

**Karl-Franzens-Universität Graz**  
Zentrum für Wissenschaftsgeschichte – Institut für Physik

**Katalog**  
zur  
**Ausstellung**  
**Ludwig Boltzmann**  
Anlässlich des 100. Todestages

**Physik an der Universität Graz**

Herausgegeben  
von  
Walter Höflechner

**Graz 2006**

*Nicht näher bezeichnete Teile stammen von Walter Höflechner; der dritte Abschnitt hat, wie ausgewiesen, Univ.-Ass.Dr. Klemens K. M. Rumpf zum Verfasser.*

*Die allgemeine Darstellung folgt im wesentlichen jener in Walter Höflechner, Ludwig Boltzmann. Dokumentation eines Professorenlebens. In: Ludwig Boltzmann. Leben und Briefe, hg. von Walter Höflechner, Graz 1994, wo auch die Zitate aus den Quellen und der Literatur für den weitaus überwiegenden Teil des verwendeten Materials angegeben sind.*

*Zur Darstellung der wissenschaftlichen Leistungen wurde insbesondere herangezogen Heinrich Mitter und Paul Urban, Ludwig Boltzmann und die Entwicklung der statistischen Physik. In: Walter Höflechner und Adolf Hohenester, Ludwig Boltzmann 1844–1906. Vollender der klassischen Thermodynamik. Eine Dokumentation, Deutsches Museum München 1975, 11–27.*

*Weiteres Material, vor allem hinsichtlich der Stenogramme und Diplome, aber auch Porträts wie der Karikaturen stellte Frau Ilse M. Fasol-Boltzmann als Betreuerin des Nachlasses zur Verfügung, wofür ihr herzlich gedankt sei.*

*Das Bild des Physikalischen Instituts sowie der Text des Heiratsantrages Boltzmanns wurde übernommen aus: Dieter Flamm Hg., Hochgeehrter Herr Professor! Innig geliebter Louis! Ludwig Boltzmann. Henriette von Aigentler. Briefwechsel, Wien-Köln-Weimar 1995 (Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftsforschung 2). Die Abbildungen der beiden Telegramme nach Berlin sowie des ärztlichen Gutachtens Krafft-Ebings sowie das Foto der Universität Berlin stammen aus Herbert Hörtz und Andreas Laaß, Ludwig Boltzmanns Wege nach Berlin. Ein Kapitel österreichisch-deutscher Wissenschaftsbeziehungen, Berlin 1989 (Studien zur Geschichte der Wissenschaften der DDR 13).*

*Die Ausstellung zeigt in Bezug auf Boltzmann ausschließlich Kopien, deren Gestaltung eine Annäherung an die Originale darstellt. Die Originale sind in zahlreichen Archiven und Sammlungen über Europa und die USA verstreut. Nähere Informationen dazu bei Höflechner, Leben und Briefe (s.o.).*

Satz: Zentrum für Wissenschaftsgeschichte der Karl-Franzens-Universität Graz  
Druck: Gerhard Krispel, Hausdruckerei der Karl-Franzens-Universität Graz  
Umschlag und Bindung: Druckerei Khil  
Graz 2006

---

## Einleitung

Am 5. September 2006 jährt sich zum 100. Male der Todestag Ludwig Boltzmanns. Es ist dies ein Anlass, dieses großen Physikers zu gedenken, der, hier in Graz gearbeitet, gelebt und an der Universität Graz seine wesentlichen Arbeiten verfasst hat.

Ludwig Boltzmann hat Fragen aufgegriffen, die sich mit den Mitteln seiner Zeit nicht lösen ließen und deren Behandlung und Diskussion bereits den Weg in die Physik des 20. Jahrhunderts wiesen und wichtige Aspekte unseres Verständnisses der Welt berührten. Boltzmann zählt zweifellos zu den bedeutendsten Wissenschaftlern, die überhaupt an der Universität Graz gewirkt haben.

Das Gedenken an Ludwig Boltzmann legt auch nahe, einen kurzen Blick auf den Bereich Physik an der Karl-Franzens-Universität zu werfen, der aus Gründen, die letztlich in der Initiative und Durchsetzungskraft einiger weniger Personen lagen, von hohen Ansprüchen geprägt war und eine sehr beachtliche Besetzung erfahren hat. Deshalb gilt der zweite Teil der Ausstellung einer kurzen Darstellung der Entwicklung der Physik und ihrer "Randfächer" Meteorologie und Astronomie seit den Anfängen in der Jesuitenzeit. Es wird damit in einem weiteren Sinne das institutionelle Ambiente dargestellt, in dem Ludwig Boltzmann gewirkt hat, und es sei verdeutlicht, in welchem Maße auch Physiker der Karl-Franzens-Universität zur Entwicklung dieses so grundlegenden Bereiches wissenschaftlicher Arbeit beigetragen haben.

Ein dritter Teil – zusammengestellt und erläutert von Univ.-Ass. Dr. Klemens K.M. Rumpf – gilt den wissenschaftlichen Instrumenten und Geräten, die seit der Mitte des 19. Jahrhunderts am Institut angeschafft und mitunter entwickelt und hergestellt worden sind. Das heutige Institut für Physik verfügt über eine sehr beachtliche Sammlung von derartigen Objekten, die seit den 1970er Jahren unter der Leitung von Adolf Hohenester sorgfältig restauriert worden sind und die in der Ausstellung – obgleich nur einige wenige gezeigt werden können – die instrumentellen Aspekte der wissenschaftlichen Arbeit der Physiker demonstrieren.

Allen am Zustandekommen der Ausstellung Beteiligten herzlicher Dank – in ganz besonderem Maße Frau Ilse M. Fasol-Boltzmann für Materialien, die sie aus dem Nachlass zur Verfügung gestellt hat, und der feinmechanischen Werkstätte am Institut für Physik unter der Leitung von Herrn Kurt Ansperger, die nicht nur die Geräte vorbereitet, sondern in Gemeinschaft mit den Herren Edmund Krenn und Josef Holzer auch die Vitrinen gebaut hat. Herrn Robert Holzapfel und Herrn Daniel Koller ist die Eruierung der projizierten Simulation, Frau Ingrid M. Wagner, Frau Martina Sendlak und Herrn Mag.Dr. Elmar Schübl ist wie Herrn Gerhard Krispel maßgebliche Hilfe bei der Erstellung des Katalogs wie der Poster und Herrn Hofrat Dr. Hans Zotter MAS, Herrn DI Manfred Mayer und Herrn Reinhard Erlacher bei der Erstellung der Kopien zu verdanken.

Walter Höflechner

---

## **Zeittafel**

### **Ludwig Boltzmann 1844–1906**

Jugend, Studium und Assistentenzeit in Wien	1844–1868	Vitrine 1
Die erste Grazer Professur	1869–1873	Vitrine 2
Die erste Wiener Professur	1873–1876	Vitrine 2
Die zweite Grazer Professur	1876–1890	Vitrine 3+4
Die Münchener Professur	1890–1894	Vitrine 5
Die zweite Wiener Professur	1894–1900	Vitrine 6
Die Leipziger Professur	1900–1902	Vitrine 7
Die dritte Wiener Professur	1902–1906	Vitrine 7+8
Lehrauftrag für Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften	1903–1906	

---

# 1 Ludwig Boltzmann 1844–1906

von Walter Höflechner

## Einbegleitung

Ludwig Boltzmann kann – unbeschadet seiner persönlichen Genialität – in seinem wissenschaftlichen Schaffen als das Ergebnis eines Prozesses interpretiert werden, der mit Erneuerungsbestrebungen zweier Männer – Andreas von Baumgartner und Andreas von Ettingshausen – in den 1820 Jahren einsetzte, in den 1830er Jahren langsam staatliche Förderung erfuhr, die in der Begründung des Physikalischen Instituts in Wien im Jahre 1850 kulminierte und Physiker wie Christian Doppler, als den ersten, und Stefan Meyer, als nach Ettingshausen dritten Leiter dieses Instituts, forcierte. Ludwig Boltzmann war neben Stefan Meyer, Ernst Mach und anderen namhaften Physikern ein Absolvent dieses Instituts.

Wie viele Institutionen und Assoziationen in derartigen Aufbruchsstimmungen – hier nach der Revolution von 1848 – vermittelte auch das Physikalische Institut ein enormes Maß an Motivation. Noch Jahrzehnte später hat Ludwig Boltzmann dem Geist jener Jahre nachgetrauert.

In Bezug auf die physikalischen Inhalte seiner wissenschaftlichen Tätigkeit ist Boltzmann maßgeblich bestimmt von James Clerk Maxwell (1831–1879), mit dem er nie Kontakt aufgenommen hat.

Maxwells elektromagnetische Lichttheorie, die als Novum eine Herausforderung darstellte, zu beweisen, war eine der Herausforderungen der Zeit. Diese Frage führte Boltzmann zu den experimentalphysikalisch höchst diffizilen Untersuchungen der Dielektrizität, über welches Phänomen elektromagnetische Lichttheorie und Optik zusammengeführt werden. Boltzmann hat auf diesem Feld Maxwells Theorie lange vor Heinrich Hertz bewiesen.

Maxwells Beteiligung an den großen Fragen der Thermodynamik war das zweite Feld, in dem Boltzmann dessen Forschungen aufgriff. Die Wärmelehre wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts erneuert: Es waren erst vor allem die Arbeiten von Rudolf Clausius (“Über die Art der Bewegung, die wir Wärme nennen”, 1857, und Formulierung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik bzw. Definition der Größe “Entropie”, 1865) und eben nochmals von Maxwell, der die kinetische Gastheorie als eine “Übungsaufgabe in der Mechanik” bezeichnet und damit nach der mechanistischen Erklärung des Zweiten Hauptsatzes strebte (Gleichverteilungssatz 1860 und mathematische Fassungen der Problematik 1866). Die kinetische Gastheorie als mechanistisches und damit reversibles Modell geriet in Widerspruch zu den als irreversibel aufgefassten Vorgängen im Sinne des Zweiten Hauptsatzes und mündete in die Frage nach der Allgemeingültigkeit des Zweiten Hauptsatzes. Daraus ergab sich ein Dilemma, das Boltzmann in seinen späten Jahren schwer zu schaffen machte. Es war auch in der klassischen Physik, unter mechanistischen Gesichtspunkten, nicht zu lösen und wird erst durch die Quantenphysik zugänglich. Durch den Umstand, dass aus dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik auch der “ther-

---

mo-dynamische Zeitpfeil", eine klare zeitliche Orientierung des Geschehens resultiert, gewann diese Problematik zusätzlich an Bedeutung.

Der Mann, der Boltzmann auf diese Themen und insbesondere auf Maxwell hingewiesen hat, war sein Lehrer Josef Stefan.

---

## 1.1 JUGEND, STUDIUM UND ASSISTENTENZEIT IN WIEN 1844–1868 (VITRINE 1)

Ludwig Eduard Boltzmann kam am 20. Februar 1844 – in der Nacht vom Faschingsdienstag auf den Aschermittwoch, wie er selbst 1904 unter Anspielung auf sein Naturell hervorgehoben hat – in Wien zur Welt. Sein Vater Ludwig Georg, ein Finanzbeamter, entstammte einer preußischen Familie und starb, als Ludwig 15 Jahre alt war. Bestimmender wurde deshalb seine aus Salzburg stammende Mutter Katharina, geb. Pauernfeind, die er erst 1885 verlor.

- 1 Stammbaum Ludwig Boltzmanns.
- 2 Boltzmanns Mutter Katharina (1810–1885) in jungen Jahren.
- 3 Ludwig Boltzmann – Ausschnitt aus dem Matura-Gruppenfoto 1863.

Nach dem Schulbesuch in Wels und in Linz übersiedelte die Familie – neben der Mutter noch seine Schwester Hedwig (sein Bruder Albert war bereits 1860 gestorben) – 1863 nach Wien, wo Ludwig Boltzmann das Studium der Mathematik und der Physik aufnahm und bald in das 1850 begründete Physikalische Institut eintrat.

Boltzmann trat in einem geradezu idealen Zeitpunkt in die Universität Wien, wo mittlerweile nach 1848 berufene Professoren den Ton angaben und ohne die Skrupel und Beschränkungen der vormärzlichen Generationen mit meist sicherem Urteil die jungen Wissenschaftler förderten, die ihrerseits relativ unbekümmert und gierig alles Neue aufnahmen.

Es ist – gegen frühere Auffassungen – festzuhalten, dass Boltzmann zeitlebens enorme Förderung erfahren hat; anfangs durch Josef Stefan und dann in Würdigung seiner Leistungen.

Boltzmann hat im vierten Jahr seine Studien abgeschlossen und das Doktorat erlangt. Zeitgleich mit der Abschlussphase war er 1865/66 “Zögling” des Physikalischen Instituts.

Seine Lehrer waren vor allem der erst 30jährige Kärntner Slowene Josef Stefan, der ihm Maxwells Arbeiten und eine englische Grammatik in die Hand drückte, und der slowakische Mathematiker Josef Petzval, der die vom nachmals bekannt gewordenen Mechaniker Voigtländer hergestellten und vermarkteten Objektive berechnet hat. Nicht außer Acht gelassen werden darf, dass zu jener Zeit viele Lehrbücher für das Selbststudium ausgelegt waren.

- 4 Josef Stefan (1835–1893), Direktor und maßgeblicher Lehrer Boltzmanns (Stefan war zu Boltzmanns Studienzeit allerdings erst 30 Jahre alt).
  - 5 Josef Petzval (1807–1895), einer von Boltzmanns Lehrern in der Mathematik.
  - 6 Josef Loschmidt (1821–1895), Lehrer und in späterer Zeit väterlicher Freund Boltzmanns.
-

### **Das Physikalische Institut in Wien**

Dieses 1850 errichtete Institut wurde gegründet, um den seit dem 18. Jahrhundert aufgebauten Rückstand in den Naturwissenschaften zu verringern. Das Physikalische Institut war wohl *“integrierender Teil der philosophischen Fakultät an der Wiener Universität”*, wies aber eine Direktorialverfassung auf und unterstand in manchen Belangen direkt dem Ministerium. Die Einbindung in die Fakultät fand darin ihren Ausdruck, dass eine Personalunion zwischen Institut und Fakultät hinsichtlich des Lehrkörpers bestand.

Diese besondere rechtliche Konstruktion, Aufgabenstellung und Finanzierung sollte eine rasche Entwicklung der jeweiligen Bereiche ermöglichen – das Physikalische Institut war ursprünglich zuständig für die praktische Ausbildung von Lehrenden im Bereich der Physik, entwickelte sich aber naturgemäß sehr rasch zu einer in Österreich erstrangigen Forschungsstätte, aus der hochqualifizierte Wissenschaftler im Bereich der Physik hervorgingen.

An diesem Institut wirkten bzw. erhielten u.a. ihre Ausbildung:

**Christian Doppler**, nach dem der heute vielseitig verwendete Doppler-Effekt benannt ist,

**Josef Stefan**, der jenes Gesetz aufgestellt hat, das Boltzmann theoretisch begründet hat und das heute als Stefan-Boltzmann'sches Gesetz bekannt ist und erstmals die Bestimmung der Oberflächentemperatur der Sonne erlaubte,

**Ernst Mach**, dessen Name über seine sonstigen enormen Leistungen in der Physik wie in der Philosophie in den allgemeinen Sprachgebrauch eingegangen ist, wenn die Schallgeschwindigkeit mit der sogenannten *“Mach-Zahl”* bezeichnet wird,

**Ludwig Boltzmann**, der als Vollender der klassischen Thermodynamik gesehen werden kann und an die Schwelle der neuen Physik getreten ist,

**Franz Exner**, der durch seine Arbeiten zur Lufterlektrizität und durch eine große Schülerzahl Einfluss genommen hat auf Neuerungen der Physik im 20. Jahrhundert, z.B. durch den Nobelpreisträger Victor Franz Hess.

Wesentlicher Hintergrund für die Schaffung dieses Instituts war ursprünglich die Reform des Gymnasialunterrichts, in dem nun das Fach Physik eingeführt wurde, wofür man eben auch die entsprechend ausgebildeten Lehrer benötigte, denen man in ganz besonderer Weise *“die manuelle Fertigkeit beim Experimentieren”* sowie *“die gehörige Anleitung zu selbständigen Forschungen”* vermitteln wollte.

Studierende konnten erst im dritten Semester nach Absolvierung der Vorlesung aus Mathematik und Physik als *“ordentliche Zöglinge”* aufgenommen werden.

Erster Direktor des Instituts war Christian Doppler; ihm folgten Andreas von Ettingshausen, Josef Stefan und schließlich Ludwig Boltzmann – mit seinem Abgang nach Leipzig ist das Institut de facto erloschen.

- 7 Kaiserliche Entschließung hinsichtlich der Errichtung des Physikalischen Instituts (1850).
  - 8 Ludwig Boltzmann als Zögling des Physikalischen Instituts in dessen Garten im Kreise von Kollegen (1865/66).
-



Boltzmann erinnerte sich 1895 in seinem Nachruf auf Josef Stefan:

“[...] Erdberg blieb mir mein ganzes Leben hindurch das Symbol ernster, durchgeistigt experimenteller Tätigkeit. Als es mir in Graz gelungen war, in das dortige physikalische Institut einiges Leben zu bringen, nannte ich dasselbe scherzweise Klein-Erdberg. Nicht räumlich klein, meinte ich, es war vielleicht doppelt so groß, als Stefans Institut; aber den Erdberg-Geist hatte ich noch lange nicht hineingebracht. Noch in München, als die jungen Doktoranden zu mir kamen und gerne gearbeitet hätten, nur wußten sie nicht was? dachte ich: da waren wir in Erdberg doch andere Leute [...] Wir hatten genug Ideen [...].”

Boltzmann hat im damaligen philosophischen Doktoratsstudium die nachfolgend aufgelisteten Lehrveranstaltungen belegt; diese Aufstellung dokumentiert zugleich die Ausbildung eines Physikers in der Frühzeit der universitären Erneuerung nach den Thun'schen Reformen in Österreich (die Zahlen geben die Wochenstunden an):

9 Aufstellung der von Ludwig Boltzmann im Laufe seines Studiums an der Universität Wien besuchten Lehrveranstaltungen.

**Wintersemester 1863/64:**

Physik	10	Ettingshausen
Lehre von Licht und Wärme	5	Kunzek
Algebraische Analysis	5	Moth
Geschichte der Philosophie: Das morgen- und abendländische Altertum	1	Zimmermann

**Sommersemester 1864:**

Pädagogik	4	Zimmermann
Integralgleichungen	5	Moth
Integralgleichungen	4	Petzval
Theorie der Wärme	2	Stefan
Beugung des Lichtes	2	Stefan
Statik flüssiger Körper	5	Kunzek
Kalorimetrie	1	Kunzek
Fortschritte der Physik	2	Ettingshausen

**Wintersemester 1864/65:**

Analytische Geometrie	3	Moth
Analytische Mechanik	4	Petzval
Algebraische Gleichungen	2	Petzval
Magnetismus	5	Kunzek
Akustik mathem. Behandlung	2	Stefan
Ästhetik	3	Zimmermann
[Philosoph.] Konversat.	1	Zimmermann
Allgem. Medizin. Chemie	5	Redtenbacher
[Astronomie	4	Littrow – von Boltzmann getilgt]

**Sommersemester 1865:**

Anleitung zum physik. Experimentieren	10	Ettingshausen
Sphärische Trigonometrie	1	Moth
Theorie der algebr. Gleichungen	2	Petzval
Analytische Mechanik	4	Petzval
Astron. Beobachtungsmethoden	4	Littrow
Theorie d. elektrischen Stromes	2	Stefan
Ästhetik	3	Zimmermann

**Wintersemester 1865/66:**

Physik	10	Ettingshausen
Analytische Mechanik	4	Petzval
Theorie der Wärme	2	Stefan
Theorie des Lichtes	2	Stefan
Philosoph. Konversatorium	1	Zimmermann
[Physik für Lehramtskandidaten	3	Lang – von Boltzmann wieder getilgt]

**Sommersemester 1866:**

Logik	3	Lott
Gesch. d. Philosophie seit Kant	4	Zimmermann
Analytische Mechanik	4	Petzval
Theorie d. Funktionen elliptisch	3	Blazek
Anleitg z. physik. Experiment.	10	Stefan

**Wintersemester 1866/67:**

Einleitung in die wiss. Physik	3	Lang
Molekularphysik	2	Loschmidt
Theorie der höheren Gleichungen	2	Weiß
Theorie d. Funktionen komplexen Grades	2	Blazek
Höhere Geodäsie	2	Murmann
Philosophisches Konversatorium	1	Zimmermann

Neben dem Rigorosum über den naturwissenschaftlichen Bereich hatte Boltzmann je ein weiteres Rigorosum aus Geschichte und aus Philosophie zu absolvieren. Die strenge Prüfung aus Mathematik und Physik legte er bei Franz Moth und dem nur sechs Jahre älteren Victor von Lang ab; das philosophische Rigorosum absolvierte er bei Franz Lott und Robert Zimmermann – alle diese Examina absolvierte er mit der Beurteilung *“valde bene”* (sehr gut); die Prüfungen aus Allgemeiner und Österreichischer Geschichte legte er mit gutem Erfolg bei Albert Jäger und Josef von Aschbach ab, deren Lehrveranstaltungen er nie besucht hatte. Auf dieser Grundlage erfolgte am 19. Dezember 1866 seine Promotion zum Doktor der Philosophie. – Eine Dissertation war damals nicht vorgesehen, sie wurde erst mit der neuen Rigorosenordnung von 1872 gefordert. Boltzmann studierte in einer Übergangsphase, in der noch die aus der Zeit vor den Reformen von 1848ff. stammende Rigorosenordnung galt.

Die Lehramtsprüfung für Mathematik und Physik am Obergymnasium legte Boltzmann 1867/68 ab, als er bereits Assistent Stefans am Physikalischen Institut war.

### **Die Habilitation 1867/68**

Boltzmann war noch nicht 24 Jahre alt, als er im Dezember 1867 – ein Jahr nach seiner Promotion – der Philosophischen Fakultät in Wien sein Gesuch *“um die venia docendi aus allen Fächern der mathematischen Physik”* vorlegte. Stefan, dessen Assistent Boltzmann damals war, der Meteorologe Jelinek und der Physiker Victor von Lang befürworteten die Durchführung des Verfahrens, in dessen Rahmen Boltzmann am 8. Februar 1868 das Kolloquium und am 27. Februar die Probevorlesung *“zu voller Zufriedenheit”* absolvierte. Das Professorenkollegium beschloss hierauf am 7. März 1868 einstimmig, Boltzmann als *“Privatdozenten der mathematischen Physik”* zuzulassen und beim Ministerium um die Bestätigung der Venia anzusuchen. Noch im bereits angelaufenen Sommersemester 1868 hielt Boltzmann seine erste Vorlesung, *“Über die Grundprinzipien der mechanischen Wärmetheorie”* – ein Thema, das ihn sein Leben lang beschäftigen sollte.

Damit nahm Boltzmann 1868 – begierig und voller Eifer – seine Lehrtätigkeit auf, die ihm später so sehr zur Last werden sollte.

- 10 Bestätigung der Venia docendi durch das Ministerium für Cultus und Unterricht vom 19. März 1868 (Habilitation).
- 11 Übersicht über die Lehrtätigkeit Boltzmanns als Privatdozent in Wien.
- 12 Ludwig Boltzmann, vermutlich in den späten 1860er Jahren.

### **Wissenschaftliche Tätigkeit Boltzmanns als Dozent in Wien**

Boltzmann hat bereits vor der Promotion 1866 eine sehr bedeutende Arbeit vorgelegt, nämlich die Untersuchung *“Über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie”* (1866), in der er die Tatsache ermittelt, *“daß die Temperatur eines Gases der mittleren kinetischen Energie der Moleküle proportional ist”*, und *“einen Zusammenhang zwischen der Entropie der phänomenologischen [= makroskopischen] Theorie und einer kinetisch definierten Größe [... einmal] für*

---

*Gleichgewicht und für periodische Bewegung der Moleküle begründet* [..., womit freilich noch] *keine Einsicht in den Mechanismus der Irreversibilität*“ gewonnen wurde. Über diese Arbeit geriet er später in seiner Grazer Zeit in einen Prioritätsstreit mit Clausius, der 1865 den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik formuliert und den Begriff Entropie eingeführt hatte.

- 13 Titelseite der Arbeit “Über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie” von 1866.
- 14 Rudolf Clausius (1822–1888), er formulierte erstmals den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und führte den Entropiebegriff ein.

In seiner 1868 vorgelegten Untersuchung “Studien über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegten materiellen Punkten” entwickelte Boltzmann die Idee der Geschwindigkeitsverteilung von Gasmolekülen und weitete Maxwells 1860 in eher unbestimmter Weise erstellte Theorie und dessen nun erst ein halbes Jahr zuvor gelieferte partielle Lösung aus, womit er die Grundlage für seine neuerliche Erweiterung von 1871 schuf bzw. für seine fundamentale Arbeit von 1872 verbreiterte; Boltzmann ging in dieser Arbeit von der Betrachtung “*unendlich vieler materieller Punkte*” zur Frage des Gleichgewichtes “*der lebendigen Kraft zwischen einer endlichen Zahl materieller Punkte*” über, um so zu einer allgemeinen Lösung “*des Problems des Gleichgewichtes der lebendigen Kraft*” zu gelangen.

- 15 Titelseite der Arbeit “Studien über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegten materiellen Punkten” von 1868.

Mit diesen Arbeiten hat Boltzmann die sein weiteres Leben prägenden Leistungen erbracht, die er in der Folge ausgebaut und verteidigt hat.

---

## 1.2 ERSTE GRAZER PROFESSUR 1869–1873 (VITRINE 2)

An der Universität Graz war es nach der Pensionierung des aus dem Vormärz stammenden Physikers Karl Hummel 1868 zu einer entscheidenden Weichenstellung gekommen, als es dem Chemiker Leopold von Pebal gelang, die von Kirchhoff empfohlene Berufung des aus Riga kommenden Physikers August Toepler durchzusetzen. Aus dieser Berufung resultierten:

- die Einrichtung eines Extraordinariats für theoretische Physik und
- die Errichtung eines Institutsgebäudes für Physik auf dem damals neu erworbenen Gelände des heutigen Campus in Geidorf.

Unter tatkräftiger Mitwirkung Josef Stefans wurde Ludwig Boltzmann am 17. Juni 1869 in Besetzung des Extraordinariats *“zum ordentlichen Professor der mathematischen Physik an der Universität zu Graz [...] unter der gleichzeitigen Verpflichtung zur regelmäßigen Abhaltung von Vorträgen über die Elemente der höheren Mathematik”* ernannt (die Ernennung zum Ordinarius anstatt zum Extraordinarius wurde damit begründet, dass Boltzmann zusätzlich Vorlesungen zur Mathematik zu halten habe). Eine außerordentliche Professur für Physik hatte schon seit 1864 bestanden, als durch die Einrichtung der Medizinischen Fakultät im Jahre 1863 die Erneuerung der physikalischen Ausbildung notwendig geworden war. 1864–1865 hatte Victor von Lang und hierauf 1866–1867 (bis zu seiner Berufung nach Prag) Ernst Mach dieses Extraordinariat bekleidet.

16 Boltzmanns Ernennung zum Ordinarius der *“mathematischen Physik”* in Graz 1869.

Das Physikalische Institut an der Universität Graz entsprach damals in keiner Weise den Erfordernissen. Albert von Eittingshausen, Boltzmanns späterer Assistent, hat das alte Institut eingehend geschildert und äußerte sich folgend über die apparative Ausstattung:

*“Von Gegenständen, die gekauft wurden, als die Physik noch in der alten Bude war, sind mir noch im Gedächtnis: das Meyersteinsche Spektrometer mit Quarz Kompensator, Magnetometer und Elektrodynamometer (ebenfalls Meyerstein), Spiegelgalvanometer mit langer Suspensionsröhre, 1 Ablesefernrohr, Elektrometer nach Kirchhoff, Beetz' Fallapparat, Induktorium, Dynamoelektrischer Minenzünder, Universalgalvanometer (S&H), Resonatoren-Apparat und stroboskopischer Stimmgabelsatz (R. König), die kräftigen Magnete von van Wetteren, Projektionslampen mit Kalkborolivincylindern (von Harnecker), Knallgaslicht, Störers magnet. elektrische Maschine u. A., auch die große Toeplersche Influenzmaschine wurde (von Pischl) angefertigt (1870) und kamen von Geisler aus Bonn schöne große Röhren etc. etc.”*

---

Toepler hat eine bedeutende Erhöhung der Dotierung des Instituts erreicht und auch bewirkt, dass 1872 die Entscheidung zugunsten der Errichtung eines eigenen Institutsgebäudes fiel, in das Boltzmann 1876 einziehen sollte.

Institutsbelange haben Boltzmann in der Zeit seiner ersten Grazer Professur nicht tangiert, er konnte sich unbeschwert wie später nie mehr vor allem seiner wissenschaftlichen Arbeit, aber auch seiner weiteren Ausbildung, der Lehre und auch der Geselligkeit in Graz widmen, wo er 1873 Henriette von Aigentler kennen lernte, die damals als erste Frau an der Universität Graz Physik studierte und die er 1876 heiraten sollte.

### **Reise nach Heidelberg und Berlin 1870**

Im Sommersemester 1870 unternahm Boltzmann die erste seiner beiden frühen Reisen nach Deutschland, die ihn erstmals aus der ihm vertrauten Heimat hinausführten und mit den weit formelleren Usancen der deutschen Universitäten konfrontierte. Unter den bedeutenden Mathematikern und Naturwissenschaftlern, die er auf dieser Reise kennen lernte, sind als Physiker Gustav Kirchhoff in Heidelberg und Hermann Helmholtz in Berlin hervorzuheben, denen die Reise ja auch galt. Er lernte aber wohl auch Robert Bunsen kennen und August Kundt, der ihn 1872 bereits für die neue Reichsuniversität Straßburg empfahl.

In Berlin hielt sich Boltzmann wegen des Ausbrechens des Deutsch-französischen Krieges 1870/71 nur kurz auf.

- 17 Gustav Kirchhoff (1824–1887) war 1854–1875 Professor der Physik in Heidelberg, dann bis zu seinem Tod in Berlin.
- 18 Robert Wilhelm Bunsen (1811–1899) war 1852–1878 Professor der Chemie in Heidelberg.
- 19 Leo Koenigsberger (1837–1921) war 1869–1875 und 1884–1914 Professor der Mathematik an der Universität Heidelberg; 1875–1877 lehrte er in Dresden und 1877–1884 in Wien; Boltzmann ist ihm verbunden geblieben und hat ihn verschiedentlich in mathematischen Fragen konsultiert.
- 20 August Kundt (1839–1894) war, als Boltzmann ihn kennen lernte, Professor der Physik an der Universität Würzburg.

In Heidelberg besuchte Boltzmann im Frühsommer 1870 auch das Seminar des Mathematikers Leo Koenigsberger, der sich viel später (in seinem Buch "Mein Leben", Heidelberg 1919) noch daran und insbesondere an eine Episode bezüglich Kirchhoffs erinnerte:

*"Bezüglich Boltzmanns ist mir noch eine Seminarstunde in Erinnerung, in welcher ich eine Variationsaufgabe behandeln lassen wollte, die aber keiner meiner vortrefflichen Seminaristen zweckmäßig anzugreifen wußte: auf meine Frage, wer von den Herren uns helfen wolle, erhob sich auf der letzten Bank ein hagerer, etwas älter als die übrigen Studierenden aussehender Zuhörer, trat an die Tafel und entwickelte in geschickter Weise, aber in so krassem Österreichischem Dialekt, daß die Zuhörer sich eines Lächelns nicht erwehren konnten, die Lösung der Aufgabe. Da er sich vorher bei mir nicht gemeldet hatte, fragte ich ihn nach seinem Namen – Die*

---

Antwort war: ‘Dr. Boltzmann aus Wien’, von dem mir schon einige, von seinem Lehrer Stefan vorgelegte kleinere Noten aus den Mitteilungen der Wiener Akademie bekannt waren. Noch am Nachmittage desselben Tages kam er zu mir, um sich für eine demnächst erscheinende Wärmerarbeit in betreff einiger algebraischer Probleme meinen Rat zu erbitten, und ich fragte ihn bei dieser Gelegenheit, ob er Kirchhoff schon persönlich kennen gelernt habe. Als er meine Frage ein wenig verlegen verneinend beantwortete, drückte ich ihm mein Erstaunen darüber aus, da er schon seit einigen Wochen in Heidelberg sich aufhielt, bis er mir endlich seinen Befürchtung gestand, daß die Unterhaltung dann wohl sehr bald auf Kirchhoffs letzte Arbeit über die Bewegung von zwei Ringen in einer Flüssigkeit kommen könnte – es ist dies die fundamentale Untersuchung über die Parallelität der durch den hydrodynamischen Druck und elektrische Ringströme hervorgebrachten Bewegung – und daß es ihm dann unangenehm wäre, Kirchhoff zu sagen, daß die Arbeit einen mathematischen Fehler enthielte. Als er mir das Nähere auseinandergesetzt, und ich ihm versicherte, daß Kirchhoff wenn er seinen, übrigens das Resultat der Untersuchung nicht in Frage stellenden Irrtum eingesehen, ihm dann erst recht mit größter Liebenswürdigkeit entgegenkommen würde, entschloß er sich, ihn sogleich zu besuchen. Einige Stunden später kam Kirchhoff zu mir und erzählte mir, daß Boltzmann gleich bei seiner Vorstellung ganz unvermittelt ihm mitgeteilt habe, daß er einen Fehler in jener Arbeit gemacht, und ich konnte an der Erregtheit von Kirchhoff, der bei seiner feinen, aber etwas formellen Art, sich zu geben, auch eine bescheidene und vorsichtige Rücksichtnahme von anderen verlangte, wohl erkennen, daß die Art der Mitteilung ihn Boltzmann gegenüber ein wenig stutzig gemacht hatte, – sehr bald wurde ihr Verhältnis aber ein recht gutes, getragen von der gegenseitigen Hochachtung ihrer wissenschaftlichen Bedeutung.”

Boltzmann hat seinerseits Stefan über diesen Vorfall berichtet und ihm “zur Sicherung der Priorität” eine entsprechende Notiz für den Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien übersandt, in der er auf Kirchhoffs Wunsch hinzufügte, dass dieser den Fehler “bereits bemerkt habe”. – Boltzmann hat Kirchhoff in seinem Nachruf 1887 als ein naturwissenschaftliches Pendant zu Beethoven bezeichnet.

### **Die Reise nach Berlin 1871**

Die Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin war eine der bedeutendsten Massierungen wissenschaftlicher Gelehrsamkeit jener Zeit und versammelte namhafteste Vertreter der Mathematik und der Naturwissenschaften in ihren Reihen – die Reichhaltigkeit des dort Gebotenen war überwältigend.

Unmittelbares Ziel Boltzmanns war Hermann Helmholtz, bei dem er instradierend im Auftrage Toeplers wegen allfälliger Baupläne für das neue Laboratorium in Berlin vorsprach und in dessen Laboratorium er auch arbeitete. Boltzmann nahm in Berlin auch an der großen Feier zu Ehren des 300. Geburtstages von Johannes Kepler teil und fand Zugang zur bereits berühmten Physikalischen Gesellschaft, in der er am 26. Jänner 1872 einen Vortrag über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen hielt, wobei er den Eindruck gewann, außer von Helmholtz von niemandem verstanden zu werden.

---

- 21 Hermann Helmholtz (1821–1894) war Physiologe und Physiker erst in Königsberg, Bonn und Heidelberg, ehe er 1871 als Physiker nach Berlin berufen wurde, wo er bis zu seinem Tod lehrte.

Wie zuvor schon Kirchhoff in Heidelberg hat Boltzmann in Berlin Helmholtz auf einen Irrtum in einer seiner Arbeiten hingewiesen, nämlich hinsichtlich der Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten.

- 22 Übersicht über Boltzmanns Lehrtätigkeit während seiner ersten Grazer Professur.
- 23 Einband und Seite aus Boltzmanns stenographischen Notizen zur Vorlesung über Analytische Mechanik im Wintersemester 1870/71 an der Universität Graz. – Boltzmann stenographierte damals noch sehr übersichtlich und dem damaligen Kanon entsprechend.

### **Wissenschaftliche Leistungen während der ersten Grazer Professur**

Boltzmann hat in seiner ersten Grazer Zeit nicht weniger als 18 (z.T. sehr umfangreiche) wissenschaftliche Arbeiten publiziert.

Er hat vor allem die schon in der Wiener Zeit begonnene Auseinandersetzung mit der Problematik einer mechanistischen Erklärung des 1865 von Clausius formulierten Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik (Wärme geht niemals von selbst von einem kälteren zu einem wärmeren Körper über) im Wege der kinetischen Gastheorie fortgeführt. Im Februar 1871 hat er in seiner Studie “Über das Wärmegleichgewicht zwischen mehratomigen Gasmolekülen” eine Verallgemeinerung seiner 1868 vorgelegten Untersuchung unternommen und diese sofort anschließend in seiner Arbeit “Einige allgemeine Sätze über das Wärmegleichgewicht” vereinfachend ausgebaut – den in dieser letzteren Arbeit angedeuteten Weg hat Josiah Willard Gibbs weiter verfolgt. Thomas S. Kuhn hat diese von Boltzmann eingeschlagene Vorgehensweise insofern als sehr folgenreich eingeschätzt, als diese Arbeit es vor allem war, die Max Planck in seiner Arbeit zur Strahlung schwarzer Körper zu seinem so folgenreichen Ergebnis geführt hat.

Wenige Wochen später, im April 1871 erschien auch die Untersuchung “Analytischer Beweis des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie aus den Sätzen über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft”, in der es Boltzmann gelingt, *“die Brücke zwischen phänomenologischer und kinetischer Theorie herzustellen und die Entropie aus der Zustandssumme zu berechnen. Das Phänomen der Irreversibilität konnte er damit allerdings noch immer nicht erklären: seine Arbeit bezieht sich auf das Gleichgewicht und sagt nichts darüber aus, wie sich dieses einstellt”*.

So waren die Jahre 1866–1871 maßgeblich bestimmt durch die Klärung der Frage, *“wie verteilt sich in einem warmen Körper beim Wärmegleichgewicht die mitgegebene Totalenergie über die verschiedenen Moleküle und Atome im Molekül, als kinetische Energie der Translation, Rotation und inneren Bewegung der Moleküle und als potentielle Energie zwischen den Molekülen und den Atomen im Molekül? Boltzmanns Resultate sind hier kühne und enorm fruchtbare Erweiterungen von Theoremen, die in spezielleren Formen teils von Clausius, teils von Maxwell gege-*

---

ben worden sind [...] Um diese Resultate gewinnen zu können, mußte sich Boltzmann eine ganze Reihe neuer mechanischer Begriffe und Sätze konstruieren”.

Die bedeutendste der Veröffentlichungen während der ersten Grazer Professur war aber zweifellos die umfangreiche Untersuchung “Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen”, die im Frühjahr 1872 erschien und in der er die in den vorangegangenen Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse zusammenfasst und zu einem ersten Abschluss bringt, indem er durch die Betrachtung der Stöße zwischen zwei Molekülen zu der nach ihm benannten “Transportgleichung”, auch als Stossgleichung oder auch einfach “Boltzmann-Gleichung” bezeichnet, gelangte, mit deren “Hilfe [...] auch eine Vielfalt anderweitiger Probleme faßbar [wurde], auf die Boltzmann in relativ knapper Form eingeht”. Boltzmann selbst hat das so formuliert: er habe gezeigt, “daß für Gase mit einatomigen und mehratomigen Molekülen, auf welche keine äußeren Kräfte wirken, das für erstere von Maxwell, für letztere von mir gefundene Wahrscheinlichkeitsgesetz der verschiedenen Positionen, Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsrichtungen der Atome unter den dort detaillierten Bedingungen das einzig Mögliche ist und [...] daß aus einer beliebigen Anfangsverteilung im Lauf der Zeit stets die Gleichgewichtsverteilung wird. Eine bestimmte aus der Verteilungsfunktion zu berechnende Größe nimmt dabei stets zu”. Sie ist ihm Ausdruck der Zunahme der Entropie. Diese Gesetzmäßigkeit, die Boltzmann 1877 exakter fassen sollte, ist als H-Theorem bezeichnet worden. Boltzmann erkannte klar, dass “die Probleme der mechanischen Theorie der Wärme zugleich Probleme der Wahrscheinlichkeitstheorie sind”. Damit war im weiteren die Entropie als eine Funktion der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit aufzufassen, womit Boltzmann 1877 zu jener Formulierung gelangte, die später in der durch Max Planck vorgenommenen Fassung in sein Grabmonument auf dem Wiener Zentralfriedhof eingemeißelt werden sollte: “ $S = k \cdot \log W$ ”.

“Mit dieser Arbeit, deren Folgen sowohl für die Physik als auch für Boltzmanns weiteres Leben kaum überschätzt werden können, war ein großer Durchbruch erzielt” (Mitter-Urban).

Boltzmann hat diese Problematik erst ab 1875 wieder weiter verfolgt. Mit den erwähnten Arbeiten wurde aber sein Name in Physikerkreisen allgemein bekannt; besondere Aufmerksamkeit widmeten seinen diesbezüglichen Arbeiten die englischen Physiker.

Boltzmann hat in Graz aber auch höchst diffizile experimentelle Untersuchungen durchgeführt, nämlich zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten. Auch diese Untersuchungen standen im Zusammenhang mit der Verifizierung von Maxwells Theorie. Er hat diese Experimente während seiner Wiener Zeit – großteils in Graz am Institut Toeplers – fortgesetzt.

- 24 Aus der Arbeit “Experimentaluntersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper” von 1873.
  - 25 Brief von Henriette von Aigentler (1854–1938) an Boltzmann vom 17. März 1873 Graz; sie war die erste Studierende der Physik an der Universität Graz und wurde 1876 Boltzmanns Frau.
-



### **1.3 ERSTE WIENER PROFESSUR – ORDINARIUS DER MATHEMATIK 1873–1876 (VITRINE 2)**

Als in Wien 1871 der Mathematiker Franz Moth in den Ruhestand trat, wurde Boltzmann erst an dritter, dann an zweiter Stelle für dessen Nachfolge genannt und am 30. August 1873 als Professor für Mathematik nach Wien ernannt.

26 Ernennung Boltzmanns zum Ordinarius der Mathematik an der Universität Wien 1873.

Wir kennen die Gründe nicht, die Boltzmann zur Annahme des Rufes nach Wien bewogen haben; vielleicht war es der Einfluss der Mutter, die in Graz sich nicht besonders wohl gefühlt haben mag, vielleicht mag auch ein gewisses Interesse Stefans leitend gewesen sein; weniger wohl war es Hoffnung auf hinreichende Experimentiermöglichkeiten, denn Boltzmann hat zumindest anfangs wohl nicht nur seiner späteren Braut halber in Graz bei Toepler experimentiert. Er hat auch recht rasch festgestellt, dass die Professur der Mathematik ihn nicht auf Dauer befriedigen könne und so strebte er sofort und erfolgreich nach möglichst weitgehender Einbeziehung auch der Physik in seinen Aufgabenbereich, sodass er bereits im Sommersemester 1874 auch “Mechanische Wärmetheorie” las und hinsichtlich der Mathematik keine Neigung zu Leistungen zeigte, die über das ihm vorgeschriebene Mindestmaß hinausgingen. Sowohl in Wien wie auch bei seinen zahlreichen Aufenthalten in Graz hat er weiterhin auch experimentell als Physiker gearbeitet.

27 Brief Boltzmanns an August Toepler vom 22. August 1874 Wien, in dem er auf seine experimentelle Arbeit zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten eingeht (s. dazu die Drehwaage in der “Boltzmann-Vitrine” im Geräteteil der Ausstellung, Nr. 3.4.1).

Insgesamt empfand Boltzmann seine Stellung in Wien wegen der zahlreichen Nebenbelastungen durch Kommissionen, Sitzungen etc., als weitaus belastender und seiner wissenschaftlichen Arbeit abträglicher als die Professur in Graz – eine Wahrnehmung, die er mit vielen anderen Professoren teilte, die von Graz nach Wien gingen.

Im März 1875 erhielt Boltzmann einen Ruf als Physiker an das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich zu optimalen Bedingungen. Entsprechende Maßnahmen des Wiener Ministeriums stützten Boltzmanns Intention, in Österreich zu bleiben – neben persönlich-finanziellen Zusagen erlangte er (als Mathematiker!) ad personam eine jährliche Dotation “zur Anschaffung von Apparaten für [...] experimentelle Arbeiten” und zur Finanzierung eines teilbeschäftigten Assistenten.

Im Herbst 1875 erfolgte ein weiterer Ruf, diesmal an die Universität Freiburg, den er jedoch ebenfalls nicht annahm.

---

### **Wissenschaftliche Tätigkeit 1873–1876**

In diesen Wiener Jahren setzte Boltzmann die im Sommer 1872 in Berlin bei Helmholtz begonnenen Versuche zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten am Institut Toeplers in Graz fort; Zweck dieser Untersuchungen war es, die Richtigkeit der 1865 von Maxwell vorgelegten elektromagnetischen Lichttheorie, die eine Beziehung zwischen elektrischen und optischen Phänomenen (Brechungsindex) hergestellt hatte, zu überprüfen. So entstanden sieben Arbeiten, in denen Boltzmann den Wechselbeziehungen zwischen optischen und elektrischen Eigenschaften der Materie, konkret hinsichtlich der Brechungsindices und der Dielektrizitätskonstanten bei einer Vielzahl von Substanzen nachging. Diese höchst subtilen experimentellen Arbeiten erweisen Boltzmann nach dem Urteil Ernst Machs als einen *“kaum zu übertreffenden”* Experimentator. Im Frühjahr 1874 glaubte sich Boltzmann nach der Untersuchung der Dielektrizitätskonstanten von sieben *“passend ausgewählten Gasen”* sicher zu sein, *“die Richtigkeit der [Maxwell’schen Theorie] nunmehr experimentell erwiesen”* zu haben – dies zwölf Jahre vor dem experimentellen Nachweis der elektromagnetischen Wellen durch Hertz im Jahre 1886. Der Großteil dieser hervorragenden und über seinen Tod hinaus gerühmten Experimente ist in Graz durchgeführt worden, und zwar in einem nicht beheizbaren Raum im obersten Stockwerk des alten Universitätskomplexes in der Bürgergasse.

Boltzmann hat selbst in seinen Arbeiten die Versuchsanordnungen ausführlich beschrieben. Aus der Erinnerung hat sein damaliger Assistent Albert von Ettingshausen (später selbst ein namhafter Physiker) 1906 in seiner *“Gedächtnisrede auf Boltzmann”* über diese Experimente berichtet: *“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 [...] 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 Kollophoniumkugeln bewunderte, welche er in einer alten Kugelform goß, sorgfältig putzte und unter einem Glassturz aufbewahrte. An die Kugeln mußten ganz dünne Schellackhäkchen, kaum 1/4 mm dick, befestigt werden, zu denen 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 senkrecht stehenden Richtungen lagen, und dieselben in minutiöser Weise orientiert, an bestimmten Stellen der Kugeln aufgekittet werden. [...] 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'".*

1875 nahm Boltzmann seine theoretischen Untersuchungen zur Thermodynamik wieder auf. Als erste Arbeit in diesem Zusammenhang erschien im Oktober 1875 "Über das Wärmegleichgewicht von Gasen, auf welche äußere Kräfte wirken"; in diesem Aufsatz führt Boltzmann seine fundamentalen Ausführungen von 1872 fort, indem er die Ausgangsbedingungen um "äußere Kräfte" erweiterte, und herausfand, "daß seine Transportgleichung auch unter diesen Bedingungen gültig war", was er „zu einem neuen, wesentlich allgemeineren Beweis seines 'H-Theorems' [nützte ...] Die mathematischen Schwierigkeiten bei der Lösung der Gleichung waren aber so groß, daß er nur wenige besonders einfache Lösungen angeben konnte (die Gleichung gehört noch heute zu den schwierigsten der mathematischen Physik)".

Diese Arbeit erschien sofort auch in englischer Zusammenfassung im "Philosophical Magazine" und William Thomson (Lord Kelvin) hat der Arbeit augenblicklich größte Bedeutung beigemessen – dazu Thomsons Brief an George Gabriel Stokes vom 2. November 1875 Glasgow University:

*"Dear Stokes*

*I think the result from Maxwell and Boltzmann of which I spoke to you must be right, and it is very important. Here it is, if true. Given any number of perfectly elastic solids imprisoned in a space bounded by perfectly hard walls. Set each in motion with any velocity. After an infinitely great number of collisions all the kinetic energy will have been converted into vibrations. What do you think of it? It is most important, if true, and so far the more I thought of it yesterday in the train, the surer I felt of its truth.*

*Yours WT"*

Wilson (Ed), The Correspondence between Sir George Gabriel Stokes and Sir William Thomson 2, 408f.

- 28 William Thomson, Lord Kelvin of Largs, (1824–1907) war 1846–1899 Professor für Theoretische Physik in Glasgow. Er führte u.a. die absolute Temperaturskala ein.
- 29 Sir George Gabriel Stokes (1819–1903) war von 1849 an Professor der Mathematik in Cambridge und ab 1854 Sekretär der Royal Society.

Auch Boltzmann selbst war sich der Bedeutung seiner Gleichung für die Theorie der Diffusion, der inneren Reibung und der Wärmeleitung von Gasen bewusst. "Heute erfaßt man mit Boltzmanns Transportgleichung und ihren Ausweitungen einen ungeheuren Bereich von Phänomenen, der von der Hydrodynamik bis in die Festkörperphysik und Kernreaktortechnik reicht" (Mitter).

- 30 Übersicht über Boltzmanns Lehrtätigkeit in Wien 1873–1876.
-

### **Private Verhältnisse**

1873 hatte Boltzmann in Graz die damalige Lehrerin und Studierende der Physik, Henriette Edle von Aigentler, kennen gelernt, die als Waise zumeist im Haushalt des damaligen Grazer Bürgermeisters Wilhelm Kienzl, dem Vater des gleichnamigen Komponisten, lebte. Im Herbst 1875 verlobten sich die beiden. Frau Kienzl war entfernt verwandt mit Ernst Mach.

Zu Ende 1875 und mehr noch im Frühjahr 1876 verdichteten sich die Informationen darüber, dass Toepler Graz verlassen würde, und die Suche nach einem Nachfolger setzte ein. Auf Grund seiner nunmehrigen wissenschaftlichen wie persönlichen Verhältnisse (unter maßgeblichem Einfluss seiner Braut) war Boltzmann höchst interessiert, Toeplers Nachfolger zu werden.

Am 16. Juni 1876 heiratete er in Graz Henriette von Aigentler. Die Trauzeugen waren Wilhelm Kienzl, der Bürgermeister von Graz, und der Physiker August Toepler.

- 31 Ludwig Boltzmanns Heiratsantrag – sein Brief an Henriette von Aigentler vom 27. September 1875 Wien.

*“Hochgeehrtes Fräulein!*

*Schon bei meiner ersten Begegnung mit Ihnen machten Sie einen tiefen Eindruck auf mich; da ich Sie aber näher kennenlernte, fand ich in seltener Weise alle jene Eigenschaften in Ihnen vereint, welche mir geeignet scheinen, nicht nur überhaupt einen Mann zu beglücken, sondern gerade zwischen uns eine dauernde Sympathie zu begründen. Denn so unentbehrlich strenge Sparsamkeit und häuslicher Sinne namentlich für Menschen sind, deren einziges Kapital ihre Arbeit ist, so scheint mir doch, daß eine dauernde Liebe nicht bestehen kann, wenn die Frau kein Verständnis, keine Begeisterung für die Bestrebungen des Mannes hat und bloß seine Haushälterin, nicht seine mitstrebende Genossin ist. Empfangen Sie daher das Geständnis, daß ich Sie liebe. Der Gründe, warum ich Ihnen dies nicht schon während meines Aufenthalts in Graz eröffnete, sind mehrere. Erstens scheint mir bei derartigen Anlässen überhaupt die schriftliche Form der Erklärung die passendere, weil der Ruhe und Besonnenheit förderlichere. Dann erhob sich in Graz über mich ein Stadtklatsch in einer Weise, die ich lieber nicht erörtern will, die mich aber ärgerte. Ferner wollte ich mich, schon um sie nicht zu beleidigen, noch mit meiner Mutter besprechen, obwohl ich ohnedies wußte, daß sie meinem Glück kein Hindernis in den Weg legen würde. Wenn ich nicht in der schmerzlichsten Täuschung befangen bin, so wird meine Liebe von Ihnen erwidert. Ich möchte Sie aber schon Ihres eigenen Lebensglücks wegen bitten, nur nach sorgfältiger Prüfung Ihres Inneren und ruhiger Überlegung der Umstände mir zu antworten. Denn so wenig ich glaube, daß die kalten und unerbittlichen Konsequenzen der exakten Naturwissenschaft irgend wie auf das Gemüt hemmend wirken sollen und können, so ziemt es doch uns Vertretern derselben, in unseren Handlungen nur besonnener Überlegung, nicht momentanen Stimmungen zu folgen.*

*Sie sind von der Natur aus so reich mit Talenten ausgestattet, daß Sie sich leicht selbst Ihren Lebensunterhalt verdienen können, während die Män-*

---

ner meines Berufs sich hie und da der Dankbarkeit der Nachwelt, aber selten reicher Dankbarkeit der Mitwelt zu erfreuen haben. Um sich prosaisch auszudrücken, ich glaube, daß Sie sich als Mädchen pekunär!!! besser stehen würden, denn als meine Frau. Wenn Sie auch nur an eine Möglichkeit glauben könnten, daß in späteren Jahren der Gedanke hieran Ihre Seele betrüben könnte, so will lieber [ich] den Schmerz einer abschlägigen Antwort ertragen. Als Mathematikerin werden Sie Zahlen, die ja die Welt beherrschen nicht unpoetisch finden. Ich beziehe gegenwärtig jährlich 2400 fl Gehalt (mit 200 fl Quinquennalzulage) jährlich 1200 fl Personalzulage wurde [mir] bei meiner Berufung nach Zürich bewilligt. Jährlich 800 fl ist meine Aktivitätszulage. Kollegiengeld und Prüfungstaxen betragen im Vorjahre etwa 1000 fl; diese letzere Einnahme ist jedoch nicht sicher. Mein Einkommen im vorigen Jahre war also 5400 fl. Diese Summe scheint zwar nicht klein und wird zur Führung des Haushalt[es] genügen; allein sie reicht bei der enormen Teuerung in Wien nicht aus, um Ihnen viele Zerstreuungen und Vergnügungen bieten zu können; auch sage ich im voraus, daß ich mich teils wegen der lästigen Berufsgeschäfte, teils wegen meiner eigenen Arbeiten oft in meine Studierstube werde einschließen müssen und daß ich Ihnen meinen Antrag nicht stellen würde, wenn ich Ihre Bescheidenheit und Anspruchslosigkeit nicht kennte. Vermögen habe ich nicht außer 5000 fl, die ich mir erspart, wovon aber mindestens 3000 fl meiner Schwester gehören, da sie früher ihrem väterlichem Erbteile entnommen wurden.

Noch eine wichtige Sache muß ich erwähnen. Sie wissen, daß ich bis jetzt mit meiner Mutter und Schwester zusammenwohnte, welche sich sehr freuen würden, mit Ihnen in Beziehung zu treten. Ich möchte weder diesen noch mir den Schmerz antun, mich von ihnen zu trennen und hoffe, daß Sie diese meine Gesinnung verstehen und sich eventuell entschließen würden, mit ihnen zusammen zu wohnen; beim edlen Charakter meiner Mutter und Schwester steht nicht zu befürchten, daß Ihnen dieselben ihren Rat irgendwie aufdrängen werden, der Ihnen jedoch, wo Sie es wünschen, sicher gerne zu teil werden wird.

Sollten Sie meinen Antrag nicht verwerfen, so würden wir die näheren Umstände später besprechen und ich würde Sie, wenn Sie minderjährig sind, um die Adresse Ihres Vormundes bitten, um bei demselben um Ihre Hand anzuhalten.

Ich bitte, an Frau Kienzl nochmals meinen Dank für alles Liebe, was sie mir erwiesen, zu entrichten und sie zu versichern, daß mich die dankbare Erinnerung an sie Zeit meines Lebens begleiten wird. An den Herrn Bürgermeister und die übrigen Familienmitglieder meine Empfehlungen. Ich bin nicht in der Stimmung, diesmal noch über andere Dinge zu schreiben, und verbleibe mit der Bitte, mir nach reiflicher Überlegung Ihren Entschluß zugleich mit Nachrichten über Ihr Befinden mitteilen zu wollen.

Ihr Sie innigliebender und verehrender Freund

Ludwig Boltzmann"

## **1.4 ZWEITE GRAZER PROFESSUR – ORDINARIUS DER (ALLGEMEINEN UND EXPERIMENTELLEN) PHYSIK 1876–1890 (VITRINEN 3 UND 4)**

Die Anbahnung der Nachfolge Toeplers verlief ursprünglich keineswegs nach Boltzmanns Intention. Den von Toepler und von Pebal erstellten Vorschlag führte Stefan an, gefolgt von Lang, an dritter Stelle stand Boltzmann. In der Fakultät wurde die Forderung laut, Mach vorzuschlagen, mit dem Pebal verfeindet war und der nach wenig günstiger Behandlung in der Kommission bat, von ihm Abstand zu nehmen. Sowohl Mach als auch Lang wären sofort bereit gewesen, an das großartige neue Institut in Graz zu gehen, Stefan winkte erwartungsgemäß ab.

In langwierigen Verhandlungen, die auf fakultärer wie ministerieller Ebene und unter Einflussnahme sogar von Boltzmanns Braut geführt wurden, wurde Boltzmann am 18. August 1876 zum Ordinarius ernannt. Gleichzeitig mit ihm wurde der um fünf Jahre jüngere Albert von Ettingshausen zum unbesoldeten Extraordinarius der Physik bestellt, womit Boltzmann von Anbeginn an ein hochrangiger und erfahrener Assistent zur Seite gestellt wurde, der damals bereits als hochwertiger und auf die Nachfolge Toeplers berufbare Kraft eingeschätzt worden ist. Mach, Boltzmanns späterer Opponent, soll im Frühjahr 1876 geäußert haben, er selbst würde Boltzmann als Nachfolger Toeplers vorschlagen.

- 33 Die Ernennung Boltzmanns zum Ordinarius der Physik und zum Leiter des Physikalischen Instituts an der Universität Graz 1876.

Mit der Berufung Boltzmanns und der Ernennung Ettingshausens wurde eine schlechthin ideale Konstellation realisiert: *“Boltzmann”* – so hatten Toepler und Pebal für die Kommission und später auch der Minister formuliert – *“würde im Institute seine weitgehenden theoretischen Ideen durch den Kreis seiner Schüler ausführen lassen und Dr. Ettingshausen, welchem Toepler ein gut Teil seines praktischen und organisatorischen Wesen hinterlassen hat, würde ganz vortrefflich dafür sorgen, daß das Grazer physikalische Institut, um welches Österreich von deutschen Gelehrten ersten Ranges beneidet wird, auch im physikalisch-technischen Sinne eine Musteranstalt bleibt”*.

So hat es sich in der Folge auch verhalten – bis zum Jahr 1888. Boltzmann und Ettingshausen haben die von Toepler geschaffenen Gegebenheiten übernommen und genutzt. Eine Veränderung ist darin weiterhin nicht eingetreten. Als 1877 der *“Grazer Laboratoriumsstreit”* losbrach (es sollten die Laboratorien der Technischen Hochschule mit jenen der Universität in den Räumen der neuen Institutsgebäude zusammengelegt werden) hat Boltzmann sich massiv für die Erhaltung der Institute allein für die Universität eingesetzt. – Noch 1893 ist das Grazer Institut von Lang als *“das erste physikalische Institut Europas”* angesprochen worden.

---

- 34 Das Gebäude des Physikalischen Instituts der Karl-Franzens-Universität Graz, vollendet 1876.
- 35 Grundriss des Erdgeschoßes des Physikalischen Instituts.
- 36 Karl Anton von Stremayr (1823–1904), Minister des Cultus und Unterrichts und maßgeblicher Förderer des Neubaus der Universität Graz bzw. der Errichtung des Physikalischen Instituts.

Boltzmann hat im Jänner 1878 den von allen Professoren der naturwissenschaftlichen Fächer mit Ausnahme Pebals unterzeichneten Antrag auf die Teilung der Fakultät in eine geisteswissenschaftliche und eine naturwissenschaftliche Fakultät eingebracht, der aber folgenlos geblieben ist – diese Teilung ist erst 1975 herbeigeführt worden. Im Studienjahr 1878/79 hat Boltzmann das Amt eines Dekans versehen; 1887 ist er zum Rektor für das Studienjahr 1887/88 gewählt worden.

- 37 Der von Boltzmann initiierte Antrag auf Teilung der Philosophischen Fakultät vom Jänner 1878:

*“Das Professoren-Kollegium der Philosophischen Fakultät der Universität Graz möge bei dem hohen Ministerium für Cultus und Unterricht die Trennung der Fakultät in eine mathematisch-naturwissenschaftliche und eine philosophisch-historische beantragen. Die Gründe, welche die Unterzeichneten bewegen, gegenwärtig diesen Wunsch auszusprechen, sind folgende:*

*1.) Die althergebrachte Vierteilung der Fakultäten der Universitäten hat heute nur mehr historischen Wert und Berechtigung.*

*2.) Die philosophischen Fakultäten haben im Laufe der Zeit ihren ursprünglichen Charakter fast vollständig verloren, sie sind schließlich zu einer Art Enzyklopädie aller jener Fächer und Wissenschaften geworden, welche nicht direkt anderen Fakultäten eingeteilt werden konnten.*

*3.) Durch den fortwährend vergrößerten Umfang, welchen die philosophischen Fakultäten an den einzelnen Universitäten gewonnen, durch die enorme Entwicklung und Ausdehnung, welche die mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen in neuerer Zeit erlangten, durch die notwendig werdende Einrichtung zahlreicher wissenschaftlicher Institute, mußten sich immer mehr Hindernisse und Schwierigkeiten für eine gemeinsame Beratung der Bedürfnisse der einzelnen Fachgruppen ergeben.*

*Man kann mit Berechtigung aussprechen, daß keiner der beiden Hauptgruppen ein derartiges Verständnis oder ein so hohes Interesse für die andere Richtung zugemutet werden kann, wie es für das Gedeihen derselben nötig ist.*

*Diese Ansichten haben sich bereits an den deutschen Universitäten geltend gemacht und gerade an mehreren der bedeutendsten, namentlich an der neugegründeten in Straßburg finden wir die Trennung der ehemaligen philosophischen Fakultät zur Tatsache geworden”.*

Unter seinen sonstigen Aktivitäten in der Fakultät ist zu erwähnen, dass er sich 1888 gemeinsam mit seinen Kollegen Frischauf und Richter um die Einrichtung einer meteorologischen Station am Physikalischen Institut bemühte, 1890 die Berufung

---

des Astronomen Josef Hepperger einleitete und eine Professur für Physikalische Chemie zu installieren und mit Svante Arrhenius zu besetzen sich bemühte.

38 Übersicht über die Lehrtätigkeit Boltzmanns 1876–1890.

Diese Darstellung zeigt, dass Boltzmann in all den Jahren seiner zweiten Grazer Professur nur fünf verschiedene Vorlesungen gehalten hat: regelmäßig seine fünfstündige Experimentalphysik und die Übungen, je einmal Mechanische Wärmetheorie, Gastheorie und Wellenlehre und zweimal in seinem letzten Grazer Jahr Elektromagnetische Lichttheorie. Die Übungen hat bis 1888 im wesentlichen Etingshausen geleitet, danach Ignaz Klemenčić.

39 Boltzmanns Unterlage für die Vorlesung über Experimentalphysik in seiner Grazer Zeit – fol. 91 samt der Transkription (Ludwig Boltzmann. Vorlesung über Experimentalphysik in Graz, hg. von Ilse M. Fasol-Boltzmann und Walter Höflechner, Graz 1998, 3.10 und 3.11).

Die Erfüllung seiner Lehrpflicht ist Boltzmann schon in Graz mehr und mehr zur Last geworden und er hat sich in späteren Jahren immer wieder darüber beklagt. Arrhenius und Nernst haben es sehr bedauert, dass Boltzmann während ihres Aufenthaltes in Graz keine Spezialvorlesung gab, weshalb sie auch den Großteil ihrer Zeit mit Etingshausen verbrachten. Auch Heinrich Streintz ist in seiner Würdigung Boltzmanns bei der Abschiedsfeier 1890 auf diese Frage eingegangen und meinte, es müsse Boltzmann gelähmt haben, *“Jahr für Jahr in einem allgemeinen Kollegium ein und dieselben Experimente [zu] wiederholen, und in den zahlreichen Rigorosen innerhalb eines streng fachliches Wissen ausschließenden Kreises von Fragen bleiben [zu müssen,] freilich stand es ihm auch hier frei, so oft er nur wollte, Vorlesungen über spezielle Kapitel der theoretischen Physik zu halten; es ist jedoch begreiflich, daß diese doppelte Tätigkeit als Regel zu zeitraubend und zu anstrengend war. Brachte aber der Lektions-Katalog hie und da die Ankündigung eines solchen Kollegiums, dann wurde diese wie eine Festeskunde bejubelt und neben den eigentlichen Universitäts-Studenten saßen in derselben Bank die fachverwandten Professoren und Dozenten der Universität und Technik, die Assistenten dieser beiden Hochschulen, aber auch Professoren der Mittelschulen, absolvierte Hörer und Doktoren, junge Gelehrte, die Boltzmanns Ruf aus fernen Ländern hieherzog, endlich hiesige Freunde der mathematisch-naturwissenschaftlichen Forschung aus Militär- und Privatkreisen”*.

Über die Routinevorlesung der Experimentalphysik sind wir durch eine Darstellung unterrichtet, die Franz Streintz zu Boltzmanns sechzigstem Geburtstag in Graz publizierte: *“Die auch für Mediziner und Pharmazeuten bestimmten Vorlesungen der Experimentalphysik erforderten eine völlig elementare Darstellungsweise. Boltzmann war es aber von seinen theoretischen Vorlesungen her gewöhnt, nur die bescheidensten Kenntnisse vorauszusetzen. Beim Versuche hielt er es genau so, wie bei der Behandlung einer Differentialgleichung. Er ruhte nicht früher, bevor er sich nicht die Überzeugung verschafft hatte, daß der Verlauf einer Erscheinung von jedem Hörer genau verfolgt werden konnte. Ich sehe ihn noch lebhaft vor mir, wie er*

---



sich, thronend auf einer der obersten Bänke des großen Hörsaales, das vorher auf das umsichtigste vorbereitete Experiment von seinem Assistenten Dr. Hausmaninger vorführen ließ. Wie oft schritt er die Treppe zum Demonstrationstisch ab und auf; endlich gab er sich zufrieden: der Versuch war von jedem Platz in allen Einzelheiten zu sehen und zu verstehen. Die Versuche so anzuordnen, daß alles rankende Beiwerk, mochte es dekorativ noch so locken, sorgfältig entfernt worden war, darauf legte er das größte Gewicht. Nur volle Klarheit führt zum Verständnis der Wahrheit. In den Laboratoriumsräumen herrschte rege Tätigkeit. Da wurde von mehr oder weniger kunstgeübten Händen gehämmert, gebohrt, gefeilt und gelötet. Der Verbrauch von Siegelack und Glas zu Isolationszwecken, von Quecksilber für Zuleitungen war kein geringer. Boltzmann liebte es, selbst Hand anzulegen, um rasch eine geeignete Vorrichtung für einen Versuch zu erhalten. Die entstandenen Apparate sahen dann zuweilen gewissen prähistorischen Funden verzweifelt ähnlich; es war eben 'Hausindustrie', die aber ihren Zweck erfüllte".

Von Mitarbeitern Boltzmanns sorgfältig ausgearbeitete Vorlesungsmitschriften sind in Graz noch vorhanden; sie geben genauen Aufschluss über die Inhalte folgender Semester:

- Allgemeine Schwingungslehre und Akustik (Sommersemester 1873)
- Mechanische Wärmetheorie (Sommersemester 1878)
- Experimentalphysik ("im Schuljahre 1884/85") (s. Ludwig Boltzmann, Vorlesungen zur Experimentalphysik in Graz, hg. von Ilse M. Fasol-Boltzmann und Walter Höflechner, Graz 1998)
- Elektromagnetische Lichttheorie (Wintersemester 1889/90).

Hinsichtlich der Vorlesungen sind sich die Urteilenden in der hohen Wertschätzung seines enormen Vorbereitungsaufwandes und der daraus resultierenden Übersichtlichkeit wie der "eigentümliche[n] Eleganz und Durchsichtigkeit" einig; weniger günstige Äußerungen gibt es nur hinsichtlich der späten Jahre.

Unterschiedlich sind die Urteile hinsichtlich seiner schriftlichen Arbeiten; Maxwell rügte die Ausgedehtheit von Boltzmanns Arbeiten, weshalb er ihn nicht zu verstehen vermöge, während Boltzmann Maxwell dessen Kürze halber nicht zu verstehen erklärte. In jüngster Zeit haben auch Urban und Mitter Boltzmann eine "Ader für formale Klarheit" abgesprochen: "Seine Formeln sind unübersichtlich; er hat keine Mühe darauf verwendet, sie transparent aufzubereiten. Der ihm zugeschriebene Ausspruch 'Eleganz ist etwas für Schuster und Schneider, aber nicht für Physiker' ist, wenn nicht wahr, so doch gut erfunden." Boltzmann selbst meinte jedoch 1888 in seiner Rede auf Kirchhoff, dass der Mathematik ein hohes Maß an Ästhetik eigen sei, ja dass es von der jeweiligen Ästhetik der Nationen geprägte Ausdrucksweisen in der Mathematik gebe. Hasenöhr hat mehr als andere, die Boltzmann ebenfalls noch persönlich kannten, das Schöne im mathematisch-physikalischen Ausdruck und auch im allgemeinen Empfinden Boltzmanns angesprochen.

In seiner Rede auf Kirchhoff im November 1887 schrieb Boltzmann: "Gerade unter den zuletzt erwähnten Abhandlungen Kirchhoffs sind einige von ungewöhnlicher Schönheit. Schönheit, höre ich Sie da fragen; entfliehen nicht die Grazien, wo

---

---

*Integrale ihre Hälse 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 Buchstabens, jedes Strichelchens kommt der Mathematiker unter allen Künstlern dem Weltenschöpfer am nächsten; sie begründet eine Erhabenheit, die in keiner Kunst ein Gleiches, – Ähnliches höchstens in der symphonischen Musik hat. Erkannten doch schon die Pythagoräer die Ähnlichkeit der subjektivsten und der objektivsten der Künste. – Ultima se tangunt. Und wie ausdrucksfähig, 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 allem 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: ‘Put  $n = 5$ ’ [dazu w.u.]. Der böse Dämon  $V$  (die Geschwindigkeit) verschwindet, wie in der Musik eine wilde bisher alles unterwühlende Figur der Bässe plötzlich verstummt; wie mit einem Zauberschlage ordnet sich, was früher unbezwingbar erschien. Da ist keine Zeit, zu sagen, warum diese oder jene Substitution gemacht wird; wer das nicht fühlt, lege das Buch weg; Maxwell ist kein Programm-Musiker, 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. [...] Ihn [Kirchhoff] charakterisiert die schärfste Präzisierung der Hypothesen, feine Durchfeilung, ruhige, mehr epische Fortentwicklung mit eiserner Konsequenz ohne Verschweigung irgendeiner Schwierigkeit, unter Aufhellung des leisesten Schattens. Um nochmals zu meiner Allegorie zurückzugreifen, er glich dem Denker in Tönen: Beethoven”.*

Es ist hier darauf hinzuweisen, dass Boltzmann musisch hochbegabt war. Er spielte leidenschaftlich gerne Klavier (er war in seiner Jugend in Linz von Anton Bruckner unterrichtet worden und verehrte ganz besonders Beethoven) und hat auch zeit seines Lebens gedichtet und sich insbesondere für Schiller begeistert.

Boltzmann hat in Graz eine Reihe von Schülern gehabt, von denen insgesamt acht bei ihm dissertiert haben. Drei haben sich bei ihm habilitiert:

- Ignaz Klemenčič (1881, später Professor in Innsbruck),
- Franz Streintz (1881, er habilitierte sich später auch in Göttingen bei Nernst für Physikalische Chemie und Elektrochemie und wurde schließlich Ordinarius an der Technischen Hochschule in Graz) und
- Paul Czermak (1899, er spezialisierte sich später für “kosmische Physik” und wurde schließlich Professor dieses Faches in Innsbruck).

Keiner von ihnen hat – trotz der hohen Anerkennung, die ihnen ein Walther Nernst zollte – eine sonderlich glänzende Karriere gemacht.

---

Die Zahl der Studierenden an der Philosophischen Fakultät der Universität Graz war (ohne die dorthin gerechneten Pharmazeuten) sehr klein: 1873/74 waren es 213 Hörer (von diesen 188 ordentliche Hörer), im Studienjahr 1885/86 nur 87 (62); in der Folge stieg sie langsam wieder an – diese Zahlen umfassen die Studierenden der Geisteswissenschaften wie der Naturwissenschaften! Unter diesen Aspekten ist festzustellen, dass Boltzmann in der Mitte der 1880er Jahre relativ viele Hörer an sich zu ziehen vermochte. Für die Entwicklung eines lebhafteren wissenschaftlichen Betriebes fehlte aber einfach das Volumen.

Dass Boltzmann in Graz ein großer Attraktor in Sachen Physik gewesen sei, dass er *“wie ein Magnet auf die Studierenden des Auslandes wirkte”*, ist eine der vielen unvorsichtigen Verallgemeinerungen hinsichtlich der Vita Boltzmanns, die sich auf die Anwesenheit von Svante Arrhenius und Walther Nernst in Graz stützt, also wohl in qualitativer, nicht aber auch in quantitativer Hinsicht gelten kann. Nernst kam im Herbst 1885 erstmals nach Graz, Arrhenius im April 1887 – damals entstand auch das bekannte Gruppenfoto.

- 40 Boltzmann im Kreise seiner Assistenten und Besucher (1887). Das Bild zeigt: in der vorderen Reihe sitzend von links nach rechts Eduard Aulinger, Albert von Ettingshausen, Ludwig Boltzmann, Ignaz Klemenčič und Viktor Hausmaninger; stehend von links nach rechts: Walther Nernst, Franz Streintz, Svante Arrhenius und Richard Hiecke.

Walther Nernst verdanken wir eine genaue Schilderung des Instituts in jener Zeit: *“Als ich im Herbst 1885 nach Graz ging, tat ich dies, da daselbst Vorlesungen über theoretische Physik von den Professoren Ettingshausen, H[einrich] Streintz, Klemenčič und anderen gehalten wurden und zwar in einer größeren Zahl als in irgendeiner reichsdeutschen Hochschule. Ich selbst blieb zunächst für ein Jahr und kehrte, nachdem ich im folgenden Wintersemester in Würzburg bei Kohlrausch meine Doktorarbeit vollendet hatte, für das folgende Sommersemester nach Graz zurück, in der Hoffnung, auch unter Boltzmann theoretische Physik betreiben zu können. Leider war dieser mit seiner Anfängervorlesung über Experimentalphysik zu sehr beschäftigt, so daß ich eigentlich nur Vorlesungen seiner Mitarbeiter hören konnte, die mich aber trotzdem reichlich entschädigten. Einer Anregung Boltzmanns folgend begann ich gemeinsam mit v. Ettingshausen mit einer messenden Verfolgung des Hallschen Phänomens nach den verschiedenen Richtungen hin. Bald wurden wir auf verwandte Phänomene aufmerksam, es erschloß sich uns eine Gruppe der thermomagnetischen und galvanomagnetischen Erscheinungen, die an sich durch ihre Merkwürdigkeit schon damals großes Interesse erregten. Die tägliche Zusammenarbeit, welche in zunehmendem Maße auch Boltzmann interessierte, brachte es mit sich, daß der Genius dieses großen theoretischen Physikers oft in langen wissenschaftlichen Gesprächen sein Licht über unsere Arbeiten leuchten ließ. Allerdings konnte eine befriedigende theoretische Bedeutung erst gefunden werden, als die Theorie der metallischen Leitung noch weiterentwickelt werden konnte. In dieser Zusammenarbeit unter Führung Boltzmanns fand ich als junger Anfänger die reichste und denkbar glücklichste Gelegenheit, ein wohlorganisiertes Institut kennenzu-*

---

*lernen, in welchem Lehrer und Forscher zusammen mit Studenten vorbildlich zusammenarbeiteten”.*

War Nernst bereits 1885 nach Graz gekommen, so kam Arrhenius erstmals im Sommersemester 1887 an das Institut Boltzmanns, als Anfang März 1887 das Institut Kohlrausch' in Würzburg bis Anfang Mai geschlossen wurde und Experimentalarbeiten damit unmöglich gemacht wurden – so schrieb er zuvor an Ostwald: “[...] wahrscheinlich werde ich nach Graz fahren, denn ich weiß aus sicherer Quelle, daß man da zu allen Jahreszeiten arbeiten kann. Übrigens sind da keine Praktikanten, gute Lehrkräfte (Boltzmann, v. Ettingshausen und 4 Privatdozenten unter anderen [der Chemiker Hans] Jahn), viele die selbständige Arbeiten ausführen oder ausgeführt haben und dadurch Erfahrung besitzen. Außerdem kann man da auch zu beliebigen Tageszeiten Versuche anstellen (hier nur 8–12 und 2–6), was jedenfalls sehr vorteilhaft ist, besonders, wenn man schnell ein entscheidendes Resultat sucht”.

Tatsächlich hat Arrhenius relativ wenig Kontakt mit Boltzmann gefunden. 1890 kehrte er noch einmal nach Graz zurück. Nach Boltzmanns Tod schrieb er, im Rückblick wohl auch etwas verklärend, über seine Grazer Aufenthalte an Felix Ehrenhaft:

*“Als ich im Winter 1886/87 in Kohlrausch's Institut in Würzburg arbeitete, wurde ich mit Walther Nernst bekannt und wir berieten miteinander unsere Arbeitspläne und so entstand die Frage, wo wir weiterarbeiten sollten, um soviel wie möglich von moderner physikalischer Denkweise kennen zu lernen. Da riet mir mein Freund Nernst, in das prächtige Institut von Boltzmann nach Graz zu gehen. So stand ich an einem schönen Frühlingstage vor dem berühmten Meister. Die herrlichen Tage mit dem Leiter des Instituts und den vielen, treuen Freunden werden mir stets in Erinnerung bleiben. Das wissenschaftliche Leben im Boltzmann'schen Institut war überaus reg. Über allen dominierte natürlich der große Forscher und Denker, die größte Zierde der österreichischen exakten Wissenschaften. Seine Vorträge waren stark besucht, auch diejenigen, in welchen er seine meisterlichen Untersuchungen über Thermodynamik und über die Maxwell'sche Theorie vortrug. Der Vortrag war sehr durchsichtig und fesselnd; die Schwierigkeiten, denen man nicht selten bei seinen Abhandlungen begegnet, blieben beim gesprochenen Wort vollkommen aus. Er illustrierte auch so oft wie möglich die Vorlesungen mit geistreich erdachten Versuchen, auf deren Ausarbeitung er viel Zeit und Mühe verwandte. Seine außerordentliche Kurzsichtigkeit machte bisweilen, daß etwas Komik in die Behandlung der Apparatur hineinkam, was uns in hohem Grade ergötzte. Im allgemeinen schadete sie aber der Darstellung nicht, sondern trug eher dazu bei, das Interesse nicht erschaffen zu lassen. Einen außerordentlichen Arbeitseifer entwickelte er bei der Ausführung der damals ganz neuen Hertz'schen Versuche, über die er Vorträge in der Wiener chemisch-physikalischen Gesellschaft versprochen hatte. Nach monatelangen Anstrengungen gelangen ihm die Versuche vollkommen und er begab sich mit den Riesenholzsiegeln von Graz nach Wien, wo sein Vortrag wohlverdienten Beifall erntete. Bisweilen versammelte er seine Schüler um sich; so z.B. besuchten wir ihn in seinem in prachtvoller Lage gelegenen Landhaus 'Boltzmannium'. Bei solchen Gelegenheiten wurden alle Neuigkeiten auf physikalischem Gebiet besprochen und wir bewunderten die sachgemäße Kritik unseres Lehrers, die oft durch eine leichte Ironie gewürzt war. Natürlicherweise konnten diese Gespräche nur*

---

*dadurch zu Stande kommen, daß die anderen Teilnehmer auch was zu sagen hatten, was ja in ungewöhnlich hohem Grade der Fall war. Wir verehrten unseren ausgezeichneten Lehrer. Dies wurde nicht vermindert durch die große Weltfremdheit, welche ihn im praktischen Leben in ganz unglaubliche Situationen versetzte, wovon viele Anekdoten beredtes Zeugnis abgeben. Wir wußten ja alle, daß es ein unersetzlicher Verlust sein würde, wenn er einem der stets an ihn ergehenden Rufe, an anderen Universitäten seine Tatkraft zu entfalten, folgen würde. Das geschah schon im folgenden Jahr. So ging nachher Boltzmann von der einen Stelle zu der anderen. Überall war er gesucht. Nirgends fand er Ruhe. Dieser stete Wandertrieb ist sein Unglück geworden”.*

Für beide – Nernst wie Arrhenius – hat sich Boltzmann in der Folge sehr eingesetzt und sie in seine Nähe zu ziehen gesucht. So hat er 1890 noch in Graz für Arrhenius und später 1893 in München für Nernst eine eigene Professur für Physikalische Chemie einzurichten gesucht, was freilich beide Male erfolglos geblieben ist. Boltzmann hat sich aber auch für andere Neuerungen eingesetzt.

- 41 Antrag des Chemikers Hans Zdenko Skraup, Boltzmanns und Heinrich Streintz’ auf Schaffung einer Professur für Physikalische Chemie und deren Besetzung mit Svante Arrhenius vom 3. Juli 1890.
- 42 Svante Arrhenius (1859–1927), der 1903 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet wurde.
- 43 Antrag Boltzmanns gemeinsam mit dem Geographen Eduard Richter (1847–1905) und dem Mathematiker Johann Frischauf (1837–1924) auf Errichtung einer meteorologischen Station am Physikalischen Institut vom 26. April 1888 Graz.
- 44 Brief Boltzmanns an Josef Hepperger (1855–1928) im Zusammenhang mit der Besetzung der Professur für Astronomie vom 21. Mai 1890 Graz.

Im Juni 1887 kam Wilhelm Ostwald aus Riga nach Graz, um den dort weilenden Nernst als Assistent anzuheuern. *“Nach der Herzlichkeit, mit welcher mir alle Lebewohl sagten, habe ich ihnen ebenso gut gefallen, wie sie mir; der Prof. Boltzmann, einer der hervorragendsten zeitgenössischen Physiker, versprach mir, an der Zeitschrift [für physikalische Chemie] mitzuarbeiten, und der Dr. Nernst will nach Riga kommen, um unter meiner Leitung zu arbeiten”*, schrieb Ostwald damals an seine Frau.

#### **Wissenschaftliche Tätigkeit 1876–1890**

Die Jahre 1876 bis 1885/1887 verliefen für Boltzmann wissenschaftlich äußerst erfolgreich und waren wohl, wissenschaftlich wie persönlich, die glücklichsten Jahre seines Lebens.

Bereits 1875 hatte Boltzmann seine Arbeiten zur kinetischen Gastheorie bzw. zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik wieder aufgenommen und sie erregten sehr bald größtes Interesse: Eine mechanistische Erklärung des Zweiten Hauptsatzes konnte dem mechanischen Prinzip der Umkehrbarkeit nicht entsprechen, da er eine permanente und unausweichliche Annäherung an eine

---

Gleichverteilung von Energie im gesamten Universum postuliert und so der beobachteten Irreversibilität der Vorgänge in der Natur nicht gerecht wird. 1875/76 noch hat Josef Loschmidt gegen die Vorstellungen seines Schülers und Freundes Boltzmann den Umkehrerwand erhoben, indem er argumentierte, dass in einem mechanistisch interpretierten Gas die Teilchen ihre Bahnen auch in umgekehrter Richtung durchlaufen könnten, womit die Abfolge der entsprechenden Mikrozustände des Gases (und damit auch der Energieverteilung) umgekehrt verlaufen würde, was dem Zweiten Hauptsatz widerspreche.

Zwanzig Jahre später wird Max Plancks Schüler Ernst Zermelo auf Grundlage eines Theorems von Henri Poincaré den Wiederkehrerwand vorbringen: Ein abgeschlossenes mechanisches System müsse früher oder später einem früher schon eingenommenen Zustand nahe kommen oder diesen überhaupt nochmals erlangen – was ebenfalls bedinge, dass eine mechanistischen Deutung des Zweiten Hauptsatzes unmöglich sei oder diesem Satz eben keine unbedingte Allgemeingültigkeit zukomme.

Die Diskussion dieser Fragen hat Boltzmann über Jahrzehnte, bis zu seinem Tod beschäftigt und zeitweise mit Zweifel erfüllt. Die zugrundeliegenden physikalischen Probleme sind erst durch die Quantenmechanik geklärt worden, die erkennen ließ, dass die Gegebenheiten hinsichtlich der Mikrozustände in der Materie nicht den Gesetzen der klassischen Mechanik unterliegen. Daran wird erkennbar, in welchem Maße Boltzmann tatsächlich ein Vollender der klassischen Physik gewesen ist und an der Schwelle zur nachklassischen Physik gestanden hat.

Boltzmann hat im Spätherbst 1876, als die Übersiedlung nach Graz und die Übernahme des Instituts abgeschlossen waren, innerhalb kurzer Zeit drei größere Arbeiten vorgelegt.

In seiner Untersuchung “Über die Aufstellung und Integration der Gleichungen, welche die Molekularbewegung in Gasen bestimmen”, ging er umfassend auf den Umkehrerwand und andere Einwände Loschmidts – der seinerseits mittlerweile in eine thermodynamische Diskussion mit Samuel Hawkey Burbury verwickelt war – ein und eröffnete damit eine Diskussion, die sich über Jahre erstreckte und die Boltzmann selbst als sehr fruchtbar und fördernd empfunden hat. In Zusammenhang damit ging Boltzmann in seiner Abhandlung “Über die Natur der Gasmoleküle” auf jene Verallgemeinerungen in der kinetischen Gastheorie ein, die mittlerweile durch Maxwell und Henry William Watson, einen Freund Burburys, vorgenommen worden waren, indem sie ein Molekül selbst bereits als ein System auffassten und diesem verschiedene “*degrees of freedom*” zuschrieben. Auch eine dritte Abhandlung führte die Auseinandersetzung mit Loschmidt fort, wobei er in dieser Abhandlung die berühmte Aussage machte, “*daß, wenn wir die Zustände des Weltalls in unendlich ferne Vergangenheit verfolgen, wir im Grunde genommen ebenso berechtigt sind als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß wir zu einem Zustande gelangen werden, in welchem endlich alle Temperaturdifferenzen aufgehört haben, als wenn wir die Zustände des Weltalles in fernste Zukunft verfolgen*”; Boltzmann hat aber damals schon Zweifel an der absoluten Allgemeingültigkeit des Zweiten Hauptsatzes geäußert: “*Vielleicht aber läßt diese Verweisung des zweiten Hauptsatzes*

---

zes in das Gebiet der Wahrscheinlichkeitsrechnung dessen Anwendung auf das ganze Universum überhaupt höchst bedenklich erscheinen, so gewiß auch die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung sich bei jedem im Laboratorium ausgeführten Experimente bestätigen werden”.

Trotz dieser Zweifel wechselte Boltzmann im Rahmen dieser Diskussion im Jahre 1877 endgültig auf den probabilistischen Zugang zum Problem der Entropie über und erkannte in seiner wohl bedeutendsten Arbeit überhaupt – “Über die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung respektive den Sätzen über das Wärmegleichgewicht” – die Entropie als Maß der Wahrscheinlichkeit: “*der Entropiezunahme entspricht die Tendenz vom unwahrscheinlicheren zum wahrscheinlicheren Zustand, von weniger zu mehr Unordnung*”, die Entropie als Logarithmus der Wahrscheinlichkeit des Zustandes – das bereits erwähnte H-Theorem, das heute in einer nicht auf Boltzmann, sondern auf Max Planck zurückgehenden Fassung geschrieben wird, die sich auch auf Boltzmanns Grabmonument findet: “ $S = k \cdot \log W$ ”. Boltzmann selbst hielt damals die Berechnung der heute nach ihm benannten Konstante  $k_B$  noch nicht für möglich, sie wurde später mit dem Wert  $k = 1,380 \cdot 10^{-16} \text{erg/grad}$  ermittelt.

Durch Boltzmanns Leistung, die einen Höhepunkt der anschaulichen Naturerklärung darstellt, wurde die Entropie begrifflich viel klarer gefasst und eine experimentell zugängliche Größe (die Entropie) mit einer statistischen (der Wahrscheinlichkeit) verknüpft. Eine bedeutsame Konsequenz dieser statistischen Auffassung der Entropie war, dass Vorgänge mit Entropieabnahme – also Verletzungen des Zweiten Hauptsatzes – unter diesem Aspekt prinzipiell möglich erschienen, wenn auch die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens als so extrem gering anzusehen ist, dass sie in Wirklichkeit “nie” eintreten – bereits bei  $10^7$  Teilchen liegt die Wartezeit bei  $2,7948 \cdot 10^{216}$  Sekunden (das Alter des Universums liegt bei nur  $6,3 \cdot 10^{17}$  Sekunden! Nach Wolfgang Dreyer und Wolf Weiss). Damit verlor aber der Zweite Hauptsatz seine prinzipiell allgemeine Gültigkeit; er wird heute als ein Wahrscheinlichkeitssatz gesehen; Boltzmann hat – obgleich die Frage nach jahrzehntelanger Debatte noch nicht entschieden war – dies 1902 in einem Brief vom 30. April aus Leipzig Svante Arrhenius gegenüber klar ausgesprochen: “*Trotzdem glaube auch ich an die absolute Gültigkeit des 2. Hauptsatzes nicht, da ich ihn eben für einen Wahrscheinlichkeitssatz halte und ein solcher eben ein Durchschnittssatz ist, dem nicht unbedingte Allgültigkeit zukommt*”.

Mit der Arbeit über das Verhältnis zwischen Zweitem Hauptsatz und Wahrscheinlichkeit im Jahre 1877 hat Boltzmann maßgeblich zur Einführung einer neuen Sichtweise beigetragen und auch den Höhepunkt seines schöpferischen Schaffens erreicht. Mögen aber auch Männer wie Lord Kelvin 1875 bereits die Bedeutung seiner Untersuchungen erkannt haben, so erhoben sich doch zahlreiche Diskussionen um mathematische Details und um Bereiche, die den Kollegen aus Boltzmanns Arbeiten nicht klar genug hervorgegangen waren; mehr aber noch ergaben sich – nicht zuletzt wegen der Schwierigkeiten des mechanistischen Erklärungsversuches auf Grundlage der kinetischen Gastheorie, der ja die atomistische Auffassung zugrunde lag – Diskussionen um den grundsätzlichen Ansatz der Atomistik, die zwar in der Chemie als

---

nützliches Modell längst akzeptiert war, nicht aber in der Physik, wo Mach gemeinsam mit anderen die atomistische Beschreibung der Erscheinungen als nicht durch Erfahrung erwiesen, als zu kompliziert und deshalb als unwahrscheinlich ablehnte und ein einfacheres Modell forderte – ein daraus resultierender Versuch sollte Ostwalds Energetik sein.

Diese Entwicklung bedeutete auch eine gewisse Herausforderung an Boltzmann, sich mit Fragen der Natur- und Wissenschaftsphilosophie auseinanderzusetzen, denen er in seiner Grazer Zeit aber noch aus dem Weg gegangen ist. Im Grunde genommen standen alle weiteren Arbeiten Boltzmanns zum Bereich der Thermodynamik und zur kinetischen Gastheorie im Zeichen der Erweiterung, Verdeutlichung und Untermauerung der bis 1877 gewonnenen Erkenntnisse.

Parallel zu Boltzmanns Wirken hat Josiah Willard Gibbs – explicite von Boltzmanns Arbeit von 1871 ausgehend – an für die europäischen Physiker eher entlegenen Orten in Connecticut zur phänomenologischen Thermodynamik publiziert, welche Arbeiten in Europa erst infolge ihrer Übersetzung in Ostwalds Klassikern bekannter wurden. 1902 hat Gibbs seine fundamentalen “Elementary Principles in Statistical Mechanics” veröffentlicht. Albert Einstein, der 1902 völlig unabhängig von den erwähnten Vorarbeiten die statistische Mechanik ein drittes Mal entwickelt hat, hat später in diesem Zusammenhang von den “*den Gegenstand tatsächlich erschöpfenden Untersuchungen von Boltzmann und Gibbs*” gesprochen. In neuerer Zeit ist Alexander Bach der Frage nachgegangen, inwieweit es sich bei Boltzmanns Statistik von 1877 nicht bereits um die später von Satyendra Nath Bose und Albert Einstein entwickelte Statistik gehandelt habe.

In den Jahren 1880–1884 hat Boltzmann grundlegende Arbeiten zur kinetischen Gastheorie vorgelegt, die im September 1885 beim Meeting der British Association for the Advancement of Science in Hinblick auf Boltzmanns H-Theorem eingehend diskutiert wurden, wobei sich Lord Kelvin bereits gegen die allgemeine Gültigkeit des H-Theorems wandte, indem er die Ansicht vertrat, dass das H-Theorem nur in einem speziellen Falle gültig sei, den man auch anderweitig erklären könne. An der Diskussion 1885 beteiligte sich neben anderen englischen Physikern auch Joseph John Thomson, der den ersten Hinweis auf eine relativistische Massenzunahme lieferte und 1897 das Elektron entdeckte. Es entstand eine relativ hitzige Diskussion, die sich über mehrere Jahre hinzog und in der Boltzmann vor allem mit Peter Guthrie Tait die Klinge kreuzte, während er durch Burbury unterstützt wurde. Durch diese Diskussion ist Boltzmann noch weiter in die englische Physik eingeführt worden, als dies im Zusammenhang mit seiner Befassung mit Maxwell bereits der Fall war, und ist mit jüngeren englischen Physikern vorerst auf schriftlichem Wege bekannt geworden. Auf diese Weise hat Boltzmann in England sehr bald eine führende Position in seinem Spezialgebiet eingenommen, noch bevor ihm dies im deutschen Sprachraum beschieden war. Im Zusammenhang mit den erwähnten Diskussionen hat Boltzmann um 1885 eine Reihe weiterer Arbeiten rund um den Zweiten Hauptsatz veröffentlicht.

In eine andere, sehr fruchtbare Auseinandersetzung geriet Boltzmann zu Ende 1886 mit Hendrik Antoon Lorentz, der ihn “*auf einen wesentlichen Irrtum aufmerk-*

---



sam” machte, der von Boltzmann in seiner Arbeit “Neuer Beweis zweier Sätze über das Wärmegleichgewicht unter mehratomigen Gasmolekülen” behoben wurde; dies führte zu einer zeitweilig intensiven Korrespondenz zwischen den beiden Wissenschaftlern.

- 45 Brief Boltzmanns an Hendrik Antoon Lorentz vom 11. Dezember 1886 (es sind in der Folge dieser Korrespondenz elf weitere Briefe Boltzmanns und zehn Briefe von Lorentz bekannt).
- 46 Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928) war ab 1878 der erste Professor der Theoretischen Physik in den Niederlanden (an der Universität Leiden).

An diese Diskussion schlossen Boltzmanns Arbeiten zur Hypothese van't Hoff's an, die aber bereits der Münchener Zeit zuzurechnen sind.

Noch in Graz hat Boltzmann in Fortsetzung Maxwell'scher Bemühungen (um 1865) Modelle zur mechanischen Veranschaulichung elektromagnetischer Phänomene in den Vorlesungen konstruiert – “*bunte Mäntelchen der mechanischen Veranschaulichung*” (wie er 1892 formuliert hat), die mitunter falsch verstanden wurden. Er ließ durch den Grazer Mechaniker Anton von Gasteiger ein erstes, nur aus Skizzen in einer Vorlesungsmitschrift bekanntes Bicykel-Modell bauen, das er dann in München perfektionierte – noch 1896 hat Boltzmanns damaliger Schüler Fritz Hasenöhl seine erste wissenschaftliche (Seminar-)Arbeit einem mechanischen Polycykel als Analogon der Induktionswirkung beliebig vieler Kreisströme gewidmet. Bezeichnenderweise erhielt Boltzmann zu seinem 60. Geburtstag von seinem Grazer Nachfolger Pfandler zwei Geräte zur Verdeutlichung der Molekülbewegung geschenkt: das “*elektrische Billard*”, dessen Simulierung der Molekülstöße heute wesentlich einfacher im Computer vollzogen werden kann, und ein Modell, in dem Bleikugeln in einem kubischen Federgitter die Moleküle darstellen und mit dessen Hilfe verschiedene Vorgänge demonstriert werden können (zu beidem s. Geräteteil der Ausstellung).

Neben diesen großen Themen hat Boltzmann aber auch andere Fragen behandelt:

1876 erschien in Florenz eine für Boltzmann sehr interessante Untersuchung von Adolfo Guiseppe Bartoli, auf die er allerdings erst im Jahre 1883 von Eilhard Wiedemann aufmerksam gemacht worden ist. Bartoli vertrat u.a. die Auffassung, dass die Wärmestrahlung ähnlich wie Schallwellen einen Druck auf die Körper ausübe. Die Beschäftigung Boltzmanns mit Bartolis Arbeit leitete über zu der nur vier Druckseiten umfassenden theoretischen Ableitung des 1879 experimentell gefundenen Stefan'schen Gesetzes, das seither auch Boltzmanns Namen trägt, das durch die Versuche von Lummer und Pringsheim bestätigt wurde und das eine wichtige Stufe zur Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten der schwarzen Strahlung und damit hin zur Quantentheorie ist. In Zusammenhang mit der Ableitung dieses Gesetzes hat Boltzmann erstmals elektromagnetische Strahlung statistisch behandelt.

1880 hat Boltzmann auch den 1879 von Edwin Herbert Hall entdeckten und nach diesem benannten Effekt berührt und die theoretische Aufarbeitung einiger von Albert von Ettingshausen beobachteter Phänomene unternommen; darüber hinaus

---

lieferte er 1887 auch einen Beitrag zur Physikalischen Chemie, mit dem er seines kurz zuvor ermordeten Freundes Leopold von Pebal gedachte. Von seiner trotz der zunehmenden Verschlechterung seiner Sehfähigkeit gegebenen Präzision beim einfallreichen Experimentieren zeugen vor allem seine Arbeit zur elastischen Nachwirkung sowie seine "Vorläufige Mitteilung über Versuche, Schallschwingungen direkt zu photographieren".

Ehrenfest (1906) erinnert sich dazu in seinem Nachruf auf Boltzmann: *"In Boltzmanns Vorlesungen hatte man zunächst geraume Zeit nur die wunderbaren Reaktionen kennenzulernen, die verhältnismäßig sehr primitive, rein mechanische Systeme [die Bicycle] ausüben können. Reaktionen von einem Typus, den man nie von einem mechanischen System erwarten würde, solange man bei 'mechanisches System' unwillkürlich an das Planetensystem denkt. An dem Studium dieser Systeme sollte die Phantasie geschult werden, mehr und mehr vorzudringen zur Konstruktion eines bis in den letzten Zug widerspruchslosen Mechanismus, der die komplizierten Eigenschaften des Lichtäthers erklärt. [...] Die mechanischen Vorstellungen sind das Material, aus dem Boltzmann mit Vorliebe seine Schöpfungen gestaltet. [...] Das Durcheinandergreifen von Bewegungen, Kräften und Bewegungsreaktionen in der Phantasie bis zur Greifbarkeit sich abspielen zu lassen, bereitet Boltzmann offenbar einen intensiven ästhetischen Genuß [...] In den Vorlesungen und Seminaren begnügte sich Boltzmann nie mit einer bloß summarischen oder nur analytischen Charakterisierung eines mechanischen Modells. Sein Bau und seine Bewegung wird immer bis in den letzten Zug verfolgt"*.

Ganz besonders berührte Boltzmann natürlich der im Jahre 1886 von Heinrich Hertz erbrachte experimentelle Nachweis der Gleichartigkeit von Lichtwellen und elektromagnetischen Wellen – hatte Boltzmann doch bereits etwa 15 Jahre zuvor im Zuge seiner Messungen zur Dielektrizität verschiedener Substanzen einen zwar weniger spektakulären, so aber doch nicht minder schlagenden Beweis für die Richtigkeit der von Maxwell und ihm verfochtenen Theorie erbracht. So hat Boltzmann in den Jahren 1889/90 nicht geringen Aufwand in die Nachvollziehung der schwierigen Hertz'schen Versuche von 1888 investiert – es ist im Zusammenhang damit auch seine letzte Grazer Publikation entstanden, und er führte die Versuche schließlich in Wien und in Graz – hier auch zu Gunsten eines wohlthätigen Zweckes in einigen öffentlichen Vorträgen – in eindrucksvoller Demonstration vor.

Svante Arrhenius schreibt darüber in seinem Brief an Ostwald im Mai 1890, Boltzmann habe *"sich in der letzten Zeit sehr viel damit gequält, Hertz' Versuche nachzumachen"*. Heinrich Streintz nahm auch in seiner Abschiedsrede darauf Bezug: *"Weder Hertz selbst noch irgend einem anderen Physiker, welche sich mit der Wiederholung dieser Versuche abmühten, war es gelungen, ein passendes Relais zu ersinnen, durch welches die Erscheinung einem größeren Auditorium ersichtlich gemacht werden konnte. Boltzmann, aufgefordert, eine der neueren wichtigen Entdeckungen auf dem Gebiete der Physik zu behandeln, hatte sofort das richtige Bindeglied gefunden. In seiner bescheidenen Weise ließ er mittelst desselben das Eintreffen der elektrischen Welle durch die Verschiebung eines Lichtstreifens signalisieren. Wäre Effect sein Zweck gewesen, so hätte er ebensogut automatisch ein*

---

*Läutewerk erklingen lassen oder durch eine gleichfalls selbsthätig gezündete Pisto-  
le die ganze Zuhörerschaft in Schrecken versetzen können”.*

Dass dieser Versuch seine Tücken hatte, wurde erst 1985 entdeckt: *“Sender und Empfänger, die ungefähr 40 m von einander entfernt und mit Parabolspiegeln versehen waren, arbeiteten mit Funkenentladungen. Da die mikroskopischen Fünkchen an der Empfängerseite kaum sichtbar sind, ließ Boltzmann durch die Fünkchen die Entladung eines Blattelektroskops vor sich gehen und konnte so einem großen Auditorium den Nachweis der elektromagnetischen Wellen erbringen. Der von Boltzmann beschriebene Hertzsche Versuch wurde 1985 am Institut für Experimentalphysik der Universität Graz durch Dr. Wolfgang Hohenau [... mit Hilfe moderner Spannungsquellen] wiederholt. Dabei stellte sich heraus, daß die Entladung an der Empfängerseite von UV-Strahlen des Funkensenders ausgelöst wird. In der Euphorie der damals neuen Entdeckung von Hertz wurde dies offenbar übersehen”* (Hohenester [1985], Dreidimensionale Ausstellungsgegenstände 144).

Insgesamt kann man die wissenschaftliche Entwicklung Boltzmanns in seiner zweiten Grazer Zeit vorsichtig dahingehend zusammenfassen, dass er nach den grundlegenden Arbeiten zur Thermodynamik in den frühen 1880er Jahren die Anwendung seiner Erkenntnisse auf die Gastheorie in Angriff genommen hat und um 1885 durch die wachsende internationale Auseinandersetzung mit seinen Arbeiten in Diskussionen zum Gesamtkomplex Wärmetheorie-Gastheorie gezogen wurde, die eine Intensivierung seiner wissenschaftlichen Beziehungen über den deutschen Sprachraum hinaus vor allem zu englischen, niederländischen und auch französischen Physikern herbeiführte.

Wohl gerade unter diesem Aspekt empfand er es zunehmend als *“sehr schmerz-  
lich, dass man in Graz so weit vom Zentrum der wissenschaftlichen Bestrebungen  
Deutschlands entfernt ist und daher so wenig Anregung hat”*, was *“umso fühlbarer  
[sei], als man doch als Ehemann zu weiteren Reisen [...] weniger [...] Muse”* finde. Andererseits genoss er aber doch das ruhige und ungestörte, der konzentrierten Arbeit förderliche Leben in Graz.

Boltzmann stand so in dieser zweiten Grazer Periode in wachsendem Maße mit einer nicht geringen Zahl von Physikern in brieflicher Verbindung. Freilich sind uns nur wenige dieser Briefe bekannt – jene mit seinem Vorgänger August Toepler, mit dem Mathematiker Leo Koenigsberger, mit John William Strutt (Lord Rayleigh), mit Hermann von Helmholtz, mit Hendrik Antoon Lorentz und mit Wilhelm Ostwald (die Edition von 1994 zählt 687 reale und erschlossene Briefe von und an Boltzmann).

#### 47 Zwei Statistiken hinsichtlich der Korrespondenz Boltzmanns.

Für den Zeitraum von der Rückkehr aus Berlin 1872 resp. seiner Rückkehr nach Graz 1876 bis Ende 1887 lässt sich mit Ausnahme einer Reise nach Wien und eines Besuches bei Verwandten seiner Frau in Görz keine einzige Reise Boltzmanns belegen. 1881 schreibt Boltzmann an Toepler: *“Ich bin hier, was mündlichen wissen-  
schaftlichen Verkehr betrifft, natürlich ganz vereinsamt. Ich bin seit ich hier bin,*

---

*bisher nicht einmal nach Wien gekommen*”. Dennoch erlangte er zu Ende der 1870er Jahre einen Bekanntheitsgrad, der auch in der Literatur seinen Niederschlag fand und ihn weit über seine Kollegen an der Universität Graz erhob; er wurde zu einem jener Exponenten in der Entwicklung der Physik, deren Arbeiten das Fach voranbrachten und die möglichst rasch und aufmerksam zu studieren sich empfahl. Dieses wachsende internationale Ansehen begann sich in zunehmendem Maße in Ehrungen zu manifestieren. Dass er 1875 den Baumgartner-Preis der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien erhielt, war noch eine eher interne Sache der österreichischen Physiker; 1881 wurde ihm, obgleich er erst 37 Jahre alt war, aus nicht erkennbarem Anlass der Titel eines Regierungsrates verliehen, eine noch höher zu bewertende Anerkennung bedeutete die Wahl zum Korrespondierenden Mitglied der Mathematischen Klasse der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen im Spätherbst 1882; relativ spät hingegen, nämlich erst 1885, erfolgte Boltzmanns Wahl zum Ordentlichen Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften (der er seit 1874 bereits als Korrespondierendes Mitglied angehörte, deren Sitzungen er aber offenbar kaum jemals besucht hat); im Herbst 1887 rückte Boltzmann in Göttingen zum Auswärtigen Mitglied vor, und im Frühjahr 1888 erfolgte (im Zusammenhang mit seiner Ernennung nach Berlin) seine Wahl und Ernennung zum Ordentlichen Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin in der Physikalisch-Mathematischen Klasse, die die Akademie nach Boltzmanns Rückzug in eine Ehrenmitgliedschaft umwandelte; im selben Jahr 1888 wurde Boltzmann – zweifellos auf Betreiben von Svante Arrhenius – Auswärtiges Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie in Stockholm und wenig später – an der Jahreswende 1888/89 – Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Bologna; ein Grazer Abschiedsgeschenk war die Ehrenmitgliedschaft in der Mathematisch-Physikalischen Gesellschaft an der Universität Graz.

Als Boltzmann im Sommer 1890 Graz in Richtung München verließ, wurde ihm zu Ehren in den Redoutensälen, dem heutigen Schauspielhaus, eine solenne Abschiedsfeier *“in streng akademischem Stile”* veranstaltet.

### **Privates 1876–1890**

Boltzmann hat während seines zweiten Grazer Aufenthaltes nicht nur in seiner Naturalwohnung im Physikalischen Institut gewohnt, wo auch noch die drei Assistenten sowie der Mechaniker samt Familie ihr Quartier hatten. Er erwarb nämlich eine Landwirtschaft auf der damals noch ungleich weniger dicht bebauten Platte (einem Berg im äußersten Nordosten von Graz), wo er an einer der schönsten sich anbietenden Stellen mit freiem Blick nach Osten, Süden und Westen ein stattliches Haus sich baute. Der Ausblick vom Balkonzimmer des Obergeschoßes, das wohl Boltzmanns Arbeitszimmer gewesen sein dürfte, ist überwältigend und legt Zeugnis ab vom Naturempfinden Boltzmanns.

In Zusammenhang mit diesem Haus und der Lebensführung dort sind allerlei Legenden in Umlauf gekommen, die lediglich bezeugen, dass ein derartiger Schritt damals ungewöhnlich war und denjenigen, der ihn unternahm, zum Sonderling, heute würde man sagen *“Alternativen”*, zu stempeln geeignet war. Im Winter dürfte Boltzmann mit seiner Familie eher im Institut gewohnt haben, das Sommerhalbjahr

---

über vermutlich in seinem mitunter als “Boltzmanneum” bezeichneten “*Landhaus*” auf der Platte gewohnt haben.

Der von Boltzmann noch vor der Hochzeit in Aussicht genommene gemeinsame Haushalt des Ehepaares mit der Mutter und der Schwester Boltzmanns dürfte wohl nie realisiert worden sein.

- 48 Das Ehepaar Boltzmann mit den Kindern Henriette, Ida, Ludwig und Arthur (von links).
- 49 Auszug aus den Materialien zur Volkszählung zum Dezember 1880: Boltzmanns Haushalt im Physikalischen Institut, wo damals insgesamt 17 Personen wohnten – die Familie Boltzmann, die Assistenten und Diener samt ihren Familien.

In Graz sind Boltzmanns Kinder zur Welt gekommen: sein 1878 geborener Sohn Ludwig, der 1889 an einer Blinddarmentzündung verstarb, weswegen sich Boltzmann zeit lebens den Vorwurf machte, “*nicht rechtzeitig [...] die Fehldiagnose des Hausarztes erkannt zu haben*”; seine 1880 geborene Tochter Henriette, die Zoologie studieren sollte; sein 1881 geborener Sohn Arthur, der Physik studierte und gemeinsam mit seiner Schwester Henriette 1905 in Wien das Doktorat erlangt hat, sowie seine 1884 geborene Tochter Ida Katharina. Als letztes Kind kam 1891 in München Elsa zur Welt.

- 50 Katharina Boltzmann, Ludwig Boltzmanns Mutter.

In Graz ist aber auch im Jänner 1885 Boltzmanns Mutter gestorben; es war dies vermutlich jenes Ereignis, das bei Boltzmann die erste, ärztlich bezeugte, psychische Krise auslöste – es ist aus diesem Jahr kein einziger Brief überliefert und auch nur eine wissenschaftliche Arbeit hervorgegangen. 1890 starb “*tragisch und unnatürlich*” Boltzmanns Schwester Hedwig.

Boltzmann selbst litt offenbar bereits in seiner ersten Grazer Zeit, zumindest aber bereits vor Toeplers Abgang nach Dresden immer wieder an “Asthma”, das ihn zeit lebens und mit zunehmendem Alter sich verstärkend anfallartig plagte. Auch sein wohl von Geburt an beeinträchtigtes Sehvermögen bereitete ihm spätestens ab 1880 zunehmend Schwierigkeiten, und er bedurfte für diffizilere Experimente der Unterstützung schärfersichtiger Mitarbeiter.

### **Die Berufung nach Berlin 1887/88**

Am 17. Oktober 1887 verstarb nach langer schwerer Krankheit in Berlin Gustav Kirchhoff, den Boltzmann zuvor schon in einer Darstellung gewürdigt hatte, die nun zum Nekrolog wurde.

---

- 51 Gustav Robert Kirchhoff. Festrede zur Feier des 301. Gründungstages der Karl-Franzens-Universität zu Graz, gehalten am 15. November 1887, Leipzig 1888.

Im Zuge der Nachfolgeregelung ist Boltzmann auf Grund eines von Hermann Helmholtz und Wilhelm von Bezold ausgearbeiteten Vorschlages für die Berufung auf eine Professur für Physik an dritter Stelle und für eine Berufung auf eine Professur für Theoretische Physik an der Universität Berlin allein in Vorschlag gebracht worden:

*“Wir nennen als dritten Kandidaten Herrn Ludwig Boltzmann, geb. 1844, zur Zeit ordentlicher Professor der Physik und Direktor des Physikalischen Instituts an der Universität Graz, nicht als ob derselbe von geringerer wissenschaftlicher Bedeutung wäre als die beiden erstgenannten, sondern weil seine Haupttätigkeit mehr nach der mathematischen Seite der theoretischen Physik hin gelegen hat. Indessen ist bei ihm doch das Bedürfnis, seine theoretischen Vorstellungen an Versuchen zu prüfen, so lebhaft, daß er seine Stellung an der Universität Wien, wo er neben der Mathematik ausschließlich mathematische Physik zu lesen hatte, aufgegeben hat, um nach Graz zur Experimentalphysik zurückzukehren. Er hat im hiesigen Physikalischen Institut zwei Semester lang gearbeitet, und seine Ausdauer und Strenge in der Ausführung der Versuche sind dem gegenwärtigen Leiter desselben daher wohlbekannt. Aber auch in Graz hat er eine Reihe experimenteller Arbeiten teils selbst ausgeführt, teils seine Schüler dazu angeleitet [...].*

*[...] Was die zweite [...] Frage betrifft, die Neubesetzung der Professur für theoretische Physik, so [...] ist die Auswahl unter den dazu vorzuschlagenden Männern nicht groß. – Wir haben zwar höchst ausgezeichnete Männer dieser Art, die aber bereits alle das 65. Lebensjahr überschritten haben und einige sehr vielversprechende junge Anfänger, aber wenige von gesicherter wissenschaftlicher Autorität in kräftigem Mannesalter.*

*Falls es Eurer Exzellenz gelingt, einen der beiden erstgenannten Kandidaten für die Professur der Experimentalphysik zu gewinnen, so würde Herr L. Boltzmann vollkommen geeignet sein, für den Vortrag der theoretischen Physik herberufen zu werden. Er ist in der Tat ein höchst scharfsinniger und ausgezeichneter Mathematiker, dem es gelungen ist, einige der schwierigsten und abstraktesten Probleme der mechanischen Wärmetheorie zu lösen. Nur müßte bei seiner Berufung Sorge getroffen werden, daß er die Gelegenheit behält, selbst seine eigenen experimentellen Arbeiten durchzuführen.*

*Wir würden diese Kombination, also die gleichzeitige Berufung des Herrn Kundt oder Kohlrausch für Experimentalphysik und des Herrn Boltzmann für theoretische Physik für höchst erwünscht und den Interessen der Universität am meisten entsprechend halten.”*

Diese Berufungsangelegenheit geriet für Boltzmann zu einer schweren, auch öffentliche Konturen annehmenden Krise: Er erhielt den Ruf in den letzten Tagen des Jahres 1887, reiste innerhalb weniger Tage nach Berlin, schloss am 3. Jänner 1888 bereits überaus voreilig mit der preußischen Unterrichtsverwaltung ab – und unter-

---

ließ es, von seiner eigenen Voreiligkeit bedrückt, die österreichische Unterrichtsverwaltung darüber zu unterrichten.

- 52 Das Hauptgebäude der Universität Berlin um 1880 (nach Hörz).
- 53 Bericht des Statthalters von Steiermark, Guido von Kübeck, an den Minister vom 9. Jänner 1888 hinsichtlich der Berufungsangelegenheit Boltzmann.

So kamen in Österreich auf Gerüchtebasis und auf Zeitungsmeldungen hin Berufungsabwehrverhandlungen in Gang, obgleich mit Berlin alles bereits abgeschlossen und mit dem 19. März 1888 seine Bestallung durch den König von Preußen und auch seine Aufnahme in die Berliner Akademie der Wissenschaften erfolgt waren.

- 54 Bestallung Boltzmanns mit der Professur in Berlin vom 19. März 1888.
- 55 Friedrich Althoff, der die Berufungsangelegenheiten in Berlin leitende und das Universitätswesen im ausgehenden 19. Jahrhundert im deutschen Sprachraum dominierende Ministerialbeamte – Boltzmanns Verhandlungspartner in Berlin.

Rationale Gründe, die Boltzmann bewogen, seine Ernennung nach Berlin zu verschweigen, kennen wir nicht. Unzweifelhaft aber ist, dass er in jener Zeit unfähig war, einen klaren und dauerhaften Entschluss zu fassen. In seiner Verzweiflung suchte Boltzmann deshalb bereits im März 1888, objektive Gründe zu finden, die ihn erlösen könnten: Er ließ sich augenärztlich untersuchen und konsultierte den Vorstand der Universitätsklinik für Nerven- und Geisteskranke der Universität Graz, den anerkannten Fachmann Richard Freiherr von Krafft-Ebing. Beide erstellten im April bzw. im Juni 1888 die von Boltzmann ersehnten Atteste.

- 56 Attest des Vorstands der Universitäts-Augenklinik o.Univ.-Prof. Dr. Isidor Schnabel.

*“Am 26. März 1888 untersuchte der Gefertigte die Augen des Herrn Prof. Dr. Ludwig Boltzmann und gelangte zu nachstehend skizzierten Ergebnissen. Beide Augen sind durch Staphyloma posticum höchstgradig myopisch. Die Myopie ist noch progressiv. Vor 11 Jahren wurde Herr Prof. Boltzmann durch -1/3 für die Ferne eingestellt, derzeit wird die Myopie nur durch -1/2 neutralisiert, wenn das Konkavglas sehr nahe an die Hornhaut gehalten wird.*

*In beiden Augen finden sich über den Grund verstreut vereinzelte kleine weiße Flecke, im linken überdies in der Region der Macula lutea pathologisch pigmentierte Stellen. In beiden Glaskörpern sind bewegliche, flockige und membranöse Trübungen in mäßiger Anzahl vorhanden.*

*Die Sehschärfe des rechten Auges beträgt 6/12, die des linken zwischen 6/24 und 6/18. Das Gesichtsfeld des rechten Auges ist normal, im Zentrum des linken besteht ein absolutes Scotom von etwas weniger als einem Grad Durchmesser.*

*In Anbetracht des Umstandes, daß die Myopie einen sehr hohen Grad erreicht hat, daß sie im letzten Jahrzehnt sehr bedeutend zugenommen, daß sie jetzt noch nach den ganz bestimmten Angaben des Herrn Prof. Boltzmann zunimmt, in Anbetracht des Bestandes chronischer Aderhautentzündung an*

---

beiden Augen, in Anbetracht der Erfahrung, daß die ophthalmoskopisch nachweisbare Retinochorioiditis ad maculam im linken Auge, deren Folge eine beträchtliche Verminderung der Sehschärfe und die Entstehung eines absoluten zentralen Scotoms gewesen, durch ungewöhnlich gesteigerte Anforderungen an die Augen herbeigeführt werden, muß es Herrn Prof. Boltzmann im Interesse der möglichst langen Erhaltung der Sehkraft empfohlen werden, die Ausübung seines Berufes so zu gestalten, daß an die Leistungsfähigkeit der Augen möglichst geringe Anforderungen gestellt werden.  
Graz am 14. April 1888

Prof. Dr. Schnabel  
Vorstand der Universitäts-Augenklinik in Graz"

- 57 Nervenärztliches Gutachten des Vorstands der Universitätsklinik für Nerven- und Geisteskranke der Universität Graz, o.Univ.-Prof. Dr. Richard Freiherr Krafft-Ebing über Boltzmann:

*“Herr Regierungsrat Professor Boltzmann, von neuropathischer Konstitution, litt bereits 1885 an einem Anfall von allgemeiner reizbarer Schwäche des Nervensystems (Neurasthenie).*

*Im Frühjahr 1888 erkrankte der Herr Patient neuerlich an dem gleichen Leiden. Im Gefühl geschwächter Nervenkraft, überdies hochgradig myopisch, hatte der bedauernswerte Kranke die größten Gemütsbewegungen und Seelenkämpfe zu erdulden, da Pflicht und Neigung ihn trieben, einem höchst ehrenvollen Rufe nach Berlin Folge zu leisten, während er doch vermöge seines Nervenleidens sich zunehmend leistungsunfähig zur neuen Berufsstellung fühlte, zumal da sie eingehende Studien und Anstrengungen der Augen bedingte. Bei dieser aufreibenden psychischen Situation hat begreiflicherweise seither das Nervenleiden eine bedeutende Höhe erreicht. Während ärztlich bisher Hoffnung war, daß allmählich doch Beruhigung und Leistungsfähigkeit eintreten, hat sich der Nervenzustand in der letzten Zeit so gestaltet, daß ärztlich dringend eingeraten werden muß, es möge der Herr Patient endgültig auf seine Berufsstellung in Berlin verzichten, da bei Fortdauer der gegenwärtigen Gemütsregung und psychischen Spannung das Eintreten einer Gemütskrankheit zu befürchten wäre.*

Graz, 24. Juni 1888

Dr. Freiherr v. Krafft-Ebing  
k.k. o.ö. Professor der Psychiatrie und  
der Nervenkrankheiten"

Im Frühsommer spitzte sich die Lage für Boltzmann, der seinen vorgesetzten Stellen immer noch keine Mitteilung gemacht hatte, immer mehr zu, und schließlich sah er sich zu dem höchst ungewöhnlichen Schritt gezwungen, der preußischen Unterrichtsverwaltung die Rücknahme seiner Ernennung auf Grund seines von ihm selbst geltend gemachten persönlichen fachlichen Ungenügens, seiner Sehschwäche und seines Nervenleidens beim König von Preußen zu erbitten, was ein sehr ungewöhnlicher Akt war. In seinem diesbezüglichen Schreiben an das Preußische Ministerium

---



für geistliche, Medizinal- und Unterrichtsangelegenheiten in Berlin vom 24. Juni 1888 führt er aus:

*“Hohes Königliches Ministerium*

*für geistliche, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten!*

*Der Schritt, welchen ich, ergebenst Gefertigter, hiemit tue, hat mir [sic] einen furchtbaren Kampf gekostet und darin möge es seine Entschuldigung finden, daß ich mich erst so spät dazu entschließen konnte.*

*Durch den Antritt meiner neuen Stellung in Berlin würde ich zu einem ganz neuen Fache, dem der mathematischen Physik, übergehen, da ich hier in Graz ausschließlich Experimentalphysik, und zwar hauptsächlich für Mediziner und Pharmazeuten vortrage. Ich habe zwar in mehr als 15 Jahren die einfachsten Anfangsgründe der mathematischen Physik verbunden mit einer Einleitung in die Differential- und Integralrechnung vorgetragen und mich außerdem mit einzelnen speziellen Kapiteln dieses Faches zeitlebens beschäftigt. Auf diese beziehen sich auch meine theoretischen Abhandlungen, welche jetzt eine für mich so unendlich ehrende Anerkennung gefunden haben.*

*Allein viele große und wichtige Gebiete der mathematischen Physik vernachlässigte ich bisher fast gänzlich. Bei meiner Anwesenheit in Berlin erschien es mir nun in der ersten freudigen Erregung weit leichter dies Versäumnis nachzuholen. Nun aber, da ich diese Arbeit wirklich in Angriff zu nehmen versuchte, sah ich erst, daß ich sie ohne ununterbrochene Anstrengung meiner Augen nicht zu bewältigen vermöchte, eine solche wäre aber laut dem sub A beiliegenden ärztlichen Zeugnisse mit großer Gefahr für diese verbunden, welche ich auch zur Zeit meines Aufenthaltes in Berlin als Nichtmediziner nicht zu beurteilen vermochte und bezüglich welcher einen Augenarzt zu konsultieren ich damals aus Mangel an Muße versäumt hatte.*

*Anderseits würde es aber meinem Gewissen widerstreiten, eine so verantwortungsvolle Professur zu übernehmen, ohne das von mir vertretene Fach ganz und voll zu beherrschen.*

*Da ich bereits gebunden bin, so bleibt mir unter diesen Verhältnissen nur übrig, das hohe Ministerium zu bitten, mich der übernommenen Pflichten in Gnaden wieder zu entheben und mich zu entlassen, womit ich noch das demütige Ansuchen verbinde, mir wegen der Müheverwaltungen, welche ich durch meine Unbesonnenheit verursachte, nicht zu zürnen, da ich selbst derjenige bin, der am schmerzlichsten unter diesen Verhältnissen leidet, die zu ändern nicht in meiner Macht steht, und zu denen nun noch ein nervöses Leiden kommt, über welches ich sub B ein ärztliches Gutachten beilege.*

*Dr. Ludwig Boltzmann  
k.k. Universitätsprofessor”*

Wie problematisch Boltzmanns psychische Konstitution damals bereits war, zeigt sich im Umstand, dass er innerhalb eines Tages in seiner Verzweiflung und Unsicherheit telegrafisch seine Bitte um Rücknahme der Ernennung zurücknahm und dann auch noch diesen Akt der Rücknahme widerrief.

58 Boltzmanns Telegramm vom 27. Juni 1888 (nach Hörz).

---

59 Boltzmanns Telegramm vom 28. Juni 1888 (nach Hörz).

Boltzmann hatte sich bereits am Beginn dieser Affäre in einer schwierigen Lage befunden:

- Er war in diesem Studienjahr 1887/88 Rektor der Universität Graz, und die deutschnational orientierten Studierenden hatten im November 1887 eine ihrer Feiern zu einer antihabsburgischen Kundgebung ausufern lassen und damit umfangreiche Disziplinaruntersuchungen ausgelöst, die die Universität – und damit insbesondere den Rektor und den Senat – bis in das Frühjahr 1888 hinein intensiv beschäftigten. Es war das genau jene Art von Tätigkeit, die Boltzmann überhaupt nicht liebte und in der er auch völlig unerfahren war.
- Hinzu kam noch, dass am 18. Februar 1888 sein langjähriger Mitarbeiter Albert von Ettingshausen mit der Supplierung der Professur für Physik an der Technischen Hochschule in Graz betraut wurde und seine definitive Ernennung absehbar war – damit hatte Boltzmann in Zeiten höchster Bedrängnis seine wichtigste Stütze im Institutsbetrieb verloren, das ihm nun in seiner Größe und mit der Vielfalt der Geschäfte neben dem Rektorat zur Belastung wurde, was er auch nicht verhehlte.

Am 9. Juli 1888 hat der König von Preußen die Ernennung Boltzmanns rückgängig gemacht. Boltzmann unternahm dennoch noch mehrere Versuche, doch nach Berlin zu gehen, die aber natürlich erfolglos blieben. Er zog sich vollkommen erschöpft zurück.

Seine Stellung in Graz war durch diese Vorgänge, die ja nicht wirklich verborgen bleiben konnten, schwierig, und er strebte nach Veränderung. Er ließ in der Folge in Fachkreisen wissen, dass er Graz verlassen wollte. Eugen Lommel in München hat dies aufgegriffen, und so kam es zur Berufung nach München, der Boltzmann 1890 Folge leistete.

60 Gehaltserhöhung für Boltzmann in Abwehr der Berufung nach Berlin.

---

## 1.5 DIE PROFESSUR IN MÜNCHEN 1890–1894 (VITRINE 5)

Auf Grund von entsprechenden Äußerungen Boltzmanns leitete der Münchener Physiker Eugen Lommel im Frühherbst 1889 an seiner Fakultät mit eher knappen Argumenten – mehr schien in Anbetracht des fachlichen Rufes Boltzmanns entbehrlich – jene Vorgänge ein, die dazu führten, dass Boltzmann am 6. Juli 1890 “*zum ordentlichen Professor der theoretischen Physik in der philosophischen Fakultät der K. Universität München*” ernannt worden ist.

- 61 Lommels Antrag vom 23. Oktober 1889.
- 62 Boltzmanns Reaktion an Lommel in seinem Brief vom 3. November 1889.
- 63 Boltzmanns Ernennung zum Ordinarius der Theoretischen Physik in München vom 6. Juli 1890.

Boltzmann teilte dies seinerseits unter dem 9. Juli 1890 bereits dem Ministerium in Wien mit und bat um seine Entlassung aus der Grazer Professur zum 1. September 1890. Diese erfolgte mit 13. August 1890, worauf Boltzmann nach München übersiedelte.

- 64 Boltzmanns Entlassungsgesuch vom 9. Juli 1890.
- 65 Die Reaktion in der Philosophischen Fakultät in Graz vom 12. Juli 1890.
- 66 Boltzmanns Entlassung aus der Professur in Graz unter dem 13. August 1890.

In München stand Boltzmann mit seiner Professur außerhalb des unter Lommels Direktion stehenden Physikalischen Instituts, war aber Mitvorstand des Mathematisch-physikalischen Seminars und Konservator der Königlichen Mathematisch-physikalischen Sammlung, deren wertvolle historische Instrumente er inventarisieren ließ.

In der Fakultät hat Boltzmann nur wenige Aktivitäten gesetzt. 1893 erreichte er in Abwehr einer ersten Berufungsanfrage aus Wien (nach dem Tod Josef Stefans) zu seiner eigenen Unterstützung die Ernennung von Leo Graetz zum Extraordinarius für Theoretische Physik. In der Folge versuchte er erfolglos, eine Professur für Physikalische Chemie und deren Besetzung mit Walther Nernst zu initiieren.

- 67 Boltzmanns Antrag bezüglich einer Professur für Physikalische Chemie vom 25. April 1893 – Boltzmann hatte soeben die Berufung nach Wien abgelehnt; dass es sich diesmal um Nernst handelte, geht aus der Antwort des Dekans hervor, Arrhenius war damals bereits in Stockholm tätig.

Zu dieser Zeit war Boltzmann bereits wiederholten Anfragen aus Wien ausgesetzt, wohin zu gehen er zweifellos bereits ernsthaft in Erwägung zog.

---

### **Lehrtätigkeit 1890–1894**

In München hat Boltzmann Lehre in größter Vielfalt wie weder zuvor noch darnach jemals betrieben; dieser Umstand lässt darauf schließen, dass die studentischen Herausforderungen wesentlich größer als in Graz zuvor (und auch darnach in Wien) gewesen sein dürften; auch legt der Umstand dieser Vielfalt den Schluss nahe, dass sich Boltzmann letztlich wohl befunden haben dürfte. Es sind zumindest 15 verschiedene Lehrveranstaltungen nachweisbar. Zwei von den fünf von ihm begutachteten Dissertationen sind bei ihm entstanden, jene des Amerikaners Charles Emerson Curry und die des Engländers Samuel Tolver Preston – beide waren zuvor bereits ausgewiesene Physiker. Später hat Boltzmann beklagt, dass er zwar immer einige Studenten gehabt hätte, *“aber die Tüchtigsten gingen doch zu Lommel, wo alles viel kompletter bereit war”*.

#### 68 Überblick über Boltzmanns Lehrtätigkeit in München.

Der Japaner Hantaro Nagaoka hat im April 1894 Boltzmanns Lehrtätigkeit in München eingehend geschildert:

*“[...] Munich is called a city of art, just like our Kyoto. Though there is (normally) not much going on in science, since Professor Boltzmann was invited to give lectures here recently, I moved to Munich at the beginning of April to hear his lectures. Fortunately, he is going to give his reputed lectures on the ‘Kinetic Theory of Gas’ and the ‘Application of Hamilton’s Principle to Physics’ in this summer semester. We hear that Professor Boltzmann was invited to Berlin University to succeed Kirchoff, but he did not accept the invitation and chose to come to Munich. I do not know why he did so.*

*I think that no one can be as competent as he, perhaps, except for Helmholtz. His lectures are extremely transparent; he speaks lucidly, not like Helmholtz who speaks rather awkwardly. But he is a little odd fellow and sometimes ends up doing unintelligent things.*

*Professor Boltzmann is of Austrian origin. But he admires Maxwell and seems to have Maxwell’s attitude in many respects. Such a situation is convenient for me since I was trained in the British tradition. I am especially interested in the Gas Theory which has been developed by himself Clausius and Maxwell. In particular, from the lecture of Boltzmann himself, I can clearly understand the Maxwell-Boltzmann doctrine on the distribution of energy which has recently been controversial.*

*The lectures on Hamilton’s Principle is concerned with mechanics and mainly the explanation of the Helmholtz articles published in 1884 and 1886 in Crelles Journal. He (also) lectured on the Monocyclic System and Maupertuis’ Principle. All the natural laws, for example Lagrange’s Equation, Principle of Conservation of Energy, Second Law of Thermodynamics, Dispersion of Light, as well as Newton’s Law, can be derived from the Principle of Least Action which may be seen as the most general principle in physics. [...] Professor Bol[tzmann] is a man of bushy beard as you know. Students are much impressed by his features. But his lectures are surprisingly clear in contrast with those of Professor Hel[mholtz]. He appears*

---

*to have an excellent brain, for he explained Hamiltonian functions or sex-fold integrals without seeing any notes.*

*The number of students to the Gas Theory is seven, four to Hamilton's Principle, two to the 'Oberseminar' and four to the 'Unterseminar'. It is very fortunate for me that there is a small audience to these lectures. Professor Bol[tzmann] is gentle and honest, and has a personality to be loved by everybody rather in contrast with his features.*

*A laboratory building is under construction; it is about half the size of that in Berlin, but appears to shake less easily. Professor Bol[tzmann] guides only one student in experimental physics."*

### **Wissenschaftliche Tätigkeit**

Die Jahre in München stellen – wie die ersten unmittelbar folgenden Jahre in Wien – den absoluten Höhepunkt des internationalen wissenschaftlichen Ansehens Boltzmanns dar. Seine wissenschaftliche Korrespondenz nahm weiter an Umfang und Vielfalt zu.

Hinsichtlich seiner wissenschaftlichen Produktivität setzt mit München die Phase der Einbringung der Ernte ein. 1891 und 1893 erscheinen seine beiden Bände "Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes", wobei der erste Band der "Ableitung der Grundgleichungen für ruhende, homogene, isotrope Körper" gewidmet war und das Goethes "Faust" entnommene Motto "*So soll ich denn mit saurem Schweiß / Euch lehren, was ich selbst nicht weiß*" trug, während der zweite Band mit dem Untertitel "Verhältnis zur Fernwirkungstheorie; spezielle Fälle der Elektrostatik, stationären Strömung und Induktion" unter dem Goethe-Motto stand: "*War es ein Gott, der diese Zeichen schrieb, / Die mit geheimnisvoll verborg'nem Trieb / Die Kräfte der Natur um mich enthüllen / Und mir das Herz mit steter Freude füllen*". Obgleich sich Boltzmann um "*Klarheit, Anschaulichkeit und Kürze*" bemühte, wurde ihm die Erfüllung dieses Vorhabens nicht zuletzt hinsichtlich der häufigen Bemühung mechanischer Analogien nicht durchwegs attestiert.

Größte Bedeutung für Boltzmanns Entwicklung und für seine Wertschätzung in einem internationalen Rahmen kam der regen Diskussion mit englischen Physikern über die Verknüpfung der Thermodynamik mit der kinetischen Gastheorie zu, die bereits um das Jahr 1885 in England eingesetzt hatte und wohl mit seine Einladung zur Teilnahme an der 300-Jahr-Feier des Trinity College in Dublin im Juli 1892 bewirkt haben dürfte, wo Boltzmann zweifellos Edward Parnell Culverwell und andere englische Physiker wie wohl auch Lord Kelvin (William Thomson) und Lord Rayleigh (John William Strutt) persönlich kennen gelernt haben dürfte. Zu Ende 1892 trat Boltzmann mit Thomson und Strutt in briefliche Diskussion, die sich auf Grundlage von Thomsons kritischer Arbeit "On Some Test Cases for the Maxwell-Boltzmann Doctrine Regarding Distribution of Energy" auf Fragen des H-Theorems bzw. der Energieverteilung bezog, wobei Lord Kelvin nun entschieden gegen die von Maxwell und Boltzmann vertretene Theorie auftrat.

69 Brief Boltzmanns an Lord Kelvin vom 13. Dezember 1892 München.

---

Boltzmann hat sich im weiteren in einer eigenen Arbeit ausführlich mit den von Lord Kelvin vorgeschlagenen "Test Cases" auseinandergesetzt. Die Diskussion ist über die entsprechenden Korrespondenzen auf der Tagung der British Association for Advanced Sciences (B.A.A.S.) in Oxford im Sommer 1894 auf Grundlage eines von Joseph Larmor und George Hartley Bryan (mit Unterstützung durch Boltzmann) verfassten Reports unter der Leitung Lord Kelvins fortgeführt worden. In diesem Report hat Bryan schließlich vorgeschlagen, "*diejenige Zustandsverteilung unter gleich- oder verschiedenartigen Molekülen, welche für jede Molekül-gattung*" durch eine angegebene Formel bestimmt sei, "*die Boltzmann-Maxwellsche zu nennen, wenn die Konstante  $h$  für alle Gattungen von Molekülen denselben Wert hat, ferner das Gesetz, wonach diese Zustandsverteilung in jedem Falle stationär ist, das Boltzmann-Maxwellsche Gesetz zu nennen*". Boltzmann hat an der von diesem Report ausgehenden und später von Bryan als "*brilliant*" bezeichneten Diskussion an jenem "*memorable field-day on the kinetic theory*" in Oxford persönlich teilgenommen und antwortete in exzellenter Weise namentlich auf einen Angriff George Francis Fitzgeralds. Allerdings erhob sich nach der Diskussion – die entgegen der offenbar sonst geübten Weise nicht mitstenographiert wurde – eine lebhafte Debatte darüber, was Boltzmann während der Diskussion tatsächlich gesagt habe. Diese Debatte um Boltzmanns Diskussionsbeitrag hat die bereits in Gang befindliche Erörterung der Frage der Energieverteilung und der kinetischen Gastheorie enorm belebt und eine lange Zeit hin anhaltende tiefgehende Diskussion dieses Bereiches, insbesondere auch des H-Theorems, ausgelöst, die in nicht weniger als 26 Diskussionsbeiträgen in "Nature" abgewickelt wurde; Boltzmann hat 1895 dreimal selbst in diese Diskussion eingegriffen.

Im Rahmen der Tagung in Oxford wurde Boltzmann am 15. August 1894 gemeinsam mit einer Reihe führender Naturwissenschaftler, die meisten aus Frankreich und Deutschland, durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde der Universität Oxford geehrt, wobei er sich darüber amüsierte, dass er das Ehrendoktorat der Rechte erhielt.

70 Diplom des Ehrendoktorats in Oxford.

71 Boltzmann nach der Ehrung in Oxford.

Zweifellos war Boltzmann spätestens ab 1894 als die führende Persönlichkeit in seinen Spezialbereichen anerkannt und den englischen Physikern nicht minder gut bekannt als den deutschen, bei denen er sich die in England bereits in der ersten Hälfte der 1890er Jahre erworbene Position erst um 1895 erringen musste, was insbesondere im Rahmen der berühmt gewordenen Diskussion mit Ostwald auf der Lübecker Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte von 1895 geschah, die gewissermaßen nach dem Muster der Oxforder Diskussion 1894 erfolgte, nachdem die Organisation und Disziplin der Diskussion innerhalb der B.A.A.S. Boltzmann sehr beeindruckt hatte.

Die die Höhe seines Lebens mitbestimmende Auseinandersetzung mit Ostwald begann sich in den Münchener Jahren anzubahnen, als Boltzmann im Zusammenhang mit seiner Arbeit "Die Hypothese van't Hoff's über den osmotischen Druck

---

vom Standpunkt der kinetischen Gastheorie" und seiner Beschäftigung mit der Dissoziationstheorie einen Bereich betrat, in dem insbesondere Arrhenius, Nernst und Ostwald arbeiteten. Im Herbst 1890, also bald nach seiner Ankunft in München, wurde der Kontakt zu Ostwald erneuert, in dessen Zeitschrift für physikalische Chemie er den erwähnten Aufsatz, ein altes Versprechen einlösend, publizierte. Dieser Kontakt wurde in der Folge aus Boltzmanns damaliger Diskussion mit Lorentz (in Hinblick auf die Molekulartheorie verdünnter Lösungen) heraus und schließlich im Zusammenhang mit der Erstellung des Kataloges der Modellenausstellung der Deutschen Mathematikervereinigung im Jahre 1892 intensiviert und begann sich über das von Ostwald für den Katalog vorgesehene und von Boltzmann und Walter Dyck (weil nicht in den Rahmen passend) sachte zurückgewiesene Manuskript "Grundlinien der Energetik" auf die berühmt gewordenen Auseinandersetzung zwischen Atomistik und Energetik in Lübeck hin zu entwickeln.

Denn mittlerweile hatten Georg Helm und Ostwald eine Konzeption zu entwickeln begonnen, die vom Satz von der Erhaltung der Energie ausging und die Energie allein (und nicht die Materie) neben Zeit und Raum als eigentlich Seiendes annahm und damit der von Boltzmann vertretenen Theorie von Atomen und Molekülen sowie seinen Beschreibungsversuchen mit Hilfe "*mechanischer Bilder*" (wie etwa dem Bycikel) entgegentrat. Für diese Theorie der Energetik nahmen Ostwald und Helm in Anspruch, allein "*in einer bilderfreien Sprache von den Naturvorgängen reden zu können*". Helm hatte 1887 sein Buch "Die Lehre von der Energie" vorgelegt, das eine eher ideengeschichtlich-naturphilosophische Interpretation der Entwicklung des erst seit der Mitte des Jahrhunderts eingeführten Energiebegriffes und der mit ihm verbundenen Vorstellungen zum Inhalt hatte und in die Idee mündete, dass das "*Energieprinzip*" das eigentlich alle Naturerscheinungen beherrschende Prinzip sei. Aus heutiger Sicht handelte es sich eher um den Versuch einer umfassenden Erfassung des Bereiches Energie im Rahmen der bis dahin unternommenen Anstrengungen der Naturerklärung und -beschreibung in der Erwartung, dereinst das bereits Erkannte zu Neuem zusammenfügen zu können, als um eine wirklich neue Erkenntnisse präsentierende Arbeit. In ein kämpferischeres Stadium scheint die Sache mit Ostwald getreten zu sein, als dieser sich zu Anfang der 1890er Jahre definitiv der Sache annahm, auch Vorstellungen des von Mach hochgeschätzten Josef Petzold einbrachte und mit dem Erscheinen seines "Lehrbuches der allgemeinen Chemie" (1892) wie mit einer Reihe von Aufsätzen zum Thema Energetik den Anspruch der Begründung einer Mechanik auf energetischer Grundlage erhob, was zeitlich mit der Bemühung von Heinrich Hertz um eine neue Mechanik zusammenfiel und deshalb über das Ansehen Ostwalds hinaus auf besonderes Interesse stieß.

Mittlerweile betrat noch, wenn auch mehr im Hintergrund und zurückhaltend, Ernst Mach die Bühne, der schon lange mit der Rolle der Energie sich beschäftigt hatte und nun 1892 seine Arbeit "Zur Geschichte und Kritik des Carnot'schen Wärmegesetzes" und 1894 seine umfassendere Schrift "Über das Prinzip der Erhaltung der Energie" veröffentlichte, in der er massiv gegen die Leistungsfähigkeit mechanischer Analogien zu Felde zog und die Erwartung äußerte, dass "*die Bloßlegung der experimentellen, logischen und formalen Wurzeln des heutigen Energieprinzipes [...]*

---

wesentlich zu Beseitigung der Mystik beitragen [dürfte], welche diesem Prinzip noch anhaftet". Damit musste sich Ostwald aufgerufen gefühlt haben, die Mechanik auf atomistischer Grundlage, jene "mechanische Mythologie", und damit das ganze klassische und maßgeblich von Boltzmann repräsentierte Gedankengebäude anzugreifen. Im Juni 1892 schon schrieb Boltzmann an Ostwald: "Dem Dogma, daß die Natur nur mechanisch (aus Atombewegungen) erklärt werden könne, möchte ich nicht das andere, daß sie nicht daraus erklärt werden könne und dürfe, entgegenstellen. So würde ich nach meiner Überzeugung stilisieren; doch rechte ich nicht mit Ihnen, wenn Sie nach Ihrer stilisieren".

All dies bahnte sich an und sollte in Lübeck 1895 abgehandelt werden. Boltzmann war damals bereits als Nachfolger Stefans in Wien und hatte aus seiner Position in der Gesellschaft der Naturforscher und Ärzte heraus Georg Helm ange-regt, zur Vorbereitung eine Diskussionsgrundlage zu erstellen, einen "report" à la British Association.

Von München aus hatte Boltzmann begonnen, die Naturforscherversammlungen mit Konsequenz zu besuchen und dort auch als Vortragender wie als Diskutant aufzutreten. In Halle (1891), wo er auch das reale Bicykel vorstellte, warf er den erst unter späteren Aspekten großen Satz in die Diskussion: "Ich sehe keinen Grund, nicht auch die Energie als atomistisch eingeteilt anzusehen!" Ostwald hat rückblickend 1927 im zweiten Band seiner "Lebenslinien" dazu bemerkt: "Mir kam diese Bemerkung im ersten Augenblick wie eine bewußt scherzhaft Über-treibung seines Standpunktes vor und ich lachte demgemäß. Aber im Herzen fühlte ich mich getroffen durch die Kühnheit des Gedankens, und dieser Eindruck war so stark, daß ich das Gespräch bis heute nicht vergessen habe."

In Halle ist Boltzmann in den wissenschaftlichen Ausschuss der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte gewählt worden.

Von 1891 an war Boltzmann auch Mitglied der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, die für 1892 eine Ausstellung mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente vorbereitete, die im Rahmen der Naturforscherversammlung 1892 in Nürnberg gezeigt werden sollte. Boltzmann hat daran tätig mitgearbeitet und stellte selbst fünf Demonstrationsgeräte mit detaillierten Beschreibungen zur Verfügung, darunter natürlich das neue Bicykel. Wegen einer Choleraepidemie fand die Ausstellung erst im September 1893 in München statt. – Im Zusammenhang mit der Vorbereitung der Ausstellung ist Boltzmann u.a. mit Josiah Willard Gibbs in Kontakt getreten, dessen Werke er vermutlich nicht erst durch die in diesem Jahr veröffentlichten Ostwald'sche Übersetzung kennen gelernt hat.

72 Boltzmanns Brief an Josiah Willard Gibbs unter dem 12. Mai 1892 München mit der Einladung, sich an der Mathematischen Ausstellung zu beteiligen.

Gibbs hat, da Boltzmann eine Einladung 1901 nicht wahrnehmen konnte, und Gibbs 1903 verstarb, Boltzmann nie persönlich getroffen.

---



- 73 Ein Notizbuch Boltzmanns aus der späten Grazer und frühen Münchener Zeit.  
74 Boltzmanns “Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes”, Band 1, Leipzig 1891.

**Privates 1890–1894**

Boltzmann hat in München an ersten Adressen gewohnt. Er verkehrte mit einigen Professoren wie Paul Groth, Walter Dyck und anderen und erinnerte sich später in Wien wehmütig an die “*Hofbräuhausgesellschaft*”. Den Sommer hat die Familie – zumindest im Jahre 1892 – in Seehausen am Staffelsee verbracht. 1891 kam, als “Nachzüglerin”, seine Tochter Elsa zur Welt.

Zufrieden war Boltzmann in München nicht lange oder wenigstens nicht durchwegs. Im Oktober 1892 schrieb er an Loschmidt, dass er “*noch lebe, und zwar hier jedenfalls nicht besser als im lieben Österreich*”.

---

## 1.6 DIE ZWEITE WIENER PROFESSUR (VITRINE 6)

Am 7. Jänner 1893 verstarb in Wien Boltzmanns alter Lehrer Josef Stefan, und die Physiker fassten eine Neustrukturierung ihrer institutionellen Organisation und sofort die Berufung Boltzmanns *“für mathematische Physik”* ins Auge.

75 Protokoll der Kommissionssitzung in Wien am 11. Februar 1893 – *“Für die Besetzung der mathematischen Physik wird Prof. Boltzmann vorgeschlagen.”*

Die Universität München reagierte rasch und professionell: Bereits am 24. Februar 1893 verfügte Victor von Lang in Wien über Boltzmanns Absage auf Grund der Münchener Abwehrmaßnahmen. Doch bereits am 2. April 1894 erfuhr man in Wien, dass Boltzmann doch bereit sei, nach Wien zu kommen und sich nur für ein weiteres Jahr in München gebunden fühle. So schritt man in Wien an die Erstellung eines entsprechenden Vorschlages, und Boltzmann wurde am 20. Juni 1894 zum Ordinarius der Theoretischen Physik an der Universität Wien ernannt und wurde damit auch (letzter) Direktor des Physikalischen Instituts – diese Funktion hat er jedoch praktisch nicht wahrgenommen; dieses Institut, das ursprünglich so sehr auf praktische Ausbildung ausgerichtet war, wurde nun von ihm geleitet, der ausdrücklich von jeglicher Belastung durch praktische Ausbildung befreit war.

Boltzmann unterlag zwar im Frühjahr 1894 ähnlicher Unschlüssigkeit wie 1888 bezüglich Berlins, doch war er im Grund genommen, entschlossen nach Wien zu gehen, und seine Frau hat diesen Entschluss in Hinblick auf die in Österreich ungleich besseren Pensionierungsverhältnisse massiv unterstützt. So blieben die weiteren Abwehrversuche in München erfolglos, und die Familie übersiedelte 1894 in die Naturalwohnung im Hause Türkenstraße 3 (im 9. Wiener Gemeindebezirk), in dem sich auch das Institut befand, weshalb Boltzmann das Haus nur selten verließ, was seiner Gesundheit keineswegs zuträglich war.

### Lehrtätigkeit 1894–1900

76 Überblick über Boltzmanns Lehrtätigkeit während seiner zweiten Wiener Professur.

Boltzmann hat in dieser Zeit wie zuvor auch die Hauptgebiete der Physik behandelt, allerdings mit besonderem Gewicht auf die analytische Mechanik und die Gastheorie. Aus Stefan Meyers Bericht an Hans Benndorf ist zu erkennen, dass Boltzmann die Lehre mittlerweile als Belastung empfand: *“Vorlesungen hielt er, wie die meisten Physiker, nicht gern und benützte jede Gelegenheit, um sie ausfallen zu lassen. [...] Auch mit der Vorbereitung zur Vorlesung happerte es zuweilen, dann pflegte er ‘zu schwärmen’ [...] Die eingelieferten Lesungen [gemeint sind die Seminarreferate] hat er nur sehr selten angeschaut.”* Boltzmann selbst empfand die Studierenden nicht als Herausforderung und beschwerte sich gelegentlich wohl sehr drastisch über

---

deren geringe Kenntnisse, sodass anlässlich von Boltzmanns Abgang nach Leipzig sogar Minister Hartel dem Kaiser gegenüber diese Klage erwähnt und in Zusammenhang damit formuliert hat, dass man hinsichtlich der Lehre durch Boltzmanns Abgang nicht allzu viel einbüße. Diese Äußerungen relativieren für die späten Jahre das Bild des hymnisch gefeierten kristallklaren, packenden, geborenen Lehrers Boltzmann, wie er uns aus Nachrufen und Erinnerungen entgegentritt.

Dissertationen hat Boltzmann in jenen Wiener Jahren nicht betreut. In Zusammenhang damit ist natürlich nicht zu übersehen, dass mittlerweile die gesamte Grundausbildung Exner übertragen worden war, der dadurch die Studienanfänger an sich zu binden und eine große Schule auszubilden vermochte.

### **Wissenschaftliche Aktivitäten und Wirksamkeit 1894–1900**

Hinsichtlich seiner wissenschaftlichen Aktivitäten ist die zweite Wiener Professur Boltzmanns die unmittelbare Fortführung der in der Münchener Zeit eingetretenen Verhältnisse. Boltzmann hatte den Ortswechsel letztlich unbeschadet überstanden und befand sich anfangs wie in München, wo er keinerlei neurasthenische Anfälle erlitten hatte, auf der Höhe seines Lebens; die Krise des Jahres 1888 schien vergessen, und Boltzmann erfreute sich höchsten wissenschaftlichen wie allgemeinen Ansehens.

Die Physik im allgemeinen aber befand sich in einem Stadium der Ausreizung, der Erschöpfung gewissermaßen der überkommenen klassischen Theorien, und ihre führenden Vertreter sahen sich in der Verfolgung ihrer Ziele immer häufiger auf erkenntnistheoretische, philosophische Probleme verwiesen; die Vertreter grundlegender Auffassungen suchten die Entscheidung, und gleichzeitig eröffnete eine Abfolge neuer Entdeckungen in dramatischer Weise gänzlich neue Aspekte – Röntgen (1895), Becquerel (1896), J. J. Thomson (1897) und das Ehepaar Curie (1898). Neue Erwartungen kamen auf und eine Erneuerung der Physik bahnte sich an; man stand am Tor zu einer neuen Zeit.

Für Boltzmann ist dies eine Phase seines Lebens, in der in zunehmendem Maße die Philosophie neben die Physik tritt und in der seine aktive Beteiligung an der Physik in einer Reihe von Auseinandersetzungen mit Ostwald und Helm, mit Mach und mit Zermelo, wesentlich aber auch mit Poincaré ihren Abschluss finden sollte.

Boltzmann hat den Wiener Jahren von 1894 bis 1900 seine Arbeit an zusammenfassenden Darstellungen fortgesetzt und dabei eine außerordentliche Dynamik und Arbeitskraft bewiesen.

77 Boltzmanns “Vorlesungen über Gastheorie”, 1. Band, Leipzig 1896.

1896 erschien der erste Teil seiner “Vorlesungen über Gastheorie”, in welchem er die “Theorie der Gase mit einatomigen Molekülen, deren Dimensionen gegen die mittlere Weglänge verschwinden” behandelte. Der zweite Teil mit dem Titel “Theorie van der Waals’; Gase mit zusammengesetzten Molekülen; Gasdissociation; Schlussbemerkungen” erschien, obgleich 1896 so gut wie fertig gestellt, erst 1898, da Boltzmann sich vor der Drucklegung noch mit den damals sich mehrenden An-

---

griffen auf die Gastheorie auseinanderzusetzen genötigt sah – Ostwald soll damals die kinetische Gastheorie als Ausdruck der *“Atomhypothese”* mit einem Dornröschen verglichen haben, das wohl so bald nicht wieder aus seinem tiefen Schlaf erwachen würde. Die Gastheorie war – als Modell der Materie genommen – Boltzmanns zentraler Bereich; den zweiten Teil seines Werkes hat er mit Betrachtungen zum Thema Zeit unter dem Aspekt der (nur mehr) *“erfahrungsmässig gegebenen Irreversibilität des Verlaufes aller uns bekannten Naturvorgänge”*, mit Überlegungen hinsichtlich der *“Anwendung auf das Universum”* abgeschlossen. Die *“Vorlesungen über Gastheorie”* schließen eine für Boltzmann persönlich sehr wichtige Periode seines Lebens ein und sie werden heute noch sehr geschätzt; tatsächlich können noch heute *“fast alle Eigenschaften von Gasen im üblichen Temperatur- und Druckbereich durch die klassische Theorie [Boltzmanns] beschrieben werden”* (Mitter). Die Vorlesungen sind sehr bald auf Französisch und Jahrzehnte später noch auf Russisch erschienen und waren zweifellos die damals wichtigste Zusammenfassung der Materie.

1897 erschien der erste Teil von Boltzmanns *“Vorlesungen ueber die Principe der Mechanik”*, *“enthaltend die Principe, bei denen nicht Ausdrücke nach der Zeit integriert werden, welche Variationen der Coordinaten oder ihrer Ableitungen nach der Zeit enthalten”*. Den zweiten Band dieser Vorlesungen hat Boltzmann erst im Sommer 1904 zum Druck gebracht, während der dritte Band überhaupt erst nach seinem Tode 1920 durch Hugo Buchholtz herausgegeben worden ist. Die Mechanik war für Boltzmann stets ein, ja der fundamentale Bereich der Physik, alle seine Antrittsvorlesungen (nicht weniger als fünf) hat er den Prinzipien der Mechanik gewidmet – *“Der Gott, von dessen Gnade die Könige regieren, ist das Grundgesetz der Mechanik”*. 1895 vertrat Boltzmann die Ansicht, *“die Möglichkeit einer mechanischen Erklärung der ganzen Natur ist nicht bewiesen, ja daß wir dieses Ziel vollkommen erreichen werden, kaum denkbar. Doch ist ebensowenig bewiesen, daß wir darin nicht noch vielleicht große Fortschritte machen werden, und daraus noch vielfachen neuen Nutzen ziehen können [...] Die Ausdruckweise der allgemeinen theoretischen Physik ist vielmehr heute noch die zweckmäßigste und praktischste, die uralten Bilder der mechanischen Physik sind noch keineswegs überflüssig”*.

Die Diskussion mit englischen Kollegen war immer noch im Gange und hielt bis in den Sommer 1895 hinein an; sie hat Boltzmann zu einigen weiteren Arbeiten und zu einer Auseinandersetzung mit Joseph Bertrand in den *“Comptes Rendus”* veranlasst.

78 George Hartley Bryans Report *“The Assumptions in Boltzmann’s Minimum Theorem”* in Nature vom 9. Mai 1895, S. 29f.

Die Arbeiten der folgenden Jahre wurden dann maßgeblich durch die auf der Lübecker Naturforscherversammlung von 1895 mit voller Wucht losbrechende Auseinandersetzung erst mit den Energetikern Ostwald und Helm und dann im Weiteren mit Zermelo und Mach bestimmt.

---

Parallel zu den eben erwähnten Diskussionen entwickelte sich, zum Teil mit diesen verquickt bzw. aus ihnen resultierend und insgesamt auch einer unverkennbaren Tendenz dieser Endphase des 19. Jahrhunderts folgend, Boltzmanns Auseinandersetzung mit Fragen der "Naturphilosophie".

Die zunehmenden Schwierigkeiten der mechanistischen Deutung des rasch komplexer werdenden Gefüges der einzelnen Teilbereiche der Physik, die ja erst durch die mechanistische Interpretation der Wärmelehre so recht zusammengefügt worden waren, erheischten die Erörterung zentraler Fragestellungen. Kaum einer der führenden Physiker dieser Zeit hat sich dieser Herausforderung entzogen – Mach, der in Fortführung schon Ockhams die Möglichkeit der Frage nach dem "Warum" überhaupt leugnete, war längst schon auf diesem Gebiet tätig, Hertz verfasste eine radikale Mechanik, Ostwald suchte überhaupt ein anderes Erklärungsmodell als das mechanistische und wandte sich – wie auch Poincaré – deklarermaßen der Naturphilosophie zu. Boltzmanns erste Stellungnahme zu diesem Bereich erschien im Jänner 1897 in den Sitzungsberichten der Akademie in Wien in Gestalt seiner Schrift "Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur", die er mit einer Betrachtung über das Göttliche abschloss: *"Hierher gehört auch die Frage nach der Existenz Gottes. 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. Wir dürfen nicht fragen, ob Gott existiert, bevor wir uns darunter etwas bestimmtes vorstellen können, sondern vielmehr, durch welche Vorstellungen wir uns dem obersten, alles in sich fassenden Begriffe nähern können."*

Die Teilnahme an den jährlich abgehaltenen Naturforscherversammlungen war für Boltzmann in München selbstverständlich geworden; er hat sie auch während seiner zweiten Wiener Professur mit Ausnahme jener des Jahres 1896 stets besucht und – so beschreibt es Arnold Sommerfeld noch 1944 – belebt:

*"Wenn Boltzmann in späteren Jahren die Naturforschergesellschaft oder die Redaktionssitzungen der Mathematischen Enzyklopädie besuchte, was er beides mit großer Regelmäßigkeit tat, so brachte er stets Leben und Bewegung mit sich. Oft stellte er den Mathematikern Probleme wahrscheinlichkeitstheoretischen oder mechanischen Inhalts, meist sehr schwierige und witzige Probleme."*

Einen Eindruck von Boltzmanns Auftritten gibt auch Clemens Schaefer, der sich später erinnerte: *"Ich habe Boltzmann einmal gesehen, und zwar auf der Düsseldorfer Naturforscherversammlung im Jahre 1898. Planck hielt damals in der Mathematischen Sektion einen Vortrag: 'Die Maxwellsche Theorie der Elektrizität, von der mathematischen Seite betrachtet'. An der Diskussion beteiligten sich Felix Klein, Paul Drude, H. A. Lorentz, Arnold Sommerfeld und L. Boltzmann. Der Inhalt derselben ging natürlich über den Horizont des 20jährigen Studenten hinaus; aber noch heute – nach 46 Jahren – ist mir die Art und Weise, wie diese verschiedenen Temperamente in die Diskussion eingriffen, lebendig. Vor allem sehe ich Boltzmann*

---

*vor mir, mit krausem Kopf- und Barthaar, wie er in seinem schwarzen Lüsterjäckchen – in dessen Seitentasche das dicke gelbe Reichskursbuch sich nicht gerade elegant machte – dort stand, lebhaft gestikulierend in die Aussprache eingriff und in gewohnter Weise seine Meinung gerade heraus äußerte. [...] Der äußere Eindruck, den die untersetzte Gestalt Boltzmanns machte, war der einer gewissen Robustheit und absoluten festen Gesundheit; dieser Eindruck wurde durch sein lebhaftes Temperament naturgemäß verstärkt.”*

Im September 1894 nahm Boltzmann an der 66. Naturforscherversammlung in Wien teil, hielt dort einen Vortrag “Über Luftschiffahrt” und ließ zur Veranschaulichung und zur Förderung des von ihm auch persönlich unterstützten Wiener Flugpioniers Wilhelm Kress dessen Modell durch den Musikvereinsaal fliegen – Boltzmann war an Flugversuchen sehr interessiert und hatte auch zu Otto Lilienthal Kontakt.

Die Naturforscher-Versammlung des Jahres 1895 in Lübeck brachte dann schließlich die große, berühmt gewordene, schon im Jahr zuvor auf das Programm gesetzte Auseinandersetzung zwischen Boltzmann und den Energetikern, über die uns eine Reihe von Berichten vorliegt. Sie wurde eingeleitet durch das Referat des Dresdener Physikers Georg Helm “Ueber den derzeitigen Zustand der Energetik”. Boltzmann war in freudiger Erinnerung an Oxford 1894 fest entschlossen, “eine Debatte a la british association zu provozieren”.

79 Ludwig Boltzmann um 1895.

80 Wilhelm Ostwald um 1895.

Arnold Sommerfeld beschreibt diese berühmt gewordene zweitägige Auseinandersetzung zwischen Ostwald und Boltzmann, zwei äußerlich ungleichen Diskussionspartnern, mit den folgenden, immer wieder zitierten Worten: “Das Referat für die Energetik hatte Helm-Dresden; hinter ihm stand Wilhelm Ostwald, hinter beiden die Naturphilosophie des nicht anwesenden Ernst Mach. Der Opponent war Boltzmann, sekundiert von Felix Klein. [...] Der Kampf zwischen Boltzmann und Ostwald glich, äußerlich und innerlich, dem Kampf des Stiers mit dem geschmeidigen Fechter. Aber der Stier besiegte diesmal den Torero trotz all seiner Fechtkunst. Die Argumente Boltzmanns schlugen durch. Wir damals jüngeren Mathematiker standen alle auf der Seite Boltzmanns; es war uns ohne weiteres einleuchtend, dass aus der einen Energiegleichung unmöglich die Bewegungsgleichungen auch nur eines Massenpunktes, geschweige denn eines Systems von beliebigen Freiheitsgraden gefolgert werden könnten. Zur Ehrenrettung Ostwalds möchte ich aber an dieser Stelle eine Bemerkung über Boltzmann aus seinem anregenden Buch ‘Grosse Männer’ erwähnen; dort nennt er ihn ‘den Mann, der uns allen an Scharfsinn und Klarheit in seiner Wissenschaft überlegen war’”.

Anwesend war auch Max Planck, der sich der Partei Boltzmanns zurechnete, von Außenstehenden aber eher als Parteigänger Ostwalds gesehen wurde; von Boltzmann wurde er nach eigener Aussage in seiner Rolle als “eines Sekundanten [...] freilich gar nicht anerkannt, ja nicht einmal gern gesehen”, weil Planck – damals – der atomistischen Theorie (seiner eigenen Aussage nach) “nicht nur

---

gleichgültig, sondern sogar etwas ablehnend gegenüberstand". Auch Planck vermerkte in seinen Erinnerungen, "daß dieser Kampf [...] ziemlich lebhaft geführt wurde und daß er auch zu manchen drastischen Effekten Anlaß gab, da die beiden Gegner sich an Schlagfertigkeit und natürlichem Witz ebenbürtig waren".

Eine gute Vorstellung von der Intensität der Auseinandersetzung in Lübeck geben zwei Briefe Georg Helms an seine Frau:

*"Liebe Elise!*

*Die große Aktion liegt hinter mir. Der Vortrag ist mir, glaube ich, ganz gut gelungen, wurde beklatscht und gelobt, aber in der Diskussion ging es doch hart her. Boltzmann begann zwar mit freundlichen anerkennenden Bemerkungen, erzählte aber dann, daß sich vorm Jahre in England der bedeutendste lebende Physiker [nämlich Lord Kelvin] bei einer solchen Diskussion geradezu Grobheiten habe gefallen lassen müssen, und fing nun an, gegen meine und Ostwalds Arbeiten loszuziehen. Er, später Klein, Nernst, Oettingen berührten dabei Dinge, auf die ich durch die von mir erbetenen brieflichen Berichtigungen und Bemerkungen gar nicht vorbereitet war, die ich vielmehr als ganz außer Diskussion stehend angesehen hatte, und ich habe mich zum Schluß darüber beschwert, auch während der Diskussion ein paar Mal kurz das Wort zur Klarstellung ergriffen. Ostwald und Boltzmann gerieten tüchtig aneinander, doch kam die Diskussion nicht zu Ende und soll heute Nachmittag fortgesetzt werden. Die Versammlung dauerte von 9 bis nach 12 Uhr und fand in der großen Turnhalle statt, in der die allgemeinen Sitzungen abgehalten werden. Die Halle war reichlich halbvoll, so daß ein paar hundert Menschen der Sache beigewohnt haben. Es liegt ja in der Natur der Sache, daß bei einer solchen Diskussion mehr die bösen als die guten Seiten berührt werden, weil es nicht nötig ist, die ersteren zu verhandeln, immerhin bin ich doch nicht erbaut von dem Gange der Erörterungen und muß mich erst wieder zur Wurschtigkeit durcharbeiten, womit ich bei einem Besuche eines großen Weinlagers, wo ein Frühstück dargeboten wurde, gleich nach der Sitzung begonnen habe.*

*Boltzmann hatte ich mich gestern schon vorgestellt und mit ihm heftig auf der Straße diskutiert; [...]."*

Zwei Tage später heißt es:

*"[...] Eben habe ich meinem Herzen tüchtig Luft geschafft. Die Angriffe vom Dienstag haben mich nachträglich immer mehr verdrossen, und ich habe einen Tag in schrecklicher Stimmung zugebracht, auch noch bei trübem regnerischem Wetter und bei dem ewigen nervenerschütternden Lärm, der in den engen Lübecker Straßen herrscht. Am Dienstag nachmittag kam es nämlich nicht zur Fortsetzung der Diskussion; sie wurde auf heute früh 9 Uhr vertagt und dauerte bis 11 Uhr. Ich begann mit einem kräftigen Protest gegen die mir widerfahrene Behandlung; hätte ich gewußt, daß mein wissenschaftlicher Standpunkt von demselben Mann, der mich zum Referat veranlaßt hatte, so wegwerfend beurteilt würde, ich hätte mich gehütet, die Arbeit zu übernehmen. Mich aufzufordern, um dann zu behaupten, an der Sache sei nichts, das sei nicht mit offenem Visier vorgegangen. Boltzmann erwiderte, er wisse nicht, wie er mir Genugtuung geben solle, er bäte um Verzeihung, er habe nur die Stellen bezeichnen wollen, wo er mich nicht verstehe, meine Arbeit sei ja ausgezeichnet, und man klatschte ihm lebhaften Beifall, alles wieder vor etwa 150 Menschen. Nun nahm die Sache einen besseren Verlauf und wir können ganz befriedigt auf heute*

---

zurückblicken, Ostwald und ich. Das Ende der heutigen Diskussion ist übrigens in eine Art Ovation für mich ausgelaufen, v. Oettingen war Vorsitzender. Freilich wird es nun zur literarischen Auseinandersetzung kommen, auch habe ich wahrscheinlich privatim noch einmal mit Boltzmann zu verhandeln. Daß mir meine Abwehr gestern gehörig in den Gliedern lag, kannst Du Dir denken, ich bin froh, daß ich heute meine Meinung gründlich heraus gesagt habe.”

Insgesamt hat Boltzmann in Lübeck klar die Oberhand behalten und scheint als Sieger die Diskussion ohne gesundheitlichen Schaden überstanden zu haben. Ostwald hingegen erlitt nach der Lübecker Diskussion einen Zusammenbruch und musste sich für ein halbes Jahr beurlauben lassen; er hat allerdings noch 30 Jahre später im Rückblick nur eine äußerliche Niederlage eingestanden und die Berechtigung der Energetik auch nach der klaren Erweisung der Atomistik aufrecht erhalten.

Eine derartige Kontroverse kann wohl nicht ohne persönliches Engagement stattfinden. Dennoch ist der Kontakt bald wieder aufgenommen worden, denn 1898 brachte Boltzmann einen Band in Ostwalds Klassikern heraus (nämlich Maxwells “Über physikalische Kraftlinien”) und beide Seiten beteuerten in der Folge die Unverbrüchlichkeit der persönlichen Freundschaft jenseits der fachlichen Auseinandersetzung.

Svante Arrhenius hat nach der Diskussion festgestellt, dass in ihrer Folge “*erneute Anstrengungen beiderseits zu erwarten*” seien. So war es dann auch. Es kam zu einem Abtausch wissenschaftlicher Abhandlungen, in den Boltzmann, Wilhelm Ostwald, Ernst Zermelo, Max Planck und andere verwickelt waren und der sich im Wesentlichen in “Wiedemanns Annalen” abspielte. Boltzmann hat dabei eine verständnisvoll-versöhnliche Haltung an den Tag gelegt, wenn er eine seiner diesbezüglichen Arbeiten mit den Worten abschloss: “*In diesem Sinne bin ich auch weit entfernt, die Möglichkeit zu leugnen, daß die Weiterentwicklung der Energetik für die Wissenschaft noch von größtem Nutzen sein wird. Nur darf derselbe nicht so geschehen, wie es in neuester Zeit von einigen Forschern versucht wurde, die sich (nach meiner Meinung nicht mit Recht) für Nachfolger Gibbs' halten*”. Seine inhaltliche Analyse der Vorstellungen der Energetiker fiel allerdings weiterhin vernichtend aus. Dazu trug nun in aller Entschiedenheit und mit noch mehr Härte auch Max Planck bei. Mit diesen neuerlichen Wortmeldungen der Gegner war die Frage der Energetik in den Naturwissenschaften praktisch erledigt, sie hat lediglich über Ostwalds “Naturphilosophie” und diverse Abhandlungen zur Theorie in der Physik die Philosophen noch beschäftigt.

Offen war für Boltzmann aber immer noch ein anderes Problem. 1896 erhob nämlich Ernst Zermelo auf Grundlage eines von Henri Poincaré 1890 unanfechtbar formulierten Theorems seinen “Wiederkehrwand” gegen die von Boltzmann im Zusammenhang mit dem H-Theorem vertretenen Ansichten bezüglich des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik – eine Frage, die die Fortsetzung der durch Edward Parnell Culverwell ausgelösten Diskussion in “Nature” bewirkte. Zermelo zitierte Poincarés Auffassung, “*dass in einem System von materiellen Punkten unter Einwirkung von Kräften, die allein von der Lage im Raume abhängen, im allgemei-*

---



nen ein einmal angenommener durch Configuration und Geschwindigkeit charakterisierter Bewegungszustand im Laufe der Zeit, wenn auch nicht genau, so doch mit beliebiger Annäherung noch einmal, ja beliebig oft wiederkehren muss, vorausgesetzt, dass die Coordinaten, sowie die Geschwindigkeiten nicht ins Unendliche wachsen". Was Zermelo nicht mehr aussprach, war die Konsequenz, dass damit die seitens der Thermodynamik von Boltzmann gefolgerte bevorzugte Zeitrichtung verloren gehe.

Boltzmann hat sofort in einer ersten "Entgegnung auf die wärmetheoretischen Betrachtungen des Hrn. E. Zermelo" geantwortet, war aber nicht in der Lage, den Wiederkehrerwand zu entkräften, sodass er sich im Gegensatz zu den rein mathematisch-theoretischen Überlegungen Poincarés und Zermelos in subjektivistische Formulierungen bzw. in das Erfordernis des Erfahrbaren flüchtete – Boltzmann errechnete für die Teilchen eines einzigen Kubikzentimeters eines idealen Gases die von Zermelo angesprochene Wiederkehr mit einem Zeitraum von  $10^{10^{19}}$  Sekunden, weshalb ein derartiges Phänomen für den Menschen nicht zu beobachten sei, womit eine de-facto-Irreversibilität gegeben sei. Damit trat Boltzmann in einen eklatanten Widerspruch zu jenem Element, dass er bislang so hoch geschätzt hatte, zur Theorie. Die beißende Schärfe, von der sich auch Planck getroffen fühlte, weil Zermelos Arbeit mit dessen Genehmigung erschienen war, beschränkte sich letztlich auf einen eher angeklebt wirkenden und dem Vorhergehenden nicht ganz entsprechenden, also letztlich unlogischen Schlussabsatz: *"Alle gegen die mechanische Naturanschauung erhobenen Einwände sind daher gegenstandslos und beruhen auf Irrtümern. Wer aber die Schwierigkeiten, welche die klare Erfassung der gastheoretischen Sätze bietet, nicht zu überwinden vermag, sollte in der Tat dem Rate Hrn. Zermelos folgen und sich entschließen, dieselbe ganz aufzugeben."*

Zermelo bezeichnete nicht ganz unrichtig Boltzmanns Antwort als *"eher eine Bestätigung als eine Widerlegung"* und wies auch ganz richtig darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit des Zeitraumes der Wiederkehr nur eine Wahrscheinlichkeit sei und die Wiederkehr *"darum auch sehr viel früher"* eintreten könne, und überhaupt gehe es um das Prinzip; und auch um die Analogie zwischen den Eigenschaften der H-Kurve und dem Zweiten Hauptsatz. Das H-Theorem bestritt Zermelo, der seine Bedenken erneuerte, auch für den Fall, dass *"man auf die strenge Irreversibilität zu Gunsten einer bloß empirischen verzichtet"*. Was nun die *"Richtung"* anlangte, *"in der sich die Vorgänge abspielen"*, so folge aus dem Charakter der mechanischen Vorgänge, dass *"man Anfangs- und Endzustand"* vertauschen könne, alles auch auf *"den umkehrten Vorgang"* beziehbar sei, zumal *"der Wahrscheinlichkeitsbegriff gar nichts Zeitliches enthält und daher aus ihm auch nichts auf die Richtung, in der die Vorgänge sich abspielen, geschlossen werden kann"*. Zusammenfassend bestätigte Zermelo seine kritische und nach wie vor ablehnende Haltung: *"Aus den großen Erfolgen der kinetischen Gastheorie [...] darf ihre Anwendbarkeit auch auf zeitliche Vorgänge nicht gefolgt werden."*

Dies löste Boltzmanns zweite Antwort aus, die 1897 unter dem Titel *"Zu Hrn. Zermelos Abhandlung 'Über die mechanische Erklärung irreversibler Vorgänge'"* erschien und die er – auf die von Zermelo in seiner zweiten Arbeit angesprochene Ausgangslage des Systems eingehend – mit der *"natürlich unbeweisbare[n] Annah-*

me" eröffnet, "daß das Universum, wenn man es als mechanisches System auffaßt, oder wenigstens ein sehr ausgedehnter, uns umgebender Teil desselben von einem sehr unwahrscheinlichen Zustande ausging und sich noch in einem solchen befindet" und dass mit einer "an Unmöglichkeit grenzenden Unwahrscheinlichkeit" anzunehmen sei, "daß das abgeschlossene System sich anfangs im Wärmegleichgewichte befand und sich, während es abgeschlossen ist, soweit davon entfernt, daß seine Entropieverminderung wahrnehmbar wäre". Dennoch hat Boltzmann die Auffassung, dass die Entropie generell zunehme, aufgegeben. Boltzmann löst damit – unausgesprochenenmaßen einer Idee seines seinerzeitigen Münchener Assistenten Ignaz Schütz folgend – das Universum gewissermaßen in Teilbereiche auf, für die auch gegenläufige Entwicklungen gedacht werden können und für deren Lebewesen die für sie fortschreitende Zeit gemessen an der Gesamtentwicklung des Universums rückläufig sei. Zu Recht hat Karl Popper die Argumentationen in der zweiten Antwort als Boltzmanns "Tragödie", als "ein Abgleiten Boltzmanns in den Subjektivismus" bezeichnet – Boltzmann sieht sich gezwungen, grundlegende Annahmen zu relativieren und objektivistisch erarbeitete Anschauungen zu subjektivieren. Irreversibilität ist nun "kein grundlegendes Naturgesetz, sondern lediglich eine Folge des makroskopischen Charakters unserer Beobachtungen". Die Konsequenzen aber sind Boltzmann wohl nicht augenblicklich in ihrer vollen Tragweite bewusst geworden, wohl aber dürfte Boltzmanns vermehrtes Interesse an deklariert philosophischen, erkenntnistheoretischen Fragen in der Folgezeit maßgeblich mit den in dieser Auseinandersetzung diskutierten tiefgehenden Fragen an den Grenzen naturwissenschaftlichen Forschens zusammenhängen, vor allem mit der Frage des Stellenwertes der Empirie im Verhältnis zu einer strengen Theorie; und das beinhaltete unausweichlich auch die Frage nach der Mach'schen Phänomenologie.

Durch die Auseinandersetzung mit Zermelo stellte sich für Boltzmann auch die Frage nach der Berechtigung des H-Theorems wieder neu, und unter dem Aspekt ist es verständlich, wenn er im Februar 1898 an Felix Klein schreibt, dass ihm in einem neurasthenischen Anfall, wie er solche "in Wien wieder so oft habe", "die Furcht" gekommen sei, "daß die ganze H-Kurve ein Unsinn sei".

- 81 Boltzmanns Brief an Felix Klein vom 12. Februar 1898 Wien bezüglich der H-Kurve und seiner Auseinandersetzungen mit Helm und mit Planck (mit diesem bezüglich irreversibler Strahlungsvorgänge).

So leitet die Auseinandersetzung um den Wiederkehrinwand zusammen mit dem Wiederaufflammen der Atomistik-Diskussion für Boltzmann eine neue Periode des Zweifels und der Diskussion auf der Ebene nicht nur der Physik, sondern auch der Philosophie, der Erkenntnistheorie ein. Noch aber ist Boltzmann letztlich zuversichtlich, die Probleme zu meistern. Max Planck hielt – nach Thomas Kuhn "als einziger Physiker des 19. Jahrhunderts, der sowohl von einem mechanischen Weltbild als auch vom objektiven Charakter des Zweiten Hauptsatzes überzeugt war" – an der Irreversibilität fest und wandte sich gegen seinen Schüler Zermelo. Sein Versuch, die Berechtigung des Zweiten Hauptsatzes in einem diskontinuierlichen Bereich, am

---

Beispiel der Wechselwirkung zwischen Materie und Licht zu erweisen, gelang ihm zwar nicht, führte ihn aber letztlich zur Quantentheorie.

Die Lübecker Diskussion war natürlich auch eine Diskussion um die Atomistik *“in genere”* gewesen, denn so selbstverständlich man in der Chemie mit Atomen operierte, so ungesichert, ja geradezu verwerflich erschien die Annahme ihrer Existenz einem Teil der Physiker – *“Mit der Energetik Hand in Hand ging bei Mach und Ostwald die Ablehnung des Atomismus. Daß auch in diesem Punkte Boltzmann widersprechen mußte, ist selbstverständlich”*.

Über die Verteidigung und den Ausbau seiner Position im engeren physikalisch-wissenschaftlichen Bereich hinaus hat Boltzmann im Herbst des Jahres 1896 – also zwischen den beiden Entgegnungen auf Zermelo – in seinem Aufsatz *“Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft”* in aller Öffentlichkeit und deklarermaßen auch den philosophischen Fehdehandschuh aufgenommen, nachdem er sich bis dahin in diesem – den Energetikern gleichsam als Fundament dienenden und von Mach dominierten – Bereich zurückgehalten hatte. Unmittelbar auslösend für diese Vorgangsweise war wohl das Erscheinen von Machs eigenwilligen *“Prinzipien der Wärmelehre”*, die Mach übereilt im Herbst 1896 publiziert hatte, um gewissermaßen das Lübecker Desaster Ostwalds zu mindern, und in denen er durch eigene Feststellungen und durch Zitieren anderer neuerlich in eher grober Weise die Leistungen Boltzmanns zu minimieren suchte. *“Ich pflege”* – so eröffnet Boltzmann seine Ausführungen *“Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft”* – *“solchen allgemein philosophischen Fragen aus dem Wege zu gehen, solange sie keine praktischen Konsequenzen haben, da sie nicht so scharf gefaßt werden können wie Spezialfragen, und daher ihre Beantwortung mehr Geschmackssache ist. Doch scheint es mir, als ob gegenwärtig die Atomistik aus dem oben angeführten, kaum stichhaltigen Grunde praktisch zurückgesetzt würde, und da glaubte ich, das Meine tun zu sollen, um den Schaden zu verhüten, der meines Erachtens der Wissenschaft daraus erwachsen könnte, wenn nun die Phänomenologie, wie früher die Atomistik, zum Dogma erhoben würde.”* Er wiederholte auch seine bereits in *“Ein Wort der Mathematik an die Energetik”* im Herbst 1896 veröffentlichte Forderung, dass man beide Anschauungen, also auch die Atomistik, *“mit gleichem Eifer”* pflegen möge, bis sich dereinst erweise, welcher von beiden Vorstellungen der Vorzug gebühre. – Neben der Lektüre der Mach’schen Arbeiten war nicht minder wichtig und herausfordernd die der Hertz’schen Mechanik, mit der sich Boltzmann in der Folge noch weit eingehender auseinandergesetzt hat als mit spezifischen Vorstellungen Machs, die er 1899 teilweise als *“an rein ideale transzendente Begriffe”* anknüpfend abtat.

Es mag aber gut sein, dass Machs lakonische Äußerung – *“Ich glaube nicht, daß die Atome existieren”* –, auf die sich Boltzmann eingangs seiner Antrittsvorlesung zur Naturphilosophie 1903 berief, eine Folge von Boltzmanns Arbeit über die Unentbehrlichkeit der Atomistik und ihrerseits auslösend für Boltzmanns im Jänner 1897 erschienene Arbeit *“Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur”* gewesen ist.

---

Im Unterschied zu Mach hat sich Boltzmann in seinen philosophischen Erörterungen jegliche Animosität versagt, ja sogar Mach in für ihn weniger erfreulichen Vermutungen fair zugestimmt.

In den folgenden Jahren hat Boltzmann an den Naturforscherversammlung in Braunschweig, Düsseldorf und München nach seiner Rückkehr aus den USA teilgenommen, wobei er in München neuerlich, gemeinsam mit Ostwald, in den wissenschaftlichen Ausschuss der Gesellschaft gewählt wurde.

- 82 Boltzmanns Brief an Lorentz vom 13. Oktober 1897 Wien, in dem er Lorentz zur Naturforscherversammlung in Düsseldorf 1898 einlädt.
- 83 Konzept der Antwort von Lorentz vom 20. Oktober 1897 Leiden mit der Zusage und dem Ausdruck der Hoffnung, in Düsseldorf Boltzmann persönlich zu begegnen, was dann tatsächlich geschehen ist.
- 84 Boltzmanns Brief an William Ramsay vom 5. Juli 1897 – Boltzmann war an Ramseys Forschungen zu den Edelgasen wegen ihrer Bedeutung für die Theorie der Zustandsgleichung besonders interessiert.

In diese Zeit fällt auch Boltzmanns verstärktes Engagement für die von Felix Klein initiierte Mathematische Enzyklopädie im Rahmen der diesbezüglichen Arbeitsgruppe der Akademie in Wien, für die er dereinst seine letzte wissenschaftliche Arbeit, die gemeinsam mit Josef Nabl verfasste “Kinetische Theorie der Materie”, liefern wird.

Im Sommer 1899 ist Boltzmann in Begleitung seiner Frau nach Amerika gereist, um an der Clark University in Worcester Vorlesungen “Über die Grundprinzipien und Grundgleichungen der Mechanik” zu halten, in denen er sich eingehend mit der Hertz’schen Mechanik auseinandersetzte; bei dieser Gelegenheit ist Boltzmann mit dem Ehrendoktorat dieser Universität geehrt worden.

- 85 Diplom für Boltzmann anlässlich des Ehrendoktorates der Clark University vom 10. Juli 1899.

Als Entschädigung “für die etwas einförmige Berufstätigkeit in Wien” schloss er “eine kleine Turnée” durch den Nordosten der USA an. Dabei lernte er u.a. die Physiker Edwin Herbert Hall, Albert Abraham Michelson und Henry Augustus Rowland kennen.

Nach einem Erholungsaufenthalt in Abbazia besuchte er die Naturforscherversammlung in München, wo er “Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit” sprach. Hendrick Antoon Lorentz hat Boltzmanns Beziehung zu diesem zentralen Thema einfühlsam 1907 in seiner Gedächtnisrede auf Boltzmann berührt: “[...] im Grunde seines Herzens war er Theoretiker; er liebte es, dies im Ernst und im Scherz nachdrücklich zu betonen, und hat nie aufgehört, die Weiterführung der Theorie, die Klarlegung und Sicherung ihrer Grundlagen als seine Lebensaufgabe zu bezeichnen. ‘Die Idee, welche mein Sinnen und Wirken

---

*erfüllt, ist der Ausbau der Theorie'. Wenn er so sprach, so meinte er wohl nicht bloß das Verständlichmachen dieser oder jener Gruppen von Erscheinungen, sondern das Erreichen einer zusammenhängenden Welt- und Lebensbetrachtung, mit der seine physikalischen Auffassungen aufs innigste verwebt waren."*

Zweifellos hat Boltzmann während der zweiten Wiener Professur als Vertreter der Akademie der Wissenschaften und wohl auch anderer Institutionen in Kommissionen und Gremien Reisen unternommen, die ihn zumindest nach Paris, London, in die Niederlande und nach Göttingen geführt haben, über die wir aber nicht näher unterrichtet sind. Es sind diese Aktivitäten Ausdruck der außerordentlichen Wertschätzung und des Ansehens, das Boltzmann in jenen Jahren genoss, und der Leistungskraft, die man ihm zuschrieb.

In außerordentlichen Fällen ist Boltzmann, der ja an der Anwendung physikalischer Erkenntnisse durchaus interessiert und praktisch tätig war (er hat u.a. seiner Frau für ihre Nähmaschine einen elektrischen Antrieb gebaut), auch mit Stellungnahmen an die Öffentlichkeit getreten. Dies ist überliefert für die Entdeckung Röntgens, über die Boltzmann in der Wiener "Neuen Freien Presse" und in der Zeitschrift "Elektro-Techniker" berichtete, war er doch von 1895 bis 1898 Präsident des Wiener elektrotechnischen Vereins.

Während seiner zweiten Wiener Professur war Boltzmann eine der zentralen Figuren in der Physik seiner Zeit. Die scheinbare Festigung in den Wiener Jahren und die sich in den 1890er Jahren reich sich eröffnenden Probleme mochten wohl neue bedeutsame und zukunftsweisende physikalisch-wissenschaftliche Arbeiten Boltzmanns erwarten lassen. Tatsächlich aber war es die letzte Periode, in der uns Boltzmann als der aktive, schaffende Physiker entgegentritt, der er bis dahin durch Jahrzehnte gewesen war.

Eine langsam unüberschaubar werdende Fülle von äußeren staatlichen wie akademischen Ehrungen rundete das glanzvolle Bild ab: als er – gemeinsam u.a. mit Giuseppe Verdi – 1900 das "*k. und k. österreichisch-ungarische Ehrenzeichen für Kunst und Wissenschaft*" erhielt, war er bereits: "*k.k. Hofrat, k. bairischer Geheimerat, wirkliches Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, der Accademia dei Lincei, der Società delle scienze zu Rom, der Royal Institution of Great Britain, der Physical Society of London, der Philosophical Society zu Cambridge, der British Association for Advancement of Science, der königlichen Akademien in Manchester und Edinburgh, Stockholm, Kopenhagen, Bologna und Amsterdam, auswärtiges Mitglied der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Akademie der Wissenschaften zu Turin, Upsala, Boston Mass., New York, Haarlem, Ehren[doktor] der Universität Oxford*" wie der Clark University in Worcester und Träger des bayerischen Maximiliansordens für Wissenschaft und Kunst. 1900 wurde er auch Mitglied der Section de mécanique der Academie des Sciences in Paris.

Einen schönen Einblick in die Verhältnisse und um die persönliche Situation Boltzmanns in dieser Zeit gibt Stefan Meyer in seinen Erinnerungen gegenüber Hans Benndorf:

*“Meine Erinnerungen stammen aus der Zeit von 1894, als Boltzmann nach Wien kam, bis zu seinem Tode 1906. Was vorherging, weiß ich nur vom Hörensagen und das weißt Du selber besser. [...]*

*Meine eigenen Erinnerungen sind vielfach eigentlich Erinnerungsbilder, die sich nicht in Worte fassen lassen. Wenn ich ihn vor mir sehe, wenn er aufs Eis ging, schlittschuhlaufen, und dies dann mehr energisch als künstlerisch durchführte; wenn ich ihn am Klavier sehe, wo er trotz seiner dicken Hände und anscheinend klobigen Finger das Spiel vortrefflich beherrschte; wenn ich mich daran erinnere, wie man ihn mit seiner Tochter im Rathauspark spazieren gehen sah, an deren Existenz er im tiefen Nachdenken ersichtlich ganz vergessen hatte, und an die zahllosen Situationen im Institut, ... so habe ich ihn zwar lebhaft wieder vor Augen, aber sagen kann man darüber nichts Näheres.*

*Mein erster großer Eindruck von ihm war die Rede (1894) bei der Naturforscherversammlung in Wien, als er über das Flugproblem sprach und die Modelle von Wilhelm Kress durch den Musikvereinsaal fliegen ließ. Da Du damals Schriftführer warst, wirst Du das aber auch noch besser wissen.*

*Im Institut hatte er es anfangs mit den alten Angestellten, dem Mechaniker Sedlacek und dem Laboranten Damm nicht leicht. Diese kannten Boltzmann noch aus der Zeit, als er Student am Erdberg gewesen war und besonders Damm war wütend, daß ‘der Bua’ jetzt sein Chef sein sollte. [...]*

*Sein Assistent, ererbt nach J. Stefan, war 1894–1897 Gustav Jäger, mit dem er sich sehr gut vertrug. Uns Studenten hat er einen nachhaltigen Eindruck gemacht, trotz seiner hohen, überschnappenden Stimme und den vielen ‘Nuns’ mit dem er fast alle Sätze einleitete und die als Nunzahl pro Vorlesung festgestellt wurden.*

*1896 habe ich, so viel ich weiß, als erster seiner Wiener Hörer bei ihm (nebst bei F. Exner und Weidel) mein Rigorosum gemacht. Ich weiß noch, daß er u.a. mich um die Beziehungen zwischen den Freiheitsgraden und dem Verhältnis der spezifischen Wärmen fragte, was er gerade vorgetragen hatte und ich daher wußte. Im Übrigen hatte er die Gewohnheit bei Prüfungen meist selbst zu reden und er ließ den Kandidaten nur hier und da Gelegenheit, etwas einzuschalten und zu zeigen, daß er mitfolgte.*

*Nur bei den Habilitationen ließ er die Kandidaten selbst sprechen, weil, wie er selbst sagte, er diese Gelegenheiten benützen wollte, um sich über neuere Spezialkapitel informieren zu lassen.*

*Aus der Zeit, in der wir seine Vorlesungen besuchten, weißt Du selbst genug. Ich habe sie dann auch noch in der ersten Zeit meiner Assistentenschaft bei ihm von 1897 an noch mehrere Jahre besucht, aber dabei nur durch Verteilung von Seminaraufgaben, die wir nach einem ganz altmodischen Kopierverfahren vervielfältigt hatten, assistiert. Die eingelieferten Lesungen hat er nur sehr selten angeschaut. In schöner Erinnerung ist mit dabei, wie einmal mitten in der Vorlesung ein Orangenweib erschien und mit eigenartigem Gesang ihre Waren anprieß und wie es meiner besten Überredungskünste bedurfte, um sie zu entfernen. Die Vorlesung blieb auch sonst nicht immer ungestört, denn hinter der Tafel war ein kleiner Raum, der zu einem Closet führte und auch während der Vorlesung Besucher hat.*

---

*In späteren Jahren behandelte er im Seminar auch die Lektüre einiger seiner eigenen Arbeiten, deren Fortführung er wünschte. Ich erinnere mich daran, wie Hans Benndorf darüber vorzutragen hatte, aber bei einer Stelle stecken geblieben war, an der Boltzmann geschrieben hatte: 'Wie man leicht sieht ...' Das war innerhalb einer komplizierten Ableitung und Benndorf ging zu Boltzmann und bat ihn, ihm den Übergang zu erklären. 'Das werden wir gleich haben', meinte Boltzmann und sie steckten die Köpfe zusammen. Nach einigen Stunden war aber auch Boltzmann noch nicht wieder daraufgekommen, 'wie er das seinerzeit leicht gesehen hatte'. Also bestellte er Benndorf in seine Wohnung, damals in der Türkenstr[abe] 3 und da sassen sie dann nicht nur die halbe Nacht, sondern auch noch den ganzen folgenden Tag, ehe B[oltzmann] wieder auf das gekommen war, was er bei der Abfassung seiner Abhandlung so leicht gesehen hatte.*

*In jene Zeit fällt auch sein Ausspruch: 'Nun, den Unterschied zwischen innerem Potential und äußerem Potential fange ich schon an zu verstehen, aber den Unterschied zwischen Ehrenfest und Ehrenhaft werde ich wohl nie erfassen.' Vorlesungen hielt er, wie die meisten Physiker, nicht gern und benützte gerne Gelegenheiten, um sie ausfallen zu lassen. So war er hochofregt, wenn ich ihm alle Jahre vor dem 4. Nov[ember] melden kam, daß ich an diesem Tag zum Haupttrapport müsse und nicht anwesend sein könne, und auch viele Hörer deshalb nicht würden kommen können. 'Dann entfällt natürlich die Vorlesung', war die erleichtert gegebene Antwort. Auch mit der Vorbereitung zur Vorlesung happerte es zuweilen, dann pflegte er 'zu schwärmen', machte das aber jederzeit in sehr geistvoller Weise, freilich nicht imstande immer zu verhindern, daß man es merkte. Ich erinnere mich auch daran, daß er ganz unvorbereitet kam und naiv und nett erzählte, seine Tochter sei einige Zeit vor der Vorlesung, gerade als er sich vorbereiten wollte, zu ihm gekommen mit Schulaufgaben, die sie nicht zustandebrachte und da ging natürlich diese Hilfeleistung allem anderen vor.*

*Welche Aufregungen es gab, als seine älteste Tochter am Tage, an dem sie zur Matura gehen sollte, nicht zu finden war und wie wir alle suchten, bis sie endlich, als es zu spät für die Prüfung war, in einem Bodenkammerl entdeckt wurde, kann ich nicht schildern. Sie hat übrigens später die Prüfung sehr gut bestanden.*

*Originell war auch die Art der Aufnahme des neuen Mechanikers Karl Kornher, nachdem Sedlaczek, über 80 Jahre alt, endlich pensioniert worden war. Als ich Boltzmann den Kandidaten vorführte, entwickelte sich folgendes Gespräch: B: 'Nun, sind Sie verheiratet?' K: 'Nein'. B: 'Nun, es wäre mir aber lieb, wenn Sie verheiratet wären!' K: 'Ja, wenn der Herr Hofrat meinen, – ein Verhältnis hab ich ja und ein Kind erwarten wir auch, also wenn der Herr Hofrat meinen ...' B: 'Nun, es wäre mir lieb, wenn Sie heiraten!' Und so heiratete Kornher, bekam 4 Töchter und war später Mechaniker am Radiuminstitut, bis er 1938 in Pension ging.*

*Eine seiner ersten Anschaffungen im Physikalischen Institut war ein großer, sehr leistungsfähiger Elektromagnet, der war so schwer, daß er nicht über die Stiegen des altmodischen Zinshauses, das das Institut beherbergte, gebracht werden konnte, sondern vom Hof aus aufgeseilt und durch das Fenster eingebracht werden mußte. Bei welcher Gelegenheit dann Boltzmann die immer wieder zitierten Worte sprach: 'I hope that magnet will not be contracted', weiß ich nicht mehr, vielleicht*

---

*erinnerst Du Dich daran und an ihre speziellere Bedeutung. Die Pole des Magneten waren durch einen unterhalb angebrachten Bronzeclotz starr verbunden, und ich habe bei meinen zahlreichen Arbeiten mit diesem Magneten feststellen können, daß er tatsächlich nicht 'contracted' wurde, wenn man ihn einschaltete.*

*Nun taucht wieder ein Bild vor mir auf. Ich hatte eine Neuordnung der Bibliothek vorgenommen. Die periodischen Zeitschriften wurden herausgelöst und zusammen aufgestellt und dabei verfolgte ich das Prinzip, daß die seltener gelesenen Jahrgänge und die seltener gebrauchten Zeitschriften in die oberen Fächer der Regale kamen, zu deren Erreichung man eine Leiter brauchte. Hasenöhl war es, der immer wieder eine Szene schilderte, wie ich oben auf der Leiter stehend Dinglers Journal einräumte, während Boltzmann ins Zimmer kam. Ich kann das nicht so schön schildern und vor allem geht auch der Tonfall verloren. B: 'Nun, was machen Sie da?' St.M.: 'Ich ordne die Bücher neu und bringe die seltener gelesenen Werke in die oberen Fächer.' B: 'Was haben Sie gerade in der Hand?' St.M.: 'Dinglers Journal, das wird wohl nicht häufig gebraucht.' B: 'Nun, ja, Dinglers Journal wird wohl selten gebraucht.' St.M.: 'deshalb ist es wohl richtig, wenn ich zugunsten häufiger gelesener Zeitschriften Dinglers Journal in das oberste Fach stelle.' B.: 'Nun, Dinglers Journal wird wirklich selten gebraucht'... Hasenöhl hat behauptet, er habe eine halbe Stunde zugehört, wie wir uns über die seltene Benützung von Dinglers Journal unterhielten, und hat das mit entsprechenden Gebärden sehr schön dargestellt. Das sind aber Erlebnisse und Erinnerungen, die außer uns, die wir die Persönlichkeit Boltzmanns dabei vor Augen haben, niemanden interessieren werden.*

*Einmal hatten wir Boltzmann gefragt, wie er sich zu den Arbeiten von G. Jaumann stelle, der bekanntlich eine ganz eigenartige Form der Darstellung und auch der mathematischen Sprache gebrauchte. 'Nun', antwortete Boltzmann, 'wozu soll ich denn Chinesisch lernen, um auf chinesisches zu erfahren, was ich auf deutsch schon weiß!'"*

Trotz aller Ehrungen und Auszeichnungen, die Boltzmann zuteil wurden, war er in Wien schon zu Jahresbeginn 1895, also nur wenige Monate nach seiner Ankunft, nicht mehr zufrieden; er war unzufrieden und melancholisch und betrachtete die Professur in Wien als Rückschritt. Die apparative Ausstattung war ihm wie schon in München ungenügend und in zunehmendem Maße fühlte er sich durch seine Schwachsichtigkeit beim Experimentieren behindert und von Helfern abhängig. So war er vom Winter 1895/96 an bereits wieder konkret auf Veränderung aus. 1896 kam es zu Versuchen, nach Berlin oder zurück nach München zu gehen, die aber scheiterten.

Unter dem 28. Jänner 1896 schrieb Boltzmanns Frau Henriette an Ministerialdirektor Friedrich Althoff in Berlin:

*"Hochgeehrter Herr!*

*Sie haben sich vor 6 Jahren so warm um die Berufung meines Mannes nach Berlin angenommen. Leider wurde damals nichts daraus, was mein Mann noch stets bedauert. Schuld daran war eine ganz verfehlte ärztliche Behandlung seiner durch verschiedene Umstände herbeigeführten Nervenüberreizung. Ein Jahr darauf ging*

---



*er nach München, wo er sehr zufrieden und anerkannt war. Als der Ruf nach Wien kam, wollte er nicht fort, gab aber leichtsinniger Weise meinem Zureden nach und nahm an. Freilich hat er sich nicht vorgestellt, daß der Rückschritt ein so bedeutender sei. Er hat hier keine Anregung und kann keine geben; mit dem besten Willen kann er nicht fruchtbringend wirken, da einfach nichts zusammengeht. Er ist höchst unzufrieden und tief unglücklich, denn er nimmt seinen Beruf so furchtbar ernst. Fort will er, hier bleiben hieße sein Leben wegwerfen.*

*Da ich dies so schwer empfinde, entschloß ich mich Ihnen, hochgeehrter Herr, diese Verhältnisse vertrauensvoll mitzuteilen, da es doch möglich wäre, daß man bei der bevorstehenden Besetzung in Berlin, die vielleicht schon entschieden ist, auf meinen Mann denkt.*

*Sollten Sie mich mit ein paar Zeilen beehren, was ich nicht beanspruchen kann, aber ungeheuer wünsche, so bitte nur poste restante Wien IX, da mein Mann von meinem Brief nichts wissen darf. Mit der Bitte, denselben gütigst zu entschuldigen, bin ich hochachtungsvollst Ihre ergebene*

*Henriette Boltzmann"*

Neuerlich baute sich aus der Kumulierung verschiedenster Faktoren wie der Belastungen aus den Kontroversen um die Gasttheorie, um den Wiederkehrinwand, um das H-Theorem, um die Atomistik, um die Phänomenologie und damit in summa geradezu um sein Lebenswerk ein aus stetem Erwägen und Zweifeln resultierendes Potential an Unzufriedenheit auf, das in den unsicheren Wunsch nach Veränderung, nach einem Neubeginn mündete und unter der Begleiterscheinung neuerlicher häufiger "neurasthenischer Anfälle" bald eine nicht mehr kontrollierbare Eigendynamik entfaltete und schließlich einen Prozess auslöste, der in seiner Dramatik den Übergang von München nach Wien und auch die Ereignisse des Jahres 1888 weit übertreffen sollte, nämlich zu Boltzmanns Abgang nach Leipzig, dessen Vorbereitung 1899 in ein konkretes Stadium eintrat, für Wien aber doch überraschend kam: Boltzmann verließ Wien im Sommer 1900 in völliger Verwirrung, ohne sich von jemandem zu verabschieden und auch ohne das Institut zu übergeben. Es bedeutete dies das de-facto-Ende des von Doppler eingerichteten und von Stefan so lange geleiteten, aber kaum wahrgenommenen Physikalischen Instituts.

Ludwig Boltzmann hat eine Fülle von Papieren hinterlassen. Es handelt sich um zahlreiche relativ kleinformatige Notizbücher und Schreibkalender, in die er fortlaufende Texte, aber auch – so wie auch auf vielen losen Blättern – Notizen anbrachte. Boltzmann nützte den Raum auf dem Papier bis aufs letzte aus, schrieb auch mitunter in verschiedene Richtungen und auf unregelmäßigen Papierstücken. In der Regel bediente er sich seiner Stenographie, nur Eigennamen und allenfalls besonders ausgefallene Begriffe schrieb er in Langschrift.

86 Beispiele Boltzmann'scher Notizen aus den späteren Jahren.

87 Boltzmann 1899 in Krieglach.

---

## 1.7 DIE PROFESSUR IN LEIPZIG 1900–1902 (VITRINE 7)

1898 sah Ostwald in Leipzig im Zusammenhang mit der Emeritierung Gustav Wiedemanns und der zu erwartenden Berufung Paul Drudes an eine andere Universität die Chance, eine neue Professur für Theoretische Physik einzurichten und diese mit Boltzmann zu besetzen. Auf eine entsprechende Anfrage im Dezember 1898 antwortet Boltzmann nahezu augenblicklich positiv. Als sich im Frühjahr 1899 nichts tat, stieß seine Frau Henriette in einem Schreiben an Ostwald drängend nach:

*“Hochgeehrter Herr!*

*Ihre mir bekannte freundschaftliche und liebenswürdige Gesinnung gibt mir den Mut, Ihnen zu sagen, daß ich so glücklich wäre, wenn die Berufung meines Mannes nach Leipzig zustande käme. Mein Mann bereut es stets tief von Deutschland fortgegangen zu sein und möchte so gerne wieder zurück. In München war er sehr zufrieden und hier fühlt er sich so maßlos unglücklich. Er hat hier auch keinen wissenschaftlichen Verkehr, keine Anregung und die hiesige schulmeisterhafte pro forma Tätigkeit ist ihm zuwider. Diese gedrückte Stimmung aber hat die nachteiligste Wirkung auf ihn und auch meine heranwachsenden Mädchen leiden darunter. Da es aber mein Einfluß war, der meinen Mann dazu brachte, der wiederholten Berufung nach Wien zu folgen, so liegt dieser Vorwurf schwer auf mir und Sie werden begreifen wie sehnlichst ich der Verwirklichung der von Ihnen meinem Manne eröffneten Aussicht nach Leipzig zu kommen entgegensehe.*

*Antwort erwarte ich natürlich keine, ich schreibe auch ganz im Geheimen, hoffe aber auf milde Beurteilung dieser Zeilen.*

*Hochachtungsvollst Ihre Ihnen vertrauende*

*Henriette Boltzmann”*

Erst im Frühjahr erzielte Ostwald Fortschritte, und Boltzmann setzte alle Hoffnung in diese Berufung auf Betreiben seines wissenschaftlichen Gegners, die *“ein eclatantes Beispiel der Vereinbarkeit wissenschaftlicher Meinungsdivergenzen mit der besten persönlichen Freundschaft wäre. Übrigens wären auch die Meinungsdivergenzen vielleicht in mancher Hinsicht zu überbrücken”*.

Im März 1900 schlug die Fakultät Boltzmann *primo et unico loco* für die Besetzung vor, *“weil dieser nicht nur die erste Kraft ist, die überhaupt gewonnen werden kann und den daneben in Frage kommenden Gelehrten an Bedeutung weit überlegen, sondern überhaupt der bedeutendste theoretische Physiker, und somit zudem die wohl begründete Hoffnung besteht, er werde für die hiesige Universität Leipzig zu gewinnen sein.*

*Professor Boltzmann hat seit 1865 die Entwicklung der theoretischen Physik als mitschaffender Forscher gefördert und schließt sich würdig an unsere großen theoretischen Physiker wie Helmholtz, Kirchhoff, Clausius an, aus deren für die Physik epochemachender Zeit er als einer von wenigen gleichbedeutenden Physikern auch in unsere Tage hereinragt, ohne daß er jedoch zu alt wäre, um nicht noch eine große Reihe von Jahren segensreicher Wirkung vor sich zu haben – er ist kürzlich 56 Jah-*

---

*re alt geworden. [...] Boltzmanns Berufung würde auf die Leipziger Universität einen neuen Glanz werfen und für sie ein neuer Anziehungspunkt sein*".

Ostwald warf seine ganze Reputation und all seinen großen Einfluss in die Waagschale – innerhalb von nur einer Woche nach Eröffnung der Möglichkeit durch den Abgang Drudes wurden die Berufungsverhandlungen mit Boltzmann eingeleitet! Nach der diesbezüglichen Mitteilung verfiel Boltzmann in "*deprimierte Stimmung*", überreichte aber am 11. April 1900 in Wien sein Entlassungsgesuch und reiste dann erst (!) nach Dresden, um zu verhandeln; dort schloss er praktisch sofort ab, ohne seine künftige Stellung näher zu diskutieren.

88 Boltzmanns Gesuch um Entlassung aus seiner Wiener Professur vom 10. April 1900.

Gleichzeitig war innerhalb kürzester Zeit in Wien der Kampf um Boltzmann entbrannt, und die Presse informierte über die energischen Anstrengungen der österreichischen Regierung, Boltzmann zu halten.

Im Verlaufe des April noch nahm Boltzmann nach und nach wahr, dass er im Begriffe war, sich faktisch in die gleiche Situation zu begeben, in der sich Heinrich Streintz seinerzeit in Graz befunden hatte, nämlich in einer letztlich vagen und abhängigen Situation zu arbeiten, über keine eigene Dotation und nur eine halbtägige Assistentenstelle zu verfügen und in allem vom Wohlwollen des Direktors des Physikalischen Instituts – Otto Wiener – abhängig zu sein; da wurde ihm klar, dass er "*vielleicht [...] hiedurch [...] einen Fehler begangen*" habe, und seine psychische wie physische Lage verschlechterte sich rapide, und er musste im Mai erstmals "*auf Anraten des Arztes*" einige Tage "*verreisen*".

89 Boltzmanns Brief an Otto Wiener in Leipzig vom 30. April 1900 Wien mit der Vermutung "*einen Fehler begangen*" zu haben.

Das Dresdener Ministerium hat Boltzmanns Ernennung am 17. August 1900 herbeigeführt und ihn der Universität Leipzig zugewiesen.

90 Bestellung Boltzmanns zum Ordinarius der Theoretischen Physik in Leipzig.

Mittlerweile hatte sich Boltzmanns Lage in einem Ausmaß dramatisch zugespitzt wie noch nie zuvor. Minister Hartel, einst Fakultätskollege und nun ein wahrer Schutzherr und Kenner Boltzmanns in Wien, hat dem Kaiser Boltzmanns Entlassungsgesuch vom 10. April erst unter dem 4. Juli 1900 vorgelegt, nachdem seine Versuche, dem Schwankenden eine Entscheidung zugunsten des Verbleibens in Wien abzurufen, vergeblich gewesen waren. Die Entlassung aus der Wiener Stellung erfolgte mit dem 14. Juli 1900 mit Wirksamkeit vom 30. September 1900. Wenig später, noch im Juli 1900, trat Boltzmann seinerseits mit Hartel in Verhandlungen bezüglich seines Verbleibens in Wien. Boltzmann befand sich damals, von Selbstmordabsichten gequält, in einem Sanatorium in Seeboden am Millstättersee in Behandlung. Als Mittelsmann diente ihm der angesehene Ophthalmologe Ernst

---

Fuchs, der sich für den *“tief bedauernswerten Boltzmann”* an den Minister wandte mit der Nachricht, dass Boltzmann entschlossen sei, sich mit der Bitte um Wiederanstellung an Hartel zu wenden, wobei er den Mangel eines Laboratoriums in Leipzig als Grund anzugeben dachte.

- 91 Brief des Ophthalmologen Ernst Fuchs an Minister Hartel vom 10. August 1900 Seeboden.
- 92 Brief des Ophthalmologen Ernst Fuchs an Minister Hartel vom 12. August 1900 Seeboden.

Am Folgetag verließ Boltzmann überraschend das Sanatorium, und einige Tage später erhielt der Minister einen Brief Boltzmanns, in dem dieser ihm mitteilte, dass er Hartels *“Anforderung nicht zu entsprechen [vermöge, für] die Änderung meines Entschlusses eine andere Ursache als meine quälende Krankheit”* anzugeben, *“da eine andere nicht der Wahrheit entsprechen würde”*; auch habe er eben das Anstellungsdekret für Leipzig erhalten und sei deshalb definitiv gebunden.

- 93 Brief Boltzmanns an Minister Hartel (undatiert und ohne Ortsangabe, Ende August oder Anfang September 1900) mit der definitiven Absage (s.o.).

Boltzmann befand sich in der bis dahin schwersten Krise, über die ein erschütternder Brief an seine zweifellos ebenfalls tief in Mitleidenschaft gezogene Frau Auskunft gibt.

Boltzmann hat Wien verlassen, ohne sich von seinen Kollegen zu verabschieden und ohne sich um sein Institut zu kümmern, dessen Leitung Exner übernahm. Erst zu Jahresende 1900 war er soweit, wenigstens auf ihm aus Wien zugehende Post zu antworten. Die Schwierigkeiten, in denen er sich befand, waren damals bereits weit über Wien hinaus bekannt. Inwieweit die massiven Ausfälle Lord Kelvins gegen Maxwell und ihn im Frühjahr 1900 zur Schwächung von Boltzmanns Psyche beigetragen haben, lässt sich nicht feststellen.

In Leipzig, wo Boltzmann im Herbst 1900 seine Vorlesungstätigkeit aufnahm und mit seiner Antrittsvorlesung – wie immer über die Prinzipie der Mechanik – eröffnete, war man bemüht, es ihm so angenehm wie möglich zu machen. Am 15. Dezember 1900 wurde Boltzmann Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften und war damit gleichsam auf allen Ebenen des Wissenschaftsbetriebes in Sachsen installiert.

Trotz des sicherlich förderlichen Ambientes war Boltzmanns Situation in Leipzig weiterhin sehr schwierig; es scheint nach der Krise des Sommers 1900 keine ernsthafte Beruhigung eingetreten zu sein. Wie kritisch die Leipziger Zeit für Boltzmann war, geht am besten wohl aus dem Umstand hervor, dass er nach seiner Rückkehr nach Wien und auch sonst über diese Periode seines Lebens nicht gesprochen hat – Stefan Meyer hat das ganz besonders hervorgehoben: *“Seine zweijährige Leipziger Episode, über die er niemals sprach, war ein offener Mißerfolg und er war froh, nach Wien zurückzukehren zu können [...]”* Boltzmanns Enkel Dieter Flamm vermerkt für die Leipziger Periode *“mehrere Selbstmordversuche”*; zumindest ein

---

solcher war auch dem damaligen Ostwald-Doktoranden George Cecil Jaffé (wenigstens im Jahre 1952) bekannt.

Ostwalds Tochter Grete schildert die Abende, die Boltzmann im Kreise ihrer Familie musizierend verbrachte. Man spielte Hayden, Mozart, Schubert und Beethoven und versuchte so, Boltzmanns depressiver Verfassung entgegenzuwirken. Zum Notenlesen benützte Boltzmann mehrere Brillen "übereinander". Zu einem uns nicht näher bekannten Zeitpunkt hat Boltzmann diese Tradition aus gesundheitlichen Gründen unterbrochen, wenn nicht abgebrochen. Der Umstand, dass Ostwald in Boltzmanns Leipziger Zeit seine Vorlesungen über Naturphilosophie aufnahm, diese auch gleich in Druck brachte und im Oktober 1901 obendrein mit den "Annalen der Naturphilosophie" eine eigene Zeitschrift für diesen Bereich ins Werk setzte, wird zur Erheiterung und Motivierung Boltzmanns ebenso wenig beigetragen haben wie der "Leipziger Klatsch von Anstaltsaufenthalt, Selbstmordversuch oder dergleichen".

George Cecil Jaffé schreibt in seinen Erinnerungen bezüglich des Verhältnisses zwischen Ostwald und Boltzmann in Leipzig: *"Obwohl Ostwald und Boltzmann ziemlich heftige wissenschaftliche Opponenten waren, bewahrten sie sich doch größte Hochachtung voreinander und waren im Persönlichen gute Freunde. Als ein Lehrstuhl für theoretische Physik an der Leipziger Universität gegründet werden sollte, war Ostwald tolerant genug, darauf zu bestehen, daß der beste Mann, der überhaupt verfügbar war, berufen werden sollte, und das war Boltzmann. So kam es, daß zu jener Zeit die Studenten die zwei Oberhäupter von entgegengesetzten Schulen freundschaftlich Seite an Seite lehren sehen konnten und ihre divergierenden Ideen an derselben Universität, in demselben Seminar diskutierten. Natürlich hielten die Studenten zu ihrem jeweiligen Mentor, und so geschah es wie früher in Troja: während die Götter gegeneinander in den Wolken kämpften, fochten die einfachen Leute auf der Erde, zwar mit schlechteren Argumenten, aber umso größerer Gewalttätigkeit. Wenn ich Ostwald richtig beurteile, so muß er vorgehabt haben, den Kampf auf die eine oder die andere Art bis zum Ende auszutragen, ja sogar Boltzmann von der Korrektheit seiner [Ostwalds] Ideen zu überzeugen."*

#### 94 Überblick über Boltzmanns Lehrtätigkeit in Leipzig.

Boltzmann hatte – so gab er selbst es im Rückblick an – in Leipzig "nicht sehr viele, aber doch einige recht tüchtige Studenten" und keine Dissertanten. Das Physikalische Kollegium hielt er gemeinsam mit Wiener entweder in dessen Wohnung im Institut in der Thalstraße oder in der eigenen Wohnung in der Leplaystraße 9 ab. Seine Vorlesungen über Wärmetheorie, über Elastizität und Hydromechanik und die Physikalischen Übungen fanden an der Universität statt.

In Leipzig erreichte Boltzmann die Einladung zur 200-Jahr-Feier der Yale University, die zu diesem Anlass die Verleihung einer stattlichen Anzahl von Ehrendoktoraten plante, für die man eine Liste erstellte, die eine erlesene Auswahl bedeutender Namen europäischer Gelehrter enthielt. Für die Physiker war Josiah Willard Gibbs zuständig, und er sah vier Ehrendoktoren vor: Lord Rayleigh in Cambridge, Poinca-

---

ré in Paris, Boltzmann in “Gratz” und Lord Kelvin in Edinburgh – es signalisiert diese Auswahl die praktisch nicht mehr steigerbare Wertschätzung, die Boltzmann in dieser Zeit als Physiker erfuhr. Boltzmann aber fühlte sich nicht in der Lage, die Reise nach Amerika anzutreten; in einem in auffallend schlechter Handschrift und sehr knapp abgefassten undatierten Schreiben aus Leipzig hat Boltzmann das Yale Bicentennial Committee – via Gibbs – darüber informiert und sich für die “*erwiesene Auszeichnung*” bedankt.

95 Undatierter Brief Boltzmanns aus 1901 an Josiah Willard Gibbs mit Dank und Absage hinsichtlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde in Yale.

Von Leipzig aus unternahm Boltzmann in Begleitung seines Sohnes Arthur Ludwig von Ende Juli bis Anfang Oktober 1901 eine Mittelmeerreise, die von Hamburg in das Schwarze Meer führte und “*seinen damals schon sehr angegriffenen seelischen Zustand verbessern*” sollte; der bereits recht korpulente Boltzmann litt allerdings stark unter der Hitze.

Wissenschaftlich hat Boltzmann in Leipzig begreiflicher Weise so gut wie nichts leisten können. Ob und wie intensiv Boltzmann in Leipzig an dem freilich erst im Juni 1904 fertig gestellten zweiten Band seiner Vorlesungen über die Prinzipien der Mechanik gearbeitet hat, muss dahingestellt bleiben.

Erstaunlicherweise hat Boltzmann nach den Ereignissen des Sommers 1900 im September 1900 an der Naturforscherversammlung zu Aachen teilgenommen, die erste Sitzung der Abteilung Physik geleitet und auch diskutiert. Für die folgenden Ereignisse der Tagung ist er allerdings nicht mehr nachweisbar. An den Naturforscherversammlungen in Hamburg 1901 und Karlsbad 1902 hat Boltzmann nicht teilgenommen.

In Leipzig muss ein Brief Einsteins Boltzmann erreicht haben, auf den eine Antwort Boltzmanns nicht bekannt ist. Wohl aber hat er – vermutlich aber nur kurz – Max Planck für die Zusendung von dessen epochalem Aufsatz über “Das Gesetz der Energieverteilung im Normalspektrum” gedankt und “*sein Interesse und sein grundsätzliches Einverständnis mit dem von [Planck] eingeschlagenen Gedankengang zu erkennen*” bekundet.

Die meiste Zeit dürfte Boltzmann in Leipzig mit den Bemühungen um seine Rückkehr nach Wien verbracht haben. Als er aber wieder in Wien und dort noch zufrieden war – im Jänner 1903 – vermeinte er nicht zu wissen, warum es ihm in Leipzig nicht gefallen habe, “*wo ich*”, so schreibt er, “*so ungemein freundlich behandelt wurde und zwar nicht sehr viele, aber doch einige recht tüchtige Studenten hatte [...]. Ob etwa das sumpfige Klima, das im hügeligen Wien allerdings anders ist, oder die doch mir etwas fremdartige norddeutschprotestantische Lebensführung oder noch anderes schuld ist, ich weiß es selbst nicht*”.

Vielleicht mag Boltzmanns Poem hier angebracht sein.

---

96 Boltzmanns "Beethoven im Himmel. Ein Scherzgedicht".

1  
"Nach Kämpfen, die ich lieber nicht erzählte,  
Rang sich von meinem Körper los die Seele.  
Das war nun durch den Raum ein glücklich Schweben,  
Für den, der Not und Angst gelitten eben!  
Kaum achtet ich der Welten bunt' Gewimmel,  
Mir winkte ja ein höh'res Ziel, der Himmel.

2  
Nach langen, langen pfeilgeschwinden Reisen  
Hör' ich von ferne wundersame Weisen.  
Das sind der Engel Chöre schon, die süßen,  
Die nun die Aufwärtseilenden begrüßen.  
Bald bin ich dort; o reine weiche Klänge!  
Doch scheinen einförmig mir die Gesänge,  
Was ich den Engeln auch nicht verhehle.  
Die lachen: 'Das ist eines Deutschen Seele,  
Ja eure Tonkunst weckt im Himmel Neid!  
Stimmt an das Lied: 'Gott preist die Ewigkeit',  
Damit er sieht, daß man's hier auch versteht!  
– doch passet auf, daß es zusammengeht!' –

3  
Nun singt man einen mächtigen Choral,  
Beethovens Tonsatz merk' ich überall;  
Das Stück jedoch ist mir vollkommen neu.  
Auf mein Befragen, was für Stück das sei,  
Erklärt man mir, daß auf des Herrn Befehl  
Beethovens Geist geschrieben es zur Stell',  
Das sängen sie nun jetzt bei jedem Feste,  
Denn unter ihren Liedern wärs das Beste.  
'Ich glaub's. O weist mich zu Beethovens Geist,  
Dann bin ich nicht umsonst gereist!'

4  
Man führet mich sofort durch blum'ge Auen  
Und läßt gar bald den Himmlischen mich schauen;  
Er wandelt einsam unter schatt'gen Palmen.  
'Zu Ihm, zu ihm! und müßt' es mich zermalmen,  
Ihn, den ich ehrte als den höchsten Meister,  
Nun selbst zu schauen in dem Reich der Geister!'

5  
Schon sieht er mich, reicht freundlich mir die Hand,  
'Willkommen Fremdling aus der Menschen Land!  
Man beugt sich also noch der Macht der Töne  
Und ehrt wie sonst das Große und das Schöne!  
Den Engelchor, den ich im Himmel schrieb,  
Trug man Dir vor schon; nun es ist mir lieb,  
daß deinetwegen sie die Müh' nicht sparten,  
Man scheut ihn ob der übermäß'gen Quarten.  
Doch wie gefällt er Dir?' Ich schwieg verwirrt.

Doch er fuhr fort, voll Güte unbeirrt.  
'Du scheinst mir wahrhaft, Dein Geist ist ehrlich,  
Du schmeichelest schon dort auf Erden schwerlich,  
um wieviel wen'ger hier!' Da werd' ich dreister.  
'O Du mein Heros,' sprach ich, 'und mein Meister!  
Ich lauschte mit Entzücken dem Gesang!  
Doch ich erwartete noch schöneren Klang,  
Wenn Du im Himmel schriebst für Engelchöre!'

6  
Da sprach er heiter mir entgegen: 'Höre!  
Dein Urteil stimmt mit meinem! Du hast recht!  
Im Himmel hier gelingt mir alles schlecht.  
Ich schreib' auch nichts mehr! Nur zum Weltgericht  
Den Satz für die Posaunen weigr' ich nicht.  
Sonst brächt' ich in Verlegenheit den Herrn.  
Da muß ich wohl, tu' ich es gleich nicht gern.

7  
Und weißt Du, was mir raubt des Schaffens Feuer?  
Der Töne mächtigster fehlt hier der Leier  
Und dieser mächt'ge Ton – es ist der Schmerz!  
Der so gewaltig klingt, der hallt wie Erz.  
Und packt er dich, daß jede Faser bebt,  
Er ist Dein Freund, der Dich vom Staub erhebt.  
Nur der wird mit der Menschheit Preis gekrönt,  
Den er gefoltert, daß er ächzt und stöhnt.

8  
Was zwingt zur Mutter so das Herz des Kind's?  
Allein die namenlosen Qualen sind's  
Die sie gelitten hat so manche Nacht,  
Wenn bei dem Kind nur sie und Gott gewacht.  
Hast Du mit Deinem Weibe nie geweint?  
Dann kennt Ihr nicht den Kitt, der ewig eint.  
Der Schmerz ist's, den Ihr beide redlich teilt,  
des Andenken als Engel bei Euch weilt.

9  
Der Heil'ge duldet heiter Schmerz und Qual,  
Ihm leuchtet ja schon der Vollendung Strahl.  
Auch hat noch keiner Heldenruhm errungen,  
Der sich mit starker Hand nicht selbst bezwungen;  
Und wenn dabei in Qual sein Herz gebebt,  
Dann seine Tat im Lied unsterblich lebt!

10  
Gott selbst, als er einst ward zu unsersgleichen,  
Ward er ein König, einer von den Reichen?  
Er ward ein schmerzbeladner Menschensohn!  
Darum ist der Schmerz des Lebens wärmster Ton!  
Er führt die Seele ein in diese Erde  
Und löset sie, daß sie zum Engel werde!

11

*Des Helfens Wollust lernst du, das Erbarmen,  
Des Mitleids heil'gen Trieb in seinen Armen.  
So fand, wo Großes ist, den Schmerz ich wieder;  
Er war auch stets der Grundton meiner Lieder  
Und hier in sel'ger Geister schönem Land  
entsank gar bald die Leier meiner Hand'.*

12

*Da sah ich fast erschrocken zu ihm auf.  
'O wunderbar ist doch der Welten Lauf!  
Vor wenig Stunden bat ich noch den Tod  
Verschon' mein Herz mit Qual und bitterer Not!  
Und hier im Himmel sehnt man sich nach Schmerz!  
Wie bist Du unergründlich, Menschenherz!'"*

---



## 1.8 DIE DRITTE WIENER PROFESSUR – AUSKLANG (VITRINE 7 UND 8)

Die Rückkehr Boltzmanns nach Wien im Jahre 1902, die zu bewerkstelligen für Minister Hartel nach den Vorgängen im Jahre 1900 und den über Boltzmann in Umlauf befindlichen und auch dem Kaiser bekannten Gerüchten alles eher denn einfach war, ist im Kontext der allgemeinen Situation der österreichischen Universitäten, insbesondere der Universität Wien und auch des unter scharfer öffentlicher Kritik stehenden Ministeriums wie des Ministers für Kultus und Unterricht zu sehen: Es hatte im Ausgang des 19. Jahrhunderts die Nationalisierung des Hochschulwesens in Österreich enorme Aufwendungen erfordert und mehr noch der Ausbau des mittleren Schulwesens. Eine innere Erschlaffung der Professorenschaft bei gleichzeitigem Erstarken katholisch-konservativer und der liberalen Ausweitung des Wissenschaftsbetriebes entgegenwirkender Kräfte in den 1890er Jahren stand einer ganz anderen Entwicklung in den Ländern des Deutschen Reiches, insbesondere in Preußen gegenüber, dessen Universitäten im Zuge der bewussten Wissenschaftspolitik Friedrich Althoffs die Zelebritäten des deutschen Sprachraumes, unter ihnen nicht eben wenige aus Österreich, anzogen und kaum einen bedeutenden Gelehrten aus ihrem Bannkreis entließen. All das erregte in Österreich mehr und mehr den Unmut nicht nur an den Universitäten, sondern langsam auch in einer breiteren Öffentlichkeit. Minister Hartel bedurfte in dieser Lage einiger herzeigbarer Erfolge – ein Scheitern gerade der Rückberufung Boltzmanns wäre politisch fatal gewesen. So hat denn auch Hartel alles unternommen, um die Rückberufung zu bewerkstelligen. Es ging dabei nicht mehr so sehr um den Gewinn eines besonders bedeutenden akademischen Lehrers oder Gelehrten für eine bestimmte Universität, sondern um ein prinzipielles Signal von politischer Qualität.

Zu Ende des Jahres 1900, etwa um die Zeit, da Planck seinen berühmten Vortrag hielt, der die Entwicklung der Quantentheorie einleitete, unterbreitete Boltzmann Minister Hartel neuerlich den Wunsch, wieder nach Wien zurückzukehren. An der Universität Wien hat die mit Erstellung eines Berufungsvorschlages beauftragte Kommission in ihrer ersten Sitzung am 5. Juni 1901 einstimmig beschlossen, dass für die *“Vorlesungen über theoretische Physik nach dem neuesten Stande zu sorgen und hiefür die Wiederberufung des Hofrates Boltzmann dem hohen Ministerium vorzuschlagen”* sei, *“hiedurch würde eine eminente Kraft I. Ranges gewonnen und für die Vorlesungen über theoretische Physik in glänzendster und modernster Weise vorgesorgt”*.

Allerdings hatten die Physiker – ähnlich wie schon 1894 – sehr konkrete Vorstellungen, um die mittlerweile evident gewordene Misere des Faches Physik an der Universität Wien zu beheben. Vor allem Victor von Lang rechnete schonungslos mit dem Erbe Stefans und Loschmidts ab, als er feststellte, dass man *“ein physikalisches Institut für praktische Übungen [...], habe], wo keine gehalten werden, und ein chemisch-physikalisch Laboratorium, wo keine physikalische Chemie getrieben*

---

wird". Es sollte die Direktorialverfassung am alten Physikalischen Institut Stefans aufgehoben und eine Neugliederung in ("praktische") Physik (Exner), Theoretische Physik (Boltzmann) und Physikalische Chemie (Wegscheider) vorgenommen werden. Boltzmann hat diese Vorstellungen von Leipzig aus gutgeheißen und sein Einverständnis erklärt. Von Lang selbst – damals 63 Jahre alt – wollte sich mit seinem Physikalischen Kabinett gänzlich aus den Veränderungen heraushalten.

Die Neuerungen hatten jedoch zur Folge, dass die von Boltzmann gewünschte Naturalwohnung im Institut nicht mehr zur Verfügung stand und er eine entsprechende, nicht niedrig angesetzte Entschädigung verlangte, was für Hartel angesichts der infolge von mittlerweile verfolgten Plänen ohnedies schon bestehenden finanziellen Belastung eine enorme Erschwernis und zweimal einen Bittgang zum widerstrebenden Finanzminister bedeutete. Hartel wappnete sich mit ärztlichen Gutachten über Boltzmanns Gesundheitszustand und hinsichtlich der Sinnhaftigkeit seiner Rückberufung und mit der ehrenwörtlichen Erklärung Boltzmanns, die Universität Wien nicht mehr zu verlassen.

Dem Kaiser hat Hartel die Sache sehr offen und (was nicht die Norm war) auch mündlich dargelegt. Am 1. Juni 1902 wurde Boltzmann zum Ordinarius der Theoretischen Physik an der Universität Wien ernannt – es war dies die letzte von nicht weniger als sieben Ernennungen in eine derartige Position.

Die Leipziger Fakultät hatte ihrem Ministerium gegenüber Abwehrversuche als aussichtslos bezeichnet.

97 Ernennung Boltzmanns zum Ordinarius der Theoretischen Physik in Wien vom 1. Juni 1902.

98 Standesbogen Boltzmanns (Seiten 1 und 4) anlässlich seiner Ernennung 1902.

Boltzmann ist nicht mehr in seine frühere Position als Leiter des alten Physikalischen Institut Stefans zurückgekehrt – die er ja nach eigener Aussage niemals wirklich eingenommen hatte und "*für die er überhaupt weniger geeignet*" war. Denn dieses Institut existierte nicht mehr. Boltzmann erhielt sein eigenes Reich, frei von jeder Belastung durch routinemäßigen Lehrbetrieb, das unter der Bezeichnung "Institut für Theoretische Physik" über einen Assistentenposten (Stefan Meyer), einen Mechaniker und eine Jahresdotations verfügte. Es war, wie Stefan Meyer es formulierte, "*freilich keine Rückkehr in unveränderte Verhältnisse*", und Boltzmann habe seine Antrittsvorlesung im Oktober 1902 mit den Worten eingeleitet: "*Als ich fortzog, als ich fortzog, waren Kisten und Kasten schwer, als ich wiederkam, als ich wiederkam, war alles leer.*"

Die Funktion, die für Boltzmann in München Graetz, nämlich die eines assistierenden Extraordinarius, die nahm in der dritten Wiener Periode Boltzmanns Gustav Jäger wahr. 1904, als sich der Abgang Jägers nach Innsbruck abzeichnete, betrieb Boltzmann Jägers Ernennung zum Ordinarius für Theoretische Physik, also für sein eigenes Fachgebiet, womit er praktisch auf seine eigene Nachfolge bzw. den Ersatz seiner Person antrug.

---

Privat wohnte Boltzmann in Wien nun nicht mehr im Institut, sondern in jenem Haus in der Haizingergasse 26, das er Stefan Meyer zufolge in der ihm eigenen Weise erworben hat: *“Das Haus im Cottage hatte er nach seiner Rückkehr von Leipzig erworben. Man erzählt, wie er von dem Kauf berichtete. ‘Ich ging in den Laden und fragte: Haben Sie noch ein Häuschen. Die sagten: ja. Ich fragte, was kostet das Häuschen, die sagten den Preis, ich bezahlte und ging. Und nun habe ich ganz vergessen nach der Adresse von meinem Häuschen zu fragen’. Die Sache verlief tatsächlich fast wörtlich so, als er es mir erzählte. Er war ganz glücklich in dem Heim, Haizingergasse 26.”*

Das Wohnen außerhalb des Instituts wurde von Boltzmanns Frau sehr begrüßt, da es ihn zwang, viel öfter als zuvor das Haus zu verlassen, sodass er mehr Bewegung machen musste und wohl auch häufiger in irgendeiner Weise mit anderen Menschen konfrontiert wurde.

### **Der Lehrauftrag für Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften 1903–1906**

Nach der Rückkehr nach Wien und insbesondere in der Zeit nach der Antrittsvorlesung befand sich Boltzmann offenbar in bester psychischer Verfassung. Daran dürfte sich auch nicht viel geändert haben, als sich zu Jahresende 1902 Nieren- oder Blasenbeschwerden bemerkbar machten, die sich vermutlich ohne ärztliche Behandlung wieder besserten. Insgesamt muss sich Boltzmann in den Anfängen des Jahres 1903 recht wohl und unternehmend befunden haben, denn er setzte allem Anschein nach von sich aus einen Schritt, der nur aus einem Hoch heraus möglich, vielleicht aus dem nach der bedrückenden Leipziger Zeit besonders wirksamen Erfolgserlebnis erklärbar erscheint, der ihm aber eine ganz außerordentliche Mehrbelastung eintragen sollte und doch auch eine bedeutende Akzentverlagerung in seinen Interessen signalisiert: Boltzmann erklärte sich nämlich bereit, neben seiner Professur für Theoretische Physik auch die Nachfolge Machs im Bereich der Naturphilosophie zu übernehmen.

1895 war Ernst Mach zum *“ordentlichen Professor der Philosophie, insbesondere für Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften”* ernannt worden, 1898 hatte er einen Schlaganfall erlitten und mit Ende September 1901 hatte er sich pensionieren lassen müssen, und die Fakultät hatte eben noch bezüglich seiner Nachfolge zu beraten, als Boltzmann aus Leipzig zurückkehrte.

99 Ernst Mach an den Dekan der Philosophischen Fakultät der Universität Wien vom 30. April 1901 mit der Mitteilung, dass er um seine Pensionierung einkomme.

Mach selbst hatte noch an der ersten Sitzung der für die Regelung seiner Nachfolge eingesetzten Kommission teilgenommen und auf Alois Riehl, Alexius Meinong, Franz Hillebrand, Kurd Lasswitz, Edmund Husserl und vor allem auf den in Berlin führenden Positivisten Josef Petzoldt verwiesen.

---

100 Schlusspassage von Machs Vorschlägen hinsichtlich seiner Nachfolge vom 1. Juli 1901.

Als die Kommission in Schwierigkeiten geriet und sich die Sache hinzog, erklärte der mittlerweile beigezogene Boltzmann von sich aus, willens zu sein, Vorlesungen in der Nachfolge Machs zu halten. Es wird sich nie mehr feststellen lassen, inwieweit Boltzmann einer vielleicht dem Vorbild Ostwalds, der wie Poinaré und Duhem auch, derartige Vorlesungen hielt, nacheifernden augenblicklichen Intention folgte – eine Einschätzung, die man aus dem Protokoll gewinnt – oder aber eine diesen Eindruck erwecken sollende Äußerung machte auf Grundlage eingehender Vorbesprechungen. Da dies aber dem Philosophen Friedrich Jodl sehr gelegen kam, stieß diese Entwicklung auf keinen ernsten Widerstand, zumal Boltzmann auf Befragen erklärte, *“das Werk Machs genau zu kennen”*, und willens zu sein, *“die Vorlesungen in seinem Sinne zu halten, insbesondere über Erkenntnistheorie”*. So wurde Boltzmann am 5. Mai 1903 der Lehrauftrag für *“Philosophie, insbesondere für Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften”* neben seiner bezüglich der Physik bestehenden Lehrverpflichtung erteilt.

101 Protokoll der Kommissionssitzung am 16. Februar 1903, d.h. jener Sitzung, in der Boltzmann sich bereit erklärt hatte, die Nachfolge Machs zu übernehmen.

Boltzmann hat diese neue Aufgabe mit freudiger Erregung übernommen, und mit Spannung erwartete das Publikum, nicht nur die Studenten, sondern die weitere Öffentlichkeit, seine erste Vorlesung, in der er auch erklärte, sich *“in einer wahren Faust-Stimmung”* zu befinden und die fragliche Materie nun ernstlich erkunden und aufbereiten zu wollen. Boltzmann hatte sich wohl bereits im Zusammenhang mit der Besetzung der für Mach geschaffenen Lehrkanzel und auch im Zuge der tiefgehenden Auseinandersetzung mit der Energetik in der Mitte der 1890er Jahre eingehender mit Philosophie beschäftigt (und fühlte sich auch durch Mach in die Philosophie eingeführt) und hatte seinerseits eine Reihe von Arbeiten publiziert, die er selbst als die *“reinste Philosophie”* bezeichnete. Für Boltzmann scheint Philosophie in den späteren Jahren einen sehr hohen Stellenwert eingenommen zu haben, ja geradezu eine idealisierte Metawissenschaft gewesen zu sein, und er hat in diesem Bereich Mach zweifellos als Autorität akzeptiert. Mach hat, wenn er auch die Atomistik ablehnte, Boltzmann als Physiker sehr hoch eingeschätzt – als Philosophen hat er Boltzmann ohne Zweifel für einen Dilletanten gehalten und es dürfte ihn verbittert haben, dass ausgerechnet Boltzmann sein Nachfolger wurde.

Boltzmanns naturphilosophische Vorlesung *“Principien der Naturfilosofi”* sind unter enormem Arbeitsaufwand hinsichtlich der Entzifferung der Stenographie dankenswerterweise aus außerordentlich schwierigen, durchwegs stenographischen Manuskripten durch seine Enkelin, Frau Ilse M. Fasol-Boltzmann, veröffentlicht worden und stehen damit den berufenen Fachleuten zur Beurteilung zur Verfügung.

102 Stenogramm Boltzmanns aus dem Manuskript zur *“Naturfilosofi”* (Ilse M. Fasol-Boltzmann Ed., Ludwig Boltzmann. Principien der naturfilosofi. Lectures

---

on Natural Philosophy 1903–1906. With Two Essays by S.G. Brush and G. Fasol, Berlin-Heidelberg 1990).

Von den Zeitgenossen gibt es unterschiedliche Nachrichten. Stefan Meyer, der zweifellos einen guten Einblick in die eher äußeren Umstände hatte, erinnerte sich diesbezüglich 1944 Benndorf gegenüber: *“Nach seiner Rückkehr von Leipzig hatte er zu seiner sonstigen Tätigkeit auch noch in Nachfolge von Mach die Vorlesungen über Naturphilosophie übernommen. Nach einigen sehr geistvollen Anfangsvorlesungen geriet das aber sehr bald ins Stocken und freute ihn nicht mehr.”* In etwa mag das Urteil von Franz von Brentano mit dem Meyers übereinstimmen, wenn jener 1908 in Erinnerung an Boltzmann beklagte, diesen erst so spät persönlich kennengelernt zu haben, und darüber an Mach schrieb:

*“Auch in Betreff Boltzmanns hatte ich ein ähnliches Gefühl, als er sich plötzlich als mein Gast hier in Belloguardo [bei Florenz] einfand, um wochenlang zu verweilen, stets begierig aufnehmend, teils mir seine eigentümliche Arithmosophie (wie ich das Kind ihm taufte) entwickelnd. An wahren philosophischem Interesse und auch an lauterer Liebe zur Wahrheit fehlte es ja dem wissenschaftlich hochbegabten Manne nicht. Und doch, zu was für wunderlichen Spekulationen war er nicht gekommen? Sie selbst wissen ja gewiß gar manches davon, obwohl nicht so viel wie ich, wenn anders es richtig ist, was er mir dankbar bekannte, daß ich der erste Mensch gewesen bin, der ihn anzuhören die Geduld hatte.*

*Das war nun auch, offen gestanden, keine Kleinigkeit. Doch anderemale wurde das Gespräch wahrhaft interessant und fruchtbar, namentlich wenn das Gespräch sich den Prinzipien der Wahrscheinlichkeitslehre oder auch dem Problem zuwandte, ob und wie etwa mit Sicherheit eine wahre Kontinuität (und wäre es auch nur phänomenal) als Tatsache zu erweisen sei”.* Die Fach-Philosophen haben denn auch Boltzmanns philosophische Unternehmungen mit Sorge beobachtet. In der Öffentlichkeit und in der Presse hat die Eröffnung seiner philosophischen Vorlesungstätigkeit große Beachtung gefunden.

Boltzmann hat die naturphilosophische Vorlesung zwar regelmäßig angekündigt, tatsächlich aber nicht sehr oft gehalten. Vorlesungen zu halten fiel ihm allgemein bereits zu Jahresende 1903 aus gesundheitlichen Gründen schwer, und es dürfte wohl auch ihre Qualität darunter gelitten haben. Im Frühjahr 1904 verschlechterte sich sein Zustand derart, dass er unter dem 29. April 1904 die Vorlesung für das laufende Semester wegen *“einer starken nervösen Depression”* absagen resp. sich vom Ministerium gegen Verzicht auf die Remuneration dispensieren lassen musste.

103 Boltzmanns Gesuch um Enthebung von der Vorlesungsverpflichtung bezüglich der Naturphilosophie vom 29. April 1904 Wien.

Gleichwohl hat er sich im Jänner 1905 wieder als ein Hecht im Karpfenteich der Philosophie gefühlt, der vielleicht *“größeren Nutzen hat, als ein Karpfen mehr”*. Boltzmann persönlich hat die Auseinandersetzung mit der Philosophie als eine große Bereicherung empfunden und in ihr ein Feld neuerlicher Selbstbestätigung gesehen. Letztlich aber ist ihm die Philosophie – wie er dies in bewegender Weise Franz von

---

Brentano gegenüber geäußert hat – offenbar zur Last und ist ihm die Unsicherheit und Ungewissheit der durch sie vermittelten Erkenntnis mit der Relativierung immer weiterer Bereiche, bedrückend geworden.

Im Frühjahr 1905 hielt sich Boltzmann nahezu ein Monat lang bei Brentano in Belloguardo bei Florenz auf, um philosophische Fragen zu diskutieren. Er ist mit Brentano in der Folge bis zu seinem Ende in Kontakt geblieben.

- 104 Einer der letzten von Boltzmann erhaltenen Briefe: Brief an Franz von Brentano vom 16. Jänner 1906 Wien, in dem Boltzmann seine bedrückende Lage schildert: er sei um Weihnachten 1905 durch *“ein sehr lästiges und auch schmerzhaftes Unwohlsein”* 14 Tage bettlägerig gewesen, sei in *“eine große seelische Depression”* verfallen und sei *“momentan auf einem unglaublich niedrigen Niveau der geistigen Energie angelangt”*.
- 105 In seinem Schreiben an Brentano vom 26. Dezember 1904 Wien ganz ähnlichen Inhalts formulierte Boltzmann, dass an seiner Neurasthenie *“gerade vielfach die Philosophie Schuld war”*.

### **Die letzten Wiener Jahre**

Die Jahre der dritten Wiener Professur erscheinen zunehmend durch das Auf und Ab von Boltzmanns Gesundheitszustand bestimmt worden zu sein. Der Zustand seiner Augen verschlechterte sich – Handschriftliches aus dem Kollegenkreis wurde für ihn besonders groß und deutlich geschrieben, nötigenfalls wurden Abschriften hergestellt; es musste eine Vorleserin aufgenommen werden, und seine Frau schrieb die Vorlesungsmanuskripte – die asthmatischen Erscheinungen nahmen an Intensität zu, immer wieder traten Bronchialkatarrh mit starker Heiserkeit und andere *“Katarrhe”* auf, beides offenbar über das gesamte Jahr verstreut. Dazu traten zeitweise Nieren- oder Blasenprobleme, deren Behandlung Boltzmann aber verweigerte, und andere, kleinere Übel. Gravierend und von ärztlicher Seite als ein zentrales Übel angesprochen war Boltzmanns zunehmende Fettleibigkeit, der er zeitweise durch Turnen und längere Fußmärsche zu begegnen suchte, aber wohl nicht wirklich Herr wurde.

Neben diesen Krankheitserscheinungen stand der offenbar mehr und mehr sich intensivierende und zeitlich ausweitende Zustand einer inneren Anspannung und Nervosität, der *“Neurasthenie”*, unter welchem Begriff man in jener Zeit einen Komplex von Erscheinungen subsumierte, den man mit einer Überreizung des Nervensystems und insbesondere mit einer Überlastung durch geistige Tätigkeit erklärte. Dieser *“neurasthenische”*, depressive Zustand wechselte ab mit Phasen der Euphorie und einer drängenden Selbstbestätigung. Boltzmanns persönliche Situation wird nicht wenig dadurch charakterisiert, dass er selbst seine *“neurasthenischen”* Zustände als solche angesprochen und zu seiner Entschuldigung Dritten gegenüber angeführt hat; dies ist umso bemerkenswerter, als ja derartige Erscheinungen in jener Zeit noch in einem eher negativen Geruche standen, andererseits aber in eben dieser Zeit in auffälliger Häufung bei Professoren auftraten. Die Feststellung Ostwalds, Boltzmann sei von der bösesten Krankheit betroffen, *“die den Professor treffen kann: die Colleg-Angst”*, trifft, mag sie auch von Boltzmanns Frau erhärtet

---

sein, nur einen kleinen Teil des Problems. Es hat den Anschein, als hätten sich vom Sommer 1900 an jene psychischen Erscheinungen, die zuvor eher isoliert und zeitlich begrenzt aufgetreten waren, in einer Weise zugenommen, dass sie in der Folge die meiste Zeit in mehr oder weniger deutlich ausgeprägter Form latent, wenn nicht akut vorhanden waren. Woldemar Voigt hat in seinem Nachruf auf Boltzmann offen ausgesprochen, dass dieser in den letzten Jahren nahezu verstummt sei.

Tatsächlich hat Boltzmann nach seinem Abgang aus Wien im Jahre 1900 in physikalisch-wissenschaftlicher Hinsicht nur mehr wenig und so gut wie nichts mehr Originäres zu seinen engeren Fachgebieten publiziert. Zu viel Energie kostete ihn bereits die Arbeit an den größeren zusammenfassenden Veröffentlichungen: 1904 erschien der zweite Band seiner "Prinzipien der Mechanik" (der erste war 1897 veröffentlicht worden), und im Herbst 1905 folgte die mit Josef Nabl gemeinsam verfasste "Kinetische Theorie der Materie", welchen Beitrag zur Mathematischen Enzyklopädie nach Boltzmanns Rückkehr aus Berkeley innerhalb kürzester Zeit entstand.

Das von Voigt angesprochene Verstummen bezog sich natürlich einmal auf den Umstand, dass Boltzmann ab 1900 in den von ihm durch Jahrzehnte bearbeiteten Gebieten nichts mehr veröffentlicht hat, und zweitens auf das Ausbleiben jeglicher Wortmeldung Boltzmanns zu den Aufsehen erregenden Neuerungen in der Physik ab 1900. Boltzmann hat nicht wirklich auf Plancks epochemachenden Vortrag vom Dezember 1900 reagiert, wir kennen keine Reaktion auf die Zusendung einer Arbeit durch Albert Einstein wenig zuvor, wir wissen nicht, wie Boltzmann Poincarés Auftritt in St. Louis aufgenommen hat oder Einsteins Arbeiten aus dem annus mirabilis. Paul Ehrenfest lässt uns vermuten, dass Boltzmann diese Vorgänge kaum mehr verfolgt hat.

Andererseits hat Boltzmann in den letzten Wiener Jahren verschiedentlich zu Themen vorgetragen und publiziert, die sehr am Rande wissenschaftlicher Arbeit stehen: Boltzmanns Entgegnung auf Ostwalds Vortrag "Über das Glück", sein Vortrag zu Schopenhauer und seine "Erklärung des Entropiesatzes und der Liebe aus den Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung" (welcher Vortrag nun eben erst aus seinen Stenogrammen heraus veröffentlicht wird). In weiteren Kreisen bekannt wurde Boltzmanns unmittelbar nach seiner Rückkehr aus Berkeley 1905 verfasste, auch bezüglich seines Zustandes aufschlussreiche Schrift "Die Reise eines deutschen Professors in das Eldorado", die in dem im selben Jahr noch von ihm herausgebrachten Buch "Populäre Schriften" abgedruckt wurde, dessen "forwort" auf Grund der Karikierung der zu dieser Zeit ins Werk gesetzten Orthographiereform einen gleichermaßen hohen Bekanntheitsgrad erlangt hat.

In den letzten Wiener Jahren suchte noch eine Reihe nachmals bedeutender Physiker Boltzmann als Lehrer in Anspruch zu nehmen: Paul Ehrenfest kehrte nach Studien in Göttingen und bei Hendrik Antoon Lorentz in Leiden nach Wien zurück, um bei Boltzmann zu dissertieren. Lise Meitner hat eines ihrer Rigorosen bei Boltzmann abgelegt. Ihre Urteile über ihren Lehrer sind sehr unterschiedlich. Erwin Schrödinger verfolgte wie Ludwig Wittgenstein den Plan, bei Boltzmann zu studieren – beide

---

vermochten ihn nicht mehr zu verwirklichen. Mit dem Nachwuchs am Institut hat sich Boltzmann wenig befasst, er ist den zahlreichen Habilitationsvorgängen ferngeblieben. Boltzmann neigte nicht dazu, eine Schule zu bilden, wie dies etwa Exner in ganz ausgeprägter Weise tat. Er hat wohl verschiedentlich beklagt, dass es ihm an qualifizierten Schülern fehle, die ihm Ansporn und Anregung seien, es lässt sich aber nicht erkennen, dass er auch seinerseits intensivere Anstrengungen in diese Richtung unternommen hätte. Vermutlich wäre es ihm bei der steten Konzentrierung auf Probleme, die zu den schwierigsten der Theoretischen Physik seiner Zeit zählten, auch gar nicht möglich gewesen – und: Bei aller Umgänglichkeit war Boltzmann offenbar doch ein „Einzelkämpfer“. Am ehesten hätten ihm die Jahre in München und die nachfolgende Zeit in Wien die Chance für den Aufbau einer Schule, für den Aufbau eines auf breiterer Front die ihn interessierenden Themen behandelnden Teams geboten, als er in hohem Maße Kontakte zu erstrangigen Fachkollegen im Ausland hatte und auch zu seiner Entlastung begleitende Extraordinariate geschaffen wurden, die ihm ermöglichen sollten, dem Trott der Lehre in Vollziehung des Lehrplanes auszuweichen und in der Lehre das zu geben, wozu eben er vor anderen in besonderem Maße befähigt war.

Im Februar 1904 wurde Boltzmanns 60. Geburtstag festlich begangen. 125 Gelehrte aus Australien, Belgien, Deutschland, England, Frankreich, den Niederlanden, Italien, Japan, Norwegen, Russland, Schweden, aus den USA und aus Österreich beteiligten sich an der von Stefan Meyer redigierten Festschrift. Meyer hat aus vom Verleger geteilten Gründen die Aufnahme einer würdigenden Biographie Boltzmanns vermieden. Bei der Feier charakterisierte sich Boltzmann selbst: *“er sei in der Nacht zwischen Fastnacht und Aschermittwoch geboren und dieser Kontrast spiegle sich in seinem ganzen Leben wider”*.

In Zusammenhang mit dem 60. Geburtstag ist Boltzmann eine Fülle von Ehrungen zuteil geworden: die Würde eines Ehrensensors der Universität in St. Petersburg, die Ehrenmitgliedschaft des Department of Science der Royal Irish Academy in Dublin, die Würde eines Auswärtigen Mitglieds der National Academy of Sciences of the United States of America in Washington D.C., die Ehrenmitgliedschaft der Royal Institution of Great Britain in London, die Ehrenmitgliedschaft der Universität Kasan und – wohl im Zusammenhang mit dem Aufenthalt in St. Louis – die Ehrenmitgliedschaft der dortigen Academy of Science.

Eine Ehrung ist Boltzmann allerdings versagt geblieben, obgleich er sie vermutlich ähnlich wie seine Frau erhofft haben wird: Der Nobelpreis, der seit 1901 verliehen wurde und für den er mehrmals – u.a. 1905 und 1906 durch Max Planck – vorgeschlagen worden ist. Die Vergabe der Nobelpreise erfolgte aber damals in der Regel in Würdigung von Entdeckungen eher auffälliger physikalischer Phänomene, nicht aber als Würdigung von Umwälzungen in der Gesamtsicht der Welt.

Im Sommer 1904 begab sich Boltzmann neuerlich in die USA, wo er in St. Louis als Vertreter der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien an den Sitzungen des Committee of Solar Research und an einem großen internationalen, im Rahmen der Weltausstellung in St. Louis veranstalteten wissenschaftlichen Kongresses teil-

---



nahm – es war sein letzter Auftritt in einem derartigen Rahmen. Es muss letztlich für Boltzmann ein wenig zufrieden stellendes Ereignis gewesen sein: Der Anti-Atomistiker Henri Poincaré hielt einen berühmt gewordenen Vortrag, in dem er Mach'sche Vorstellungen aufnahm und das sogenannte spezielle Relativitätspostulat formulierte, ja überhaupt eine neue Physik prophezeite, wenn er ausführte, dass nunmehr nicht wenige der Auffassung seien, *„dass die klassische Mechanik nur deswegen wahr zu sein scheint, weil wir immer nur mit kleinen Geschwindigkeiten rechnen, dass aber ihre Gültigkeit sofort aufhört, wenn wir Geschwindigkeiten in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit zuließen“*. Ostwald trat als großer Philosoph auf und zog zweifellos eine gewisse Aufmerksamkeit auf sich; der Boltzmann vertraute Felix Klein legte einen hochinteressanten Bericht zu *„Mathematik, Physik, Astronomie an den deutschen Universitäten in den Jahren 1893–1903“* vor, in dem er Boltzmann als ein Relikt vergangener Zeiten abqualifizierte, der als einziger noch annehme, *„daß die letzten Bestandteile der Materie streng punktförmig sind und dementsprechend par distance aufeinander wirken“*. Boltzmann hielt einen Vortrag über die statistische Mechanik und er musste wohl den Eindruck gewinnen, nicht mehr zeitgemäß zu sein. Gleichwohl wurde er durch die Ehrenmitgliedschaft der dortigen Academy of Science und auch dadurch geehrt, dass ihn President Benjamin Ide Wheeler an die Berkeley University einlud.

Ende November 1904 hielt Ostwalds in Wien vier Vorträge, darunter in der Philosophischen Gesellschaft einen über das Glück unter quasi-energetischen Aspekten, indem er Willensakte als energetisches Geschehen interpretierte und der im physiologischen Sinne durch den Menschen umgesetzten Energie als *„psychische“* Energie zur Seite stellte und in Formeln zu fassen suchte. Boltzmann hat diesen Vortrag *„halb und halb“* als einen Scherz Ostwalds aufgefasst und ihm auf Wunsch des Herausgebers der *„Umschau“* eine *„Entgegnung“* entgegengestellt, die lange vor der Druckfassung von Ostwalds Vortrag erschien, in der er die Ostwald'sche Energetik als *„lediglich auf einem Mißverständnis der Machschen Ideen“* beruhend darstellte. Nach der Lektüre der Druckfassung legte er sich aber keine Zurückhaltung mehr auf – *„Denn wenn ein Forscher vom Rufe und Einflusse Ostwalds der exakten Methode, die sich im Verlaufe von Jahrhunderten herausgebildet und als die allein zum Ziele führende bewährt hat, einen derartigen Faustschlag versetzt, so ist das bitterer Ernst“*. Ernst war es für Boltzmann wohl auch unter dem Aspekt, dass er sich in Ostwalds Aufsatz geradezu persönlich apostrophiert fand, wenn Ostwald bezüglich der von ihm als wesentlich postulierten *„Widerstandsempfindungen“* schrieb: *„Den entgegengesetzten Zustand bietet der Neurastheniker dar. Bei diesem sind die Widerstandsempfindungen exzessiv gesteigert; er ist außer Stande, den kleinsten Entschluß zu fassen, weil er die entgegengesetzten Widerstände nicht überwinden kann[,] und er gehört zu den unglücklichsten Menschen, die es gibt“*. Über weitere persönliche Kontakte zwischen Boltzmann und Ostwald liegen keine Informationen vor.

Im Zusammenhang mit diesen und anderen Ereignissen nahm Boltzmann sein briefliches Zwiegespräch mit Brentano wieder auf und lud sich im März 1905 praktisch

---

zu Brentano nach Belloguardo bei Florenz ein. Der Widerstand, auf den Boltzmann bei den Fach-Philosophen, nicht zuletzt wegen eines Vortrages zu Schopenhauer, stieß, und der Umstand wohl, dass Ostwald 1902 eine zweibändige Naturphilosophie veröffentlicht hatte, animierten Boltzmann im Frühjahr 1905 sein "*erstes Werk über Metaphisik*" in Angriff zu nehmen, er fühlte sich "*ganz mit Philosophie geladen*" und traf am 1. April 1905 bei Franz von Brentano ein, der ihn gastfreundlich aufnahm. Das geplante Werk entstand nicht, aber es kam ein Monat lang zu sehr eingehenden und wohl nicht immer problemlosen Diskussionen zwischen ihm und dem zeitweise etwas erschöpften Brentano. Boltzmann hat im Jänner 1906 diesbezüglich von einer Beichte gesprochen.

1905 hielt Boltzmann in der Wiener Philosophischen Gesellschaft einen letzten Vortrag, mit dem Titel "Erklärung der Entropie und der Liebe aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung"; diesen verloren geglaubten Vortrag hat Engelbert Broda "nachempfunden"; nun ist er von Frau Ilse Fasol-Boltzmann in den Stenogrammen des Nachlasses entdeckt, entziffert und zum Druck gebracht worden.

### **Summer Session in Berkeley 1905**

#### **Die Reise eines deutschen Professors ins Eldorado**

Im Frühsommer 1905 – Einsteins Abhandlung "Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt" in den Annalen der Physik war erschienen – machte sich Boltzmann nach Berkeley auf, um der Einladung President Wheelers in St. Louis folgend von Ende Juni bis Anfang August 1905 eine Vorlesungsreihe von vier Wochenstunden über ein Thema seiner Wahl und ein Seminar zu halten, und zwar nach seinem Belieben in englischer oder deutscher Sprache.

106 Boltzmanns Antrag auf Beurlaubung für die Amerikareise vom 5. März 1905  
Wien.

Boltzmann reiste über Leipzig, wo er sich in einer Redaktionssitzung für die Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften zur Fertigstellung des Manuskriptes über die kinetische Theorie der Materie bis Ende September verpflichtete, dann über Bremen nach New York und von dort mit der Bahn nach Kalifornien, wo er mit großer Aufmerksamkeit empfangen wurde, zumal Ostwald – der Boltzmann in Public relations einiges voraushatte – mittlerweile abgesagt hatte und Boltzmann so der uneingeschränkte Star der Summer School war. So fulminant die Einbegleitung durch die Presse auch war, so gestaltete sich die Sache in der Folge doch nicht allzu positiv, weil Boltzmann sich nicht abhalten ließ, seine Vorlesungen auf Englisch zu geben, worauf man feststellte, die Hörschaft hätte eine Chance gehabt ihn zu verstehen, hätte er auf Deutsch vorgetragen. Boltzmann hat seinen mit allerlei Besichtigungen – u.a. des Lick-Observatoriums und des von Jacques Loeb betriebenen Laboratoriums in Pacific Grove – garnierten Aufenthalt in Berkeley post festum als "*etwas Exquisites*", als "*Champagner veuve Clicquot und Austern*" eingehend geschildert. Raymond T. Birge hat 1963 in seiner Geschichte der Physik in Berkeley jedoch die Ansicht vertreten, die Ehre des Besuches sei einseitig gewesen, denn

---

Boltzmann habe offenbar das Gefühl gehabt, *“that he was coming to the very edges of civilization”*. Tatsächlich geht Boltzmann in seinen Schilderungen in keiner Weise auf die Physik in Berkeley ein.

Boltzmanns offenbar etwas eigenwilliges, *“unglaublich naiv[es] und burschikos[es]”* Benehmen – so hat Mach es in anderem Zusammenhang treffend ausgedrückt – und dann vor allem seine Darstellung Kaliforniens in seiner *“Reise eines deutschen Professors in das Eldorado”*, die er noch in einer sehr aktiven und euphorischen Phase unmittelbar nach seiner Rückkehr nach Wien verfasst hat, haben die Amerikaner doch nachhaltig vergrämt. Seine Schilderung der Reise, mit dem berühmten *“forwort”* zu den *“Populären Schriften”*, ist aber nicht so sehr eine lustige Erzählung über eine interessante Reise; Boltzmann hat sich nahezu ausschließlich auf ihm eher skurril Erscheinendes konzentriert und diesbezüglich kaum etwas ausgelassen.

Als Boltzmann Anfang September 1905 von seiner Amerikareise nach Wien zurückkehrte, war er guter Dinge und nach wie vor in einer sehr aktiven Phase, in der er schließlich innerhalb kurzer Zeit gemeinsam mit Josef Nabl, den ihm Stefan Meyer vermittelt hatte, den für die Mathematische Enzyklopädie versprochenen Beitrag erstellte, nachdem ihm Felix Klein angedroht hatte, er würde den Auftrag sonst an Zermelo vergeben. Diese Arbeit ist – auch hinsichtlich Nabls – vor allem von Arnold Sommerfeld sehr hoch bewertet worden. Sie war Boltzmanns letzte wissenschaftliche Leistung.

Boltzmann in seinem in guten Zeiten eigenen Humor sind Karl Przibrans Karikaturen gerecht geworden, die ihn in Analogie zu Kapiteln der 1905 erschienenen *„Populären Schriften“* zeigen.

Gegen Jahresende 1905, als die Arbeit abgeschlossen war, fühlte sich Boltzmann nicht wohl, hatte *“wieder furchtbar”* unter seinem *“alten Übel, der Neurasthenie zu leiden”*; die Augenschwäche bedrückte ihn, asthmatische Beschwerden und schwere Kopfschmerzen plagten ihn; wie schon 1904 war er um die Weihnachtszeit bettlägerig. Während sich die organischen Symptome im Jänner 1906 offenbar wieder besserten, blieb ihm doch, wie er an Brentano schrieb, *“eine große seelische Depression [...] Wie beneide ich Sie um Ihre stets gleiche Heiterkeit und Zufriedenheit. Sie sind wahrhaft ein echter Philosoph. Ich bin doch auch schon 62 Jahre alt, aber noch zu gar keiner Gemütsruhe gelangt. In solchen Zeiten des Trübsinns bin ich auch recht schwarzsehend bezüglich meiner eigenen philosophischen Ansicht, ja bezüglich der Möglichkeit philosophischer Erkenntnis überhaupt”*. Er fühlte sich selbst *“auf einem unglaublich niedrigen Niveau der geistigen Energie angelangt”* (s. den Brief an Brentano vom 16. Jänner 1906, oben Nr. 104) und unfähig, seine Vorlesungen zu halten. Seine Lage verschlechterte sich drastisch, was auch bei Stefan Meyer bestätigt ist.

Offenbar gab es keinen Anreiz mehr, der zur Verbesserung von Boltzmanns Verfassung beigetragen hätte. Im März 1906 war sein Zustand dermaßen schlecht, dass er zeitweise nicht zu lesen vermochte. Es bedurfte aber wohl einer weiteren erheblichen Verschlechterung, bis sich der Dekan unter dem 5. Mai 1906 verpflich-

---

tet sah, dem Ministerium zur Anzeige zu bringen, *“daß Herr Prof. Dr. Ludwig Boltzmann an schwerer Neurasthemie erkrankt ist und den ärztlichen Verfügungen gemäß jeder wissenschaftlichen Tätigkeit sich enthalten muß. Im Institute für theoretische Physik ist durch den Assistenten und Privatdozenten Dr. Meyer sowohl für das Institut als die Vorlesungen genügend vorgesorgt.*

*Es entfallen daher nur die Vorlesungen über Naturphilosophie, wodurch aber kein dringendes Lehrbedürfnis geschädigt ist”.*

Darüber hinaus gibt es keine Nachrichten mehr.

107 Mitteilung des Dekans an das Ministerium vom 5. Mai 1906 über Boltzmanns Erkrankung.

Im Sommer hat sich Ludwig Boltzmann mit seiner Familie an die Adria begeben, nach Duino, nördlich von Triest. Dort hat er am 5. September 1906 – wohl nicht ohne Grund einen Tag vor der Heimreise, vor der Rückkehr in die Pflichten eines Professorenlebens – verwirklicht, was man schon seit Jahren befürchtet hatte.

\* \* \*

Über Boltzmanns Tod sind zahlreiche Gerüchte entstanden, die von einer “Schuld” Machs bis hin ins Abstruse reichten und immer noch reichen. Dem ist klar und eindeutig entgegenzusetzen, dass Ludwig Boltzmann einen durch zumindest 20 Jahre anhaltenden und sich verstärkenden Erkrankungsprozess durchgemacht hat, der das Ende Jahre voraus erahnen hat lassen.

In einer Fülle von Nachrufen haben die Physiker Boltzmanns gedacht. Aus diesen Gedenkartikeln findet sich eine nicht minder große Fülle von in der Folge immer wieder und wieder zitierten und schließlich – vor allem im Wege der Broda’schen Biographie (1955) das Bild Boltzmanns bestimmende Aussagen unterschiedlicher Qualität – manche ungemein treffend, nicht wenige von der Pietät des Anlasses geprägt.

108 Auszüge aus den Nachrufen von Hendrik Antoon Lorentz und Theodor Des Coudres sowie Karl Przibrams “Erinnerungen an Boltzmanns Vorlesungen”.

Hinsichtlich der Charakterisierung der Person ist Carl Voit in München hervorzuheben, der Boltzmann als einen Mann gezeichnet hat, dessen *“ganzes Denken und Sinnen [...] erfüllt [war] von seiner wissenschaftlichen Arbeit, so daß anderes keinen Platz mehr fand. Daher kam es, daß ihm die Gebräuche und Gewohnheiten des gewöhnlichen Lebens unbekannt blieben und er ihnen als Fremdling gegenüberstand; er war darin von einer Einfachheit und Kindlichkeit, die in grellem Gegensatz stand zu der Höhe seines Geistes”.*

Bezüglich des Werkes hat sich vor allem Woldemar Voigt eingehend mit Boltzmanns zentralen Anliegen auseinandergesetzt und seine Leistungen jenen seiner

---

Opponenten – wie Hertz – gegenübergestellt; die adäquateste Würdigung ist Boltzmann aber vielleicht durch Hendrik A. Lorentz widerfahren, der in der Sitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 17. Mai 1907 eine beeindruckende ausführliche Gedächtnisrede auf Boltzmann hielt, aus der hier auszugsweise zitiert sei:

“Die Idee, welche mein Sinnen und Wirken erfüllt, ist der Ausbau der Theorie’. Wenn er [Boltzmann] so sprach, so meinte er wohl nicht bloß das Verständlichmachen dieser oder jener Gruppe von Erscheinungen, sondern das Erreichen einer zusammenhängenden Welt- und Lebensbetrachtung, mit der seine physikalischen Auffassungen aufs innigste verwebt waren.[...]

Keine Theorie hat für Boltzmann anderen als relativen Wert; keine kann als vollendet und abgeschlossen gelten; sie sind vielmehr alle der weiteren Entwicklung bedürftig, eben weil sie nur sinnbildliche Darstellungen des Naturgeschehens sind, die wir unaufhörlich versuchen müssen zu verbessern und zu vereinfachen, neuen Tatsachen anzupassen und von unrichtigen oder überflüssigen Zügen zu befreien. Daher können auch verschiedene sich gegenüber stehende Theorien für dieselbe Gruppe von Erscheinungen sehr gut gleichberechtigt sein. [...]

‘Ich wollte in dem Bisherigen keineswegs eine konsequente, in sich abgeschlossene Darstellung der Mechanik vom induktiven Standpunkte geben. Ich wollte vielmehr bloß die Wege andeuten, auf denen eine solche vielleicht gewonnen werden könnte[,] und namentlich die Schwierigkeiten aufdecken, mit denen ihre Durchführung verknüpft ist. [...] Es würde mich sehr freuen, wenn es jemandem gelänge, der deduktiven Darstellung eine induktive an die Seite zu stellen, welche gleich einfach und naturgemäß vorginge und doch das innere geistige Bild in gleicher Deutlichkeit und Konsequenz hervortreten ließe’ [...]

Leider kann ich weder auf die gegen das H-Theorem vorgebrachten Einwände, noch auf die ausführlichen Widerlegungen von Boltzmann näher eingehen. Überhaupt habe ich, weil ich mich in meiner gedrängten Darstellung auf die Hauptzüge beschränken mußte, vielleicht zu viel die Vorstellung erweckt, daß Boltzmanns Resultate sehr einfach seien. In der Tat, sie sind auch einfach, jetzt da wir sie einmal besitzen, allein darüber dürfen wir nicht vergessen, wieviel Aufwand von Scharfsinn für die Entdeckung seiner Sätze nötig war, und mit wie großer Ausdauer Boltzmann Jahre hindurch sein Ziel verfolgt und mit den Schwierigkeiten, die sich ihm entgegenstellten, gerungen hat. [...] Besonders muß ich ferner hervorheben, daß Boltzmann mit seinem H-Theorem über die klassische Thermodynamik hinausgeht. [...]

Wenn wir dies alles erwägen, so können wir es kaum verstehen, daß Boltzmann sich 1899 der Münchener Naturforscherversammlung als einen Reaktionär, einen Zurückgebliebenen vorstellte, der gegenüber den Neueren für das Alte, Klassische schwärmt, und daß er, nachdem er an die mechanische und atomistische Auffassung erinnert hatte, die zu seiner Studienzeit gang und gäbe war, sagte:

‘Was hat sich seitdem alles verändert! Fürwahr, wenn ich auf alle diese Entwicklungen und Umwälzungen zurückschaue, so erscheine ich mir wie ein Greis an Erlebnissen auf wissenschaftlichem Gebiete! Ja, ich möchte fast sagen, ich bin allein übrig geblieben von denen, die das Alte noch mit voller Seele umfassten, wenigstens bin ich der einzige, der noch dafür, so er es vermag, kämpft.’

*Das Alte, von dem Boltzmann spricht, ist in unseren Tagen, dank ganz besonders auch seinem Wirken, zu neuem, kräftigen Leben aufgeblüht und, wenn auch das Gewand sich geändert hat und gewiß im Laufe der Zeiten noch vielfach ändern wird, so dürfen wir doch hoffen, daß es niemals der Wissenschaft verloren gehen wird. [...]*

*Der Gedanke an das, was Boltzmann mit seiner reichen Begabung noch für die Vertiefung und Erweiterung unserer Einsicht hätte tun können, erhöht den Schmerz, den uns sein Hinscheiden bereitet hat. Jedoch, in unsere Trauer mischt sich das Gefühl der Dankbarkeit für das von ihm Errungene, für die Beseelung, die von ihm ausgegangen ist, für das Beispiel der Hingebung an sein Ideal, das er uns gegeben hat.”*

Wilhelm Ostwald hat seinerseits Boltzmanns Tod in pseudo-naturwissenschaftlicher Spekulation über die “Psychographie” der “Großen Männer” als gleichsam naturgesetzlichen Tribut interpretiert, den die Wissenschaft fordere, andererseits in diesem Zusammenhang doch auch eines der zentralen Probleme des Wissenschaftlers und zweifellos auch Boltzmanns erkannt und beschrieben: “Sie [die Wissenschaftler] müssen ihre Kräfte schwinden, ihre Leistung sich vermindern sehen, während gleichzeitig die Ansprüche an sie und die Verantwortlichkeit ihrer Betätigung wachsen. Wie sich dann der einzelne mit diesem Widerspruch abzufinden oder auseinanderzusetzen versucht, hängt von der Beschaffenheit der Persönlichkeit ab. Nur eins ist sicher: je aufrichtiger und ehrlicher er ist, umso tiefer wird er den Widerspruch fühlen. Hier ist es, wo die Wissenschaft ihren Jüngern zwar äußeren Glanz zu bieten pflegt, aber auch innere Opfer verlangt [...]. Ich glaube, ein solches Opfer war auch Boltzmann”.

Die vielleicht treffendsten Worte fand Theodor Des Coudres, Boltzmanns Nachfolger in Leipzig:

*“Wie wir ohne unser eigenes Zutuen in diese Welt kommen, so betrachten wir es als das Naturgemäße, daß der Mensch auch ohne sein persönliches Zutuen aus ihr scheidet. Wo wir es anders erleben, da schließen wir auf vorausgegangenes schweres Leid. Hat sich jemand gar infolge angeborener nervöser Konstitution vorher schon mehrfach durch solch schlimme Gemütsdepressionen durchkämpfen müssen und dankt die Welt ihm so viel, wie sie Boltzmanns Sein und Wirken dankt, dann bleiben wir lange nachdenklich und Respekt macht uns schweigen.”*

---

## EPILOG

An die Beisetzung in kleinem Kreise auf dem Döblinger Friedhof erinnerte sich Stefan Meyer 1944: *“Zu seiner Beerdigung waren von Physikern, soviel ich mich erinnere, nur Jäger und ich gekommen, die beide an seinem Grabe sprachen. Es war noch in der Sommerferienzeit.”*

1929 widmete die Stadt Wien unter ihrem damaligen Bürgermeister Karl Seitz Boltzmann das Ehrengrab am Wiener Zentralfriedhof, in das er hierauf umgebettet wurde und an dem 1933 das von der Chemisch-Physikalischen Gesellschaft in Wien finanzierte heroisierende Grabmonument von Gustinus Ambrosi enthüllt wurde, das die Aufschrift *“ $S = k \cdot \log W$ ”* trägt.

Lange vor dem Grabmonument auf dem Zentralfriedhof ist Boltzmann mit der treffenden Bronzestatue Leo Brandeiskys von seinen Fakultätskollegen ein Denkmal im Arkadenhof der Universität Wien errichtet worden; ein Abguss dieser Statue hat seinen Platz in der Aula der Karl-Franzens-Universität Graz gefunden.

Das Institut Boltzmanns hat Stefan Meyer weitergeführt, der schon lange einen Teil der Last getragen hatte. Die Nachbesetzungsverhandlungen waren schwierig und von einem gewissen Fatalismus geprägt. Es spricht für die Wiener Kollegen Boltzmanns, die zeitlebens nachsichtig mit ihm waren, dass der erste, mit dem Gespräche geführt wurden, immerhin Max Planck war, der vor Willy Wien und Friedrich Hasenöhl den Terna Vorschlag der Fakultät anführte. Da die preußische Unterrichtsverwaltung die Gewinnung Plancks sofort abblockte und man bezüglich Wiens offensichtlich keine hartnäckigeren Ambitionen verfolgte, wurde 1907 Hasenöhl zum Nachfolger ernannt.

---





## **2 Die Physik und ihre “Randfächer” an der Universität Graz**

Ein kurzer Überblick von Walter Höflechner

Die Entwicklung des Bereiches der Physik einschließlich ihrer “Randfächer” Meteorologie und Geophysik wie Astronomie in konkurrenzfähiger Qualität setzte – ungeachtet nicht unbeachtlicher Ansätze in der Jesuitenuniversität und ihren Ausläufern im 18. Jahrhundert – erst mit der Einrichtung der Medizinischen Fakultät im Jahre 1863 ein, als es notwendig wurde, die naturwissenschaftliche Ausbildung auf den für eine moderne Medizin erforderlichen Stand zu bringen. Damit trat die Physik, die um 1850 in Österreich durch die Begründung des Physikalischen Instituts in Wien einen Innovationsschub erfahren hatte, auch an der Universität Graz in den Aufholprozess und dann den Wettbewerb gegenüber den deutschen Universitäten ein.

Ihren personellen Ressourcen entsprechend ist die Physik an der Universität Graz mit Ausnahme des sehr bedeutsamen August Toepler in der Anfangsphase um 1870 stets eng mit der Wiener Tradition verknüpft geblieben, aus der fast alle in Graz wirkenden Physiker vor 1938 entstammten. Die lange dominierende Persönlichkeit war Ludwig Boltzmann, der zwar Schüler hinterlassen, aber keine Schule gebildet hat. Die diesbezüglich zentrale Figur wurde im späten 19. Jahrhundert Franz Exner in Wien, aus dessen Schule nahezu der gesamte österreichische Physiker Nachwuchs im 20. Jahrhundert hervorgegangen ist.

War in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das mit zielstrebigem Aktivität gepaarte hohe wissenschaftliche Sendungsbewusstsein etwa des Chemikers Leopold von Pebal, das den qualitativen Anspruch aufrecht erhielt, so war es im 20. Jahrhundert der von Exner geprägte Physiker und Wissenschaftsorganisator Hans Bendorf, der diese Linie auch in wirtschaftlich wie politisch widrigen Zeiten verfolgte. Aus diesen Umständen – zu denen vor allem in der Anfangsphase die weitsichtige und wohlwollende Haltung des Graz verbundenen liberalen Unterrichtsministers Karl von Stremayr zu zählen ist – resultiert der Umstand, dass die Universität Graz einerseits über eines der schönsten Physikalischen Institute überhaupt und auch über eine zumeist sehr beachtliche Besetzung des Faches verfügt hat, wie dies u.a. kein geringerer als Walther Nernst mit Nachdruck betont hat und wie sich das später in dem Umstand manifestierte, dass auf beiden Professuren der Physik im Studienjahr 1937/38 je ein Nobelpreisträger wirkte.

Die Jahrzehnte nach 1945 waren von den Bemühungen um den Wiederaufbau der alten Position und um ein Schritthalten mit den – nicht zuletzt auch durch die Emigration österreichischer Physiker – weitgehend in die USA verlagerten Zentren des Faches geprägt. Es ist das Verdienst Adolf Smekals und Paul Urbans, hier bis heute wirkende Initiativen gesetzt zu haben, wobei zuerst vor allem der Bereich der Theoretischen Physik erheblich ausgebaut worden ist. Schwieriger gestaltete sich auf Grund der wirtschaftlichen Situation die Lage für die ungleich kostenintensivere Experimentalphysik. Im Verlaufe der 1970er und 1980er Jahre wurden Arbeitsgruppen aufgebaut, die im Zuge der Reform im Wege des Universitätsgesetzes 2002 eine

---

stabile Grundlage für die wegweisende Zusammenführung der Naturwissenschaftlichen Bereiche der Karl-Franzens-Universität und der Technischen Universität Graz boten.

## 2.1 DIE PHYSIK VOR 1863

### 2.1.1 Die Zeit der Jesuitenuniversität 1585–1773

An der Jesuitenuniversität Graz erfuhren die Bereiche Mathematik, Astronomie und “Physik” traditionell eine vergleichsweise hochstehende Pflege – es waren dies jene nicht-theologischen Fächer, die die Jesuiten schätzten und in denen sie selbst wissenschaftlich arbeiteten.

Zu nennen ist aus der Frühzeit vor allem der bei Clavius in Rom ausgebildete Mathematiker Paul (Habakuk) Guldin, der als erster wohl nur dieses Fach lehrte, mit Kepler in Korrespondenz stand und durch die im zweiten Buch seines Hauptwerks “Centrobaryca” oder “De centro gravitatis” (1635–1641) angegebenen, nach ihm benannten Regeln hinsichtlich der Bestimmung des Volumens und der Fläche eines Rotationskörpers, die heute noch verwendet werden und in gewisser Hinsicht Vorarbeiten für die Entwicklung der Integrationsmethode waren (Leibniz hat sich noch auf ihn berufen), bekannt geworden ist.

In den 1740er Jahren setzte vor allem mit Karl Scherffer, der allerdings nur zwei Jahre in Graz lehrte und das Observatorium leitete, ehe er 1751 nach Wien geholt wurde, eine Erneuerung ein, die mit der Rezipierung der Physik Newtons verbunden war und in der auch der Jesuit Roger Boscovich eine Rolle spielte, der um 1750 bereits nach einer einheitlichen Theorie für alle in der Natur wirkenden Kräfte strebte. Ausdruck der naturwissenschaftlichen Bemühungen jener Zeit war auch die Errichtung des sogenannten “Mathematischen Turmes”, einer Aufstockung des Verbindungstraktes zwischen dem von den Jesuiten errichteten Universitätsgebäude und dem Quadrat des Jesuitenkollegiums, auf und in dem ein Observatorium damaligen Stils eingerichtet war, das über die erforderlichen baulichen, weniger jedoch instrumentellen Hilfsmittel verfügte, während im Geschoß darunter ein offenbar recht reichhaltig mit mathematisch-geometrischen und astronomischen Demonstrationsobjekten sowie einfachen Apparaturen versehenes mathematisch-physikalisches Kabinett eingerichtet war, über dessen Fußboden der Meridian lief. 1787 ist der Mathematische Turm, angeblich wegen erheblicher Baumängel, wieder abgetragen worden. Die Jesuiten Peter Halloy, Joachim Kaschuttnig, Karl Tiernberger haben im zweiten Drittel des 18. Jahrhunderts bis zur Aufhebung des Ordens hin vor allem den Bereich der Astronomie betreut; auch der nachmals als Astronom in Wien, mehr aber noch durch seine Vermessungsarbeiten in Galizien bekannt gewordene Josef Liesganig stammte aus diesem Ambiente.

Wenn man auch nicht übersehen darf, dass die persönliche Forschungstätigkeit der Jesuitenpatres keineswegs in adäquater Weise auf den Unterricht umgelegt worden ist, sondern allenfalls einige wenige *repentes matheseos* tangiert haben mag,

---

so wirkten Ausbildung und wissenschaftliche Tätigkeit der Jesuiten doch über die Aufhebung des Ordens nach, indem Exjesuiten wie Leopold Biwald in der Physik und Karl Taube hinsichtlich der beschreibenden Naturwissenschaften sehr geachtete Positionen errangen und Biwald als Verfasser eines umfassenden und 1779 österreichweit vorgeschriebenen Lehrwerkes hervorgetreten ist.

### **2.1.2 Die Zeit der Staatsuniversität 1773–1782 und des Lyzeums 1782–1827**

Unter Josef II. wurde die Universität Graz wie andere österreichische Universitäten auch zum Lyzeum herabgestuft. Erst 1827 ist sie als Karl-Franzens-Universität Graz wieder in universitären Rang erhoben worden.

Der Lehrbetrieb – von Forschung kann so gut wie nicht gesprochen werden – wurde in den Bereichen Mathematik und Physik von Exjesuiten bestimmt und war im Bereich Physik dank der Lehrtätigkeit von **Leopold Gottlieb Biwald SJ** (1731–1805), der von 1763 bis zu seinem Tod das Fach vertrat, wobei er ab 1786 durch Franz Jeschowsky unterstützt bzw. auch zeitweise suppliert worden ist, von durchaus beachtlicher Qualität. Biwald, der als Botaniker Linnes System gegen den Wiener Professor Crantz verteidigt und des Schweden Dank geerntet hat, verfasste in Rezipierung der Lehre Newtons ein nach seinem Erscheinen rasch weite Verbreitung findendes Hand- und Lehrbuch der Physik, das dem damaligen Usus entsprechend in eine *Physica generalis* (Nürnberg 1767) und eine *Physica particularis* (Graz 1768) gegliedert war, mehrere Auflagen erlebte und in anderer Fassung auch unter dem Titel “*Institutiones physicae*” erschienen ist. Dieses Werk wurde nach 1773 für alle Universitäten und Lyzeen in Österreich für den Physikunterricht vorgeschrieben. Von Biwalds wissenschaftlichem Interesse zeugen einmal seine damals für Österreich noch nahezu revolutionäre Auseinandersetzung mit Newton, wie sie in seinem Lehrbuch, aber auch in der Herausgabe Newton’scher Schriften, insbesondere zur Optik, zum Ausdruck kommt; weiters seine Bemühungen um die Verbreitung des von Scherffer herausgegebenen Hauptwerkes des Roger Boscovich, die “*Theoria Philosophiae naturalis reducta ad unam legem virium in natura existentium*” – eine ihm zugeschriebene in Graz veranstaltete zweite Ausgabe von 1765 lässt sich allerdings nicht verifizieren –, die Übersetzung von Schriften des Prosper Alpinis zum Thema Elektrizität und auch eine frühe eigenständige Arbeit über die Anwendung der Mikrometerschraube zur Messung von Planetenbewegungen sowie eine Abhandlung über die Verbindung der Physik zu den übrigen Wissenschaftsbereichen. Biwald, der auch in den beschreibenden Naturwissenschaften tätig war, plante 1775 ein “*Museum rerum naturalium Styriae*” mit einem dreijährigen Ausbildungskurs in den beschreibenden Naturwissenschaften. Seine Büste zierte heute den Hauptlesesaal der Universitätsbibliothek. – Biwalds Nachfolger während der Lyzealzeit – August Neumann (1806–1815) und Jakob Philipp Kulik (1818–1826) – sind weit hinter ihm zurückgeblieben.

Nach der Begründung des Joanneums, einer, wesentlich naturwissenschaftlich orientierten, durch Erzherzog Johann ins Leben gerufenen landschaftlichen Lehranstalt, deren Unterricht verschiedentlich zeitweise mit dem an den Philosophischen

---

Studien verknüpft bzw. in Personalunion organisiert war, hatte es zeitweise den Anschein, als würden die Physik, vor allem aber die Astronomie neuerlich eine verstärkte Beachtung finden, doch sind diese Ansätze ebenso folgenlos geblieben wie ähnliche Tendenzen nach der Aufhebung des Jesuitenordens 1773.

### 2.1.3 Der Bereich Physik 1827–1863

An der Universität wurde die während der Lyzealzeit eingeführte Koppelung der Physik mit der (angewandten) Mathematik fortgeführt, wobei aber unter Einwirkung der Erneuerer der maßgeblichen Reformatoren der Naturwissenschaften in Österreich – Andreas von Ettingshausen und Andreas von Baumgartner – eine deutliche Verbesserung eintrat, als 1826 **Ferdinand Hessler** (1803–1865) das Fach übernahm, die Sammlung des jesuitischen Mathematisch-physikalischen Kabinetts erneuerte, dessen Apparaturen hin und wieder auch durch Augustin Louis Cauchy benutzt worden sein sollen, der damals als Lehrer des Grafen von Chambord bei der Herzogin von Berry in Frohsdorf in Niederösterreich lebte und seine theoretischen Untersuchungen über das Licht experimentell zu überprüfen trachtete (sein “Memoire sur la dispersion de la lumière” ist 1836 in Prag erschienen), wozu die Geräte Hesslers freilich meist nicht hingereicht haben werden. Hessler begann in Graz mit der Herausgabe eines Jahrbuches für Physik, Chemie, Mineralogie und andere naturwissenschaftliche Bereiche, von dem freilich nur zwei Bände erschienen sind; in Prag, wohin er 1835 berufen wurde, setzte er diese Bemühungen fort. Hessler, der später in Wien gewirkt hat, war den österreichischen Verhältnissen der Zeit entsprechend stark anwendungsorientiert.

Ähnlich praktisch ausgerichtet war **Julius Wilhelm Gintl** (1804–1883), der als Nachfolger Hesslers von 1836 bis 1847 die Lehrkanzel für Physik und Angewandte Mathematik an der Universität versah und zeitweise auch am Joanneum unterrichtete. Er befasste sich mit dem Höhenmessen mit Thermometern (1835), meteorologischen Beobachtungen – führte seine statistischen Notizen über den Hagel in der Steiermark und seine Beobachtungen von Meteoriten in Graz und richtete schließlich 1843/44 ein “magnetisches Observatorium” ein, dessen “Magnetische und meteorologische Beobachtungen” ab Ende 1849 in der “Grazer Zeitung” zu veröffentlichen waren – und den dafür notwendigen Instrumenten (1837), 1839 beobachtete er das Grundeis der Mur; weiters verfasste er vor allem Arbeiten über Magnetismus, über elektrische Ströme und ihre Leitung und über Telegraphenapparate, wie er auch einen elektro-chemischen Schreibtelegraphen entwickelte. 1847 wurde er provisorischer Inspektor des Staatstelegraphenamtes in Wien, 1850 Telegraphen-Direktor bei der “General-Direktion der Kommunikationen” im Ministerium des Handels, der Gewerbe und öffentlichen Bauten, was seine Enthebung von der mittlerweile supplierten Professur in Graz notwendig machte.

1850 wurde die Professur als eine für Physik neu besetzt. Ernannt wurde auf Grund seines hohen Dienstalters der frühe und damit fachlich nicht mehr zeitgemäße **Karl Hummel** (1801–1879), der den mittlerweile evident gewordenen fachlichen Anforderungen nicht mehr gewachsen war, sich um das Kabinett kümmerte, so gut es ging und in der Physik praktisch nichts veröffentlichte.

---

So negativ sich die Ernennung Hummels vor 1863 auswirkte, so zeitigte sie doch Konsequenzen, die sich für die weitere Entwicklung als höchst positiv herausstellen sollten.

## 2.2 DIE PHYSIK 1863–1938

1863 wurde an der Karl-Franzens-Universität die lang ersehnte Medizinische Fakultät eingerichtet, womit das Fortbestehen der Universität gesichert und der Status einer klassischen Volluniversität erreicht wurde.

Die medizinische Ausbildung erforderte nun eine qualitativ weitaus höherwertige naturwissenschaftliche Ausbildung, als sie bislang geboten worden war. Deshalb wurde Hummel, der erst 1867 in Pension trat, 1864 ein junger Extraordinarius beigegeben, der für eine zeitgemäße Vertretung des Faches sorgen sollte. Dieses Extraordinariat wurde die Keimzelle der ab 1869 permanenten zweiten Professur für Mathematische resp. Theoretische Physik.

### 2.2.1 Die Professur für (allgemeine und experimentelle) Physik

Diese Professur versah bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1867 noch **Karl Hummel**. Erst im Zuge der Neubesetzung kam es zu einer den Erfordernissen der Zeit entsprechenden Besetzung; in einem geradezu als denkwürdig zu bezeichnenden Prozess hat der Grazer Chemiker Leopold von Pebal in langen Verhandlungen die Ernennung des von Kirchhoff empfohlenen **August Toepler** (1868–1876) aus Riga durchgesetzt, der 1868 als Ordinarius "*der allgemeinen und experimentellen Physik*" das Physikalische Institut übernahm. Ungeachtet seiner großen wissenschaftlichen Leistungen besteht Toeplers Hauptverdienst um die Physik in Graz in der Bewirkung und Gestaltung des Institutsgebäudes und in der Besetzung der zweiten Professur mit Ludwig Boltzmann. Das Institut war damals in baufälligen und völlig ungenügenden Räumen der alten Universität untergebracht und war nur notdürftig ausgestattet. Als Toepler 1876 nach Dresden ging, übergab er seinem Nachfolger Boltzmann das damals vermutlich modernste physikalische Institut mit einer sehr reputablen Ausstattung. Als Physiker ist Toepler neben seinen akustischen Arbeiten und Untersuchungen zum Diamagnetismus vor allem durch einige wesentliche Erfindungen bzw. technische Entwicklungen hervorgetreten – die von ihm entwickelte Influenzmaschine zählte bis zur Entwicklung des ersten Generators durch Gramme zur Standardausrüstung jedes physikalischen Laboratoriums. Den größten Teil seiner Arbeitskraft musste er in Graz allerdings in den Institutsneubau investieren.

Als Toepler 1876 einen Ruf nach Dresden annahm, folgte ihm **Ludwig Boltzmann** (1876–1890), der zuvor bereits die Professur für Theoretische Physik innegehabt hatte und nun aus Wien nach Graz zurückkehrte, wo er das nahezu fertiggestellte Institut übernahm und mit Albert von Ettingshausen einen Extraordinarius zur Seite gestellt bekam, der ihm bis zu seiner Ernennung an die Technische Hochschule in Graz einen Gutteil der aus der Institutsleitung erwachsenden Arbeit abnahm, sodass sich Boltzmann neben der Lehre völlig auf seine Forschung konzentrieren

---

konnte. Die zweite Grazer Professur war hinsichtlich der wissenschaftlichen Leistungen die Glanzzeit Boltzmanns. Er setzte nun seine Untersuchungen zur Thermodynamik, zur kinetischen Gastheorie wie der statistischen Mechanik fort und erlangte jene Anerkennung, die seiner Berufung nach Berlin und dann 1890 nach München sowie seiner hohen internationalen Reputation in den 1890er Jahren in München und in Wien zugrunde lag.

Nach Boltzmanns Weggang nach München wurde der hinter Adolf Wüllner genannte **Leopold Pfaundler von Hadermur** (1891–1910) aus Innsbruck ernannt. Pfaundler widmete sich erst einmal der Adaptierung und Renovierung des Instituts – 1896 erreichte er die Einleitung elektrischen Stromes in das Physikalische Institut (vorerst nur für physikalische Experimente; die Beleuchtung des Instituts erfolgte bis 1904 weiterhin mit Auer'schen Gaslampen). Wissenschaftlich befasste er sich mit der damals noch jungen Physikalischen Chemie und mit der Kalorimetrie, während er auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre Apparate zur Demonstration der Fundamentalversuche der Magnetinduktion konstruierte und vor allem zur Erzeugung dynamoelektrischer Ströme. In den späten 1890er Jahren beschäftigte sich Pfaundler mit den verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der Röntgen-Strahlung und mit der Fotografie bis hin zur Verwendung von Spiegelgittern als Linsenersatz und davon ausgehend der Verwendung von Beugungsgittern bei der fotografischen Reproduktion von Farben. Zu Boltzmanns 60. Geburtstag stellte er mehrere "Apparate zur Versinnbildlichung der kinetischen Wärmetheorie" vor. Bekannt geworden ist Pfaundler vor allem durch seine Bearbeitung des Müller-Pouillet'schen Lehrbuches der Physik und der Meteorologie.

Als Pfaundler emeritiert wurde, nahm 1910 der Exner-Schüler **Hans Benndorf** (1910–1936, 1945–1946) das Ordinariat für (allgemeine und experimentelle) Physik ein, der bereits seit 1904 als Extraordinarius der Meteorologie und Geophysik an der Universität tätig war. Benndorf hat diese Professur bis zu seiner vorzeitigen Pensionierung 1936 versehen. Benndorf hat an der Universität Graz eine außerordentlich bedeutende Stellung eingenommen, als agiler und kompetenter Verhandler gewann er großen Einfluss und Einblick in die verschiedensten universitären Angelegenheiten und bald österreichweiten Einfluss; er hat das Rektorat der Universität in den schwierigen Jahren 1932/33 und 1933/34 wahrgenommen. 1938 ist er des Instituts verwiesen worden. 1945 ist Benndorf, 75 Jahre alt, als Honorarprofessor mit der interimistischen Leitung des Instituts beauftragt und wieder in das Professorenkollegium aufgenommen worden; 1946 hat er die Institutsleitung, 1950 jene des Sonnenobservatoriums auf der Kanzelhöhe in Kärnten abgegeben. Seine wissenschaftlichen Interessen galten in frühen Jahren vor allem der Lufterlektrizität (1901 stellte er sein in der Folge viel verwendetes automatisch registrierendes Quadrantelektrometer vor) und der Erdbebenforschung. In Graz errichtete er in der Nähe seiner Wohnung am Teichhof in Graz eine lufterlektrische Beobachtungsstation, die er im Winter 1908/09 in Betrieb nahm und die laufend Messergebnisse lieferte. Am Institut errichtet er eine seismische Station; Benndorf erschloss die reellen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Erdbebenwellen und die Elastizitätskonstanten einzelner Schichten im Erdinneren und gelangte so zu damals erstaunlichen Aussagen über die Struktur des Erdinneren. Sehr rasch installierte Benndorf gemeinsam mit dem Astronomen Karl

---

Hillebrand eine radiotelegrafische Versuchsstation am Institut (er war in diesem Zusammenhang in Österreich in führender Weise tätig). Die Gründung der einzigen österreichischen physikalischen Fachzeitschrift, der “Acta Physica Austriaca” nach dem Zweiten Weltkrieg geht auf seine Initiative zurück, wie er auch den ersten Band einleitete, und die Gründung der Österreichischen physikalischen Gesellschaft erfolgte anlässlich einer Feier zu seinem 80. Geburtstag in Graz. In der Öffentlichkeit wurde er auch bekannt, als er gegen das bekannte Grazer Medium Sibert und überhaupt gegen Aberglauben und Okkultismus aufgetreten ist.

Nach der Pensionierung Benndorfs schlug die Fakultät **Victor F. Hess** (1937–1938) als Nachfolger vor, der im April 1937 ernannt wurde. Hess hatte zuvor bereits von 1920 bis 1931 (mit zeitweiliger Unterbrechung durch Aufenthalte in den USA) das Extraordinariat für Physik innegehabt und war 1931 nach Innsbruck berufen worden. Mit seiner Rückkehr wurde neben Erwin Schrödinger der zweite Nobelpreisträger für Physik an der Universität Graz tätig. Hess, der mit einer Frau jüdischer Abstammung verheiratet, praktizierender Katholik und Bundeskulturrat des Ständestaates war, hat in Graz nur ein Semester gewirkt. Im März 1938 wurde er sofort verhaftet, im April “*beurlaubt*”; im Mai 1938 musste er alle seine Befugnisse übergeben und wurde “*mit Ende Mai 1938 vorläufig in den zeitlichen Ruhestand versetzt*”. Im September 1938 erfolgte seine Entlassung unter gleichzeitiger Einstellung seiner Ruhegebühren. Hess ist in der Folge in die USA emigriert, wo er bis 1956 an der Fordham University in New York lehrte. Hess, der aus der Schule Pfaunders in Graz und Exners in Wien und im weiteren Stefan Meyers am Radiuminstitut hervorgegangen war, ist durch seine Entdeckungen und Arbeiten um die “kosmische Strahlung” berühmt geworden, für die er 1936 gemeinsam mit Carl Anderson mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden ist. In einer enormen Fülle von Publikationen hat sich Hess mit den Phänomenen um die kosmische Strahlung wie um radioaktive Strahlung befasst – er durfte noch erfahren, dass es möglich ist, mit Hilfe der großen Teilchenbeschleuniger die Erscheinungen der “kosmischen Strahlung” im Laboratorium herzustellen.

### 2.2.2 Das Extraordinariat für (allgemeine und experimentelle) Physik

Neben dem “Modernisierungsextraordinariat”, aus dem die Professur für Theoretische Physik hervorgegangen und das erst von Victor von Lang (1864–1865) und dann von Ernst Mach (1866–1867) als Ordinarius versehen worden ist, ehe es mit der Ernennung Boltzmanns zum Ordinariat wurde, existierten zeitweise mehrere Extraordinariate für Physik. Erstmals wurde ein derartiges (unbesoldetes) Extraordinariat für **Simon Subič** (1869–1902) geschaffen, der sich 1866 in Graz habilitiert, dann im Übergang zwischen Hummel und Toepler suppliert hatte und hierauf bei der Ernennung Boltzmanns übergangen worden war. Subič stammte, wie es Josef Stefan gutachtend ungeschminkt ausdrückte, aus einer Zeit, in der eine fachlich entsprechende Schulung noch nicht erfolgte. Gleichwohl war er vermutlich der erste, der eine einigermaßen dem Stand der Zeit entsprechende Meteorologie vorgetragen

---

hat. Im Hauptberuf war Subič Lehrer an der Grazer Akademie für Handel und Industrie.

Mit der Ernennung Boltzmanns im Jahre 1876 wurde *uno actu* **Albert von Ettingshausen** (1876–1888) *“zum ständigen Adjutor in der Eigenschaft eines außerordentlichen Professors”*, d.h. zum Extraordinarius ernannt. Ettingshausen – ein Neffe des Andreas von Ettingshausen – hatte sich als Assistent 1874 bei Toepler habilitiert und war dessen und dann nachfolgend Boltzmanns unentbehrliche Stütze in der Institutsleitung und hinsichtlich der physikalischen Übungen. Er hat sich im Verlaufe der Jahre einen ausgezeichneten Ruf als Experimentalphysiker erworben, was Walther Nernst und Svante Arrhenius bezeugen. Es war für Boltzmann ein schwerer Schlag, als Ettingshausen 1888 zum Ordinarius der Physik mit einem Lehrauftrag auch für Elektrotechnik an der Technische Hochschule Graz ernannt wurde, wo er den physikalischen Unterricht reformierte und bis 1920 lehrte. Wissenschaftlich hat sich Ettingshausen, gemeinsam mit Toepler und dann mit Boltzmann, mit diamagnetischen Induktionsströmen befasst, den Magnetismus des Eisens mit dem Diamagnetismus des Wismuts genau verglichen, hat dann 1882 auf Anregung Boltzmanns, die Diamagnetisierungszahl von Wismut absolut durch die ponderomotorischen Wirkungen bestimmt sowie den Diamagnetismus von Antimon und Tellur und später gemeinsam mit Nernst das Verhalten von Wismut-Zinnlegierungen im Magnetfeld untersucht. Besondere Anerkennung trugen ihm seine Untersuchungen zum Hall-Effekt ein, in welchem Zusammenhang er einen nach ihm und dann einen nach ihm und Nernst benannten Effekt beobachtete, was zum guten Ruf des Instituts beigetragen hat. Später wandte er sich naturgemäß verstärkt auch technischen Fragen zu.

Als Ettingshausen an die Technische Hochschule berufen wurde, hat Boltzmann mit Nachdruck die (bereits 1887 vorgeschlagene) Ernennung von **Ignaz Klemenčič** (1888–1891–1895) in dieselbe Funktion betrieben, die Ettingshausen innegehabt hat; tatsächlich ist die Ernennung im Herbst 1888 erfolgt. Klemenčič hatte sich 1881 bei Boltzmann habilitiert. Seine Hauptarbeitsgebiete waren Elektrizität und Magnetismus, in welchen Bereichen er eine Reihe von Präzisionsmessungen durchführte; u.a. befasste er sich mit der Herstellung von Normalwiderständen, führte eine Präzisionsbestimmung des Verhältnisses der elektromagnetischen und elektrostatischen Stromstärke-Einheit durch (1886) und wiederholte die diffizilen Bestimmungen der Diëlektrizitätskonstanten von Gasen und Dämpfen. Für seine Arbeiten über Reflexion, Interferenz und Dämpfung elektromagnetischer Wellen ist er gemeinsam mit Lecher von der Akademie der Wissenschaften in Wien ausgezeichnet worden. Klemenčič hat nach Boltzmanns Abgang die Professur suppliert, was ihm die Besoldung eines Extraordinarius eingetragen hat. 1895 ist er nach Innsbruck ernannt worden, wo er bis zu seinem Tod 1901 gewirkt hat.

1896 ist das Extraordinariat für **Paul Czermak** (1896–1897) und damit für die Installierung der Kosmischen Physik herangezogen worden (s. dort). Czermak war ein Schüler Boltzmanns, der seine Ausbildung aber auch in Prag, Wien und Straßburg vervollständigt und sich 1889 bei Boltzmann habilitiert hatte. Czermaks Grazer Karriere ist Julius Hanns Intentionen zum Opfer gefallen, was seine Ernennung zum Ordinarius der Kosmischen Physik in Innsbruck (1897–1901) und dann der Experi-

---



mentalphysik an derselben Universität (1901–1910) als Nachfolger von Klemenčič zur Folge gehabt hat. Seine wissenschaftlichen Interessen waren seinem Werdegang entsprechend unter dem Einfluss von Exner, Boltzmann und der sich entwickelnden Kosmischen Physik weit gestreut. Ab 1906 hat ihn Krankheit endgültig an zielstrebigere Arbeit gehindert.

1904 wurde **Franz Streintz** (1904–1906) zum unbesoldeten Extraordinarius ernannt; es war dies jedoch nur ein Akt der Anerkennung für den Physiker (ein Vetter von Heinrich Streintz), der sich in Graz an der Universität und an der Technischen Hochschule und schließlich noch bei Nernst in Göttingen ein drittes Mal habilitiert hatte. Streintz spezialisierte sich im Bereich der Elektrochemie wie der Physikalischen Chemie. 1906 wurde Streintz zum Ordinarius für Physik an der Technischen Hochschule Graz ernannt, wo er bis 1922 wirkte.

Im Frühjahr 1919, als eine gewisse Euphorie vorherrschte, beantragte die Grazer Philosophische Fakultät auf Benndorfs Drängen die Wiederbesetzung des nicht mehr besetzten Extraordinariats für Experimentalphysik. Man verwies darauf, dass in Wien und Innsbruck zumindest zwei Professoren die Experimentalphysik betreuten, und Benndorf erklärte, nicht länger die gesamte Last allein tragen zu können, zumal fünf verschiedene Gruppen von Hörern mit durchaus unterschiedlichen Bedürfnissen zu versorgen seien – nämlich die Physiker und Mathematiker, die Chemiker, die Naturhistoriker, die Mediziner und die Pharmazeuten. Man schlug ausschließlich Physiker aus der Exner-Schule vor: primo loco Erwin Schrödinger, *“als der weitaus hervorragendste”* junge Physiker bezeichnet und damit für Graz bereits zum zweiten Mal vorgeschlagen, secundo loco Victor F. Hess und tertio loco Karl Wilhelm Fritz Kohlrusch. Da der zu Ernennende mit Benndorf den selben Hörsaal und dieselben Sammlungen benützen sollte, sollte der Lehrauftrag erteilt werden für: die *“Abhaltung von Vorlesungen über Experimentalphysik im Ausmaß von 5 Wochenstunden nach Bedarf auch Beteiligung an der Abhaltung von Übungen, beides nach Vereinbarung und im steten Einvernehmen mit dem Vorstande des physikalischen Institutes”*. Tatsächlich wurde nach einer Urgierung im September 1920 **Victor F. Hess** (1920–1931) zum besoldeten Extraordinarius der Experimentalphysik an der Universität Graz ernannt. Doch noch ehe die Ernennung offiziell bekannt war, brachte Hess bereits sein Gesuch um Beurlaubung ab 1. Februar für das Sommersemester 1921 ein, die ihm unter der Bedingung genehmigt wurde, dass er aus eigenen Kosten die Supplierung der Lehrkanzel durch den Assistenten Rumpf bestreite. Diese Beurlaubung ist in der Folge noch mehrmals bis zum Ende des Wintersemesters 1922/23 erstreckt worden. Hess hielt sich in dieser Zeit als Chefphysiker der US Radium Corporation in New York und in Orange, New Jersey, auf, richtete dort nach dem Muster des Radium-Instituts in Wien ein Forschungslaboratorium ein und arbeitete bald in leitender Stelle. Von der Anerkennung, die sich Hess dabei erwarb, zeugt, dass er im März 1922 aufgefordert wurde, eine Supplierung an der Columbia University in New York zu übernehmen, und auch zum *“Consulting Physicist”* im Bureau of Mines ernannt wurde. Darüber hinaus wurde Hess in eine Reihe US-amerikanischer wissenschaftlicher Institutionen gewählt. Trotz günstiger Angebote seitens der amerikanischen Industrie zog es Hess vor, nach Graz zurückzukehren, wo er 1925 ad personam zum Ordinarius ernannt wurde. 1931 wurde er

---

als Professor der Physik und als Vorstand des Instituts für Strahlenforschung an die Universität Innsbruck berufen, wo er bis zu seiner Berufung auf die Benndorf-Nachfolge in Graz 1937 lehrte. Wissenschaftlich ist Hess von Exner und vom Radiuminstitut ausgegangen, in welchem unter der Oberleitung Exners Stefan Meyer wirkte. Von Exner zu luftelektrischen Studien angeregt, widmete Hess sich besonders der Untersuchung der in der Atmosphäre enthaltenen radioaktiven Stoffe, bestimmte den Ionengehalt der Atmosphäre unter verschiedenen Bedingungen usw. Die glückliche Kombination seiner Erfahrungen sowohl auf dem Gebiete der Radioaktivität als auch der Luftelektrizität führte ihn im Zuge mehrerer Freiballonfahrten zur Entdeckung der starken Zunahme der Ionisierung der Luft in Relation zur Höhe über dem Erdboden, die ihn 1912 zum Schluss veranlasste, dass eine starke, durchdringende konstante Strahlung von außen in die Atmosphäre eindringe, die er erst "Ultragammapstrahlung", dann "kosmische Strahlung" oder auch "Ultrastrahlung" nannte, während andere von der "Hess'schen Strahlung" sprachen. Durch diese Entdeckung und begleitende Untersuchungen ist Hess bekannt geworden; 1936 ist er dafür gemeinsam mit Carl Anderson, der 1932 in Nebelkammeraufnahmen der kosmischen Strahlung Positronen entdeckt hatte, mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden.

### 2.2.3 Die Professur für Mathematische bzw. Theoretische Physik

Diese Professur ist 1863 als Extraordinariat der "mathematischen" Physik gewidmet (was Hummels Inkompetenz verschleiern sollte) und 1864 mit **Victor von Lang** (1864–1865) besetzt worden, der allerdings schon 1865 als Nachfolger August Kunzeks nach Wien berufen worden ist. Nun regte der damals als Ordinarius der Mathematik an der Grazer Philosophischen Fakultät tätige **Ernst Mach** (1866–1867) an, ihn als Nachfolger Langs vorzuschlagen und dafür die Mathematik neu zu besetzen. Indem dies realisiert wurde, wurde das Extraordinariat mit einem Ordinarius besetzt. 1867 ist Mach als Nachfolger Victor Pierres nach Prag berufen worden. Damit war diese Professur im Frühjahr 1867 neuerlich vakant. Da wenige Monate später Hummel in den Ruhestand zu treten hatte, waren beide Lehrkanzeln der Physik neu zu besetzen.

Nach der Besetzung des alten Ordinariats mit Toepler wurde die Professur für Theoretische Physik unter Mithilfe Josef Stefans mit dessen Schüler **Ludwig Boltzmann** (1869–1873) besetzt. Mit Boltzmann erlangte diese Professur erstmals eine etwas längerwährende Vertretung, und das mit einem Physiker, der innerhalb kürzester Zeit in bahnbrechender Weise zu den aktuellen Fragen beitrug, indem er sich in Rezipierung der Arbeiten Maxwells intensiv mit der Dielektrizität und mit der Thermodynamik zu befassen begann. Boltzmann hat stets seine theoretischen Untersuchungen experimentell zu begleiten gesucht und hat auch mit Toepler gemeinsam experimentiert. 1873 nahm Boltzmann einen Ruf auf die Mathematik in Wien (Nachfolge von Franz Moth) an, setzte aber gleichwohl seine experimentellen Arbeiten in Wien und in Graz am Institute Toeplers fort.

---

Nachfolger Boltzmanns als Theoretiker an der Universität Graz wurde, nachdem die Fakultät vergeblich auf die Berufung von Emil Meyer in Breslau angetragen hatte, **Heinrich Streintz** (1874–1885–1892), der sich erst ein Jahr zuvor bei Josef Stefan habilitiert hatte und auch nur als Extraordinarius ernannt wurde; erst 1885 hat er das Ordinariat erlangt. Streintz stand stets im Schatten erst Toeplers, dann Boltzmanns; erst als sich Boltzmanns Abgang nach Berlin abzeichnete, begann er initiativ zu werden, um die Position der Theoretischen Physik, die ja praktisch eine Unterabteilung der allgemeinen Physik war, auszubauen; 1892 wurde die Errichtung des Mathematisch-physikalischen Kabinetts genehmigt, das die eigenständige institutionelle Grundlage der Professur für Theoretische Physik darstellte. Streintz hat wenig publiziert, seine einzige größere Arbeit “Die physikalischen Grundlagen der Mechanik” hat jedoch sehr respektable Beurteilungen – u.a. durch das “Philosophical Magazine” 1884 – erfahren, es ist allerdings eher eine Zusammenfassung der Prinzipien der Theoretischen Physik denn eine eigenständige Arbeit.

1893 übernahm der fast fünfzigjährige **Anton Waßmuth** (1893–1915) die Professur, die durch den frühen Tod von Streintz vakant geworden war – man war im Zuge der Besetzung gemeinsam mit Boltzmann zur Erkenntnis gelangt, dass “*ein mathematischer Physiker im eigentlichen Sinne des Wortes [...] derzeit in Österreich (auch in Deutschland) nicht zu haben*” sei. Waßmuth hat das von Streintz erwirkte Mathematisch-physikalische Seminar mit dem entsprechenden Kabinett realisiert. Als Physiker war er gleichermaßen experimentell und theoretisch orientiert; er hat sich fast ausschließlich mit Magnetismus, insbesondere der Wechselwirkung zwischen Magnetismus, Wärme und Elektrizität, befasst, wobei er sich als trickreicher und umsichtiger Experimentator erwies. In Graz hat er sich auch der statistischen Mechanik zugewendet; 1914 legte er für das Maxwell-Boltzmann’sche Verteilungsgesetz eine neue Formulierung vor.

Auf Waßmuth folgte als Theoretiker **Michael Radakovič** (1915–1924), ein Schüler Boltzmanns und Meinongs, der dann in Innsbruck und in Czernowitz gelehrt hatte – in dem damals erstellten Vorschlag schien an dritte Stelle bereits Erwin Schrödinger auf. Radakovič ist vor allem durch seine 1900 angestellte Untersuchung “Über den Verlauf der Geschwindigkeit eines Projektils in der Nähe der Rohrmündung” bekannt geworden, mit der er eine Reihe ballistischer Studien einleitete, die ihn zum beim Militär beehrten Experten machten. Eine Reihe seiner Arbeiten verdankte ihren Ursprung Anregungen, die er von Kollegen aus Nachbargebieten erhielt. So hat Radakovič für Meteorologen eine klare und verständliche Darstellung des Einflusses der Erdrotation auf Bewegungen auf der Erde verfasst. Auf Anregung Alfred Wegeners schrieb er in Graz einen kritischen Bericht über verschiedene Theorien der Meteore. Er hat auch Kohlrausch für seine Untersuchungen des Raman-Effektes durch Berechnung von mechanischen Molekülmodellen wesentliche Hilfe geleistet. Seine Hauptstärke bestand in der Klarheit von Auffassung wie Darstellung; er galt als hervorragender Lehrer; von seinen Schülern sind Rubinowicz und Smekal international bekannt geworden.

Die Nachbesetzung der Professur für Theoretische Physik nach Radakovič gestaltete sich aus den verschiedensten Gründen außerordentlich schwierig und langwierig. Erst im März 1935 trat die Sache in ein neues Stadium: Sowohl Erwin

---

Schrödinger (1933 für seine Wellenmechanik gemeinsam mit Paul Dirac mit dem Nobelpreis ausgezeichnet und damals nach seinem Exodus aus Berlin in Oxford; eben damals arbeitete Albert Einstein darauf hin, Schrödinger nach Princeton zu holen) als auch Adolf Smekal (Halle) hatten sich prinzipiell bereit erklärt, eine Berufung auf diese Professur anzunehmen. Beide wurden ex aequo vorgeschlagen, und innerhalb weniger Wochen erging der Ruf an **Erwin Schrödinger** (1936–1938), den nach Österreich zurückzuholen der Regierung ein Anliegen ersten Ranges war, weshalb auch seine Forderungen umgehend erfüllt wurden. Dennoch zogen sich die Verhandlungen – Schrödinger wünschte auch eine gleichzeitige Honorarprofessur in Wien und anderes mehr – hin, sodass die Ernennung erst im September 1936 erfolgen konnte. Mit Schrödinger trat ein zweiter Nobelpreisträger neben den 1936 soeben ausgezeichneten Otto Loewi. 1937 sollte als dritter noch Victor F. Hess folgen. Da gleichzeitig mit seiner Ernennung Benndorf pensioniert wurde, war Schrödinger bis zur Ernennung von Hess im April 1937 der einzige Ordinarius der Physik an der Universität. Im Unterschied zur Situation in Berlin 1933 (wo er ab 1927 als Nachfolger von Max Planck wirkte) war Schrödinger im Frühjahr 1938 in eklatanter Fehleinschätzung offenbar bemüht, sich in Graz zu halten. Im August 1938 erfolgte jedoch völlig überraschend die Anweisung an den Dekan, einen Nachbesetzungsvorschlag vorzulegen. Im September 1938 erfolgte die Entlassung – zu dieser Zeit war Schrödinger, nach einem entsprechenden Hinweis eines Wiener Ministerialbeamten, bereits außer Landes. Er ist in der Folge über Rom, Belgien und Oxford nach Dublin gegangen, wo er bis zu seiner Berufung nach Wien im Jahre 1956 gelehrt hat. Er hat später seine Rückkehr nach Österreich 1936 als eine Torheit bezeichnet. Schrödinger entstammte der Exnerschule, betrachtete sich wissenschaftlich als einen Schüler Egon Schweidlers und entwickelte sich vor allem durch die in Zürich erarbeitete “Wellenmechanik” mit der “Schrödinger-Gleichung”, die Quantenerscheinungen den klassischen Methoden der Physik zugänglich machte und für die er 1933 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde, zu einem der bedeutendsten Physiker überhaupt. An der Universität Graz hat er leider infolge der Zeitumstände keine besondere Wirksamkeit entfalten können.

## **2.3 DIE PHYSIK IN DER NS-ZEIT 1938–1945**

Die nationalsozialistische Machtübernahme im März 1938 bedeutet das Ende der bis dahin erfolgten Entwicklung. Die beiden Ordinarien und Nobelpreisträger Hess (Experimentalphysik) und Schrödinger (Theoretische Physik) wurden bis zum September 1938 entlassen (Hess wurde sofort verhaftet und suspendiert; Schrödinger, der sich wohl Hoffnungen auf ein Verbleiben gemacht hat, wurde erst im Sommer eliminiert), nachdem bereits im März 1938 der seit 1913 als Assistent am Institut wirkende Erich Rumpf als Direktor des nunmehrigen I. Physikalischen Instituts (Experimentalphysik) eingesetzt worden war, der auch die Supplierung von Hess übernahm, auf dessen Professur er 1941 ernannt wurde. Das nunmehrige II. Physikalische Institut (ebenfalls Experimentalphysik) leitete von 1941 bis 1945 Frank

---

Matossi aus Breslau. Die Theoretische Physik supplierte nach Schrödinger Walter Wessel aus Jena, der 1941 in diese Position einrückte und auch als Direktor des Instituts für Theoretische Physik fungierte. Alle diese nach 1938 ernannten Amtsträger wurden 1945 entlassen.

Eine wichtige und kontinuierlich tätige Stütze des physikalischen Lebens an der Universität war Angelika Szekely de Doba, eine Schülerin Benndorfs, die sich bei diesem 1934 für Experimentalphysik habilitiert hatte und neben ihrer Tätigkeit als Professorin an Grazer Mittelschulen vor allem im Bereich der Experimentalphysik wirkte, für den sie 1942 als außerplanmäßige Professorin ernannt wurde. Sie hat ihre Tätigkeit auch 1945 als Privatdozentin mit dem Titel einer Extraordinaria und später einer Ordinaria fortgeführt.

## 2.4 ZUR PHYSIK 1945–2002

### 2.4.1 Die Experimentalphysik

Für dieses Fach, das in der Anfangsphase vor allem Hans Benndorf (1945, obgleich bereits jenseits der Pensionsgrenze, wieder eingesetzt) wieder und mit großem Einsatz auch Angelika Szekely vertraten, wurde 1949 **Adolf Smekal** (1949–1959) ernannt, der seine wissenschaftliche Laufbahn in Graz begonnen und zuletzt als Ordinarius in Halle (1928–1945) durchlaufen und sich u.a. durch die Prognose des später (1926) von Chandrasekhara Venkata Raman entdeckten Effekts (der deshalb auch als Smekal-Raman-Effekt bezeichnet wird), aber auch durch seine Arbeiten zur Röntgenspektroskopie sowie zur Festkörperphysik vor allem hinsichtlich kristalliner Materialien einen Namen gemacht hatte.

Neben Smekal war 1958 bereits **Julius Wagner** (1958–1979) getreten und nach Smekals Tod wurde **Günther Porod** (1961–1984) auf die zweite Professur für Experimentalphysik ernannt. 1975 trat zu ihnen als Extraordinarius Neuen Typs **Franz Aussenegg** (1975–2003). Auf dem nachfolgend nur mehr einen Ordinariat folgte **Wolfgang Kiefer** (1985–1988) und auf diesen 1991 **Falko Netzer**.

### 2.4.2 Die Theoretische Physik

Dieser Bereich wurde erst als Extraordinariat und ab 1949 als Ordinariat mit **Paul Urban** (1947–1975) aus Wien besetzt. Urban hat die Vertretung seines Faches wesentlich ausgeweitet, für eine qualitativ hochwertige Entwicklung und durch die Begründung der Internationalen Universitätswochen für Kern- und Teilchenphysik in Schladming für die unabdingbare internationale Einbindung gesorgt. Als er emeritiert wurde, lehrten neben ihm nicht weniger als drei Extraordinarien, nämlich **Harald Zingl** (1974–1987), **Heinrich Latal** (1975–2002) und **Norbert Pucker** (1975–1999). Später kam **Peter Kocevar** (1978–1999) hinzu; seit 1983 lehrt **Christian Lang**. Im Jahr 2000 trat **Walter Pötz**, 2001 **Heinz Krenn**, 2005 **Reinhard Alkofer** und ebenfalls 2005 **Christof Gattinger** hinzu – in dieser Zeit bahnte sich

---

die enge Kooperation in den Naturwissenschaften zwischen der Karl-Franzens-Universität Graz und der Technischen Universität Graz an.

Neben Urban wirkte als Ordinarius **Kurt Baumann** (1966–1996). Nachfolger Urbans wurde **Heinrich Mitter** (1976–1997), ein früher Urban-Schüler und Heisenberg-Assistent, der aus Tübingen berufen wurde, wo er seit 1969 als Ordinarius gelehrt hatte.

## 2.5 METEOROLOGIE UND GEOPHYSIK

Die Meteorologie im Sinne der Beobachtung der atmosphärischen Erscheinungen und insbesondere des Wetters zählte von früh an zu den im Rahmen der Physik (um diesen Begriff unscharf zu verwenden) gepflegten Wissens- und Forschungsgebieten; dem entsprechend ist sie bis an die Wende zum 20. Jahrhundert auch stets in die Lehrbücher der Physik integriert. Im ausgehenden 19. Jahrhundert erwuchs ein bald mit der Meteorologie verknüpfter, ja sie integrierender Bereich, der der "kosmischen Physik". In Österreich haben die Meteorologie, insbesondere aber auch die Erforschung des Erdmagnetismus und die Erdbebenforschung eine hervorragende, zeitweise führende Position entwickelt, wobei die Schaffung der "k.k. Centralanstalt für meteorologische und magnetische Beobachtungen" in Wien im Jahre 1851 eine wesentliche, wenn auch keineswegs eine begründende Rolle spielte.

In Graz sind abgesehen von einschlägigen Beobachtungen, die zweifellos auch durch die Jesuitenpatres geführt worden sein werden, spätestens durch den damaligen Vertreter der Physik, Julius Wilhelm Gintl, meteorologische Beobachtungen gesammelt worden, der 1843/44 schließlich ein "magnetisches Observatorium" einrichtete, das durch den auf ihn folgenden Supplenten Franz Steiner (1847–1850) fortgeführt und weiterhin am Physikalischen Institut bestand und dessen "Magnetische und meteorologische Beobachtungen" ab Ende 1849 in der "Grazer Zeitung" zu veröffentlichen waren. Als 1875/76 das Institutsgebäude der Physik in Betrieb ging, war für die Meteorologie insofern vorgesorgt, als Raum vorgesehen war und auch die zuvor bereits bestehende Wetterbeobachtungsstation übernommen wurde, deren Betreuung dem ersten Assistenten der Physik oblag. Die Lehre der Meteorologie blieb vorerst jedoch weiterhin in die allgemeine Physik integriert und ist wohl nicht immer mit gleicher Hingabe betrieben worden. Als der erste einigermaßen moderne Vortragende der Meteorologie an der Universität Graz dürfte wohl der Extraordinarius Simon Subič anzusehen sein, bis um 1890 Paul Czermak sich diesem Gebiet zuwandte und damit eine Intensivierung dieses Bereiches auslöste.

### Die Errichtung der Lehrkanzel

Im Dezember 1894 hat die Grazer Philosophische Fakultät eine Kommission eingesetzt, welche Vertretungsbedarf auf einem Grenzgebiet feststellte, "*welches zwischen Physik einerseits, Astronomie und Geographie andererseits gelegen ist und außer der Meteorologie noch eine Gruppe von Disziplinen umfaßt, welche in der Literatur bald mit 'Physik der Erde', bald mit 'kosmischer Physik' oder auch mit Meteorologie in weiterem Sinne bezeichnet wird, obwohl keine dieser Bezeichnun-*

---

gen völlig paßt, da dieselben bald zu weit, bald zu enge gewählt sind. Das Gemeinsame der hierher gehörigen Disziplinen liegt, nicht so sehr in dem Stoffe als vielmehr in der Methode, welche eine wesentlich physikalische ist und das ist auch der Grund, weshalb dieses ganze Gebiet von den Physikern gepflegt werden muß.“ Man einigte sich darauf, diese angestrebte neue Lehrkanzel in Analogie zu der bereits in Innsbruck bestehenden Lehrkanzel mit *“kosmische Physik”* zu bezeichnen, wobei man allerdings *“die speziell astronomischen Gebiete”* ausgeklammert wissen wollte. Der neu zu ernennende Professor sollte auch jene Station leiten, die bisher der jeweilige Erste Assistent des Physikalischen Instituts versehen hatte. Inhaltlich ordnete man der neuen Professur zu *“die Theorie des Luftdruckes und der Winde die thermischen Einflüsse auf die Luftbewegung, die Lufterlektrizität, Gewitterbildung, die Physik der Blitzschläge, das Hagelphänomen, die Wolken- und Nebelbildungen und die übrigen hydrometrischen Erscheinungen. Dann die optischen Phänomene: Intensität des Sonnenlichts, Polometrie und Actinometrie, Spektroskopie des Himmelslichtes, Dämmerungsfarben, Polarisationserscheinungen, Regenbogen, Höfe, Ringe, Polarlicht usw.”*

Für die Besetzung wurde **Paul Czermak** (1896–1897) vorgeschlagen, der damals bereits der Leiter der 1888/89 von Boltzmann, Richter und Frischauf beantragten und eingerichteten (neuerlichen) meteorologischen Beobachtungsstation war und sich seit 1890 dem neuen Fach zugewandt hatte. Czermak ist im März 1896 zum Extraordinarius allerdings *“der Physik”* ernannt worden, freilich mit einem Lehrauftrag für Meteorologie, sodass diese Ernennung letztlich das Fach Meteorologie in Graz begründete, in welchem Österreich gerade in dieser Zeit eine führende Stellung in der Welt einnahm. Czermak, der sich als Assistent bei Boltzmann habilitiert hatte, hat seine neue Stellung nur sehr kurz innegehabt, da sich im Herbst 1896 der Doyen des Faches, Julius Hann, entschloss, seine Wiener Position aufzugeben und sich an eine kleinere Universität zurückzuziehen – ein Wunsch, dem nachzukommen man sich in der Unterrichtsverwaltung verpflichtet fühlte, indem man Czermak nach Innsbruck ernannte (der dort wirkende Perntner wurde Hanns Nachfolger in Wien), um die Grazer Stellung für Hann frei zu machen.

So übernahm Ende 1897 **Julius Hann** (1897–1900), eine der ganz großen Zelebritäten des Faches, die Meteorologie in Graz, selbstverständlich als Ordinarius. Hann hat in Graz allerdings sehr schnell festgestellt, dass er sich verkalkuliert hatte: Es fehlte ihm jene Bibliothek, deren er zur Herausgabe seiner Zeitschrift und für seine Arbeiten unabdingbar bedurfte. So setzte man bereits zu Anfang 1898 seine Rückberufung nach Wien in Gang, die 1900 vollzogen wurde.

Die Folgen dieser Geschehnisse waren für die Grazer Philosophische Fakultät allerdings insofern unerfreulich, als das Ministerium für die Dauer der Aktivität Hanns zur Kompensierung der durch die nun gegebene Doppelbesetzung in Wien das Grazer Extraordinariat einstellte; so ist die erstmals mit Eittingshausen, dann mit Klemenčič und hierauf mit Czermak mit der Zielsetzung Meteorologie besetzte außerordentliche Lehrkanzel für (Experimental-)Physik bis auf weiteres stillgelegt worden.

---

Erst 1904 gelang eine Wiederbesetzung unter dem Titel Meteorologie. Als nämlich der alte Extraordinarius Simon Subič 1902 ausschied, blieb Pfaundler als einziger Vertreter der Allgemeinen bzw. der Experimentalphysik zurück, womit sich das Ministerium der Forderung auf Restituierung des Extraordinariats nicht mehr weiter verschließen konnte. Ernannet wurde der Exner-Schüler **Hans Benndorf** (1904–1910), dessen Bereich intern als "*Physikalisches Institut, Abteilung 2: Geophysik und Meteorologie*" bezeichnet wurde und damit eine gewisse Abgrenzung gegenüber dem klassischen Physikalischen Institut erfahren hat. Benndorf, der eine sehr bedeutende Rolle gespielt hat, hat 1910 als Nachfolger Pfaunders das Ordinariat für (allgemeine und experimentelle) Physik übernommen (s.dort).

Benndorfs Übertreten in die Physik löste eine vollwertige Besetzung der Meteorologie aus: Es wurde **Heinrich Ficker von Feldhaus** (1911–1919–1923) zum Extraordinarius für Meteorologie und Geophysik ernannt. Ficker, Sohn des Historikers Julius von Ficker, hatte im Ersten Weltkrieg Kriegsdienst in der Luftschiffabteilung zu leisten (währenddessen versahen der Astronom Hillebrand und die Assistentin Angelika Szekely Institut und Beobachtungsstation) und kehrte erst 1918 auf die Professur zurück; 1919 wurde er zum Ordinarius ernannt. 1923 ist er nach Berlin berufen worden, wo er auch Direktor des Preußisch-Meteorologischen Instituts in Berlin wurde. 1937 ist er nach Wien gegangen. Wissenschaftlich war Ficker eine Kapazität ersten Ranges – er erforschte das Phänomen des Föhns, entwickelte als erster Kenntnis von den Grenzflächen von Luftmassen und damit von deren frontartigem Vordringen; er erkannte auch, dass Druckwellen in der Stratosphäre wesentliche Faktoren im Mechanismus des Wettergeschehens sind, was damals neu war und von der konkurrierenden norwegischen Schule lange nicht anerkannt worden ist; überhaupt war die Erarbeitung der Wetterwirksamkeit der Stratosphäre Fickers eigentliche Leistung. Er hat wesentlich dazu beigetragen, die Meteorologie auf eine neue Ebene zu heben. Unter Ficker hat sich, ab 1912, seine Lehrkanzel als eine eigene Einheit vom Physikalischen Instituts abgelöst, 1914 ist sie erstmals als "Institut für Geophysik und Meteorologie" angesprochen worden, ohne dass diese Verhältnisse dezidiert geregelt worden wären.

Als Nachfolger für Ficker schlug man in raschem Entschluss auf dessen Anregung primo loco den damaligen außerordentlichen Professor an der Universität Hamburg und Meteorologen an der dortigen Seewarte, **Alfred Wegener** (1924–1930), vor, der auch tatsächlich ad personam zum Ordinarius für Meteorologie und Geophysik ernannt wurde. Wegener war sehr interessiert, die Lehrkanzel in Graz zu übernehmen, da er an eine ruhige und kleinere Universität strebte, wo er ohne großes Institut rein der Forschung leben wollte. Am 10. Mai 1924 hielt er seine Antrittsvorlesung über "Die Theorie der Kontinentalverschiebung und ihre Bedeutung für die systematischen und exakten Naturwissenschaften". 1929 führte Wegener eine Vorexpedition für eine Grönland-Durchquerung in den Jahren 1930 und 1931 durch, über die Wegener dem Ministerium einen eingehenden Bericht vorgelegt hat. Auf der Hauptexpedition ist Wegener vermutlich im November 1930 auf dem Inlandeis Grönlands höchstwahrscheinlich einem bereits 1914 festgestellten Herzleiden erlegen. Wegeners Name ist untrennbar verbunden mit der Kontinentalverschiebungstheorie. Die Vorstellung, dass die Kontinente vereint gewesen und getrennt worden

---



seien, hat er nicht als erster verfolgt – bereits um 1600 hat man die Ähnlichkeit der Konturen der afrikanischen und der südamerikanischen Atlantikküsten bemerkt, und vor allem im 19. Jahrhundert haben verschiedene Gelehrte auf Zusammenhänge hingewiesen; Wegener aber, der die Idee erstmals in einem Vortrag in Frankfurt im Jänner 1912 öffentlich äußerte, hat die Idee nachdrücklicher verfochten und durch mehr und mehr wissenschaftliche Argumente vertieft und mit seinem 1915 erschienenen Buch “Die Entstehung der Kontinente und Ozeane” eine Flut von Literatur ausgelöst. Er vertrat darin die Auffassung, dass der ursprünglich eine Kontinent Pangäe in eine Reihe von großen, in der Folge in einem von ihm näher beschriebenen Prozess auseinanderdriftenden Teilen zerbrochen sei. Eines der Hauptprobleme von Wegeners Theorie war die Frage der die postulierten Vorgänge ermöglichenden Kräfte und Mechanismen. Wegener ist in seiner Grazer Zeit mit den an der Universität Graz wirkenden Geologen kaum ins Gespräch gekommen; dies resultierte wohl wesentlich aus den geologischen Anschauungen, wie sie in der Frage der Entstehung und des Aufbaus der Alpen entwickelt worden sind (in diesem Prozess nahm die Geologie in Graz eine nicht unbedeutende Rolle ein). Das Nichtzustandekommen engerer wissenschaftlicher Beziehungen zwischen Wegener und den Geologen in Graz bzw. in Österreich erscheint aus heutiger Sicht umso bedauerlicher, als ab 1921 Robert Schwinner am Institut für Geologie und Paläontologie Vorlesungen über Physikalische Geographie aufnahm und gemeinsam mit Franz Heritsch und Otto Ampferer zur Theorie tiefliegender thermisch bedingter Konvektionsströmungen gelangte. Ampferer versuchte bald, Wegeners und seine Vorstellungen zu einer Synthese zu vereinigen, und gelangte dabei zu Formulierungen, die die Vorstellungen der modernen “New Global Tectonic” in vielem vorwegnahmen. Zu engerer Zusammenarbeit der Beteiligten ist es jedoch weiterhin offenbar nicht gekommen. Wegener ist aber auch in anderen Bereichen tätig gewesen, so insbesondere im Bereich der Atmosphärenforschung.

Nachfolger Alfred Wegeners wurde sein Bruder **Kurt Wegener** (1932–1942, 1945–1947) als Extraordinarius der Meteorologie und Geophysik; die Jahre 1942–1945 verbrachte K. Wegener zeitweise in Argentinien. Er hat die wissenschaftlichen Ergebnisse der Grönland-Expeditionen von 1929 und 1930/31 bis 1935 in sechs Bänden veröffentlicht, und viele seiner wissenschaftlichen Arbeiten stehen in direktem Zusammenhang mit oder im Umfeld der von seinem Bruder verfolgten Themen, wie er überhaupt erst nach Abschluss des Expeditionsberichtes eine eigenständige und fortführende wissenschaftliche Tätigkeit entfaltete; er ist dabei in den 1930er Jahren auf die Frage der Temperatur im Weltraum bzw. in den obersten Schichten der Atmosphäre, in den 1940er Jahren auf Fragen der Isostasie, der Schweremessung, der Polflucht und des Luftdrucks, in den 1950er Jahren insbesondere auf die Sonneneinstrahlung eingegangen und forderte 1953 die Erkundung der oberen Schichten der Atmosphäre mit Hilfe von Raketen. Daneben hat er sich mit dem Flugwesen – Segelflug wie auch Motorflug – beschäftigt. Seine umfassenden Pläne zur Ausgestaltung des Instituts wie zur Ausweitung der Meteorologie bis hinein in die Organisation der Landwirtschaft etc. sind nicht realisiert worden.

1941 wurde der Geologe **Robert Schwinner** (1941–1946) mit der Leitung der Benndorf’schen Erdbebenstation wie des Instituts für Meteorologie und Geophysik

---

beauftragt, in welchem Zusammenhang er 1944 und 1945 – vermutlich in Kooperation mit dem nachmals in den USA tätigen **Heinz Lettau** (1944–1945) als Direktor (der vermutlich nie in Graz war) fungierte.

Als Kurt Wegener nach seiner Rückkehr 1945 im Jahre 1947 ausschied, wurde der 1947 habilitierte **Otto Burkard** (1948–1950–1978) erst provisorisch, dann ab 1950 definitiv zum Leiter des Instituts für Meteorologie und Geophysik mit Erdbebenstation und Ionosphärenstation und 1949 zum Extraordinarius und 1963 zum Ordinarius des Faches Meteorologie und Geophysik ernannt, der den Fachbereich erheblich ausweitete; als ein Pionier der Ionosphärenphysik betrieb er lange die einzige diesbezügliche Station auf dem Kontinent und vertrat Österreich in den entsprechenden internationalen Gremien. Als Burkard 1979 ausschied, wurde **Siegfried Bauer** (1981–1998) sein Nachfolger, der zuvor am Goddard Space Flight Center der US-Weltraumbehörde NASA tätig gewesen war. 2003 folgte ihm **Gottfried Kirchengast**.

## 2.6 ASTRONOMIE

Die Astronomie zählt zu den großen alten Fächern der Naturwissenschaften und war stets eine die Physik wie Mathematik beflügelnde Disziplin. Gleichwohl hat sie – wegen dieser engen Verknüpfung mit diesen Grundlagenfächern – an den Universitäten lange keine Eigenständigkeit erlangt, sondern ist in das integriert worden, was man in der Neuzeit unscharf als “Physik” zu bezeichnen pflegte.

Wie Mathematik und Physik erfuhr auch die Astronomie bei den Jesuiten bevorzugte Pflege – über den Mathematischen Turm und die astronomischen Bemühungen der Jesuiten s. oben. Im Vormärz haben die Physiker diese Tradition mit unterschiedlichem Einsatz und nahezu ohne spezifische Mittel fortzuführen gesucht. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts trat eine Belebung der Astronomie ein, als sich der Mathematiker Karl Frischauf, der Assistent an der Wiener Sternwarte gewesen war, auch dieses Bereiches annahm und mit der Ernennung des 1867 für angewandte Mathematik einschließlich der mathematischen Geographie und der Astronomie habilitierten **Karl Friesach** (1869–1891) zum Extraordinarius für diesen Bereich für eine Aufwertung auch der Astronomie in der Fakultät sorgte. Friesach hat, Toepler unterstützend, wesentlich für die Errichtung des Observatorium-Turmes im Verband des neuen Physikalischen Instituts und dessen freilich einfache Ausstattung gesorgt. Von ihm stammen die ersten neueren astronomischen Arbeiten, die an der Universität entstanden sind. Die neue Unterbringung vermochte allerdings am zentralen Problem der Astronomie in Graz nichts zu ändern – dass sie nämlich über keinerlei eigenständige Beobachtungsmöglichkeiten verfügt und der Bau einer Sternwarte außerhalb des Stadtbereiches zu keinem Zeitpunkt zu erhoffen war.

Als Friesach 1891 starb, hatte sich bereits die Entwicklung der Spektrographie und damit einer wesentlichen Ausweitung der Astronomie hin zur Astrophysik angebahnt, und in Anbetracht von Friesachs Alter (er war 1821 geboren) wurde die Schaffung einer spezifisch astronomischen Professur angebahnt, die auch 1891 mit der noch von Ludwig Boltzmann persönlich in die Wege geleiteten Berufung von

---

**Josef von Hepperger zu Tirschtenberg und Hoffenthal** (1891–1901) zum Extraordinarius der Astronomie und höheren Geodäsie realisiert wurde. Hepperger musste sich freilich in Ermangelung hinreichender Instrumente auf die theoretische Astronomie beschränken, in der er sich einen ausgezeichneten Ruf erwarb. Seine Ernennung zum Ordinarius wurde verschiedentlich beantragt, blieb aber erfolglos, zumal Hepperger 1901 auf die Zweite Lehrkanzel der Astronomie in Wien berufen wurde. In Graz hat er über die Brechung und Absorption des Lichtes in der Erdatmosphäre und vor allem über die Bahn des Biela'schen Kometen gearbeitet, für welche Arbeit er 1900 mit dem Damoiseau-Preis des Institute de France ausgezeichnet worden ist. Es folgte ihm 1902, erst als Extraordinarius und ab 1911 als Ordinarius **Karl Hillebrand** (1902–1933), der sich vor allem mathematischen Fragen seines Faches widmete. In den nachfolgenden, wirtschaftlich wie politisch schwierigen Jahren wurde das Fach vom Dozenten **Oskar Mathias** (1933–1938, 1945–1955–1965–1969) versehen, der 1938 entlassen wurde. 1942 erfolgte mit der Ernennung von **Karl Stumpff** (1942–1945) wieder eine Besetzung der Professur; er brachte Instrumente und Personal aus Belgrad nach Graz und bahnte die wesentlich später erfolgte Einrichtung einer Beobachtungsstation auf dem Lustbühel im Osten von Graz an. Als Stumpff 1945 entlassen wurde, kehrte Mathias zurück, der aber erst 1955 zum Extraordinarius und 1965 zum Ordinarius ernannt worden ist und auch die Direktion des Sonnenobservatoriums auf der Kanzelhöhe übernommen hat, das 1945 von der Kärntner Landesregierung der Universität zur Betreuung übergeben worden war und 1953 angegliedert wurde. Mathias bahnte in mühseliger Arbeit den Bau einer Beobachtungsstation am Lustbühel an, der erst gelang, als sich in den 1960er Jahren die Meteorologen der Universität und die Geodäten der Technischen Hochschule diesem Vorhaben anschlossen. 1976 konnte die Station Lustbühel mit einem 40cm-Spiegel in Betrieb gehen. Auf den 1969 emeritierten Mathias folgte **Hermann Haupt** (1970–1994). Nach ihm ist eine Besetzung der Astronomie nicht mehr erfolgt. Das Fach wurde von Arnold Hanslmaier versehen, der 2005 eine Vertragsprofessur für Computational Astrophysics übernommen hat.

## 2.7 PHYSIK IM BEREICH DER MEDIZIN

1974 wurde an der Medizinischen Fakultät ein Institut für Medizinische Physik, sehr bald für Medizinische Physik und Biophysik, eingerichtet, auf dessen Ordinariat 1974 **Helmut Tritthart** berufen wurde. Dieses Institut wurde 1993 um ein mit **Bernd Koidl** besetztes Extraordinariat erweitert und ist im Rahmen der durch das Universitätsgesetz 2002 bewirkten Teilung der alten Karl-Franzens-Universität Graz an die neue Medizinische Universität Graz übergegangen, wo es mittlerweile als Institut für Biophysik von Bernd Koidl geleitet wird.

---



### **3 Geräte aus dem Institut für Physik**

von Klemens K.M. Rumpf unter Mitarbeit von Petra Granitzer

#### **3.1 ATWOOD'SCHE FALLMASCHINE**

Unter Toepler 1871 angefertigt. Das Prinzip des Geräts geht auf George Atwood (1745–1807) zurück, der dieses ca.1780 erfand, und beruht darauf, dass über eine feste Rolle ein Faden läuft, an dessen Enden zwei gleich schwere Gewichte befestigt sind. Vergrößert man eines der Gewichte geringfügig, durch Anhängen eines Zusatzgewichtes, beginnt dieses, nun schwerere Gewicht, zu fallen, während das andere angehoben wird. Dadurch wird die Fallbewegung verlangsamt und einfacher messbar. Es diente ursprünglich der Untersuchung der Fallgesetze und war später wie das Grazer Gerät für die Demonstration derselben eingesetzt.

#### **3.2 INFLUENZMASCHINE NACH TOEPLER**

Wurde um 1870 nach Plänen von August Toepler in der Institutswerkstätte hergestellt.

Bei diesem Gerät, das sehr hohe Spannungen (bis zu mehreren Zehntausend Volt) erzeugen kann, rotieren zwei Glas- oder Plexiglasscheiben, früher auch Scheiben aus Hartgummi, in gegenläufiger Richtung. Auf den Scheiben sind Metallstreifen aufgeklebt. Leitende (Metall-)Bürsten verbinden gegenüberliegende Metallstreifen der Plexiglasscheiben. Entsteht durch Reibung auf der einen Seite eine Ladungsansammlung, werden auf der gegenüberliegenden Seite durch elektrische Influenz zwangsläufig entgegengesetzte Ladungen bewirkt. Diese Ladungen werden bei der weiteren Drehung der Scheibe von Kontakten (Metallbürsten) aufgenommen und zu einem Kondensator, der für hohe Spannungen geeignet ist (z.B. eine sog. Leidener Flasche), geleitet.

Die Influenzmaschinen stellten zur damaligen Zeit neben elektrochemischen Zellen, die zu Batterien zusammengeschlossen wurden, die einzigen brauchbaren Elektrizitätsquellen dar. Ihre Effizienz konnte durch die Verwendung mehrerer synchron laufender Scheiben gesteigert werden. Toepler befasste sich ab 1865 mit diesen Geräten.

---

### **3.3 “TOEPLER–BOLTZMANN-VITRINE”**

#### **3.3.1 Helmholtz-Resonatoren**

1870 bei Rudolph König in Paris erworben; mit passendem Stimmgabelsatz als Vergleichsschallquellen; dienten zur Klanganalyse von Musikinstrumenten und um eine physikalisch akustische Analyse der menschlichen Stimme durchzuführen. Die Hohlraumresonatoren stellten ein einfaches Mittel dar, um die an einem Klang beteiligten Partialtöne aufzufinden (akustischer Filter für das Ohr). Die Methode geht ursprünglich auf Hermann von Helmholtz (1821–1894) zurück.

Der Resonator besteht aus einem Gasvolumen mit einer engen Öffnung nach außen. Ein vereinfachendes Erklärungsmodell besagt, dass durch die Elastizität des Luftvolumens im Inneren in Kombination mit der trägen Masse der in der Öffnung befindlichen Luft ein mechanisches Masse-Feder-System mit einer ausgeprägten Eigenresonanz entsteht; ein Beispiel für einen Helmholtz-Resonator ist eine angeblasene Flasche: Die Luft im Flaschenhals wirkt als träge Masse, die über der “Luft-Feder” im Innern der Flasche schwingen kann. – In Wahrheit verhalten sich die Dinge komplexer, und es darf auch nicht übersehen werden, dass die Klanganalyse mit Hilfe der Helmholtz-Resonatoren ein sehr subjektives Verfahren ist.

#### **3.3.2 Verästelte Stimmgabeln**

Unter Leopold Pfaundler 1894 in der Institutswerkstätte angefertigt. Sie dienten der Herstellung und Untersuchung von Klängen, die aus mehreren verschiedenen sinusförmigen Schwingungen zusammengesetzt sind (Grund- und Obertöne).

#### **3.3.3 Toepler’scher Schlierenapparat (Original Objektive)**

Anschaffung ca. 1871.

Diese Originalobjektive von August Toepler dienten dazu, kleinste Brechzahlunterschiede in Gasen, Flüssigkeiten und transparenten Festkörpern durch Projektion sichtbar zu machen (Schlieren). Vorgänge, die zu solchen Brechzahlunterschieden führen, können damit untersucht werden – so z.B. die Konvektion bei der Erwärmung eines Gases oder einer Flüssigkeit sowie Durchmischungsvorgänge. Ernst Mach bediente sich dieser Methode, um Druckwellen (Kopfwellen) von Geschoßen abzubilden; heute wird diese 1864 entwickelte Methode in vielen technischen Zusammenhängen angewendet (z.B. in der Spannungsoptik und in der Strömungstechnik; bei der Entwicklung von Einspritzverfahren im Motorenbau ist das Verfahren heute durch Computersimulationen und andere, modernere Messverfahren ersetzt).

---

### **3.3.4 Rotierender Spiegel nach Rudolph König (Stroboskop)**

Um 1870 unter August Toepler gekauft.

Dieses Gerät stellt eine Variante eines Stroboskops zur Visualisierung schneller Vorgänge dar. Schnell schwingende Lichtstrahlen konnten auf diese Weise einer Beobachtung zugänglich gemacht werden.

### **3.3.5 Elektromagnetische selbst erregende Stimmgabel**

1874 bei Rudolph König (1832–1901, hervorragender Feinmechaniker und Wissenschaftler in Paris, vor allem im Bereich der Akustik tätig) erworben; um die Schwingung einer Stimmgabel permanent aufrecht zu erhalten, wurde diese mit Elektromagneten angeregt. Die dazu notwendige periodische Unterbrechung des elektrischen Stromes wurde durch einen Quecksilberkontakt (Nadelspitze im Quecksilberbad) realisiert.

## **3.4 “BOLTZMANN-VITRINE”**

### **3.4.1 Drehwaage (auch als Torsionwaage bezeichnet)**

Das Prinzip der Drehwaage ähnelt dem der Gravitations-Waage von Henry Cavendish (1731–1810) und wurde maßgeblich von Charles Augustin de Coulomb (1736–1806) entwickelt. Man benutzt dieses Gerät zur Messung sehr kleiner Kräfte, z.B. der Massenanziehung zwischen zwei Bleikugeln oder der elektrostatischen Anziehung zwischen zwei verschieden geladenen Körpern. Ein horizontal an einem Faden hängender Stab trägt an seinen Enden je einen ungeladenen oder geladenen Körper und wird bei der Annäherung einer Masse oder einer elektrischen Ladung aus der Ruhelage gedreht. Das Ausmaß der Drehung ist ein Maß für die wirkende Kraft; die Gegenkraft wird durch die Torsion des Fadens bewirkt. Meistens ist diese so gering, dass die Richtungsänderung mit Hilfe eines Lichtstrahls abgelesen wird, der an einem am Faden befindlichen kleinen Spiegel (Poggendorff-Spiegel) reflektiert wird. Um äußere Einflüsse auszuschalten, sind derartige Waagen häufig in evakuierten Gefäßen untergebracht. Das ausgestellte Gerät wurde vermutlich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts an der Universität hergestellt.

Boltzmann verwendete dieses oder ein derartiges Gerät zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten.

---

### 3.4.2 Kohlrausch-Kondensator

In der Werkstätte des Physikalischen Instituts unter Boltzmann 1878 hergestellt.

Bei diesem von Friedrich Kohlrausch (1840–1910) entwickelten Messkondensator konnten der Plattenabstand und die Parallelität der Platten exakt eingestellt werden. Dieses Gerät konnte verwendet werden, um die Dielektrizitätskonstanten verschiedener Dielektrika zu bestimmen.

### 3.4.3 Thomson'sches Quadrantenelektrometer

Empfindliches Präzisionsmessgerät zur Spannungs- und Ladungsmessung nach William Thomson (1824–1907, Lord Kelvin of Largs). Boltzmann verwendete bei der Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten ein solches Gerät. Später wurde es für luftelektrische Forschungen eingesetzt.

### 3.4.4 Dielektrische Kugeln

Boltzmann bestimmte mittels selbst gebauter Drehwaagen die Dielektrizitätskonstante verschiedener Isolatoren. Dazu verwendete er Kugeln aus Glas, Selen, Kalkspat, Quarz und Flussspat.

### 3.4.5 Oszillatoren nach Heinrich Hertz

Wurden 1890 unter Boltzmann in der Werkstätte des Physikalischen Institutes angefertigt. Ludwig Boltzmann führte damit die damals hoch aktuellen Experimente von Heinrich Hertz zum Nachweis der Existenz elektromagnetischer Wellen durch.

### 3.4.6 Bicykel

Dieses Gerät geht auf ein mechanisches Modell zurück, das Maxwell bereits 1865 zur Veranschaulichung von Phänomenen erdacht hatte, die in induktiv miteinander gekoppelten Stromkreisen beobachtet werden können. Die mechanistische Erklärung auch elektromagnetischer Vorgänge beschäftigte Ludwig Boltzmann lange Zeit. Zu Ende seiner Grazer Zeit entwickelte er ein Bicykel, das er vom Grazer Mechaniker Anton von Gasteiger bauen ließ, das er dann nach München mitnahm und das dann als Modell für eine verbesserte Version diente. Das gezeigte Gerät ist ein am Institut für Physik aus dem Jahr 1982 an Hand der ursprünglichen Konstruktionszeichnungen im Besitz des Deutschen Museums in München hergestellter Nachbau.

Es handelt sich um einen raffinierten *“Getriebemechanismus, der die induktive Kopplung zweier elektrischer Stromkreise mechanisch veranschaulicht. Mit Hilfe ausgeklügelter Vorrichtungen zur Regulierung der Trägheitsmomente der drehbaren Teile, die aus der Steuerung von Dampfmaschinen abgeleitet sind (z.B. Fliehkraftregler), ist es möglich, die Phänomene der Induktion und der Selbstinduktion von elektrischen Strömen zu*

---



*simulieren, insbesondere auch die Lenzsche Regel, wonach der induzierte Strom der induzierenden Ursache entgegenwirkt. Eben dies ist mit Hilfe des Modells darstellbar, wenn man den unteren Teil des Apparates dreht: solange die Geschwindigkeit wächst, dreht sich der obere Teil entgegengesetzt; bei konstanter Drehung des unteren ist der obere Teil in Ruhe; nimmt die Geschwindigkeit des unteren Teiles ab, so dreht sich der obere Teil gleichsinnig. Die Trägheitsmomente der an den Armen oben und unten befestigten Massen simulieren jeweils die Selbstinduktionskoeffizienten von Stromkreisen; das Trägheitsmoment der Masse der mittleren Arme entspricht dem Koeffizienten ihrer gegenseitigen Induktion. Darüber hinaus können weitere Erscheinungen der Induktion dargestellt werden (s. Boltzmanns Erläuterungen in seinen Vorlesungen zu Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes, vor allem vierte und sechste Vorlesung).” (Hohe-  
nester).*

Die Problematik der mechanischen Darstellung derartiger Vorgänge hat Boltzmann auch in seiner dritten Wiener Professur noch beschäftigt – 1896 hat Fritz Hasenöhrl eine Seminararbeit bei Boltzmann (und zugleich eine seiner ersten wissenschaftlichen Publikationen) dem “Mechanische[n] Polycykel als Analogon der Inductionswirkung beliebig vieler Kreisströme” gewidmet.

### **3.5 VITRINE MIT PFAUNDLER‘SCHEN MODELLEN ZU BOLTZMANNS 60. GEBURTSTAG**

#### **3.5.1 Gasmodell mit Unterbrecher (“elektrisches Billard”)**

Unter Leopold Pfaundler 1903 in der Institutswerkstätte angefertigtes Modell zur Darstellung der kinetischen Gastheorie. Es handelt sich um das Originalmodell, das geringfügig verändert wurde (u.a. wurde der Quecksilber-Federunterbrecher durch einen elektronischen Frequenzgenerator ersetzt).

Das Gerät demonstriert mit Hilfe der an durch Elektromagneten in Schwingungen versetzten Blattfedern sitzenden Kugeln zweidimensional die Bewegung von Gasmolekülen, die durch die auf der Glasplatte befindlichen Kugeln dargestellt werden. Temperaturänderungen können durch die Änderung der Stromstärke in den Spulen der Elektromagneten dargestellt werden. Mit Hilfe dieses Gerätes können, wie Pfaundler selbst angibt, verschiedene Vorgänge demonstriert werden:

*“1. Bewegung gleichartiger Gasmolekeln in einem Gefüße mit erwärmten Wänden*

*Man wirft eine Anzahl bis zu 20 freier, elastischer Kugeln gleicher Größe aus Marmor auf die Glasplatte. Dieselben erhalten bei der Berührung mit den schwingenden Randkugeln Stöße und fahren, vielmals unter sich zu-*

---

sammenstoßend, in dem Raume hin und her. Die Verluste an lebendiger Kraft, die sie durch die geringe Reibung erleiden, werden durch den fortwährenden Zuschuß von den Rändern her ausgeglichen, so dass alsbald ein stationärer Zustand eintritt, bei welchem eine mittlere lebendige Kraft derselben durch längere Zeit konstant erhalten wird, die durch Änderung der Stromstärke etwas erhöht oder vermindert werden kann. Es zeigt sich dabei ganz nett, wie die einzelnen Kugeln die verschiedensten Geschwindigkeiten annehmen, die sie beim Stoße austauschen. Verfolgt man eine besonders gefärbte Kugel, so sieht man, daß sie selten einen längeren ungestörten Weg von einem Rande zum gegenüberstehenden zurücklegt, indem die mittlere Weglänge infolge der Zusammenstöße eine viel kürzere ist. Man überzeugt sich durch Abzählen während einer längeren Zeit, daß durchschnittlich alle Randkugeln gleich oft von Stößen getroffen werden.

2. *Allmähliche Erwärmung eines auf dem absoluten Nullpunkt befindlichen Gases durch die Gefäßwände.*

Man sammelt bei unterbrochenem Strom alle Kugeln in der Mitte der Glasplatte (welche genau horizontal gestellt ist), versetzt dann die Randkugeln in Schwingung und wirft eine einzige Kugel an den Rand. Sie vermittelt dann allmählich die Bewegung sämtlicher Kugeln, welche binnen wenigen Sekunden in stationäre Bewegung geraten.

3. *Kondensation von Dämpfen.*

Man hemmt durch Anlegen der Hand die Schwingungen einer Anzahl von benachbarten Randkugeln, was ihrer Abkühlung entspricht. Sofort sammeln sich die frei beweglichen Kugeln in deren Nähe und kommen zur Ruhe.

4. *Diffusion*

Man legt bei ruhenden Randkugeln auf die beiden Hälften der Glasplatte verschieden gefärbte Kugeln. So wie die Schwingungen der Randkugeln beginnen, tritt alsbald eine vollständige Vermischung der freien Kugeln ein.

5. *Zwei Gase von verschiedenem Molekulargewicht.*

Man nimmt die Hälfte der Kugeln aus Stahl, die andere Hälfte aus Marmor (oder aus Marmor und Holz). Man bemerkt sofort, daß sich die leichteren Kugeln schneller bewegen und daher auch rascher in die schwereren diffundieren.

6. *Wirkung auf einem Kolben.*

Man setzt quer über die Mitte der Glasplatte einen Stab aus elastischem Material mit quadratischem Querschnitt und gibt auf beide Seiten gleich viele gleich schwere Kugeln. Der Stab (Kolben) bleibt im wesentlichen an seiner Stelle. Man gibt auf die eine Seite mehr Kugeln als auf die andere, der Stab wird gegen die letztere verschoben. Dieses Experiment gelingt weniger vollkommen, weil die Zahl der Kugeln zu gering ist, als daß die Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung zum sicheren Ausdruck kämen. Dazu müßte der Apparat größer gebaut werden.

7. *Gas, welches der Schwere ausgesetzt ist*

Man neigt mittels der Stellschrauben den Apparat schief, so daß eine Schmalseite tiefer zu stehen kommt.”

---

Zur Erzeugung eines pulsformigen Stromes für die elektromagnetische Anregung der Blattfedern mit den fix montierten Metallkugeln, die die Gefäßwände darstellen, wurde ein Quecksilberunterbrecher verwendet.

Dieses Gerät wurde zu Boltzmanns 60. Geburtstag hergestellt und ist in der ihm aus demselben Anlass gewidmeten Festschrift beschrieben.

S. auch Kapitel 4 "Projektion der Computersimulation".

### 3.5.2 Festkörpermodell

Dieses Originalmodell zur Darstellung der Wärmebewegung in festen Körpern wurde unter Leopold Pfaundler 1899 in der Institutswerkstätte angefertigt und geringfügig ergänzt (ein Anregungsmechanismus war ursprünglich nicht vorhanden). Das Modell veranschaulicht die Wärmebewegung in Festkörpern; nach Pfaundler kann dreierlei gezeigt werden:

1. *Bewegung des ganzen Körpers (geordnete Bewegung): Ein leichter Stoß mit der flachen Hand versetzt den ganzen Körper in Schwingungen, ohne daß die einzelnen Kugeln in merkliche Schwingungen geraten.*
2. *Erzeugung von Wärme durch Stoß, innere Wärmeleitung: Ein rascher Stoß auf eine einzelne Kugel pflanzt sich durch den ganzen Körper fort und versetzt alle Kugeln in schwingende Bewegung um ihre Ruhelagen.*
3. *Äußere Wärmeleitung: Ein so 'erwärmter' Körper überträgt einen Teil seiner Wärmebewegung auf einen zweiten, mit dem er in Berührung gebracht wird."*

Auch dieses Gerät wurde zu Boltzmanns 60. Geburtstag hergestellt und ist ebenfalls in der ihm aus demselben Anlass gewidmeten Festschrift beschrieben.

## 3.6 "BENNDORF-VITRINE"

### 3.6.1 Benndorf-Elektrometer

Mechanisch elektrisch selbst registrierendes Quadrantenelektrometer. Es wurde 1902 von Hans Benndorf entwickelt und in weiterer Folge immer wieder verbessert. Das ausgestellte Gerät wurde 1909 gebaut. Sein Einsatz war im Bereich von luftelektrischen Beobachtungen, insbesondere in Registrierstationen verbreitet.

### 3.6.2 Unifilares Elektrodynamometer nach Kohlrausch

Herkunft unbekannt. Das Gerät ist aus zwei Spulen aufgebaut, wobei eine drehbar im Inneren der zweiten festen Spule montiert ist. Der Torsionsfaden dient gleichzeitig als Stromzuführung und sorgt auch für die rück-

---

treibende Kraft. Unten erfolgt die Kontaktierung über eine leitende Flüssigkeit. Je nach Beschaltung kann das Gerät als Amperemeter, Voltmeter (auch für Wechselströme) und Wattmeter verwendet werden.

### **3.6.3 Verstellbare Luftfunkenstrecke**

Wurde unter Benndorf zwischen 1910 und 1920 angeschafft. Es handelt sich um eine justierbare Luftfunkenstrecke (Funkenmikrometer), die für Hochspannungsmessungen (Durchschlagsfestigkeit von Luft) verwendet wurde.

### **3.6.4 Wassertropfeninfluenzmaschine**

1895 unter Leopold Pfaundler in der Werkstätte des Physikalischen Instituts angefertigt. Dieses Gerät geht auf William Thomson (Lord Kelvin) zurück. Aus zwei feinen Düsen fließen Wasserstrahlen, die sich kurz vor den Metallringen in Tröpfchen teilen. Sie fallen durch die Ringe in isolierte Behälter. Die Ringe sind leitend mit dem Wasser und einem jeweiligen gegenüberliegenden Behälter verbunden. Durch Influenz laden sich die Behälter stark auf, sodass hohe elektrische Spannungen entstehen.

### **3.6.5 Aluminiumblattelektroskop nach Exner**

Werkstätte des Physiologischen Instituts der Universität Wien 1908. Das Gerät diente zur Bestimmung der Potentialdifferenz zweier Punkte im Abstand von 1 Meter in Luft.

## **3.7 “HESS-VITRINE”**

### **3.7.1 Wulf’sches Einfeldenelektrometer**

Wurde 1937 unter Hess aus dem Inventar des Instituts für Strahlenforschung in Innsbruck übernommen. Dieses von Theodor Wulf (1868–1946) entwickelte Elektrometer besteht aus einem Wollastonfaden, der an seinem unteren Ende durch einen elastischen Quarzbügel gehalten wird. Beim Messen einer Spannung kommt es zu einer kleinen Auslenkung des vorgespannten Fadens. Diese Auslenkung ist ein Maß für die anliegende Spannung. Ein Ablesemikroskop mit integrierter Skala dient zur genauen Bestimmung der Fadenauslenkung.

---

### **3.7.2 Strahlungsapparat nach Kolhörster**

Dieser Apparat stammt aus dem Institut für Strahlenforschung der Universität Innsbruck und wurde unter Viktor Hess 1937 übernommen. Das Gerät diente zur Messung der von Hess entdeckten kosmischen Strahlung (Höhenstrahlung). Im Wesentlichen funktioniert das Gerät nach dem Prinzip einer Ionisationskammer. Werner Kolhörster (1887–1946) war neben Hess einer der Pioniere der Erforschung der kosmischen Strahlung.

### **3.7.3 Ebert'scher Ionenzähler**

Dieses Gerät nach Johannes Ludwig Ebert (1894–1956) wurde 1929 vom 2. Physikalischen Institut der Universität Wien übernommen. Hess hat mit diesem Gerät selbst Messungen durchgeführt. Es diente zur Aufnahme von Beweglichkeitsspektren ionisierter Teilchen in der Luft. Das Gerät ist eine Kombination aus Ionisationskammer, Wulf'schen Zweifadenelektrometer, Gebläse und Flügelradanemometer. Als Spannungsquelle war eine Zambonisäule integriert.

### **3.7.4 Saitenelektrometer nach Lutz**

Vor 1930; entwickelt von Carl Wolfgang Lutz (1878–1946); auch bei diesem Gerät ist die Ablenkung eines vorgespannten Fadens zwischen zwei Elektroden ein Maß für das angelegte Potential. Die exakte Bestimmung der Auslenkung erfolgte ebenfalls auf optischem Wege mit einem Mikroskop.

### **3.7.5 Dosenbarometer (Höhenmesser)**

Angeschafft von Ludwig Boltzmann zwischen 1875 und 1885; die Verformung des Deckels einer luftleeren Dose dient als Maß für die höhenabhängige Größe des äußeren Luftdrucks. Über einen Hebel wird diese Verformung mit einem Zeiger zur Anzeige gebracht.

### **3.7.6 Bourdon-Barometer**

Nach Eugène Bourdon (1808–1884). Die Streckung eines gasgefüllten gekrümmten Rohres mit elliptischem Querschnitt wird auf eine Zeigermechanik übertragen. Die Krümmung des Rohres ist abhängig vom äußeren Luftdruck.

## **3.8 PASSAGEINSTRUMENT**

Das Passageinstrument (auch als Durchgangsinstrument oder als "Mittagsrohr" bezeichnet) ist ein von Olaus Römer (1644–1710) erfundenes astronomisches Instrument zur Beobachtung des Durchganges der Sterne durch

---

den Meridian. Es besteht aus einem astronomischen, mit Fadenkreuz versehenen Fernrohr, welches rechtwinkelig auf einer horizontalen, genau von Osten nach Westen gerichteten Drehungsachse befestigt ist und sich in der Ebene des Meridians drehen lässt. Damit war eine präzise Zeit- und Ortsbestimmung möglich. Winkelablesungen konnten mit einer Genauigkeit von 0,1 Sekunden durchgeführt werden. Mit dem Gerät wurde z. B. auch eine genaue Bestimmung der geographischen Breite am astronomischen Observatorium des Physikalischen Instituts in Graz durchgeführt.

Dieses Gerät von Pistor & Martins in Berlin wurde unter Boltzmann 1890 angekauft und ersetzte ein bereits vorhandenes Gerät am astronomischen Observatorium des Grazer Physikalischen Instituts.

---

## 4 Projektion der Computersimulation

Das Programm "Molecules In Motion" von Gary Grossman (1997), University of California at Berkeley, simuliert zweidimensional die Molekülbewegung bei unterschiedlichen Temperaturen und Molekülmassen und auch Durchmischungsvorgänge und verdeutlicht damit jene Vorgänge, die Boltzmann, Maxwell und andere Physiker mit der kinetischen Gastheorie beschreiben konnten.

<http://mc2.cchem.berkeley.edu/Java/molecules/index.html>

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ludwig Boltzmann 1844–1906</b>	<b>5</b>
von Walter Höflechner	
1.1 Jugend, Studium und Assistentenzeit in Wien 1844–1868 (Vitrine 1)	7
1.2 Erste Grazer Professur 1869–1873 (Vitrine 2)	12
1.3 Erste Wiener Professur – Ordinarius der Mathematik 1873–1876 (Vitrine 2)	17
1.4 Zweite Grazer Professur – Ordinarius der (allgemeinen und experimentellen) Physik 1876–1890 (Vitrinen 3 und 4)	22
1.5 Die Professur in München 1890–1894 (Vitrine 5)	43
1.6 Die zweite Wiener Professur (Vitrine 6)	50
1.7 Die Professur in Leipzig 1900–1902 (Vitrine 7)	66
1.8 Die dritte Wiener Professur – Ausklang (Vitrine 7 und 8)	73
<b>2 Die Physik und ihre “Randfächer” an der Universität Graz</b>	<b>89</b>
Ein kurzer Überblick von Walter Höflechner	
2.1 Die Physik vor 1863	90
2.1.1 Die Zeit der Jesuitenuniversität 1585–1773	90
2.1.2 Die Zeit der Staatsuniversität 1773–1782 und des Lyzeums 1782–1827	91
2.1.3 Der Bereich Physik 1827–1863	92
2.2 Die Physik 1863–1938	93
2.2.1 Die Professur für (allgemeine und experimentelle) Physik	93
2.2.2 Das Extraordinariat für (allgemeine und experimentelle) Physik	95
2.2.3 Die Professur für Mathematische bzw. Theoretische Physik	98
2.3 Die Physik in der NS-Zeit 1938–1945	100
2.4 Zur Physik 1945–2002	101
2.4.1 Die Experimentalphysik	101
2.4.2 Die Theoretische Physik	101
2.5 Meteorologie und Geophysik	102
2.6 Astronomie	106
2.7 Physik im Bereich der Medizin	107
<b>3 Geräte aus dem Institut für Physik</b>	<b>109</b>
von Klemens K.M. Rumpf unter Mitarbeit von Petra Granitzer	
3.1 Atwood’sche Fallmaschine	109
3.2 Influenzmaschine nach Toepler	109
3.3 “Toepler–Boltzmann-Vitrine”	110
3.3.1 Helmholtz-Resonatoren	110
3.3.2 Verästelte Stimmgabeln	110
3.3.3 Toepler’scher Schlierenapparat (Original Objektive)	110
3.3.4 Rotierender Spiegel nach Rudolph König (Stroboskop)	111
3.3.5 Elektromagnetische selbst erregende Stimmgabel	111

---



3.4	“Boltzmann-Vitrine”	111
3.4.1	Drehwaage (auch als Torsionwaage bezeichnet)	111
3.4.2	Kohlrausch-Kondensator	112
3.4.3	Thomson’sches Quadrantenelektrometer	112
3.4.4	Diëlektrische Kugeln	112
3.4.5	Oszillatoren nach Heinrich Hertz	112
3.4.6	Bicykel	112
3.5	Vitrine mit Pfandler’schen Modellen zu Boltzmanns 60. Geburtstag	113
3.5.1	Gasmodell mit Unterbrecher (“elektrisches Billard”)	113
3.5.2	Festkörpermodell	115
3.6	“Benndorf-Vitrine”	115
3.6.1	Benndorf-Elektrometer	115
3.6.2	Unifilares Elektrodynamometer nach Kohlrausch	115
3.6.3	Verstellbare Luftfunkenstrecke	116
3.6.4	Wassertropfeninfluenzmaschine	116
3.6.5	Aluminiumblattelektroskop nach Exner	116
3.7	“Hess-Vitrine”	116
3.7.1	Wulf’sches Einfeldenelektrometer	116
3.7.2	Strahlungsapparat nach Kolhörster	117
3.7.3	Ebert’scher Ionenzähler	117
3.7.4	Saitenelektrometer nach Lutz	117
3.7.5	Dosenbarometer (Höhenmesser)	117
3.7.6	Bourdon-Barometer	117
3.8	Passageinstrument	117
<b>4</b>	<b>Projektion der Computersimulation</b>	<b>119</b>

---