

# Subjektive und objektive Momente physikalischer Erkenntnis

Jörg Huber

4. Juni 2014

Traditionell hat sich die kritische Theorie, an die mein Vortrag anknüpfen möchte, wenig mit den Naturwissenschaften im Speziellen beschäftigt. In den Arbeiten von Horkheimer und Adorno finden sich eher allgemein gehaltene Überlegungen zu den Naturwissenschaften. Sie haben ihre Fortschritte aufmerksam verfolgt, aber ihr Hauptaugenmerk lag mit gutem Grund auf gesellschaftlichen und geistigen Veränderungen. Trotzdem liegen sie mit ihren Urteilen bis heute ziemlich richtig, da sich die naturwissenschaftliche Theorie und Praxis nur als eine gesellschaftlich motivierte verstehen lässt und eben nicht als die geistige Reproduktion der Natur an sich, die sie selbst gerne sein möchte. Will man jetzt aber den Naturwissenschaften selbst implizit nachweisen, dass die Vernachlässigung ihrer materiellen Grundlagen auch Konsequenzen für ihre Erkenntnisse hat, dann muss man sich mit ihnen auch im Detail beschäftigen.

Der Hauptteil des Vortrages verläuft daher entlang ausgewählter historischer Modelle des Naturverständnisses, die allgemein bekannt sein dürften. Den Anfang macht die archaische Vorstellung von der Erde als Scheibe, gefolgt von ihrem historischen Nachfolger dem Kugelmodell, wobei das besondere Interesse dem Übergang zwischen beiden gilt. Danach stehen der Fixsternhimmel und die auffälligen Bewegung der Planeten vor seinem starren Firmament im Fokus. Denn bei der Beschreibung ihrer Bahnen fand im ausgehenden Mittelalter eine bis heute nachwirkende Revolution der Erkenntnis statt: die *Kopernikanische Wendung*. Sie war ein ganz entscheidender Schritt auf dem Weg zur ersten physikalischen Theorie im heutigen Sinn, der inzwischen klassischen Newtonschen Mechanik.

In ihrer Entwicklung lassen sich dann zeitliche Parallelen zu gesellschaftlichen Veränderungen erkennen. Zwei Spekulationen über den Zusammenhang physikalischer Theoriebildung mit gesellschaftlichen Entwicklungen in dieser Zeit möchte ich daher vorstellen. Beenden werde ich den Hauptteil dann mit einem kurzen Blick auf die

Relativitätstheorie und ihren Konsequenzen für die Erkenntnistheorie. Denn Einsteins Theorie der Raumzeit hat den klassischen Vorstellungen von Raum und Zeit, wie Kant sie maßgeblich prägte, den sicher geglaubten Boden unter den Füßen weggezogen. Hier wirkt die Naturwissenschaft in der Moderne noch einmal gegen schon aufgeklärte Vorstellungen und dennoch ganz im Sinne der Aufklärung kritisch.

Die Erkenntniskritik bildet auch den roten Faden des Vortrages. Denn alle ausgewählten physikalischen Vorstellungen und ihre Entwicklung lassen sich wesentlich besser verstehen, wenn ihre erkenntnistheoretische Bedeutung gesehen wird. Entsprechende Anmerkungen erfolgen daher jeweils im direkten Anschluß an die Stationen des Naturverständnisses. Sie werden zugleich auf den zweiten kürzeren Teil des Vortrages hinführen. Dort setze ich mich dann mit den systematischen Defiziten der philosophischen Konzeptionen auseinander, auf denen die heutigen Naturwissenschaften und auch manche Kritik an ihr mehr oder weniger bewusst basieren.

Soweit der Überblick zum Aufbau des Vortrages und damit kommen wir also zur *Erde als Scheibe*.

## **Die Erde als Scheibe**

Äußert jemand ganz auffällig rückständige Ansichten, dann kann das leicht den Spott: »jaaaa — und die Erde ist eine Scheibe« nach sich ziehen. Der Glaube, die Erde sei eine Scheibe, gilt als Paradebeispiel und Synonym für falsche und archaische Vorstellungen. Warum war dann aber dieses Modell einer Erdscheibe in vielen frühen Mythologien so weit verbreitet? Waren die Menschen der Frühgeschichte total verblendet?

## **Erscheinungsbild der Erde**

Auch heute noch sehen wir aus der alltäglichen Perspektive nicht die Kugelform der Erde, sondern ihre ziemlich flache Oberfläche. Die Höhenunterschiede der Berge und Täler sind gegenüber den Ebenen und den Wasserflächen, die ein umherschweifender Blick bei guter Sicht ausmachen kann, meistens ziemlich gering. Und von jedem Stück Land gelangt man nach einer mehr oder weniger langen Reise in die ungefähr gleiche Richtung auch heute meistens an das Ufer eines unendlich weit wirkenden Ozeans. Die alte Vorstellung einer insgesamt flachen Erdscheibe, die auf einem riesigen Ozean schwimmt, ist also gar nicht so völlig abwegig. Die näherungsweise Kugelform der Erde ändert an dem recht unmittelbaren Eindruck wenig. Die Vorstellung einer durch die Meere nivellierten Erdoberfläche bewährt sich sogar alternativlos als Standardhöhe. Der Meeresspiegel bildet die quasi natürliche Nulllinie, auf der heute unsere Höhenangaben basieren.

Die antiquierte Weltvorstellung bezog sich also auf immer noch nachvollziehbare Erfahrungen, die sie jedoch falsch verallgemeinerte und zu einer idealisierten Weltvorstellung verknüpfte. Die sichtbar flache Erdoberfläche extrapolierte sie zu einer riesigen Ebene, die kontinentalen Ozeanufer verwechselte sie mit ihrem Rand. Noch ohne die präzise Orientierung, wie sie uns die heute selbstverständliche Geographie bietet, scheinen die Menschen dann auf eine einfache runde und harmonische Form ihrer Welt spekuliert zu haben. Und weil allein schon wegen ihrer offenkundigen Massivität die Erde eine gewisse Dicke haben muss, lag die Vorstellung einer Scheibe nahe.

Als glatte Erfindung oder komplette Lüge und nur mit Gewalt kann sich kein Mythos und auch keine Ideologie länger durchsetzen, sie müssen zumindest wahre Anteile enthalten. Die Himmelsgewölbe voller göttlicher Wesen über der Erdscheibe und die Hölle unter ihr haben sich als rein anthropozentrische Projektionen erwiesen – aber flach schaut die Erde für uns wie eh und je aus. Und trotzdem wissen wir schon lange von ihrer Kugelgestalt, jedoch nicht durch direkte Eindrücke, sondern durch eine Theorie, die unter anderem folgende widersprüchlichen Beobachtungen erklären kann:

- Bei Schiffen, die aufs Meer hinaus segeln, verschwindet zuerst der Rumpf und die Mastspitzen zuletzt.
- Die Sternbilder verschieben sich am Firmament, wenn man länger in südliche oder nördliche Richtung reist.

Diese Phänomene sind nicht mit der Scheibe vereinbar, eine riesige Kugel aber kann sie zwanglos erklären. Die Kugelgestalt der Erde gehörte deshalb schon vor Jahrtausenden zum Weltbild von Gelehrten, bevor auch nur ein einziger Mensch sie je als Ganzes gesehen oder umrundet hatte.

Einen direkten Blick auf die ganze Erdgestalt bekommen auch heute nur die allerwenigsten, wer fliegt schon in den Weltraum. Wir wissen von der Erdgestalt vermittelt durch Modelle. Die dafür lange Zeit beliebten Globen verschwinden gerade und werden vom viel flexibleren Google Earth abgelöst. Die ausgewählten und aufbereiteten Satellitenaufnahmen der Software zeigen mehr als der Blick hinab von einer Raumstation jemals gewähren könnte, denn der Himmel ist von da oben genauso häufig verhangen wie von unten. Und Google Earth zeigt mit seinen scharfen Satellitenaufnahmen auch viel mehr Details als der direkte Blick. Niemand kann von da oben so schnell bis hinab zum Streetview hineinzoomen, wie es virtuell leicht möglich ist.

Doch obwohl die Kugelgestalt der Erde theoretisch sogar schon im antiken Griechenland bekannt war und im christlich geprägten Mittelalter kein Gebildeter mehr an die Erdscheibe glaubte, wurde sie im 19. Jahrhundert wieder zum Mythos. Unaufhaltsam verbreitete sich dort die Legende, dass noch bis zur Entdeckung Amerikas durch Kolumbus im 15. Jahrhundert die Erde von unseren angeblich völlig vertrottelten Vorfahren als Scheibe angesehen wurde. Dieser Mythos über den eigentlich längst überholten

Mythos hatte eine ähnliche Funktion wie der eingangs erwähnte Spott: Die Bürger vergewisserten sich damit selbstgerecht der Überlegenheit ihres neu erlangten Wissens. Vielleicht lag darin auch ein Stück Verachtung für die frühere eigene Unkenntnis, als noch die mittelalterliche Kirche über die führende gelehrte Tradition verfügte.

So wird aber der richtige Erfahrungsgehalt verdrängt, der schon in deren überholtes Weltbild eingeflossen war. Wie die abgelöste religiös begründete Herrschaft hält die bürgerliche Gesellschaft ihr Wissen gerne für absolut und einzigartig wahr, weil ihre Ordnung dadurch einen zeitlosen Anstrich bekommt.

## **Anmerkung zur Struktur von Theorie**

Ein Fluch, der alle Theorie bedroht, liegt in solch einer Tendenz zur Verfestigung und Verabsolutierung des Wissens. Auch die heutige traditionelle Naturwissenschaft möchte die Wirklichkeit im Denken vollständig reproduzieren und damit beherrschen können. Ihr Ideal ist die Übereinstimmung all ihrer Begriffe mit der jeweils ihnen korrespondierenden Wirklichkeit. Sie stellt sich die Welt dafür als eine am besten feste, zeitlose Struktur vor, die sich aus vielen unterscheidbaren einfacheren Elementen zusammensetzt. Diese müssen dann jeweils von Spezialisten isoliert und analysiert werden.

Die traditionelle Theorie sieht ihre Aufgabe nun darin, die Fakten solcher einzelfachlichen Analysen zu einem möglichst vollständigen Gesamtbild zu synthetisieren. Um eine brauchbare Theorie zu entwickeln, benötigt sie jedoch Ideen, die über die isolierten Fakten hinausgehen und sie verbinden. Die Theorie soll ja gerade ihren Zusammenhang begreifen und die innere Logik erfassen, aus der heraus sich die Phänomene erklären lassen. Denn wenn ihr das auch nur ein Stück weit gelingt, kann sie weitere Phänomene vorhersagen, die bislang noch nicht im Erfahrungshorizont lagen und die weitere Forschung anleiten, die sich sonst bloß durch ständigen Versuch und Irrtum in einem unendlichen Chaos orientieren müßte.

Aus diesen Überlegungen folgt schon, dass sich eine Theorie niemals bloß anhand der Empirie entwickeln oder überprüfen lässt, wie das so häufig als vorbildlich gilt. Jede ernsthafte Theorie will von sich aus mehr sein als bloß die katalogartige Sammlung von Fakten. Eine Theorie kann sich durch die Vorhersage neuer Phänomene bewähren, aber kein Faktum könnte jemals die allgemeine Gültigkeit und absolute Wahrheit einer Theorie beweisen. Widersprüchliche Fakten schränken allerdings den Geltungsbereich einer Theorie ein oder stellen sie ganz in Frage. Fakten können also Theorien nicht begründen, sie können sie aber widerlegen oder korrigieren.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> So weit hat Karl Popper das erkenntnistheoretische Verhältnis zwischen Theoriebildung und Empirie in seinem *kritischen Rationalismus* immerhin entwickelt.

Wenn Theorien aber nicht aus der Empirie abgeleitet werden können, sondern ihren Zusammenhang beschreiben wollen, dann drängt sich doch folgende entscheidende Frage auf: Was haben theoretische Ideen überhaupt mit dem wirklichen Zusammenhang der Welt zu tun, existiert zu ihnen überhaupt eine Entsprechung? Geht unser gesichertes Wissen über die immer wieder beobachtbaren Einzelphänomene hinaus, zu deren Erklärung wir die Theorien entwickeln? Gibt es überhaupt ein wirkliches Band zwischen den Phänomenen, das unsere Theorien erfassen können? Oder sind unsere Theorien immer bloß willkürliche Hilfskonstruktionen?

Soweit erst einmal der Aufriß zur allgemeinen Fragestellung. Aber nun wieder zum Naturverständnis am Beispiel des Fixsternhimmels.

## **Sternbilder**

Ein Indiz für die Kugelform der Erde war – wie schon erwähnt – die Verschiebung der Fixsterne am Nachthimmel bei längeren Reisen in nördlicher oder südlicher Richtung. Denn ihre von der Erde aus sichtbare Lage hängt davon ab, auf welchem Breitengrad unserer Erdkugel sich ein Beobachter befindet. Der Sternenhimmel kann daher umgekehrt als Referenz für die irdische Orientierung dienen. Und die alten Methoden, in den wimmelnden Sternen eine Ordnung zu finden, sind ja noch geläufig. Zumindest ein Sternbild kennt fast jeder und hat es vielleicht in einer schönen klaren Nacht auch schon einmal gesucht und erfreut gefunden. Wie die bekannten Namen andeuten, hielt man Sternbilder früher für Repräsentationen mythologischer Figuren. Die Anordnung der Sterne bekam so einen tieferen Sinn und die abergläubische Astrologie behauptet bis heute, dass diese Sternkonfigurationen unser Leben beeinflussen. Früher ließen sich Herrscher von Astrologen in ihren häufig schwierigen Entscheidungen unterstützen, heute liefern standardisierte Medienprodukte Anleitungen für alle, die ihr je individuelles Schicksal durch Rücksicht auf die Sterne zu optimieren trachten.

## **Astronomie widerlegt Astrologie**

Seit die Astronomie die Entfernung vieler Sterne grob abschätzen kann, ist aber bekannt, dass die einzelnen Exemplare innerhalb von Sternzeichen meistens in unterschiedlichen Entfernungen liegen, also nicht einmal eine räumliche Nähe besteht. Ihre Gruppierungen entstehen fast immer als zweidimensionaler geometrischer Projektionseffekt. Und wir wissen heute auch, dass die Astrologie insgesamt eine Wunschvorstellung, eine Projektion im psychologischen Sinn ist. Trotzdem bedienen Horoskopspalten und Sendungen dieses Bedürfnis und zeigen ein merkwürdiges Charakteristikum der

Gesellschaft. Ihre Mitglieder halten unbeirrbar auch an längst widerlegtem abergläubischem Unsinn fest, so als ob sie ohne den irrationalen Widerpart zu ihrem offiziell aufgeklärten Anspruch nicht auskommen können.

Doch obwohl die mythische Idee der Sternzeichen sich als komplett substanzlos erwiesen hat, konstituieren sie als reine Wahrnehmungsmuster für die geographische Orientierung weiterhin eine hilfreiche Ordnung. Wer etwa mit Hilfe des Kleinen Wagens den Polarstern ausfindig macht, hat bei guter Sicht immer die Nordrichtung vor Augen, weil der Polarstern am Himmel zufällig ziemlich genau in nördlicher Verlängerung der Erdachse liegt. Das bleibt ganz nützlich, gerade wenn die Batterien des GPS-Gerätes einmal leer sind.

## **Theorie der Sternbilder**

Dass beliebig ausgedachte Sternzeichen die Orientierung am Himmel erleichtern, obwohl ihre Sterne gar nichts miteinander zu tun haben, hat einen einfachen Grund. Die Lage der Sterne untereinander ist von der Erde aus gesehen ziemlich fix. Die fast immer extrem langsamen Veränderungen im Kosmos bleiben dem bloßen Auge verborgen, er erscheint uns zum allergrößten Teil wie ein starres Gewölbe, wenn man die Drehung der Erde herausrechnet. Daher kann eigentlich jede eingebildete Struktur am Himmel die gute Vorhersage treffen, dass sie in ihrer Form erhalten bleiben wird. Die Vorstellung eines aus menschlicher Sicht mit sich selbst weitgehend identischen Sternenhimmels bewährt sich, dem widerspricht auch die moderne Astrophysik nicht.

Die in ihrem mythologischen Sinn widerlegten Sternbilder enthielten in der Idee des Fixsternhimmels eine entscheidende und verlässliche Erkenntnis, die im Gegensatz zu den abergläubischen Projektionen eine Entsprechung in der Sache selbst hat.

## **Kopernikanische Wendung**

Vor dem Hintergrund des Fixsternhimmels haben dann die wenigen einzelnen auffällig wandernden Objekte schon früh besondere Aufmerksamkeit erregt. Wir kennen die meisten von ihnen inzwischen als die von der Sonne illuminierten Planeten, deren Bewegung wegen ihrer relativen Nähe zur Erde hervorsticht. Ihre Beobachtung ergab bald, dass ihre Bahnen sich zumindest an bestimmten Punkten wiederholen. Das lag daran, dass sie sich tatsächlich auf ziemlich festen Bahnen mit sehr starren Perioden bewegen. Deshalb enthält ihre Dynamik feste Größen, die sich über Jahrhunderte hinweg immer wieder beobachten ließen. Und daher konnten die Modelle für ihre Bahnen durch bessere Messungen auch immer mehr verfeinert werden.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Allerdings lassen sich ihre zukünftigen Bahnen nicht für alle Zeit mit Sicherheit vorhersagen. Das Sonnensystem hat sich zwar bislang als stabil erwiesen, theoretisch gesichert ist seine Stabilität jedoch nicht. Es ist sogar bekannt, dass diese

## Geschichte der Theorien des Sonnensystems

Dabei hielt man die Erde lange naiv für das Zentrum der Welt und glaubte, dass sich Bewegungen immer in Relation zu ihr verstehen lassen müssen. Das dürfte einfach daran gelegen haben, dass Menschen den Kosmos tatsächlich immer von hier aus sehen. Dass die Erde nur um den ziemlich durchschnittlichen Stern ›Sonne‹ kreist, der sich am Rand einer Galaxie mit Milliarden von Sternen unendlich langsam um ihren gemeinsamen Schwerpunkt dreht und dass diese Galaxie wiederum als eine unter schätzungsweise über hundert Milliarden anderen einen völlig unvorstellbar großen Kosmos bevölkert — davon wissen wir noch nicht lange. Und mir kommt es dabei auch so vor, als ob wir diese überdimensionierten Informationen nicht wirklich begreifen, sondern vor allem aufzählen können.

Seit der Antike galt die ptolemäische Theorie für eineinhalb Jahrtausende unter Gelehrten als das Standardmodell zur Beschreibung der Planetenbewegungen. Das geozentrische Weltbild konnte sich bis zur Renaissance halten, weil sich mit Ptolemäus Konzept die Bahn der Gestirne ziemlich gut beschreiben lässt. Denn das ist nicht gerade leicht. Weil sich alle Planeten auf Ellipsen um die Sonne bewegen, ergeben sich von der Erde aus gesehen recht komplizierte Bahnen für die anderen Planeten, die sogar Schleifen enthalten. Für deren geometrische Darstellung verwendete man jeweils die Überlagerung mehrerer einfacher Kreisbahnen, ein Hauptzyklus wurde mit mindestens einem kleineren Epizyklus überlagert. Das Verfahren ist auf den ersten Blick unanschaulich, aber erfüllte auf geometrische Weise den gleichen Zweck wie heute mathematische Funktionen mit mehreren Parametern bei der theoretischen Beschreibung von Meßdaten. Die Radien der Kreise wurden wie die Parameter heute den Beobachtungsdaten angenähert. So konnte man mit einer noch überschaubaren aber insgesamt doch recht großen Anzahl verschiedener Kreise alle Bahnen beschreiben. Verbesserte Beobachtungen der Planetenbahnen konnten durch Veränderung der Kreisradien oder Verwendung zusätzlicher Epizykel im Prinzip beliebig genau nachvollzogen werden, ohne diesen Ansatz grundsätzlich in Frage zu stellen. Das wäre sogar jetzt noch möglich, neue Daten allein konnten das Modell der Epizyklen daher nicht prinzipiell widerlegen.

Die römisch-katholische Kirche integrierte das so bewährte geozentrische Weltbild mit der Zeit in ihre Theologie. Sie hielt diese Ordnung der Welt für den ewigen Beschluß Gottes. Daher stellte jede Theorie, die die Erde aus dem Mittelpunkt entfernte, letztlich die Kirche und ihre weltliche Herrschaft in Frage, auch wenn das gar nicht beabsichtigt war. Ablehnende Reaktionen der geistlichen Elite auf jegliche Kritik am geozentrischen Weltbild waren sicher. Nikolaus Kopernikus zögerte deswegen lange, seine Überlegungen zu einer zentralen Stellung der Sonne überhaupt zu veröffentlichen. Als er es in hohem Alter doch noch wagte, wurde er belächelt und ignoriert. Als aber Galileo Galilei dann einige Jahrzehnte später durch seine sehr genauen Beobachtungen

---

Stabilität sich niemals wird beweisen lassen (Dreikörperproblem).

mit Hilfe eines Fernrohres ähnliche Schlüsse wie Kopernikus zog, zwang ihn die Kirche seine Überlegungen öffentlich zu widerrufen. Galilei wurde gewaltsam an der Verbreitung des heliozentrischen Weltbildes gehindert.

Kopernikus und Galilei hatten ein prinzipiell einfacheres und besseres Modell für die Planetenbahnen gefunden, als sie die Sonne im Mittelpunkt der Welt sahen. Denn die komplizierten Schleifen der Planeten erwiesen sich so als Effekt der besonderen Beobachtungsposition auf der Erde. Der Streit drehte sich aber weniger um die genauen Bahnrechnungen, denn die waren auch bei Kopernikus und Galilei noch längst nicht ausgegriffen und in ihrer Vorhersagekraft auch nicht viel besser als die bisherigen. Die aus heutiger Sicht entscheidende Leistung ihrer Modelle lag in der treffenden Kritik des geozentrischen Weltbildes der Kirche und seiner Ablösung durch ein einfacheres und wahrheitsgetreueres Modell. So erschütterten sie ohne Absicht die als selbstverständlich geltende Identität zwischen Theologie und irdischer Weltordnung und damit die christliche Herrschaft selbst.

## **Erkenntniskritische Kopernikanische Wendung**

Dieser Umbruch hat die Bezeichnung »kopernikanische Wendung« erhalten und dieser Terminus hat auch deshalb eine so entscheidende Bedeutung, weil sich später Kant in seiner *Kritik der reinen Vernunft* auf ihn berief.

Der Zusammenhang zwischen der naturwissenschaftlichen und der erkenntniskritischen kopernikanischen Wendung erscheint jedoch äußerst widersprüchlich. Kant betonte in seiner Transzendentalphilosophie den subjektiven Anteil jeder Erkenntnis. Er konnte zeigen, dass keine allgemeingültige Erkenntnis denkbar ist, ohne im Denken schon zuvor vorhandene allgemeine Denkformen vorauszusetzen. Raum und Zeit erkennt er als solche transzendentalen Formen der Anschauung a priori, die alle unseren sinnlichen Wahrnehmungen strukturieren, bevor sie überhaupt zu Erkenntnissen werden können. Seine Argumentation lautet ganz grob verkürzt: Ein konkreter Gegenstand kann uns nur in Raum und Zeit bewusst werden, niemals außerhalb, daher müssen die Formen Raum und Zeit jeder Wahrnehmung vorausgehen. Raum und Zeit lassen sich daher nicht aus Fakten ableiten.

In ähnlicher Weise lassen sich kausale Zusammenhänge nur nachvollziehen, weil die Kategorie der Kausalität a priori unser Denken leitet. Kein Experiment könnte beweisen, dass zwischen zwei Phänomenen wirklich eine innere Abhängigkeit existiert, sondern nur konstatieren, dass Phänomen B auf Phänomen A in einem konkreten Experiment immer wieder gefolgt ist. Dass dies auch zukünftig und an anderen Orten so sein wird, lässt sich nur unter Annahme einer allgemeingültigen kausalen Regel folgern.



Kants Kritik war also der ursprünglich kopernikanischen der inhaltlichen Tendenz nach eher entgegengesetzt. Denn er rückte die Vermittlungsleistung des immer subjektiven Denkens in das Zentrum des Erkenntnisprozesses. Kopernikus dagegen hatte das Zentrum der menschlichen Welt aus der Mitte des Kosmos entfernt und dem Selbstverständnis vom menschlichen Nabel der Welt einen schweren Schlag versetzt. Dass Kant sich dennoch auf Kopernikus berief, lässt sich besser verstehen, wenn man sich an die philosophische Vorgeschichte erinnert.

## **Universalienstreit**

Im mittelalterlichen Universalienstreit trafen zwei konträre Positionen in Bezug auf den Gehalt von Allgemeinbegriffen aufeinander. Der neuere Nominalismus stellte den älteren Realismus in Frage. Der Realismus vertritt, grob gesagt, die erst einmal naheliegende Auffassung, dass Begriffe die Gegenstände im Prinzip so erfassen, wie sie auch *real* existieren. Die Gegenstände wären dem Realismus nach also auch dann genauso da, wie wir sie denken, wenn wir sie gar nicht denken würden. Die radikalste Art des Realismus ist der naive Realismus, der Begriffe für eine ganz direkte und unvermittelte Widerspiegelung der Welt hält. Im Alltag funktioniert diese Ansicht meistens ganz gut und das dürfte auch eines der besten Argumente für sie sein. Wenn wir bei jedem Gedanken und jedem Handgriff zweifeln müssten, ob die Realität gerade wirklich so existiert, wie wir sie uns vorstellen, dann hätten wir ein sehr ernstes Problem. Üblicherweise beginnen wir erst da zu zweifeln, wo sich die Dinge nicht so verhalten, wie wir denken.

Der Nominalismus dagegen vertrat grob gesagt die Ansicht, dass Allgemeinbegriffe bloße Etiketten seien, die wir der Welt anheften würden, um sie für uns zu ordnen. Die radikalste Art des Nominalismus behauptet, dass allgemeine Begriffe ein reiner Stimmhaut seien und ihnen ansonsten nichts Substantielles entspräche. Eine tatsächliche Substanz billigt der Nominalismus nur den untereinander isolierten Einzeldingen zu, nicht ihrer Verknüpfung unter sie verbindende Begriffe. Ein Fall von treffender nominalistischer Kritik sind die gerade genannten Sternbilder. Nur die einzelnen Sterne blieben von ihnen übrig, weil sie sich immer wieder und von überall her beobachten lassen, die sie verbindenden Sternbilder aber waren eine kulturell geprägte Einbildung.

Sowohl die ursprüngliche astronomische als auch die erkenntniskritische kopernikanische Wendung waren also eine Folge nominalistischer Zweifel. Das treffendere heliozentrische Weltbild entlarvte die bis dahin geltende angeblich göttliche Ordnung der geozentrischen Welt als eine menschliche und zudem noch falsche Projektion. Die Kantische Kritik der reinen Vernunft erschütterte dann ganz umfassend jeden auf Unmittelbarkeit der Welterkenntnis und absolutes Wissen zielenden Realismus, weil sie die unabdingbaren subjektiven Vermittlungsleistungen herausgearbeitet hat, die notwendig in alle unsere Erkenntnisse mit einfließen müssen.

So verstanden ist die Kantische Kritik eine radikale Fortsetzung der Kopernikanischen.

## **Klassische theoretische Mechanik**

Zwischen der astronomischen und der erkenntniskritischen kopernikanischen Wendung lag nun einige Zeit, in der sich das Verständnis des Sonnensystems bis zu der mechanischen Beschreibung entwickelte, die sich bis heute weitgehend bewährt. Kepler stellte nach Beobachtungen mit einem wiederum verbesserten Fernrohr die nach ihm benannten Gesetze über geometrische Regelmäßigkeiten der Planetenbahnen auf, die zugleich für alle Planeten galten. Er hatte damit eine allgemeinere Regelmäßigkeit gefunden. Die erste physikalische Erklärung formulierte schließlich Newton und leitete die Bahnen aus dem dynamischen Gleichgewicht der gravitativen Anziehungskraft zwischen Sonne und Planeten und der Zentrifugalkraft her. Damit lieferte er eine kausale Erklärung, die ganz allgemein gültigen Gesetzen gehorchte. Und auf Grundlage genau dieser Gesetze konnte er auch andere Phänomene wie etwa die Meeresgezeiten erklären. Newton entwickelte damit also die erste moderne physikalische Theorie. Sie galt sowohl im Himmel als auf der Erde und widerlegte so endgültig den Glauben an ein Reich, das himmlische Wesen bewohnen und das eigenen himmlischen Regeln folgt.

## **Von der Geometrie zur Infinitesimalrechnung**

Dieser physikalische Fortschritt und philosophische Umbruch ging mit einer auffälligen Verschiebung der mathematischen Denkform einher. Seit der Antike hatten sich mathematische und auch physikalische Überlegungen vornehmlich anhand der Betrachtung geometrischer Verhältnisse und ihnen entsprechender Proportionalitäten entwickelt. Die alte geozentrische Theorie basierte auf geometrischen Konstruktionen und das galt auch noch für die heliozentrischen Entwürfe von Kopernikus und Galilei bis hin zu Kepler. Die Planetenbahnen ließen sich deswegen geometrisch gut erfassen, weil sie nahezu perfekt periodisch in der Zeit verliefen und deshalb geschlossene geometrische Figuren bildeten. Sogar Newton argumentierte in seinem Hauptwerk *Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie* noch geometrisch. Aber die Newtonschen Gesetze und die auf ihnen aufbauende Mechanik sind wesentlich dynamisch, sie erlauben prinzipiell die Berechnung offener und recht freier Bahnen, die sich nur noch ganz mühsam als geometrische Figuren fassen lassen. Newton hatte auch zur gleichen Zeit wie Leibniz eigenständig die Infinitesimalrechnung entwickelt. Da sie jedoch neu und unbekannt war, wandte er sie in seinem berühmten Werk nicht an. Seine rein geometrische Argumentation war zwar richtig aber sehr schwierig nachzuvollziehen, weil seine Mechanik

den Rahmen der Geometrie tendenziell sprengte. Sie blieb daher lange unverstanden und erlangte zuerst nur in Großbritannien eine gewisse Bekanntheit.

Erst eine Übersetzung der 1687 erschienen lateinischen *Principia* ins Französische durch die Physikerin und Philosophin Émilie du Châtelet sorgte um 1750, also während der frühen Aufklärung, für die Verbreitung der Newtonschen Theorie auf dem europäischen Kontinent. Denn neben der sprachlichen Übersetzung transformierte sie Newtons Argumentation in die viel besser geeignete infinitesimale Form, die inzwischen in Europa dank der Arbeiten von Leibniz bekannt war. Die Details dieser Übertragung sind kompliziert, aber die Schulmathematik liefert mit der Einführung der momentanen Steigung einer Funktion ein schönes Beispiel für die geometrische Herleitung eines Infinitesimalkalküls. Der geometrische Grenzprozess vom mittleren Steigungsdreieck zu der infinitesimal kleinen Tangentensteigung einer Funktion liegt dort jeder Ableitungsformel zugrunde. Aber der Übergang ist in der Praxis nur noch ausnahmsweise nötig. Wenn alle Voraussetzungen genau erfüllt sind, können Ableitungen nach rein algebraischen Regeln erfolgen.

## **Vom einfachen Tauschhandel zur Dynamik der Wertverwertung**

Der Übergang von der starren geometrischen zur dynamischeren infinitesimalen Denkweise erfolgte in der Zeit als sich aus der relativ statischen mittelalterlichen Gesellschaft in Europa der dynamische Kapitalismus zu entwickeln begann. Der Handel beschränkte sich bis dahin im Alltag meist auf den überschüssigen Teil von Produkten, den die Produzenten nicht selbst gebrauchen konnten oder durften. Die Produktion richtete sich dann immer systematischer auf große Märkte aus, um die bewußte Akkumulation von Wert in Gang zu setzen, der dann wiederum wesentlich dazu dient, die Akkumulation weiter in Gang zu halten. So wie wir das bis heute kennen.

Die zeitliche Koinzidenz zwischen der Dynamisierung von Mathematik, Physik und Ökonomie wird, soweit mir das bekannt ist, in der Wissenschaftsgeschichte kaum thematisiert. Und auch wenn bestimmt keine eindeutige Beziehung zwischen diesen Entwicklungen besteht, etwa in der Form, dass sich eines aus dem anderen ableiten ließe, wäre es doch naiv sie für einen reinen Zufall zu halten. Aber die Physik selbst sieht sich lieber als Beitrag zu einem permanenten Wissensfortschritt, der die Welt unabhängig von historischen Entwicklungen sukzessive erfasst. Sie meint inzwischen alle gesellschaftlichen Hemmnisse und jede verschleiende Dogmatik überwunden zu haben. Dass auch das moderne Denken und seine Methoden mit dem Erhalt und der Reproduktion der gesellschaftlich-ökonomischen Ordnung zusammenhängen, wie sie es selbst an der christlichen Dogmatik noch erkennen kann, will ihr gar nicht in den Sinn. Sie hält ihre Theorie heute für den einzig relevanten Aspekt der Welt. Der aktuell prominenteste Physiker, Stephen Hawking, wähnt sich einer Theorie von Allem ganz nahe und glaubt gleichzeitig, das sei ganz undogmatisch.

Die inzwischen klassische theoretische Mechanik Newtons galt bis zur Relativitätstheorie unangefochten, wurde aber wie in der erwähnten Übersetzung von Émilie du Châtelet immer wieder theoretisch aktualisiert und erweitert. Das lag nicht an zu ihren Gesetzen widersprüchlichen Erfahrungen, vielmehr wurde ihre Verwendung auf weitere Bereiche ausgedehnt und ihre Handhabung dafür effizienter gestaltet.

## Von der Kraft zur Energie

Eine der deutlichsten Veränderungen, die sie bei den Reformulierungen erfuhr, war der Wechsel ihres zentralen physikalischen Begriffs. Newtons drei Gesetze betreffen die physikalische Kraft. Sie lässt sich recht direkt messen, etwa über die Ausdehnung einer geeichten Feder, und ihre physikalische Bedeutung kommt unserer intuitiven Vorstellung von Kraft recht nahe. Die Mechanik nach Lagrange und Hamilton dagegen baut auf dem abstrakteren Begriff der Energie auf. Ihrer Einheit nach ist alle Energie zugleich mechanische Arbeit, d.h. sie lässt sich als Äquivalent mechanischer Arbeit verstehen und in sie umrechnen. Die mechanische Arbeit in der Physik wird in der einfachsten Form als das Produkt aus Kraft und Weg definiert.

Die theoretische Mechanik verwendet zwei Formen der Energie besonders häufig, mit denen ich ihre Rolle illustrieren möchte: Zum einen die potentielle Energie, die aus der relativen Lage und dem Gewicht einer Masse folgt. Ein Beispiel dafür wären die Wassermassen in einem Stausee. Und zum anderen die kinetische Energie, die von der relativen Geschwindigkeit einer schweren Masse abhängt. Ein Anwendungsbeispiel dafür wäre fließendes Wasser. Beide Energieformen lassen sich nicht nur nominal in physikalische Arbeit umrechnen, sondern liefern ein Maß für die mechanische Arbeit, die sich theoretisch aus ihnen gewinnen lässt bzw. zu ihrer Erzeugung notwendig ist. Das macht natürlich vor allem dann Sinn, wenn ein praktischer Weg zu ihrer Umwandlung existiert, wie in unserem Beispiel etwa Wasserräder oder moderne Turbinen. Die Umformulierung der Mechanik um den Begriff der Energie herum kommt also auch gesellschaftlichen Erfordernissen entgegen und dient nicht einfach nur dazu Lücken in unserem Verständnis der Natur zu schließen.

Die Physik postuliert zudem die Energieerhaltung: In einem abgeschlossenen System soll sich die Energie nicht ändern können, sondern nur verschiedene Formen annehmen. Idealerweise müsste also die Umwandlung von Energie in mechanische Arbeit ohne Verluste gelingen. Und die moderne Formulierung der Grundgleichungen der Mechanik nach Hamilton stellt die Gesamtenergie des betrachteten mechanischen Systems sogar ins Zentrum. Und wenn sich diese Energie tatsächlich nicht ändert, führt das zu einfach lösbaren Hamilton-Gleichungen. Leider lassen sich solche abgeschlossenen mechanischen Systeme nicht wirklich konstruieren, eine vollständige mechanische Energieerhaltung lässt sich in der Praxis nie beobachten. Alle Systeme verlieren selbst im Labor immer etwas Energie, die bekannteste Ursache sind die sprichwörtlichen

Reibungsverluste, die sich nie ganz vermeiden lassen. Die Erhaltung kann höchstens näherungsweise gelingen. Ein Moment Wahrheit der Energieerhaltung liegt allerdings in ihrer eindeutigen Absage an eine Energieerzeugung aus dem Nichts. Eine Zeit lang gaben auch kluge Tüftler nämlich die Hoffnung auf ein perpetuum mobile nicht auf. Eine sich ewig bewegende antriebslose Maschine sollte unendlich Energie liefern können. Aber sie scheiterten auch mit raffinierten Konstruktion kläglich. Sie blieben alle bald stehen, eine grundlose Entstehung nennenswerter Energiemengen hat sich bis heute noch nirgends beobachten lassen.

Schaut man sich den Wortlaut des Energieerhaltungssatzes an: »In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie konstant«, dann stellt sich die Frage, was eigentlich ein abgeschlossenes System sein soll: Und es wird dadurch definiert, dass keinerlei Austausch stattfindet. Das beinhaltet dann aber eben auch jeden Austausch von Energie, die damit logischerweise erhalten bleiben muss, wenn sie nicht aus dem absoluten Nichts auftauchen oder verschwinden soll. Das Prinzip beinhaltet also tendenziell eine Tautologie und entspricht eher einer Forderung als einem analytischen Resultat.

Die Konstruktion näherungsweise abgeschlossener Systeme ist in der Physik notwendig, weil sie dem Ausschluss störender Faktoren dient. Bei Experimenten zielt sie auf die Isolation eines bestimmten kausalen Zusammenhanges, um ihn dann möglichst rein messen und damit bestimmen zu können. Bei physikalischen Instrumenten sorgt der Ausschluss störender Faktoren dafür, dass deren innerer Zusammenhang der Theorie, anhand der sie entwickelt wurden, möglichst genau entspricht. Denn präzise physikalische Erkenntnisse beschränken sich auf isolierbare Zusammenhänge, nur solche können wir mathematisch erfassen und experimentell überprüfen.

Im Falle des allgemeinen Energieerhaltungsprinzips jedoch konstituiert die Abgeschlossenheit aber schon das Resultat, widerlegen lässt sich der Satz so eigentlich nicht mehr experimentell. Deshalb wird der tatsächlich beobachtete ständige Energieverlust in der Praxis nicht als Verletzung der Energieerhaltung gewertet, sondern als Hinweis auf die Umwandlung in andere Formen von Energie, die offenbar verloren geht und deren unbeabsichtigte Entstehung zu untersuchen und möglichst zu vermeiden ist. Das bekannteste Beispiel ist die erwähnte Reibung, der ihrerseits eine Form der Energie entspricht, eben die Reibungswärme. Der Satz der Energieerhaltung leitet daher die Forschung hier mehr an, als dass er ihr entspringt, und hat sich dabei auch als erfolgreich erwiesen. Hält man das Energieerhaltungspostulat aber nun für ein Naturgesetz, führt der ständige unvermeidliche Energieverlust in jedem abgeschlossenen System zu einem infiniten Regress: Die aus einem System entweichende Energie darf theoretisch nicht verloren gehen und muß daher in einem umfassenderen größeren physikalischen System, das das verlustbehaftete umschließt, eigentlich erhalten bleiben. Da ein solches System jedoch noch nie beobachtet werden konnte, muß dann letztlich wenigstens im

ganzen Kosmos die Energie erhalten bleiben. Und genau das behaupten deshalb Kosmologen, die den Kosmos komplett physikalisch erklären wollen. Überprüfen können wir den Gesamtenergiegehalt des Kosmos jedoch nicht, die Hypothese scheint eher eine Ausflucht derer zu sein, die von der Verabsolutierung unserer Erkenntnisse nicht lassen können.

## **Mechanisierung und Industrialisierung**

Die theoretische Mechanik erfasst die für uns beobachtbare Natur also wesentlich aus einer Perspektive, die dem gesellschaftlichen Bedarf an Gewinnung und effizienter Nutzung von Energie entspringt. Der wurde zur Zeit ihrer Weiterentwicklung wegen der Mechanisierung und Industrialisierung der Produktion immer drängender und ist ja bis heute ein zentrales Problem geblieben und die sogenannte Energiewende ein gerade wieder aktueller politischer Dauerbrenner.

Deshalb hat sich der Energiebegriff zu einer Schnittstelle der verschiedenen Bereiche der Physik entwickeln können. In der statistischen Mechanik, einem wichtigen Teilgebiet der Thermodynamik, sind Energiebetrachtungen von Anfang an zentral gewesen, weil sie sich aus der Konstruktion von Dampfmaschinen heraus entwickelt hat. Und auch die Elektrodynamik und die Atomphysik enthalten Formen von Energie, deren praktische Erzeugung und Nutzbarmachung bis heute von großem Interesse sind.

Dass die zentrale Rolle der Energie in der Physik mit dem gesellschaftlichen Bedarf an effizienter maschineller Arbeit zusammenhängt, also mit unserer spezifischen Perspektive auf die Natur, scheint recht offenkundig. Und trotzdem lacht keiner über die kosmologische Hypothese, schon vor dem Anfang aller Zeit habe es eine Nullpunktsenergie gegeben, aus der sich durch zufällige Quantenfluktuationen ohne Verletzung der Energieerhaltung Universen entwickeln können, wie sie der berühmte Stephen Hawking verbreitet. Dass Energie und Energieerhaltungssatz schon da waren, bevor überhaupt irgendetwas da war, selbst vor Raum und Zeit, macht niemanden stutzig, so selbstverständlich und natürlich erscheint die industrielle Arbeit als Grundlage von allem. Das ermöglicht die am meisten von Ideologie geprägten Überzeugung der heutigen Physik, einen bürgerlichen Schöpfungsmythos, der sich aus der Verabsolutierung ihres beschränkten Wissens ergibt.

Dass die Physik gesellschaftlichen Züge trägt, bedeutet nun aber nicht, dass eine beliebige andere Physik mit anderen Naturgesetzen entstehen würde, wenn sich der gesellschaftliche Bedarf oder der ›gesellschaftliche Diskurs‹ ändern würde. Die bisherige Physik ist dann natürlich nicht einfach hinfällig. Denn unsere besondere Perspektive legt die Resultate der physikalischen Forschung nicht dadurch völlig fest, dass sie ihre Problemstellungen leitet. Sie führt zu einer besonderen Art von Wissen, das sich jedoch

dann, wenn es sich praktisch bewähren kann, eine Entsprechung in der Natur haben muss.

Daran möchte ich auch gerne meine Gastgeber von der ISF erinnern, insofern sie sich an einer Erkenntnistheorie orientieren, die die Wahrheit jeder Erkenntnis in Gänze auf die gesellschaftliche Denkform zurückführen möchte. Das ist eine einseitige Vorstellung, die zuerst von der Relativitätstheorie in arge Erklärungsnot gebracht worden ist.

## **Relativitätstheorie**

Anfang des letzten Jahrhunderts hat die Relativitätstheorie die klassische Physik noch einmal substantiell korrigiert und die Mechanik dabei in eine weit umfassendere Theorie eingebettet. Eine neue Theorie war nötig geworden, weil das gut überprüfte Faktum einer allgemein konstanten Lichtgeschwindigkeit in der gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts etablierten Elektrodynamik nicht mit der schon von Galilei entwickelten Raumvorstellung der klassischen Mechanik vereinbar war. Die Relativitätstheorie konnte die Widersprüche schließlich elegant auflösen und die beiden Theorien dabei auf eine gemeinsame Grundlage stellen. Albert Einstein entwarf dafür das Modell einer vierdimensionalen Raumzeit, das sich bei kosmologischen Beobachtungen und auch irdischen Präzisionsexperimenten enorm gut bewähren konnte. Unsere selbstverständliche Vorstellung eines dreidimensionalen Raumes und einer Zeit, die überall gleich und unabhängig vom Raum vergeht, erwiesen sich dadurch als ein Spezialfall. Die klassische Mechanik bleibt aber für das recht schwache Gravitationsfeld und die nach kosmologischen Maßstäben winzigen Entfernungen auf der Erde so genau, dass die Relativitätstheorie in der Forschung und Entwicklung nur recht selten eine Anwendung findet.

Die theoretische Veränderung lässt sich also ein wenig mit dem Übergang von der Erdscheibe zur Erdkugel vergleichen. Raum und Zeit bleiben für uns unabhängig und von der Relativität merken wir im Alltag nichts, weil sie so gering ist. So wie sich auch die Oberfläche der Erde nicht plötzlich dadurch merklich krümmte, dass die Menschen von ihrer Kugelform wußten.

Dennoch ergab sich aus diesem theoretischen Fortschritt ein entscheidendes erkenntnistheoretisches Problem. Kant hatte ja überzeugend darlegen können, dass Raum und Zeit Kategorien sind, die unserer Wahrnehmung vorausgehen müssen und die uns dadurch überhaupt erst erlauben Gegenstände wahrzunehmen. Gegenstände außerhalb von Raum und Zeit lassen sich nicht klar denken. Wenn unsere Kategorien von Raum und Zeit aber nun nicht mehr der zwar über eine mathematische Theorie erschlossenen aber doch gut überprüfbar Struktur der Raumzeit entsprechen, dann greift das den Nominalismus an. Kant selbst hatte einen nominalistischen Schluss nahegelegt und

viele seiner Nachfolger haben ihn radikalisiert: Wir konstituieren mit unseren Kategorien die Gegenstände im Grunde erst und wir können nur genau das erfahren, was wir in die Gegenstände hineinlegen. Die relativistische Theorie der Raumzeit beschreibt Raum und Zeit aber nun erfolgreich als voneinander abhängig und das widerspricht der Kantischen Vorstellung von Raum und Zeit grundsätzlich. Offenbar gelingt hier doch, reale Strukturen treffend zu beschreiben, die unsere Kategorien eigentlich sprengen.

Dieses Problem entfachte eine intensive Debatte. Einstein selbst und viele positivistisch orientierte Philosophen sahen Kant als komplett als widerlegt an. Das stimmt insofern nicht, als dass unsere subjektive Wahrnehmung ja nun offensichtlich immer noch in einem dreidimensionalen Raum und einer von ihr getrennt fortschreitenden Zeit stattfindet. Sie hatten aber mit ihrer groben Ablehnung insoweit recht, dass damit noch keine rein subjektive Konstitution der Erkenntnis bewiesen war. Das war ein idealistischer Fehlschluss, der sich nicht aufrecht erhalten ließ. Die Verteidiger Kants tendierten dazu, nicht bloß das a priori der Kategorien in unserer Wahrnehmung und Erkenntnis zu verteidigen, sondern eben diese durch die Relativitätstheorie widerlegte idealistische Konstitutionslehre. Den unbestreitbaren Erfolg der Relativitätstheorie führten sie darauf zurück, dass sie eben bestimmte Sachverhalte gut trifft, die vierdimensionale Raumzeit sei jedoch nur eine Art Hilfskonstruktion.

Das war ein offensichtliches Ausweichmanöver, auf diese Weise könnte jede Theorie zur reinen Hilfskonstruktion herabgesetzt werden. Dann hätte das auch schon mit der ersten physikalischen Theorie, der Newtonschen Mechanik geschehen müssen. Sie war es jedoch gerade, die Kant zu seiner Erkenntniskritik inspiriert hatte. Seine transzendente Erklärung von Raum und Zeit befand sich mit der Newtonschen Mechanik völlig im Einklang.

Mit diesen Anmerkungen zur Erkenntniskritik, die die Relativitätstheorie leistet, möchte ich mich nun aber von der historischen Entwicklung der Physik ab und noch ein wenig der reinen Erkenntniskritik zuwenden. Denn mit der bald folgenden Quantenmechanik und ihrer Weiterentwicklung in den Quantenfeldtheorien bis heute beginnt, soweit ich das beurteilen kann, ein ganz neues Kapitel. Ein Indiz dafür lieferte auch Einstein, der die Quantenmechanik, die er selbst mit auf den Weg gebracht hatte, deutlich kritisierte und ihre Uneindeutigkeit lange zu überwinden suchte – allerdings erfolglos. Er orientierte sich dabei an dem metaphysischen Postulat: »Gott würfelt nicht«, das heutige Hochenergie- und Teilchenphysiker immer noch zu zweifelhaften Widerlegungen provoziert. Zwischen seinem klassischen eindeutigen Verständnis der Physik und der bis heute umstrittenen Bedeutung der Unschärfe und des Dualismus in der Quantentheorie liegt ein Bruch.

Mit ihm werde ich mich jetzt aber nicht mehr beschäftigen und komme stattdessen zu erkenntniskritischen Überlegungen, die bei der Auseinandersetzung mit den Naturwissenschaften besondere Beachtung verdienen, und die meine Konzeption des Vortrages bis hierhin auch schon geleitet haben.



## Allgemeine Erkenntniskritik

Worauf die ausgewählten Stationen aus der Vorgeschichte und der Geschichte der klassischen Physik verweisen, ist eine Integration von immer neuen Beobachtungen und den mit ihnen häufig verbundenen Widersprüchen in ihre Theorien. Die Physik kann so immer weitere Bereiche der Natur einbeziehen. Zugleich zeigt sich auch eine Eigenart ihrer Theoriebildung schon in ihren Vorgängern, den Mythen: Sie schießen in der geistigen Synthese der Phänomene übers Ziel hinaus, sie halten die Theorie für die Ursache der Phänomene, obwohl doch in verallgemeinernder Abstraktion von den Phänomenen auf die Theorie geschlossen worden ist. Die Physik neigt zu der Tautologie, die geistige Reproduktion der Welt für ihren Grund auszugeben. Mit diesem allgemeinen philosophischen Problem hat sich Karl-Heinz Haag, einer der weniger bekannten Schüler von Horkheimer und Adorno, intensiv beschäftigt.

### Von der Sache zu ihrem begrifflichen Konzept

In seinem Aufsatz *Das Unwiederholbare* von 1963 fasst Haag das Erkenntnisproblem gleich zu Anfang sehr prägnant:

Das Telos von Philosophie und Wissenschaft ist die Erkenntnis der Wirklichkeit, wie sie an sich selber ist. Denken versucht der Sache sich so anzupassen, wie deren Struktur es erfordert. Die *essentia rei* aber ist gerade das Unbekannte. Erkenntnis, die unmittelbar Ausdruck der Sache wäre, ist daher unmöglich. Die menschliche Subjektivität geht mit ihren Voraussetzungen ebenso wie der Gegenstand in sie ein. Der *conceptus rei*, als Resultat der Erkenntnis, ist Ausdruck der Sache in ihrer Bearbeitung durch Denken.<sup>3</sup>

Haag verwendet hier griechische und lateinische Termini der Philosophie, da die bis heute wirkenden erkenntnistheoretischen Debatten in diesen Sprachen begonnen wurden. Sie bewahren daher eine gedankliche Tradition, die sich nicht einfach mitübersetzen lässt. Aber wenn man beim ersten Hören erstmal gar nichts versteht, hilft diese Einsicht wenig, daher gleich die Übersetzung. Das ›telos‹ ist das griechische Ziel, das mehrfach verwendete ›res‹ die lateinische Sache, sie meint den Gegenstand der Erkenntnis, er steht hier immer im Genitiv ›rei‹. Die ›essentia‹ erinnert zurecht an die Essenz, wird hier allerdings besser mit Wesen übersetzt, und der ›conceptus‹ ist einfach das Konzept. Nochmal das Zitat mit den übersetzten Wendungen:

Das Ziel von Philosophie und Wissenschaft ist die Erkenntnis der Wirklichkeit, wie sie an sich selber ist. Denken versucht der Sache sich so anzupassen, wie deren Struktur es erfordert. Das Wesen der Sache aber ist gerade das Unbekannte. Erkenntnis, die unmittelbar Ausdruck der Sache wäre, ist daher unmöglich. Die menschliche Subjektivität geht mit ihren Voraussetzungen ebenso wie der Gegenstand in sie ein. Das Konzept der

---

<sup>3</sup>Haag, *Kritische Philosophie*, S.97.

Sache, als Resultat der Erkenntnis, ist Ausdruck der Sache in ihrer Bearbeitung durch Denken.<sup>4</sup>

Unsere immer auch subjektiven Begriffe von einer Sache beinhalten also schon etwas Reales, aber immer nur vermittelt durch unser Denken hindurch. Dieses Denken verbaut uns zugleich den ersehnten unverstellten Blick auf die Sache selbst.

Das ist der Widerspruch, der Haag in seinem Aufsatz beschäftigt. Das Denken tendiert dazu die ihm begegnenden Phänomene unter allgemeine Kategorien zu identifizieren und verliert dabei das an ihnen aus den Augen, was in diesen Kategorien nicht aufgeht. Es bleibt unbekannt, wird vernachlässigt und sinkt bis zur Nichtigkeit herab. Haag bezeichnet es wie Adorno als das »Nichtidentische«. Er setzt dann auseinander, warum sich eine Einheit zwischen unseren Vorstellungen und der Welt nicht herstellen lässt. Der Titel des Aufsatzes das »Unwiederholbare« bezieht sich dabei auf die unreflektierte Einheit mit der Welt, bevor die menschliche Gattung begann, sie in Begriffen zu ordnen und dabei zugleich zu einem Bewußtsein von sich selbst zu gelangen. Die ursprüngliche Einheit mit der Natur ging dabei unwiederbringlich verloren. Die Sehnsucht nach einer solchen unmittelbaren Einheit ist jedoch groß und in der Philosophie werden bis heute immer wieder Anläufe unternommen, den epistemologischen Spalt zwischen der Welt und unserer Vorstellung von ihr zu überbrücken.

## **Fehler bei der Überbrückung**

Die verbreitetste erkenntnistheoretische Position im Wissenschaftsbetrieb ist heute der Positivismus. Er verwirft die Forschung nach dem Wesen der Sache, weil sich durch reine Analyse der Einzelphänomene ohnehin nichts über sie aussagen lässt. Was sich nicht eindeutig fassen lässt, soll eben auch keine Bedeutung haben. Allein die unmittelbar wahrnehmbaren Erscheinungen sollen als Grundlage des Wissens dienen. Eine Idee auf die sich schon Newton berief, als er behauptete, niemals Hypothesen aufzustellen. Nur die Fakten sollen zählen und jede Frage nach ihrem inneren Zusammenhang und damit auch jeder Gedanke zur Metaphysik werden verworfen und als irrational verdammt. Auf welchen Zusammenhang sich eigentlich theoretische Überlegungen beziehen, die ja wie eingangs geschildert über die bloßen Fakten hinausgehen müssen, kann und will der Positivismus nicht sagen. Was für ihn zählt, ist dann der praktische Erfolg und die daraus resultierende Akzeptanz der Theorie. Das ist irrational und willkürlich, aber für die Dauer des Erfolges und kann das positivistische Bewusstsein dann in den naiven Realismus regredieren und die Realität mit der erfolgreichen Theorie identifizieren.

Der Positivismus hat sich als geistig verarmter Nachfolger des Idealismus entwickelt. Er nimmt das Resultat des seiner Spekulation noch bewußten Idealismus für bare Münze und vergisst dabei dessen Reflexionen. Hegel verwarf zwar in seiner *Wissenschaft*

---

<sup>4</sup>Haag, *Kritische Philosophie*, S.97.

*der Logik* in konsequenter Auseinandersetzung mit der nominalistischen Kritik von Kant die Existenz einer Sache an sich. Und das war insofern konsequent, als auch schon für Kant im Grunde keine Qualitäten einer Sache an sich mehr existierten. Sie wurden ja allen Gegenständen der Erkenntnis erst durch transzendente und zugleich subjektive Formen aufgeprägt, so wie Raum und Zeit. In Hegels Idealismus ist aber die Spannung zwischen Subjekt und Objekt noch ungeheuer präsent, er hielt am Begriff eines substantiellen Wesens fest. Sein Idealismus bemüht sich um eine wirkliche Vermittlung zwischen Begriff und Sache. Und Hegel entwickelte dabei auch Gedanken, die Adorno später aufnehmen konnte, um aus der letztlich doch noch geschlossenen Dialektik Hegels auszubrechen.

An solchem Idealismus orientierte Positionen sind in der Wissenschaftstheorie zwar eher marginal, aber die Auseinandersetzung mit ihnen lohnt sich dennoch allemal mehr als die leider unausweichliche Kritik am ziemlich stumpfen Positivismus. Denn sie betonen die geistigen Vermittlungsleistungen und kritisieren so deren häufig dreiste Unterschlagung in der Naturwissenschaft. Aber sie neigen dann dazu durch ihre Fokussierung auf die geistigen oder praktischen Vermittlungsleistungen der Naturwissenschaft zu verdrängen, dass alle Vermittlungen, egal wie viele Schritte sie auch beinhalten mögen, immer mit etwas Unvermitteltem beginnen müssen. Auch um das zu betonen, kamen die anfangs im Hauptteil des Vortrages betrachteten Stationen der Physikgeschichte aus dem Bereich der Kosmologie. Denn dort lässt sich gut sehen, dass der Inhalt der Wissenschaft nicht allein unseren Vermittlungsleistungen entsprungen sein kann. So weit reicht ihr Arm nicht einmal der eigenen Theorie nach, der Kosmos der Relativitätstheorie ist für uns praktisch fast völlig unzugänglich, wir können ihn nur beobachten.

Die scheinbar radikalste Position eines solchen erkenntnistheoretischen Idealismus wäre nun die Ansicht, dass alle heutige Naturerkenntnis in einer reinen Projektion der Gattung bestünde. In der an Alfred Sohn-Rethel orientierten Marx-Interpretation gilt sie als eine reine Projektion des Kapitals, die sich jedoch im wesentlichen nicht bewusst geistig sondern unbewusst praktisch durchsetzt. Dadurch begründet sie sich dann als materialistisch. Aber sie bleibt bei der Behauptung stehen, dass alle Naturwissenschaft aus gesellschaftlichen Vermittlungen resultieren. Und da sie diese Gesellschaft ohnehin gerne abschaffen möchte, kümmert sie sich dann häufig allein um ihre Denkform und meint sich mit den Erkenntnissen und damit dem Inhalt der Naturwissenschaft gar nicht mehr beschäftigen zu müssen. Das ist natürlich auch ganz praktisch wenn deren Erkenntnisse einen, wie gerade die Relativitätstheorie zeigt, mit erheblichen Schwierigkeiten konfrontiert.

Aus einer solchen der Form nach immer noch idealistischen Wissenschaftstheorie der Physik erwächst dann auch der Versuch, physikalische Erkenntnisse allein durch eine Analyse ihrer experimentellen Meßverfahren verstehen zu wollen. Diese Wissenschaftstheorie beruft sich auf den Einsatz immer komplexerer Apparaturen bei der Analyse

der Natur. Deren Übersetzungsleistungen, die bis dahin gar nicht wahrnehmbare Phänomene auf meßbaren Skalen sichtbar machen, gehen nämlich in ihre Ergebnisse mit ein. Und diese Transformationen vernachlässigt die Physik ständig und nimmt stattdessen die vermittelten Resultate gerne einfach für die Sache selbst. Und bei den aktuellen Experimenten in Teilchenbeschleunigern zum Beispiel scheint ja wirklich kaum noch jemand verstehen zu können, welchen genauen Gehalt deren Ergebnisse haben. Weil sie keine praktischen Konsequenzen haben, wissen wir vor allem, dass dort Unmengen von Daten produziert werden, die ohne einen gigantischen Analyseapparat überhaupt keine Bedeutung zu haben scheinen. Da trifft diese Kritik ins Schwarze. Dennoch lässt sich die Annahme, dass einfach alle physikalischen Inhalte sich bloß aus ihren Meßapparaturen heraus verstehen lassen können, nicht halten. Bei Beobachtungen der Sterne — auch mit modernen Teleskopen — bleibt sicher, dass sie deren Anblick nicht allein konstituieren können. Die direkte Rückwirkung der Messung auf das Resultat ist vor allem ein Phänomen der nachklassischen Physik, das sich zuerst in der Quantenmechanik zeigt.

Aus diesem reduzierten Verständnis der Physik heraus, hat sich auch ein kleiner Forschungszweig entwickelt, der durch eindeutig definierte praktische Methoden die Physik auf ein festes Fundament stellen möchte, das auf keinen Gegenstand mehr außerhalb ihrer Verfahren reflektieren muss. Alle neuen Erkenntnisse sollen sich als Kombinationen von jeweils fundamentalen Meßpraktiken verstehen lassen. An deren Anfang sollen daher Meßpraktiken für die Basisgrößen der Physik wie etwa die Zeit stehen. Dieser Forschungszweig nennt sich in deutlicher Analogie zur *prima philosophia*, einer Ursprungsphilosophie, selbst ›Protophysik‹, die Lehre von den Ursprungsgrößen der Physik. Und er scheint mir daher auch mehr an einer alternativen systematischen Begründung der Physik als an der Kritik ihres totalen Geltungsanspruches interessiert zu sein.

Mit diesen kursorischen Anmerkungen zur Erkenntniskritik komme ich zum Schluss und der Andeutung des kritischen Weges:

## **Zwei Richtungen der Ideologiekritik**

Die Ideologiekritik der Naturwissenschaft sollte auf zwei wesentliche systematische Denkfehler achten. Zum Einen besteht sie gegen die Fetischisierung der Fakten und der angeblich direkt aus ihnen folgenden Theorien auf deren Vermittlung durch die unausweichlich gesellschaftlichen Form jeder allgemeingültigen Erkenntnis. Zum Anderen überführt sie aber auch den einseitigen Blick auf das gesellschaftliche Moment der Erkenntnis seines Truges und unterschlägt nicht die zwar an sich unerkennbare aber nichtsdestotrotz wesentliche Substanz der Natur.

Sie folgt so der Dynamik subjektiver und objektiver Momente in den Naturwissenschaften und löst deren Dialektik nicht nach einer Seite hin auf. Am Telos objektiver Wahrheit muss sie im Bewusstsein ihrer Verstellung festhalten, denn nur in Relation zu solcher Wahrheit lässt sich der gesellschaftlich notwendige Schein prinzipiell in Frage stellen.

Erkenntnistheoretisch verlangt auch die Kritik der Naturwissenschaft nach einer »zweiten kopernikanischen Wendung«, von der zuerst Adorno in der *Negativen Dialektik* schrieb. Das Resultat der ersten, die nominalistische Reduktion der Welt auf das, was sich begrifflich an ihr fassen lässt, muss sie mit ihrer immanenten Unwahrheit konfrontieren, um den Blick auf das zu lenken, was in den Begriffen nicht aufgeht. Dadurch nimmt sie die treffende Kritik am Realismus aber keineswegs zurück, denn eine erkenntnistheoretische Restauration der Übereinstimmung von Begriff und Sache wäre nicht nur falsch, sondern auch regressiv. Der Bruch zwischen Begriff und Sache lässt sich nicht rückgängig machen, die Wahrheit kann nicht die Identität von beiden sein. Stattdessen zielt sie auf das, was der Nominalismus unterschlägt, und erinnert das selbstherrlich Begriffe verteilende Subjekt daran, dass es selbst auch ein Objekt, ein Gewordenes und Abhängiges, ist. Das Subjekt ist keine unabhängige Instanz, die die Welt beliebig konstituieren oder aus einer Art göttlichen Außenansicht komplett erfassen könnte.

Es ist selbst ein Konstituiertes und darin den Objekten seiner Erkenntnis ähnlich. Aber gerade vermöge dieser Ähnlichkeit kann das Subjekt sich dem auch wieder annähern, wovon sein Bewusstsein es unwiderbringlich getrennt hat. Wahres Denken lässt sich durch Affinität zu seinem Gegenstand von dessen Entwicklung leiten.

## Literatur

Haag, Karl Heinz. *Kritische Philosophie: Abhandlungen und Aufsätze*. Edition Text und Kritik, Aug. 2012 (siehe S. 17, 18).

Schlaudt, Oliver. *Die Quantifizierung der Natur: Klassische Texte der Messtheorie von 1696 bis 1999*. Mentis-Verlag, Juni 2009.

– *Messung als konkrete Handlung: Eine kritische Untersuchung über die Grundlagen der Bildung quantitativer Begriffe in den Naturwissenschaften*. Königshausen & Neumann, Juli 2009.