

Was heißt und zu welchem Ende studiert man Physik?

Weihnachtsvorlesung WS2007/8*

Detlef Dürr

Mathematisches Institut der Universität München

Theresienstraße 39, 80333 München

Germany

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

20. Dezember 2007

1 Dialog zwischen dem Verstand und den Sinnen

Anfang des vorletzten Jahrhunderts wurde ein dem Demokrit (450 v. Chr.) zuerkanntes Fragment entdeckt. 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.

*Ich bedanke mich gerne bei meinen Studentinnen und Studenten für die freundliche Weihnachtsmann-Mütze und dem Weihnachts-Jack-in-the-Box und wünsche Ihnen allen ein besinnliches Fest.

2 Was ist der Wert der Wissenschaft?

“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.”¹

Nicht entschuldbar ist in dieser Schillerschen Kulturepoche, dass 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...*

Ich gebe zu, dass Zitate, weil aus dem Umfeld gerissen, zu allem und darum zu nichts taugen. 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

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

Kulturepoche und Zeitgeist bestimmten, den Führungsanspruch ohne den geringsten Kampf an die Gesetze des kapitalistischen Marktes 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 der Internetseite vom Bundesministerium für Bildung und Forschung:

“Mit der Förderung der universitären Spitzenforschung im Rahmen der Exzellenzinitiative sollen Leuchttürme der Wissenschaft in Deutschland entstehen, die auch international ausstrahlen. Für die Hochschulen stehen im Rahmen der Exzellenzinitiative 1,9 Mrd. Euro zur Verfügung.... Mit Exzellenzclustern sollen an den Universitäten international sichtbare und konkurrenzfähige Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen etabliert werden, die mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Fachhochschulen und der Wirtschaft kooperieren.”²

Dazu hören Sie noch Auszüge aus einem Kommentar des Vorsitzenden des Wissenschaftsrates:

...Exzellenzinitiative ist im Bereich der Forschung zum wichtigsten Impuls für die Differenzierung der Universitätslandschaft geworden. Der Wettbewerb, der nun nicht mehr nur zwischen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, sondern zwischen Institutionen ausgetragen wird, hat die deutsche Universitätslandschaft “umgekrempelt”. Schon allein durch die Beteiligung an der Ausschreibung haben die Universitäten ihre Strategiefähigkeit deutlich verbessert, und diese gehört zum Leitbild einer autonomen Universität.... ... Sie sehen, der Spontispruch aus meiner Jugend lässt sich fortsetzen: “Ohne Moos nix los”, aber schon mit relativ wenig Geld kann man erstaunlich viel bewirken.”³

Da ist kein Platz für Geschenk und Wahrheit und kein Platz für “Mensch”: *Je größer das Geschenk ist, das ich Ihnen zu übergeben habe - und was hat der Mensch dem Menschen Größeres zu geben als Wahrheit...*

So wurden Sie entsprechend an dieser Universität anders empfangen.

Der Bachelor in Physik nimmt weitestgehend die bisher bewährte Physikausbildung in sein Studienkonzept mit auf. Die Umstel-

²<http://www.bmbf.de/de/1321.php>

³Statement des Vorsitzenden des Wissenschaftsrates, Professor Dr. Peter Strohschneider, Pressekonferenz Exzellenzinitiative, Bonn, 19. Oktober 2007

lung erfolgt aber nicht ganz ohne Änderungen, schließlich muss der Bachelor ein erster berufsqualifizierender Abschluss sein und damit im Studium alle wichtigen Bereiche der modernen Physik aufgreifen. Besonderen Wert wurde auf die Einführung eines neuen Moduls “Rechenmethoden” gelegt, um die Studienanfänger systematisch und von Beginn an die wichtigsten Werkzeuge der Physik mit auf den Weg zu geben, während die Mathematikvorlesungen das Verständnis dieser Rechentechniken vertiefen und weitere fortgeschrittene Methoden einführen.⁴

Und sollten Sie nicht zum vom Markt ungeliebten Studienabbrecher werden können Sie sich methodisch und technisch weiter profilieren. Aus der Beschreibung des Elite-Master-Studiengangs “Theoretical and Mathematical Physics” zitiere ich noch

*Physics and mathematics are corner stones of our modern knowledge-based society. This has to do with the structural power of abstraction and mathematical algorithms as well as the far-reaching consequences of logical induction. In connection with the processes of modelling and analyzing in natural sciences and technology, they account for the fact that mathematics and theoretical physics are important foundation pillars and central innovative factors of our civilization.*⁵

Ich fordere Sie auf, falls Sie mir nun mit dem “aus dem Kontext genommen Zitaten” kommen, die Quellen ganz zu lesen denn die bleiben den kurzen Auszügen treu ergeben. Ich gebe zu, es gibt keinen Schiller unter den Verfassern dieser marktgerechten Textstellen, aber es geht ja auch gar nicht darum, unvergängliche Sätze zu verfassen, es geht doch nur darum zu sagen, was uns das alles angeht. Was geht uns die Wissenschaft an? Warum ist sie würdig von der Gemeinschaft aller Menschen getragen zu werden? Was gibt sie uns? 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 Quantensprung, jenem marktschreierischem Unwort, das, sollte es überhaupt etwas bedeuten solche Ausmaße hat, wie ein Fliegendreck im Universum.

Ich empfehle Ihnen an dieser Stelle das Büchlein “Science and Humanism” von Erwin Schrödinger, das es auch in deutscher Übersetzung vom Autor als “Naturwissenschaft und Humanismus. Die heutige Physik” gibt, zu lesen.

⁴<http://www.physik.uni-muenchen.de/studium/studiengaenge/ba/index.html>

⁵<http://www.theorie.physik.uni-muenchen.de/TMP/portrait.html>

Ich weiß nicht wie bekannt Ihnen Schrödinger und sein Schaffen ist. Er ist einer der Väter der Quantenmechanik, er hat die Wellenmechanik geschaffen. Diese hat und wird unsere Weltsicht bestimmen, wenn uns die Zeit bleibt, ein rationales Weltbild zu schaffen. In dem Büchlein beginnt Schrödinger mit der Frage: Was ist der Wert der wissenschaftlichen Forschung? Er diskutiert kurz die oberflächliche Antwort, 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 Kernwörter: Medizin, Multimedia-Handys, schnelle Festplatten. Die benutzt Schrödinger im Jahre 1951 nicht, er nimmt andere Beispiele, aber das ist alles schön und gut und fließt natürlich aus der Wissenschaft, und es gibt für und wieder, das kennen Sie auch. Und so besteht die Frage: Was ist ihr *Wert*? Übrigens, der Fortschrittsglaube hat eine Konsequenz, die Schrödinger fürchtet. Er verweist auf den spanischen Philosophen José Ortega y Gasset, der in seinem Buch: *Der Aufstand der Massen* auf die Gefahr der Spezialisierung hinweist, die als Ventil für die rasant anwachsende Dichte der Menschen wirkt. Wir sagen heute: Spezialisierung ist marktgerecht weil konkurrenzfähig. Ich zitiere aus Schrödingers Buch die Passage, die er von Ortega übernommen hat und den spezialisierten Wissenschaftler beschreibt:

*He is a person who, of all the things that a truly educated person ought to know of, is familiar only with one particular science nay even of this science only that small portion is known to him in which he himself is engaged in research. He reaches the point where he proclaims it a virtue not to take any notice of all that remains outside the narrow domain he himself cultivates, and denounces as dilettantist the curiosity that aims at the synthesis of all knowledge.*⁶

Es ist jedem offenbar, dass auf diese Weise 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. Schrödinger sagt, dass es offensichtlich ist, dass das isolierte Wissen einer Gruppe von Spezialisten in einem engen Feld überhaupt keinen Wert an sich hat. Was ist

⁶Ortega as quoted from Schrödinger in Humanism and Science

der Wert, was geht es uns an? Mathematik, Physik, Geschichte, Architektur, Biologie, Religion?

Schauen Sie in sich: Was bewegt Sie, Ihr gewähltes Fach zu studieren? Reflektieren Sie über sich, vielleicht—and 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 ist das der Grund warum Sie überhaupt da sind, da im Sinne des Daseins in dieser menschlichen Gesellschaft, nein, da im Sinne des Daseins im Universum? Birgt nicht die Wissenschaft, und das bedeutet die Wissenschaft als Gesamtheit, die Antwort auf die einzig uns bewegende Frage, wenn erst einmal ein Überleben (Hunger und Durst und Versorgung im Krankheitsfall) gesichert ist: 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. Alle Wissenschaften tragen bei. Nun wird die Übergabe der Wahrheit ein wirkliches Geschenk.

Ich kann Sie hiermit aber nicht entlassen! Der Physik kommt eine besondere Stellung in der Wahrheitsfindung zu. Das begründe ich gleich mit einem Ausflug in die Entstehung der Physik und jetzt ganz schnell mit Einstein, der schreibt

Als die teutonischen Barbaren einst Europas alte Kultur zerstört hatten, begann sich langsam ein neues und feineres kulturelles Leben zu regen, das sich aus zwei Quellen speiste, die irgendwie vor der Verschüttung im allgemeinen Untergang bewahrt geblieben waren— die jüdische Bibel und die griechische Philosophie und Kunst. Die Vereinigung dieser beiden voneinander so verschiedenen Richtungen kennzeichnet den Anfang unserer gegenwärtigen Kulturepoche, aus ihr entspringt direkt oder indirekt alles, was die wahren Werte unseres heutigen Lebens ausmacht. Einstein (1935), Aus meinen späten Jahren, S.237 [2]

Die Vereinigung, die Einstein beschreibt beginnt mit Maimonides im 12. Jahrhundert in Spanien und findet ihre möglicherweise überzeichnete Vollendung mit Spinoza in Holland im 17. Jahrhundert. Während der Gott des Maimonides noch über allen Weisen steht, ist Spinozas Gott in allem, es ist die Vernunft schlechthin, die das ganze Universum durchdringt, *deus sive natura* (Gott und Natur sind gleich) ist eines seiner Vermächtnisse und seine Argumentation gehorcht mathematischer Strenge. Aber ich gehe nun nicht in

das Werk Spinozas, dessen Einfluss auf Einstein oder Schrödinger unübersehbar ist, ich kehre an den Ausgangspunkt zurück, der mir, als philosophisch Ungeübtem zugänglicher ist.

3 Was heißt Physik? 3 Fragen

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 Denkfrequenz 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, dessen Gehalt von uns in vielen Jahrtausende währenden Schritten erdacht werden kann, 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, irgendeine 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 Universum 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 Gesetzmäßigkeit unterliegt.

Ich kann dann fragen: **Woher kommt dieses Gesetz für die Bahn des Steines und für die Bewegung der Planeten?** Das ist die erste Frage. Wenn Sie jetzt **Newton** antworten, dann haben Sie die Frage nicht verstanden. Sie werden vielleicht auch geneigt sein, gleich zu sagen, dass diese Frage keinen Sinn macht. Es ist einfach so, könnten Sie sagen. Dann fühlen Sie nicht die Freude, die einst Demokrit fühlte. Wir sprechen nachher darüber, denn zuerst will ich etwas mehr zum Wesen der Gesetzmäßigkeit sagen, die deutlich macht, 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.

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 die zweite Frage.

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.*⁷

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 der dritten Frage: **Was hat der Verstand erwidert?**

⁷Anaxagoras Methodensatz z.B. in Schadewaldt: Die Anfänge der Philosophie bei den Griechen, Suhrkamp Taschenbuch, Frankfurt 1988.

Überaus empfehlenswerte Hinführung zu philosophischen Gedanken.

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 überlieferten Schriften von Newton zu finden, man wird hauptsächlich Ungereimtes finden, wie hohles Gerede wird es vielen vorkommen. 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. Gingen wir 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 noch sagen sollen? Er hätte natürlich fragen können, wieso sein Sieg ein Fall sei. Aber das wäre dann doch ein recht armseliger Verstand, der nicht kapiert, was die Sinne zu sagen wissen. Also bliebe als Möglichkeit eine Widerrede des Verstandes, die den Sinnen erklärt, wieso der Sieg ein glorreicher sei und warum die Sinne irren.

Darum müssen wir verstehen, warum mit dem Sieg ein Fall einhergeht. Was bedeutet der Sieg? Alle Phänomene sind erklärbar durch die Theorie der Atome. Diese Theorie ist noch nicht mathematisch formuliert zu Demokrits Zeit. Diese Theorie muss erst noch mathematisch erdacht werden. Wir sind 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 ver-

schaffte 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 in unserem Geiste existiert, dort sind die Atome und ihr gesetzmäßiges Verhalten angesiedelt. Sie sind nicht Teil unserer anschaulichen Welt, das hatte Parmenides prophezeit und Anaxagoras ausgesprochen. Wo steht uns aber dann der Fall ins Haus, gesetzt die Situation, wir hätten die Theorie endgültig erdacht (wovon wir mit ziemlicher Sicherheit weitere Jahrtausende entfernt sind.) Genau da, wo wir siegen. Denn wo wird diese engültige Theorie sein? In unserer Gedankenwelt, nirgends sonst. Welches ist die reale Welt? Die in unserem Geist, es gibt keine andere. Aber dieser 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 erst. Dann gibt es die reale Welt nur einmal, nämlich in einem außerphysikalischen Verstand. Was für ein schrecklich tiefer Fall! Hat das Demokrit gesehen? Ich denke, 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. Bewusstsein ist zur Zeit noch außerphysikalisch. Wir müßten Physik neu definieren, wollten wir Geist mit hineinnehmen. Dazu müßte ein neuer Heraklit kommen. Aber der hat noch tausende Jahre Zeit, denn wir müssen erstmal das Gesetz der Heraklitschen Physik finden.

Was ist der Ursprung des Gesetzes?, war die erste Frage. Wir könnten 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.*⁸

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.*⁹

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 leben wir nicht, um zu überleben, sondern wir leben, um denkend zu fühlen und am Ende zu verstehen, wer wir sind.

⁸Newton über die Körper: Isaac Newton: Über die Gravitation..., Klostermann Texte, Philosophie, 1988

⁹Man versteht, dass ein solcher Mann aus der jüdische Gemeinde ausgestoßen wurde, er wäre auch aus einer christlichen entfernt worden!