

# Wahrheit und Wirklichkeit – der Zugang der Naturwissenschaften<sup>1</sup>

Jürgen Audretsch  
Fachbereich Physik, Universität Konstanz  
juergen.audretsch@uni-konstanz.de

## § 1 Einleitung

Die Wahrheit zu finden und die Wirklichkeit zu erkennen sind uralte menschliche Ziele. Aber welche Wahrheit findet man in den Naturwissenschaften und was ist eine religiöse Wahrheit? Auf welche Aspekte der Wirklichkeit beziehen sie sich? Im Folgenden soll für die Naturwissenschaften eine Antwort versucht werden.<sup>2</sup>

Wir werden dabei von einem Gedankenexperiment ausgehen. Ein Physiker ist in einem Kasten eingeschlossen. Er war niemals außerhalb dieses Kastens und er weiß daher nicht, ob es überhaupt eine Welt außerhalb des Kastens gibt. Er führt Experimente durch, die zu ganz bestimmten Ergebnissen führen. Parallel hierzu entwickelt er Vorstellungen für eine Theorie der Physik im Kasten, die die Messergebnisse beschreiben und begründen kann. Aber dabei bleibt er nicht stehen. Auf der Grundlage seiner Beobachtungen und Theorien gewinnt er Vorstellungen über die Welt außerhalb des Kastens, mit der er nie direkt in Kontakt kommen kann.

Am Beispiel dieser konstruierten Situation wollen wir zweierlei verdeutlichen: Zum einen sieht man wie Theorien und Experimente immer differenzierter werden und die damit verknüpfte Wirklichkeit komplexer wird. Das Beispiel ermöglicht zweitens aber auch die Diskussion einer Analogie, mit deren Hilfe veranschaulicht werden soll, wie wir unsere Vorstellungen von der physikalischen Wirklichkeit entwickeln. Damit ist Folgendes gemeint. Der Wissenschaftler im Kasten trifft die fundamentale Entscheidung – es ist eine Entscheidung, zu der er nicht gezwungen ist – dass es eine Welt oder eine Wirklichkeit außerhalb des Kastens gibt und dass er über sie physikalische Aussagen machen kann. Ähnlich verfahren wir, wenn wir die Existenz von Elektronen, Atomen, elektrischen Feldern usw. behaupten. Wir haben dann eine erkenntnistheoretische Position eingenommen, die besagt, dass es über die Anzeigen von Messgeräten hinaus eine gewissermaßen „darunterliegende“ physikalische Wirklichkeit gibt. Aber wie wahr und wie eindeutig sind unsere Aussagen darüber?

Diese Vorbemerkungen zeigen bereits, dass es in diesem Artikel nicht um physikalische Aussagen wie z.B. die über die Masse des Neutrinos und seine Bestimmung gehen soll. Vielmehr wollen wir in erkenntnistheoretischer Perspektive einen Blick auf die Physik werfen und dabei die fundamentalen Begriffe „Wahrheit“ und „Wirklichkeit“ in den Mittelpunkt der Betrachtung stellen. Ziel ist nicht die Darstellung der vielen wissenschaftstheoretischen Konzeptionen von Realismus, die Philosophen und Erkenntnistheoretiker im Laufe der Zeit herausgearbeitet haben.<sup>3</sup> Statt dessen wollen wir von denen unter Physikern häufig

---

<sup>1</sup> Erscheint in: AUDRETSCH/NAGORNI (Hg. 2003): Was ist Wahrheit? – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch, Karlsruhe.

<sup>2</sup> Es ist das Konzept einer Veranstaltungsreihe der Evangelischen Akademie Baden die Begriffe, die für Naturwissenschaften und Theologie gleichermaßen zentral sind, in den Mittelpunkt eines Gesprächs zu stellen (Evangelische Akademie Baden 1999, AUDRETSCH/NAGORNI 2001, AUDRETSCH/NAGORNI 2002).

<sup>3</sup> Die Begriffe Wahrheit und Wirklichkeit haben die Philosophie seit der Spätantike bis zum heutigen Tag beschäftigt. Unkommentierte Hinweise auf die Philosophiegeschichte machen wenig Sinn. Es wird daher auf entsprechende Zitate verzichtet. Sollte aber durch diesen Artikel das Interesse des Lesers geweckt worden sein,

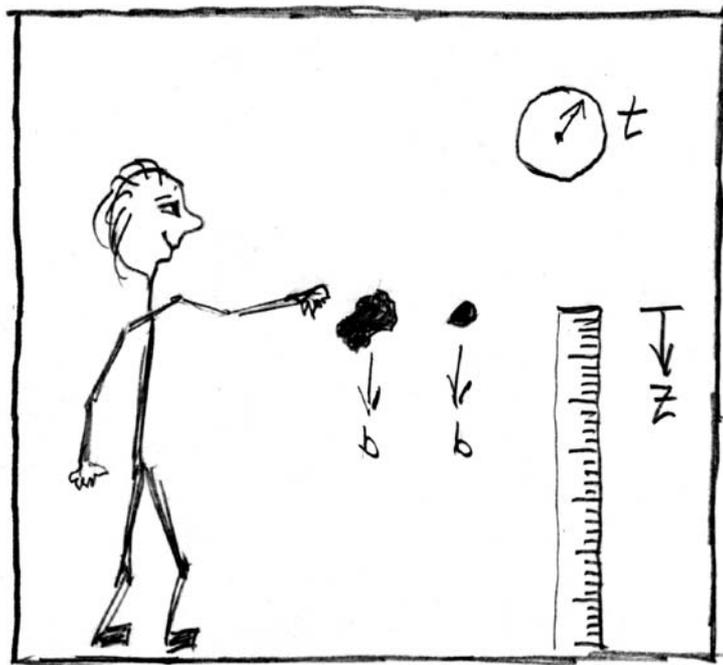


Abb. 1:  
Experiment zur Bewegung von Massen im Kasten.

anzutreffenden Vorstellungen ausgehen (und teilweise über sie hinausgehen), ohne allerdings zu versuchen,

sie wissenschaftstheoretisch einzuordnen. Dieses unakademische Vorgehen ist deshalb gerechtfertigt, weil der Artikel ein Beitrag zum Gespräch zwischen Theologie und Naturwissenschaften darstellen soll. Ein solches Gespräch sollte von den üblicherweise bewusst oder unbewusst vertretenen Positionen der Gesprächspartner ausgehen, die zunächst einmal mit einem kritischen Blick darzustellen sind.

Eine letzte Vorbemerkung ist noch nötig: Es wird immer von Physik und von einem Physiker die Rede sein. Da es aber nicht in erster Linie um inhaltliche physikalische Aussagen geht, sondern nur um die Struktur dieser Aussagen, lassen sich die folgenden Überlegungen in ähnlicher Weise auch für andere Naturwissenschaften anstellen.

## § 2 Der Physiker im Kasten

Wir wollen mit einem Gedankenexperiment beginnen. Man stelle sich vor, dass ein Physiker in einem Kasten eingeschlossen ist, der ihm keinerlei Kontakt mit der Außenwelt erlaubt. Er hat auch vorher keine Informationen über eine Welt außerhalb gewinnen können, weiß also nicht, ob er sich irgendwo im Weltraum, auf der Erde oder sonst wo befindet. Er weiß nicht einmal, ob es so etwas wie eine Außenwelt gibt. Der Physiker ist mit einer guten Uhr ausgestattet und er kann Längenmessungen durchführen. Weiterhin hat er verschiedene Körper zur Verfügung und in einem Schrank befindet sich allerlei technisches Gerät.

---

so wird er sicherlich neben vielen anderen das Buch von Lenk (LENK 1995) mit Gewinn lesen. Die Frage nach der Interpretation einer Theorie und die Realitätsproblematik tauchen verstärkt in der Quantenmechanik auf. Für den der schon einige Vorkenntnisse über Quantenmechanik hat, lassen sich in diesem Zusammenhang eine große Zahl von Artikeln und Büchern zum Thema finden (siehe auch AUDRETSCH 2002 b).

Unser Physiker ist experimentierfreudig. Er bringt unterschiedliche Körper auf die gleiche Höhe wie das Ende seines Metermaßes und lässt sie los (vgl. Abb. 1). Dabei stellt er immer wieder fest, dass die Körper in gerader Linie auf den Boden seines Kastens zufliegen und dort aufprallen. Niemals wird eine gekrümmte Bahn durchlaufen und niemals erfolgt die Bewegung in eine andere Richtung.

Oftmals passiert es dabei, dass Körper, die gleichzeitig losgelassen werden, auch gleichzeitig auf dem Kastenboden ankommen. Unserem Physiker kommt ein Verdacht und da wir ihn mit technischem Gerät ausgestattet haben, kann er dem Verdacht in einem Experiment nachgehen. Er pumpt aus einer abgeschlossenen Glasröhre die Luft heraus und verfolgt die Bewegung der Körper, wie sie in der Glasröhre im Vakuum stattfindet. Dabei macht er eine wichtige Entdeckung: Welche Objekte auch immer er gleichzeitig loslässt, alle kommen zur selben Zeit am Boden der Glasröhre an. Dabei bewegen sich alle parallel mit der gleichen ständig zunehmenden Geschwindigkeit.

Diese einheitliche Bewegung lässt sich mit Uhr und Metermaß messend verfolgen. Sei  $z$  der zum Kastenboden hin wachsende Abstand vom Ende des Metermaßes und  $t$  die Zeit, die verstrichen ist seit dem Loslassen der Objekte. Der gemessene raum-zeitliche Bewegungsablauf im Vakuum lässt sich dann für alle Körper in gleicher Weise durch die Relation

$$z = \frac{1}{2}bt^2 \quad (1)$$

mit konstantem Faktor  $b$  beschreiben. Man kann auch die Geschwindigkeit  $v$  der Objekte einführen. Sie ist als Folge von (1) direkt der Zeit proportional

$$v = bt . \quad (2)$$

Als Messergebnis ergibt sich für die Beschleunigung der Wert

$$b = 9,81 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2} . \quad (3)$$

Für die Physik im Kasten wurde mit der Beziehung (1) ein wichtiges allgemeines Gesetz gefunden, das für beliebige Körper gilt und die Bewegung beschreibt, die bei  $t = 0$  mit der Geschwindigkeit  $v = 0$  beginnt. Die Relation (1) verknüpft dabei unmittelbar die Längen- und Zeitmessungen  $z$  bzw.  $t$ .

Durch diesen Erfolg ermuntert entnimmt der Physiker seinem Instrumentenschrank weitere hochentwickelte Präzisionsmessgeräte. Mit Hilfe einer sogenannten Drehwaage stellt er fest, dass sich irgend zwei Körper stets in zwar sehr schwacher, aber dennoch nachweisbarer Weise anziehen. Diese Anziehung hängt davon ab, in welchem Abstand sich die beiden Körper befinden und welche speziellen Körper gerade im Experiment verwendet wurden. Da der Physiker darüber hinaus mit den theoretischen Fähigkeiten eines Isaak Newton ausgestattet sein soll, gelingt es ihm, auf der Grundlage dieser Experimente eine Gravitationstheorie aufzubauen, die die Anziehung zwischen Körpern richtig beschreibt.

Man kann nur mit großer Hochachtung von der damit im einzelnen verbundenen intellektuellen Leistung sprechen, die in erster Linie die Leistung Newtons ist: Zunächst muss ein Theorienrahmen formuliert werden, in dem das Konzept der Kraft  $K$  (es muss nicht die Gravitationskraft sein) mit der zeitlichen Änderung der Geschwindigkeit, also mit der

Beschleunigung  $b$ , verknüpft wird.<sup>4</sup> Dabei erweist es sich als geschickt, noch das Konzept der Masse  $m$  einzuführen, deren Wert für jeden Körper charakteristisch ist. Und schließlich ist ein Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung  $b$  von der Form

$$K = mb \quad (4)$$

zu postulieren.

Die Vorstellung bei dieser speziellen Konstruktion der Theorie ist die Folgende: Wenn immer bei einem Körper eine Beschleunigung auftritt, dann muss man hierfür eine Ursache angeben, die sich in einer Kraft auf den Körper manifestiert. Das Auftreten von Kräften muss dabei nicht unbedingt auf das Vorliegen von Massen zurückgehen. Kräfte können z.B. auch durch elektrische Ladungen oder Ströme verursacht sein und auf Ladungen oder Ströme wirken. Dieser Newtonsche Theorienrahmen, der hier nur sehr knapp geschildert werden kann, hat sich als außerordentlich erfolgreich erwiesen.<sup>5</sup> Das aristotelische Konkurrenzprojekt für die Theorienkonstruktion, nach dem bereits eine konstante Geschwindigkeit die Einwirkung einer Kraft erfordert, hat sich nicht durchgesetzt. Wichtig ist für das folgende, dass man auch diesen ganz anderen Zugang zum Aufbau physikalischer Theorien hätte wählen können, allerdings um den Preis, dass die physikalischen Theorien sehr kompliziert geworden wären.

Zurück zu unserem Physiker im Kasten. Er hat bereits für die Kräfte, die zwischen Massen herrschen, eine Gravitationstheorie entwickelt. Diese Theorie enthält insbesondere das Konzept des Gravitationsfeldes und der ortsabhängigen Gravitationsfeldstärke, die es erlaubt, in jedem Punkt des Raumes unmittelbar auszurechnen, welche Gravitationskraft auf ein Objekt der Masse  $m$  wirkt. Als Besonderheit stellt sich in dieser Gravitationstheorie heraus, dass in einem gegebenen Gravitationsfeld Objekte mit verschiedenen Massen die gleiche Beschleunigung erfahren. Sie fallen im Gravitationsfeld in gleicher Weise.

---

<sup>4</sup> Vergleiche auch die Darstellung in AUDRETSCH 2001.

<sup>5</sup> Vergleiche AUDRETSCH 2002a.

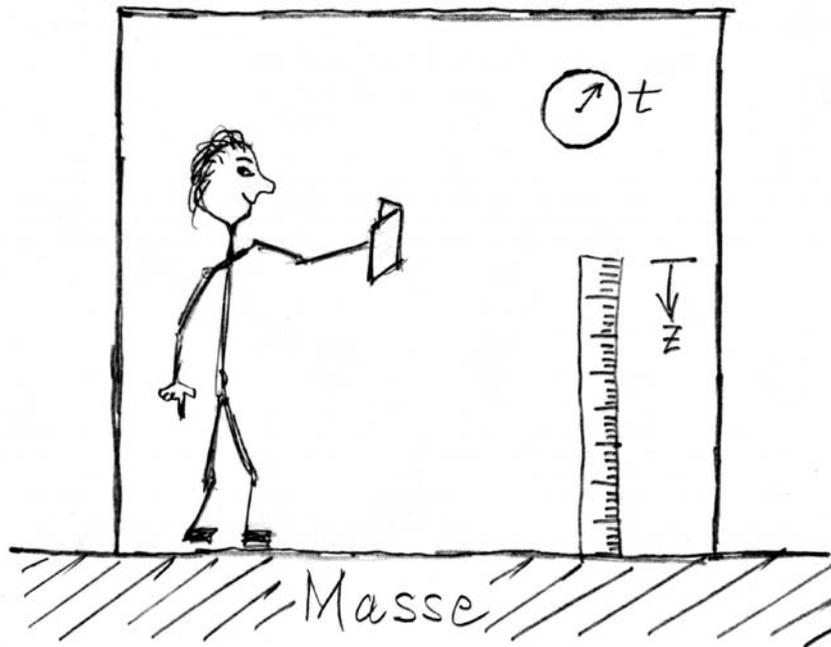


Abb. 2:  
Das ist eine mögliche Begründung.

Hierin sieht nun der Wissenschaftler einen Ansatzpunkt, um sich endlich eine Vorstellung von der Welt außerhalb seines Kastens machen zu können. Eine für alle Objekte gleiche Bewegung mit konstanter Beschleunigung zum Kastenboden hin hatte er bereits am Anfang seiner Versuche festgestellt. Daher scheint nichts näher zu liegen als die Annahme, dass sich unter seinem Kasten eine Masse befindet. Der Physiker befindet sich danach in einem Gravitationsfeld, das von einer großen Masse außerhalb des Kastens erzeugt wird (vgl. Abb. 2). Diese Masse muss sehr groß sein, denn die Objekte im Kasten hatten nur ganz kleine Kräfte aufeinander ausgeübt. Tatsächlich kann man mit dieser Annahme alle anfangs festgestellten Bewegungen in Richtung auf den Kastenboden aber auch kompliziertere Bewegungsformen wie die geworfener Objekte mit sehr großer Genauigkeit berechnen und so erklären. Kann der Wissenschaftler mit diesem überzeugenden Erfolg zufrieden sein? Weiß er jetzt tatsächlich etwas über die Wirklichkeit außerhalb seines Kastens und wie sicher ist sein Wissen? Wir kommen auf diese Fragen noch zurück.

### § 3 Minimalinterpretation

Zunächst wollen wir aber einen Blick auf das werfen, was durch das Vorgehen des Wissenschaftlers entstanden ist. Der Wissenschaftler hat Beobachtungen angestellt, aber sich dabei nicht auf das Vorgefundene beschränkt, sondern selber aktiv mit einem Experiment eingegriffen. Er hat dabei technische Apparate eingesetzt, in unserem Fall eine Vakuumpumpe, und erst mit deren Hilfe eine universelle Gesetzmäßigkeit über den freien Fall von Körpern festgestellt. Im Mittelpunkt stand also eine eingreifende Handlung. Gäbe es eine weitere Person im Kasten, so würde diese bei der gleichen Handlung dasselbe Ergebnis

finden. Die Erfahrungen, die gemacht werden, setzen somit Handlungsanweisungen voraus (vgl. Abb. 3). Es ergibt sich eine Aussage der Struktur: Mache dies und jenes und lies die Messergebnisse auf geeigneten Messgeräten ab, dann wirst du immer wieder eine wohlbestimmte Relation zwischen den Messergebnissen finden. Die experimentellen Daten sind in unserem Fall der Abstand  $z$  zum Startpunkt und die verstrichene Zeit  $t$ . Die Beobachtung lässt sich in der Relation (1) zusammenfassen, in der  $b$  im Kasten eine für alle Körper gleiche Größe ist.

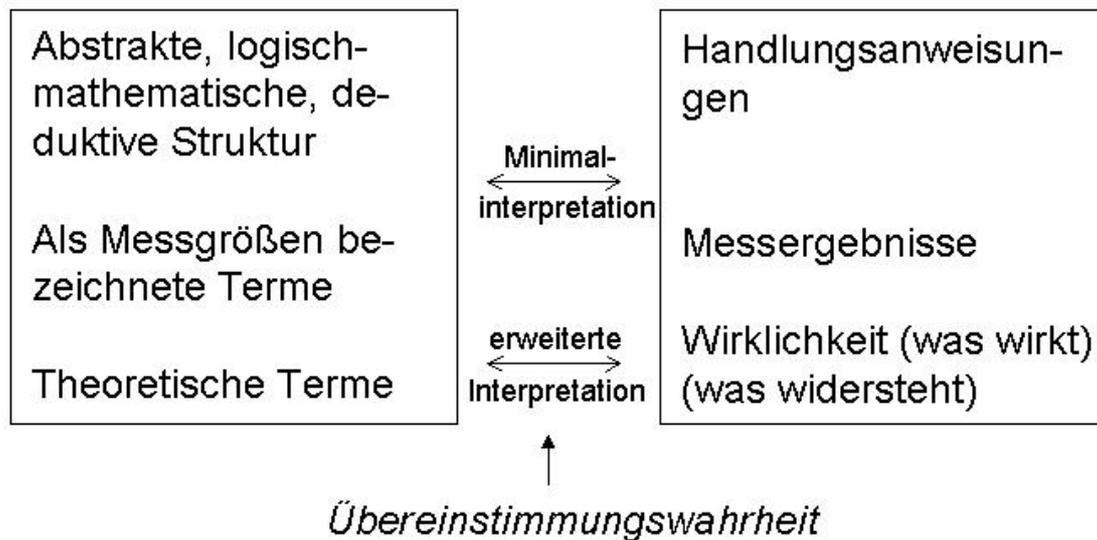


Abb. 3:  
Interpretation und Übereinstimmungswahrheit.

Zur Begründung dieser Beziehung (1) wurden dann im nächsten Schritt umfassende theoretische Vorstellungen entwickelt und in einer abstrakten mathematischen Theorie ausformuliert. Es wurde das allgemeine Konzept der Kraft eingeführt. Es wurde weiterhin angenommen, dass es sich im vorliegenden Fall um gravitative Wirkungen handelt. Die zugehörige Gravitationskraft wurde mit Hilfe einer Gravitationsfeldstärke beschrieben, deren Wert man für jeden Punkt des Kastens angeben kann. Massen sind Quellen des Gravitationsfeldes, das führte zu der Annahme, dass sich außerhalb des Kastens eine sehr große Masse befindet, die im Inneren des Kastens ein homogenes Gravitationsfeld zur Folge hat, das für eine konstante Beschleunigung der Größe (3) für alle Massen führt.

Zusammenfassend kann man sagen: Es wurde eine *Theorie der Gravitation* entwickelt. Das ist eine abstrakte, logisch-mathematische Struktur. Sie erlaubt es in deduktiver Weise die Relation (1) mathematisch abzuleiten, die die Ergebnisse des speziellen Experiments im Kasten richtig wiedergibt. Würde man dem Wissenschaftler z.B. außerhalb des Kastens astronomische Beobachtungen ermöglichen, so würde er feststellen, dass dieselben Gesetze auch die Ableitung der Gleichungen für die Planetenbewegung erlauben. Es ist also eine über die Situation im Kasten hinaus ganz allgemein gültige Theorie der Gravitation entstanden.

Diese *physikalische Theorie* enthält viele Elemente. Kräfte, Massen, Abstände, Zeitdifferenzen usw. werden durch mathematische Symbole repräsentiert und durch Gleichungen, die zumeist Differentialgleichungen sind, verknüpft. Die jeweils vorliegende experimentelle Situation wird ebenfalls mathematisch durch spezielle Randbedingungen oder Anfangsbedingungen in das theoretische Schema eingeführt. Damit ergibt sich in unserem

Fall am Ende der Rechnung eine mathematische Relation zwischen den Variablen  $z$  und  $t$ . Hieran schließt sich nun der entscheidende Schritt an, der die Theorie überhaupt erst zu einer physikalischen Theorie macht: Die Werte von  $z$  und  $t$  werden als Ablesungen von Messgeräten aufgefasst. Es wird also eine eindeutige *Abbildung* durchgeführt zwischen den mathematischen Größen  $z$  und  $t$  in der Theorie (vertreten durch die entsprechenden Zeichen auf dem Papier) und den Zeigerausschlägen von Messgeräten. Die jeweiligen Zahlenwerte werden identifiziert. Man sagt dazu auch, dass die Theorie, die die unterschiedlichsten mathematischen Größen enthalten kann, jedenfalls für einige dieser Größen durch Angabe von Referenten physikalisch *interpretiert* wird. Es reicht also nicht, dass der Wissenschaftler eine Theorie als mathematisches Schema aufstellt. Er muss noch zusätzlich gewissermaßen mit einer Hand auf das mathematische Symbol  $t$  und mit der anderen Hand auf die Uhr zeigen, um so die Abbildung festzulegen. Zeigt er fälschlicher Weise statt dessen auf das Metermaß, dann findet er keine Übereinstimmung zwischen den Aussagen seiner Theorie und den Messergebnissen. Die geglückte Abbildungsvorschrift ist also ein ganz wesentlicher Bestandteil einer erfolgreichen physikalischen Theorie. Abgebildet werden dabei zunächst einmal nur die wenigen Terme der Theorie, die sich direkt auf Messdaten beziehen. In unserem Beispiel sind das die Größen  $z$  und  $t$ . Man nennt dies die *Minimalinterpretation* der Theorie (vgl. Abb. 3).

Diese Abbildungsstruktur, die charakteristisch für naturwissenschaftliche Theorien ist, macht es möglich, Theorien als falsch auszusondern. Wenn die experimentellen Daten mit den theoretischen Daten nicht übereinstimmen und in diesem Sinne die Abbildung nicht gelingt, dann ist die Theorie widerlegt. Sie macht falsche Aussagen über die Natur. Herrscht hingegen Übereinstimmung, so stellt das eine Bestätigung der Theorie dar. Genau genommen gilt diese Bestätigung aber nur für einen gewissen Anwendungsbereich. In unserem Fall wäre das der freie Fall von Massen, wie sie uns im Alltag begegnen. Dass seine Gravitationstheorie auch die Bewegung von Planeten – wenn es die denn gibt – richtig beschreibt, kann der Wissenschaftler im Kasten hingegen nur vermuten.

Lässt sich die Übereinstimmung herstellen, wird man die Theorie als brauchbar, als gut bestätigt oder gar als richtig bezeichnen. Wenn man die Terminologie der Logik übertragen will, dann kann man auch sagen, dass sich eine Aussage über die Natur als *wahr* erwiesen hat. Obwohl ein Naturwissenschaftler in seinem täglichen Umgang mit Theorien eine Theorie üblicherweise nicht als „wahr“ bezeichnen würde, wollen wir in Anknüpfung an die philosophische Begriffsbildung bei richtigen Theorien davon sprechen, dass eine *Übereinstimmungswahrheit* oder *Korrespondenzwahrheit* vorliegt. Von der Annahme dass eine physikalische Theorie auch Aussagen über die physikalische Wirklichkeit macht, haben wir in der Minimalinterpretation nur sehr sparsam Gebrauch gemacht. Die physikalische Wirklichkeit besteht bisher aus den Zeigerausschlägen der Messgeräte, die für den Wissenschaftler einen kleinen Ausschnitt seiner unmittelbar zugänglichen Alltagswirklichkeit darstellen. Die Messgeräte selber werden – im Prinzip jedenfalls – nach alltagssprachlich formulierten Bauanweisungen von Technikern aufgebaut. Viele Naturwissenschaftler würde es allerdings sehr unbefriedigt lassen, wenn dieses das letzte Wort über die physikalische Wirklichkeit sein sollte. Das Bedürfnis, die „Natur“ zu „verstehen“, würde nach allgemeiner Auffassung so nur unzureichend erfüllt. In der Regel werden daher darüber hinausgehende Aussagen über die physikalische Wirklichkeit gemacht. Welche Risiken man mit ihnen eingeht, werden wir etwas später beschreiben. Wir kehren zunächst zum Wahrheitskonzept zurück.

#### § 4 Welche Wahrheit?

Wir wollen herausstellen, dass die naturwissenschaftliche Übereinstimmungswahrheit schwächere Wahrheitsanforderungen, wie sie im Mittelpunkt anderer Wissenschaften stehen, mit umfasst. Da gibt es einmal die *Kohärenzwahrheit*. Nach ihr ist ein Satz wahr, wenn er widerspruchsfrei mit dem gesamten Sprachsystem zusammenhängt. Die Forderung nach innerer Konsistenz muss erfüllt sein. In unserem Fall bedeutet das einfach, dass man vor aller Abbildung und daher ganz im Rahmen der mathematischen Theorie verbleibend, keine Fehler machen darf. Diese Fehler wären in erster Linie mathematische Fehler. Vereinfacht gesagt ist das die Forderung, dass man die Theorie nicht auf mathematisch widersprüchlichen Sätzen oder Rechnungen aufbauen soll. Dies ist eine ganz selbstverständliche notwendige Forderung. Wenn sie erfüllt ist, ist aber tatsächlich noch nicht viel erreicht. Erst wenn die Abbildungen hinzutreten, entsteht eine naturwissenschaftliche Theorie, da erst dann die Möglichkeit einer experimentellen Widerlegung gegeben ist.

Noch weniger reicht es aus, dass nur *Konsenswahrheit* vorliegt. Naturwissenschaftliche Experimente können im Prinzip von jedermann nach Schaffung gleicher Bedingungen mit denselben Ergebnissen wiederholt werden. Wegen dieser Objektivierung der Aussage im Experiment ist die naturwissenschaftliche Übereinstimmungswahrheit mehr als eine kollektive Überzeugung von einer bestimmten Gruppe von Menschen. Naturwissenschaftliche Wahrheit muss – anders als religiöse Wahrheit – nicht bezeugt werden. Wenn eine politische Situation das erzwingt, kann ein einzelner Naturwissenschaftler auch getrost widerrufen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dadurch nicht abgeändert. Er kann davon ausgehen, dass sie zu einer anderen Zeit an einem anderen Ort von anderen Personen wieder gewonnen werden. Naturwissenschaftliche Übereinstimmungswahrheit ist also keine Wahrheit, für die es sich lohnt zu leben oder zu sterben. Vielleicht lohnt es sich für das Praktizieren der naturwissenschaftlichen Methode zu leben. Die Biographien vieler Naturwissenschaftler scheinen das zu belegen.

Es ist bekannt, dass bei speziellen Übereinstimmungswahrheiten Paradoxien auftreten können. Ein Beispiel hierfür ist der Satz „Ich sage nie die Wahrheit“. Entweder ich lüge beim Aussprechen dieses Satzes, dann ist er falsch und ich sage doch zumindest hin und wieder die Wahrheit. Oder ich lüge nicht, dann widerspricht das dem, dass ich nie die Wahrheit sage. Die tiefere Ursache für solche Paradoxien ist darin zu sehen, dass hier „wahr“ oder „falsch“ eine Aussage über eine Aussage darstellt. Das ist bei naturwissenschaftlichen Übereinstimmungswahrheiten nicht der Fall. Die Aussage „Alle Objekte treffen gleichzeitig auf dem Kastenboden auf“ ist eine Aussage über Objekte und über Vorgänge.

## § 5 Differenzierung

Selbst wenn man sich bei der Übereinstimmungswahrheit nur auf die Minimalinterpretation bezieht, sind die Zusammenhänge tatsächlich nicht ganz so einfach, wie sie bisher dargestellt wurden. In mehreren Punkten müssen sie etwas genauer untersucht werden.

Mit dem Wort Wahrheit assoziiert man die Worte bewahrheiten und bewähren. Es ist eine zentrale Eigenschaft naturwissenschaftlicher Theorien, dass sie Prognosen ermöglichen. Bei gleicher Präparation läuft unter gleichen Bedingungen ein naturwissenschaftlicher Prozess immer wieder in der gleichen Weise ab. Es lässt sich vorhersagen, dass eine Übereinstimmung zwischen den berechneten Messergebnissen und den tatsächlich gemessenen Ergebnissen eintreten wird. Genau genommen enthält das Wort „vorhersagen“ aber eine zu weit gehende Behauptung. Wir wissen im günstigsten Fall, dass sich bisher, also in der Vergangenheit, immer diese Übereinstimmung eingestellt hat. In ganz bestimmten Situationen hat sich unsere Theorie daher bewährt. Man kann sie zur Grundlage rationaler

Entscheidungen machen. Man kann für diese Situationen jede Wette eingehen, dass auch in der Zukunft Übereinstimmung eintreten wird. In diesem Sinne herrscht Übereinstimmungswahrheit.

Dieser Bezug auf „ganz bestimmte Situationen“ zeigt aber, dass wir unser bisheriges Schema noch um einen wesentlichen Punkt ergänzen müssen. Wir hatten es schon angedeutet: Eine naturwissenschaftliche Theorie wird erst dann zu einer brauchbaren Theorie, wenn man ihren *Anwendungsbereich* kennt. Vorher ist es auch nicht ratsam Wetten abzuschließen. Zur Spezifizierung einer Theorie gehört die Angabe der *Grenzen* bis zu denen sie gilt und über die hinaus sie nicht mehr gilt. Wir können das mit der Physik im Kasten veranschaulichen. Die Theorie, die unser Wissenschaftler aufgestellt hat, ist die Newtonsche Mechanik ergänzt um die Newtonsche Theorie der Gravitation. Die Newtonsche Mechanik ist aber nur richtig, wenn die Geschwindigkeiten, die im Experiment auftreten, klein sind verglichen mit der Lichtgeschwindigkeit. Das war in dem betrachteten Experiment der Fall. Sind die vorliegenden Geschwindigkeiten demgegenüber sehr groß, dann kann keine Übereinstimmung mehr mit der Newtonschen Mechanik erzielt werden und die Vorgänge müssen im Rahmen der Speziellen Relativitätstheorie beschrieben werden. Die Übereinstimmung wird dabei kontinuierlich immer schlechter, je mehr sich die Geschwindigkeiten der Lichtgeschwindigkeit annähern.

Etwas Analoges gilt für die Gravitationstheorie. Der Wert der Beschleunigung  $b$  von Gleichung (3) zeigt, dass die Experimente im Kasten in einem relativ schwachen Gravitationsfeld (wie das der Erde) stattgefunden haben, wenn man denn Gravitation als Ursache der Beschleunigung annehmen will. Würde der Kasten sich in der Nähe eines Schwarzen Loches befinden, so könnten wir die Bewegung der Massen im Kasten nicht mehr mit der Newtonschen Gravitationstheorie beschreiben. Übereinstimmung der Experimente mit der Theorie würde in diesem Fall erst erreicht, wenn man die Einsteinsche Gravitationstheorie, also die Allgemeine Relativitätstheorie, zugrunde legt. Der Anwendungsbereich der Newtonschen Gravitationstheorie ist durch die Voraussetzung gekennzeichnet, dass die Gravitationsfelder vergleichsweise schwach sein müssen. Dann geht die Allgemeine Relativitätstheorie in die Newtonsche Gravitationstheorie über. Was "schwach" dabei genau bedeutet, soll hier nicht näher ausgeführt werden.<sup>6</sup>

Wir stellen also fest, dass es sehr wohl möglich ist, dass es für eine vorgegebene Theorie keine Übereinstimmung mit einem Experiment gibt. Die Theorie kommt dann an ihre Grenzen. Solche Experimente mit negativem Ausgang sind von großer Bedeutung, da mit ihrer Hilfe der Anwendungsbereich einer Theorie erst genauer fixiert werden kann. Ohne Angabe des Anwendungsbereichs wäre aber eine Theorie nicht vollständig. Für die fehlende Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment wird häufig das Wort „Falsifikation“ gebraucht. Wie man sieht ist diese Bezeichnung deshalb unglücklich, weil sie suggeriert, dass die Theorie sich als falsch erwiesen hat. Das hat sie aber keineswegs. Es ist nur ihr Anwendungsbereich genauer fixiert worden (kleine Geschwindigkeiten oder schwache Gravitationsfelder usw.). Ähnlich wie mit dem Wort "wahr" muss mit dem Urteil "falsch" vorsichtig umgegangen werden. Im schlimmsten Fall kann der Anwendungsbereich einer naturwissenschaftlichen Theorie auf die Ausdehnung null zusammenschrumpfen, aber dann wäre es eben keine Theorie mehr.

Mit dem Konzept des Anwendungsbereichs ist uns zugleich ein Kriterium in die Hand gegeben, mit dem wir naturwissenschaftliche Theorien bewerten können. Von zwei Theorien ist diejenige die bessere, die den Anwendungsbereich der anderen mit umfasst und zusätzlich

---

<sup>6</sup> Selbstverständlich gibt es auch physikalische Theorien, deren Anwendungsbereiche sich nicht überlappen.

darüber hinausgeht.<sup>7</sup> In ähnlicher Weise kann man sagen, was man unter einem Fortschritt in der Theorienbildung einer Naturwissenschaft verstehen will. Es ist neben dem Auffinden von Theorien mit völlig neuem Anwendungsbereich der Übergang zu Theorien mit größerem Anwendungsbereich. Die Spezielle Relativitätstheorie gilt auch für große Geschwindigkeiten und sie reproduziert die Ergebnisse der Newtonschen Mechanik für kleine Geschwindigkeiten. Die Aufstellung der Speziellen Relativitätstheorie war sicherlich ein Theorienfortschritt. Es gibt in den Naturwissenschaften also einen über die Anwendungsbereiche "messbaren" Fortschritt.

Schließlich soll im Zusammenhang mit der Minimalinterpretation noch auf ein weiteres Charakteristikum aufmerksam gemacht werden. Die Abbildung verknüpft die Rechenergebnisse mit Messergebnissen. Messergebnisse werden aber von Messgeräten produziert. Hier gibt es offenbar erneut einen Präzisionsbedarf, wenn man von Übereinstimmung oder Übereinstimmungswahrheit sprechen will. Nehmen wir den Wissenschaftler im Kasten und seine Erklärung, die auf der gravitativen Wirkung einer großen Masse außerhalb des Kastens beruht. Er hat dazu die Newtonsche Gravitationstheorie herangezogen und wir hatten gesagt, dass er Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen erzielen konnte. Bei genauerer Betrachtung müssen wir aber feststellen, dass diese Übereinstimmung nur deshalb erreicht wurde, weil Messgeräte mit einer bestimmten begrenzten Präzision verwendet wurden. Mit Messgeräten einer größeren Präzision hätte der Wissenschaftler festgestellt, dass die Newtonsche Gravitationstheorie nur ungefähr oder näherungsweise seine Messergebnisse beschreibt. Mit anderen Worten: Er wäre darauf gekommen, dass er eine bessere Theorie benötigt und die hätte die Allgemeine Relativitätstheorie sein können. Dass das keine akademische Bemerkung ist, sieht man daran, dass heute allgemein-relativistische Effekte auch im schwachen Gravitationsfeld der Erde nachgewiesen werden können und bei der Navigation eine Rolle spielen.

Diese Überlegungen betonen noch einmal die Bedeutung, aber auch die Komplexität des Konzepts „Anwendungsbereich“. Sie zeigen darüber hinaus, dass eine wichtige Ursache für den schon beschriebenen Fortschritt darin besteht, dass immer bessere Messgeräte entwickelt werden. Der Fortschritt in der physikalischen Messtechnik beruht aber auf neuer Physik und damit auf dem Fortschritt in der Physik selber. Neue Physik ermöglicht neue Technik, die wiederum die Konstruktion neuer Messgeräte erlaubt, mit denen neue Anwendungsgebiete erschlossen werden. Die Doppelpfeile in Abb. 3 muss man, wenn man die Entwicklung der Wissenschaft betrachtet, eher als ein Hin und Her auffassen, wie es beim Fortschreiten auf einer Spirale entsteht.

## § 6 Welche Wirklichkeit?

Kehren wir zum Wissenschaftler im Kasten zurück. Wir wollen annehmen, dass er die philosophischen bzw. wissenschaftstheoretischen Ansichten vertritt, die unter Naturwissenschaftlern üblich sind. Dann sind für ihn seine Messgeräte und die Objekte, mit denen er die Versuche durchgeführt hat, sowie die Kastenwände reale Objekte. Sie existieren und sind Teil der Wirklichkeit. Der Wissenschaftler wird aber noch einen Schritt weiter gehen. Aufgrund seiner Überlegungen zur Gravitation war er zu der Schlussfolgerung gekommen, dass sich außerhalb seines Kastens eine große Masse befinden muss. Diese Masse kann er nicht sehen und nicht anfassen und er kann auch den Kasten nicht verlassen. Die

---

<sup>7</sup> Das bedeutet nicht, dass die Theorie mit dem kleineren Anwendungsbereich in der Praxis unbedingt aufgegeben werden müsste. Es kann durchaus sein, dass sie für diesen Anwendungsbereich einfacher zu handhaben ist. Aus diesem Grund wird z.B. die Newtonsche Theorie immer noch gelehrt und verwendet.

Masse ist für ihn Teil einer *erschlossenen Wirklichkeit*. Erst über eine Theorie, die die Messungen im Kasten richtig beschrieben hat, ergaben sich Aussagen über die Welt außerhalb des Kastens. Der Bereich der Wirklichkeit hat sich dadurch vergrößert.

Wenn der Wissenschaftler wie ein typischer Naturwissenschaftler urteilt, dann hat sich zugleich in analoger Weise auch der Bereich der Wirklichkeit im Kasten vergrößert. Wirklichkeit wird mit dem was wirkt verknüpft und gemäß der entwickelten Theorie bewirkt das Gravitationsfeld eine Kraft auf die Objekte, was die beobachteten Bahnen zur Folge hat. Der Wissenschaftler wird also dem Gravitationsfeld, das gemäß seiner Theorie im Kasten vorliegt, Realität zusprechen. Damit hat er aber die bisherige minimale Interpretation seiner Theorie wesentlich erweitert, denn nun hat auch die mathematische Größe Gravitationsfeld, die in seiner Theorie auftaucht, eine Entsprechung in der Wirklichkeit. Es besteht auch hierfür eine Abbildungsbeziehung. Diese physikalischen Größen, die sich erst durch die explizite Ausgestaltung der Theorie ergeben und für die die Existenz eines Gegenstücks in der Wirklichkeit behauptet wird, werden oft auch *theoretische Terme* genannt (vgl. Abb. 3). Ihre Abbilder stellen die durch die Theorie erschlossene Wirklichkeit dar, die zu der Wirklichkeit der Anzeigen der Messgeräte hinzutritt.<sup>8</sup> Diese theoretischen Terme, mit denen man über die Minimalinterpretation hinausgeht, tauchen in allen naturwissenschaftlichen Theorien auf. Über die Technik sind sie Teil unseres Alltags geworden. So sprechen wir ganz selbstverständlich zum Beispiel von Radiowellen oder vom elektrischen Strom. Wir halten diese physikalischen Größen für etwas Reales, obwohl wir genau genommen von diesen theoretischen Termen der Elektrodynamik nur ihre Auswirkungen kennen.

Wir sollten betonen, dass dieser Erweiterungsschritt über die Minimalinterpretationen hinaus eine metaphysische Annahme über die Wirklichkeit darstellt, die weder bewiesen noch widerlegt werden kann. Es kann zu einer Theorie bei gleicher Minimalinterpretation unterschiedliche Interpretationen geben. Die Verschiedenheit kann z.B. darin bestehen, dass im einen Fall für eine mathematische Größe noch eine Entsprechung in der Wirklichkeit angenommen wird und im anderen Fall nicht.<sup>9</sup> Man beachte, dass Interpretationen sich ihrer Natur nach nicht experimentell unterscheiden lassen, das lassen sich nur verschiedene Theorien. Entsprechend lassen sich daher auch die verschiedenen Vorstellungen über die Natur der Wirklichkeit nicht experimentell unterscheiden. Es gibt schon aus diesem Grund nicht die eine wohlbestimmte und für alle verbindlich vorgegebene physikalische Wirklichkeit. Jedes Wirklichkeitskonzept enthält Anteile des Konstruktiven, ist also teilweise unser eigenes Konstrukt.<sup>10</sup>

Wir werden im folgenden noch herausstellen, dass dieser Erweiterungsschritt bereits in der klassischen Physik keineswegs trivial ist. Wie lässt er sich motivieren? Gerade der naturwissenschaftliche Zugang zur Natur mit der zentralen Rolle der von jedermann wiederholbaren Experimenten zeigt, dass wir Theorien nicht beliebig konstruieren können.

---

<sup>8</sup> Nicht alle mathematischen Größen einer Theorie können als physikalische Größen aufgefasst werden. In der klassischen Elektrodynamik sind z.B. das skalare und das vektorielle Potential für lokale Probleme nur rechentechnische Hilfsmittel.

<sup>9</sup> Die anhaltende Diskussion über die Bedeutung des Zustandsvektors (der Schrödingerschen Wellenfunktion) in der Quantenmechanik ist ein Beispiel. Ist er ein mathematisches Hilfsmittel oder beschreibt er ein Objekt oder eine Gesamtheit von Objekten? Wer über einen kurzen Artikel einen Eindruck von der Diskussion erhalten will, sei auf das „opinion essay“ von C. A. Fuchs und A. Peres mit dem Titel „Quantum Theory needs no ‚Interpretation‘“ verwiesen (FUCHS/PERES 2000). Dies ist die zentrale Behauptung: „... quantum theory does *not* describe physical reality. What it does is provide an algorithm for computing *probabilities* for the macroscopic events („detector clicks“) that are the consequences of our experimental interventions. This strict definition of the scope of quantum theory is the only interpretation ever needed, whether by experimenters or theorists.“

<sup>10</sup> Eine kurze Zusammenfassung der Argumente für und gegen den Konstruktivismus findet sich z.B. in MUTSCHLER 1998.

Nur ganz wenige theoretische Vorstellungen scheitern nicht. Es liegt daher nahe – ist aber keineswegs zwingend – eine fortgesetzt in objektiver Weise korrigierenden Instanz anzunehmen und ihr eine Realität zuzusprechen. Die Zeigerausschläge der Messgeräte stellen nach dieser Auffassung gewissermaßen nur die unmittelbar zugängliche Oberfläche der Realität dar. Aufgabe der Naturwissenschaften ist es dann auch über die tieferen Schichten der Realität im Rahmen bestätigter Theorien Vorstellungen zu entwickeln und so ein kohärentes Bild der physikalischen Wirklichkeit zu liefern. Wir wollen die Natur nicht nur technisch einsetzen können, sondern auch „verstehen“ selbst auf die Gefahr hin, dass diese Zielsetzung zu keinem eindeutigen Ergebnis führt.

## § 7 Nur eine Wirklichkeit?

In Zusammenhang mit verschiedenen Interpretationen haben wir bereits gesehen, dass physikalische Wirklichkeit ein komplexes Konzept ist. Aber bisher entsteht die Problematik im wesentlichen dadurch, dass der eine Wissenschaftler mehr Terme der Theorie abbildet als der andere, dass also die Wirklichkeit des einen nur ein Ausschnitt aus der Wirklichkeit des anderen ist. Es mag etwas spitzfindig erscheinen hier von verschiedenen Wirklichkeiten zu sprechen. Die folgenden Argumente machen diesen Schluss aus anderen Gründen plausibel.

Wenn wir ausgewählten theoretischen Termen wie z.B. den Radiowellen oder dem elektrischen Strom Realität zusprechen, dann entsteht mit den entsprechenden erschlossenen Bereiche ein vielgestaltiges Bild von der Wirklichkeit. Mit einem solchen Schritt ist aber zugleich ein Problem entstanden, das für die naturwissenschaftliche Sicht von Wahrheit und Wirklichkeit charakteristisch ist. Wir wollen zur Verdeutlichung zunächst wieder am Beispiel unseres Naturwissenschaftlers im Kasten ein analoges Problem beschreiben. Für ihn war es ein wichtiger Schritt als er seiner Neugier folgend sich eine Vorstellung davon machte, wie die Welt außerhalb seines Kastens beschaffen ist. Er hat ihn – wie soll es auch anders sein – auf der Grundlage einer Theorie gemacht, die sich im Kasten gut bestätigen ließ, und war zu dem Ergebnis gekommen, dass es auch eine Welt außerhalb des Kastens gibt und dass sich unter dem Boden des Kastens eine Masse befinden müsse, die sehr viel größer ist als die Massen, die im Kasten zur Verfügung stehen. Diese Vorstellung war sehr erfolgreich bei der Deutung der Bewegungen im Kasten als Fallbewegungen. Die Frage ist allerdings, ob es nicht alternative theoretische Erklärungen gibt, die genauso erfolgreich sind. Wie sich zeigen wird, gibt es sie tatsächlich.

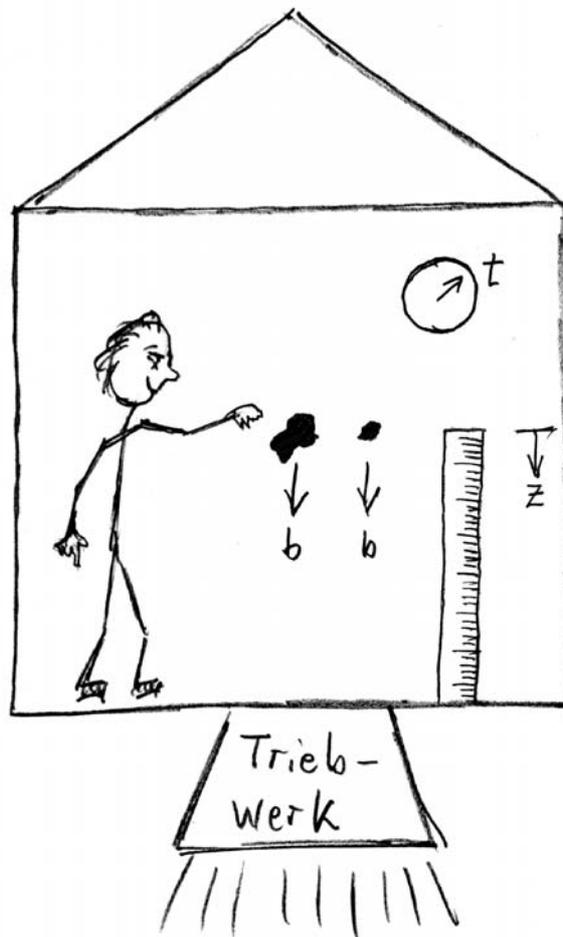


Abb. 4:  
Das ist ebenfalls eine mögliche Begründung.

Es ist für unser Gedankenexperiment nicht einmal schwierig, eine alternative Erklärung zu finden. Die wichtige Beobachtung im Kasten war, dass alle Massen, wenn man sie auf der gleichen Höhe  $z = 0$  loslässt, eine Bahn durchlaufen, die durch Gleichung (1) beschrieben wird. Es bewegen sich alle Massen mit der gleichen Beschleunigung  $b$  auf den Boden des Kastens zu und schlagen gleichzeitig auf. Auch kompliziertere Wurfbewegungen haben immer massenunabhängig den gleichen konstanten Beschleunigungsanteil in Richtung Kastenboden. Diese verblüffende universelle Gleichheit der Beschleunigung legt ein alternatives Erklärungsmodell nahe: Nach ihm befindet sich gar keine Masse im Außenraum des Kastens. Der Kasten fliegt vielmehr mit konstanter Beschleunigung  $b$  gewissermaßen wie eine Rakete, deren Geschwindigkeit gemäß Gleichung (2) ständig zunimmt. Das Dach des Kastens würde dabei der Spitze der Rakete entsprechen und das Triebwerk wäre unter dem Boden angebracht (vgl. Abb. 4). Der Kasten ist allerdings in unserem Gedankenexperiment so ideal isoliert, dass man weder ein Rütteln wahrnimmt noch Geräusche hört. In einem solchen Raketenkasten werden wieder alle frei beweglichen Objekte die gleiche Beschleunigung in Richtung Kastenboden erfahren. Es ist unmittelbar verständlich, dass in dieser Situation die Beschleunigung nicht von der Masse abhängt. Es zeigt sich also, dass man Gravitation durch Beschleunigung simulieren kann. Oder wird vielmehr Beschleunigung durch Gravitation simuliert? Die Frage, wie es denn „wirklich“ ist, lässt sich nicht entscheiden. Es gibt eine

Welt außerhalb des Kastens, aber wie sie beschaffen ist, darüber kann man verschiedene gleich gute Vorstellungen entwickeln.

Das Kastenbeispiel dient uns nur zur Veranschaulichung der Verhältnisse bei der Theorienkonstruktion. Wir haben es beim Kasten zwar mit alternativen Erklärungen, aber nicht mit zwei äquivalenten Alternativtheorien zu tun, denn die wechselseitige Anziehung zweier Massen im Kasten kann nicht durch die Beschleunigung des Kastens erklärt werden. Es gibt aber in der Physik überzeugende Beispiele von äquivalenten Alternativtheorien<sup>11</sup>: Sie sind für die Beobachtungsdaten äquivalent ohne die gleiche Ontologie zu haben. Die Effekte der Speziellen Relativitätstheorie werden darauf zurückgeführt, dass Raum und Zeit keine beobachterunabhängige Bedeutung mehr haben. Das wird beschrieben, indem man die Existenz einer Raum-Zeit annimmt. Typische Effekte, die sich als Konsequenz ergeben, sind Längenkontraktion und Zeitdilatation. Einstein selber hat diese Theorie zur Allgemeinen Relativitätstheorie verallgemeinert. In ihrem Rahmen lässt sich zeigen, dass die Bewegung von Massen im Außenraum anderer Massen vollständig dadurch begründet werden kann, dass man eine Krümmung der Raum-Zeit annimmt. Das Konzept des Gravitationsfeldes oder der Gravitationskraft ist in dieser Theorie erfolgreich eliminiert zugunsten einer Krümmung der Raum-Zeit.

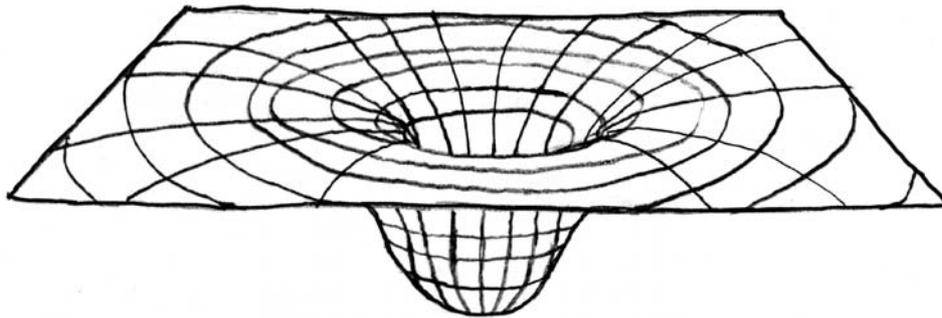


Abb. 5:  
Eine schwere Kugel dellt eine elastische Membran ein.

Wir wollen das wiederum mit Hilfe einer Analogie veranschaulichen. In Abb. 5 ist eine eingespannte elastische Membran dargestellt. In der Mitte der Abbildung hat eine schwere Kugel die Membran nach unten hin ausgedehnt und gespannt. Es ist dadurch eine gekrümmte Membran entstanden, die als eine Art verbogene Kegelbahn dienen soll. Wenn man versucht, Kugeln mit kleinerer Masse an der Zentralkugel vorbei rollen zu lassen, dann passiert folgendes: Wenn die kleine Kugel auf ihrer Bahn der großen Kugel nicht zu nahe kommt, dann wird durch die gekrümmte Membran zwar die kleine Kugel zur großen Kugel hin talwärts abgelenkt, kommt aber wieder aus dem Tal heraus und läuft unter einem Winkel gegenüber der ursprünglichen Einlaufrichtung davon. Wenn man aber die kleine Kugel stärker in Richtung auf die große Kugel mit passender Geschwindigkeit einlaufen lässt, dann kann man erreichen, dass sie von der großen Kugel eingefangen wird und diese in ellipsenähnlichen Bahnen umrundet. Dabei dellt die kleine Kugel stets ebenfalls die Membran

---

<sup>11</sup> Es gibt in der Physik häufig verschiedene Formulierungen derselben Theorie. Die Hamiltonsche und die Lagrangesche Formulierung der klassischen Mechanik sind Beispiele hierfür. In der Quantenmechanik gilt neben anderen das Schrödinger Bild, das Heisenberg Bild und die Wegintegralformulierung. Diese verschiedenen Formulierungen wollen wir nicht als Alternativtheorien ansehen.

ein und je nach Größe der Masse der kleinen Kugel wird auch die Zentralkugel mehr oder weniger stark bewegt. Wer eine Realisierung dieses Membranexperiments sieht, fühlt sich sofort an die Physik im Sonnensystem erinnert. Simulation der gravitativen Anziehung durch eine gespannte Membran? In der mathematisch-begrifflich anspruchsvollen Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie gelingt die „Simulation“ mit Hilfe der gekrümmten Raum-Zeit. Gravitationsfelder und Gravitationskräfte sind dabei vollständig eliminiert. Sie tauchen in dieser Theorie nicht auf.

Es ist aber auch umgekehrt sehr weitgehend möglich, die Effekte der Allgemeinen Relativitätstheorie dadurch zu erklären, dass nach wie vor ein Gravitationsfeld vorliegt, das aber Einfluss auf Längenmaßstäbe und den Gang von Uhren hat. Die mit Uhren und Maßstäben vermessene Raum-Zeit erscheint dann als gekrümmt. Sie ist aber tatsächlich flach und es liegt ein Gravitationsfeld vor. Diese Theorie der Gravitation in einer flachen Raum-Zeit ist nur wenig ausgebaut worden. Es ist aber offensichtlich, dass auf diese Weise eine echte Alternativtheorie zur Allgemeinen Relativitätstheorie konstruierbar wäre, die möglicherweise im Hinblick auf die Quantisierung der Gravitation sogar Vorteile hätte. Und was folgt daraus für die Wirklichkeit? Gibt es Gravitationsfelder und Gravitationskräfte? Oder gibt es sie nicht und dafür ist die Raum-Zeit gekrümmt? Wir haben die Wahl zwischen Theorien, damit zwischen den entsprechenden theoretischen Termen und können so schließlich zwischen den entsprechenden Wirklichkeiten wählen. Realität wird abhängig vom theoretischen Zugriff.

Das Verfahren über die Vermittlung theoretischer Terme neue Bereiche der Wirklichkeit zu erschließen erfordert kritische Reflexion. Offenbar erzwingt die Forderung der Übereinstimmungswahrheit nicht bereits das Vorliegen nur einer naturwissenschaftlichen Wirklichkeit. Der Realismus der Naturwissenschaften kann daher kein naiver Realismus sein. Er muss die Theorierelativität der Wirklichkeit berücksichtigen. Das Bild, das wir uns von der Natur machen können ist nicht eigentlich schon vorgegeben und wir müssen es nur mit mehr oder weniger großem Aufwand enthüllen. Wir können nicht die naturwissenschaftliche Wirklichkeit entdecken so wie Kolumbus Amerika entdeckt hat. Andererseits wird aber durch diese kritischen Überlegungen das Konzept der Übereinstimmungswahrheit selber nicht verwässert. Es ist ja keineswegs so, dass auf der Grundlage irgendwelcher beliebig konstruierter naturwissenschaftlicher Theorien Übereinstimmung mit den Experimenten hergestellt werden könnte. Es ist nicht alles nur Konstruktion. Die Forderung der logischen Konsistenz einer Theorie reicht nicht. Es bleibt somit dabei, dass es etwas gibt – dass also etwas existiert – das „widerstehen“ und „nein“ sagen kann. Wenn man die sich hier mit beschäftigende Wissenschaft „Naturwissenschaft“ nennt, sollte man es vielleicht wie oben schon geschehen mit „Natur“ bezeichnen. Die genauere Ausgestaltung einer Vorstellung über die Natur entsteht gewissermaßen im Dialog mit ihr. Wir versuchen die Experimente im Sinne von Antworten eines realen Gegenüber auszuwerten. Bei verschiedenen Fragenden mag dieser Dialog bei Anwendung gleicher Methoden unterschiedlich verlaufen.

## **§ 8 Die Wirklichkeit ist größer**

Wie wir gesehen haben ist die naturwissenschaftliche Wirklichkeit dadurch gekennzeichnet, dass sie zu naturwissenschaftlichen Theorien in einem Abbildungsverhältnis steht. Es ist eine allgemeine Ansicht, dass es über den naturwissenschaftlichen Bereich hinausgehend weitere Bereiche der Wirklichkeit gibt. Die Begründung warum diesen Bereichen Realität zugesprochen wird, entspricht weitgehend dem Schema, das wir für Naturwissenschaften beschrieben haben. Betrachten wir z.B. den Bereich der zwischenmenschlichen Beziehungen.

Wenn jemand die Vorstellung hat, dass ein anderer ihm Zuneigung oder Abneigung entgegenbringt, so kann es für ihn von großer Bedeutung sein, ob diese Vorstellung der Wirklichkeit entspricht. Dem „so ist es“ der Übereinstimmungswahrheit, die auf wiederholten Erfahrungen beruht, wird man nur sehr begrenzt ein „das bildest du dir alles nur ein“ entgegensetzen können. Allerdings besteht in diesem Bereich weit über die Verhältnisse in den Naturwissenschaften hinaus eine enge Wechselbeziehung zwischen theoretischer Vorstellung und der ihr entsprechenden Wirklichkeit. Wenn jemand einer anderen Person mit der Vermutung gegenübertritt, dass er ihr sympathisch ist, kann dadurch gerade diese Sympathie hervorgerufen werden. Obwohl im Bereich dieser subjektiven Wahrheiten die Wiederholbarkeit der gemachten Erfahrungen durch andere fehlt, ist doch die Struktur einer Übereinstimmungswahrheit zu erkennen. So bleibt die kritische Überprüfung der Ansicht an den tatsächlichen Erfahrungen, die mit einer Person oder Sache gemacht werden, nach wie vor ein zentraler Punkt. Scheitert die Überprüfung fortdauernd, so wird im allgemeinen schließlich die Ansicht korrigiert. Ein schönes Beispiel für eine andere erschlossene Wirklichkeit, die weit über die Minimalinterpretation der unmittelbaren Sinneseindrücke hinausgeht, ist die Welt der Musik.

Das gilt in ähnlicher Weise auch von dem, was im Rahmen eines religiösen Glaubens für wirklich und also tatsächlich existierend gehalten wird. Die entsprechenden Vorstellungen sind in der christlichen Religion in einem gewissen Umfang durch Offenbarung vorgegeben. Dennoch müssen sie sich aber für den einzelnen Menschen in seinem Leben bewähren. Die Erfahrung spielt auch im religiösen Bereich eine zentrale korrigierende Rolle.<sup>12</sup> Verglichen mit dem naturwissenschaftlichen Bereich treten hier neue wichtige Elemente hinzu. So kann Deutung z.B. mit Sinngebung verknüpft sein und Deutung kann zur Bewertung von Handlungen führen.

Das Konzept der Übereinstimmungswahrheit reicht also im religiösen Bereich recht weit. Mit Bezeichnungen wie „wahrer Mensch“ oder „wahrer Gott“ ist ebenfalls Übereinstimmung, in diesem Fall mit einem Ideal, gemeint. Über eine Korrespondenz hinaus können im religiösen Bereich aber auch eine Person oder eine Sache für sich bereits wahr sein. Wahrheit meint dann Zuverlässigkeit, Beständigkeit oder auch Treue. Diese Vielfalt im Gebrauch des Wortes „wahr“ zeigt, dass der Dialog zwischen Naturwissenschaften und Theologie über „Wahrheit“ klare begriffliche Abgrenzungen voraussetzt. Aus der Sicht der Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften könnte man in diesem Dialog für die Naturwissenschaften auf die Wörter „Wahrheit“ oder „wahr“ zur Bezeichnung der Übereinstimmungswahrheit verzichten. Bescheidener und zugleich treffender wären die Wörter „richtig“ oder „korrekt“ oder einfach nur „Übereinstimmung“, wobei wir gesehen haben, dass dies selbst in den Naturwissenschaften bereits vielschichtige Begriffe sind, mit denen komplexe Wechselbeziehungen beschrieben und bewertet werden. Das sollte man im Blick behalten.

Die facettenreiche Bedeutung des Wortes Wahrheit in christlich-religiösen Schriften wird schließlich besonders deutlich, wenn man unter Wahrheit die Wirklichkeit Gottes versteht. Dann ist das Schema der Abb. 3 völlig aufgehoben. Aber wie sonst wäre der Satz zu verstehen, den Jesus zu Pilatus sagt: „Wer aus der Wahrheit ist, der höret meine Stimme“. Worauf Pilatus mit der Frage aller Fragen erwidert: „Was ist Wahrheit?“ (Joh. 18,37.38). Bekanntlich hat er eine Antwort nicht abgewartet.

---

<sup>12</sup> vgl. AUDRETSCH 2002a.

## Literatur

- AUDRETSCH, J./NAGORNI, K. (Hg., 2001): Zeit und Ewigkeit – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch (= Herrenalber Forum Bd. 28), Karlsruhe.
- AUDRETSCH, J. (2001): Die physikalische Zeit, in: AUDRETSCH/NAGORNI 2001, S. 40-62.
- AUDRETSCH, J./NAGORNI, K. (Hg., 2002): Was ist Erfahrung? – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch (= Herrenalber Forum Bd. 32), Karlsruhe.
- AUDRETSCH, J. (2002a): Erfahrung und Wirklichkeit – Überlegungen eines Physikers, in: AUDRETSCH/NAGORNI 2002, S. 9-34.
- AUDRETSCH, J. (Hg., 2002b): Verschränkte Welt – Faszination der Quanten, Weinheim.
- EVANGELISCHE AKADEMIE BADEN (Hg., 1999): Der Schöpfung auf der Spur – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch (= Herrenalber Forum Bd. 25), Karlsruhe.
- FUCHS, C. A./PERES, A. (2000): Quantum Theory needs no Interpretation, Physics Today, March 2000, S. 70 und die anschließende Diskussion September 2000, S. 11.
- LENK, H. (1995): Interpretation und Realität, Frankfurt a. M.
- MUTSCHLER, H.-D. (1998): Die Welt als Konstruktion, in: Magerl, G./Komarek, K. (Hg.), Virtualität und Realität. Bild und Wirklichkeit der Naturwissenschaften, Wien.