

GEDÄCHTNISFEIER

FÜR DAS

AM 5. SEPTEMBER 1906 VERSTORBENE EHREN-
MITGLIED DES VEREINES

HOFRAT PROF. DR. LUDWIG BOLTZMANN.

NACHRUF, GEHALTEN VON

HOFRAT PROF. DR. A. V. ETTINGSHAUSEN. *3. XI. 1906.*



GRAZ.

VERLAG DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINES FÜR STEIERMARK.

1907.



Ludwig Boltzmann.

(Nach einer Photographie aus der Zeit seines Münchener Aufenthaltes.)

Gedächtnisfeier

für das am 5. September 1906 verstorbene Ehrenmitglied des Vereines Hofrat Professor Dr. Ludwig Boltzmann.

Herr Hofrat Professor Dr. A. v. Ettingshausen ergriff das Wort zu folgendem Nachruf:

Hörsaalliche Versammlung!

Am Ende der ersten Septemberwoche brachte der Telegraph aus Duino die erschütternde Nachricht, daß Professor Ludwig Boltzmann daselbst am 5. September plötzlich aus dem Leben geschieden sei. In der ganzen wissenschaftlichen Welt hat diese Schreckenskunde tiefste Trauer und Wehmut hervorgerufen, verbunden mit innigstem Mitgefühl an dem tragischen Schicksale dieses großen Mannes. Beklagt ja doch die Wissenschaft den Hintritt eines der ersten Meister in der theoretischen Physik, eines Heroen auf dem Gebiete mathematisch-physikalischer Forschung, der, mit ganz ungewöhnlichen Gaben ausgestattet, alle mathematischen Hilfsmittel mit einer geradezu bewundernswerten Gewalt anzuwenden wußte: kaum schien es ein Problem zu geben, das er durch die Macht seiner analytischen Waffen nicht zu bezwingen —, oder wo er den Schleier nicht einigermaßen zu lüften vermochte.

Ein Genius ist dahin geschwunden, wie er selten der Menschheit beschieden wird, der in Regionen heimisch war, wohin seiner Spur zu folgen überhaupt nur wenige die Fähigkeit besitzen; eine Leuchte am wissenschaftlichen Himmel ist erloschen, ein Fürst der Wissenschaft geschieden. Zugleich ist ein edler, herrlicher Mensch von uns gegangen, dessen Seele erfüllt war von wahren Idealismus, ein Mensch von unbe-



Ludwig Boltzmann.

(Nach einer Photographie aus der Zeit seines Münchener Aufenthaltes.)

Gedächtnisfeier

für das am 5. September 1906 verstorbene Ehrenmitglied des Vereines Hofrat Professor Dr. Ludwig Boltzmann.

Herr Hofrat Professor Dr. A. v. Ettingshausen ergriff das Wort zu folgendem Nachruf:

Hochansehnliche Versammlung!

Am Ende der ersten Septemberwoche brachte der Telegraph aus Duino die erschütternde Nachricht, daß Professor Ludwig Boltzmann daselbst am 5. September plötzlich aus dem Leben geschieden sei. In der ganzen wissenschaftlichen Welt hat diese Schreckenskunde tiefste Trauer und Wehmut hervorgerufen, verbunden mit innigstem Mitgefühl an dem tragischen Schicksale dieses großen Mannes. Beklagt ja doch die Wissenschaft den Hintritt eines der ersten Meister in der theoretischen Physik, eines Heroen auf dem Gebiete mathematisch-physikalischer Forschung, der, mit ganz ungewöhnlichen Gaben ausgestattet, alle mathematischen Hilfsmittel mit einer geradezu bewundernswerten Gewalt anzuwenden wußte: kaum schien es ein Problem zu geben, das er durch die Macht seiner analytischen Waffen nicht zu bezwingen —, oder wo er den Schleier nicht einigermaßen zu lüften vermochte.

Ein Genius ist dahin geschwunden, wie er selten der Menschheit beschieden wird, der in Regionen heimisch war, wohin seiner Spur zu folgen überhaupt nur wenige die Fähigkeit besitzen; eine Leuchte am wissenschaftlichen Himmel ist erloschen, ein Fürst der Wissenschaft geschieden. Zugleich ist ein edler, herrlicher Mensch von uns gegangen, dessen Seele erfüllt war von wahren Idealismus, ein Mensch von unbe-

schreiblicher Güte, mit sonniger Heiterkeit des Gemütes und mit köstlichem Humor von der Natur beschenkt, solange nicht schwere seelische und körperliche Leiden seine unverwundlich scheinende Kraft untergraben und seinen Willen gelähmt hatten.

„Ein schwererer Schlag hätte die wissenschaftliche Welt, insbesondere jene Österreichs und Wiens, wohl kaum treffen können, als die unerwartete Nachricht von dem tragischen Tode Ludwig Boltzmanns“; mit diesen Worten beginnt Professor Ernst Mach seinen schönen Nachruf, den er zwei Tage nach dem traurigen Ereignisse in der „Neuen Freien Presse“ veröffentlichte. An der großen, allgemeinen Trauer um den seltenen Mann nimmt der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark den innigsten Anteil; beklagt er ja doch in dem Hintritte Boltzmanns auch den Verlust seines Ehrenmitgliedes und ehemaligen Vizepräsidenten, daher die Direktion des Vereines beschlossen hat, eine Versammlung zu berufen, um dem Andenken des hochgeehrten Mannes eine Stunde pietätvoller Erinnerung zu weihen. Mir ist die Auszeichnung zuteil geworden, vor Ihnen, geehrte Anwesende, ein, wenn auch nur flüchtiges Bild der gewaltigen Lebensleistung Boltzmanns zu entwerfen, eine sicher nicht leichte Aufgabe, deren Schwierigkeit ich mir wohl bewußt bin und die zweifellos von einem meiner geehrten Fachkollegen weit besser gelöst würde, als dies meine geringen Kräfte erlauben. Dennoch glaubte ich die an mich ergangene Einladung nicht ablehnen zu dürfen; hatte ich doch das unverdiente Glück, eine Reihe von Jahren an Boltzmanns Seite zu stehen, und knüpfen sich für mich so viele teure Erinnerungen an jene schöne, lange entschwundene Zeit, Erinnerungen, die mir gerade heute wieder mächtig vor die Seele treten, wo ich von derselben Stelle zu Ihnen spreche, an der Boltzmann während seines zweiten Aufenthaltes in Graz gelehrt hat. Lassen Sie mich daher versuchen, Ihnen, geehrte Anwesende, so gut ich es eben kann, einen schwachen Begriff von der Bedeutung dieses, seine Zeitgenossen so hoch überragenden Mannes zu geben. Gestatten Sie mir, zuerst kurz von seinem äußeren Lebenslaufe Einiges zu erzählen.

Ludwig Boltzmann wurde am 20. Februar 1844 in Wien geboren; seinen Vater, der k. k. Finanzkommissär war, verlor

er frühzeitig; ein Bruder, namens Albert, starb schon als Gymnasialschüler. So lebte Boltzmann in seinen jungen Jahren allein mit seiner Mutter, einer geb. Bauernfeind, und seiner Schwester Hedwig.

Nach Absolvierung der Gymnasialstudien in Linz bezog er im Jahre 1863 die Universität in Wien, wo er sich mathematischen und physikalischen Studien unter Moth, Stefan und Petzval widmete; hier schloß er schon damals innige Freundschaft mit dem genialen, allerdings bedeutend älteren Loschmidt und mit dem noch lebenden derzeitigen k. u. k. Generalmajor Albert v. Obermayer.

Boltzmann wurde bald Zögling des physikalischen Institutes, das sich damals in Erdberg befand, promovierte 1866 und habilitierte sich bereits im folgenden Jahre an der Wiener Universität. Schon nach drei Semestern Privatdozentur kam er 1869 als ordentlicher Professor der mathematischen Physik an die Universität nach Graz, verließ dieselbe aber im Jahre 1873, um als Nachfolger Moths den Lehrstuhl der reinen Mathematik in Wien zu übernehmen; in den Jahren 1871 und 1872 war er je ein Semester beurlaubt und verbrachte diese in Heidelberg und Berlin mit Studien und Arbeiten, besonders bei Helmholtz beschäftigt. Seiner Neigung zur Physik folgend, nahm er im Jahre 1876 den Ruf nach Graz als Professor der Experimentalphysik und Nachfolger August Toeplers an und wurde Leiter des im Jahre vorher fertig gewordenen physikalischen Institutes. In demselben Jahre 1876 vermählte er sich mit Fräulein Henriette v. Agentler, einer hochgebildeten jungen Dame, welche selbst früher mathematischen und physikalischen Studien obgelegen hatte. Hier in Graz blieb nun Boltzmann volle 14 Jahre in einer Stellung, in der er sich, wie es scheint, sehr wohl fühlte, bis im Jahre 1888 die Berufung nach Berlin auf den durch Kirchhoffs Tod erledigten Lehrstuhl der mathematischen Physik an ihn herantrat. Diesen Ruf nahm er an, machte jedoch seine bereits unter glänzenden Bedingungen erfolgte Ernennung später wieder rückgängig. Im Jahre 1890 verließ er aber Graz definitiv und folgte dem Rufe nach München als Professor der theoretischen Physik; nach dem Tode Stefans kam er 1894 wieder nach Wien, aber 6 Jahre

später (1900) nahm er eine Berufung an die Universität nach Leipzig an; hier blieb er jedoch nur 2 Jahre und im Jahre 1902 kehrte er abermals als Professor der theoretischen Physik nach Wien zurück. Dasselbst hielt er neben den Vorlesungen seines eigentlichen Faches seit dem Studienjahre 1903/4 auch solche über Naturphilosophie.

Schon aus dieser kurzen Schilderung seines Lebensganges werden Sie, geehrte Anwesende, die wunderbare wissenschaftliche Vielseitigkeit von Boltzmanns Geist erkennen; in Mathematik, theoretischer Physik, Experimentalphysik und Philosophie betätigt er sich überall in gleich glänzender Weise als Lehrer; und wenn ich nun versuchen würde, Ihnen einen Überblick über die Forschungsarbeiten Boltzmanns zu geben und dies zugleich in einer der großen Bedeutung dieser Forschungen nur halbwegs entsprechenden Weise tun wollte, so käme ich in eine große Verlegenheit. Es ist sowohl die enorme Zahl der Abhandlungen und Schriften, als auch der tiefe und schwierig wiederzugebende Inhalt der in denselben niedergelegten theoretischen Untersuchungen, welche ein solches Beginnen geradezu aussichtslos erscheinen lassen müssen. Wenn ich Ihnen, geehrte Anwesende, sage, daß die Zahl der selbständigen Abhandlungen allein gegen 100 beträgt, die teils in den Schriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, der königl. bayrischen Akademie der Wissenschaften in München, ferner in den Annalen der Physik, als sie nacheinander von Poggendorff, Wiedemann und Drude redigiert wurden, und auch noch an anderen Orten erschienen sind, wenn ich bemerke, daß manche der Abhandlungen ganz stattliche Hefte sind — beispielsweise haben die drei Aufsätze „Zur Theorie der Gasreibung“ zusammen 162 Groß-Oktav-Seiten —, wenn ich weiters anführe, daß Boltzmann außerdem zwei Bände unter dem Titel „Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes“, desgleichen je zwei Bände „Vorlesungen über Gastheorie“ und solche „Über die Prinzipien der Mechanik“ erscheinen ließ, so habe ich noch immer nicht alles gesagt; er hat auch die Maxwellschen Abhandlungen „On Faradays lines of force“ und „On physical lines of force“ deutsch herausgegeben und inter-

pretiert, einen Nachtrag zu Kirchhoffs Abhandlungen zusammengestellt, sowie zahllose Referate verfaßt, und im vorigen Jahre noch übergab er einen ziemlich starken Band, der die meisten seiner Reden enthält, unter dem Titel „Populäre Schriften“ der Öffentlichkeit. Daraus können Sie vielleicht eine schwache Vorstellung sich bilden von seiner unermüdeten Tätigkeit und seiner außerordentlichen, staunenswerten Schaffungskraft.

Sie würden es daher gewiß pietätlos finden, wenn ich Sie langweilen wollte durch eine vollständige und namentliche Aufzählung der Arbeiten dieses Mannes, dessen Andenken zu feiern wir heute hier versammelt sind: ich kann nur einen Teil davon erwähnen. Schon die Erstlingsarbeit Boltzmanns aus dem Jahre 1865, als er, 21 Jahre alt, Zögling des Wiener physikal. Instituts war, „Über die Bewegung der Elektrizität in krummen Flächen“ läßt das große mathematische Genie erkennen. Es ist ein eigentümlicher Zufall, daß auch Kirchhoffs erste Arbeit „Die Strömung der Elektrizität in Platten“ ein ähnliches Thema behandelt. Boltzmann bewies in seiner Abhandlung auf analytischem Wege, daß der elektrische Leitungswiderstand einer dünnen Kugelschale, welche durch zwei punktförmige, auf derselben befindliche Elektroden mit einer Stromquelle verbunden wird, unabhängig vom Kugelradius sich herausstellt, also auch gleich ist dem Widerstande einer unendlichen Ebene, auf der sich die Elektroden in derselben Distanz befinden; außerdem berechnete er die Elektrizitätsbewegung auf einer unendlichen, zylindrischen Fläche. Eine andere Arbeit, in der sich Boltzmann sowohl als Theoretiker, wie auch als geschickter Experimentator zeigt, ist die aus dem Jahre 1869 stammende „Über die Wechselwirkung der Teile eines elektrischen Stromes von veränderlicher Gestalt“, in welcher er nachweist, daß das Ampère'sche Gesetz der Wirkung elektrischer Stromelemente auch in dem erwähnten, bis dahin noch nicht untersuchten Falle mit der Erfahrung genau übereinstimmende Resultate gibt.

Seine schönsten Experimental-Untersuchungen sind zweifellos jene über das Verhalten nicht leitender Körper unter dem Einflusse elektrischer Kräfte. Es handelte sich zunächst

um die Bestimmung der sogenannten Dielektrizitätskonstante von Isolatoren, welche Boltzmann nach verschiedenen Methoden ermittelte und dadurch zugleich den Nachweis erbrachte, daß die Wirkung des isolierenden Mittels in einem Kondensator wirklich in einer Elektrisierung der kleinsten Teile desselben, also in der sogenannten dielektrischen Polarisation, nicht aber vielleicht ihren Grund darin hat, daß die Elektrizität durch verschiedene Körper verschieden hindurch wirkt. Indes zielte diese Untersuchung noch auf weit mehr ab, als nur auf eine Ermittlung der Dielektrizitätskonstante für einige Stoffe. Boltzmann hatte vielmehr die Absicht, eine wichtige Konsequenz zu prüfen, welche aus der von dem schottischen Physiker James Clerk Maxwell im Jahre 1865 aufgestellten Theorie folgt. Es ist dies die berühmte elektromagnetische Lichttheorie, die das Ziel verfolgt, die elektrischen Bewegungen den Grundgleichungen der Mechanik zu unterwerfen; Licht und Elektrizität werden als verschiedene Bewegungsformen eines und desselben Mediums dargestellt, die sich beide aus den Bewegungsgleichungen für dieses Medium ableiten lassen. Durch die wundervollen Versuche von Hertz über die Ausbreitung der elektrischen Kraft aus der zweiten Hälfte der 80er Jahre des verflossenen Jahrhunderts ist bekanntlich diese Maxwell'sche Theorie aufs glänzendste bestätigt worden. Zu der Zeit aber, als Boltzmann seine dielektrischen Versuche anstellte, war Maxwells Theorie in Deutschland verhältnismäßig noch wenig bekannt.

Aus den Maxwell'schen Bewegungsgleichungen folgt nun eine sehr einfache Beziehung zwischen dem optischen Brechungsquotienten einer Substanz, der ja von der Lichtgeschwindigkeit in derselben abhängt, und deren Dielektrizitäts-Konstante, nämlich, daß der Brechungsquotient gleich der Quadratwurzel aus der Dielektrizitäts-Konstante sein müsse, falls die Substanz eine von der Luft nicht merklich verschiedene Magnetisierungsfähigkeit, Permeabilität genannt, besitzt, was bei allen Isolatoren zutrifft. Es fand sich nun diese bemerkenswerte theoretische Beziehung in der Tat bei Schwefel, Kolophonium und Paraffin schon bei den ersten genaueren Versuchen sehr nahe bestätigt. Einen Teil dieser Messungen machte Boltzmann in Berlin im

Laboratorium von Helmholtz im Sommer 1872; er setzte dieselben dann in Graz im Institute Professor Toeplers fort, welches sich damals noch in der alten Universität, im Priesterhause, befand.

Das Zimmer, in welchem Boltzmann seine schönen Experimente anstellte, war nichts weniger als komfortabel eingerichtet, ein im obersten Stockwerke des Hauses gelegener, mäßig großer, nicht heizbarer Raum. Aus den isolierenden Substanzen, deren dielektrisches Verhalten zu prüfen war, wurden Kugeln hergestellt, dieselben an einer sogenannten Drehwage aufgehängt und die auf dieselben ausgeübte elektrische Wirkung verglichen mit jener, welche auf eine gleich große, oberflächlich leitende, aber ebenfalls isolierte Kugel stattfand. Hierbei mußte immer an zwei Fernrohren gleichzeitig abgelesen werden; es waren daher zwei Beobachter erforderlich und Professor Boltzmann erlaubte mir — ich war damals Assistent bei Professor Toepler — daß ich ihm bei seinen Herrichtungen und Messungen öfters behilflich sein durfte. Ich erinnere mich lebhaft, wie sehr ich Boltzmanns Geschicklichkeit im Aufbau seiner Drehwagevorrichtungen, die er sich eigenhändig fabrizierte, sowie in der Herstellung der Schwefel-, Paraffin- und Kolophoniumkugeln bewunderte, welche er in einer alten Kugelform goß, sorgfältig putzte und unter einem Glassturz aufbewahrte. An die Kugeln mußten ganz dünne Schellackhäkchen, kaum $\frac{1}{4}$ mm dick, befestigt werden, zu deren Herstellung Boltzmann nichts anderes benötigte, als neben einem Blättchen Schellack ein Spirituslämpchen und die Fingernägel. Diese Herstellung war besonders kunstvoll bei den Kugeln, welche aus kristallisiertem Schwefel vom Optiker Steeg in Homburg geschliffen worden waren. Für diese bestimmte Boltzmann den Wert der Dielektrizitäts-Konstante nach verschiedenen Richtungen im Kristalle und verglich sie mit den entsprechenden, von Professor Schrauf schon 1860 gefundenen Brechungsquotienten. Dazu mußten Doppelhaken aus den dünnen Schellackfäden gemacht werden, deren Haken in zwei aufeinander senkrechten Richtungen lagen und dieselben, in minutiöser Weise orientiert, an bestimmten Stellen der Kugeln aufge kittet werden. Als Ergebnis stellte sich wirklich eine Verschiedenheit der Dielektrizitätszahlen, je

nach der Richtung im Kristalle heraus, und zwar vollkommen in der von der elektromagnetischen Lichttheorie verlangten Weise. Bei diesen, mit peinlicher Genauigkeit ausgeführten Arbeiten war Boltzmann stets in fröhlichster Stimmung. Da die Beobachtungsstühle nicht hoch genug waren, mußten wir mitunter unsere Sitzplätze durch untergelegte Bücher erhöhen; es war augenblicklich nichts anderes zur Hand als einige ältere große Bände von Denkschriften einer Akademie. Auf meine Bemerkung, daß dies eigentlich doch eine etwas ungewöhnliche Verwendung dieser wissenschaftlichen Schriften sei, meinte Boltzmann humorvoll: „Das macht nichts, es sitzt sich ganz gut auf dieser ergrauten Weisheit.“

Bei weiterer Fortführung seiner Untersuchungen gelang es ihm (1874) im Wiener physikalischen Institute auch für eine Reihe von Gasen (7 an der Zahl) — nach einer ganz anderen Methode, als derjenigen, die bei festen Substanzen anwendbar war — die Übereinstimmung der Dielektrizitätszahlen mit den Quadraten der Brechungsquotienten nachzuweisen. Nur einem Experimentator von ganz hervorragender Geschicklichkeit und eiserner Beharrlichkeit war es möglich, diese subtilen Untersuchungen mit solchem Erfolge zu Ende zu führen. Boltzmann war bekanntlich in hohem Grade kurzsichtig und dadurch fiel ihm gewiß das Experimentieren schwieriger, als einem anderen. Der Berücksichtigung aller Korrekturen, die an den Beobachtungsergebnissen, durch minimale Abweichungen verursacht, anzubringen waren, widmete Boltzmann eine eigene Abhandlung, welche wieder den großen Theoretiker zeigt, der geradezu spielend über alle Schwierigkeiten hinwegkommt. So können wir ihn mit Recht als denjenigen ansehen, der den ersten experimentellen Beleg für die Maxwell'sche elektromagnetische Lichttheorie erbracht hat.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß Boltzmann zur Zeit seines ersten Grazer Aufenthaltes in den „Mitteilungen“ unseres Vereines für das Jahr 1873 einen Aufsatz: „Über Maxwells Elektrizitätstheorie“ veröffentlichte, den er dann auch in seinen „Populären Schriften“, wieder abdrucken ließ. Der Aufsatz ist zwar kaum 11 Seiten lang, aber unser Naturwissenschaftlicher Verein wird stets mit Stolz und Genug-

tuung darauf hinweisen dürfen, daß in seinen Publikationen auch der Name Boltzmann zu finden ist.

Wiederholt begegnen wir ihm noch als erfindungsreichen Experimentator; so erfand er mehrere Modelle von Wellenmaschinen, die er ausführen ließ und die sich noch im hiesigen Universitätsinstitute befinden, sowie ein Modell für die eben genannte Maxwell'sche Elektrizitätstheorie; ferner beschreibt er in einer seiner Abhandlungen über die Theorie der elastischen Nachwirkung (1877) eine Methode der Spiegelablesung mit winzigen Spiegelchen, die also wegen ihrer äußerst geringen Masse den schwingenden Körper so gut wie gar nicht belasten; er benützte dazu die Interferenzerscheinung, die das Spiegel-splitterchen von einem Lichtspalt in der Luft entwirft und die dann mit einer Lupe beobachtet wird.

Im Jahre 1890, kurz vor seinem zweiten Abgange von Graz, hielt er zu Gunsten eines wohlthätigen Zweckes in diesem Hörsaal einige öffentliche Vorträge über die damals noch neuen Hertz'schen Versuche. Um die elektrischen Wellen nachzuweisen, welche Hertz nur durch die mikroskopischen Fünkchen seines Resonators zu erkennen vermochte, hat Boltzmann sofort ein einfaches Verfahren gefunden; er ließ durch die Fünkchen die Entladung eines Blattelektroskopes vor sich gehen und konnte so einem großen Auditorium die interessanten Erscheinungen deutlich vorführen. Er hatte eben einen ungemeinen Scharfblick dafür, wie auf experimentellem Wege den Sachen beizukommen sei. Es beweist dies unter anderem auch die im Jahre 1870 gemeinschaftlich mit Professor Toepler ausgeführte „optische Analyse der Schwingungen tönender Luftsäulen“, bei welcher die Dichtigkeitsänderungen der Luft am Boden einer gedeckten Pfeife messend verfolgt wurden; der der Versuchsmethode zugrunde liegende Gedanke rührt von Boltzmann her. Die Versuche ergaben neben anderen das Resultat, daß die Dichtigkeitschwankungen in der untersuchten Orgelpfeife etwa $\frac{1}{25}$ Atmosphäre betragen können. Die reiche Erfahrung und eminente Gewandtheit des genialen Experimentators August Toepler kamen der Ausführung von Boltzmanns sinnreichem Vorschlag in der schönsten und erfolgreichsten Weise zugute.

Auch in Fällen, wo Boltzmann sich selbst an Experimenten

gar nicht beteiligte, wußte er oft treffliche Ratschläge zu erteilen, wie man eine Anordnung zu treffen hätte, um leicht und sicher zum Ziele zu kommen.

Professor Nernst, der in der Mitte der 80er Jahre hier im physikalischen Institute arbeitete, hat mir gegenüber damals wiederholt seiner Verwunderung über diese, uns ganz unbegreifliche Gabe unseres Meisters Ausdruck gegeben.

Und doch war das eigentliche Arbeitsgebiet, auf welchem Boltzmann das Glänzendste geleistet und sich unsterblichen Ruhm erworben hat, die theoretische Physik, und wenn er auch in fast allen Teilen derselben Großes geschaffen, so ist doch die mechanische Wärmetheorie, insbesondere die Gastheorie das Feld, auf welchem er von seinen Jugendjahren bis zuletzt mit Vorliebe und in souveräner Höhe sich bewegt hat.

Schon im Jahre 1866, kaum 22 Jahre alt, gab Boltzmann in einer Akademie-Abhandlung, betitelt: „Über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie“, einen analytischen Beweis dieses Satzes, wobei er denselben auf ein Theorem der reinen Mechanik zurückführt, nämlich auf das sogenannte Prinzip der kleinsten Wirkung in allgemeinerer Form; dieses Prinzip entspricht dem zweiten Hauptsatz in derselben Weise, wie das Prinzip der lebendigen Kraft dem ersten Hauptsatz.

Etwa vier Jahre darauf erschien von dem Bonner Physiker Rudolf Clausius in Poggendorffs Annalen ein denselben Gegenstand betreffender Aufsatz, der auch wesentlich dasselbe Ergebnis enthielt; dies veranlaßte Boltzmann zu einer Reklamation, worin er seine Priorität glänzend darlegte und an deren Schluß er bei aller Bescheidenheit mit vollem Rechte die Worte beifügte: „ich kann nur meine Freude darüber aussprechen, wenn eine Autorität vom Rufe des Herrn Clausius zur Kenntnis meiner Arbeiten über mechanische Wärmetheorie beiträgt.“

Mögen Sie mir, geehrte Anwesende, bei diesem Gegenstande ein kurzes Verweilen gestatten. Es ist wohl bekannt, daß Arbeit und Wärme einander äquivalent sind; durch Aufwendung einer gewissen mechanischen Arbeit kann man eine dieser Arbeitsgrößen genau entsprechende Wärmemenge erhalten; beide sind Formen der Energie, und es kann die erste voll-

ständig in die zweite verwandelt werden; dabei ist es aber nicht möglich, das Gesamtquantum an Energie nur um das Geringste zu vermehren oder zu vermindern. Man nennt dies den Satz der Erhaltung der Energie; ihm entspricht der erste Hauptsatz der Wärmetheorie oder der Äquivalenzsatz, aus welchem die Unmöglichkeit eines mechanischen perpetuum mobile folgt. Ob aber nicht doch unter Zuhilfenahme von Wärme, indem diese in Arbeit umgesetzt wird, ein thermisches perpetuum mobile möglich sei: dagegen legt der erste Hauptsatz kein Veto ein, wohl aber der zweite, welcher die näheren Bedingungen angibt, unter denen Wärme in Arbeit verwandelt werden kann, wie dies bekanntlich bei den kalorischen Maschinen der Fall ist. Zuerst hat Sadi Carnot, schon im Jahre 1824, diese Bedingungen unter der Annahme, daß die Wärme ein Stoff sei, aufgestellt. Clausius hat dann, die Wärme als einen Bewegungszustand betrachtend, den Satz dahin formuliert, daß die Wärme stets von selbst von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht und daß immer nur die Verwandlung eines gewissen Teiles dieser übergehenden Wärme in mechanische Arbeit möglich ist, welcher Teil von den Temperaturen der beiden ungleich warmen Körper abhängt; der andere Teil ist für die Gewinnung von Arbeit verloren, es sei denn, daß wir noch andere Körper von tieferer Temperatur zur Verfügung hätten, auf welche wir die Wärme weiter übergehen lassen könnten. Während nun solche Vorgänge, wie jener des Wärmeüberganges vom heißeren zum kälteren Körper, oder die Verwandlung von mechanischer Energie in Wärme in der Natur von selbst stattfinden, daher natürliche Vorgänge im engeren Sinne genannt werden können, sind die umgekehrten Prozesse, also z. B. die Verwandlung von Wärme in Arbeit zwar auch ausführbar, wie wir ja dies von den kalorischen Maschinen wohl wissen, aber sie laufen nicht von selbst im eben genannten Sinne als natürliche ab, sondern sie können nur gewissermaßen als erzwungene ausgeführt werden, indem gleichzeitig, sozusagen als Entgelt oder als Kompensation, ein natürlicher Vorgang auch stattfindet, und zwar ist diese Kompensation eine genau bestimmte. So muß also bei der Verwandlung von Wärme in Arbeit gleichzeitig eine gewisse Wärme-

menge vom heißeren zum kälteren Körper als Kompensation übergehen. Jede Art von Energie, die mechanische sowohl wie die elektrische, magnetische oder chemische Energie hat die Tendenz, in Wärme überzugehen, und die Wärme selbst zeigt das Bestreben, sich in ihren Unterschieden, welche durch die Temperatur bestimmt sind, auszugleichen. Die Richtung nun, in welcher die Naturvorgänge tatsächlich verlaufen, wird eben durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik festgelegt und in diesem Sinne hat derselbe eine weltbeherrschende Bedeutung. Man bezeichnete die Wärmeform der Energie wohl auch als dissipierte, degradierte oder entartete Energie, und der zweite Hauptsatz besagt daher, daß diese Degradation der Energie sich in stetem Fortschreiten befindet, daß die Menge der entarteten Energie zunimmt, bis endlich alle Spannkraft, welche noch Arbeit leisten können, und alle sichtbaren Bewegungen im ganzen Weltall aufhören müßten. Wenn also schließlich keine andere Energieform in der Welt existiert, als die Wärme, aber auch diese wegen des Ausgleiches aller Niveau- oder Temperaturunterschiede keine Arbeitsfähigkeit mehr besitzt, so geht die Welt, wie dies schon oft gesagt wurde, dem Wärmetode entgegen. Noch in anderer Fassung wurde der zweite Hauptsatz von Clausius ausgesprochen, indem er den Begriff der Entropie einführte, einer mathematisch durch Wärmemengen und Temperaturen eines Körpers bestimmten, für sein thermodynamisches Verhalten wichtigen Größe.

Clausius zeigte nun, daß alle Veränderungen, bei welchen die Entropie größer wird, solche sind, welche von selbst vor sich gehen; wollte man die Entropie eines Körpers oder eines Systems kleiner machen, so kann das nur dann geschehen, wenn dafür ein anderes System gleich viel oder noch mehr Entropie gewinnt. Daraus folgt dann der Ausdruck des zweiten Hauptsatzes in der von Clausius gegebenen Fassung, daß die Entropie der uns umgebenden Welt beständig wächst, also einem Maximum zustrebt, während der Gesamtwert der Energie dabei stets unverändert bleibt. Nach Boltzmanns Untersuchungen kann die als Entropie bezeichnete Größe identifiziert werden mit der Wahrscheinlichkeit, daß der betreffende Zustand des Körpersystems eingetreten ist. Geschehen daher durch die

Wechselwirkungen der Körper eines Systems Veränderungen ihrer Zustände, so müssen diese nach dem zweiten Hauptsatz stets so erfolgen, daß dabei die Entropie aller Körper zunimmt, oder nach Boltzmanns Interpretation heißt dies, daß die Wahrscheinlichkeit des Gesamtzustandes aller dieser Körper immer größer wird; das System geht also stets vom unwahrscheinlicheren zu einem wahrscheinlicheren Zustande über.

Nach der Vorstellung, auf welcher fußend das Verhalten der gasförmigen Körper in einer sehr befriedigenden Weise dargestellt werden kann, bestehen die Gase aus kleinsten Teilchen, den Molekülen, welche, in rascher Bewegung begriffen, in geradlinigen Bahnen nach allen möglichen Richtungen des Raumes und auch mit den verschiedensten Geschwindigkeiten umherfliegen. Natürlich müssen diese Moleküle beständig mit einander zusammenprallen, auch auf die Wände des Gefäßes, in dem sich das Gas befindet, anstoßen und zurückfliegen, wodurch eben der Druck des Gases entsteht. Maxwell hat ein Gesetz gefunden, nach welchem an jeder Stelle des Gasraumes die Geschwindigkeiten unter den Molekülen sowohl nach Größe, wie nach Richtung verteilt sind, falls sich das Gas im Zustande des sogenannten Wärmegleichgewichtes befindet, d. h. nämlich, wenn die Geschwindigkeit der Moleküle an allen Stellen durchschnittlich die gleiche ist. Boltzmann zeigte dann, daß stets im Laufe der Zeit in einem sich selbst überlassenen Gase ein Zustand eintreten muß, wie er durch das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung verlangt wird, mag die Bewegung der Gasmoleküle auch anfangs welche immer gewesen sein; es kommt also das Gas mit der Zeit dem Zustande des Wärmegleichgewichtes immer näher und dieser Zustand erhält sich in der Folge stationär: es sind dann für die Geschwindigkeiten alle Richtungen des Raumes gleich wahrscheinlich. Boltzmann beweist dies dadurch, daß er von einer mit der Entropie innig zusammenhängenden Größe darlegt, sie könne nur abnehmen, und wenn dieselbe ihr Minimum erreicht hat, dann herrscht das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilungen. Die stete Abnahme dieser Größe hat aber eben die Bedeutung, daß die Zustände des Gases sich immer wahrscheinlicheren nähern: oder die Entropie stellt sich

als Größe der Wahrscheinlichkeit der herrschenden Zustandsverteilung dar, und wegen des Wachsens der Entropie besteht demnach die Tendenz nach immer wahrscheinlicheren Zustandsverteilungen. In einem Aufsatz in der englischen Zeitschrift *Nature* (1894) „on certain questions of the theory of gases“ sagt Boltzmann: „Das Minimumtheorem, d. h. der Satz, daß die oben erwähnte Größe ein Minimum wird, und der zweite Hauptsatz sind nur Theoreme der Wahrscheinlichkeit; der zweite Hauptsatz kann nie mathematisch bewiesen werden mittels der Gleichungen der Dynamik allein.“

Es wäre aber ein Irrtum, zu glauben, daß der Wärmetheorie deshalb eine Unsicherheit anhafte, weil hier die Lehrsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Anwendung kommen; denn zwischen einem unvollständig bewiesenen und demzufolge problematischen Satze und einem vollständig erwiesenen Theorem der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist ein gewaltiger Unterschied: letzteres, als notwendige Konsequenz gewisser richtiger Prämissen, wird sich in der Erfahrung stets bestätigen, wenn nur genügend viele Fälle der Beobachtung unterzogen werden, was bei der enormen Anzahl der Körpermoleküle in der Wärmetheorie immer der Fall ist. Doch es würde zu weit führen, wollte ich bei den Boltzmann'schen Untersuchungen, die einen so wundervollen Blick auf den Verlauf der Naturerscheinungen eröffnen, länger verweilen.

Aber von einer anderen hochbedeutsamen Leistung möchte ich erzählen, nämlich von der theoretischen Begründung des von Stefan aufgestellten Strahlungsgesetzes. Stefan fand im Jahre 1879, auf Beobachtungen sich stützend, das Gesetz, daß die gesamte von einem Körper ausgehende Strahlungsenergie proportional sei der vierten Potenz der absoluten Temperatur, das ist jener Temperatur, welche nicht, wie die gewöhnliche, vom Schmelzpunkt des Eises, sondern von einem um 273° Celsius tiefer liegenden Nullpunkt gezählt wird. Während Stefan meinte, daß dieses Gesetz die Strahlungseigenschaft der verschiedensten Körper darstelle, bewies Boltzmann (1884) auf theoretischem Wege, daß es nur für einen sogenannten schwarzen Körper, wie ihn Kirchhoff in die Betrachtung einführte, Geltung habe. Ein schwarzer Körper ist nach Kirchhoff ein solcher, der alle

auf ihn fallenden Strahlen vollkommen absorbiert, daher weder Strahlen reflektiert, noch auch durchläßt. Boltzmann erhielt das Resultat, indem er einen Satz der elektromagnetischen Lichttheorie über den von einem Strahl auf eine senkrecht getroffene Fläche ausgeübten Druck und den erwähnten zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie anwendete. Nach der Lichttheorie ist nämlich der Druck pro Flächeneinheit gleich der in der Volumeneinheit des Äthers in Gestalt von Strahlung enthaltenen Energie. Das Gesetz für die Gesamtstrahlung, welches seither das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz genannt wird, hat in den letzten Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts eine ausgezeichnete Bestätigung gefunden durch die Messungen von Lummer und Pringsheim in Berlin, die den Kirchhoff'schen schwarzen Körper verwirklicht haben und bis zu sehr hohen Temperaturen die Richtigkeit des Satzes nachwiesen. Dieses Gesetz bildet neben anderen, welche sich auf den Zusammenhang der Temperatur mit der Wellenlänge der größten Strahlungsenergie und dem Betrage dieser letzteren beziehen, die Grundlage für eine strahlungstheoretische Temperaturskala, die für Wissenschaft und Technik schon von weittragender Bedeutung geworden ist.

Weitere Untersuchungen Boltzmanns behandeln die Wärmeleitung und die Diffusion von Gasen, das Avogadro'sche Gesetz, die Natur der Gasmoleküle und ähnliche Gegenstände; die schwierigsten aber, welche den größten Aufwand mathematischen Scharfsinns und höchster Rechenkunst erforderten, betreffen die Theorie der Gasreibung; letztere stammen aus der Zeit seines zweiten Grazer Aufenthaltes. Die Arbeiten über Kapillarität, elastische Nachwirkung, Theorie der thermoelektrischen Erscheinungen, über die auf Diamagnete wirkenden Kräfte, Theorie des Hall'schen Phänomens, über den Stoß von Zylindern, endlich einige in die theoretische Chemie einschlägige Abhandlungen kann ich nur nebenbei erwähnen.

Die von Helmholtz entdeckte Analogie zwischen den Systemen, welche derselbe als monocyclisch bezeichnete, und den Sätzen der mechanischen Wärmetheorie verfolgte Boltzmann weiter; außerdem begegnen wir Aufsätzen rein mathematischen Inhaltes, wie z. B. jenem „Zur Integration der partiellen Differential-

gleichungen erster Ordnung“ (1875), oder jenem „Über die Form der Lagrange'schen Gleichungen für nicht holonome generalisierte Koordinaten“ (1902).

Wir sind überwältigt durch die unfassbar große Vielseitigkeit Boltzmanns, der überall mit voller Beherrschung der gesamten Literatur die scheinbar unzugänglichen und undurchdringlichen Probleme mit spielender Leichtigkeit meistert. Seinem geistigen Auge und durchdringenden Genius entschleiern sich die verstecktesten Dinge, vor seiner fast einzig dastehenden Vorstellungskraft liegen die kompliziertesten Verhältnisse offen da; er durchleuchtet sie mit dem klaren Lichte der mathematischen Analyse und alle Schatten weichen.

Boltzmann war eine durchaus künstlerisch angelegte Natur. In seinen Gedächtnisreden auf Stefan, Loschmidt und Kirchhoff zeigte er sich auch als ein Meister der Sprache. Besonders in der zuletzt erwähnten Rede über Kirchhoff, die er beim Antritte des Rektorats an der hiesigen Universität vor 19 Jahren gehalten, finden sich Stellen, wie sie nur edle, künstlerische Begeisterung einzugeben vermag. So preist er die ungewöhnliche Schönheit der Arbeiten Kirchhoffs. „Schönheit höre ich Sie fragen, entfliehen nicht die Grazien, wo Integrale ihre Häuse recken! Kann etwas schön sein, wo dem Autor auch zur kleinsten äußeren Ausschmückung die Zeit fehlt? Doch — gerade durch diese Einfachheit, durch diese Unentbehrlichkeit jedes Wortes, jedes Buchstaben, jedes Strichelchens kommt der Mathematiker unter allen Künstlern dem Weltenschöpfer am nächsten. . . . Und wie ausdrucksvoll, wie fein charakterisierend ist dabei die Mathematik. Wie der Musiker bei den ersten Takten Mozart, Beethoven, Schubert erkennt, so würde der Mathematiker nach wenigen Seiten seinen Cauchy, Gauß, Jacobi, Helmholtz unterscheiden. Höchste äußere Eleganz, mitunter etwas schwaches Knochengerüste der Schlüsse charakterisiert die Franzosen, die größte dramatische Wucht die Engländer, vor allen Maxwell. Wer kennt nicht seine dynamische Gastheorie? — Zuerst entwickeln sich majestätisch die Variationen der Geschwindigkeiten, dann setzen von der einen Seite die Zustandsgleichungen, von der anderen die Gleichungen der Zentralbewegung ein; immer höher wogt das

Chaos der Formeln. Plötzlich ertönen die vier Worte: „Setze $n = 5$ “. Der böse Dämon V verschwindet, wie in der Musik eine wilde, bisher alles unterwühlende Figur der Bässe plötzlich verstummt; wie mit einem Zauberschlage ordnet sich, was früher unbezwingbar schien. Da ist keine Zeit, zu sagen, warum diese oder jene Substitution gemacht wird: wer das nicht fühlt, lege das Buch weg. Maxwell ist kein Programmusiker, der über die Noten deren Erklärung setzen muß. Gefügig speien nun die Formeln Resultat auf Resultat aus, bis überraschend als Schlußeffekt noch das Wärmegleichgewicht eines schweren Gases gewonnen wird und der Vorhang sinkt.“ Nicht oft dürfte eine mathematische Abhandlung mit solch inniger Wärme und Lebhaftigkeit geschildert worden sein.

Wie schon früher angeführt, hat Boltzmann neben den vielen Arbeiten ersten Ranges, die er in Abhandlungen niederlegte, von denen ich nur einen Teil nennen konnte, auch mehrere Bücher herausgegeben, zusammenfassende Darstellungen, teilweise aus seinen Universitätsvorlesungen hervorgegangen; sie behandeln die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität und des Lichtes, die Gastheorie und die Prinzipien der Mechanik. Die erstgenannten Vorlesungen sind während seines Münchener Aufenthaltes 1891 und 1893 erschienen. In der Vorrede zum ersten Bande derselben nennt er sich bescheiden einen Kärner, dem die Aufgabe ward, den Weg zum Gebäude zu ebnen, die Fassade zu putzen, vielleicht auch dem Fundamente noch den einen oder anderen Stein einzufügen, und er ist schon darauf stolz: „Denn gäbe es keine Kärner, wie möchten wohl die Könige bauen?“ Solche Worte gebraucht ein Boltzmann, selbst ein Fürst im Reiche der Gedanken! Er meint ferner, daß es ihm trotz seiner Bemühungen nicht gelungen sei, überall ganz den Sinn Maxwells zu treffen und alle Dunkelheiten aufzuhellen; darum setzt er der Vorrede, Goethe etwas variierend, das Motto vor:

„So soll ich denn mit saurem Schweiß
Euch lehren, was ich selbst nicht weiß!“

Den zweiten Band dieser Vorlesungen beginnt er mit der scherzhaften Bemerkung, daß ihm von den zahlreichen

wohlwollenden Kritiken über den ersten Teil die wertvollste, weil kürzeste, jene eines Freundes gewesen sei, welcher einfach sagte: „Teuer finde ich das Buch.“ Deshalb habe er im zweiten Teile all den Schmuck, mit dem die Engländer solche Bücher zu zieren lieben, weggelassen; dazu sind wir Deutsche zu arm. Nur das Motto habe er beibehalten, das kostet ja nichts — und dieses sei wieder dem Altmeister Goethe entnommen: „warum wußte der auch alles so unübertrefflich zu sagen, und zwar nicht nur, was ihm bekannt war, sondern auch das, wovon er selbst keine Ahnung hatte“. Es sind nämlich die Worte Fausts, als er das Zeichen des Makrokosmos erblickt, wieder ein wenig variiert:

„War es ein Gott, der diese Zeilen schrieb,
Die mit geheimnisvoll verborg'nem Trieb
Die Kräfte der Natur um mich enthüllen
Und mir das Herz mit stiller Freude füllen“.

Dieses Motto, sagt Boltzmann, spricht meine Ansicht aus über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Magnetismus.

Das Werk über Gastheorie enthält nicht nur eine übersichtliche Darstellung der bahnbrechenden Arbeiten von Clausius und Maxwell, sondern auch viele seiner eigenen wichtigen Untersuchungen; neben der Theorie von van der Waals werden auch die schwierigsten Teile der Gastheorie, die — wie er meint — dem Mißverständnis am meisten ausgesetzt Teile, behandelt. In den Prinzipien der Mechanik sucht er eine widerspruchsfreie Darstellung der klassischen Mechanik zu geben.

Man möchte glauben, daß bei solcher, fast beispiellos fruchtbarer, literarischer Tätigkeit Boltzmanns ihm zu gar nichts anderem Zeit geblieben wäre; aber da würde man sehr irren, er war auch ein weit gereister Mann. Schon daß er siebenmal den Ort seiner Lehrtätigkeit gewechselt, deutet auf eine außergewöhnliche Beweglichkeit. Er hat aber auch Konstantinopel, Athen, Smyrna und Algier gesehen, England besucht, und war nicht weniger als dreimal in Amerika. Im Jahre 1899 hielt er an der Clark University in Worcester Vorlesungen „Über die Grundprinzipien und Grundgleichungen der Mechanik“; auf dem

wissenschaftlichen Kongreß in St. Louis 1904 besprach er in einem höchst anziehenden Vortrag die sogenannte statistische Mechanik, jene von dem Amerikaner Willard Gibbs so benannte Wissenschaft, welche sich nicht damit befaßt, die Bewegungsvorgänge eines einzelnen mechanischen Systems, sondern die Eigenschaften eines Komplexes von sehr vielen derartigen Systemen zu finden; die von den mannigfaltigsten Anfangsbedingungen ausgehen. Trotz lebhafter Bewegung einzelner mechanischer Individuen können sich die äußerlich bemerkbaren Eigenschaften des Komplexes derselben gar nicht ändern, was man statistische Statik nennen kann, während die statistische Dynamik die Fälle rechnerisch behandelt, wo allmähliche Änderungen der äußerlich sichtbaren Eigenschaften auftreten. Nicht nur auf die mechanischen Körperchen, auch auf die Statistik der belebten Wesen, der menschlichen Gesellschaft, der Soziologie u. s. w. kann diese Wissenschaft angewendet werden. Auch philosophischen Fragen geht Boltzmann in seinem Vortrage nicht aus dem Wege, sondern bespricht dieselben mit voller Klarheit und Deutlichkeit.

Im Sommer des vorigen Jahres (1905), als er das drittemal nach Amerika fuhr, hielt er durch 6 Wochen hindurch an der University of California in Berkeley einen Kursus von 30 Vorlesungen, und zwar in englischer Sprache. Über seine Reise hat er im letzten Aufsätze seiner „populären Schriften“ eine interessante Beschreibung gegeben, stellenweise mit packendem Humor, oft auch nicht ohne — ich möchte sagen — handgreifliche Satyre. Die Universität Berkeley entzückt ihn durch ihre prächtige Lage und Ausstattung. „Es liegt ein gewisser philosophischer Hauch darüber. Der Name Berkeley ist ja der eines hochangesehenen englischen Philosophen, dem man sogar nachrühmt, der Erfinder der größten Narrheit zu sein, die je ein Menschenhirn ausgebrütet hat, des philosophischen Idealismus, der die Existenz der materiellen Welt leugnet, also Idealismus in einem anderen Sinne, als ich das Wort gebrauchte. Die Philosophie hat dort ihr eigenes Lehrgebäude; nicht ein Lehrgebäude aus Phrasen und Hirngespinnsten, Pardon, ich wollte sagen, aus logischen Schlüssen und Vernunftbegriffen, sondern ein veritables Gebäude aus Stein und Holz, wo mit Stimm-

gabeln, Farbenscheiben, Kymographien und Registriertrommeln die Psyche erforscht wird.“ Dies eine kleine Probe aus dem Reiseberichte.

Als nach dem Rücktritte von Professor Ernst Mach, dem großen Physiker und Erkenntnis-Theoretiker, der einst auch kurze Zeit der hiesigen Universität angehört hat, Boltzmann im Jahre 1903 auch die Vorlesungen über Naturphilosophie übernahm, trat naturgemäß eine Änderung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit ein. In seiner Antrittsvorlesung bezeichnet er es als ein Kuriosum im akademischen Leben, daß ihm solche Vorlesungen zugefallen seien, da er bis dahin nur eine einzige Abhandlung philosophischen Inhaltes geschrieben habe: doch scheint es, daß er sich zu dieser neuen Aufgabe in gewisser Weise hingezogen fühlte. Er sagt bei einer späteren Gelegenheit denen innigen Dank, welche ihn zum Lehrauftrage für Philosophie empfohlen haben, indem ihm dadurch Gelegenheit wurde, in die Literatur derselben tiefer einzudringen, und wenn er auch nicht beurteilen könne, wie viele bisher aus seinen Vorlesungen wahren Nutzen geschöpft haben, so habe er doch den Trost, daß einer dabei viel gelernt habe und das sei er selbst.

Freilich werden sich diejenigen, welche ihn empfohlen haben, arg täuschen, wenn sie erwartet haben, daß er in das alte Geleise eintreten und darin mitlaufen werde. Diese naturphilosophischen Vorlesungen übten eine derartige Anziehungskraft, daß sie im großen Hörsaal der Anatomie gehalten werden mußten, damit die ganze Hörerzahl nur Platz finden konnte. — Mit wuchtigen Keulenschlägen fällt Boltzmann in einem Vortrage vor der philosophischen Gesellschaft (Jänner 1905) über Schopenhauer, namentlich über die Ethik des Frankfurter Philosophen her; dieser leitete ja aus seiner Willenslehre die Konsequenz ab, daß das Leben ein Unglück sei, die einzig richtige Ethik bestehe darin, daß der Wille sich selbst leugnet und daß man den Übergang zum Nichts vorbereitet: das sei dann das Glück.

Fragt man, sagt Boltzmann, nach den praktischen Konsequenzen dieser Anschauung, so zeigt sich gerade die Lehre, daß die Ethik dazu führen soll, nach dem Nichts zu streben,

nach der Entsagung, als verfehlt. Man darf es nicht als Aufgabe der Ethik betrachten, „aus metaphysischen Argumenten zu deduzieren, ob das Leben als Ganzes ein Glück oder Unglück ist. Dies ist für jeden einzelnen eine Frage seines subjektiven Gefühls, seiner körperlichen Gesundheit, seiner äußeren Verhältnisse, und kein Unglücklicher hat etwas davon, wenn wir ihm auch noch metaphysisch beweisen, daß das Leben ein Unglück ist. Wohl aber kann wenigstens einigen Unglücklichen geholfen werden, wenn wir nach Heil- und Linderungsmitteln der physischen und moralischen Gebrechen suchen. Die Ethik hat daher zu fragen, wann der Einzelne seinen Willen behaupten darf, wann er ihm dem der anderen unterordnen muß, damit die Existenz der Familie, des Volkes, der ganzen Menschheit möglichst gefördert werde; doch schießt die Frage, ob das Leben überhaupt zu fördern oder zu hemmen sei, über das Ziel hinaus. Wenn irgend eine Ethik bewirken würde, daß der ihr anhängende Volksstamm herabkommt, ist sie dadurch widerlegt. Nicht die Logik, nicht die Philosophie, nicht die Metaphysik entscheidet in letzter Instanz, ob etwas wahr oder falsch ist, sondern die Tat. Was uns zu richtigen Taten leitet, ist wahr. Deshalb halte ich die Errungenschaften der Technik nicht für nebensächliche Abfälle der Naturwissenschaften, ich halte sie für logische Beweise!“

Über das Verhältnis von Idealismus und Realismus verbreitet sich Boltzmann schon in seiner aus dem Jahre 1897 stammenden Akademie-Abhandlung: „Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur“ und kommt zum Schlusse derselben auch auf die Frage nach der Existenz Gottes zu sprechen. Hier sagt er: „Gewiß ist es richtig, daß nur ein Wahnsinniger die Existenz Gottes leugnet, aber ebenso richtig ist es, daß alle unsere Vorstellungen von Gott nur unzureichende Anthropomorphismen sind, daß also das von uns als Gott Vorgestellte in dieser Weise, wie wir es uns vorstellen, nicht existiert. Wenn daher der eine sagt, ich bin von der Existenz Gottes überzeugt, der andere, ich glaube nicht an Gott, so denken sich vielleicht beide dabei, ohne es zu ahnen, genau dasselbe.“ In dem Nachrufe auf Boltzmann, welchen Professor Lampa in Wien kürzlich schrieb, berichtet

dieser, daß Boltzmann in den letzten Jahren die Sitzungen der philosophischen Gesellschaft häufiger besuchte, als jene der physikalischen; sein letzter, in der philosophischen Gesellschaft gehaltene Vortrag führt den paradoxen Titel: „Erklärung der Entropie und der Liebe aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung.“

Boltzmann war ein eifriger Anhänger der atomistischen Naturanschauung, die er bei wiederholten Gelegenheiten gegen die sogenannten Energetiker, welche die Energie für das einzig Existierende ansehen, verteidigte; so besonders in seinen Aufsätzen aus dem Jahre 1896 „Ein Wort der Mathematik an die Energetik“ und „Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft“. Durch erstere Arbeit hat er, wie sich jüngst ein verehrter Fachkollege zu mir äußerte, in gewissem Sinne eine erlösende Tat vollbracht.

Auf der Naturforscher-Versammlung in München 1899, wo er „Die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik“ besprach, stellt er sich der Versammlung vor als einen Reaktionsär, einen Zurückgebliebenen, der gegenüber den Neueren für das Alte, Klassische schwärmt; aber, fügt er hinzu, „ich glaube, ich bin nicht borniert, nicht blind gegen die Vorzüge des Neuen . . . , denn ich weiß wohl, daß ich, wie jeder, die Dinge durch meine Brille gefärbt sehe“.

Ich habe Ihre Geduld, geehrte Anwesende, schon geraume Zeit in Anspruch genommen: und doch, wie wenig konnte ich Ihnen eigentlich sagen! Mir ist, als ob ich Sie durch eine Schatzkammer zu geleiten hätte, wo unermeßliche Schätze und Kleinodien angesammelt sind, aber diese liegen in Kästen, die durch kunstvolle, nur schwierig zu öffnende Schlösser und schwer zu hebende Riegel verwahrt sind; und zur Öffnung fehlen mir vielfach die Behelfe und die Zeit; ich kann Ihnen deshalb nur die Versicherung geben, daß herrliche Dinge und Reichtümer drinnen enthalten sind.

So lassen Sie mich nur noch hinzufügen, daß der große Theoretiker auch der Praxis und der Technik die volle Anerkennung und Wertschätzung nie versagt hat. In den Wiener Akademie-Schriften ist von ihm sogar eine technische Abhandlung (1869) enthalten „Über die Festigkeit zweier mit Druck übereinander gesteckter zylindrischer Röhren“; er gelangte

dabei zu dem Resultate, daß bei vorteilhafter Konstruktion ein Doppelrohr die dreifache Festigkeit besitzt, als die einfache Röhre bei großer Wandstärke, ein für die Praxis gewiß wichtiges Ergebnis.

Auf der Wiener Naturforscher-Versammlung im Jahre 1894 behandelte Boltzmann in einem Vortrage die Luftschiffahrt, und von 1895 bis 1898 stand er als Präsident dem Wiener elektrotechnischen Vereine vor.

Selbst in praktischen Fragen ist gelegentlich Boltzmanns Urteil angerufen worden; so viel mir bekannt, geschah es einmal, noch in den Achtzigerjahren in Graz in einer Telephon-Angelegenheit; das zweitemal im Jahre 1895, als er in Wien war, in dem leidigen Patentstreite über die Parallelschaltung von Transformatoren in Drehstromanlagen.

Seine eigentliche Domäne war stets die Theorie. In seiner Erwiderung auf die Rede, welche anlässlich der von der Universität veranstalteten Abschiedsfeier im Jahre 1890 mein lieber, auch schon lange dahingegangener Freund Professor Heinrich Streintz gehalten, bezeichnet er als Aufgabe der Theorie die Konstruktion eines rein in uns bestehenden Abbildes der Außenwelt, das uns in allen unseren Gedanken und Experimenten als Leitstern zu dienen hat. Der Ausbau der Theorie, die sein Sinnen und Wirken erfüllte, bildete für Boltzmann den Inhalt seines Lebens; wie er selbst sagt, ist sie in seinen Augen das Höchste.

Und dazu die wunderbare Lehrgabe, welche Boltzmann eigen war! Von allen, die ihn jemals hörten, ist sie gepriesen worden. Mit unübertrefflicher Klarheit und Durchsichtigkeit behandelte er jedes Problem, vom einfachsten bis zum verwickeltsten, und stets in einer so geschickten, natürlichen Weise, daß auch Hörer mit minder guter mathematischer Vorbildung seinen Ausführungen ohne allzu große Anstrengung zu folgen vermochten.

So sehen wir in Boltzmann einen deutschen Forscher und Lehrer, der in seiner schlichten Größe turmhoch über seine Zeitgenossen hervorragte, nicht nur durch die ganz phänomenale mathematisch-physikalische Begabung, sondern auch durch die anderen, besonders künstlerischen Gaben, die

ihm die gütige Natur in so reichem Maße zugeteilt hatte; so sagte er einmal — freilich im Scherze: „Englisch habe ich eigentlich an einem Tage gelernt!“ Er besaß eine bedeutende musikalische Anlage. Schon in den Jugendjahren in Linz lernte er Klavier spielen und es war damals — wie mir sein Sohn Dr. Arthur Boltzmann mitteilt — lange Zeit der berühmte Komponist Bruckner sein Lehrer. Später übte er es allerdings weniger; doch als sein Sohn Violin spielen lernte, nahm er die Musik wieder mit größerem Fleiße auf und nun wurde fast jeden Abend musiziert, auch öfters Quartett gespielt. Von 1902 an nahm Boltzmann durch 3 Jahre hindurch regelmäßige Lehrstunden und spielte sehr geübt und vieles auswendig.

An äußeren Ehren hat es ihm nicht gefehlt; er war Ehrendoktor der Universitäten Oxford, Christiania, New-Haven und Worcester, wirkliches Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, ferner auswärtiges oder Ehrenmitglied fast aller Akademien und gelehrten Gesellschaften der Welt; auch besaß er das österr. Ehrenzeichen für Kunst und Wissenschaft, sowie den bayr. Maximilian-Orden.

Boltzmann ist freiwillig von uns geschieden, sowie genau zwei Monate vor ihm der junge, hochbedeutende Physiker der Berliner Universität, Paul Drude.

Ich weiß es nicht, aber ich glaube, daß die Zeit seines Grazer Aufenthaltes von 1876—1890 die glücklichste und schönste Zeit seines Lebens gewesen ist. Hier gründete er seinen Hausstand, hier wurden ihm vier liebe Kinder beschert, hier ist der größte Teil seiner herrlichen Arbeiten entstanden. Freilich hat er auch manch Trauriges erlebt. Seine Mutter verlor er im Jahre 1884, sein hoffnungsvoller ältester Sohn Ludwig wurde ihm 1889 geraubt, er starb an einem Blinddarmdurchbruch im Alter von 12 Jahren, und auch die Schwester Hedwig starb ein Jahr später in der Nähe von Graz.

Als er den Ruf an die Universität nach Berlin erhielt, den er bekanntlich zuerst annahm, aber bald darauf ablehnte, hat Boltzmann vorübergehend einen Zustand tiefer seelischer Depression durchgemacht; diese Berufung bereitete ihm damals gar große Sorge. Und wie ich dies erzähle und die Gedanken

an jene Zeit mächtiger denn je mit ursprünglicher Lebendigkeit mir vor die Seele treten, da ist mir, als hörte ich die Stimme des großen Meisters und fühlte ich den Hauch seines Geistes durch diese Räume schweben. Andachtsvolle Stimmung und stille Wehmut bewegt mein Gemüt.

Tieftrauernden Herzens lege ich, unvergeßlicher Meister, diese Palme der Erinnerung als Zeichen unverlöschlicher Dankbarkeit und liebender Verehrung auf Dein kühles Grab. In treuem Gedenken an Dein hiesiges segensreiches Walten will ich schließen mit jenem Dichterworte, das Du selbst einmal gebraucht hast: „Es ging ein Frühling auf in jenen Tagen.“