

# Boltzmann und die Evolutionäre Erkenntnistheorie

Erhard Oeser

Während man sich über Ludwig BOLTZMANNs große und grundlegende Leistungen auf dem Gebiet der theoretischen Physik durchaus einig ist, ist seine Erkenntnistheorie bei den Philosophen und Wissenschaftstheoretikern weitgehend unbekannt geblieben oder völlig abgelehnt worden. Zwei Zitate sollen das belegen. So schreibt der kürzlich verstorbene Paul Feyerabend in der Encyclopedia of Philosophy:

*"Es ist bedauerlich, daß Boltzmanns allgemeine Philosophie, die in unmittelbarer Verbindung mit seiner Physik steht, praktisch unbekannt ist, denn seine Überlegungen sind auch für die gegenwärtige Diskussion relevant und bilden ein vielversprechendes Feld für weitere Untersuchungen."*  
(Feierabend, P. 1972)

Die Meinung der Wiener Philosophen nach dem Abgang des Wiener Kreises läßt sich durch folgende Worte kennzeichnen, die ehrlich ausdrücken, was sonst zumeist unausgesprochen geblieben ist:

*"Die Geschichte der Philosophie der Wiener Universität ist voll von großen und kleinen Skandalen. Einer dieser Skandale ist die Berufung des Physikers und A-Philosophen Ernst MACH auf eine philosophische Lehrkanzel unmittelbar nach dem erzwungenen Abgang von Franz BRENTANO aus Wien 1895. Diese Provokation wird nur noch übertroffen durch die Berufung des Physikers und Anti-Philosophen Ludwig Boltzmann als Nachfolger von Ernst Mach 1902. Mit dieser Aussage möchte ich keineswegs die Bedeutung Machs für die Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften in Frage stellen und auch nicht den Mathematiker und Physiker Boltzmann diffamieren. Aber ihre Berufung auf eine philosophische Lehrkanzel und noch dazu in der damaligen Situation ist und bleibt eine Ungeheuerlichkeit."*  
(Schmied-Kowarzik, W. 1993)

Eine geradezu kurios anmutende Umkehr dieser unter den Philosophen üblichen Meinung über Boltzmann als schlechten Philosophen und guten Physiker ist die Haltung Poppers zu Boltzmann. Denn Popper vermutet in Boltzmann einen guten Philosophen, weil er mit ihm übereinstimmt, aber einen schlechten Physiker, der seine realistische Philosophie geopfert hat, um sein subjektivistisch-tautologisches physikalisches Theorem zu retten:

*"Boltzmann ist als Philosoph kaum bekannt; bis vor ganz kurzer Zeit wußte auch ich sehr wenig über seine Philosophie, und ich weiß noch immer viel weniger darüber, als ich eigentlich wissen sollte. Doch mit allem, was ich davon weiß, stimme ich überein; vielleicht mehr noch als mit irgend einer anderen Philosophie ..."*

*"Boltzmann führte eine subjektivistische Theorie des Zeitpfeils ein und gleichzeitig eine Theorie, die den Entropiesatz auf eine Tautologie reduzierte. ... Das Opfer, das er seiner realistischen Philosophie brachte, um sein Theorem zu retten, war also vergeblich."* (Popper 1982)

Sieht man von diesem sicherlich unzutreffenden Vorwurf Poppers (vgl. Lebowitz 1993) ab, so fragt sich, worauf nun diese realistische Philosophie Boltzmanns gegründet ist und worin diese Übereinstimmung mit Poppers Auffassung besteht. Die keineswegs unproblematische Antwort lautet: in der sogenannten "evolutionären Erkenntnistheorie".

Wenn man den Namen Boltzmanns mit der "evolutionären Erkenntnistheorie" in Beziehung bringt, weiß man zunächst nicht, ob man dem Andenken Boltzmanns damit etwas Gutes tut. Vor allem dann, wenn man der Meinung ist, daß Boltzmann selbst ein philosophisch ernst zu nehmender Erkenntnistheoretiker war. Denn das, was heutzutage unter der Bezeichnung evolutionäre Erkenntnistheorie läuft, ist ein ziemlich breitgetretener und von der philosophischen Kritik breitgeklopfter erkenntnistheoretischer Komplex von Aussa-

---

Univ. Prof. Erhard Oeser, Institut für Wissenschaftstheorie und  
Wissenschaftsforschung der Universität Wien.

Dieser Beitrag wurde als Vortrag am Internationalen Boltzmann-Symposium  
in Wien am 25. Februar 1994 gehalten.

Ludwig Boltzmann, im Jahre 1898  
(Bildrechte: Österr. Nationalbibliothek)

gen, der abgesehen von zum Teil überzogenen und nicht eingelösten Ansprüchen in sich mehr und mehr widersprüchlich geworden ist und sich von den ursprünglichen Intentionen Boltzmanns weit entfernt hat.

Andererseits ist unübersehbar, daß Boltzmann selbst seine gesamte erkenntnistheoretische Position, die für ihn der Leitstern bei der Entwicklung und Ausarbeitung seiner physikalischen Theorien war, auf die Grundlage der Darwinischen Evolutionstheorie stellt und in diesem Sinne wie kaum ein anderer in der Geschichte der Naturwissenschaft nach Darwin als "evolutionärer Erkenntnistheoretiker" bezeichnet werden muß. Das ist schon mehrfach ausdrücklich festgestellt worden. Am frühesten vielleicht von Broda (1955), der auch Konrad Lorenz davon überzeugen konnte, in Boltzmann einen Vorläufer seiner Ideen zu sehen. Inzwischen ist schon längst klar geworden, daß die Grundidee der evolutionären Erkenntnistheorie, daß es ein im biologischen Sinn angeborenes Wissen vor aller Erfahrung gibt, von Darwin selbst stammt. Er hat diese Auffassung, wie aus seinen nachgelassenen Notizbüchern eindeutig hervorgeht, bereits auf Platons Ideenlehre angewendet, wenn er sagt, daß man an Stelle der metaphysischen Präexistenz, in der die Seele vor dem Leib die Ideen angeschaut hat, die Präexistenz des Affen vor dem Menschen annehmen muß. Und nicht nur Darwins philosophischer Zeitgenosse Spencer, von dem Darwin den berühmt gewordenen Ausdruck "survival of fittest" übernommen hat, sondern auch eine Reihe von Neokantianern haben sich auf Darwins Evolutionstheorie berufend eine phylogenetische Interpretation des Kantischen Apriori, d.h. der sogenannten Anschauungsformen Raum und Zeit und der Denkkategorien wie z.B. der "Kausalität" vorgeschlagen.

Auch bei Boltzmann ist die Berufung auf Darwins Evolutionstheorie unübersehbar. Er hat jedoch selbst keineswegs in dieser Angelegenheit einen Prioritätsanspruch erhoben. Vielmehr zögert er auch nicht, wie bereits Dieter Flamm (1987) ausführlich gezeigt hat, Ernst Mach zu zitieren, der ja noch vor ihm die Vorstellung einer der biologischen Evolution analogen Evolution der menschlichen Erkenntnis vertreten hat.

Umso erstaunlicher ist die gar nicht wegzuleugnende Diskrepanz in der Auffassung über die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Physik bei Mach und Boltzmann. Während Boltzmann ein Vertreter der mechanistischen Erklärungsmodelle war, war Mach ein strikter Vertreter der phänomenologischen Physik, der jede anschauliche hypothetische Erklärung, die über die bloß mathematische Beschreibung bzw. ökonomische Zusammenfassung der Sinnesdaten hinausging, abgelehnt hat.

Damit ergibt sich die Frage: Welchen Wert hat eine Erkenntnistheorie, die zu so unterschiedlichen methodologischen Auffassungen in der physikalischen Forschung führt?

Diese Frage verschärft sich noch für die gegenwärtige Situation, wenn man die endlosen internen Kontroversen innerhalb der sogenannten evolutionären Erkenntnistheorie über grundlegende methodologische Fragen wie etwa über das Induktionsproblem berücksichtigt - ganz abgesehen von jenen höchst unterschiedlichen Auffassungen über den Realitäts-

gehalt wissenschaftlicher Begriffe und Modellvorstellungen, wie überhaupt über die sogenannte "Realität" selbst und über die erkenntnistheoretische Position, die man ihr gegenüber einnimmt. Hier reicht innerhalb der evolutionären Erkenntnistheorie die Skala von einem metaphysischen Realismus, gekoppelt mit einer naiven Abbildtheorie der Erfahrung bis hin zu konstruktivistischen Überlegungen solipsistischer Art. Angesichts solcher fundamentaler Diskrepanzen kann daher die Antwort auf die Frage nach dem Wert der evolutionären Erkenntnistheorie nur lauten: daß es sich bei der Berufung auf den phylogenetischen Ursprung unserer menschlichen Erkenntnisfähigkeit noch gar nicht um eine Erkenntnistheorie im eigentlichen Sinn handelt, sondern lediglich um die notwendigen, aber nicht hinreichenden Bedingungen menschlicher Erkenntnis, in der selbstverständlich die wissenschaftliche Erkenntnis und insbesondere die naturwissenschaftlich-physikalische Erkenntnis mit eingeschlossen werden muß. Wobei wissenschaftliche Erkenntnis, wie Boltzmann übrigens selbst hervorhebt, eine artspezifische Hirnleistungspotenz darstellt und das Charakteristische an der Erkenntnisfähigkeit des Menschen ausmacht, in dem er sich von allen anderen Lebewesen unterscheidet. Kein Evolutionsbiologe oder Verhaltensforscher würde heute bezweifeln, daß es weder Schweinen noch Affen gelingen kann, die Integralrechnung oder die Quantenphysik zu entwickeln oder poetische Leistungen in der Art von Homers Odyssee oder Goethes Faust zu vollbringen.

Für Lorenz selbst war es klar, daß die auf der Darwinischen Evolutionstheorie aufbauende vergleichende Verhaltensforschung, die ähnliche Verhaltensweisen von unterschiedlichen Lebewesen auf gemeinsame Abstammung und somit echte Verwandtschaft zurückführt, von einer abgestuften Ähnlichkeit ausgehen muß, die auch die artspezifischen Unterschiede und letzten Endes auch die Sonderstellung des Menschen anerkennt. Diese Sonderstellung des Menschen ist eine biologische Tatsache. Denn sie beruht auf der einzigartigen Struktur und Funktion des Menschenhirns als eines "Weltbild-Apparates", wie Lorenz unabhängig von Boltzmann - aber völlig konform mit ihm - sich ausgedrückt hat. In diesem Sinne ist daher der bekannte Ausspruch von Popper: "Von der Amöbe zu Einstein ist, sozusagen, nur ein Schritt" (1972, S. 375) als eine Metapher zu verstehen, die sich bloß auf den allgemeinen Mechanismus von "Versuch und Irrtumsbeseitigung" bezieht, aber noch keine Erklärung der artspezifischen kognitiven Fähigkeiten des Menschen enthält.

Wie wichtig jedoch die allgemeinen Grundlagen menschlicher Erkenntnis auch für Mach und Boltzmann waren, geht daraus hervor, daß beide selbst, in intensiver und durchaus ernst zunehmender Weise, Verhaltensforschung ganz im Lorenzschen Sinn betrieben haben. Mach hat sogar eine wissenschaftliche Veröffentlichung auf dem Gebiet der Vergleichenden Verhaltensforschung aufzuweisen. In seinem Todesjahr 1916 erschien in der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift*, Band 31 in Jena eine Arbeit von ihm unter dem Titel "Einige vergleichende Tier- und Menschenpsychologische Skizzen". Zwischen Mach und Boltzmann gibt es aber auch in dieser Hinsicht einen Unterschied. Auf eine etwas boshafte doppeldeutige Weise, wie Boltzmann gerne selbst seine Gegner kritisierte, kann man sagen:

*Mach hatte einen Vogel, Boltzmann hatte einen Hund.*

Tatsächlich hatte Mach, der ähnlich wie Lorenz der Meinung war, "daß das Leben mit Tieren unvergleichlich mehr wert ist wie bloße Beobachtung" (Mach, *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, S. 626) acht Jahre lang mit einem Sperling zusammengelebt, den er wegen seiner schwächlichen Statur "Krepaunzl" nannte und mit dem er tagtäglich Versuche anstellte. Boltzmann dagegen hatte, wie seine Enkelin Ilse Fasol-Boltzmann berichtet, in Graz einen Schäferhund, der täglich um die Mittagszeit von zu Hause in die Stadt gelaufen kam, vor dem Institut wartete und seinen Herrn in ein nahegelegenes Gasthaus begleitete. Mag das nun ein Zufall sein oder nicht: Während man in den Schriften von Mach immer wieder Bezüge zum Verhalten von Insekten und Vögeln findet, tauchen bei Boltzmann häufig auch an höchst abstrakten Fragestellungen Hinweise auf das Verhalten von Hunden auf.

Der sachliche Hintergrund ist der, daß Mach als sensualistischer, positivistischer Erkenntnistheoretiker und Vertreter einer phänomenologischen Physik Darwins Lehre auf die Physiologie der Sinne anwenden wollte, während Boltzmann als theoretischer Physiker an der Konstruktion von internen Weltbildern mit Hilfe des zentralen Verarbeitungssystems interessiert war.

Als Endergebnis liefert Mach eine eindrucksvolle Theorie des physikalischen Experimentes, das er bis in den vor-menschlichen Bereich ausdehnt, indem er an vielen Beispielen tierischen Verhaltens nachweist, daß das "Experiment nicht ausschließlich Eigentum des Menschen" ist (Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, 1905)

Boltzmann dagegen liefert eine Theorie der Evolution der wissenschaftlichen Methode, die für ihn - wie er selbst sagt - "das Skelett ist, das den wissenschaftlichen Fortschritt trägt." In diesem Zusammenhang macht aber auch Boltzmann eine zunächst nur als polemische Metapher erscheinende Bemerkung über den unabweisbaren metaphysischen Drang nach der Erkenntnis der letzten Ursachen. In seiner Vorlesung vom 10. November 1903 sagt er (zitiert nach der Mitschrift eines Mitarbeiters, vgl. I. Fasol-Boltzmann 1990, S. 173) "Ein Hund ist gewohnt, einen besonders großen Bissen heimlich in einen Winkel zu tragen und dort zu verzehren, oder vor dem Schlafengehen sich ein Loch zu graben, auch auf glatten Boden kratzt er erst längere Zeit, bevor er einschläft; es ist ihm angeboren. So könnte uns gewissermaßen das Wühlen in den Erkenntnisgrund angeboren sein. Wir wühlen immer, bis wir die Wahrheit finden, eben in den Fällen, wo wir durch unsere Anstrengungen wirklich etwas zu-

Ernst Mach  
(Bildrechte: Österr. Nationalbibliothek)

tage fördern, aber auch wo nichts zu finden ist, haben wir das Streben fortzuwühlen..."

Und in seinen eigenen stenographischen Notizen schreibt er: "Hund, der auf fremdem (glattem) Boden mit den Füßen scharrt. Graben wir nicht auch nach Wahrheit, wo fremder Boden ist? Welch große Zeit, wenn die Gespenster verschwinden würden." (I. Fasol-Boltzmann 1990, S. 88) Die Gespenster, die er meint, sind die Kantischen Antinomien, die für ihn in der heutigen Terminologie der Ethologie ausgedrückt auf einen angeborenen endogen ausgelöster Leerlauf unserer komplexen Maschinerie des Menschenhirns beruhen, der zu keinem Ergebnis führen kann. Das einzige, was man tun kann und wozu wir auch fähig sind, ist eine Veränderung oder Modifikation der angeborenen Denkgewohnheiten. Daß dies möglich ist, zeigt nach Boltzmanns Auffassung die Geschichte der Physik und seine eigentliche auf die Physik bezogene Erkenntnistheorie, die auf der Idee der Freiheit des menschlichen Denkens beruht, die auch unsere angeborenen Beschränkungen überwinden kann, ist die systematische Begründung für diese Ansicht.

Welche Bedingungen hat daher eine solche, die biologischen Grundlagen überschreitende Erkenntnistheorie zu erfüllen?

9. Sie muß den konkreten wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß leiten können .
10. Sie muß verallgemeinerungsfähig sein, d.h. sie darf nicht nur ad hoc gültig für besondere Theorien zu einem besonderen historischen Zeitpunkt sein. Das bedeutet nicht, daß

sie allgemeingültig sein muß im Sinne mancher philosophischer Absolutheitsansprüche, d.h. ewig für alle Zeiten gültig, sondern sie muß nur fortsetzbar sein, indem sie sich ständig modifizierend dem jeweiligen wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß anpaßt.

Nur in dieser verallgemeinerungsfähigen Gestalt kann eine aus der praktischen physikalischen Forschung entstandene erkenntnistheoretische Reflexion mit dem in Kontakt gebracht werden, was in der Geschichte der Philosophie seit jeher in systematischer Weise unter dem Titel Erkenntnistheorie abgehandelt worden ist. Daß Boltzmann diese Verbindung von systematisch-philosophischer Erkenntnistheorie angestrebt hat, geht eindeutig aus seinen eigenen Bemerkungen hervor, wenn er z.B. in einem seiner letzten Vorträge über statistische Mechanik aus dem Jahre 1904 sagt: "Ich bin hier philosophischen Fragen nicht aus dem Weg gegangen in der festen Hoffnung, daß ein einmütiges Zusammenwirken der Philosophie und Naturwissenschaft jeder dieser Wissenschaften neue Nahrung zuführen wird, ja daß man *nur auf diesem Wege* zu einem wahrhaft konsequenten Gedankenausdruck gelangen kann." (*Populäre Schriften*, S. 363)

Ein solches Zusammenwirken von Philosophie und Naturwissenschaft in erkenntnistheoretischen Grundfragen setzt natürlich, wie Boltzmann selbst genau weiß, auch ein gegenseitiges Verständnis und eine gewisse Arbeitsteilung voraus.

Manche Aussagen, die Boltzmann gegenüber zeitgenössischen Philosophen wie z.B. Schopenhauer gemacht hat, scheinen dieser Vorstellung einer fruchtbaren und notwendigen Kooperation von Philosophie und Naturwissenschaft zu widersprechen und die weitverbreitete Vorstellung zu unterstützen, daß Boltzmann nicht nur ein philosophischer Dilettant oder Autodidakt (Broda 1955), sondern sogar ein Antiphilosoph (Schmied-Kowarzik 1993) war. Die Auflösung dieses scheinbaren Widerspruchs liegt in einem einzigen kurzen Satz aus der fragmentarischen Aufzeichnung zur Naturphilosophie, der da lautet:

*Ich ehre Philosophie, ich hasse Philosophen.*

Geht man nun von dieser Vorstellung einer notwendigen Kooperation von Philosophie und Naturwissenschaft aus und wendet man sie auf Boltzmanns eigene erkenntnistheoretisch-naturphilosophischen Ideen an, dann ist auch die Aufgabenstellung der Philosophie in diesem Punkt klar: Sie besteht weder in einer philosophischen Kritik, noch in einer Apologie der Boltzmannschen Ideen, noch in dem Versuch Boltzmann als einen Vorläufer für irgend eine geläufige Richtung der Philosophie in Anspruch zu nehmen, sondern sie besteht in einer systematischen Rekonstruktion, die auch eine Form der Aktualisierung und nicht nur eine rein historische Beschreibung ist, sondern selbstverständlich eine Bewertung enthält. Und zwar nach jenen Anforderungen, die man von jeder Form der Erkenntnistheorie erwarten kann. Konkret heißt das nun:

1. Auf welcher Grundlage beruht die Boltzmannsche Erkenntnistheorie und läßt sich diese Grundlage auch rechtfertigen?
2. Kann die Boltzmannsche Erkenntnistheorie konkret nachweisbar den wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß auf er-

folgreiche Weise leiten. In diesem Fall bezogen auf die physikalischen Theorie, die Boltzmann selbst vertreten hat, insbesondere die mechanische Theorie der Wärme, die auf der molekularen Struktur der Materie beruht?

3. Ist die Boltzmannsche Erkenntnistheorie verallgemeinerungsfähig in dem Sinne, daß sie nicht nur für physikalische Erkenntnisse zu einer bestimmten Zeit gültig ist?

Alle diese drei Fragen lassen sich rekonstruktiv, d.h. im Nachhinein allein durch Kenntnis der historischen Wirksamkeit dieser Theorie beantworten, ohne daß man sich auf einen "höheren Standpunkt" eines philosophischen Besserwissers stellt, der sie von oben herab sozusagen mit den Augen Gottes betrachtet und sein Urteil darüber fällt. Es ist vielmehr die Geschichte der wissenschaftlichen Erkenntnis selbst, die auch über den Wert und Unwert einer Erkenntnistheorie entscheidet, genauso wie sie zu Gunsten der Boltzmannschen Atomistik und der mechanischen Wärmetheorie entschieden hat.

Auf die *erste Frage* nach dem Fundament seiner erkenntnistheoretischen Auffassungen hat Boltzmann eine klare Antwort gegeben. Sie lautet:

"Nach meiner Ansicht ist alles Heil für die Philosophie zu erwarten von der Lehre Darwins" (*Populäre Schriften*, S. 396)

Solange man den menschlichen Geist, die menschliche Erkenntnisfähigkeit und die sogenannten Denkgesetze unabhängig von ihrer evolutionären Entstehung betrachtet, bleiben sie in ihren Funktionen und Leistungen unerklärlich. Erst wenn man sie als angeborene und vererbte Fähigkeiten ansieht, die sich in einer Jahrmillionen dauernden Auseinandersetzung mit einer reichhaltigen Umwelt ausgebildet haben, wird man sowohl ihr Funktionieren als auch ihr Versagen verstehen können. Gerechtfertigt ist diese Ansicht vom genetischen Apriori, wie immer man es auch zum Kantischen Apriori in Beziehung setzen mag (auch Kant hat zumindest einen "angeborenen Grund" der Kategorien angenommen), als eine logische Konsequenz der Darwinischen Evolutionstheorie. Das heißt, wer die Evolutionstheorie akzeptiert, muß auch die evolutionäre Erkenntnistheorie als notwendige, aber nicht hinreichende Grundlage menschlicher Erkenntnisfähigkeit akzeptieren. Nicht hinreichend ist diese Erklärung menschlicher Erkenntnisfähigkeit deswegen, weil sie zwar das unmittelbare, dem Überleben dienende kognitive Verhalten aus den angeborenen Erkenntnismechanismen erklären kann, nicht aber deren Modifikationen und Überschreitungen, wie sie die wissenschaftliche Erkenntnis selbst zeigt.

Diese Modifikationen sind nicht einfach Weiterentwicklungen oder Fortsetzungen der auf der Entwicklung der Sinnesorgane beruhenden angeborenen Anschauungsformen und Denkgewohnheiten, welche die bloßen Wahrnehmungen miteinander verknüpfen, sondern arbeiten diesen sogar entgegen.

Die Frage ist, wie das überhaupt mit der biologischen Grundlegung der menschlichen Erkenntnisfähigkeit im Rahmen der Evolutionstheorie zu vereinbaren ist, die doch nahelegt, daß die genetisch determinierten Erkenntnismecha-

nismen absolute Begrenzungen für die biologische Art homo sapiens sind oder wie ein Kritiker der evolutionären Erkenntnistheorie aus der jüngsten Gegenwart gesagt hat, "eine Brille darstellt, die man nie abnehmen kann." (Frey 1980)

Die Antwort auf diese Kritik, die bereits Boltzmann vorweggenommen hat, lautet: Die Evolution hat mit dem Menschenhirn ein artspezifisches Extremorgan ausgebildet, das die Möglichkeit der Selbstüberwindung und Selbstmodifikation in sich trägt und trotzdem nicht aus dem Rahmen des Mechanismus der Evolution fällt. Denn das Gehirn des Menschen dient der Herstellung von Weltbildern, die für die Erhaltung der Art von ebenso großer Nützlichkeit ist wie die ungewöhnliche Länge des Giraffenhalses oder Storchnesens (Populäre Schriften, S. 179)

In dieser Betonung der Entwicklung des zentralen Verarbeitungssystems gegenüber der Entwicklung der Sinnesorgane besteht auch der entscheidende und für den Aufbau einer speziellen Erkenntnistheorie der Physik gravierende Unterschied zu Ernst Mach, der selbst ausdrücklich betont hat, daß er die Darwinsche Lehre auf die Theorie der Sinnesorgane anwenden wollte und daher in den Sinnesdaten selbst das einzig Reale gesehen hat, während für ihn Gesetze und Theorien der Physik ausschließlich nur Instrumente einer Denkökonomie sind, die nichts anderes als Arbeitersparnis bewirken.

Für Boltzmann dagegen ist der zentrale Verrechnungsapparat des menschlichen Gehirns der Träger des Mechanismus der menschlichen Erkenntnisfähigkeit. Er spricht daher ausdrücklich von einem "Mechanismus im Menschenkopf", der es erlaubt, in unbegrenzter Weise über die Sinneserfahrung hinauszugehen und immer neue Weltbilder zu konstruieren, deren Realitätsgehalt allein darauf beruht, "daß man präzise Anweisungen zu zweckentsprechendem Eingreifen in die Ereigniswelt erhält." (I. Fasol-Boltzmann 1990, S. 401)

Damit läßt sich nun die *zweite Frage* nach der erfolgreichen Anwendung der Boltzmannschen Erkenntnistheorie auf den wissenschaftlichen physikalischen Erkenntnisprozeß beantworten: Boltzmanns eigentliche evolutionäre Erkenntnistheorie ist eine die biologisch-evolutionären Grundlagen überschreitende Theorie der Entwicklungsfähigkeit der menschlichen Erkenntnis, die ihre organische Grundlage in der nicht nur phylogenetischen, sondern auch ontogenetisch einzigartigen Entwicklungsfähigkeit des Menschenhirns und ihre historischen Grundlagen in der Entwicklungsgeschichte der physikalischen Theorien hat, die bereits zu Boltzmanns Zeiten einen faktisch-realen Beweis für die Modifikation und Überwindung unserer angeborenen Anschauungs- und Denkformen geliefert hat.

Das zeigt sich für Boltzmann nicht nur an der Entwicklung des Kopernikanischen Weltbildes oder der Gravitationstheorie Newtons, die die bisher für unmöglich gehaltene Vorstellung der Gegenfüßler an den entgegengesetzten Punkten der Erdkugel erst akzeptabel gemacht hat, sondern auch an der von ihm selbst immer präziser und allgemeiner entwickelten atomistischen Theorie, ebenso, wie er prophetisch sagt, auch an dem "Schwinden der Vorurteile gegen den nichteuklidischen und vierdimensionalen Raum" (I. Fasol-Boltzmann

1990, S. 402), dessen physikalische Bedeutung er damit schon vorausgeahnt hat.

Was sind nun die Grundelemente der speziellen, auf die Entwicklung der Physik ausgerichteten Erkenntnistheorie Boltzmanns?

Ausgangspunkt und Streitpunkt zugleich unter den zeitgenössischen Physikern ist die Auffassung von der Aufgabe der physikalischen Theorie. Während für Mach diese Aufgabe allein in der Arbeitersparnis besteht, liegt sie für Boltzmann in der Konstruktion "eines existierenden Abbildes der Außenwelt, das uns in allen unseren Gedanken und Experimenten als Leitstern zu dienen hat." (Populäre Schriften, S. 77) Jede Theorie ist eine Art von komplexer Gesamtvorstellung oder eine Vorstellung im Großen, was sich bei der Bildung jeder Vorstellung im Kleinen in uns vollzieht. Auch in einer mathematisch formulierten physikalischen Theorie ist daher nicht das Wesentliche die Formel, sondern die interne Repräsentation der realen Außenwelt. Der wahre Theoretiker sagt Boltzmann, "spart mit Formeln und drückt vielmehr in Worten aus, was sich in Worten sagen läßt. Das bloße Wohlgefallen am Formalen ist in der Naturwissenschaft genauso gefährlich für den Fortschritt wie in der Mathematik, in der Logik und in der Erkenntnistheorie. Denn auch dort bedeutet diese Haltung nichts anderes, als die Mathematik vor lauter algebraischen Formeln, die wahre Logik vor lauter anscheinend schulgerecht gebauten Syllogismen, die wahre Philosophie vor lauter philosophisch sich herausputzendem Krimskrams, kurz: den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen zu wollen" (Populäre Schriften, S. 378).

Diese nachträglich so plausibel klingende Auffassung stand jedoch damals in einem krassen Gegensatz zur Erkenntnistheorie einer phänomenologischen Physik, die nicht nur jede anschauliche Vorstellung, sondern jedes auch noch so abstrakte Erklärungsmodell für absolut überflüssig, ja irreführend angesehen hat. Die deutsche Physik, allen voran so bedeutende Vertreter wie Kirchhoff und Mach waren entweder Anhänger eines positivistischen Beschreibungsideals im Sinne der phänomenologischen Physik oder forderten zumindest wie Heinrich Hertz, daß die Bilder oder Erklärungsmodelle, die wir konstruieren, den Denkgesetzen entsprechen müssen, die er als a priori unabhängig und vor aller Erfahrung für gültig hält.

Genau an diesem Punkt setzt die Kritik Boltzmanns ein. Für seine evolutionistische Auffassung von den Denkgesetzen gibt es keine a priori gültigen und somit unabänderlichen Denkgesetze, die als "unbedingt oberste Richter" anzuerkennen sind. Sie sind selbst nur Produkte der Evolution und gültig nur dort, wo sie sich bereits bewährt haben. Es geht daher nicht um die Zulässigkeit von physikalischen Theorien als Erklärungsmodelle im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit den Denkgesetzen, sondern die letzte und alleinige Entscheidung über ihre Richtigkeit und Zweckmäßigkeit liegt darin, daß sie die Erfahrung möglichst einfach und durchaus treffend darstellen. Und gerade darin liegt wieder die Probe für die Richtigkeit der Denkgesetze. Treten Widersprüche auf, sind nicht die passenden Erklärungsmodelle, sondern die Denkgesetze oder die Logik selbst zu ändern. Oder noch schärfer ausgedrückt: "Nicht die Logik, nicht die Philosophie, nicht die Metaphysik entscheidet in letzter Instanz, ob

etwas wahr oder falsch ist, sondern die Tat." Deshalb hält auch Boltzmann die Errungenschaften der Technik nicht für nebensächliche Abfälle der Naturwissenschaften, sondern, wie er ausdrücklich sagt, "für logische Beweise". (I. Fasol-Boltzmann 1990, S. 394)

In der heutigen Terminologie der Wissenschaftstheorie ausgedrückt handelt es sich bei Boltzmann nicht um einen simplen Pragmatismus, sondern um eine Technologie des wissenschaftlichen Erkenntnisfortschrittes, die sich heutzutage am eindeutigsten in dem Konzept einer "Computational Philosophy of Science" ausdrückt, deren Grundprinzip die Modellierung eines Realitätsausschnittes und die "Effektivität" der Lösungsstrategie ist, welche durch eine bestimmte Programmarchitektur vorgegeben wird. In diesem Sinne ist nun auch Boltzmanns "Bild"-Konzeption der physikalischen Theorie zu verstehen, die grundlegend für die Entwicklung seiner eigenen mechanischen Wärmetheorie war, und in heutiger Terminologie ausgedrückt die Repräsentation eines konkreten, in diesem Fall mathematisch ausgearbeiteten Modells der physikalischen Realität ist.

Über die Bild-Konzeption gibt es in der Boltzmann-Literatur bereits eine ausgedehnte Kontroverse, die sich im angloamerikanischen Bereich vor allem auch in den Übersetzungsschwierigkeiten des deutschen Wortes "Bild" ausdrückt, worüber bereits Salvo D'Agostino am internationalen Boltzmann Symposium in Rom 1989 referiert hat. Die Skala reicht von den englischen Begriffen "image" über "internal picture" bis zu "representation", wobei sich auch im Bezug auf Hertz ein Unterschied ergibt, der bei der Umschreibung des Ausdruckes "Bild" den Ausdruck "Darstellung" bevorzugt im Unterschied von Boltzmann, der immer von "Vorstellungen" spricht. Hinter diesem scheinbaren Begriffschaos steht jedoch eine ausgefeilte Repräsentationstheorie, die auf Kant selbst zurückzuführen ist und einen untrennbaren Zusammenhang von Wahrnehmen, Vorstellung und abstrakten Denken postuliert.

Zunächst einmal ist festzuhalten, daß die erkenntnistheoretische Auffassung vom "Bild"- oder Modellcharakter einer physikalischen Theorie die leitende Grundidee für die Entwicklung seiner atomistisch-mechanischen Wärmetheorie war, deren Durchsetzung er nicht mehr erleben konnte. Boltzmann, der selbst niemals den Narren spielen wollte, der auf eigene Faust philosophiert, weder im Bezug auf die traditionelle Philosophie noch in der speziellen, die physikalische Theoriebildung leitenden Erkenntnistheorie, wie sie in der Geschichte der neuzeitlichen Physik seit Galilei entwickelt worden ist, hat sich selbst sehr genau in eine bestimmte Entwicklungsrichtung eingeordnet.

Ausgangspunkt ist die von Faraday und Maxwell begründete Elektrodynamik. Es ist viel zu wenig bekannt, daß Boltzmann selbst zwei wichtige frühe Schriften von Maxwell übersetzt und in Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften veröffentlicht hat. In der ersten dieser beiden Schriften von Maxwell, die über Faradays Kraftlinien handelt, hat Maxwell seine Erkenntnistheorie dargestellt, die von Boltzmann in Anmerkungen kommentiert und der zu seiner Zeit im deutschen Sprachraum vorherrschenden positivistischen Erkenntnistheorie gegenübergestellt wird. Boltzmann stellt fest, daß diese neue Erkenntnistheorie der Phy-

sik, wie sie mit dem Mach-Kirchhoffschen Beschreibungsideal vertreten wird, genau zu jenem Zeitpunkt einen bedenklichen Schwenk vollzogen hat, als sich die Biologie durch Darwins Evolutionstheorie gerade zu einer theoretischen Erklärung erhoben hat, die über die bloße Beschreibung oder bestenfalls Klassifizierung der Phänomene, wie sie bisher in Zoologie und Botanik üblich war, hinausgeht. Boltzmann sieht daher in der, wie er sagt, "modernen Erkenntnistheorie" seiner Physikerzeitgenossen einen Rückschritt. Und in der Tat hat sich ja auch diese erkenntnistheoretische Grundhaltung, die am starrköpfigsten von Mach vertreten worden war, als großes Forschungshindernis im Bezug auf die atomistische Theorie erwiesen, deren Durchsetzung Boltzmann nicht mehr erleben konnte. Und selbst Max Planck, der an dieser Durchsetzung maßgeblich beteiligt und Boltzmann einen unbeugsamen wissenschaftlichen Optimismus bescheinigte, hatte Bedenken gegen das freie Gedankenspiel hypothetischer, die Erfahrung weit überschreitende Modelle, die ja auch die Brücke bildeten für die Erkenntnis Boltzmanns über den Zusammenhang von Entropie und Wahrscheinlichkeit.

Wenn aber Planck den warnenden Satz ausspricht, daß man, je kühner und enthusiastischer sich die himmelstürmenden Phantasien betätigen, umso nüchterner man sich des Umstandes bewußt sein muß, daß neben der höchsten Vernunft der größte Unsinn lauert und man daher seine Gedankenflüge stets nach dem mathematisch Zulässigen, wie auch experimentell Erfassbaren ausrichten muß, (Planck, *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, Bd.II, S. 121) dann hat er sowohl die erkenntnistheoretische Grundhaltung als auch die tatsächliche Forschungspraxis von Boltzmann selbst getroffen. Denn Boltzmann war weit davon entfernt, seine hypothetischen Modelle unabhängig von der Mathematik zu sehen. Vielmehr war ihm die Mathematik selbst - sowohl die Zahlenlehre als auch die Geometrie - eine Quelle der streng geregelten menschlichen Intuition, insbesondere für die physikalischen Grundhypothesen über Raum und Zeit, wie vor allem seine bisher unbekannt gebliebenen naturphilosophischen Vorlesungen im Wintersemester 1903/04 zeigen, die fast zur Gänze diesen Themen gewidmet waren.

Die formale Logik dagegen vergleicht er immer wieder mit einem zu groß geratenen Gewand, in das man sich ständig die Füße verwickelt und stolpert. Mit dieser Auffassung steht er nicht nur im krassen Gegensatz zum Logizismus des späteren Wiener Kreises (Carnap), sondern auch zur rein logischen Begründung der Mathematik und der vollständigen Ablehnung der Anschauung als Erkenntnisquelle durch Hans Hahn (1932).

Ich komme damit zum *dritten* und letzten Punkt der Frage nach der philosophischen Verallgemeinerungsfähigkeit der Boltzmannschen Erkenntnistheorie. Im Sinne der Boltzmannschen Kooperationsthese zwischen Naturwissenschaft und Philosophie möchte ich nun im folgenden nicht Boltzmann als den großen Philosophenfresser darstellen, was man natürlich auch tun kann nach seinem eigenen Motto: Ich ehre Philosophie, ich hasse Philosophen. Boltzmann wußte übrigens genau aus seinen Hegel- und Schopenhauer-Studien, daß sich auch die Philosophen untereinander hassen, und war sogar der Meinung, daß die Philosophen nur dort

am besten sind, wo sie sich gegenseitig beschimpfen und widerlegen. Er war auch nicht der Auffassung, daß Philosophie eine "Geisteswissenschaft" ist, wie er überhaupt dem Ausdruck "Geisteswissenschaft" ablehnte mit der Begründung: "Es sieht [so] aus, als ob die Naturwissenschaft geistlos wäre." (I. Fasol-Boltzmann, S. 81) Für ihn war Philosophie, zumindest die Erkenntnistheorie, ein Teil der Naturwissenschaft, wie sich überhaupt in den grundlegenden Fragestellungen der theoretischen Physik nach seiner Auffassung, die künstlich errichteten disziplinären Grenzen notwendigerweise verwischen müssen. Und er scheut sich auch nicht, Robert Mayer, Maxwell, Helmholtz, Kirchhoff, Ostwald und schließlich sich selbst als Philosophen zu bezeichnen, trotz seines bekannten Ausspruches in der Antrittsvorlesung zu seinem philosophischen Lehrauftrag, daß man damit "den Bock zum Gärtner gemacht hat". (I. Fasol-Boltzmann, S. 154)

Andererseits hatte er keineswegs die Absicht, ein eigenes selbstgestricktes System einer Privatphilosophie zu errichten, in dem die alten Hüte der traditionellen Philosophie samt ihren ungelösten und zum Teil auch unbemerkten Aporien wieder auftauchen. Was Boltzmann ausdrücklich im Sinn hatte, war der Ausbau und die Erweiterung des Systems der traditionellen Philosophie und die Beseitigung ihrer inneren Widersprüche mit den Mitteln einer an den Grundfragen der theoretischen Physik orientierten Erkenntnistheorie.

Das geht ganz eindeutig aus den nun veröffentlichten Vorlesungsmanuskripten zu seiner Naturphilosophie hervor, von denen bisher nur die spektakuläre, aber sehr allgemein gehaltene Antrittsvorlesung bekannt war. Der weitere gut dokumentierte Verlauf seiner Vorlesungen, vor allem seiner ersten im Wintersemester 1903/04 gehaltenen Vorlesung zeigt, wie ernst er seinen philosophischen Auftrag genommen hat. Er zeigt auch, daß die bereits auf Grund seiner ausgezeichneten Prüfungsergebnisse im Philosophicum bei Zimmermann und Lott (die um Grade besser waren als die von Mach bei den gleichen Prüfern) geäußerte Vermutung, daß sich Boltzmann schon in seiner Gymnasialzeit weit über das zwangsmäßig verordnete Pensum hinaus mit Philosophie beschäftigt hat, richtig ist.

Durch die eingehende Studie von Wilson (1993) ist auch bekannt geworden, daß Zimmermann, der in der Nachfolge von Herbart eine realistische Kant-Interpretation vertreten hatte, in diesem Rahmen auch eine sehr differenzierte erkenntnistheoretische Konzeption von komplexen Vorstellungen entwickelt hat, die auf Boltzmann vielleicht einen noch größeren Einfluß hatte als die aprioristische Version des Bildes, wie sie Hertz geliefert hat. Daß Boltzmann sehr viel an der Meinung seines alten Lehrers im Philosophicum gelegen war, zeigt die Bemerkung aus seinen fragmentarischen Aufzeichnungen zur Naturphilosophie "Ich gebe Zimmermann ein Manu[skript]".

Boltzmann jedenfalls erweitert und verallgemeinert seine Bildkonzeption der physikalischen Theorie, indem er sie auf die Philosophie und Wissenschaftstheorie überträgt und dort zumindest metaphorisch-gleichnishaft anwendet. Die Philosophie erschien ihm wie das Innere eines großen gotischen Domes: "Es ist da alles ehrwürdig, alles erhaben, alles großartig, aber auch alles finster und voll von Dunkelheit, die

Gegenstände scheinen sich alle bis ins Endlose zu erweitern und zu vergrößern, die Gegenstände, welche man sieht, und noch mehr die, welche man nicht sieht, welche man in den dunklen Winkeln zu ahnen glaubt." (I. Fasol-Boltzmann, S. 202) Und in einer späteren Vorlesung vom 6. Feber 1905 benützt er das gleiche Bild von einem Gebäude, dessen äußere Fassade von den Naturwissenschaften aufgebaut ist, die aber nicht das eigentliche Wesen der Dinge der Natur wiedergeben: Damit schildert er zunächst seine eigene Situation, wie er von einer naturwissenschaftlichen Position aus ins Innere des Gebäudes vordringen kann: "Ich will in ein Gebäude, gehe nur (her)um und zeichne die Fassade." Und dann folgt an dieser Stelle das entscheidende evolutionäre Argument, das für Boltzmann den einzig zu rechtfertigenden Zugang zu den prinzipiellen Fragestellungen der Philosophie nach dem Wesen der Welt an sich darstellt. Denn er sagt: "Wenn wir Engelköpfe mit Flügeln ohne Leib wären, könnten wir nicht in das Gebäude hinein, durch den Leib wurzelt das Subjekt selbst in der Welt, ist Teil der Welt, der Objekte selbst. Das innere Wesen der anderen Erscheinungen erkennen wir nicht, aber die Handlungen des Leibes". (I. Fasol-Boltzmann, S. 128)

Wie aber lautet dann, wenn man diesen Zugang zur realen Welt über die Aktivitäten des Leibes wählt, die Lösung der Frage nach dem Wesen der Dinge an sich? Wenn die Philosophie nach Boltzmann nichts anderes sein kann als "unsere Ausdrucksweise bis an die Anfänge zurückzugelangen", wir aber ganz im Sinne Kants das Wesen der Dinge an sich prinzipiell nicht erkennen können und trotzdem mit dem angeborenen Drang zum Wühlen im Erkenntnisgrund belastet sind, dann gibt es nur eine konsequente Antwort: Nicht das Wesen der Dinge selbst kann das Ziel sein - weder für die naturwissenschaftliche Forschung noch für die Philosophie, sondern das "Bild" oder das Modell der Realität ist das alleinige Ziel. Damit ist jedoch nicht ein relativistischer agnostizistischer Standpunkt gemeint, der auch damals schon mit dem berüchtigten, aber von Hilbert mit Recht als "töricht" bezeichneten "Ignorabismus" im Schwange war, sondern das, was Boltzmann meint, ist die ständige Abänderungsmöglichkeit und Entwicklungsfähigkeit unserer wissenschaftlichen Theorien über diese Welt, die damit eine endlose Kette voneinander sich ablösenden Bildern oder Modelle der Realität hervorbringt, die einen, wie schon Kant gesagt hat, "progressus ad indefinitum" darstellen, einen ständigen und echten Fortschritt in das von uns noch nicht definierbare Unbekannte.

## Literatur:

- Boltzmann, L., 1905: *Populäre Schriften*. Leipzig: Joh. Ambrosius Barth.
- Boltzmann, L., 1990: *Principien der Naturphilosophie*, Vorlesungen hrsg. v. I. M. Fasol-Boltzmann. Berlin: Springer-Verlag.
- Broda, E., 1955: *Ludwig Boltzmann. Mensch, Physiker, Philosoph*. Wien: Franz Deuticke.
- D'Agostino, S., 1993: *Boltzmann and Hertz on the Bild-Conception of Physical Theory*. In: Proceedings of the International Symposium on Ludwig Boltzmann. Wien: Österr. Akademie der Wissenschaften.
- Feyerabend, P., 1972: *Ludwig Boltzmann*. In: The Encyclopedia of Philosophy, Bd. 1. Edwards (Ed.). New York: Macmillan.
- Flamm, D., 1987: *Evolutionstheoretische Konzepte bei Boltzmann und Mach*. In: Entwicklung der Evolutionären Erkenntnistheorie. Riedl, R. u. Bonet, E.M. (Hrsg.). Wien: Edition S.

- Frey, G., 1980: *Möglichkeit und Bedeutung einer evolutionären Erkenntnistheorie*. In: Zs. für Philosophische Forschung 34, 1 - 7.
- Hahn, H., 1932: *Die Krise der Anschauung*. In: Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften. Leipzig und Wien: Franz Deuticke.
- Lebowitz, J.L., 1993: *Boltzmann's Entropy and Time's Arrow*. In: Physics Today, Sept. 1993.
- Mach, E., 1905: *Erkenntnis und Irrtum*. Leipzig: Joh. Ambrosius Barth.
- Mach, E., 1904: *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen* Leipzig: Joh. Ambrosius Barth.
- Oeser, E., 1976: *Wissenschaft und Information*, Bd. 1: Wissenschaftstheorie und empirische Wissenschaftsforschung. Oldenbourg, Wien-München.
- Oeser, E., 1993: *Boltzmann's Epistemology and its Significance today*. In: Proceedings of the International Symposium on Ludwig Boltzmann. Wien: Österr. Akademie der Wissenschaften
- Oeser, E., 1993: *Die naturalistische Neubegründung der Erkenntnistheorie durch Mach und Boltzmann im Wien der Jahrhundertwende*. In: J. Nautz u. R. Vahrenkamp (Hrsg.), Die Wiener Moderne. Einflüsse. Umwelt. Wirkungen. Wien, Köln, Graz.
- Planck, M., 1943: *Wege zur physikalischen Erkenntnis. Reden und Vorträge*. 3. Aufl., Berlin.
- Popper, K., 1983: *Ausgangspunkte*. 2. Aufl. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Schmied-Kowarzik, W., 1993: *Vergessene Impulse der Wiener Philosophie um die Jahrhundertwende*. In: J. Nautz u. R. Vahrenkamp (Hrsg.), Die Wiener Moderne. Einflüsse. Umwelt. Wirkungen. Wien, Köln, Graz.
- Wilson, A.D., 1993: *Boltzmann's Philosophical Education and its Bearing on his Mature Scientific Epistemology*. In: Proceedings of the International Symposium on Ludwig Boltzmann. Wien: Österr. Akademie der Wissenschaften.