

# SUBJEKTIVE UND OBJEKTIVE MOMENTE PHYSIKALISCHER ERKENNTNIS

Jörg Huber

12. Mai 2015

Das Thema der folgenden Stunde ist die Erkenntniskritik im Bereich der Naturwissenschaften und wird letztlich um eher abstrakte Fragen kreisen. Erkenntniskritik ist aber gerade nicht so weltfremd, wie sie zuerst einmal klingen mag, erkenntnistheoretische Spekulationen schlagen sich deutlich in den aktuellen Vorstellungen von den Naturwissenschaften und insbesondere der Physik nieder. Um das zu zeigen, gehe ich zuerst einmal auf den im Titel der Vortragsreihe genannten Science-Fiction ein, der Anfang des Jahres in den deutschen Kinos lief – *Interstellar* von Christopher Nolan.

*Interstellar* erhielt überwiegend gute Kritiken, im renommierten Feuilleton der FAZ konnte man sogar eine überschwengliche Lobeshymne von Dietmar Dath lesen. Der Film verzichtet auf überdramatische Action und entwickelt sich entlang eines relativ komplexen Drehbuches, seine Schauspieler gehören zu den besten und auch die modernen cinematographischen Mittel werden professionell eingesetzt. Die vom anerkannten Kosmologen Kip Thorne eigens für den Film entwickelten Modelle relativistischer Beugungsphänomene in der Nähe schwarzer Löcher werden relativ unaufdringlich eingesetzt. Der Film gilt im Gegensatz zu den meisten Produkten seines Genres als Kunstwerk und soll sogar mit Stanley Kubricks wegweisendem Klassiker *2001 – Eine Odyssee im Weltraum* auf einer Stufe stehen. Aber etwas fehlt ihm doch sehr — und das ist die Art von Spannung, die sich auch im Kino nur in Erwartung von etwas wirklich Neuem einstellen kann.

Dieser Mangel wird im Vergleich mit Kubricks *2001* schnell deutlich. *2001* kam mit voller Absicht 1969 in die Kinos, im Jahr des bis heute größten Triumphes der bemannten Raumfahrt: Der Mondlandung. Der Film war gedreht worden, während das *space race* zwischen den USA und der Sowjetunion auf die Zielgerade ging und zeigt sowohl eine Spekulation über die Urgeschichte der Menschheit als auch auf das vermeintlich anbrechende Weltraumzeitalter. Der »große Sprung für die Menschheit«, wie ihn Neill

Armstrong nannte, geschah damals in angespannter Erwartung kontinuierlicher weiterer Schritte. Die Mondlandung sollte nur der Auftakt zur Erkundung des Alls und seiner Geheimnisse sein.

Aus all dem ist offenkundig wenig geworden, die Aufbruchsstimmung längst verflogen und die bemannte Weltraumfahrt spielt sich schon eine ganze Weile nur in erdnahen Umlaufbahnen ab. Sie beschäftigt sich vor allem mit praktischer Forschungsarbeit. Das momentan größte Projekt, die Weltraumstation ISS, wird zwar noch gerne als unser Tor zum Weltall angepriesen, ist aber tatsächlich ein besonders enges und müßiges ausgelagertes Labor von dem keine Überraschungen erwartet werden, sondern verlässliche Grundlagenforschung bei Schwerelosigkeit, die dem ungebremsen irdischen technischen Fortschritt dient. Dieser naturwissenschaftlich geprägte Fortschritt hat bis heute aber nicht nur im Weltraum, sondern auf keinem Gebiet, die erhoffte unendliche Prosperität liefern können, die er immer wieder gerne verspricht. Stattdessen scheint er an natürliche Schranken zu stoßen, was angesichts der offenkundig endlichen Erde auch niemanden verwundern kann.

Die tatsächliche oder vermeintliche Mißachtung solcher Grenzen wird schon eine Weile als menschliche Überlebensfrage diskutiert. Erinnerung sei an das Schreckbild weltweiter Hungersnöte und versiegender Rohstoffquellen durch eine angebliche ›Bevölkerungsexplosion‹, das der *Club of Rome* in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts verbreitete. Und an die übertriebene Angst vor der ›Umweltverschmutzung‹, die in Deutschland schon ein ein finales ›Waldsterben‹ kommen sah. Heute lautet das bekannteste Stichwort ›Klimawandel‹. Das waren und sind Sorgen, die schon auf ein reales Problem verweisen, die aber häufig überzogen sind und wie im Falle des Waldsterbens auch offensichtlich völlig irrational waren. Es scheint, als würden sich die enttäuschten Hoffnungen auf ein unendliches Anwachsen technischer Mittel und totaler Naturbeherrschung teilweise in eine ebenfalls übertriebene Furcht vor dem Rückfall in eine schon überwunden geglaubte Not und Abhängigkeit von den Launen der Natur verwandeln. Damit einher geht eine Regression in den Aberglauben. In den ökologischen Debatten zum Beispiel schimmert immer wieder die Überzeugung durch, dass man Mutter Natur pfleglich behandeln müsse, damit sie uns weiter versorgt und nicht bestraft.

## REAKTION AUF UTOPIEVERLUST

*Interstellar* reagiert auf die Verschiebung der gesellschaftlichen Stimmung vom Optimismus hin zur Zukunftsangst und kehrt sie fiktiv um. Er beginnt mit einer ganz staubigen Version der Klimaapokalypse. Die Menschheit hat im Film wortwörtlich die Erde so ruiniert, dass der Boden unaufhaltsam erodiert und extreme Sandstürme auch zum Alltag der Farmer-Familie gehören, die immer wieder im Mittelpunkt des Filmes steht. Sie muss wie der ganze zusammengeschrumpfte Rest der Menschheit

große Anstrengungen darauf verwenden, genügend Nahrung zu produzieren. Die Erforschung des Alls hat keine öffentliche Relevanz mehr, allgemein ist alle Technik verpönt, die nicht direkt dem menschlichen Leben dient. Und die Mondlandung gilt offiziell als Fake.

Daher wurde auch die NASA längst aufgelöst. Aber wie sich dann herausstellt haben ihre Mitarbeiter trotzdem heimlich weiter geforscht. Aufgrund unfehlbarer Klimaprognostik wissen sie nun schon sicher, dass die gesamte Menschheit in wenigen Jahrzehnten den Hungertod stirbt und der NASA also gar nichts anderes übrig bleibt, als die Rettung doch wieder im All zu suchen. Der perhorreszierte Weltuntergang appelliert an die ultima ratio der Selbsterhaltung und wird so zur Motivation für eine verzweifelte Aufbruchsstimmung. Ein im Sonnensystem entdecktes Wurmloch bietet sich als nötige Abkürzung in ein anderes Sternensystem an. In diesem System kreisen mehrere Kandidaten für bewohnbare Exoplaneten, die zumindest einer menschlichen Arche einen Neuanfang erlauben könnten. Zugleich sind dort empirische Studien an einem besonderen schwarzen Loch möglich, die dem letzten großen Kosmologen der NASA die fehlenden Erkenntnisse für seine Theorie der Quantengravitation liefern könnten. Hier schließt der Film an den aktuellen Stand der Kosmologie an, die Vereinigung von Quantenmechanik und Relativitätstheorie gilt heute ja bekanntlich als der letzte entscheidende Schritt zur Theorie von Allem. Mit dieser Theorie von Allem soll sich die ganze Menschheit dann selbst retten können.

Der Hauptteil des Filmes verhandelt nun die Erfahrungen der mutigen Raumfahrer, die ihre Liebsten auf der Erde zurücklassen und aufgebrochen sind, um eine Zukunft für die Menschheit zu entdecken. Auf physikalisch und logisch verschlungenen Pfaden und unter teilweise großen Opfern gelingt das und der Protagonist des Films, ein wagemutiger Astronaut, wacht in einer Zukunft auf, die er selbst erst ermöglicht hat.

Die Charaktere sind nicht völlig flach, aber vor einer weniger weit verstreuten Kulisse konnten sie sich in anderen Filmen auch schon wesentlich eindrücklicher entfalten. *Interstellar* setzt dafür mehr auf die akribische Visualisierung und häufig zu pädagogische Darstellung physikalischer Theorie. Zeit und Raum werden nach den Regeln der Relativitätstheorie gekrümmt, gedehnt und erklärt wie selten. Der schon genannte Kosmologe Kip Thorne und sein Team von Wissenschaftlern entwickelten in Zusammenarbeit mit Computergraphik-Spezialisten mathematische Modelle für schwarze Löcher, die so detailliert noch niemand vorher berechnet hatte. Und sie konnten nicht nur im Film erscheinen, sondern auch in einer naturwissenschaftlichen Fachzeitschrift, so dass Science und Fiction zu einer scheinbar harmonischen Einheit verschmolzen. Als filmische Mittel sind schwarze Löcher natürlich nicht neu. Doch da der Film soviel Wert auf Realismus legt, ist es nötig zu erwähnen, dass für ihre Existenz immerhin einige beobachtbare Indizien existieren und das Film-Modell also nicht frei

erfunden ist. Die inzwischen zum Standardrepertoire gehörenden Wurmlöcher dagegen sind ein Klischee, auf das zu verzichten mal etwas Neues und in einem möglichst realistischen Film auch angebracht gewesen wäre. Für deren Existenz gibt es überhaupt keine empirischen Hinweise und nicht einmal theoretisch sind sie als stabile raumzeitliche Strukturen bekannt. Aber in dieser Detailgenauigkeit und mit einem solchen Anspruch auf physikalische Korrektheit und damit Realitätsgerechtigkeit waren sie halt wohl auch noch nicht zu sehen.

Kubricks *2001* ist ebenfalls berühmt für seine überzeugend realistisch wirkende Darstellung, die er noch ohne CGI aber mit filigranen Modellen und cleveren Kameratechniken umsetzen konnte. Doch in der Schlussphase des Filmes trifft der im ganzen Film sehr überzeugend emotionslos auftretende Astronaut, den nichts heldenhaftes auszeichnet, auf etwas ihm völlig Unbekanntes und Inkommensurables. Beim Kontakt mit den Wirkungen einer so abstrakt wie filmisch möglich auftretenden Intelligenz wird er in einem psychedelisch wirkenden Trip zuerst in eine surreale Welt überwältigender Farb- und Formeindrücke hineingezogen. Dann findet er sich völlig allein in einem futuristisch durchleuchteten aber barock eingerichteten Zimmer, in dem er überrascht seinen eigenen Lebensprozess in teilweiser Gleichzeitigkeit sieht. Nach seinem Tod wird er dann als eine Art Sternenembryo wiedergeboren. Egal, was davon nun halten ist, dienen hier alle Mittel der Darstellung dem Versuch, gerade auf das zu deuten, was sich der unmittelbar realistischen Darstellung entzieht, weil es unser Anschauungsvermögen übersteigt. Und dabei wird konsequent nichts erklärt und kein Wort mehr gesprochen. Der Zuschauer bekommt kein kosmologisches Einmaleins runtergebetet, sondern mehrdeutige Eindrücke präsentiert, die zu verarbeiten ihm im Großen und Ganzen selbst überlassen bleibt.

In *Interstellar* dagegen entdeckt der draufgängerische Held im All wenig Neues, sondern sucht einigermaßen bewohnbare Planeten, die zu einer zweiten Erde umgemodelt werden können und den letzten Baustein zu einer fast schon fertigen Theorie von Allem. Er sucht nach der Möglichkeit menschliches Leben und Wissen ins Unendliche fortzusetzen. Dabei wird jeder Schritt nochmal durch wissenschaftliche Gespräche motiviert. Die Handlung wird immer selbstbezoglicher und als der Held notgedrungen in das wissenschaftlich so wichtige schwarze Loch eintaucht, findet er dort nicht den eigentlich physikalisch sicheren Tod, aber auch nichts Neues, sondern einen Kontakt über die Zeit hinweg zu seinem vergangenen Leben auf der Erde. Die persönliche Bindung zu seiner Tochter erlaubt ihm dann, die zwischenzeitlich im schwarzen Loch gewonnenen empirischen Daten zur Lösung der Quantengravitation in die Vergangenheit zu übermitteln. Das raumzeitliche Gebilde, das dies ermöglicht, ist das Werk einer supertechnischen zukünftigen Menschheit, die so das rettende Wissen ihrer eigenen früheren Form zu Verfügung stellt und den Helden dann wieder wohlbehalten nach Hause bugsiiert.

Die bekannte alte Menschheit lebt am Ende dann in unserem Sonnensystem weiter,

aber auf künstlichen Planetoiden, die sie mit Hilfe quantengravitativer Techniken zu kontrollieren imstande ist. Dort gedeiht alles so schön grün wie früher, als auf der Erde alles so gut war wie heute. Der Held kann sogar noch seine Tochter kurz vor ihrem Lebensende wiedersehen, was er nicht mehr zu hoffen wagte, da sie ihm gegenüber aufgrund der relativistischen Zeitdilatation weit im voraus gealtert war. Alles ist also wieder paletti und in der Schlussequenz bricht der mutige Abenteurer dann auf eigene Faust zu seiner Liebe auf, die er auf einem Exoplaneten zurücklassen musste.

Um es kurz zusammenzufassen: In *Interstellar* werden zuerst die bürgerlichen gesellschaftlichen Verhältnisse durch eine endlich allmächtige Technik auf ihrem als ziemlich harmonisch idealisierten, aktuellen Stand wiederhergestellt. Und dann kann der mutigste der Helden endlich wieder wie zur Blütezeit dieser Gesellschaft sein privates Glück in der großen weiten Welt finden.

In der eingangs erwähnten FAZ-Rezension kategorisiert Dietmar Dath *Interstellar* als eine gelungene ›spekulative Durchbruchserzählung‹, in der das Phantastische, die hiesigen Verhältnisse übersteigende, ganz besonders zur Geltung kommen sollte. — Nach der kurzen Analyse möchte ich feststellen, dass immerhin das glatte Gegenteil davon wahr ist. Denn das Phantastische kann in einem Film gar keinen Platz haben, in dem niemand mehr auf etwas hofft, das über die Selbsterhaltung seiner Spezies oder die Vervollkommnung ihres angeblich ja fast schon fertigen mathematischen Allmachtssystems hinausgeht.

Man könnte das nun als alleiniges Versäumnis der Filme-Macher interpretieren, aber der Film ist mit einer solchen Liebe zum wissenschaftlichen Detail und solcher Professionalität gedreht worden, dass darin deutlich der Niederschlag des aktuellen wissenschaftlichen Weltbildes erkannt werden kann, das am liebsten den ganzen Kosmos ohne Rücksicht auf Verluste auf sein positivistisches Niveau herunterbrechen möchte.

## ZUM HAUPTTEIL

Damit kommen wir zum Hauptteil des Vortrages, der entlang ausgewählter historischer und allgemein gut bekannter Modelle des Naturverständnisses verlaufen und sich mit der Frage beschäftigen wird, wie sich das heutige physikalische Weltbild entwickelt hat, auf das sich der Film *Interstellar* bezieht.

Den Anfang macht die archaische Vorstellung von der Erde als Scheibe und ihr folgt dann gleich das Kugelmodell der Erde, wobei der historische Übergang zwischen beiden dann besonders interessant ist. Danach stehen der Fixsternhimmel und die auffällige Bewegung der Planeten vor seinem starren Firmament im Fokus. Denn

bei der Beschreibung ihrer Bahnen fand im ausgehenden Mittelalter eine bis heute wirkende Revolution der Denkungsart 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.

An deren Weiterentwicklung lassen sich dann wiederum deutlich Parallelen zu zeitlich naheliegenden gesellschaftlichen Veränderungen erkennen. Zwei Ideen zum Zusammenhang physikalischer Theoriebildung mit gesellschaftlichen Bedürfnissen möchte ich daher vorstellen. Mit einem Blick auf die einschneidende erkenntniskritische Bedeutung der Relativitätstheorie geht der Streifzug durch die Naturmodelle dann zu Ende. Denn die Relativitätstheorie liefert nicht bloß Rechenvorschriften für kulturindustrielle Animationen, sondern hat den klassischen philosophischen Vorstellungen von Raum und Zeit, wie Kant sie mit seiner philosophischen kopernikanischen Wendung maßgeblich prägte, den sicher geglaubten Boden unter den Füßen weggezogen. Hier wirkte die Naturwissenschaft in der Moderne noch einmal gegen eine eigentlich schon aufgeklärte Vorstellung kritisch.

Im abschließenden Teil möchte ich dann die angerissenen Stationen der Erkenntnistheorie aufgreifen und vor ihrem Hintergrund auf die systematischen erkenntnistheoretischen Defizite der Naturwissenschaften eingehen. Ich versuche vor allem dort und auch schon die ganze Zeit vorher an Überlegungen der kritischen Theorie anzuknüpfen – also an Horkheimer, Adorno und einige ihrer Schüler – ohne sie auszuweisen. Auch die wesentliche Absicht des Vortrages ist nur, Sie auf die rationale Notwendigkeit einer »zweiten kopernikanischen Wendung« unserer Denkungsart aufmerksam zu machen, die Adorno angeregt hat.

## DIE ERDE ALS SCHEIBE

Äußert jemand ganz auffällig rückständige Ansichten, dann kann das leicht den hämischen Spruch: »jaaaa — und die Erde ist eine Scheibe« nach sich ziehen. Der Glaube, die Erde sei eine Scheibe, ist ein Paradebeispiel und schon 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 bis heute alternativlos als Standardhöhe. Der Meeresspiegel bildet in guter Näherung eine quasi natürliche Nulllinie, auf die sich unsere Höhenangaben beziehen.

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 meistens auf eine einfache runde und harmonische Form ihrer Welt gehofft 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 überprüfbar korrekte Anteile enthalten. Die Himmelsgewölbe voller göttlicher Wesen über der Erdscheibe und die Hölle unter ihr haben sich als rein anthropozentrische Projektionen erwiesen – aber ziemlich flach schaut die Erde für uns immer noch wie eh und je aus. Und trotzdem wissen wir schon lange von ihrer Kugelgestalt, jedoch nicht durch direkte Eindrücke, sondern durch eine Theorie, die auch 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 werden dabei gerade vom viel flexibleren Google Earth abgelöst. Die ausgewählten und aufbereiteten Satellitenaufnahmen der Software zeigen auch viel 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 zoomen kann jemand nur in eine Richtung, wenn er so verrückt ist wie der Stratosphärenspringer Felix Baumgartner.

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 über den Scheibenaberglauben: 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 allein 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 stabilen zeitlosen Anstrich bekommt.

#### ANMERKUNG ZUR STRUKTUR VON THEORIE

Wie ein Fluch bedroht seine Tendenz zur Verfestigung und Verabsolutierung jedes einmal erlangte Wissen. Auch die 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 feste Struktur vor, die sich komplett aus unterscheidbaren einfacheren Elementen zusammensetzt. Diese müssen dann jeweils von Spezialisten isoliert und analysiert werden.

Die naturwissenschaftliche Theorie sieht ihre Aufgabe nun darin, die Fakten solcher einzelfachlichen Analysen zu einem möglichst vollständigen Gesamtbild zu synthetisieren. Um so eine brauchbare Theorie zu entwickeln, benötigt sie jedoch Ideen, die über die isolierten Fakten hinausgehen, um sie verbinden zu können. Die Theorie möchte ja gerade den Zusammenhang begreifen und die innere Logik erfassen, aus der heraus sich die Phänomene erst 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 lange bekannten Überlegungen folgt schon, dass sich eine Theorie niemals bloß anhand der Empirie entwickeln oder überprüfen lässt, wie das der positivistischen Auffassung nach 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 einer Theorie beweisen. Widersprüchliche Fakten schränken den Geltungsbereich einer Theorie ein oder stellen sie ganz in Frage. Und wenn eine Theorie nicht einmal mehr versucht, Fakten zu erklären, dann ist sie sinnlos. Fakten können also Theorien nicht begründen, sie können sie aber widerlegen oder korrigieren.<sup>1</sup>

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?

## STERNBILDER

Ein Indiz für die Kugelform der Erde war 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 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 optimieren möchten.

---

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

## 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 ganz unterschiedlichen Entfernungen liegen, also keine räumliche Nähe und damit sicher kein materieller Zusammenhang besteht. Ihre Gruppierungen entstehen also fast immer als zweidimensionaler geometrischer Projektionseffekt. Und wir wissen heute auch, dass die Astrologie insgesamt eine Wunschvorstellung, eine Projektion im psychologischen Sinn ist.

Doch obwohl die mythische Idee der Sternzeichen sich als komplett gegenstandslos erwiesen hat, konstituieren sie als reine Wahrnehmungsmuster für die geographische Orientierung eben doch 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.

Dass beliebig ausgedachte Sternzeichen die Orientierung am Himmel erleichtern, obwohl ihre Sterne gar nichts miteinander zu tun haben, hat den simplen Grund, dass die Lage der Sterne untereinander von der Erde aus gesehen ziemlich fix ist. Der Kosmos erscheint uns wie ein sich um die Erde drehendes aber dabei zum allergrößten Teil starres Gewölbe. Daher kann eigentlich fast jede eingebildete Struktur am Himmel die gute Vorhersage treffen, dass sie dort in ihrer Form genau so erhalten bleiben wird. Die in ihrem mythologischen Sinn widerlegten Sternbilder enthielten in der Idee fixer Symbole eine entscheidende und verlässliche Erkenntnis, die im Gegensatz zu den abergläubischen Projektionen eine gute Entsprechung in der Sache selbst hat. Aus menschlicher Sicht bleibt der Sternenhimmel in der Regel mit sich selbst identisch, dem widerspricht die moderne Astrophysik nicht.

## KOPERNIKANISCHE WENDUNG

Vor diesem Hintergrund haben dann die wenigen Ausnahmen schon früh besondere Aufmerksamkeit erregt. Wir kennen die meisten auffällig wandernden Objekte inzwischen als die von der Sonne illuminierten Planeten, deren Winkelgeschwindigkeit wegen ihrer relativen Nähe zur Erde besonders groß ist. 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 über Jahrhunderte hinweg

immer genauer beobachtet wurden. Und daher konnten die Modelle für ihre Bahnen durch bessere Messungen auch immer mehr verfeinert werden.<sup>2</sup>

## GESCHICHTE DER THEORIEN DES SONNENSYSTEMS

Lange hielt man die kugelförmige Erde naiv für das Zentrum der Welt und glaubte, dass sich alle Bewegungen immer in Relation zu ihr verstehen lassen müssen. 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 es kommt mir auch so vor, als ob wir diese überdimensionierten Informationen überhaupt nicht begreifen, sondern vor allem aufzählen können.

Seit der Antike galt also die ptolemäische Theorie, die die Erde im Zentrum sah, ganze eineinhalb Jahrtausende unter Gelehrten als das Standardmodell zur Beschreibung der Planetenbewegungen. Dieses geozentrische Weltbild konnte sich bis zur Renaissance halten, weil sich mit Ptolemäus Konzept die Bahn der Gestirne ziemlich gut beschreiben lässt. Die Theorie war aber ziemlich komplex. Weil sich alle Planeten auf Ellipsen um die Sonne bewegen, ergeben sich von der Erde aus gesehen verschlungene Bahnen für die anderen Planeten, die 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 Interpolation von Meßdaten durch Funktionen. Die Radien der überlagerten Kreise wurden wie die Parameter heute den Beobachtungsdaten angepasst. So konnte man mit einer noch überschaubaren aber insgesamt doch ziemlich großen Anzahl verschiedener Kreise alle Bahnen gut 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 also prinzipiell gar nicht widerlegen.

Die römisch-katholische Kirche integrierte das so bewährte geozentrische Weltbild mit der Zeit in die Theologie. Sie hielt diese Ordnung dann wie selbstverständlich für den ewigen Beschluss Gottes. Daher stellte jede Theorie, die die Erde aus dem Mittelpunkt entfernte, auch die Kirche und ihre weltliche Herrschaft in Frage, selbst

---

<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 Stabilität sich niemals wird beweisen lassen (Dreikörperproblem).

wenn das nicht beabsichtigt war. Der gottesfürchtige 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 Galileo Galilei dann einige Jahrzehnte später durch seine sehr genauen Beobachtungen mit Hilfe eines Fernrohres ähnliche Schlüsse wie Kopernikus zog, zwang ihn die Kirche seine Überlegungen öffentlich zu widerrufen. Galileis Thesen sprachen sich zu schnell herum, so daß er gewaltsam an der weiteren Verbreitung des heliozentrischen Weltbildes gehindert wurde.

Kopernikus und Galilei hatten beide ein ähnliches prinzipiell einfacheres und besseres Modell für die Planetenbahnen gefunden, als sie die Sonne in den Mittelpunkt des Kosmos setzten. Denn die komplizierten Schleifen der Planeten erwiesen sich so als Effekt der besonderen Beobachtungsposition auf der Erde. Ihre Bahnen fanden eine viel einfachere Erklärung. Der Streit mit der Kirche drehte sich also weniger um die genauen Bahnrechnungen, denn die waren auch bei Kopernikus und Galilei noch längst nicht ausgegründet und nicht mal unbedingt besser. Die aus heutiger Sicht entscheidende Leistung ihrer Modelle lag in der treffenden Kritik des geozentrischen Weltbildes und seiner Ablösung durch ein einfacheres und damit konsistenteres 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 sieht jedoch zuerst einmal äußerst widersprüchlich aus. Kant arbeitete in seiner Transzendentalphilosophie den subjektiven Anteil jeder Erkenntnis heraus. Er konnte in seinen berühmten Kritiken zeigen, dass keine allgemeingültige Erkenntnis denkbar ist, ohne im Denken schon zuvor vorhandene allgemeine Denkformen vorauszusetzen. Raum und Zeit erfasst er als solche transzendentalen Formen der Anschauung a priori, die alle unseren sinnlichen Wahrnehmungen strukturieren, bevor sie überhaupt zu Erkenntnissen werden können. Seine Argumentation dazu 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. Nach Kant waren Raum und Zeit absolute Kategorien und seine Philosophie befand sich damit im völligen Einklang mit der newtonschen Mechanik.

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 auch 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 herben Schlag versetzt. Dass Kant sich dennoch ganz bewusst auf Kopernikus berief, lässt sich besser verstehen, wenn man sich einen bis heute entscheidenden Disput der mittelalterlichen Philosophie anschaut.

#### UNIVERSALIENSTREIT

Im sogenannten Universalienstreit trafen zwei konträre Positionen in Bezug auf den Gehalt von Allgemeinbegriffen aufeinander. Bezogen sich Allgemeinbegriffe auf ein Allgemeines, das wirklich existierte? Oder bezeichnen nur Einzelbegriffe, also letztlich Namen, etwas konkretes?

Das aus heutiger Sicht verwandte Problem hatte ich schon erwähnt: Existiert zu unseren Vorstellungen vom inneren Zusammenhang der Phänomene, also unseren Theorien, eine tatsächliche Entsprechung?

Der neuere Nominalismus stellte also den älteren Realismus und dessen Anspruch auf Allgemeinheit in Frage. Der simple Realismus vertritt, ganz grob gesagt, die erst einmal naheliegende und praktische Auffassung, dass Begriffe die Gegenstände so erfassen, wie sie auch *real* existieren. Die Gegenstände wären dem Realismus nach also auch dann noch genauso da, wie wir sie denken, wenn wir sie gar nicht denken würden. Die radikalste und einfachste Art des Realismus ist der simple naive Realismus, der Begriffe für eine ganz direkte und unvermittelte Widerspiegelung der Welt hält. Eigentlich enthält er noch gar keine Erkenntnistheorie, sondern wird erst im Nachhinein so eingeordnet. 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 ganz ernstes Problem. Sinnvollerweise beginnen wir erst da zu zweifeln, wo sich die Dinge nicht so verhalten, wie wir denken.

Der Nominalismus dagegen vertrat dagegen, wiederum 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 Stimmhauch 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 dazu 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 und der Nominalismus behält in seiner theoretischen Widerlegung der realistischen Unmittelbarkeitsvorstellung zweifellos bis heute recht.

## KLASSISCHE THEORETISCHE MECHANIK

Zwischen der astronomischen und der erkenntniskritischen kopernikanischen Wendung lag nun einige Zeit, in der sich das Verständnis des Sonnensystems bis zu seiner immer noch aktuellen mechanischen Beschreibung entwickelte. 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 noch allgemeinere Regelmäßigkeit als Galilei gefunden. Die erste physikalische Erklärung formulierte schließlich Newton und leitete die Bahnen aus dem dynamischen Gleichgewicht der gravitativen Anziehungskraft zwischen Sonne und Planeten und ihrer Zentrifugalkraft her. Damit lieferte er eine kausale Erklärung, die nun völlig allgemein gültigen Gesetzen gehorchte. Auf Grundlage dieser Gesetze konnte er auch andere Phänomene wie etwa die Meereszeiten erklären. Newton entwickelte damit also die erste moderne physikalische Theorie. Sie galt sowohl im Himmel als auf der Erde und widerlegte so endgültig den alten 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 dynamisch konzipiert, sie ermöglichen die Berechnung offener und recht freier Bahnen, die sich nur noch ganz mühsam als geometrische Figuren fassen lassen. Newton hatte daher auch zur gleichen Zeit wie Leibniz eigenständig die Infinitesimalrechnung entwickelt. Da sie jedoch neu und noch niemandem verständlich war, wandte er sie in seinem berühmten Werk nicht an. Seine rein geometrische Argumentation war dann zwar auch 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 mühsam, aber schon unsere Schulmathematik liefert mit der Einführung der infinitesimalen momentanen Steigung einer Funktion ein schönes Beispiel für die geometrische Herleitung der Differentialrechnung.

## 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. Prinzipiell schon so wie wir das im Kapitalismus 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 meistens lieber als Beitrag zu einem permanenten Wissensfortschritt, der sich die Welt unabhängig von historischen Entwicklungen sukzessive einverleibt. 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 die Aufklärung selbst an der christlichen Dogmatik noch erkennen konnte, will ihr nicht in den Sinn. Sie hält die naturwissenschaftliche Theorie heute tendenziell für den einzig wirklich relevanten Aspekt der Welt.

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 theoretische Mechanik verwendet bekanntlich zwei Formen der Energie besonders häufig, mit denen sich ihre Rolle schön illustrieren lässt: Zum einen die potentielle Energie, die aus der relativen Lage und dem Gewicht einer Masse folgt. Die Energie von Wassermassen in einem Stausee ist ein Beispiel. Zum anderen die kinetische Energie, die von der relativen Geschwindigkeit einer Masse abhängt. Das entsprechende Beispiel dafür wäre das aus dem Stausee abfließende Wasser. Beide Energieformen lassen sich nicht nur nominal in physikalische Arbeit umrechnen, sondern liefern dabei ein praktisches Maß für die mechanische Arbeit, die sich aus ihnen gewinnen

lässt bzw. zu ihrer Erzeugung notwendig ist. So werden zum Beispiel Wassermassen als Zwischenspeicher für Energie in Stauseen gepumpt oder wieder abgelassen. Die Umformulierung der Mechanik um den Begriff der Energie herum kommt also 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. Wenn sich diese Energie tatsächlich nicht ändert, führt das zu harmonischen einfach lösbaren Hamilton-Gleichungen. Aber 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 tendenziell immer etwas Energie und die bekannteste Ursache sind die sprichwörtlichen Reibungsverluste.

Das 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 bewegend 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 nun 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 neben der Kritik am perpetuum mobile also tendenziell eine Tautologie und entspricht insofern eher einer Forderung als einem analytischen Resultat.

Die Konstruktion näherungsweise abgeschlossener Systeme ist in der Physik unbedingt notwendig, weil sie störende Faktoren ausschließen muss. Bei Experimenten zielt sie auf die Isolation eines bestimmten kausalen Zusammenhanges, um ihn dann möglichst rein messen und damit erst 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. Präzise physikalische Erkenntnisse müssen sich daher immer auf isolierbare oder schon von sich aus isolierte Zusammenhänge beschränken, nur solche können wir mathematisch erfassen und experimentell überprüfen.

Im Falle des allgemeinen Energieerhaltungsprinzips jedoch konstituiert die Abgeschlossenheit 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 mehr an, als dass er ihr entspringt, und hat sich dabei auch als erfolgreich erwiesen. Hält man das Energieerhaltungspostulat aber nun für eine der Natur eigene Regel, führt der ständige unvermeidliche Energieverlust in jedem abgeschlossenen System zu einem infiniten Regress: Die aus einem System in der Praxis immer entweichende Energie darf theoretisch nicht verloren gehen und muß daher theoretisch 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 Physiker, die den Kosmos komplett physikalisch erklären wollen. Überprüfen können wir den Gesamtenergiegehalt des Kosmos jedoch prinzipiell nicht, die Hypothese bleibt daher physikalisch gesehen eine spekulative Ausflucht.

## 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, also physikalischer Arbeit, 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 – siehe Energiewende. In der statistischen Mechanik, einem wichtigen Teilgebiet der Thermodynamik, sind Energiebetrachtungen sogar 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 vor allem von Stephen Hawking verbreitete 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. Dass Energie und Arbeit schon da waren, bevor überhaupt irgendetwas da war, selbst

vor Raum und Zeit, macht niemanden stutzig, so selbstverständlich und natürlich erscheint uns unsere Arbeit als Grundlage von allem. Das scheint mir die auffälligste von Ideologie geprägte Überzeugung der heutigen Kosmologie zu sein. Ein bürgerlichen Schöpfungsmythos, der sich aus der Verabsolutierung beschränkten Wissens ergibt.

Eine Warnung noch vor dem umgekehrten Fehlschluss: Dass die Physik gesellschaftlichen Züge trägt, bedeutet nicht, dass eine beliebige andere Physik mit anderen Naturgesetzen entstehen würde, wenn sich der gesellschaftliche Bedarf ändern würde. Die bisherige Physik ist dann natürlich nicht völlig hinfällig. Denn unsere besondere Perspektive legt die Resultate der physikalischen Forschung nicht dadurch fest, dass sie ihre Problemstellungen und Schwerpunkte 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. Sie würde sich bei Veränderung unserer Kategorien anders darstellen, aber dadurch nicht selbst materiell verändern.

[Soweit meine Thesen zum Zusammenhang zwischen physikalischer Theorie und gesellschaftlicher Konstitution.]

## RELATIVITÄTSTHEORIE

Anfang des letzten Jahrhunderts hat die Relativitätstheorie die klassische Physik noch einmal entscheidend korrigiert und Mechanik und Elektrodynamik 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 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 bewährte. Unsere selbstverständliche Vorstellung eines dreidimensionalen Raumes und einer Zeit, die überall gleich und unabhängig vom Raum vergeht, erwiesen sich dadurch als ein Spezialfall. Nicht Raum und Zeit sind absolut, wie das auch der Kantischen Erkenntnistheorie entsprechen würde, sondern die Lichtgeschwindigkeit. Diese einfache Erkenntnis führte zu einem relativen Verhältnis Raum und Zeit auf kosmologischen Skalen. Die klassische Mechanik bleibt dabei 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 selten Anwendung finden muss.

Die theoretische Veränderung lässt sich 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 physikalisch-theoretisch Fortschritt auch ein erkenntnistheoretischer. Kant hatte 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 nun aber nicht mehr der über eine Theorie erschlossenen und bis heute bewährten Raumzeit entsprechen, dann greift das den absoluten Nominalismus an. Kant selbst hatte einen Schluss nahegelegt, den viele nach ihm noch radikalisiert haben: Wir würden mit unseren Kategorien die Gegenstände im Grunde erst konstituieren, quasi erst so erschaffen wie wir sie erkennen können und wir können deshalb nur genau das erfahren, was wir so in die Gegenstände hineinlegen. Die relativistische Theorie der Raumzeit beschreibt Raum und Zeit aber nun erfolgreich als voneinander abhängig und das widerspricht dieser erkenntnistheoretischen Hypothese grundsätzlich. Denn offenbar gelingt doch, reale Strukturen zumindest symbolisch treffend zu beschreiben, wenn auch nicht vorzustellen, die unsere Kategorien eigentlich sprengen.

Dieses Problem entfachte eine intensive Debatte. Einstein selbst und viele positivistisch orientierte Philosophen sahen Kant einfach als komplett als widerlegt an. Das war etwas billig und insofern auch falsch, als dass unsere subjektive Wahrnehmung ja nun offensichtlich immer noch in einem dreidimensionalen Raum und einer von ihr getrennt fortschreitenden Zeit stattfinden muss. Sie hatten aber insoweit recht, als dass damit eben noch keine rein subjektive Konstitution der Erkenntnis gegeben war. Das war der idealistische Fehlschluss, der sich nicht aufrecht erhalten ließ.<sup>3</sup>

Mit diesen Anmerkungen zur Erkenntniskritik, die Relativitätstheorie leistet, möchte ich mich jetzt gleich von der Entwicklung der Physik ab und noch ein klein wenig der allgemeinen Erkenntniskritik zuwenden.

---

<sup>3</sup>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.

In der Diskussion mischten übrigens auch ein paar ganz Dumme mit, die die Relativitätstheorie aufgrund ihrer Abstraktheit und Konstraintuivität einfach komplett und prinzipiell ablehnten und später dann eine antisemitische »Deutsche Physik« begründeten.

Sie werden sich vielleicht fragen, was sich erkenntnistheoretisch zur nächsten großen Theorie der Physik, der Quantenmechanik und der Quantenfeldtheorien sagen lässt. Die tauchten ja am Rande hier schon auf. Soweit ich das überhaupt beurteilen kann, beginnt damit wieder ein 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 erstaunlich aufregt. 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 dem man sich noch längst nicht genügend auseinandergesetzt hat.

## 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 eine Eigenart solcher 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 jede Theorie sich als Reaktion auf unverstandene Phänomene entwickelt. Die Physik neigt wie alles Denken 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>4</sup>

Haag verwendet hier griechische und lateinische Termini der Philosophie, da die bis heute andauernden erkenntnistheoretischen Debatten in diesen Sprachen begonnen

---

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

wurden. Sie bewahren daher eine gedankliche Tradition, die sich nicht einfach mit übersetzen 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 Sache, als Resultat der Erkenntnis, ist Ausdruck der Sache in ihrer Bearbeitung durch Denken.

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 völlige Einheit zwischen unseren Vorstellungen und der Welt nicht herstellen lässt. Der Titel des Aufsatzes »das Unwiederholbare« bezieht sich dabei auf die unreflektierte organische 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 häufig als harmonisch idealisierten Einheit ist jedoch groß und in Philosophie und Physik werden ständig Anläufe unternommen, den erkenntniskritischen Spalt zwischen der Welt und unserer Vorstellung von ihr loszuwerden. Er wird dann mit begrifflicher Gewalt überbrückt oder häufiger auch nur einfach geleugnet oder verdrängt.

## FALSCHER STRATEGIEN GEGEN DEN BLOCK

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 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 der Logik* in Weiterentwicklung 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, weil sie ja allen Gegenständen der Erkenntnis erst durch transzendente Formen aufgeprägt wurden, so wie Raum und Zeit. In Hegels Idealismus ist aber die Spannung zwischen Subjekt und Objekt noch ungeheuer präsent, er hielt an der Idee 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 häufig mehr als die 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 im Hauptteil des Vortrages betrachteten Stationen der Physikgeschichte häufig 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 unser Arm nicht einmal der eigenen Theorie nach, der Kosmos der Relativitätstheorie ist für uns praktisch fast völlig unzugänglich, wir können ihn nur beobachten.

Und damit komme ich zum Schluss und der Andeutung des einzig noch offenen kritischen Weges:

Eine kritische Theorie 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 innere Qualität 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 Ziel objektiver Wahrheit muss sie im Bewusstsein ihrer Verstellung festhalten, denn nur in Relation zu solcher Wahrheit lässt sich der gesellschaftlich notwendige Schein, der auch in den Naturwissenschaften herrscht, überhaupt prinzipiell in Frage stellen.

Erkenntnistheoretisch verlangt alle Kritik nach einer »zweiten kopernikanischen Wendung«, die Adorno zum Ende der *Negativen Dialektik*<sup>5</sup> hin entwickelt, und von der er explizit in seinem Aufsatz *Zu Subjekt und Objekt*<sup>6</sup> 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 und Theorien nicht aufgehen kann. Dadurch nimmt sie die treffende Kritik am Realismus aber keineswegs zurück, denn eine erkenntnistheoretische Restauration der totalen 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 totale Identität von beiden sein. Stattdessen zielt die kritische Erkenntnis auf das, was der Nominalismus unterschlägt, und erinnert das selbstherrlich Begriffe verteilende Subjekt daran, dass es selbst auch ein Objekt ist, ein historisch Gewordenes und Abhängiges. Das Subjekt ist keine unabhängige Instanz mit einem aus sich selbst heraus erzeugenden Geist, der die Welt beliebig konstituieren oder aus einer Art göttlichen Außenansicht komplett erfassen könnte.

Es ist selbst ein Konstituiertes und gerade darin aber den Objekten seiner Erkenntnis ähnlich. Und vermöge dieser Ähnlichkeit könnte 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.

---

<sup>5</sup>Adorno, *GS Bd.6*.

<sup>6</sup>Adorno, *GS Bd.10*, S.746.

LITERATUR

Adorno, Theodor W. *Gesammelte Schriften in 20 Bänden: Band 10: Kulturkritik und Gesellschaft. Prismen. Ohne Leitbild. Eingriffe. Stichworte. Anhang. 2 Bände.* 4. Aufl. Suhrkamp Verlag, Apr. 1997 (siehe S. 24).

Adorno, Theodor W. *Gesammelte Schriften in 20 Bänden: Band 6: Negative Dialektik. Jargon der Eigentlichkeit.* Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1997. 408 S. (siehe S. 24).

Haag, Karl Heinz. *Kritische Philosophie: Abhandlungen und Aufsätze.* Edition Text und Kritik, Aug. 2012 (siehe S. 21, 22).