neurowissenschaften und die biomedizinischen Wissenschaften (und die damit verbundenen

statistischen Methoden) immer noch nach dem antiquierten und de facto überholten deterministischen Weltbild von Newton/Lockean modelliert, und diese wissenschaftlichen Disziplinen (und andere) haben sich noch nicht auf die weitreichenden Implikationen eingestellt, die sich aus der Quantentheorie ergeben. Mit anderen Worten: Die revolutionäre Reformation der Newtonschen Mechanik hat die Psychologie noch nicht erreicht, die immer noch den lokalen Realismus der klassischen Physik nachahmt. In der Tat könnte man effektiv argumentieren, dass der klassische Wahrscheinlichkeitsrahmen (der fast ausschließlich in allen kognitiven Modellierungsbemühungen verwendet wird) die definierenden Merkmale eines hartnäckigen Kuhnschen Paradigmas aufweist. Wie Thomas Kuhn in seinem einflussreichen Buch „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“ formuliert:

„... 'normale Wissenschaft' bedeutet Forschung, die fest auf einer oder mehreren vergangenen wissenschaftlichen Errungenschaften basiert, Errungenschaften, die eine bestimmte wissenschaftliche Gemeinschaft eine Zeit lang als Grundlage für ihre weitere Praxis anerkennt. Heutzutage werden solche Errungenschaften, wenn auch selten in ihrer ursprünglichen Form, in wissenschaftlichen Lehrbüchern für Anfänger und Fortgeschrittene wiedergegeben. Diese Lehrbücher erläutern die anerkannte Theorie, illustrieren viele oder alle ihrer erfolgreichen Anwendungen und vergleichen diese Anwendungen mit beispielhaften Beobachtungen und Experimenten. Bevor solche Bücher Anfang des neunzehnten Jahrhunderts populär wurden (und bis in die jüngste Zeit in den neu entstandenen Wissenschaften), erfüllten viele der berühmten Klassiker der Wissenschaft eine ähnliche Funktion. Aristoteles' *Physica*, Ptolemäus' *Almagest*, Newtons *Principia* und *Opticks*, Franklins *Electricity*, Lavoisiers *Chemistry* und Lyells *Geology* – diese und viele andere Werke dienten eine Zeit lang implizit dazu, die legitimen Probleme und Methoden eines Forschungsgebiets für nachfolgende Generationen von Praktikern zu definieren.“ (T. S. Kuhn, 1962, S. 10)

Referenzen

- Beltrametti, E. G., & Cassinelli, G. (1973). On the Logic of Quantum Mechanics. *Zeitschrift Fur Naturforschung – Section A Journal of Physical Sciences*, 28(9), 1516–1530. <https://doi.org/10.1515/zna-1973-0920>
- Dowling, J. P., & Milburn, G. J. (2003). Quantum technology: the second quantum revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 361(1809), 1655–1674. <https://doi.org/10.1098/rsta.2003.1227>
- Gröblacher, S., Paterek, T., Kaltenbaek, R., Brukner, ?, Zukowski, M., Aspelmeyer, M., & Zeilinger, A. (2007). An experimental test of non-local realism. *Nature*, 446(7138), 871–875. <https://doi.org/10.1038/nature05677>
- Heisenberg, W. (1958). Physics and Philosophy The Revolution in Modern Science. *Book*, 206. <https://doi.org/EB D HEISEN>
- Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. In *Structure* (Vol. 2, Issue 2). <https://doi.org/10.1046/j.1440-1614.2002.t01-5-01102a.x>
- Oppenheim, J., & Wehner, S. (2010). The uncertainty principle determines the nonlocality of quantum mechanics. *Science*, 330(6007), 1072–1074. <https://doi.org/10.1126/science.1192065>
- Robertson, H. (1929). The uncertainty principle. *Physical Review*, 34, 163–164. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.34.163>