

# Was heißt und zu welchem Ende studiert man Physik?

Weihnachtsvorlesung WS2014/15

Detlef Dürr

Mathematisches Institut der Universität München

Theresienstraße 39, 80333 München

Germany

E-mail: duerr@mathematik.uni-muenchen.de

22. Dezember 2014

## 1 Dialog zwischen dem Verstand und den Sinnen

Anfang des vorletzten Jahrhunderts wurde in einem Fragment einer “Streitschrift gegen die empirischen Ärzte” des Arztes Galen von Pergamon (150 n. Chr.) ein Dialog entdeckt, den Galen dem Vorsokratiker Demokrit (450 v. Chr.) zuerkennt. Das ist ein kurzer Dialog:

*Verstand: Scheinbar ist Farbe, scheinbar Süße, scheinbar Bitterkeit, in Wahrheit nur Atome und leerer Raum.*

*Sinne: Armer Verstand, von uns nimmst du deine Beweisstücke und willst uns damit besiegen? Dein Sieg ist dein Fall.*

## 2 Was ist der Wert der Wissenschaft?

Aus der Antrittsvorlesung von Friedrich Schiller an der Universität Jena 1798:

*“Der Anblick so vieler vortrefflichen jungen Männer, die eine edle Wißbegierde um mich her versammelt, und in deren Mitte schon manches wirksame Genie für das kommende Zeitalter aufblüht, macht mir meine Pflicht zum Vergnügen, läßt mich aber auch die Strenge und Wichtigkeit derselben in ihrem ganzen Umfang empfinden. Je größer das Geschenk ist, das ich Ihnen zu übergeben habe - und was hat der Mensch dem Menschen Größeres zu geben als Wahrheit? - desto mehr muß ich Sorge tragen, daß sich der Werth desselben unter meiner Hand nicht verringere. Je lebendiger und reiner Ihr Geist in dieser glücklichsten Epoche seines Wirkens empfängt, und je rascher sich Ihre jugendlichen Gefühle entflammen, desto mehr Aufforderung für mich, zu verhüten, daß sich dieser Enthusiasmus, den die Wahrheit allein das Recht hat zu erwecken, an Betrug und Täuschung nicht unwürdig verschwende.”<sup>1</sup>*

Aus heutiger Sicht ist es nicht entschuldbar, dass in dieser Schillerschen Kulturepoche nur vortreffliche junge Männer am Studium teilhatten. Ich sehe heute vortreffliche junge Frauen und Männer, die eine edle Wißbegierde um mich her versammelt. Sie alle erlaube ich mir, mit Schillers Worten anzusprechen, mehr noch, ich erlaube mir Schillers Anspruch zu eigen zu machen. Ich nehme an, dass Sie diese Sätze eigentümlich berühren, obwohl die Worte Wißbegierde, Geschenk, Wahrheit, Wert, lebendiger und reiner Geist, Würde, glücklichste Epoche des Wirkens, Betrug und Täuschung genügend alltäglich sind. Eigentümlich ist das direkte Ansprechen, die Sicherheit mit der der Redner zur Sache kommt. *Je größer das Geschenk ist, das ich Ihnen zu übergeben habe - und was hat der Mensch dem Menschen Größeres zu geben als Wahrheit...*

Zugegeben: Zitate, wenn aus dem Umfeld gerissen taugen zu allem und darum zu nichts. Schiller jedoch bleibt dieser großartigsten aller Anreden in seinen weiteren Ausführungen treu. Das werden Sie auch nicht anders erwarten. Was will ich dem nun entgegenstellen? Zitate einer anderen geistig offenbar verarmten Zeit, nämlich der unsrigen. Warum behaupte ich, dass unsere Zeit geistig verarmt ist? Weil sich die Wissenschaften, die einst Kulturepoche und Zeitgeist bestimmten, ihren Führungsanspruch ohne den

---

<sup>1</sup>Friedrich Schiller: Was heißt und zu welchem Ende studiert man Universalgeschichte? (Antrittsvorlesung Universität Jena 1798), Schillers Sämtliche Werke, vierter Band, Cotta'sche Buchhandlung 1879

geringsten Kampf an die Gesetze des Marktes der industrialisierten Gesellschaft abgegeben haben, als ob der Markt ganz selbstverständlich die oberste moralische und metaphysische Instanz des menschlichen Daseins, nein, des gesamten Universums wäre. Kurzum, heute verwaltet Wissenschaftsmanagement geistigen Mangel.

Hier ein Auszug aus einer Internetseite vom Bundesministerium für Bildung und Forschung zur Begründung der Exzellenzinitiative:

*Ziel der Exzellenzinitiative ist bis heute, innovative Spitzenforschung an den Hochschulen zu fördern, um die Universitäten als Forschungsstätten international sichtbar und wettbewerbsfähig zu machen*<sup>2</sup>

Da ist kein Platz für ein Geschenk der Wahrheit und kein Platz für "Mensch". Natürlich können wir hinter den Verfassern dieser modernen-Textstelle keinen Schiller erwarten, aber es geht ja auch gar nicht darum, unvergängliche Sätze zu verfassen, es geht doch nur darum zu sagen, was uns, den Menschen, die Wissenschaft angeht. Wenn Schiller von Wahrheit als Geschenk spricht, sprechen wir in unserer Kultur von Leuchttürmen und Konkurrenz. Was geht uns eine solche Wissenschaft an? Warum ist sie würdig von der Gemeinschaft aller Menschen getragen zu werden? Was ist ihr Wert? Schiller zieht uns mit wenigen Sätzen auf den Kern der Sache, er kann das, weil er auf festem Boden steht und nicht orientierungslos schwankt zwischen Innovation, nanotechnologischer Autowäsche und dem Unwort des Jahrhunderts, dem Quantensprung. Der existiert nicht und damit schrumpfen die mit diesem Unwort gefeierten Erfolge zu nichts. Wohl zurecht. Meine Frage ist zuerst: Was ist der Wert der Wissenschaft. Ich empfehle Ihnen, das Büchlein "Naturwissenschaft und Humanismus. Die heutige Physik" von Erwin Schrödinger zu lesen. Er ist einer der Väter der Quantenmechanik, er hat die Wellenmechanik geschaffen, die bestimmt unser heutiges Weltbild. In dem Büchlein beginnt Schrödinger mit der Frage: Was ist der Wert der wissenschaftlichen Forschung? Er diskutiert kurz die oberflächliche Antwort, die zunächst einem jeden in den Sinn kommt, dass die auf jeden Fall gut für den Fortschritt im technischen know-how sei, und der wiederum gut ist für den Menschen. Sie kennen die modernen Fortschrittsmodelle: Medizin, Multimedia-Handys, schnelle Speichermedien, Superrechner. Die benutzt Schrödinger im Jahre 1951 nicht, er nimmt andere Beispiele, aber das egal, es fließt jedenfalls aus der Wissenschaft. Es gibt hier Argumente für und wieder, das kennen Sie auch. Es lohnt sich gar nicht, dies alles aufzuzählen,

---

<sup>2</sup><http://www.bmbf.de/de/1321.php>

Sie sind klug genug, sich selber die Argumente zu verschaffen. Vielleicht, wenn Sie besonders kritisch mit sich sind, kommen Sie auf die Idee, dass der Fortschritt in der Tat fort schreitet, weg von uns und unseren Belangen. Der Fortschrittsglaube beinhaltet eine von Schrödinger sehr gefürchtete Konsequenz, auf die der spanische Philosoph José Ortega y Gasset in seinem Buch: *Der Aufstand der Massen* von 1929 hinweist: Es ist die Spezialisierung, die als Ventil für die rasant anwachsende Dichte der Menschen wirkt. Wir sagen heute: Spezialisierung ist markteffizient weil konkurrenzfördernd, und wenn es uns wegen der Spezialisten gut geht, dann brauchen wir Spezialisten. Wer will da schon hinterfragen was gut gehen bedeutet? Ich zitiere aus Schrödingers Buch die Passage, die er von Ortega übernommen hat und den spezialisierten Wissenschaftler beschreibt:

*Er ist eine Person die, von allen Dingen, die ein wahrlich gebildeter Mensch wissen sollte, nur mit einer speziellen Wissenschaft vertraut ist, nein, sogar von dieser Wissenschaft nur den geringen Teil versteht, der seine Forschung ausmacht. Er kommt zu dem Punkt wo er erklärt, dass es eine Tugend ist, nichts von all dem zur Kenntnis zu nehmen, was außerhalb seines schmalen Horizontes liegt und verschreit die Neugier, die auf die Vereinigung alles Wissens gerichtet ist als dilettantisch .*<sup>3</sup>

Es ist jedem offenbar, dass durch Spezialisierung irgendwelche Fortschritte erzielt werden, dass also die Wissenschaft insgesamt hinzugewinnt. Jedoch muss sie orientierungslos werden und bleiben, denn Fortschritt ergießt sich in alle möglichen und unmöglichen Richtungen, es bleibt am Ende nur die Spezialisierung und deren Überhöhung als einzig scheinbar Sinnvolles, und damit verlieren wir den Wert der Wissenschaft aus den Augen. Für Schrödinger ist es offensichtlich ist, dass das isolierte Wissen einer Gruppe von Spezialisten in einem engen Feld überhaupt keinen Wert an sich hat. Was ist der Wert, was geht sie uns an, die Mathematik, Physik, Geschichte, Biologie, Religion, Philosophie?

Schauen Sie in sich: Was bewegt Sie, Ihr gewähltes Fach zu studieren? Reflektieren Sie über sich, vielleicht–und das ist Ihnen zu wünschen–empfinden Sie es als Bestimmung, dass Sie sich für Ihr Fach entschieden haben. Wenn das so ist, dann kommen Sie dem Schrödinger näher. Vielleicht wollen Sie verstehen, was schon Dr. Faust wollte: Was die Welt im Innersten zusammenhält.

---

<sup>3</sup>Ortega as quoted from Schrödinger in *Humanism and Science*

Aber Goethe fühlte noch, dass dieses zwar leicht gesagt aber niemals erreicht werden wird, nicht mal im Pakt mit dem Teufel. Heute scheint das überwunden, denn man hat das Internet, das alles Wissen gespeichert hat. Es ist zwar noch immer ein Seelenhandel aber das kriegt kaum einer mit.

Ich helfe Ihnen: Die wahre Frage ist doch: Warum wollte Dr. Faust verstehen, was die Welt im Innersten zusammenhält? Genauer: Warum wollen Sie denn wissen, wie die Welt funktioniert? Was beflügelt denn Ihre Neugier?

Diese Frage erlaubt keine schnelle Antwort. Diese Frage ist auch nicht mehr verständlich in unserer kulturellen Epoche. Wenn man sie dennoch stellt, und das tue ich, dann kommt eine marktgerechte Antwort: Der Mensch, der das Universum soweit entschlüsselt hat (bis irgendwann eine neue verschlossene Tür auftaucht), kriegt einen Preis. Der Mensch kommt zu Ruhm und Reichtum und als Entschlüsseler des Universums kann der Mensch in einem Forschungsinstitut weiterforschen, vielleicht an der fruchtbaren Anwendbarkeit seiner Theorie in der Informationstechnologie, um die Vormachtstellung des Marktes zu bekräftigen, in dem dieser Mensch zu Hause ist. Dieser Mensch wäre auf jeden Fall ein Leuchtturm.

Ich möchte Sie an die Höhlenmenschen in Plato's Höhlengleichnis erinnern. Dort gab es unter den Spezialisten, den Schattendeutern, einen Menschen, der an die Oberfläche geholt wurde und dort der Helligkeit der Sonne ausgesetzt war. Dieser Mensch, der erhellt wurde, hatte, nachdem er in die Höhle zurückgebracht wurde, seine Schnelligkeit im Deuten der Schatten verloren. Er taugte nicht mehr als produktives Mitglied in der Höhle. Die Weisheit lähmt den Fortschritt. Also nochmals die Frage: Was beflügelt Ihre Neugier?

Nun schauen Sie noch einmal in sich und verharren Sie in Stille, horchen Sie genau in sich hinein: Beflügelt Aussicht auf Ruhm Ihre Neugier? Das Geld, dass Sie verdienen können? Ist der Wert der wissenschaftlichen Forschung, dass sie uns dazu verhilft, Geld zu verdienen oder zu einem manchmal geringem und manchmal großem Ruhm zu kommen?

Ich stelle eine weitere Frage hinzu: Was ist der Sinn unseres Daseins im Universum? Versuchen Sie nun in dieser Frage eine Antwort darauf zu finden, warum Sie sich auf Ihrem Weg befinden.

Birgt nicht die Wissenschaft, und das bedeutet die Wissenschaft als Gesamtheit, die Antwort auf die uns im Innersten wirklich im bewegende Frage: Wozu sind wir hier? Wer sind wir? Warum können wir denken und über uns denken? Schrödinger formuliert die Antwort knapp, und verweist auf das Delphische Orakel: Damit wir uns selbst erkennen mögen!

Dazu beizutragen, ist ein unermesslich hoher Wert, der keiner äußerlichen Belohnung bedarf, Alle Wissenschaften tragen bei. Nun wird die Übergabe der Wahrheit ein wirkliches Geschenk.

### 3 Was heißt Physik?

Demokrit war Naturwissenschaftler und Philosoph in der Zeit vor Sokrates. Seine Zeit ist um 450 v. Christus. Die großen Philosophen, die den Beginn der Naturwissenschaft ausmachen, Parmenides und Heraklit wirkten rund 100 Jahre früher. Zu der Zeit wirkte auch Pythagoras. Das sind relevante Daten, weil man die fragmentarischen Aussagen dieser Philosophen nur aus dritter Hand kennt, und weil bei den vielen späten Übersetzern das Gefühl gar nicht mehr vorhanden ist, was diese Leute bewegte. Es ist wesentlich für das Verständnis, dass die Kultur dieser Menschen in der Zeit von Denkfreudigkeit geprägt war, die sich aus einer einfachen Einsicht ergab: Alles geschieht mit einer großen Vernunft oder Sinn, das wurde später Naturgesetz genannt. Die menschliche Vernunft hat prinzipiell Zugang zu diesem Gesetz. Diese Einsicht wurde so unvermittelt erlebt, dass sie als eine große Freude empfunden wurde. Die Erkenntnis, dass es ein Weltgesetz gibt, dem wir uns in vielen Jahrtausende währenden Schritten durch Denken nähern können, schien vorzüglich als Basis für eine zufriedene, weil immer mit Sinnvollem beschäftigte und nie gesättigte Gemeinschaft von Menschen—den Staat Platons.

Was fühlen **Sie** heute, wenn ich Ihnen sage, dass die Bewegung der Planeten des Sonnensystems sich nach dem gleichen Gesetz richtet, wie die Wurfbahn eines von Ihnen geworfenen Steines? Da Sie das schon wissen fühlen Sie wohl nichts. Was haben Sie gefühlt, als Ihnen diese Wahrheit geschenkt wurde? Wahrscheinlich nichts, denn es gab wohl keinen Schiller, der Ihnen die Chance gegeben hat, diese unglaubliche Tatsache in ihr Bewußtsein so eindringen zu lassen, dass Sie sich glücklich fühlen konnten.

Glaubwürdiger wäre doch allemal, dass die Bahn des Steines irgendeine ist, irdendeine irreguläre, jetzt mal so dann mal so. Und glaubwürdiger wäre doch allemal, dass die Bewegung der Erde um die Sonne überhaupt nichts mit so einem geworfenen Stein zu tun hätte. Glaubwürdiger wäre es, wenn eine ganze Horde wilder Götter mit dem Planetensystem ihren Schabernack treiben und den geworfenen Stein mal hier und mal da hin senden.

Jede verrückte Idee wäre glaubwürdiger als diese, dass alles im Univer-

sum einem Gesetz gehorcht, dem wir Menschen durch Denken nahekommen können. Die unglaubliche Leistung von Denkern wie Parmenides und Heraklit war es, alles Glaubwürdige beiseite zu schieben und die Sinneseindrücke zu durchdenken.

Nun wird man geneigt sein mir zu widersprechen, denn die Sinne lehren uns, dass so ein geworfener Stein ja eine ziemlich reguläre Bahn zieht, das sieht irgendwie immer gleich aus, das sehen wir, und deswegen liegt es nahe, das da ein Gesetz hinter steckt, dem die Bahn des Steines folgt. Die Sinneserfahrung lehrt uns, so würden wir möglicherweise heute sagen, dass die Bahn einer Regularität unterliegt, die wir als mathematisches Gesetz niederschreiben.

Ich kann dann fragen: **Was begründet diese Regularität von Bahnen von Steinen und Planeten, die in einem einzigen Gesetz erfasst werden kann?** Man wird vielleicht geneigt sein zu sagen, dass diese Frage keinen Sinn macht. Es ist einfach so, hätte zwar auch anders sein können, ist es aber nicht, also keine weiteren Fragen. Das ist ein unwiderlegbares Argument, nur, es nimmt Ihnen die Freude, die einst Demokrit fühlte. Wir begegnen später der Frage wieder. Zuerst will ich aber etwas mehr zum Wesen der Gesetzmäßigkeit entwickeln und deutlich machen, wie unglaublich sie ist.

Der Zeitgeist, in dem Demokrit seinen Dialog verfasste, war erfüllt von diesem kühnen Gedanken: Was wir sehen und erfahren, ist nicht das was IST. Diese erste Einsicht: Es gibt ETWAS nicht sinnlich Erfassbares, was aber diese Erfahrungen bewirkt, das ist das große SEIN des Parmenides. Dieses SEIN muss erdacht werden, wir müssen das Erfahrene durchdenken. Erst das Denken gibt uns die wahre Sicht auf die Dinge. Man nennt dieses Denken die "heilige Schau", das bedeutet das Wort Theorie. Aber dieses parmenidische SEIN IST, unveränderbar, zeitlos. Damit kommt man erstmal nicht weiter. Da ist zuwenig Platz für Gesetzmäßigkeit.

Heraklit fügt diesem erdachten SEIN noch etwas Revolutionäres hinzu. Er trennt den Geist oder die Gedanken des Denkenden von der physikalischen Welt ab, und was bleibt ist eine unbeseelte leblose Natur, von der er denkt, dass diese einem Gesetz zu folgen hat. Theorie wird seitdem gedacht für diese externe Welt. Das Erdenken und Erkennen dieser Theorie heißt Physik.

Aber das Abtrennen des Verstandes (des Bewusstseins oder des Denkprozesses) schafft eine schreckliche Situation: Mein Wille veranlasst mich, den Stein aufzuheben und zu werfen. Das ist nun außerhalb der Physik. Der physikalische Vorgang jedoch, das Aufheben des Steines, der Impulsübertrag

meines Armes an den Stein und seine Bahn, das ist gesetzmäßig, das läuft ab, wie es ablaufen muß. Das ist nicht zu verstehen, einerseits entscheide ich, was ich mit dem Stein tue, andererseits folgt der Stein nicht meiner, sondern einer höheren Vernunft, dem Gesetz.

Das ist Heraklits Leistung. Er sieht diese Gegensätzlichkeit oder Antinomie als Notwendigkeit des Seins. Sie ist vielfältig vorhanden. Auch in der Bewegung. Der Stein IST und IST NICHT, er ist hier und dann nicht mehr. Das ist für Parmenides ein unmöglicher Gedanke. Für Parmenides ist das alles nur scheinbar so.

Und in der Tat: Heraklit erklärt natürlich nichts, er stellt nur fest, so ist es. So müsst ihr, die ihr nach mir kommt, Physik machen. Punkt. Dies einmal gesagt, machen wir also weiter mit unserer "heiligen Schau". Wir suchen nach dem Gesetz, dem alles Unbeseelte folgt.

**Wo aber bleibt der Geist und seine Freiheit des Gedankens?** Das ist eine zweite Frage auf die wir ebenfalls zurückkehren werden.

Der Begründer der Atomistik ist Anaxagoras, etwas früher als Demokrit. Er ist einer der ersten theoretischen Physiker, denen Heraklit den Weg zum Gesetz gangbar gemacht hat. Ohne auf die Denknöwendigkeit einzugehen, die Anaxagoras bewegt hat, an Atome als die Grundbausteine alles Seins zu glauben, ist völlig klar, dass es sich in der Atomistik um eine reine Denkleistung gehandelt haben muss. Anaxagoras ist bekannt für seinen Methodensatz:

*Die Phänomene sind eine Sicht auf das Unsichtbare.*<sup>4</sup>

Demokrit konnte also auf dieser Denkleistung aufbauen. Zu seinen Kollegen zählt auch noch Leukipp; das waren also schon theoretische Physiker der Moderne, die alles mögliche erklärten. Was soll dann Demokrits Dialog in einer solchen Blütezeit? Denken wir an Physiker unserer Zeit, so klingen uns doch die beschwörenden Worte immer wieder in den Ohren, dass im wesentlichen die Physik am Ende ist, wir haben alles verstanden was zu verstehen ist. Warum sollte Demokrit anders sein, warum scheint er verhalten, sogar ängstlich vor dem Sieg? Nun handelt es sich um ein Fragment. Möglicherweise fehlt die Antwort des Verstandes, vielleicht handelt es sich um einen langen Dialog, von dem wir nur diese zwei Sätze gefunden haben. Damit sind wir bei einer dritten Frage: **Was hat der Verstand erwidert?**<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup>Anaxagoras Methodensatz z.B. in Schadewaldt: Die Anfänge der Philosophie bei den Griechen, Suhrkamp Taschenbuch, Frankfurt 1988.

<sup>5</sup>Galen sagt, dass wir es nicht wissen; er nimmt den Dialog als Grundlage für seine



## 4 Zu welchem Ende studiert man Physik?

Sollte in tausend Jahren die Erde noch beseelt sein mit Menschen, werden die großen Denker Newton, Galilei, Einstein, Parmenides, Heraklit, um nur einige zu nennen, noch einen Namen haben. Einige Wissenschaftler werden dann mit höchster Anstrengung versuchen, Sinn in den fragmentierten Schriften von Newton zu finden, man wird hauptsächlich Ungereimtes finden, weil die Newtonsche Denkweise die seiner Zeit war, in der Euklidische Geometrie im Kopf eines jeden Gelehrten war, man wußte was zu erklären war und welche Erklärung überflüssig. Mit Einstein wird es nicht anders sein. Man muss das einmal verstanden haben, denn noch fühlen wir wenigstens, dass Einstein—wie einst Newton—ein Jahrtausendgenie war, er hat immerhin eine Theorie erdacht, die Raum und Zeit vereinigt. Also nehmen wir an, dass Demokrit großartig war, der Denker hatte offenbar etwas mitzuteilen, was Wert war, Jahrtausende zu überdauern. Wir können also davon ausgehen, dass dieser Austausch zwischen den Sinnen und dem Verstand wohl durchdacht war. Nein, bestens durchdacht war. Die beiden überlieferten Sätze sind Aussage und Erwiderung, faktisch wie bei Heraklit. So sind die Gegebenheiten—Punkt. Wir sollten auch allen Widrigkeiten zum Trotz, d.h. allen Übersetzungsschwächen zum Trotz der Meinung sein, dass die Worte in diesem Sinne gemeint waren: Sieg und Fall.

Der Verstand wird also von den Sinnen regelrecht vorgeführt. Also möchten wir, dass der Verstand, das letzte Wort in dieser Sache haben sollte. Gingen wir nun davon aus, dass es nur ein Fragment einer langen Wechselrede ist, dann wäre es doch ein berührender Zufall, dass ausgerechnet diese beiden Sätze erhalten geblieben sind.

Aber wichtiger als das: Was hätte der Verstand eigentlich erwidern sollen? Er hätte natürlich fragen können, wieso sein Sieg ein Fall sei. Aber das wäre dann doch ein recht armseliger Verstand, der bei den Sinnen nachfragen muss, was die zu sagen wissen. Nein, wir wünschen uns eine Widerrede des Verstandes, die den Sinnen erklärt, wieso der Sieg ein glorreicher sei und warum die Sinne irren. Der Verstand aber schweigt. Warum?

Warum geht mit dem Sieg ein Fall einher? Was bedeutet denn der Sieg? Er bedeutet, dass alle Phänomene durch die Theorie der Atome erklärbar sind. Diese Theorie ist noch nicht mathematisch formuliert zu Demokrits Zeit. Diese Theorie muss erst noch mathematisch erdacht werden. Wir sind

---

Antwort auf die empirische Methode

heute dabei, diese Theorie zu erdenken. 2500 Jahre nach Demokrit wurden Atome neu entdeckt, natürlich eine Leistung des denkenden Geistes, und einer ihrer Neuentdecker ist Ludwig Boltzmann, der bis Anfang 1900 wirkte. Wir glauben heute an Atome, aus dem gleichen Grunde, aus dem Boltzmann an sie glaubte, und das ist ziemlich der gleiche Grund, den Demokrit hatte. Wir haben zusätzlich das Phänomen der Brownschen Bewegung. Das gibt uns im Sinne des Anaxagoras einen Blick auf die Atome. Diesen Blick verschaffte uns Einstein, denn Einsteins Analyse der Boltzmannschen Theorie ergibt, dass wir die Atombewegung in Form der Brownschen Bewegung sehen können sollten. Aber das ist zweitrangig. Wichtig ist, dass diese Theorie erdacht werden muss. Sie ist nicht direkt durch unsere sinnlichen Erfahrungen gegeben. Das hatte Parmenides prophezeit und Anaxagoras ausgesprochen. Wo steht uns aber dann der Fall ins Haus, gesetzt die Situation, wir hätten die Theorie weitgehend erdacht. Genau da, wo wir siegen.

Am Ende, wenn alles verstanden ist, ist der Verstand, das Denken und Fühlen doch auch nichts anderes als eine spezielle Bewegung von Atomen (und Elektronen und Feldern und wer weiss was sonst noch). Dann ist er Teil dieser atomaren Welt. Und wieso fällt er? Weil nun der Verstand sagen muss: Scheinbar ist Farbe, scheinbar Süße, scheinbar Bitterkeit, scheinbar Verstand, in Wahrheit nur Atome und leerer Raum.

Der Verstand könnte sich aber auch erheben und sich nicht als Teil der atomaren Welt sehen wollen. Aber wo ist dann die erdachte Welt, jene Welt die wir als real ansehen? In unserem Geist, es gibt keine andere. Unser Verstand ist nicht in der physikalischen Theorie enthalten, er hat sich aus ihr entfernt, damit er die Theorie denken kann, er entfernt sich aus der physikalischen Welt und dadurch versteht er sie erst. Aber zu hohen Kosten, denn nun ist die reale Welt wahrlich eine reine außerphysikalische Gedankenwelt. Hat das Demokrit gesehen? Natürlich, mindestens das. Der Verstand tat gut daran, den Sinnen nichts mehr zu erwidern.

Wir haben noch zwei weitere Fragen zu behandeln, die eine nach dem Willen, der frei entscheidet, den Stein aufzuheben, aber das Aufheben des Steins längst in dem Uhrwerkslauf des Universums vorgesehen ist. Was ist dazu zu sagen? Vorerst nichts. Man sollte stoische Ruhe bewahren und nicht in Panik geraten. Offenbar fühlen wir, dass es unsere Entscheidungen sind, was mit den Steinen passiert, die wir aufheben oder auch nicht. Offenbar ist mir mein Gedanke als freies Denken bewusst. Wir müssen uns jetzt erstmal um das Gesetz der Heraklitschen Physik finden.

Was ist der Ursprung des Gesetzes? Das war die erste Frage. Wir könn-

ten antworten: Es hat keinen Ursprung, es ist einfach eine Tatsache, dass sich alles nach einem Gesetz verhält, und am Ende ist es unser menschliches Gesetz, denn unsere Sinne nehmen eine Gesetzmäßigkeit wahr. Und wir suchen dann nach einem Code, diese Sinneswahrnehmungen zu beschreiben. Und Mathematik ist ein guter Code, den wir durch Versuch und Irrtum langwierig anpassen. Das ist falsch. Das tun wir nicht, zumindest nicht als Physiker. Würden wir so vorgehen, würden wir im mathematisch möglichen Müll wie Maulwürfe Hügel aufwerfen. Galilei tat es nicht, nicht Newton und schon gar nicht Einstein. Um besser zu verstehen, warum dieser Gedanke falsch ist, muss man die mathematische Formulierung des Gesetzes oder besser, die Formulierung des bisher gefunden Gesetzes, verstehen. Das ist kein Kürzel der Beobachtung, dass Körper immer zur Erde fallen, da wird nicht gesagt, diese Körper tun immer das und jene das, es ist keine Buchhalterordnung, die wir für die Körper festschreiben. Wir suchen zielstrebig nach dem zugrunde liegendem Gesetz von allem. Wir haben dazu Ideen von Schönheit, Einfachheit, Eleganz, die das Gesetz zu erfüllen hat, und in diesen Kategorien werden wir fündig. Es gibt keine Erklärung für unsere Erfolge, es gibt keine Erklärung für die wundersame mathematische Treffsicherheit. Es gibt aber ein paar Zitate. Newton auf seiner Suche nach der Gravitation von Körpern:

*Wir können nämlich keine derartigen Körper setzen, ohne zugleich zu setzen, dass Gott existiert, dass er die Körper im leeren Raum aus nichts geschaffen hat und dass sie Entitäten sind, die von geschaffenen Seelen unterschieden sind und sich dennoch mit Seelen verbinden können.<sup>6</sup>*

Spinoza im Lehrsatz 33 seiner "Ethik":

*Die Dinge konnten auf keine andere Weise und in keiner anderen Ordnung von Gott hervorgebracht werden als sie hervorgebracht sind.*

Schrödinger, von dem viele der Gedanken dieser Vorlesung stammen, geht vorsichtiger mit der Nennung Gottes um. Er sagt die Sache etwas anders. Warum haben wir Menschen die geistige Fähigkeit, das Gesetz zu erdenken? Genau darum. Es ist unsere Aufgabe das Gesetz zu erkennen. Was ist unser Gewinn? Die Einsicht, warum wir denkend und fühlend sind. In seinem Sinne

---

<sup>6</sup>Newton über die Körper: Isaac Newton: Über die Gravitation..., Klostermann Texte, Philosophie, 1988

leben wir nicht, um zu überleben, sondern wir leben, um denkend zu fühlen und am Ende zu verstehen, wer wir wirklich sind. Zu diesem guten Ende kann man gerne Physik studieren.