

Die „Sieben Säulen der Weisheit“

Sieben philosophische Grundannahmen („Axiome“) über die Natur im System NEWTONS:

1. Das „Absolutheits-Axiom“

Raum und Zeit sind absolut. Der Raum ist absolut in dem Sinne, dass er auch ohne die Körper und Dinge existieren würde. Er ist gleichsam ein Gefäß, das im Prinzip auch nichts enthalten könnte. Die Zeit ist absolut in dem Sinne, dass sie auch verstreichen würde, wenn es keine Dinge oder Bewegungen gäbe, die sich in ihr ereignen.

2. Das „Symmetrie-Axiom“

Der Raum ist überdies dreidimensional, euklidisch, stetig (d. h. in jeder Dimension unendlich teilbar), homogen (d. h. überall gleich) und unendlich. Die Zeit dagegen ist eindimensional, stetig, homogen, unendlich (ewig) und *reversibel*. Das letztere bedeutet, dass die Zeit *keine Richtung* hat: alle Gesetze der Klassischen Mechanik blieben auch dann gültig, wenn die Zeit rückwärts liefe.

3. Das Kontinuitäts-Axiom“

Da der Raum und die Zeit stetig sind und die Bewegungen eines Körpers als Veränderung seiner Raum- und Zeitkoordinaten beschrieben wird, ist auch jede Bewegung stetig. Jede Veränderung in der Natur erfolgt kontinuierlich. *Natura non facit saltus*. Die Natur macht keine Sprünge und kennt keine Diskontinuitäten oder Unstetigkeiten.

4. Das „Determinismus-Axiom“

Nihil est sine causa quia sit. Jedes Ereignis ist kausal bestimmt, es kann aus seinen Ursachen (und allein aus diesen) erklärt werden. Jeder Zustand des Universums ist durch die Anfangsbedingungen desselben determiniert.

5. Das „Reduktions-Axiom“

Das komplexe „Uhrwerk“ des Universums kann prinzipiell analysiert, d. h. in seine einzelnen Teile und deren Bewegungen zerlegt werden. Die Funktion des Ganzen ergibt sich aus der Funktion seiner Teile. Das Ganze ist *nicht* mehr als die Summe der Teile. Die Funktionsweise jedes komplexen Systems kann aus denen seiner Teile erklärt und darum auf diese reduziert werden.

6. Das „Axiom des objektiven Realismus“

Die Naturgesetze sind der Natur selbst inhärent, sie sind ebenso wirklich wie die stofflichen Körper und ihre Bewegungen. Sie existieren objektiv oder an sich, d. h. unabhängig davon, ob sie irgendein intelligentes Wesen beobachtet oder erkennt.

7. Das Homogenitäts-Axiom

Die Naturgesetze gelten überall im Universum. Der Kosmos ist mithin überall gleichförmig organisiert oder homogen.

Alle diese Grundannahmen sind durch die Entwicklung der Quantentheorie schwer erschüttert worden, und einige dieser „Sieben Säulen“ scheinen seither für immer gefallen zu sein.

The universe begins to look more like a great thought than a great machine

Sir James Jeans (1877-1946)

Sieben Sonderbarkeiten der Quantenwelt

- (1) Die SCHRÖDINGER-Gleichung besagt, dass die Veränderungen der Wahrscheinlichkeiten für die Zustände eines Quantensystems einem absolut deterministischen Gesetz folgen und mithin einer strengen Kausalität unterliegen. Es ist schwer zu begreifen, wie ein Kausalgesetz (dargestellt durch eine Differentialgleichung in der Gestalt einer HAMILTON-Funktion) die Entwicklung von Wahrscheinlichkeiten determinieren kann.
- (2) Die Quantentheorie beruht nicht nur auf verschiedenen mathematischen Formalismen, die HEISENBERG (Matrizenmechanik) und SCHRÖDINGER (Wellenmechanik) unabhängig von einander entwickelt haben, aber später - vor allem durch DIRAC - als mathematisch äquivalent (isomorph) erwiesen wurden; sie ist vor allem die einzige Theorie in der gesamten Geschichte der Physik, die offensichtlich ganz verschiedene *Deutungen* dieses Formalismus' gestattet.
- (3) Der Formalismus ist ganz überwiegend im Komplexen entwickelt. Dass man durch reelle Zahlen - selbst durch irrationale oder transzendenten - etwas darstellen kann, was eine anschauliche Entsprechung in der Erfahrungswelt hat, ist ersichtlich. Aber was könnte die Entsprechung von komplexen Zahlen in der Natur sein, insbesondere die reale Entsprechung der imaginären Zahl i , die durch eine Gleichung ($i^2 = -1$) definiert ist, die nicht lösbar ist: es gibt keine Zahl, deren Quadrat -1 wäre.
- (4) Ein Quantenobjekt kann offensichtlich - als Überlagerung seiner Möglichkeiten - an mehreren Orten zugleich sein. Die Gesamtwahrscheinlichkeit kann größer oder auch kleiner sein als die jeder einzelnen Wahrscheinlichkeit. Die übliche Wahrscheinlichkeitstheorie, die für die Klassische Physik gilt, ist auf die Quantentheorie *nicht* anwendbar. Die Wahrscheinlichkeiten für unabhängige Ereignisse sind in der Quantentheorie *nicht additiv*; vielmehr können die entsprechenden Wahrscheinlichkeitswellen miteinander interferieren und unterliegen deshalb einer nichtlinearen Entwicklung, für die es in der Erfahrungswelt keine Entsprechung gibt.
- (5) Obwohl nach der SCHRÖDINGER-Gleichung die Entwicklung eines Quantenzustands - auch im Falle der Superposition - unabhängig von der jedes anderen zu sein scheint, beeinflussen die Quantenzustände sich dennoch gegenseitig - wie vor allem die Experimente mit Strahlenteilern zeigen. Diese wechselseitige Beeinflussung kann über große Entfernungen stattfinden - und zwar *instantan*, d. h. augenblicklich in einem Zeitintervall von Null.
- (6) Dass die Wellenfunktion nicht nur im Falle einer Messung, sondern bereits dann, wenn eine Messung *möglich* wäre, *kollabiert* und sich dabei eine einzige Möglichkeit (aus dem Katalog) mit der Wahrscheinlichkeit 1 realisiert, ist ein bis heute nicht wirklich verstandenes Phänomen. Es bleibt wohl auch weiterhin rätselhaft, warum dies geschieht.
- (7) Die Quantenrealität ist (nicht nur wegen Punkt 5) mit Sicherheit *nicht-lokal*. (Darüber wird in der Vorlesung später berichtet).