

# CHEMISCHE BERICHTE

In Fortsetzung der

BERICHTE DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT

herausgegeben von der

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

100. Jahrg. Nr. 2

S. XCV—CXXVI

---

## Max Bodenstein

1871—1942

### Magdeburg

Wer in vergangenen Zeiten — etwa in den Zwanzigerjahren — in Magdeburg, der Domstadt an der Elbe, den Bahnhof betrat, dem fiel ein Plakat in die Augen, auf dem zu lesen stand:

„Unsereiner — trinkt Bodensteiner“.

Das dazugehörige Bild ließ erkennen, daß es sich hier um Bier handelte — Bier aus der *Bodensteinschen* Brauerei, die *August Leberecht Bodenstein* im Jahre 1823 gegründet hatte, die sein Sohn *Theodor Franz Julius Bodenstein* — vermählt mit *Anna Elise Meissner*, Tochter von *August Christian Meissner*, Kreisgerichtsdirektor in Quedlinburg — übernahm und zu großer Blüte brachte, und die auch seinen Enkeln *Max*, *Ernst* und *Franz* noch anteilmäßig gehörte.

*Max*, mit vollem Vornamen *Ernst August Max*, wurde am 15. Juli 1871 in ebendieser Stadt geboren, unweit von den großen Kupferkesseln, in denen es Tag und Nacht braute, und aus denen die Bräuknechte das fertige Bier in die Fässer rinnen ließen.

Ein früher Schatten fiel auf sein Leben: Seine Mutter starb, als er vier Jahre alt war, und noch im Schulalter stehend verlor er auch den Vater. Ein Bruder der Mutter, der Kammergerichtsrat *Oskar Meissner*, und seine Frau *Marie* vertraten aber, so gut es nur möglich war, an den drei verwaisten Knaben die Stelle von Vater und Mutter. Die Kinder konnten im alten Familienhaus bleiben, und es wurde ihnen hier Pflege und Geborgenheit im Rahmen einer Familie zuteil.

Zeitgenossen, die sich noch an das Kind und den Schüler *Max* erinnerten, berichteten von einem netten Jungen, der mit klaren blauen Augen — manchmal etwas schelmisch — in die Welt blickte, dessen Haare borstig zu Berge standen, von einem guten aber nicht allzuguten Schüler, der zuweilen Streiche machte, der aber weder im Guten noch im Bösen über die Norm eines echten rechten Jungen hinausragte.



*Max Rodenstein*

Als „Kronprinz“ der *Bodensteinschen* Brauerei sollte er mit der Kutsche in die Schule gefahren werden. Er setzte es aber durch, statt dessen die jedermann zugängliche Pferdebahn benützen zu dürfen. Das war viel lustiger. Auch konnte er dann zuweilen, indem er zu Fuß ging, das Fahrgeld sparen und dadurch das Taschengeld vermehren. Als man zu Hause dahinterkam, wurde beschlossen, ihm das Fahrgeld nur dann auszubezahlen, wenn er auch die Fahrscheine vorweisen konnte.

War es nun die Anregung aus dem Betrieb des nahen Brauhauses oder wirklich die früh sich regende Begabung — jedenfalls wußten sich *Max* und sein um zwei Jahre jüngerer Bruder *Ernst* im Keller des *Bodensteinschen* Hauses eine kleine Alchemistenküche einzurichten, wo mit allerlei Chemikalien experimentiert wurde und wo es — wie sollte es auch anders sein! — einmal zum Schrecken der Tante zu einer heftigen Explosion kam.

Auch eine andere Neigung kam früh zum Durchbruch, nämlich die zum Alpinismus. Nun gibt es freilich in Magdeburg weit und breit keinen Berg, an dem man seine Kletterkünste erproben könnte — so mußte eben das alte Brauhaus dafür herhalten, dessen eigenartige Dachkonstruktion viele interessante Ersteigungsrouten ermöglichte. Diesen Freuden soll allerdings Onkel *Meissner*, als er dahinterkam, durch ein großes Donnerwetter ein Ende bereitet haben. *Max* entkam durch Zufall diesem Strafgericht, denn als die Brüder auf dem „Gipfel“ gesichtet wurden, war er gerade im „Tal“ und konnte sich noch rechtzeitig aus dem Staube machen.

Zu Ostern 1889 wurde er vom „Pädagogium zum Kloster Unserer lieben Frauen in Magdeburg“ mit dem Zeugnis der Reife und „mit den besten Segenswünschen und Erwartungen“ entlassen. Das Zeugnis enthält den Vermerk, daß er „in allen Klassen einen gleichmäßigen und gewissenhaft angestregten Fleiß gezeigt“ und sich „eine recht erfreuliche Übersicht über die wichtigsten Erscheinungen und Gesetze der Physik und Chemie“ erworben habe. Es heißt darin auch, daß er die Schule verläßt, um Chemie zu studieren.

### Heidelberg und Göttingen

Er wandte sich zunächst der von Romantik umwobenen Universität Heidelberg zu. Dieser Schritt bestimmte in doppelter Weise sein Schicksal: Einmal führte er ihn in die Nähe seines Doktorvaters *Viktor Meyer* und lenkte ihn damit in seine spätere Arbeitsrichtung; zum zweiten begegnete dem Achtzehnjährigen schon in der ersten Stunde seines Heidelberger Aufenthaltes *Marie* — seine spätere Frau —, die Tochter des Notars *Nebel*, fein und zart, mädchenhaft und mütterlich zugleich — vielleicht das Idealbild der früh verlorenen und kaum gekannten Mutter. Es ist wohl dem milden Einfluß *Marie Nebels* zuzuschreiben, daß der Chronist in den folgenden Jahren nichts von einem ausgelassenen alt-heidelberger Studentenleben zu berichten weiß, sondern nur von einem fleißigen Jünger der chemischen Kunst, der sich mit solchem Eifer seinen Studien widmete, daß er nach 6 Semestern und einem kurzen Aufenthalt im Laboratorium von *Fresenius* in Wiesbaden, wo er die gute Analytik lernte, die später seine Arbeiten auszeichnete, schon 1892 mit der Doktorarbeit beginnen konnte.

Hierbei erlebte er zum ersten Mal eine kleine berufliche Enttäuschung. Das, was ihn zur Chemie gezogen hatte, war die Idee gewesen, später einmal neue Körper in der Retorte herzustellen, die als schön gewachsene Kristalle das Herz erfreuen.

Gerade damals, in der Zeit des Aufblühens der Anilinfarbenindustrie träumte der Chemiker von wunderbar gefärbten neuen Stoffen. Der junge Doktorand hätte gar zu gerne solche Stoffe hergestellt, d. h., am liebsten organisch-präparativ gearbeitet. Statt dessen gab ihm sein Lehrer *Viktor Meyer* das so ungemein nüchterne und präparativ langweilige Thema: „Die Zersetzung des Jodwasserstoffs in der Hitze“. Der nun etwas mißmutig aber doch pflichtgetreu an die Arbeit gehende Famulus ahnte wohl nicht, daß mit dieser Arbeit der Grundstein für ein großes neues Forschungsgebiet — für die chemische Reaktionskinetik — gelegt wurde.

Zu jenem Zeitpunkt gab es noch keine Gasreaktion, deren Reaktionsverlauf genau bekannt war. Versuche von *Bunsen* und *Roscoe* über die Bildung von HCl waren nicht reproduzierbar. Auch bei der Untersuchung der Knallgasreaktion (Wasserbildung aus Wasserstoff und Sauerstoff) konnten in zahlreichen Arbeiten aus den Schulen von *Van't Hoff* und *Viktor Meyer* keine übereinstimmenden Ergebnisse erzielt werden.

Von der Jodwasserstoffzersetzung war durch die Arbeiten von *Hautefeuille* und *Lemoine* — die im übrigen unter recht wenig exakten Bedingungen durchgeführt waren — bekannt, daß hier ein Gleichgewichtszustand sowohl durch Bildung wie durch Zersetzung von Jodwasserstoff erreicht werden kann. Über den sehr unbestimmten Begriff des „Zersetzungsbeginnes“ wurde noch gestritten.

Auch die Versuche, die nun *Bodenstein* durchführte, litten zunächst an Unreproduzierbarkeit und an dem Auftreten seltsamer „Effekte“. Er erkannte aber bald, daß hierfür die Reaktion zwischen der Jodwasserstoffsäure und der alkalischen Glaswand verantwortlich zu machen war. Durch Verwendung von saurem Borosilikatglas konnte er diese Fehlerquelle ausschalten. Er vermied alle Fetthähne, indem er Serien kleiner, zylindrischer Gefäße herstellte, die durch Kapillaren verbunden waren. Sie wurden strömend mit dem zu untersuchenden Reaktionsgemisch gefüllt und schließlich jeweils an der kapillaren Verbindung abgeschmolzen.

Er erhitzte die so gefüllten Gefäße (die später wegen ihrer Funktion als Versuchsobjekt die Bezeichnung „Kaninchen“ erhielten) auf Temperaturen zwischen 250 und 500° C und stellte durch Abbrechen der Kapillaren unter Jodkaliumlösung und nachfolgende Titration den jeweiligen Umsatz fest. Er berichtete in späteren Jahren noch gerne davon, welche Schwierigkeiten es damals machte, meterlange Stäbe aus Glas, die abwechselnd breit und eng waren, herzustellen und dies noch dazu aus dem schwer schmelzbaren Borosilikatglas. Er mußte den Glasbläser dabei durch Zuspruch ermuntern und ihm auch manuelle Hilfe leisten. Dabei lernte er selbst glasblasen, und dies handwerkliche Können, in dem er es zur Meisterschaft brachte, ist ihm später sehr zustatten gekommen. Es wurde fast zur Liebhaberei. Alle seine Schüler werden sich erinnern, daß sie staunend zugesehen haben, wie sich vor der Flamme komplizierte Gebilde aus Glas — oder sogar aus Quarz — unter des Meisters Händen formten.

Am 25. Oktober 1893 wurde er summa cum laude zum Dr. phil. nat. in Heidelberg promoviert.

*Bodensteins* Arbeiten über den Jodwasserstoffzerfall sind Marksteine in der Geschichte der Reaktionskinetik geworden. Sie führten zu den heute in jedes Lehrbuch der physikalischen Chemie eingegangenen Ergebnissen, daß

1. im Temperaturintervall zwischen 200 und 510° C die Einstellung des Gleichgewichtes von beiden Seiten her verfolgt werden kann, und daß die entsprechenden Geschwindigkeitsformeln lauten:

$$d[\text{HJ}]/dt = \vec{k}[\text{H}_2][\text{J}_2] \quad \text{bzw.} \quad -d[\text{HJ}]/dt = \overleftarrow{k}[\text{HJ}]^2,$$

2. die aus der Kinetik als  $K = \overleftarrow{k} / \vec{k}$  berechnete Gleichgewichtskonstante mit der stationär gemessenen sehr gut übereinstimmt, und

3. sich die Werte der Geschwindigkeitskonstanten gut nach der *Arrheniusschen* Gleichung mit Aktivierungswärmen von 40 bzw. 44 kcal und einem der gaskinetischen Stoßzahl entsprechenden *A*-Faktor darstellen lassen.

Inzwischen konnten diese Untersuchungen mit verfeinerten Methoden weitergeführt und in allen wesentlichen Punkten bestätigt werden.

Mit der Jodwasserstoffreaktion hatte *Bodenstein* ein ausgesprochenes Forscherglück. Andere ähnliche Systeme — Bromwasserstoffzerfall und Chlorwasserstoffbildung —, denen er in der Folge ausführliche Studien widmete, machten ungleich mehr Schwierigkeiten.

Aus dem Dissertationsthema entwickelte sich schließlich das Thema der Habilitation. Bevor er diese in Heidelberg unter Dach brachte, ging er noch einige Jahre auf Wanderschaft, zunächst zu *Liebermann* nach Berlin-Charlottenburg, dann zu den Düsseldorfer Ulanen, um der militärischen Dienstpflicht zu genügen, und 1895 schließlich nach Göttingen, wo *Nernst* als aufsteigendes Gestirn die jungen Physikochemiker um sich versammelte. Aber *Bodenstein* meinte später selbst, daß die Göttinger Zeit nicht sehr glorreich für ihn war — „Wissen Sie, damals war ich schwer verlobt“, pflegte er zur Entschuldigung zu sagen —, und dann erzählte er die Anekdote (die er auch in seinem Nachruf auf *Nernst* wiedergibt), wie ihn *Nernst* veranlassen wollte, die maximale Arbeit einer Reaktion durch Zusammensetzen einer galvanischen Kette und Messung der EMK zu bestimmen. Das war damals so unerhört neu, daß ihn *Bodenstein* nur verständnislos anblicken konnte. Darauf sagte *Nernst* resigniert: „Gehen Sie, gehen Sie — aber erzählen Sie um Gotteswillen niemandem, Sie hätten bei mir Elektrochemie gelernt!“ Damals dachte *Nernst* wohl kaum, daß er mit dem Manne sprach, der zwanzig Jahre später sein Nachfolger in Berlin werden sollte.

Die Sehnsucht nach der Braut brachte ihn nach Heidelberg zurück. Diesen Schritt kommentierte er später mit dem Satz: „Nun mußte mal geheiratet werden.“ Seine Liebe zu *Marie Nebel* hatte sich in der langen Zeit des Wartens und der Trennung nur vertieft. Am 28. Mai 1896 konnte er nun — was wenigen beschieden ist — seine erste Liebe auch zum Traualtar führen. Die Ehe, aus der zwei Töchter hervorgingen, wurde, obgleich das Altersverhältnis umgekehrt war wie üblich, eine ausnehmend glückliche.

Hatte ihn die Verlobung auch etwas von der Arbeit abgehalten, so führten ihn die ersten Jahre der Ehe umso intensiver wieder zu ihr zurück. 1897 berichtet er über die Zersetzung des Jodwasserstoffs im Licht. 1899 erscheint seine breit angelegte Habilitationsschrift „über die Gasreaktionen in der chemischen Kinetik“, die eine Zusammenfassung von sieben Einzelarbeiten darstellt, und in der er — wie *Nernst* sich später einmal ausdrückte — die Seeschlange der „falschen Gleichgewichte“ erschlug.

## In den Bergen

*Bodensteins* Charakterbild der jungen Jahre wäre aber nicht vollständig, würde man nicht seiner sportlichen Betätigung während der Ferien gedenken: Er war ein begeisterter und ausgezeichneter Alpinist.

Als er mit zwanzig Jahren zum ersten Mal in die Alpen kommt, ist er tief ergriffen von ihrer Schönheit. Die weißen Gipfel locken! Er erprobt seine Kraft an ihnen und er besteht. Die ersten Touren macht er mit seinem Bruder *Ernst*, später findet er auch ebenfalls bergbegeisterte Kollegen wie *Viktor Rothmund*, *Wilhelm Biltz*, *Max von Laue* und *Rudolf Rothe*. Für größere Unternehmungen hatte er stets zwei Führer als Begleiter, die ihm zu wahren Kletterkameraden wurden. Seine große Leidenschaft waren die Gletscher der Schweiz. Manchen Viertausender im Wallis, im Jungfrau- und im Mont Blanc-Gebiet hat er bezwungen. Wissenschaft und Alltagsorgen ließ er dann weit hinter sich. Kein Buch wurde in die Ferien mitgenommen und nicht einmal eine Zeitung gelesen. Ich besuchte ihn einmal in Zermatt. Er las in einem kleinen roten Büchlein: „Das ist die einzige Lektüre“, sagte er, „die ich mir in den Bergen gestatte.“ Es war der Baedeker der Schweiz.

Nur in einem Bezirk griff seine Wissenschaft in die persönliche Liebhaberei über: Der große Photochemiker war auch ein hervorragender Photograph. Seine Bergbilder gehören zu den besten Alpenphotographien, die um die Jahrhundertwende gemacht wurden. Noch heute findet man in älteren alpinen Bildwerken Aufnahmen, die mit seinem Namen gezeichnet sind und die mit Bildern, bei denen moderne Hilfsmittel verwendet wurden, durchaus konkurrieren können. Die Qualität der Bilder war wohl zum Teil deshalb so ausgezeichnet, weil er die Mühe nicht scheute, auf Hochtouren eine 10 kg schwere Kamera vom Format 13×21 cm mitzunehmen — mit Stativ und Plattenmaterial! Später ließ er sich eigens von der Agfa dünne Spezialplatten gießen, damit das Gewicht der photographischen Ausrüstung nicht unnötig vergrößert wurde. Auch bezüglich der anderen Ausrüstung war er darauf bedacht, sie durch besondere Erfindungen leichter zu machen. In der damaligen Zeit gehörte sehr viel zum „notwendigen“ Rucksackgepäck, z. B. ein guter Anzug und dazu passende Schuhe. Man mußte ja doch, wenn man während einer längeren Tour einmal ins Tal kam, standesgemäß in einem besseren Hotel wohnen und an der table d'hôte essen. *Bodenstein* ließ sich für diesen Zweck besonders leichte Schuhe — aus feinem Leder mit ganz dünnen Sohlen — anfertigen. Er zeigte sie mir einmal mit Stolz, ich glaube, sie wogen nur 200 g pro Stück.

## Leipzig und Berlin

Mit Beginn des neuen Jahrhunderts geht *Bodenstein* als junger Privatdozent in das damalige Mekka der physikalischen Chemie, an das Institut von *Ostwald* in Leipzig.

Die würdige Gestalt *Ostwalds* tauchte später immer wieder in seinen Erzählungen auf. Wie der Chef seinen vielen Mitarbeitern, die größtenteils als Volontäre bei ihm arbeiteten, an jedem Monatsersten ein blankes Goldstück als Anerkennung auf den Platz legte, wie er Hof zu halten pflegte und dann mit dem ganzen Stab durch das Institut zog, irgendeinen Prominenten herumführend, wie *Bodenstein* sich vor solchen

Veranstaltungen drückte und dann seinem Nachbarn *Bredig* heimlich zuflüsterte: „Je me presse“, worauf dieser in freier Übersetzung des Wortes „Drückeberger“ zurückflüsterte: „Vous presse-monteur“.

Gerne erzählte er auch die schöne Geschichte vom „Geenich“ (König) von Sachsen, der bei der Naturforschertagung in Dresden zur Begrüßung der Teilnehmer erschienen war und, als er unter den vielen ihm unbekanntem Gesichtern plötzlich den ihm aus Leipzig bekannten *Ostwald* erblickte, ausrief: „Nanu, Herr Geheemrad, wie gommen denn Sie zu den Nadurforschern?“ *Bodenstein* verbürgte sich für diese Anekdote dann mit den Worten: „und ich stand neben ihm und habe es genau gehört.“

Er greift in Leipzig nun den ihm seinerzeit von *Nernst* gemachten Vorschlag auf und bestimmt das Dissoziationsgleichgewicht von Chlorwasserstoff und Bromwasserstoff mit Hilfe der EMK. Diese Beschäftigung regt ihn zu theoretischen Arbeiten über „Reaktionsgeschwindigkeit und freie Energie“ an.

1904 wird *Bodenstein* Titularprofessor in Leipzig. Es ergreift ihn der *genius loci* des *Ostwaldschen* Institutes. Hier wurde gerade das Wort „Katalyse“ groß geschrieben. Man glaubte damals noch vielfach, es sei eine geheimnisvolle „katalytische Kraft“ hinter den Geschehnissen verborgen. Aber *Bodenstein* war ein nüchterner Kritiker, der der Katalyse als Kinetiker zu Leibe rückte und die These vertrat: „Alle Umsätze, auch die katalytischen, verlaufen nach den Gesetzen der Reaktionskinetik“, nur „was man noch nicht erklären kann, das sieht man als Katalyse an.“ *Bodenstein* sprach als erster den Gedanken aus, daß bei der heterogenen Katalyse nicht die Konzentration des Stoffes über dem Katalysator, sondern die Konzentration auf der Oberfläche maßgebend ist und entdeckte dadurch schon 1906 das, was man 20 Jahre später als die *Langmuir-Hinshelwoodsche* Theorie bezeichnet hat. Er konnte dadurch die *Stockschen* Versuche über den Zerfall von Antimonwasserstoff quantitativ erklären. Nur gab es damals die *Langmuir*-Isotherme noch nicht; er benützte die *Ostwald*-Isotherme, die dieselben Dienste leistete.

1906 wird *Bodenstein* Extraordinarius und Abteilungsleiter an der Universität Berlin, wohin ihn *Nernst* ruft, der wohl inzwischen sein Urteil revidiert hatte.

In diese frühe Berliner Zeit fällt der Anfang der Arbeiten über die Kontaktschwefelsäure und über die Bildung und den Zerfall von Schwefeloxiden. *Bodenstein* beweist, daß es für heterogene Reaktionen zwei prinzipiell verschiedene geschwindigkeitsbestimmende Schritte gibt: die Diffusion und die Reaktion.

Viele, die später bedeutende Vertreter der physikalischen Chemie wurden, kamen als junge Mitarbeiter nun zu *Bodenstein*, um sich von ihm in das neue Gebiet der Reaktionskinetik einführen zu lassen. Unter diesen ersten Schülern befanden sich *Alwin Mittasch*, der nachmalige Leiter des Ammoniaklaboratoriums der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik, und *Hans Kühne*, der später durch seine Arbeiten über die Gips-Schwefelsäure bekannt wurde.

Der erste ausländische Doktorand war der Amerikaner *S. C. Lind*, mit dem *Bodenstein* in Fortsetzung der Jodwasserstoffarbeiten nun die Bromwasserstoffzersetzung untersuchte. Hier kam es zu einer großen Überraschung: Die Geschwindigkeits-

gleichung war viel komplizierter als beim Jodwasserstoff. *Bodenstein* und *Lind* fanden für die photochemische Reaktion die Gesetzmäßigkeit:

$$-\frac{d[\text{HBr}]}{dt} = \frac{k[\text{H}_2][\text{Br}_2]^{1/2}}{1 + \frac{[\text{HBr}]}{m[\text{Br}_2]}}$$

die zu deuten damals noch nicht möglich war; das sollte erst viel später geschehen.

## Hannover

1908, also mit 37 Jahren, erhält *Bodenstein* einen Ruf als Ordinarius an die Technische Hochschule in Hannover.

Diese wohlverdiente, so außerordentlich schnell und glatt verlaufende Karriere brachte es mit sich, daß er im wissenschaftlichen Daseinskampf seinen Schülern gegenüber stets die Meinung vertrat, der Tüchtige müsse sich selbst durchsetzen: „Eine Pechsträhne kann jeder mal haben“, sagte er, „immer Pech haben ist Untüchtigkeit.“ Gute Arbeiten waren der einzige Empfehlungsbrief, den er gelten ließ. „Scharlatane“ waren seinem Wesen ebenso fremd wie „Faultiere“. Vor letzteren kapitulierte er aber mit den Worten: „Wissenschaftlich arbeiten muß jeder aus eigenem Antrieb, es liegt mir nicht, jemanden dazu zu zwingen.“

Da das Institut in Hannover ursprünglich „Elektrochemisches Institut“ hieß, hat *Bodenstein*, um diesem Titel gerecht zu werden, auch einige elektrochemische Arbeiten durchgeführt. Daß er eine größere Arbeit über „spezielle anorganische Elektrochemie“ geschrieben und die Dissoziationsspannung des Eisen(III)-sulfates gemessen hat, ist heute kaum noch bekannt. Bald aber wurde das Institut ganz auf kinetische Arbeiten umgestellt. Von seiner elektrochemischen Vergangenheit war ihm ein Vorzug geblieben: Es war ausreichend mit verschiedenen Spannungen für Gleich- und Wechselstrom versorgt.

*Bodensteins* Arbeit über „Die Dissoziation von hydratischer Schwefelsäure und von Stickstoffoxyd“ (gemeinsam mit *Katayama*) ist dadurch klassisch geworden, daß er für diese Untersuchung das nach ihm benannte Quarzmanometer konstruierte. Dieses Gerät arbeitet nach dem Prinzip des Aneroidbarometers, bei dem als druckempfindliche Kammer eine dünnwandige Quarzspirale fungiert. Diese wurde nach *Bodensteins* Angaben in der Hanauer Quarzschmelze angefertigt; Schliff und Zeiger setzte er eigenhändig an. Nur die etwas langwierige Abätzung der Spitzen mit Flußsäure überließ er dem Doktoranden, und fast immer passierte es dem Neuling, daß er den entscheidenden Moment, in dem gerade die obere und die untere Spitze mit  $1/10$  mm Abstand übereinanderspielten, verpaßte, daß er zu viel abätzte, so daß beide Spitzen weit auseinanderklafften. Da half dann nichts, als dies beschämt dem Meister zu gestehen, der, zuerst ein wenig brummend, dann aber doch mitleidig lächelnd, mit feiner Flamme die Quarzspitzen wieder zurechtbog, so daß der Schaden behoben werden konnte.

Kurz nachdem das neue Institut bezogen war, kam es dann zu der bedeutsamen Begegnung mit *Walter Dux*. Lassen wir diesen selbst sprechen: „Ich lernte *Bodenstein* bei der Einweihungsfeier des neuen Institutes in Hannover nur ganz flüchtig kennen,

ich arbeitete damals noch als junger Student im Organischen Institut. Meine eigentliche Bekanntschaft mit *Max Bodenstein* sollte auf viel dramatischerem Wege erfolgen. Im Jahre 1909 erwachte in Deutschland plötzlich ein reges Interesse an der Luftschiffahrt. Der Zeppelin machte seine erste Fernfahrt, die bei Echterdingen unglücklich enden sollte. In Frankfurt am Main fand die erste deutsche Ausstellung für Luftschiffahrt, die I. L. A., statt. So wurde denn auch in Hannover ein Verein für Luftschiffahrt gegründet. Der Vorsitzende war Professor *Precht*, der Ordinarius für Physik. Die Aufstiege des Ballons ‚Hannover‘ erfolgten vom Schützenplatz aus.

Bei den meisten Aufstiegen war ich zugegen und betrachtete mit Neid die Mitfahrer, unter denen sich auch mehrmals *Max Bodenstein* befand. Die Fahrkosten für einen Aufstieg betrugen pro Kopf 65 Mark, eine für einen jungen Studenten damals unerschwingliche Summe. Im März 1910 war ich wieder bei einem Aufstieg anwesend, es war ein außerordentlich stürmischer Tag. Wir konnten den Ballon, der hin und her geschleudert wurde, kaum an den Seilen festhalten. Plötzlich kam *Precht* auf mich zu und sagte: *Dux*, wollen Sie mitfahren? Ich sagte, liebend gern, aber ich hätte kein Geld. *Precht* sagte zu mir, das macht nichts, einer der Passagiere hat Angst bekommen und hat bereits bezahlt. Ich kletterte in den Korb und fand dort vor: *Precht, Bodenstein, Direktor Fusch*. Wir stiegen auf, wurden aber sofort von einer schweren Böe in die Baumkronen der hohen Bäume geschleudert, es war ein etwas gefährlicher Moment, wir verloren mehrere unserer Instrumente, *Bodenstein* und ich unsere Mützen. In wenigen Sekunden waren wir schon in den Wolken, und da der Sturm anscheinend immer heftiger wurde, entschloß sich *Precht* schon nach einer Stunde wieder zu landen. Wir kamen hinunter auf den Boden — Heidefeld, etwa 12 km nordöstlich von Fallersleben. Die Landung verlief durchaus nicht einfach, wir wurden durch schlammiges Land mehrere hundert Meter weit geschleift, aber glücklicherweise kamen wir mit einigen verstauchten Fingern davon.

Mit Hilfe hinzugelaufer Bauern wurde der Ballon auf einen Leiterwagen verladen, *Precht* und *Fusch* fuhren mit, aber *Bodenstein* und ich zogen miteinander zu Fuß auf sehr schmutzigen Feldwegen nach Fallersleben. Es war meine erste nähere Bekanntschaft mit *Bodenstein*, und ich war sogleich außerordentlich von seiner Persönlichkeit beeindruckt. Plötzlich sagte *Bodenstein* zu mir: Was haben Sie eigentlich für Ihr ferneres Studium vor? Ich sagte zu ihm, daß ich im nächsten Jahr zu *Nernst* nach Berlin wollte. Er blieb stehen, sah mich von oben bis unten an und sagte dann zu mir: Aber warum bleiben Sie denn nicht hier? Das können Sie doch bei mir viel besser haben. Wir beide sahen aus wie die Landstreicher, von oben bis unten mit Schmutz bedeckt, aber in diesem Augenblick entstand eine Zusammenarbeit und Freundschaft fürs Leben.

Im Januar 1911 legte mir *Bodenstein* seine Gedanken für die Doktorarbeit vor. Er hatte verschiedene Vorschläge, auf die er jedoch anscheinend nicht viel Wert legte. Er sagte dann nach kurzer Pause: Ich habe da einen Arbeitsgedanken, der mir sehr nahe liegt, aber ich kann Ihnen nicht versprechen, daß die Sache geht. Und dann entwickelte er seinen Arbeitsplan für die Kinetik des Chlorknallgases. Ich griff begeistert zu, und im Frühjahr 1911 begannen wir unsere Arbeit. Der Beginn war mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Das Quarzmanometer, ursprünglich von *Katayama*

und *Bodenstein* erdacht, wurde von Heraeus in Hanau geliefert. Die ersten zwei Manometer entsprachen nicht unseren Ansprüchen, und *Bodenstein* und ich fuhrten persönlich nach Hanau zur Aussprache mit Heraeus. Als Resultat brachten wir ein sehr empfindliches Nullpunktinstrument mit, das trotz aller Schwierigkeiten die ganze Arbeit überstand.

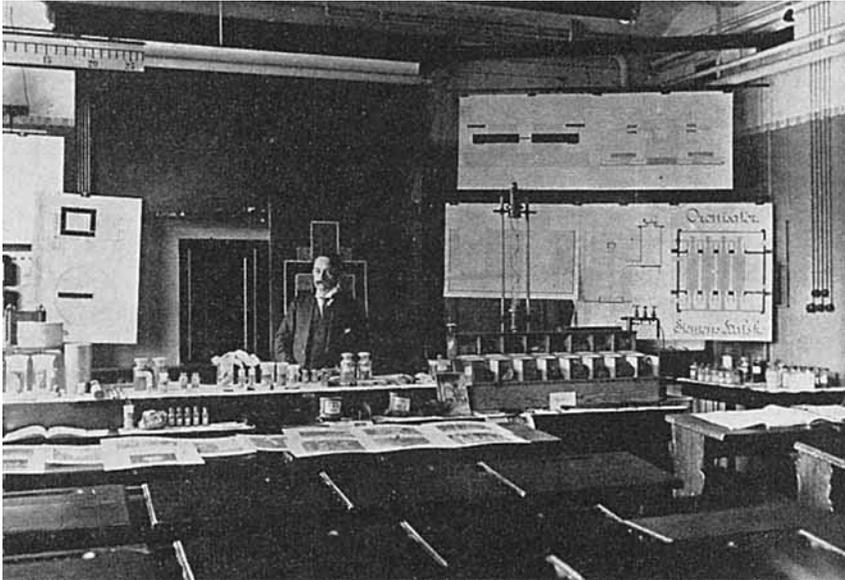
Zum Ausfrieren des Chlors und des gasförmigen HCl wurde flüssige Luft benützt. Diese war jedoch in Hannover nicht zu beschaffen und wurde in regelmäßigen Abständen von Berlin seitens der Markt- und Kühllhallengesellschaft mit dem Nachtzug nach Hannover gesandt. Dort holte ich sie persönlich morgens vom Bahnhof ab und brachte sie mit der Straßenbahn zum Institut. Meistens ging es gut. Ich erinnere mich jedoch noch daran, daß auf der Fahrt in der Straßenbahn eine der großen Dewar-Transportflaschen zerbrach und der weiße Kondensationsrauch den Straßenbahnwagen erfüllte. Es entstand eine Panik, die Polizei wurde geholt, ich mußte auf die Wache; es blieb mir nichts anderes übrig, als *Bodenstein* auf die Polizei zu holen, um mich vom Verdacht des Transportes von Explosivstoffen zu reinigen.

Trotz aller Schwierigkeiten kamen wir jedoch mit unseren Versuchen voran und hatten im Frühjahr 1912 eine ganze Reihe von Beobachtungen vorliegen. Im April dieses Jahres saßen *Bodenstein* und ich in seinem bescheidenen Arbeitszimmer und sprachen über die weitere Durchführung der Arbeit. Schon von Anfang an waren wir bei unserer Arbeit auf jene merkwürdige Tatsache gestoßen, die schon von *Bunsen* und *Roscoe* beobachtet worden war, daß nämlich die Reaktion erst nach einem bestimmten Zeitpunkt anlief oder aus irgendwelchen Gründen sich plötzlich verlangsamte oder steckenblieb. *Bunsen* und *Roscoe* hatten diese Erscheinung mit dem Ausdruck ‚Induktion‘ belegt. Auch wir hatten über diese merkwürdige Erscheinung schon oft gesprochen, ohne jedoch eine Erklärung dafür finden zu können. Plötzlich stand *Bodenstein* auf, ging mehrmals im Zimmer auf und ab und blieb dann vor mir stehen. Der damaligen Mode entsprechend trug er seine goldene Taschenuhr an einer langen dünnen Kette. Er nahm Uhr und Kette heraus und sagte zu mir — ich vergesse diese Worte nie —: ‚Nehmen Sie bitte mal das eine Ende der Kette in die Hand.‘ Er hielt das andere und sagte: ‚Wenn wir dieser Kette einen Impuls geben, so läuft er durch die ganze Kette hindurch, wenn wir aber ein Glied festhalten oder gar heraus schneiden, so bleibt der Impuls stecken. So geht es vielleicht auch mit unserer Reaktion.‘ Ich sagte zu ihm: ‚Das ist ein großartiges Bild, unsere Reaktion benimmt sich vielleicht wie diese Kette‘, worauf *Bodenstein* entgegnete, man könne es wirklich eine Kettenreaktion nennen, ‚wir werden das einmal zu prüfen haben.‘ Das Wort war da, es wurde von *Bodenstein* wenige Wochen danach gebraucht, als er in einem chemischen Kolloquium über die bisherigen Resultate sprach. Es ist dann langsam aus dem *Bodenstein*-schen Kreise hinausgewandert, das weitere ist bekannt. Ich habe mich später um den Verbleib dieser historischen Kette bemüht, mußte aber leider erfahren, daß sie von *Bodenstein* im ersten Kriege für eine eiserne Kette eingetauscht worden war.“

So entstand der Begriff „Kettenreaktion“. Aber noch weitere Ergebnisse förderte diese berühmt gewordene Arbeit zutage. *Bodenstein* und *Dux* fanden ein Geschwindigkeitsgesetz, das völlig abweichend war von dem der Bildung des Jodwasserstoffs und des Bromwasserstoffs. Die Chlorkonzentration ging quadratisch in die

Chlorwasserstoffbildungsgeschwindigkeit ein. Sie erforschten auch das Gesetz der als Faktum bereits bekannten Hemmung der Reaktion durch Sauerstoff und kamen so zur Geschwindigkeitsgleichung der Lichtreaktion:

$$\frac{d[\text{HCl}]}{dt} = k \frac{[\text{Cl}_2]^2}{[\text{O}_2]}$$



*M. Bodenstein im Hörsaal in Hannover, aufgenommen von W. Dux (Juni 1912)*

Völlig neu und für die Kinetik revolutionierend war das von *Bodenstein* an diesem Beispiel begründete Verfahren, aus einem Schema von Folgereaktionen, durch das der Verlauf einer Kettenreaktion dargestellt werden kann, die Geschwindigkeitsgleichung zu berechnen. Solche Berechnungen waren schon früher versucht worden, sie führten aber in eine „mathematische Sackgasse“, d. h. auf Differentialgleichungen höherer Ordnung. Diese Schwierigkeit umging *Bodenstein* mit einem Schlage durch die Annahme, daß für das betrachtete differenzielle Intervall die Konzentration der aktiven Zwischenkörper (der „Kettenträger“) als konstant angenommen werden und infolgedessen die Bildungsgeschwindigkeit der Zwischenkörper gleich der Zerfallsgeschwindigkeit gesetzt werden kann. Dadurch erhält man einfache algebraische Gleichungen, die ohne mathematischen Aufwand zu lösen sind.

Allerdings hatte die erste Publikation noch einige Mängel, an denen sich dann die Gegenkritik entzündete, und es kostete viel Arbeit und Mühe, der Wahrheit, die in den *Bodensteinschen* Annahmen steckte, zum Siege zu verhelfen. So war es natürlich nicht exakt und wurde von *Wegscheider* schwer gerügt, daß er die Gleichheit der Geschwindigkeiten der Hin- und Rückreaktionen für einen aktiven Zwischenkörper in der Form hinschrieb:  $-dx/dt = +dx/dt$ , was formal genommen nur stimmen konnte, wenn  $dx/dt = 0$  ist. Es war aber leicht zu ersehen, was gemeint war: Die

negativen Glieder der Geschwindigkeitsgleichung sollten gleich den positiven gesetzt werden, was natürlich anders, z. B. durch einen Index zu formulieren gewesen wäre. Wenn ihm formale Unkorrektheiten oder Rechenfehler unterliefen, so pflegte *Bodenstein* von sich selbst zu sagen: „Ich bin eben kein Mathematiker.“ Als ich dies einmal Herrn *von Laue* erzählte, lachte er auf: „Und das sagte ein Mann, der in geradezu genialer Weise ein mathematisches Problem gelöst hat, an dem vor ihm alle Mathematiker und Physiker gescheitert sind.“

Der zweite Fehler, der beanstandet wurde, war physikalischer Natur. *Bodenstein* nahm als Startreaktion einen lichtelektrischen Effekt an und als aktiven Zwischenkörper ein Elektron. Dies war aber aus physikalischen Gründen, einesteils wegen zu hoher Energie, die die Abspaltung von Elektronen benötigen würde, und andererseits, weil freie Elektronen eine Leitfähigkeit des Gases hätten verursachen müssen, nicht aufrecht zu erhalten.

Er schreibt später selbst in einem Bericht: „Wie wir heute wissen, und wie ich damals hätte wissen können, kam der Vorgang der Primärreaktion nur bei sehr großen Energiequanten im kurzwelligen Ultraviolett in Frage. Ich erinnere mich noch, mit welcher Wucht ich von den physikalischen Kollegen erschlagen wurde.“ Die Konzeption der Kette und die Berechnungsmethode waren richtig, die Formulierung über Elektronen als Zwischenkörper aber falsch. Es mußte also nach anderen möglichen Kettenträgern gesucht werden. Bis zur Lösung dieser Frage war noch ein weiter Weg.

Zwei Ereignisse hemmten nun zunächst den weiteren wissenschaftlichen Fortschritt: ein Unfall im Februar 1914 am Schihang und die Schüsse von Sarajewo. Sportlich und gerade den gefährlichen Sportarten zugetan, wandte sich *Bodenstein* auch dem neu aufkommenden Schisport zu. Der Harz bot hierzu ein nahegelegenes, allerdings nicht leichtes Gelände. Eine kleine Sprungschanze reizte zur Mutprobe. Er konnte den Sprung nicht durchstehen, geriet in die Rücklage, die Bretter sausten nach vorne ab, und er schlug mit dem Hinterkopf auf den hartgefrorenen Hang. Vorher hatte er, nichts Gutes ahnend, seiner Frau zugerufen: „Gleich kannst Du mich dort unten auflesen.“ Er zog sich durch diesen Sturz eine schwere Gehirnerschütterung zu, an der er noch lange laborieren sollte. Doch wurde er der wissenschaftlichen Arbeit in den nächsten Jahren gerade durch dieses Mißgeschick erhalten, denn er wurde wegen der Folgeerscheinungen des Unfalls militärisch für untauglich befunden und nicht zu den Waffen gerufen.

*H. S. Taylor*, später *Sir Hugh Taylor*, der große Katalytiker in Amerika, der auch in diesen ersten Hannoveraner Jahren als Mitarbeiter zu *Bodenstein* gekommen war, verließ Deutschland Anfang Juli 1914 wegen einer in England stattfindenden Hochzeit. Er glaubte an eine Wiederkehr in wenigen Wochen, doch brach, während er noch in England weilte, der Krieg aus.

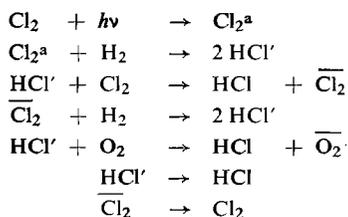
In den deutschen Instituten sah es in den nächsten Jahren traurig aus. Studenten und Assistenten waren im Felde, die Laboratorien standen leer, und nur unbedingt kriegswichtige Forschung war erwünscht. Bald setzten Ernährungsschwierigkeiten ein, und *Bodenstein* zog mit seinen Töchtern in die Wälder, um Bucheckern zu sammeln, aus denen Öl gewonnen werden konnte. Das sommerliche Bergsteigen versuchte er weiter auszuüben, obwohl es nicht mehr möglich war, in die Schweiz zu gehen. Sogar

an der preußisch-bayrischen Grenze gab es Schwierigkeiten. Für die Einreise nach Österreich bedurfte es einer besonderen Erlaubnis. Als er hörte, daß man eine solche Erlaubnis für eine Kur in Gastein erhalten würde, ließ er sich bescheinigen, daß er zur Pflege seines Rheumas nach Gastein müsse. Vergnügt und beschwerdefrei zog er in die Berge, er freute sich, daß er wegen der durch die Kriegsernährung verursachten Verringerung seines Körpergewichtes nun leichter steigen konnte. „Die 10 Pfund, die ich abgenommen hatte, konnte ich direkt in den Rucksack stecken“, erzählte er später. Aber gegen Ende der Reise bekam er plötzlich Schmerzen im Arm: Das Rheuma rächte sich, daß man seinen Namen eitel genannt hatte.

Das Haus *Bodenstein* blieb auch während des Krieges eine Oase. *Walter Dux* schildert es wie folgt: „Für seine Freunde und nahestehenden Schüler war sein Haus in der Ellernstraße 6a zu Hannover stets ein gastliches Heim. Für seine Familie war er immer in rührender Weise besorgt. Seine Frau und seine beiden Töchter bildeten, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, einen eng geschlossenen Familienkreis. Sein Haus war ein Vorbild der Ordnung und Behaglichkeit. In einem großen Kellerraum hatte er seine Werkstatt mit allen erforderlichen Werkzeugen. Er liebte es besonders, auf Grund seiner Handfertigkeit dort Reparaturen jeder Art wie ein geschulter Handwerker selbst zu machen.“

In die Hannoveraner Zeit fällt auch *Bodensteins* Mitarbeit an den „Tables annuelles des constants et données numériques de Chimie Physique et Technologie“, die von Professor *Charles Marie* in Paris herausgegeben wurden. „Es war eine mühevoll Arbeit“, sagt *Dux*, „und wir, seine Schüler, versuchten ihm dabei nach unserem besten Können behilflich zu sein.“ Besonders schwer war es, die durch den Krieg entstandene Lücke wieder aufzufüllen.

Auf der Bunsen-Tagung 1916 berichtete *Bodenstein* wieder über das Chlorknallgas. Von der Unhaltbarkeit des Elektronenschemas hatte er sich überzeugt und zeigte nun, daß man zum selben Ergebnis der Rechnung kommen konnte, wenn man angeregte Moleküle als Zwischenkörper einsetzte, wobei die verschiedene Symbolisierung z. B.  $\text{Cl}_2^a$  oder  $\overline{\text{Cl}_2}$  verschiedene Arten der Anregung bedeuten:



Dieses Schema hatte aber wieder einen Fehler, der allerdings damals noch niemandem auffiel: Es handelte sich hier um eine verzweigte Kette. Bei einem solchen Mechanismus hätte die Kette entweder sehr kurz sein oder die Reaktion mit großer Wahrscheinlichkeit zur Explosion entarten müssen. Aber *Nernst* machte bei jener denkwürdigen Bunsen-Tagung eine andere Diskussionsbemerkung, die von großer Tragweite sein sollte: „Warum nehmen Sie angeregte Chlormoleküle und nicht lieber gleich Chloratome an?“ Dies war die Geburtsstunde der *Nernst-Kette*, die auch *Bodenstein* immer so nannte und die dann zwei Jahre später, in demselben Jahre, in dem gleich-

zeitig und unabhängig von *Christiansen*, *Hertzfeld* und *Polanyi* die *Bodenstein-Lindsche* Formel durch einen Atomkettenmechanismus erklärt werden konnte, von *Nernst* wie folgt formuliert wurde:



mit den Abbruchreaktionen



In dieser Formulierung waren es nun die Abbruchreaktionen, die nicht richtig angesetzt waren. Wenn wir uns heute fragen, warum es noch über ein Jahrzehnt dauerte, bis sich die Atomkette durchsetzte, so müssen wir dies wohl der Tatsache zuschreiben, daß man die drei letzten Reaktionen (a, b, c) als unbedingt mit den drei ersten (1, 2, 3) gekoppelt ansah.

Schließlich rechnete der Wiener Physiker *R. Göring* nach dem *Bodensteinschen* Prinzip der quasistationären Zwischenkörper die *Nernst-Kette* durch und zeigte, daß man dabei nicht auf die *Bodenstein-Duxsche* Gleichung kommt. Um diese unter der Annahme von Atomen als Kettenträger zu erhalten, setzte er Abbruchreaktionen wie  $\text{H} + \text{O}_2 = \text{HO}_2$  oder  $\text{Cl} + \text{O}_2 = \text{ClO}_2$  an.

Die aus dem Kriege zurückgekehrten Mitarbeiter, unter ihnen *Hermann Braune*, der sich 1919 habilitierte, stürzten sich nun auf neue Probleme. Es seien hier vor allem die Arbeiten über die Dissoziation des Bromdampfes und des Joddampfes erwähnt. Die letztere wurde bei kleinsten Drucken von *Braune* und *Ramstetter*<sup>1)</sup> gemessen. Die hierzu entwickelte Apparatur diente dann auch zur Messung der Zerfallsgeschwindigkeit der Stickstoffoxyde. Es folgten eine Reihe von Untersuchungen über Reaktionen zwischen Stickstoff und Sauerstoff. Auch die Arbeiten über die hüttenmännische Zinkgewinnung wurden in Hannover begonnen. Daneben griff *Bodenstein* eine weitere photochemische Reaktion auf: Die Bildung des Phosgens. Dieses Arbeitsgebiet wurde später ein besonders blühender Zweig seiner Forschung. Zum Arbeitskreis in Hannover gehörten u. a. *Bütefisch*, *Kangro*, *Gertrud Kornfeld*, *Kranendieck*, *Agnes Lindner*, *Lütkemeyer*, *Stüssel* sowie *Albert Schmidt* — frei nach *Scheffel* der „deutsche Sklave“ geheißten —, der das Gleichgewicht  $\text{J}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2 \text{JBr}$  untersuchte. Die thermische Bildung von Chlorwasserstoff und Phosgen behandelten die „dunklen“ Männer *Sachtleben* und *Plaut*.

In dieser fruchtbaren Schaffensperiode erhält *Bodenstein* Rufe an andere Hochschulen, doch er schlägt sie aus, und es hat den Anschein, als ob er ganz in Hannover bleiben wolle.

## Berlin

Da erreichte ihn 1923 das Angebot, den Lehrstuhl für Physikalische Chemie an der Friedrich-Wilhelm-Universität in Berlin zu übernehmen, deren Lehrkörper damals Namen wie *Planck*, *Einstein*, *von Laue*, *Haber* und vieler anderer prominenter Mitglieder aufzuweisen hatte. Es handelte sich um die Nachfolge von *Nernst*. Ein Brief

<sup>1)</sup> *H. Braune* und *H. Ramstetter*, *Z. physik. Chem.* **102**, 480 (1922).

von *Arrhenius* soll die Wahl auf *Bodenstein* gelenkt haben. So wohl sich dieser in Hannover auch fühlte, hier konnte er nicht nein sagen.

Der Lehrstuhl war dadurch frei geworden, daß *Nernst* den Posten des Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angenommen hatte. Im Interregnum leitete das Institut *E. Riesenfeld*. Als Assistenten halfen ihm dabei *Franz Simon* (später *Sir Francis Simon* in Oxford), *Paul Günther* (später vorübergehend *Bodensteins* Nachfolger in Berlin) und *Kurt Bennewitz* (später Professor in Jena). Die Anorganische Abteilung stand unter Professor *W. Markwald*. *John Eggert* und *Walter Noddack* waren zwar hauptamtlich nicht mehr am Institut, hatten dort aber noch Arbeiten mit Doktoranden laufen. *Ida Tacke* beschäftigte sich mit den Vorarbeiten zur Entdeckung des Rheniums, die dann von *Noddack*, *Tacke* und *Berg* bekanntgegeben werden konnte. *Iwan Stranski* arbeitete bei *Günther*, *Bonhoeffer* und *Wohl* dissertierten bei *Nernst*, *G.-M. Schwab* bei *Riesenfeld*. Sie blieben fast alle noch unter *Bodenstein* am Institut, der selbst nur wenige Mitarbeiter (*A. Schmidt*, *Titschak*, *G. Kornfeld*, *Lieneweg*) aus Hannover mitbrachte.

Wir jüngeren Studenten standen damals sozusagen auf den Zehenspitzen, als nach erfolgter Berufung *Bodenstein* zum ersten Male, geleitet von *Nernst*, das Institut betrat. *Bodenstein* war etwas größer als *Nernst* und fiel uns durch seine sehr viel straffere Haltung auf. Man hätte den Altersunterschied, der nur sieben Jahre betrug, für größer gehalten. Durch eine offene Tür erhaschte ich einen Blick auf eine Besprechung der beiden Großen. *Bodenstein* stand, die Hände in den Taschen, einen Fuß auf einen Stuhl gestellt, vor *Nernst*. Mich beeindruckte diese Haltung deshalb so sehr, weil wir bis dahin immer meinten, daß man vor dem „Geheimrat“, der seit kurzem „Herr Präsident“ genannt zu werden wünschte, nur stramm stehen könnte.

Ein Jahr nachdem *Bodenstein* in der Bunsenstraße eingezogen war, wurde ich in die Reihe seiner Berliner Dissertanten als No. 14 aufgenommen. Zu dieser Garde gehörten damals u. a. *Georg Kistiakowski* und *Paul Harteck*, die über Chloroxyde arbeiteten, *Erwin Heisenberg* und *Hans-Joachim Schumacher*, die sich mit der Kinetik der Phosgenreaktion beschäftigten; *Fritz Lieneweg* erforschte die Photochemie des Jodwasserstoffs, *Nathanael Thon* und mir fiel das Chlorknallgas zu.

Das Wort „Doktorvater“ paßte wirklich für *Bodenstein* wie für kaum einen anderen. Er befahl nicht, sondern er gab väterliche Ratschläge. Jede Hofhaltung, jede erzwungene Distanz war ihm fremd. Und wenn er auch bei seiner Ernennung zum Mitglied der Akademie scherzend sagte: „Jetzt haben sie mich ganz zum Bonzen abgestempelt“, so war er doch in Wirklichkeit alles andere eher als ein Bonze. Sein Mitexperimentieren machte ihn zum wirklichen Mitarbeiter und Kameraden der jüngeren Generation. In Parallele zu Friedrich dem Großen könnte man von ihm sagen: Er war des Institutes erster Diener. Zuweilen wurde er auch als „Hans Sachs der physikalischen Chemie“ bezeichnet oder als „Max, der letzte Ritter“ gefeiert. Ganz unter uns nannten wir ihn schlicht den „Maxl“.

Natürlich begeisterte er auch die Jugend dadurch, daß er ein vorzüglicher Alpinist und ein guter Turner war. Nie werde ich vergessen, wie er in einer der ersten Sitzungen in der Physikalischen Gesellschaft mit einer eleganten Flanke aus der Mitte der ersten Reihe an die Tafel sprang.

Man kann von der „älteren *Boden-Steinzeit*“, jener Zeit der Zwanzigerjahre, nicht sprechen, ohne der drei verdienten Faktoten zu gedenken, die damals das Getriebe in Gang hielten. Da war zunächst *Höhnow*, der Mechaniker, ein Künstler in seinem Fach. Er hatte bereits unter *Nernst* die erste als Laboratoriumsgerät geplante Wasserstoffverflüssigungs-Apparatur gebaut. Er war etwas schwer zugänglich, aber von *Bodenstein* ließ er sich etwas sagen, denn dieser verstand ja auch etwas vom Drehen und vom geraden Feilstrich, nach seinen klaren Zeichnungen konnte man arbeiten.

Auch *Thams*, der Verwalter der Sammlungen, der Helfer in den Vorlesungen — auch ein guter Glasbläser, der den Anfängern manches vermurkste Stück wieder zurechtbog —, war schon so lange am Institut, daß man sich nicht daran erinnern konnte, das Institut ohne ihn gekannt zu haben. Er konnte noch Geschichten von *Landolt* und vom alten *Wichelhaus* erzählen, dessen Bild mit mächtigem Bart ehrfurchtgebietend von der Wand grüßte. Als „Mädchen für alles“ fungierte *Krüger*, der Laboratoriumsdienstler. Er nannte zwar das Institut „'n ollen Saftladen“, setzte aber seine ganze Kraft dafür ein, daß der Laden lief. Die sogenannten „Käfterchen“, kleine Kammern für photochemische Arbeiten, die von *Bodenstein* eingebaut wurden, waren ihm ein Dorn im Auge und er nannte den — wirklich zu engen — Gang, der zu ihnen führte, den „Jang nach Canossa“. Die Käfterchen selbst aber waren zweckmäßig konstruiert, und nachdem wir sie mit selbstgekauften (!) Korbesseln ausgestattet hatten, auch sehr gemütlich. Das kleinste hieß nach seinem ersten Bewohner, *Gerhart Hantke*, das „Café Hantkus“, woraus man entnehmen kann, daß *Hantke* nicht nur von der thermischen Zersetzung der Silicofluoride<sup>2)</sup>, sondern auch von der Extraktion von Aromastoffen etwas verstand.

Im Jahre 1924 wurde von der Preußischen Akademie der Wissenschaften eine Preisaufgabe gestellt, deren Thema von *Bodenstein* angegeben war. Es lautete: „Die zahlreich vorhandenen Untersuchungen über die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff im Lichte und im Dunkeln sind unter einheitlichen Gesichtspunkten zu besprechen.“

Die Aufgabe wurde von *Nathanael Thon* gelöst und der Preis von 150 Rentenmark ihm zuerkannt. Diese mit großem Scharfsinn geschriebene Kampfschrift<sup>3)</sup> von 88 Seiten brachte das Drama Chlorknallgas auf den Höhepunkt. Sie gipfelte in dem Satz, daß die Atomkettenformulierung der Chlorwasserstoffbildung völlig abgelehnt werden muß. Die Widersprüche, die sich aus diesem Schema ergeben, wurden aufgezählt: Sie liegen in der Sauerstoffhemmung, der Abhängigkeit von den Lichtintensitäten, dem Gesetz, das man experimentell für niedrige Wasserstoffkonzentrationen erhält, dem Temperaturkoeffizienten, der Jodkatalyse und anderen. Man wußte aus einer Reihe von Arbeiten, die zum Teil aus der *Chapmanschen* Schule stammten, daß bei starker Variation der Konzentrationen das *Bodenstein-Duxsche* Gesetz nicht mehr exakt gültig bleibt. Die Frage, wie die Funktion (*N*) aussieht, die statt der Sauerstoffkonzentration in den Nenner gesetzt werden müsse, war Gegenstand

2) *G. Hantke*, *Z. angew. Chem.* **39**, 1035 (1926).

3) *N. Thon*, „Die Chlorknallgasreaktion“ in *Fortschr. der Chemie, Physik und Physikalischen Chemie*, herausgeg. von *A. Eucken*, Verlag Borntraeger, Berlin 1926, mit einem Vorwort von *Max Bodenstein*.

heftiger Diskussion. *Thon* kommt zunächst auf Grund seines Literaturstudiums zu der Schlußfolgerung, daß der Ausdruck

$$N = [\text{O}_2] + m [\text{Cl}_2][\text{H}_2]$$

lauten müsse. Er hatte nun den Wunsch, selbst dieses Gesetz durch besonders gute und einwandfreie Experimente zu bestätigen, aber die „Mona Lisa der Reaktionskinetik“ zeigte sich dabei wieder in einem anderen Gewande und die *Thonschen* Versuche bestätigten gerade ein Gesetz, das er vorher als falsch abgelehnt hatte. Die experimentell gefundene Sauerstofffunktion hatte die Form

$$N = [\text{O}_2] + n [\text{Cl}_2][\text{O}_2]/[\text{H}_2].$$

Das Possenspiel ging aber noch weiter. Meine im gleichen Institut und zur gleichen Zeit durchgeführten Versuche<sup>4)</sup> bestätigten nun wieder die erste *Thonsche* Formulierung! Daneben war man sich immer noch nicht im klaren über die Natur der Zwischenkörper. Das *Thonsche* „endgültige“ Schema enthält als aktive Zwischenkörper ein  $\text{Cl}_2'$  und ein  $\text{Cl}_2^a$ , das entweder abklingt oder mit  $\text{H}_2$  zu  $2 \text{HCl}'$  reagiert, die durch Abgabe ihrer Energie an Chlor wieder je ein  $\text{Cl}_2'$  bilden. Die Sauerstoffhemmung setzt am  $\text{Cl}_2'$  ein.

Ich wollte mich am liebsten in diesen Streit über die Zwischenkörper nicht einmischen und verfiel deshalb darauf, ein Schema zu entwerfen, das die chemische Natur der Zwischenkörper noch offen ließ. Es war das sogenannte „Bildschema“. Viele Streitfragen wurden mit dieser Formulierung aus der Welt geschafft. Man konnte z. B. leicht zeigen, daß die von *Bodenstein* zuerst formulierte Elektronenkette in Bezug auf ihre kinetische Aussage mit der *Nernst-Kette* übereinstimmt, wenn man lediglich die Etagen vertauscht. Diese Vertauschung ist, wie man leicht zeigen kann, für das Ergebnis der Rechnung belanglos. Man muß nämlich für die Aufstellung der Geschwindigkeitsformel nur das Produkt der Wahrscheinlichkeiten der Weiterführung der Kette bilden. Hier gilt nun natürlich das kommutative Gesetz. Die von *Bodenstein* und *Thon* postulierten  $\text{HCl}'$ -Ketten lassen sich allerdings in keiner Weise mit *Bodensteins* erstem Schema zur Deckung bringen. Sie entsprechen dem Schema einer verzweigten Kette, und es ließ sich — schon vor *Semenoff* — zeigen, daß diese Formulierung bei den gefundenen Verhältnissen der Geschwindigkeiten von Haupt- und Nebenreaktionen nicht möglich ist, ohne daß es zur Explosion kommt.

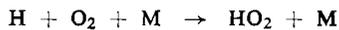
Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Formulierungen des Nenners der *Bodenstein-Duxschen* Gleichung waren aber leicht dadurch zu erklären, daß bei verschiedenen experimentellen Gegebenheiten verschiedene Abbruchreaktionen wirksam waren. Mit dem „Bildschema“ wollte sich *Bodenstein* nicht so recht anfreunden, jedenfalls meinte er, man müßte neben der allgemeinen Formulierung der Zwischenkörper auch konkrete Beispiele für mögliche Gebilde geben, die als Zwischenkörper auftreten könnten. Ich formulierte nun der damaligen Praxis folgend die Kette über ein  $\text{Cl}^a$  und ein  $\text{Cl}_3^a$ , setzte aber hinzu, die *Nernst-Kette* würde auch sehr gut passen, wenn sie nicht durch *Thon* als abgetan gelten würde. Darauf sagte *Bodenstein*: „Wissen Sie, die Röcke können auch mal wieder länger werden.“ Die zahlreich hervorsprrie-

<sup>4)</sup> Über die Entwicklung ab 1926 vgl. *E. Cremer*, „Die Reaktion von Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff im Licht“, *Z. physik. Chem.* **128**, 285 (1927), sowie „Die *Nernst-Kette* beim Chlorknallgas“, *Z. Chem.* **5**, 281 (1965).

ßenden neuen Schemata erschienen ihm also als eine Art Mode, und er hielt die Wiederkehr der *Nernst-Kette* für durchaus möglich. Er blickte auf diese Bemühungen wie ein Chemiker auf eine von ihm angesetzte Mischung, in der es heftig brodelt, und wie dieser Chemiker darauf wartet, was nun herauskommt, so wartete auch er in Ruhe ab, bis sich die richtige Erkenntnis abgesetzt hatte.

In den „Chemikeranekdoten“, die vom Verlag Chemie herausgebracht werden, wird von *Bodenstein* erzählt, er habe in Bezug auf seinen Nachfolger in Hannover *Hermann Braune* gesagt: „Er legt gute Eier, aber er gackert zu wenig.“ Dieser ihm zugeschriebene Ausspruch könnte den Eindruck erwecken, daß *Bodenstein* das „Gackern“ für wichtig und richtig hielt. Dies war aber keineswegs der Fall. Es lag ihm immer ferne, seine Leistungen und auch die seines Institutes besonders hervorzuheben. Als *Semenoff* 1928 seine erste Arbeit über Explosion durch Kettenverzweigung in der Zeitschrift für Physik erscheinen ließ, waren eine Reihe von Verbesserungen notwendig, über die *Bodenstein* mit dem Autor eine längere Korrespondenz führte. Er vergaß aber, dabei auf die früheren Arbeiten aus seinem Institut, in denen der Grundgedanke der *Semenoffschen* Arbeiten bereits ausgesprochen war, hinzuweisen. Ähnlich erging es ihm mit seiner Priorität bezüglich des Wortes „Kettenreaktion“. Wie wir aus der eindrucksvollen Schilderung von *Dux* wissen, wurde dieses Wort 1912 von *Bodenstein* geprägt. Diese Leistung vergessend, oder sie nicht für erwähnenswert haltend, sagte er später selbst in einem Vortrag<sup>5)</sup>, die Bezeichnung sei erstmalig 1923 von *Christiansen* gebraucht worden. Diese Dinge erschienen ihm offenbar unwichtig.

Mit den Arbeiten, gemeinsam mit *Unger* und *P. W. Schenk*, griff *Bodenstein* wieder selbst in die Chlorknallgas-Forschung ein. Nun schien nichts mehr im Wege zu stehen, sich offen zur *Nernst-Kette* zu bekennen. Die Sauerstoffhemmung wurde als Dreierstoßreaktion,



erkannt und für die Cl-Atome ein Verschwinden an der Wand angenommen.

Ein Effekt — der sogenannte „Trocknungseffekt“ — blieb noch ungeklärt. Es war schon im vorigen Jahrhundert von *Baker* gezeigt und später von *Coehn* und *Jung* durch sehr sorgfältige Versuche bestätigt worden, daß völlig trockenes Chlorknallgas nicht reagiert. Wie sollte man das vom Standpunkt der Atomkette und dem Start  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl} + \text{Cl}$  verstehen?

Es wurden Vermutungen geäußert, daß der Absorptionsakt nur in Gegenwart eines Wassermoleküls zur Dissoziation führen würde. Doch ergaben Absorptionsmessungen in trockenem und in feuchtem Chlor dafür keinerlei Anhaltspunkte.

Bei der Aufstellung des „Bildschemas“ sah ich keine Veranlassung, auf den Trocknungseffekt einzugehen. Herr *Coehn* beschwerte sich daraufhin in einem Brief an *Bodenstein*: Es hätte keinen Sinn, neue Reaktionsschemata aufzustellen, wenn die Wasserkatalyse darin keinen Platz fände. Auf diesen Brief reagierte *Bodenstein* zu meiner Beruhigung nur mit einem belustigten Schmunzeln, nahm sich aber dann doch der Sache an. Der nächste Dissertant, *Fritz Bernreuther*, wurde an das Trocknungsproblem gesetzt. Es wurde eine wunderbare Quarzapparatur gebaut — mit den von *Bodenstein* erfundenen ausheizbaren Quarzventilen — und mit allen Schikanen

<sup>5)</sup> Siehe Literaturverzeichnis Nr. 194.

getrocknet, aber das Chlorknallgas reagierte normal. Es wurde Wasserstoff nur durch Palladiumkapillaren eingelassen, es wurde Chlor tagelang mit reinem Wasserstoff durchspült, mehrfach fraktioniert und schließlich in die wochenlang getrocknete und keinerlei Wasserspuren mehr enthaltende Quarzapparatur eingefüllt. Dann kam der große Moment: Die Belichtungslampe wurde eingeschaltet — es gab einen furchtbaren Knall, die ganze Apparatur war nur mehr ein Häufchen Quarzstaub.

Worauf beruhte nun der „Trocknungseffekt“ beim Chlorknallgas? Man hatte hier wie auch in anderen Fällen, ohne es zu wissen, bei den „trockenen“ Versuchen den Wandeinfluß stark vergrößert; bei *Coehn* und *Jung* war Goldstaub in die Apparatur gelangt. Diese „aktive Wand“ bewirkte einen sehr starken Kettenabbruch, der die Geschwindigkeit auf den hundertsten bis tausendsten Teil herabdrückte.

Explosionen gab es natürlich öfters im Institut. Wenn man seine erste Explosion hinter sich hatte, empfand man es als eine Art Feuertaufe. *Bodenstein* erzählte selbst gern die Geschichte von einem großen Elektrolyseur, in dem er Chlor und Wasserstoff herstellte und der durch unvorsichtiges Manipulieren seinerseits explodierte. *Bodenstein* wurde jedoch dabei nicht verletzt, denn der allseitig gleichmäßige Überdruck hatte das Glasgefäß in winzige Staubkörnchen zerplatzen lassen, die sich nur als weißer Puder über Gesicht und Haare legten.

Die schwerste Explosion, die ich in meiner *Bodenstein*-Zeit erlebt habe, passierte bei der Auffindung des Chlorhexoxyds, einer hochexplosiven Chlorverbindung. Der Mitarbeiter, dem die präparative Darstellung dieser Substanz gelang, war *Paul Harteck*. Ein kleiner Teil der dargestellten Menge war ohne ersichtlichen Grund explodiert, *Harteck* wurde durch die in diesem Falle recht kompakten Glassplitter verletzt und mußte ins Krankenhaus gebracht werden. Nun war aber ein viel größerer Vorrat dieser gefährlichen Substanz noch vorhanden, der unbedingt vernichtet werden mußte, aber wie und durch wen?

Unglücklicherweise befand sich die Apparatur auf dem Gang — ein charakteristisches Zeichen übrigens für die Raumnot in diesem berühmten Institut. Wir standen alle in ehrfurchtsvoller Entfernung vor der Apparatur und schauten mit Spannung auf das Gefäß mit der gefährlichen roten Substanz. Jeden Moment konnte es knallen. Da trat *Bodenstein* in unseren Kreis. Er hatte sich inzwischen überlegt, was zu tun sei. Man mußte das Gefäß mit der Wasserstrahlpumpe verbinden und so den Inhalt langsam absaugen. Schnell und sicher ging er ans Werk. In den kritischen Sekunden, in denen er manipulierte, hielten wir den Atem an, denn die geringste Erschütterung konnte die Substanz zur Explosion bringen. Bald aber rauschte die Wasserstrahlpumpe, der Chef trat wieder in unseren Kreis zurück und sagte erleichtert: „So, für eine halbe Stunde könnt Ihr jetzt spazieren gehen, dann ist das Teufelszeug weg!“

Den Teufel zitierte er nicht ungern. Als eine neue Bibliotheksordnung gemacht werden sollte und *Clara von Simson*, der die Bibliothek unterstellt war, ihn fragte, welche Strafe man denen aufdiktieren solle, die die Bücher nicht ordnungsgemäß wieder auf ihren Platz stellen, antwortete er kurzerhand: „Die soll der Daibel holen.“ Am nächsten Tag prangte ein Schild in der Bibliothek:

„Stell's Buch zurück, denn ohne Zweifel  
holt andernfalls dich gleich der Teufel!“

Die Fülle im *Bodensteinschen* Institut Ende der Zwanziger- und Anfang der Dreißigerjahre, die Enge der Arbeitsplätze, die Primitivität der Unterbringung ist heute kaum noch vorstellbar. Immer mehr junge Wissenschaftler, meist schon promovierte Leute, strömten herbei, um wenigstens eine kurze Zeitspanne bei *Bodenstein* gearbeitet zu haben. Es seien hier die Namen *Andrussow*, *Christiansen*, *Finkelnburg*, *Jost*, *Jung*, *P. W. Schenk*, *K. Steiner* und *C. Wagner* genannt. *Kurt Wohl* war auch zeitweise Assistent am *Bodensteinschen* Institut und *Günther von Elbe* sowie *Michel Magat* — heute Professor an der Pariser Universität in Orsay — seine Dissertanten. Ab 1928 entstand eine selbständige kinetische Arbeitsgruppe unter *H.-J. Schumacher*, in der später auch *Brenschede* und *Sprenger* arbeiteten. Obwohl eigentlich nie freier Platz vorhanden war, fand *Bodenstein* doch immer wieder eine Lösung. Einem neuen Bewerber gab er einmal die Zusage mit folgender Begründung: „Das Institut ist schon so voll, da kommt es auf eine lumpige Person auch nicht mehr an!“

*Bodensteins* Großzügigkeit bei Institutsunternehmungen zeigt die folgende Geschichte, an die sich Dr. *Leichter* noch erinnert: Nach einer Besichtigung von Leuna verpaßte die von *Bodenstein* geführte Gruppe — es waren insgesamt 59 Teilnehmer — in Halle den Anschlußzug. Erst am späten Abend konnte man weiterfahren. Nach einem kleinen Bummel durch die Stadt lud *Bodenstein* alle zum Abendessen ein. Einer der Teilnehmer hatte bei der Stadtbesichtigung zufällig einen Freund getroffen und schmuggelte ihn mit ein. Als *Leichter*, dem die Organisation oblag, *Bodenstein* nach der Mahlzeit die Rechnung überreichte, standen 60 Essen darauf. „Wieso 60?“ fragte *Bodenstein*, „wir sind doch nur 59.“ *Leichter*, der den Sachverhalt kannte, den Kommilitonen aber nicht verraten wollte, sagte etwas verlegen: „Ich glaube, da hat einer zweimal bestellt.“ „Um Gotteswillen“, rief *Bodenstein*, „war es nicht genug? — Dann bestellen Sie doch noch einmal für die ganze Korona Käse. Keiner soll hungrig aufstehen!“

So großzügig war er, wenn es aus eigener Tasche ging. Mit Institutsgeldern war er sparsam. Zum Stromsparen wurden wir besonders angehalten. Am Abend tappte er oft im Dunkeln die Treppe hinunter, nachdem er alle Lichter im Institut eigenhändig gelöscht hatte.

Auch die Organisation von Institutsfesten wurde durch Stiftungen von *Bodenstein* erleichtert, wobei es zuweilen echtes *Bodensteiner* Bier gab. Die Jugend revanchierte sich durch Darbietungen.

Vor kurzem wurde zu Ehren des hundertsten Geburtstages von *Nernst* im historischen *Nernst-Bodensteinschen* Institut in der Bunsenstraße, das den zweiten Weltkrieg erstaunlicherweise unversehrt überlebt hat, eine *Nernst*-Gedächtnisausstellung veranstaltet. Ich erinnerte mich dabei lebhaft an eine solche vor 40 Jahren. Es wurde damals z. B. ein vertrocknetes, angebissenes Butterbrot gezeigt, das *Nernst* fertigzuessen vergessen habe, weil ihm angeblich während des Essens der grundlegende Gedanke zum Dritten Hauptsatz gekommen war. An das plötzliche Aufleuchten dieses Gedankens in den Hallen der Bunsenstraße erinnert heute eine entsprechende Marmortafel im Hörsaal. Es wurde damals auch die „ideale Kältemaschine“ gezeigt, eine Vorrichtung uralter Bauart zur Herstellung von Speiseeis, mit Holzkübel und Kurbel, die aber noch zu jener Zeit an heißen Sommertagen bei den Praktikanten wirklich

in Betrieb war. Viel zitiert wird heute noch der „horizontale Faust“ — eine Faustszene, die um 90° gedreht (so daß Tisch, Stuhl und Schauspieler mit einer Flanke auf dem Boden lagen) vor einem Publikum aufgeführt wurde, das sich auf der spiralförmig darüber aufstrebenden Treppe gruppierte. Faust — er wurde von *G.-M. Schwab* dargestellt — philosophierte über die Relativität von „oben und unten“ und „rechts und links“. In der Truppe der „Tillerboys“ produzierten sich Thermodynamiker (*Heino Zeise*) und Kinetiker (*Georg R. Schultze*) als hervorragende Tänzer. Speziell *Bodenstein* war das Chlorknallgasballett. Hier traten grün gekleidete weibliche Chloratome und männliche Wasserstoffatome auf, zunächst zu Paaren als  $\text{Cl}_2$  und  $\text{H}_2$  gruppiert. Nachdem ein Chlorpärchen von einem Lichtstrahl getroffen worden war, vollzog sich eine korrekte Kettenreaktion, bis jedes Cl-Atom schließlich seinen H-Partner gefunden hatte. Hierzu gehört die Arie des Chlors, die als besondere Huldigung für *Marie Bodenstein* nach der Melodie „Ich hab’ mein Herz in Heidelberg verloren“ gesungen wurde.

Es war in einem Quarzglas  
 Und ich molekular,  
 Das Gas war stöchiometrisch,  
 Die Quarzwand kühl und klar.  
 Da kam ein blauer Lichtstrahl  
 Mit seinem h mal nü,  
 Da absorbierte ich, da absorbierte ich  
 Die ganze Energie!

Und bei dem Absorbieren,  
 Da hat es mich gepackt:  
 Ich mußte dissoz'ieren  
 Sogleich, in einem Akt \*);  
 Und als dann kam ein  $\text{H}_2$  —  
 Wie schlug mein Herz so schnell! —  
 Da reagierte ich, da reagierte ich  
 Und ward ein HCl.

Refrain: Ich hab mein Herz bei Bodenstein verloren  
 In dem Gefäß aus Bergkristall,  
 Und die Kinetik ward durch mich geboren,  
 Und manches Schema kam durch mich zu Fall;  
 Und als man mich dann schließlich ausgefroren  
 Als HCl, da wußte ich es schon,  
 Daß ich mein Herz bei Bodenstein verloren  
 In einer Kettenreaktion.

Als ich einmal, als irgendein Behelf angeschafft werden sollte, fragte: „Ist das nicht zu teuer?“ antwortete *Bodenstein*: „Bedenken Sie, das Teuerste ist immer unsere Zeit.“ Mir gab das zu denken, denn ich kam ja aus einer Epoche der Arbeitslosigkeit,

\*) Die Frage ob Absorption und Dissoziation als *ein* oder als *zwei* Akte aufzufassen seien, wurde damals lebhaft diskutiert.

wo man mit nichts verschwenderischer umging als mit der Zeit der Menschen, die arbeiten wollten und es nicht durften. Gerade um die Zeit, als *Bodenstein* als Ordinarius in Berlin anfang, ließ die chemische Industrie Flugzettel an die Studenten verteilen: „Unsere Pflicht ist die Warnung vor dem Chemiestudium.“ Alle, die damals im *Bodensteinschen* Institut arbeiteten, haben allerdings diese Warnung in den Wind geschlagen, und sie taten gut daran.

*Bodensteins* genaue Zeitbilanz führte ihn zu dem Schluß, daß für ihn die Zeit am besten im experimentellen Arbeiten investiert sei. Er hat nie ein Buch geschrieben, was er mit gewissem Stolz betonte. Er war dann aber doch sehr betroffen, als das erste Kinetik-Buch von *Hinshelwood* herauskam, und er feststellen mußte, daß ein großer Teil seiner Arbeiten dort nicht zitiert war. Die Übersetzer, *E. Pietsch* und *G. Wilke*, hatten große Mühe, durch Fußnoten und einen Anhang wenigstens die deutsche Ausgabe in Ordnung zu bringen.

Zu Neuerscheinungen nahm er stets lebhaft Stellung. *Eggert* berichtet, daß er bei der ersten Auflage seines Lehrbuches Schwierigkeiten hatte, einen Rezensenten zu finden, bis er schließlich von *Bodenstein* eine eingehende Besprechung erhielt, in der Lob und Tadel gerecht verteilt waren. Den größten Tribut an das wissenschaftliche Schrifttum zollte *Bodenstein* sicher als jahrzehntelanger Herausgeber der „Zeitschrift für Physikalische Chemie“. Auch durch die Herausgabe der Berichte der Deutschen Atomgewichtskommission, gemeinsam mit *Hahn*, *Hönigschmid* und *Meyer*, und der Zeitschrift für Angewandte Photographie machte er sich sehr verdient.

Am 25. Juni 1929 verlieh die Technische Hochschule Hannover „dem Meister des physikalisch-chemischen Experiments für seine Verdienste um die Förderung unserer Kenntnisse auf den Gebieten der Gasreaktionen und der chemischen Wirkungen des Lichtes“ den Dr.-Ing. Ehren halber. *Bodensteins* erste und einzige Reise nach den USA im Herbst desselben Jahres wurde durch ein weiteres Ehrendoktorat, und zwar das der Universität Princeton, gekrönt.

Jeder, der aus Deutschland nach Princeton kommt und sich darauf berufen kann, *Bodenstein*-Schüler gewesen zu sein, merkt heute noch, welch guten Klang dieser Name dort hat. *N. Thon*, der später in den Mitarbeiterstab *Taylor*s aufgenommen wurde, sagte mir: „Es gibt keine bessere Empfehlung.“

Der Hauptzweck von *Bodensteins* Amerikareise war aber die Wahrnehmung einer Gastprofessur an der Johns-Hopkins-Universität in Baltimore. Als er zurückkam, erzählte er: „Ich habe viel gearbeitet, aber man kann dort auch gar nichts anderes tun als arbeiten.“ An diesem Urteil mag mit die damals herrschende Prohibition schuld gewesen sein, mit der er sich nicht anfreunden konnte. Wie sehr er in dem trockenen Lande einen guten Tropfen zu schätzen wußte, illustriert die folgende Erzählung von *H. S. Taylor*:

„*Bodenstein* was Visiting Professor at Johns Hopkins University for the first term of the academic year 1929/30. He came to Princeton to see one of the big football-games in November 1929 and stayed with us at our Broadmead home. To his great disappointment I failed to serve at dinner on Saturday-evening a Zinfandel-grape wine, which I had made personally and which *Donnan* and *Bodenstein* had sampled approvingly during the Princeton conference in October. The Johns Hopkins faculty

were evidently quite „dry“, so *Bodenstein* had looked forward to a renewed acquaintance with my wine-making. His disappointment on Saturday led to a remark to my wife on Sunday, from which emerged a further sampling of my perfectly legal activities during the prohibition years.“\*)

*Bodenstein* war Mitglied von 5 wissenschaftlichen Akademien, Ehrenmitglied von 8 ausländischen Chemischen Gesellschaften und Träger von 5 Medaillen, die für hervorragende wissenschaftliche Leistungen verliehen werden und mit den Namen *Bunsen*, *Hofmann*, *Pozmany*, *Karmarsch* und *Guericke* verknüpft sind. Ein besonders inniges Verhältnis hatte er zur *Deutschen Bunsengesellschaft*, der er seit ihrer Gründung angehörte. Er konnte sich rühmen, nie eine Hauptversammlung versäumt zu haben, und erzählte gern von jenen sagenhaften Zeiten, wo man beim Festessen noch zu seinem Nachbarn sagen konnte: „Da hinten sitzt einer, den kenne ich nicht!“ Wissenschaftlich stand er *Bunsen* auch nahe, hatte er doch in Heidelberg bei dessen Nachfolger promoviert und ein speziell *Bunsensches* Arbeitsgebiet, die photochemische Bildung von Chlorwasserstoff, wieder aufgenommen. Er war auch der Herausgeber der Gesammelten Werke von *Bunsen* in Ostwalds Klassikern. Die *Bunsen-Denk*münze, die er 1931 erhielt, war eine ihm auf den Leib geschriebene Auszeichnung.

1933 hätte *Bodenstein* nach der bis dahin gültigen Regelung noch sechs Amtsjahre vor sich gehabt. Durch die plötzliche Herabsetzung der Altersgrenze waren es nur mehr drei. Jeder Beamte wurde damals mit Fragebogen geplagt, die hauptsächlich dazu dienen sollten, politische Informationen über ihn zu erhalten. Als *Bodenstein* einmal ein solcher Zettel auf den Schreibtisch flatterte, füllte er nur die erste und letzte Zeile aus. Er beantwortete die Frage nach dem Namen, strich alle anderen Fragen durch, nur hinter die letzte, die lautete: „Lebensziel?“, schrieb er „erledigt“.

Die hohen Behörden so zu verhöhnen, galt als mutig und gefährlich, aber was sollte man ihm nun noch antun! Daß er — besonders nachdem er die Gedächtnisrede auf *Fritz Haber* gehalten hatte — nicht gut angeschrieben war, wußte er. Ein eindrucksvoller Beweis dafür war die Tatsache, daß man ihm kein Ehrenjahr bewilligte. Das Ende des Regimes sah er schon lange — und etwa so, wie es sich zugetragen hat — voraus. Für die deutsche Wissenschaft prophezeite er eine düstere Zukunft. Nach einer diesbezüglichen Unterredung sagte er — plötzlich wie in noch weitere Fernen schauend — abmildernd: „Na — vielleicht erholen wir uns auch wieder; Begabung ist ja vorhanden.“

*John Eggert* kam im Sommer 1936 zufällig in die *Bunsenstraße*. Er fand *Bodenstein* in großer Erregung, was man immer am Vibrieren der Schnurrbartspitzen merkte. *Bodenstein* zeigte ihm einen Brief: „Sehen Sie mal — das habe ich soeben bekommen: ‚Einladung zur nächsten Senatssitzung‘. Hier steht: ‚Punkt 4, Nachfolge *Bodenstein*‘. . . . So erfahre ich meinen Rücktritt im Dritten Reich!“

Die Emeritierung bedeutete für ihn nicht das Ende seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Der Strom seiner Publikationen geht gleichmäßig fließend über diese Grenze hinüber. An die Stelle des abnehmenden Interesses für den Bergsport trat ein zunehmendes für die Rosenzücht: „Im Juni habe ich keine Zeit mehr, da kommen die Rosen!“

Was die kinetischen Arbeiten betrifft, so führte sein ehemaliger Doktorand und langjähriger Assistent *H. J. Schumacher* zunächst in Deutschland, später in

\*) Freundliche Privatmitteilung von *Sir Hugh S. Taylor*.

Argentinien, die *Bodensteinsche* Schule weiter. Ein besonders blühender Zweig hat sich in Ungarn unter *Z. Szabó* entwickelt. Nachfolger in der Bunsenstraße wurde vorübergehend *Paul Günther*, später *Karl Friedrich Bonhoeffer*.

Der Emeritus *Bodenstein* hatte noch mehrere Räume zu seiner Verfügung. *Jockusch*, *Krekeler*, *Winter*, *Szabó*, *Holm*, *Krauss*, *Schuleit*, *Rogge*, *Frh. von Müffling*, *Sommer*, *Khodschaian*, *Launer* und viele andere bearbeiteten dort unermüdlich alte und neue Probleme. Auch ich war 1938 noch einmal kurze Zeit dort tätig und beteiligte mich an Arbeiten über die photosensibilisierte Wasserstoffperoxydbildung. Für seine Schüler war er immer in seinem kleinen romantischen Austragstübchen zu sprechen. Oft erwarteten ihn schon ganze Reihen, wenn er ankam.

Als 1939 der zweite Weltkrieg ausbrach, ging man daran, auch im Hinterland alle Kräfte zu mobilisieren. Das Ministerium erinnerte sich der zu früh in Ruhestand geschickten Professoren, und *Bodenstein* wurde zur vertretungsweisen Wahrnehmung des Unterrichtsbetriebes in Physikalischer Chemie zurückberufen. Er war nicht sehr erfreut darüber, hatte er doch, da er sich gerne von unnötigem Ballast befreite, seine Vorlesungsmanskripte bereits weggeworfen. Ich sollte im Institut eine Assistentenstelle erhalten und das Praktikum übernehmen. Da ich aber als Dr.-habil. eine Dozentur anstrebte und diese mit der Stelle nicht verbunden gewesen wäre, lehnte ich ab, so sehr es mir persönlich leid tat, *Bodenstein* absagen zu müssen. Wir blieben aber trotzdem in gutem Einvernehmen, und meinen Entschluß, nach Innsbruck zu gehen, hat dann gerade er als Alpinist gut verstanden.

Mit siebzig Jahren arbeitet er noch experimentell. Ich kam einmal — schon von Innsbruck aus — nach Berlin und ging in die Bunsenstraße. Dort herrschte ferienmäßige Ruhe, aber irgendwo rauschte ein Gebläse und dieses akustische Signal zeigte mir den Weg zum Altmeister der Kinetik, der mit dem Handgebläse, auf einer Leiter stehend, an einer Apparatur eine Verbesserung anbrachte. Er erklärte mir den Zweck und Sinn der Apparatur und — als er dann den Blasschlauch aus dem Mund genommen und das Glasmesser eingesteckt hatte — erwähnte er auch den Jodwasserstoff: „Man sollte die Versuche doch jetzt mit modernen Mitteln wiederholen. Das muß ich wohl noch selbst machen, ein anderer tut's ja nicht.“ Er hatte also durchaus noch experimentelle Pläne.

Ganz besonders interessierte ihn in diesen letzten Lebensjahren aber die Chlorknallgasreaktion, der er etwa dreißig Jahre seines Lebens gewidmet hat. Er beginnt systematisch ab 1934 mit Arbeiten, die er „Abschlußarbeiten am Chlorknallgas“ nennt. Er bringt sie zu Ende, und noch kurz bevor der Tod ihm die Feder aus der Hand nimmt, stellt er die letzte abschließende Zusammenfassung „100 Jahre Chlorknallgas“ fertig, die er mit den Worten schließt: „Es mag zweifelhaft erscheinen, ob nicht zu viel Arbeit auf diese eine Reaktion — das Chlorknallgas — verwendet worden ist. Das trifft sicher hier und da zu, manche Irrwege hätte man vermeiden können, ich glaube trotzdem, die auf die Gewinnung des Materials verwendete Arbeit hat sich gelohnt.“

Es seien hier nochmals die wesentlichen Erkenntnisse, die aus den Chlorknallgasarbeiten von *Bodenstein* und seinen Schülern hervorgingen, zusammengestellt:

1. die Konzeption der Kettenreaktion, womit gleichzeitig die damals noch nicht gefundene Erklärung der Überschreitung des Äquivalentgesetzes gegeben wurde,

2. die Aufstellung eines Reaktionsschemas und die Berechnung einer Geschwindigkeitsformel aus diesem Schema,

3. die Berechnung der Kettenlänge aus dem Reaktionsschema,

4. die Idee der Kettenverzweigung und die quantitative Formulierung der Explosionsbedingung,

5. die Erklärung der Empfindlichkeit einer Kettenreaktion gegen Verunreinigung und Wandeffekte, und die quantitative Formulierung dieses Einflusses für die Geschwindigkeitsformel,

6. Idee und Bedeutung der Dreierstoßreaktion,

7. Bestimmung der absoluten Größe der Geschwindigkeitskonstanten aller einzelnen Reaktionen bei der Chlorwasserstoff- und bei der Phosgenbildung,

8. die Aufklärung der bei diesen Reaktionen auftretenden Trocknungseffekte, wobei von *F. Bernreuther* für das Chlorknallgas und von *Gg. R. Schultze* für das Phosgen nachgewiesen werden konnte, daß die Verlangsamung der Reaktion durch kettenabbrechende Verunreinigungen verursacht wurde.

Kurz vor seinem Tode — er starb am 3. September 1942 — besuchte ich ihn noch einmal im alten Institut. Er schien frisch und rüstig wie immer, nur sprach er viel von der Vergangenheit, von Heidelberg, von *Ostwald*, von *Nernst* und von allerlei bemerkenswerten Begebenheiten aus seinem Leben. Mich durchzuckte plötzlich der Gedanke: „Das ist ja gerade, als ob er mir seinen Nachruf erzählte.“ Wenige Tage darauf erkrankte er an Agranulozytose, einer Blutzerkrankung, die sehr schnell zum Tode führte. Er wurde auf dem Friedhof von Nikolassee, unweit seines Wannseer Wohnsitzes, bestattet.

Am härtesten traf der Verlust seine Gattin, die ihn zwei Jahre überlebte. Aber auch wir, seine Schüler und Freunde, empfanden es schmerzlich, daß er uns zu früh genommen worden war, noch mitten aus fruchtbarem Schaffen heraus, doch sagten wir uns zum Trost, daß ihm wohl viel erspart worden sei. Mit ihm versank eine Zeit. Seine Forschung aber hat einer neuen Zeit den Weg gewiesen. Nicht vergessen ist sein Werk. Im Gegenteil, je weiter wir uns zeitlich von *Bodenstein* entfernen, umso mehr wissen wir: Das Zeitalter der Kinetik hat begonnen, und er hat es eingeleitet.

Für die Abfassung dieses Lebensbildes von *Max Bodenstein* haben mir seine Kinder und Enkel, sowie viele alte „Bodensteiner“ Daten und Material zur Verfügung gestellt. Mein Dank gilt im besonderen Frau *Elsbeth Michaelis*, geb. *Bodenstein*, Wiesbaden, sowie Dr. *Walter Dux*, St. Margarets-on-Thames, Middlesex, England, Dr.-Ing. *M. Heiner Ramstetter*, ehemaliges Vorstandsmitglied der Riedel de Haën AG, Hannover, Prof. *John Eggert*, ETH Zürich, *Sir Hugh S. Taylor*, Princeton, USA, und Frau Mag. Pharm. *Irmgard Schatz*, Zofingen, Schweiz, die mir bei der Sichtung der literarischen Unterlagen geholfen hat. Für die große Mühe der Zusammenstellung einer vollständigen Liste der Veröffentlichungen möchte ich den Mitarbeitern des *Gmelin-Institutes* (Direktor Dr. Dr. h. c. *Erich Pietsch*), vor allem Herrn Dr. *Gerhart Hantke*, herzlichst danken.

Innsbruck, im Mai 1966

*Erika Cremer*

### Verzeichnis der Veröffentlichungen von Max Bodenstein

- 1893 1. *M. Bodenstein* und *V. Meyer*, Ber. dtsh. chem. Ges. **26**, 1146 (1893), Über die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze.  
2. *M. Bodenstein*, Ber. dtsh. chem. Ges. **26**, 2603 (1893), Über die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze, II. Mitteil.
- 1894 3. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **13**, 56 (1894), Über die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze.  
4. *M. Bodenstein*, Ber. dtsh. chem. Ges. **27**, 3397 (1894), Kalischmelze der Stearol- und Behenolsäure.
- 1897 5. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **22**, 1 (1897), Zersetzung und Bildung von Jodwasserstoff.  
6. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **22**, 23 (1897), Die Zersetzung des Jodwasserstoffgases im Licht.
- 1899 7. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **29**, 147 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. I. Reaktionsgeschwindigkeit und „falsche Gleichgewichte“.  
8. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **29**, 295 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. II. Einfluß der Temperatur auf Bildung und Zersetzung von Jodwasserstoff.  
9. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **29**, 315 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. III. Bildung von Schwefelwasserstoff aus den Elementen.  
10. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **29**, 429 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. IV. Bildung und Zersetzung von Selenwasserstoff.  
11. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **29**, 665 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. V. Allmähliche Vereinigung von Knallgas.  
12. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **30**, 113; 135 (1899), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik. VI. Methoden zur Erzielung konstanter Temperaturen von 100—700°. VII. Zusammenfassung und Schluß.  
13. *M. Bodenstein*, Habilitationsschrift, Univ. Heidelberg. Leipzig, Engelmann 1899, Gasreaktionen in der chemischen Kinetik.  
14. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **30**, 567 (1899), Die „falschen Gleichgewichte“. Antwort an Herrn *P. Duhem*.
- 1902 15. *M. Bodenstein*, Chemiker-Ztg. **26**, 1075 (1902), Katalyse und Katalysatoren.
- 1903 16. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **46**, 725 (1903), Heterogene katalytische Reaktionen. I. Knallgaskatalyse durch Platin.
- 1904 17. *M. Bodenstein*, Ber. dtsh. chem. Ges. **37**, 1361 (1904), Bemerkungen zu der Abhandlung der Herren *Stock* und *Guttman* über die katalytische Zersetzung des Antimonwasserstoffs.  
18. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **9**, 696 (1904), Chemische Kinetik der Kontaktschwefelsäure.  
19. *M. Bodenstein*, V. Internationaler Kongreß für Angewandte Chemie, Berlin, 2.—8. Juni 1903. Berlin, Deutscher Verlag, 1904, IV, S. 561, Chemische Kinetik der Kontakt-Schwefelsäure.  
20. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **10**, 123 (1904), Quecksilberbogenlampen aus Quarz.  
21. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **49**, 41 (1904), Heterogene katalytische Reaktionen. II. Autokatalyse in heterogenen Systemen.  
22. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. **49**, 61 (1904), Reaktionsgeschwindigkeit und freie Energie.  
23. *M. Bodenstein* und *A. Geiger*, Z. physik. Chem. **49**, 70 (1904), Dissoziation von Bromwasserstoff und Chlorwasserstoff.
- 1905 24. *M. Bodenstein* und *F. Ohlmer*, Z. physik. Chem. **53**, 166 (1905), Heterogene katalytische Reaktionen. III. Katalyse des Kohlenoxydknallgases durch Kieselsäure.  
25. *W. Ostwald* und *M. Bodenstein* (ed.), R. Bunsen, Gesammelte Abhandlungen, 3 Bände (Im Auftrage der Deutschen Bunsengesellschaft für Angewandte Physikalische Chemie), Leipzig 1904.

26. *M. Bodenstein* und *W. Pohl*, *Z. Elektrochem.* **11**, 373 (1905), Gleichgewichtsmessungen an der Kontaktschwefelsäure.
27. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem.* **50**, 611 (1905), Erwiderung an Herrn *Stock*.
28. *M. Bodenstein*, Dtsch. Reichs-Pat. 172569 (1905–1906), Verfahren zur Reduktion von Azobenzol, dessen Homologen und Derivaten.
- 1906 29. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **19**, 14 (1906), Die Gewinnung der Salpetersäure aus der Luft.
30. *M. Bodenstein* und *S. C. Lind*, *Z. physik. Chem.* **57**, 168 (1906), Geschwindigkeit der Bildung des Bromwasserstoffs aus seinen Elementen.
31. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **12**, 432 (1906); VI. Congresso internat. Chim. appl. Roma, 1906, Sezione X, 144 (1906), Reaktionsgeschwindigkeit und freie Energie. Nach Versuchen von Dr. *Lind*.
32. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **12**, 605 (1906), Fermentative Bildung und Verseifung von Estern.
33. *M. Bodenstein*, VI. Congresso internat. Chim. appl. Roma, 1906, Sezione X, 152 (1906), Fermentative Bildung und Verseifung von Estern. Nach Versuchen von Herrn *Dietz*.
- 1907 34. *A. Stock* und *M. Bodenstein*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **40**, 570 (1907), Zur Theorie der Antimonwasserstoff-Zersetzung.
35. *M. Bodenstein* und *C. G. Fink*, *Z. physik. Chem.* **60**, 1 (1907), Heterogene katalytische Reaktionen. IV. Kinetik der Kontaktschwefelsäure.
36. *M. Bodenstein* und *C. G. Fink*, *Z. physik. Chem.* **60**, 46 (1907), Heterogene katalytische Reaktionen. V. Allgemeine Bemerkungen.
- 1908 37. *M. Bodenstein* und *K. Wolgast*, *Z. physik. Chem.* **61**, 422 (1908), Reaktionsgeschwindigkeit in strömenden Gasen.
38. *M. Bodenstein* und *G. Dunant*, *Z. physik. Chem.* **61**, 437 (1908), Die Dissoziation des Kohlenoxychlorids.
39. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem.* **61**, 447 (1908), Notiz über die Zersetzung des Jodwasserstoffs im Licht.
40. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **14**, 544 (1908), Messung von Gasgleichgewichten.
41. *M. Bodenstein* und *M. Katayama*, *Z. Elektrochem.* **15**, 244 (1908), Die Dissoziation von hydratischer Schwefelsäure und von Stickstoffdioxid.
- 1909 42. *M. Bodenstein* und *M. Katayama*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **42**, 1037 (1909), Die Dissoziation von hydratischer Schwefelsäure und von Stickstoffdioxid.
43. *M. Bodenstein* und *M. Katayama*, *Z. physik. Chem.* **69** (*Arrhenius*-Festband), 26 (1909), Eine bequeme Methode zur Messung von Dampfdrücken. Die Dissoziation von hydratischer Schwefelsäure und von Stickstoffdioxid.
44. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **15**, 390 (1909), Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse im Jahre 1908. Sammelreferat.
- 1910 45. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **16**, 533 (1910), Spezielle anorganische Elektrochemie.
46. *M. Bodenstein* und *T. Suzuki*, *Z. Elektrochem.* **16**, 912 (1910), Die Dissoziationsspannung des Ferrisulfates.
47. *G. Starck* und *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **16**, 961 (1910), Die Dissoziation des Joddampfes.
- 1911 48. *M. Bodenstein* und *W. Karo*, *Z. physik. Chem.* **75**, 30 (1911), Die langsame Verbrennung des Schwefels.
49. *M. Bodenstein*, *Trans. Faraday Soc.* **7**, 167 (1911), Communication to the discussion on „Methods of maintaining constant higher temperatures“.
- 1912 50. *M. Bodenstein* und *F. Kranendieck*, *Z. Elektrochem.* **18**, 417 (1912), Ein Thermo-Regulator für elektrische Widerstandsöfen.
51. *M. Bodenstein* und *F. Kranendieck*, *Nernst-Festschrift* **99** (1912), Die Zersetzungsgeschwindigkeit des Ammoniaks in Quarzglas.
52. *M. Bodenstein* und *F. Kranendieck*, *Z. physik. Chem.* **80**, 148 (1912), Der Zerfall von Schwefeltrioxyd an Quarzglas.
- 1913 53. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **19**, 836 (1913), Photochemische Kinetik des Chlorknallgases.
54. *M. Bodenstein* und *W. Dux*, *Z. physik. Chem.* **85**, 297 (1913), Photochemische Kinetik des Chlorknallgases.

55. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem.* **85**, 329 (1913), Eine Theorie der photochemischen Reaktionsgeschwindigkeit.
56. *M. Bodenstein*, *Verh. dtsh. physik. Ges.* **15**, 690 (1913), Eine Theorie der photochemischen Reaktionsgeschwindigkeit.
- 1914 57. *M. Bodenstein*, in *J. M. Eder* (ed.), *Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik 1914*, Wilhelm Knapp, Halle, 1914, S. 132, Über eine Theorie der photochemischen Vorgänge.
58. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem.* **87**, 93 (1914), Zur photochemischen Kinetik, insbesondere der Polymerisation von Anthracen und Methylanthracen.
- 1915 59. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **28**, 209 (1915), Die Energiequellen unserer Maschinen.
- 1916 60. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **22**, 53; Diskussion 62 (1916), Die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff.
61. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **22**, 202 (1916), Das Abklingen der im Licht entstandenen Aktivität des Chlors. Nach Versuchen von *Hugh Scott Taylor*.
62. *M. Bodenstein* nach Versuchen von *F. Cramer*, *Z. Elektrochem.* **22**, 327 (1916), Die Dissoziation des Bromdampfes.
63. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **22**, 293 (1916), Antwort an Herrn *Volmer*.
64. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **22**, 398 (1916), Bemerkung zu Vorstehendem.
- 1917 65. *M. Bodenstein* nach Dissertation von *Schubart*, *Z. Elektrochem.* **23**, 105 (1917), Die physikalisch-chemischen Grundlagen der hüttenmännischen Zinkgewinnung.
66. *M. Bodenstein* und *F. Schubart*, *Metall u. Erz, N. F. der Metallurgie* **14**, 177 (1917), Die physikalisch-chemischen Grundlagen der hüttenmännischen Zinkgewinnung.
- 1918 67. *M. Bodenstein* und *L. Wachenheim*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **51**, 265 (1918), Herstellung von Argon im Laboratorium.
68. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **24**, 183 (1918), Die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Stickoxyd und Sauerstoff.
69. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **31**, 145 (1918), Die Geschwindigkeit der Vereinigung von Stickoxyd und Sauerstoff.
70. *M. Bodenstein*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **51**, 1640 (1918), Einige Hilfsmittel für das Arbeiten mit Gasen.
- 1921 71. *M. Bodenstein*, *Beiträge zur Metallurgie. Festgabe zum 60. Geburtstag für Prof. H. Goldschmidt*. S. 5, Verlag Steinkopff, Dresden und Leipzig 1921.
72. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Z. physik. Chem.* **99**, 1 (1921), Atomgewichtstabellen für das Jahr 1921.
73. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid*, *R. J. Meyer* und *W. Ostwald*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **54 A**, 181 (1921), Atomgewichtstabellen für das Jahr 1921.
74. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid*, *R. J. Meyer* und *W. Ostwald*, *Z. angew. Chem.* **34**, 492 (1921), Atomgewichtstabellen für das Jahr 1921.
- 1922 75. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem.* **100**, 68 (1922), Bildung und Zersetzung der höheren Stickoxyde.
76. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **55 A**, Sonderheft 7, 1—LXXXV (1922), Zweiter Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission: In der Zeit von 1916—1920 veröffentlichte Abhandlungen.
77. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **28**, 517 (1922), Diffusion von kathodischem Wasserstoff durch Eisen und Platin.
78. *M. Bodenstein*, *Recueil Trav. chim. Pays-Bas* **41**, 585 (1922) (deutsch), Die photochemische Bildung von Phosgen.
79. *M. Bodenstein*, *Ergebn. exakt. Naturwiss. I*, 197 (1922), Chemische Kinetik (Reaktionsgeschwindigkeiten).
80. *M. Bodenstein*, *Ergebn. exakt. Naturwiss. I*, 210 (1922), Photochemie.
81. *Naturwissenschaften* (edn.) *Schriftleitung. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften*, Berlin, 1922, Bd. I, 403 S., 35 Abb.
- 1923 82. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **56 A**, Sonderheft 4, 1—XXXIV (1923), Dritter Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission.

83. *M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning Schmid und R. J. Meyer, Z. angew. Chem.* **36**, 221 (1923); *Z. physik. Chem.* **105**, 1 (1923); *Z. anorg. allg. Chem.* **128**, 117 (1923), Dritter Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission. In der Zeit von 1921 bis Juli 1922 veröffentlichte Abhandlungen.
84. *M. Bodenstein, Z. physik. Chem.* **104**, 51 (1923), Der Zerfall des Stickstoff-pentoxyds.
- 1924** 85. *M. Bodenstein* nach Versuchen von *P. Windelband, Z. angew. Chem.* **37**, 439 (1924), Der Mechanismus der hüttenmännischen Zinkgewinnung.
86. *M. Bodenstein, Liebigs Ann. Chem.* **440**, 177 (1924), Ein Beitrag zur Theorie der katalytischen Hydrierung durch Platin.
87. *M. Bodenstein, Z. Elektrochem.* **30**, 416 (1924), Die Geschwindigkeit der Dissoziation der Brom-Molekel.
88. *M. Bodenstein und H. Plaut, Z. physik. Chem.* **110**, 399 (1924), Bildung und Zerfall von Phosgen in der Wärme.
89. *M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning Schmid und R. J. Meyer, Ber. dtsh. chem. Ges.* **57 A**, No. 1, I—XXXVI (1924), Vierter Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission. In der Zeit von Juli 1922 bis November 1923 veröffentlichte Abhandlungen.
90. *M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning Schmid und R. J. Meyer, Z. angew. Chem.* **37**, 181 (1924), Vierter Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission.
91. *M. Bodenstein und H. Lütkemeyer, Z. physik. Chem.* **114**, 208 (1924), Die photochemische Bildung von Bromwasserstoff und die Bildungsgeschwindigkeit der Brommolekel aus den Atomen.
- 1925** 92. *M. Bodenstein, Z. Elektrochem.* **31**, 343 (1925), Grundlagen der chemischen Kinetik.
93. *M. Bodenstein, Trans. Faraday Soc.* **21**, 525 (1925), On the mechanism of photochemical reactions.
94. *M. Bodenstein, P. Harteck und E. Padelt, Z. anorg. allg. Chem.* **147**, 233 (1925), Chlorhexoxyd.
95. *M. Bodenstein und G. Kistiakowski, Z. physik. Chem.* **116**, 371 (1925), Photochemische Zersetzung von Chlormonoxyd.
96. *M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning Schmid und R. J. Meyer, Ber. dtsh. chem. Ges.* **58 A**, No. 1, I—XXVII (1925), 5. Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission.
- 1926** 97. *M. Bodenstein, Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.*, **104** (1926), Reaktionsgeschwindigkeit bei Umsetzungen von Atomen.
98. *M. Bodenstein, Z. physik. Chem.* **120**, 129 (1926); *Trans. Faraday Soc.* **21**, 525 (1925–26), Der Mechanismus photochemischer Reaktionen. (The mechanism of photochemical reactions.)
99. *M. Bodenstein und F. Lieneweg, Z. physik. Chem.* **119**, 123 (1926), Die Zersetzung des Jodwasserstoffs im Licht. Unabhängigkeit der Zersetzung des Jodwasserstoffs im Licht von Aggregatzustand und Temperatur und Versuche zur Deutung des Mechanismus des Vorgangs.
100. *M. Bodenstein und G. Jung, Z. physik. Chem.* **121**, 127 (1926), Die Dissoziation der Wasserstoffmolekel.
101. *M. Bodenstein und A. Schmidt, Z. physik. Chem.* **123**, 28 (1926), Das Gleichgewicht  $J_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2 JBr$ .
102. *M. Bodenstein, P. Günther und F. Hoffmeister, Z. angew. Chem.* **39**, 875 (1926), Thermochemische Untersuchungen an Gasreaktionen. I. Bildungswärme und Existenzbedingungen des Tetrachlorkohlenstoffs.
103. *M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning Schmid und R. J. Meyer, Ber. dtsh. chem. Ges.* **59 A**, I—XXX (1926), Sechster Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission. In der Zeit vom Dezember 1924 bis Ende November 1925 veröffentlichte Abhandlungen.
- 1927** 104. *M. Bodenstein, Z. Physik.* **41**, 548 (1927), Oxydation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drucken. Bemerkung zur gleichbenannten Abhandlung von Chariton und Walta.
105. *M. Bodenstein, Trans. Amer. elektrochem. Soc.* **51**, 365 (1927), The mechanism of the metallurgical production of zinc.
106. *M. Bodenstein und T. Onoda, Z. physik. Chem.* **131**, 153 (1927), Die photochemische Bildung von Phosgen.

107. *M. Bodenstein*, *Z. Physik* **41**, 548 (1927), Die Oxydation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drucken.
108. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **60** B I, 1 (1927), 7. Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission.
109. *M. Bodenstein* und *W. Jost*, *J. Amer. chem. Soc.* **49**, 1416 (1927), The influence of water on the combination of the halogen with hydrogen.
110. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **40**, 174 (1927), Versuch einer Theorie der katalytischen Ammoniakverbrennung.
111. *M. Bodenstein*, *Ann. Physik (IV. Folge)* **82**, 836 (1927), Analysen der Zeitgesetze zusammengesetzter chemischer Reaktionen.
112. *M. Bodenstein*, *Trans. electrochem. Soc.* **50**, I (1927), The mechanism of the metallurgical production of zinc.
113. *M. Bodenstein* (nach Untersuchungen von *Bütefisch*, *Kahle*, *Süssenguth*, *E. Heisenberg*, *Hartech*), *Z. physik. Chem.* **130**, 422 (1927), Die photochemische Bildung von Phosgen. I.
- 1928 114. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **61** B I, 1 (1928), 8. Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission.
115. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. A* **137**, 131 (1928), Monochloramin und Hydrazin. I. Die Zersetzung von Monochloramin in saurer Lösung.
116. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. A* **139**, 397 (1928), Monochloramin und Hydrazin. II. Bildung von Hydrazin und Zersetzung von Monochloramin in ammoniakalischer Lösung.
117. *M. Bodenstein*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1928** 490, Kettenreaktionen.
118. *M. Bodenstein*, Réunion Internationale de Chimie Physique, Paris 8–12 oct., 1928. Les Presses Universitaires de France, Paris 1929. Activation et Structure de Molecules, S. 319, Der Zerfall von Stickstoffpentoxyd. Nach Versuchen von *Gerhard Sprenger*.
119. *M. Bodenstein* und *T. Onoda*, *Z. physik. Chem.* **131**, 153 (1928), Die photochemische Bildung von Phosgen.
120. *M. Bodenstein*, *Dtsch. Reichs-Pat.* 458 189 (1926–1928), Herstellung von Wasserstoffsperoxyd.
121. *M. Bodenstein*, *Dtsch. Reichs-Pat.* 458 190 (1924–1928). Gewinnung starker Lösungen von Wasserstoffsperoxyd aus Bariumperoxyd.
- 1929 122. *M. Bodenstein*, *Naturwissenschaften* **17**, 788 (1929), Die chemischen Wirkungen des Lichts.
123. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **62** B I, 1 (1929), *Z. anorg. allg. Chem.* **178**, 411 (1929), *Z. angew. Chem.* **42**, 95 (1929), 9. Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission.
124. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **2**, 345 (1929), Die Kinetik der Kontaktschwefelsäure und unsere heutigen Kenntnisse von der Absorption.
125. *M. Bodenstein* und *C. Wagner*, *Z. physik. Chem. B* **3**, 456 (1929), Ein Vorschlag für die Bezeichnung der Lichtmenge in der Photochemie.
126. *M. Bodenstein*, *S. Lenher* und *C. Wagner*, *Z. physik. Chem. B* **3**, 459 (1929), Die photochemische Bildung von Phosgen. IV. Umsetzung bei niedrigen Drucken und eine verbesserte Deutung des Mechanismus der Reaktion.
127. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **35**, 527 (1929), Ansprache zur 34. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft.
128. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **35**, 535 (1929), Die Rolle der Gefäßwand bei Gasreaktionen.
129. *M. Bodenstein*, *E. Padelt* und *H.-J. Schumacher*, *Z. physik. Chem. B* **5**, 209 (1929), Die thermische Reaktion zwischen Chlor und Ozon.
130. *M. Bodenstein* und *H.-J. Schumacher*, *Z. physik. Chem. B* **5**, 233 (1929), Der Mechanismus der Bildung von Chlorhexoxyd.
131. *M. Bodenstein*, *W. Jost* und *G. Jung*, *J. chem. Soc. [London]* **51**, 1153 (1929), Der Einfluß der Intensität der Belichtung auf die Geschwindigkeit der photochemischen Vereinigung von Brom und Wasserstoff. (The influence of the intensity of illumination on the velocity of the photochemical union of bromine and hydrogen.)
132. *M. Bodenstein*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1929**, 367, Der durch Chlor katalysierte Zerfall des Ozons.

- 1930 133. *M. Bodenstein*, *J. chem. Educat.* **7**, 518 (1930), Chemische Wirkungen des Lichtes. (Chemical action of light.)
134. *M. Bodenstein*, *Chem. Reviews* **7**, 215 (1930), Kettenreaktionen (Chain reactions.)
135. *M. Bodenstein*, *Chem. Reviews* **7**, 225 (1930), Die thermische und photochemische Synthese von Phosgen. (The thermal and photochemical synthesis of phosgene.)
136. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **7**, 387 (1930), Ein fettfreies Glasventil.
137. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **43**, 819 (1930), Die wissenschaftlichen Grundlagen der Photochemie.
138. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Chem.* **43**, 423 (1930), Thermischer Zerfall von  $\text{CCl}_4$ .
139. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **63 B I**, 1 (1930), 10. Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission.
- 1931 140. *M. Bodenstein*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1931**, 73, Die Oxydation von gasförmigem Acetaldehyd durch Sauerstoff als Musterbeispiel für die Verbrennung der Kohlenwasserstoffe.
141. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **12**, 151 (1931), Der Mechanismus der Oxydation von Acetaldehyd und von Kohlenwasserstoffen.
142. *M. Bodenstein*, *O. Hahn*, *O. Hönigschmid* und *R. J. Meyer*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **64 B I**, 1 (1931), 11. Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission.
143. *M. Bodenstein* und *W. Unger*, *Z. physik. Chem. B* **11**, 253 (1931), Photochemische Kinetik des Chlorknallgases. Sauerstofffreie Gase.
144. *M. Bodenstein*, *Trans. Faraday Soc.* **27**, 409 (1931), Photochemische Kinetik in gasförmigen Systemen. Einleitender Vortrag. (Photochemical kinetics in gaseous systems.)
145. *M. Bodenstein*, *Trans. Faraday Soc.* **27**, 413 (1931), Einige Bemerkungen über das Chlorknallgas. (Some remarks about „Chlorknallgas“.)
- 1932 146. *M. Bodenstein*, *Ber. VIII. Internat. Kongr. wiss. angew. Photogr.* **1931**, 7 (1932), Das Einsteinsche photochemische Äquivalentgesetz.
147. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **38**, 899 (1932), Heinrich Goldschmidt zum 75. Geburtstag.
148. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **38**, 911 (1932), Kettenreaktionen.
- 1933 149. *M. Bodenstein* und *P. W. Schenk*, *Z. physik. Chem. B* **20**, 420 (1933), Die photochemische Kinetik der Reaktion zwischen Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff.
150. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **20**, 451 (1933), Sind wirklich Wasserspuren nötig für das Eintreten mancher chemischer Reaktionen?
151. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **21**, 469 (1933), Nachtrag zur Abhandlung: Sind wirklich Wasserspuren nötig für das Eintreten mancher chemischer Reaktionen?
152. *F. Bernreuther* und *M. Bodenstein*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1933**, 333, Das Verhalten von trockenem Chlorknallgas im Licht.
153. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **39**, 661 (1933), Paul Walden zum 70. Geburtstag.
- 1934 154. *M. Bodenstein* und *H. Jockusch*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1934**, 27, Vereinigung von Wasserstoff mit Fluor.
155. *M. Bodenstein*, *Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl.* **1934**, CXX—CXXIX, Gedächtnisrede auf Fritz Haber.
156. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **40**, 113 (1934), Fritz Haber.
157. *M. Bodenstein*, *Naturwissenschaften* **22**, 437 (1934), Walter Nernst zum 70. Geburtstag.
158. *M. Bodenstein*, IX. Congreso Internacional de Quimica Pura y Aplicada; Madrid, 5.—11. April 1934, Bd. II, Gruppe I, Sect. A u. B, S. 256. Die Berechtigung der üblichen Berechnung der Geschwindigkeit von zusammengesetzten Reaktionen.
159. *M. Bodenstein* und *G. Büttner*, IX. Congreso Internacional de Quimica Pura y Aplicada; Madrid, 5.—11. April 1934, Bd. III, S. 475, Über den Mechanismus der katalytischen Ammoniakverbrennung.
- 1935 160. *M. Bodenstein*, *Naturwissenschaften* **23**, 10 (1935), Photochemie.
161. *M. Bodenstein*, *W. Brenschede* und *H.-J. Schumacher*, *Z. physik. Chem. B* **28**, 81 (1935), Die photochemische Bildung von Phosgen. VIII. Gleichzeitige Bildung von Phosgen und Chlorwasserstoff. Kritik an einem Einwand von *G. K. Rollefson*.
162. *M. Bodenstein*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **68 A**, 62 (1935), Dr. Ortwin von Deines (Nachruf).

163. *M. Bodenstein, H. Jockusch und H. Krekeler*, Chem. Fabrik **8**, 283 (1935), Ein Elektrolyseur zur Herstellung von Fluor.
164. *M. Bodenstein*, Helv. chim. Acta **18**, 743 (1935), Die Ermittlung des Mechanismus chemischer Reaktionen.
165. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **41**, 466 (1935), Über den Mechanismus der katalytischen Ammoniakverbrennung.
166. *M. Bodenstein*, Verh. Ges. dtsh. Naturforscher Ärzte **93**, 90 (1935), Photochemie.
167. *M. Bodenstein*, Inst. int. Chim. Solvay, Cons. Chim. **5**, 1 (1935), Diskussion 31 (dt.), Die Reaktion des Sauerstoffs vom physikalisch-chemischen Standpunkt.
- 1936 168. *M. Bodenstein*, Z. physik. Chem. A **175**, 294 (1936), Der Mechanismus der Reaktionen von Stickoxyd mit Sauerstoff, Chlor und Brom.
169. *M. Bodenstein und E. Winter*, Ber. preuß. Akad. Wiss., phys.-math. Kl. **1936**, 2, Abschlußarbeiten am Chlorknallgas. I. Deutung des Reaktionsverlaufs bei sauerstofffreien Gasen.
170. *M. Bodenstein*, Naturwissenschaften **24**, 193 (1936), Robert Wilhelm Bunsens Stellung zur organischen Chemie. Zur 125. Wiederkehr seines Geburtstages.
171. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **42**, 439 (1936), Die reaktionskinetischen Grundlagen der Verbrennungsvorgänge.
- 1937 172. *M. Bodenstein*, Ber. dtsh. chem. Ges. **70** A I, 17 (1937), Gasreaktionen in der chemischen Kinetik.
173. *M. Bodenstein und H. Jockusch*, Z. anorg. allg. Chem. **231**, 24 (1937), Einige Beobachtungen über Bildung von Fluorwasserstoff aus den Elementen und über die Lichtabsorption von Fluor.
174. *M. Bodenstein, W. Brenschede und H.-J. Schumacher*, Z. physik. Chem. B **35**, 382 (1937), Die photochemische Bildung von Phosgen. IX. Das Anlaufen und Abklingen der Kettenreaktion nach Einsetzen bzw. Aufhören der Belichtung.
175. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **43**, 461 (1937), Physikalische Chemie der hüttenmännischen Zinkgewinnung.
176. *M. Bodenstein*, Trans. electrochem. Soc. **71**, 353 (1937), Der Mechanismus der katalytischen Ammoniakverbrennung. (The mechanism of the catalytic combustion of ammonia.)
177. *M. Bodenstein*, Naturwissenschaften **25**, 609 (1937), Wie wird aus einer ruhigen chemischen Reaktion eine Explosion?
- 1938 178. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **44**, 1 (1938), Robert Luther zum 70. Geburtstage.
179. *M. Bodenstein und Z. Szabó*, Z. physik. Chem. B **39**, 44 (1938), Beginnt der Zerfall des Chlormonoxyds als homogene bimolekulare Reaktion?
180. *M. Bodenstein, W. Brenschede und H.-J. Schumacher*, Z. physik. Chem. B **40**, 121 (1938), Die photochemische Phosgenbildung. XI. Berechnung der Konstanten der Teilreaktionen unter Einbeziehung der thermischen Phosgenbildung und -zersetzung.
181. *M. Bodenstein*, Naturwissenschaften **26**, 833 (1938), Unser Wissen über Atom und Molekel in Abhängigkeit von der Entwicklung der Forschungsmittel (Vortrag).
182. *M. Bodenstein*, Roczniki Chem. [Ann. Soc. chim. Polonorum] **18**, 347 (1938), Der Mechanismus der Bildung von Stickoxyd im Hochspannungsbogen. Analyse einer Untersuchung von *Haber* und *König* von 1907.
- 1939 183. *M. Bodenstein*, Ber. dtsh. chem. Ges. **72** A I, 122 (1939), Henry le Chatelier, 1850—1936.
- 1940 184. *M. Bodenstein*, Recueil Trav. chim. Pays-Bas **59**, 480 (1940), Die Oxydation von gasförmigem Acetaldehyd durch Sauerstoff.
185. *M. Bodenstein*, Naturwissenschaften **28**, 145 (1940), Photochemische Sensibilisation.
186. *M. Bodenstein*, Z. Elektrochem. **46**, 132 (1940), Das Gleichgewicht der Reaktion  $\text{ZnO} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Zn}_{\text{Dampf}} + \text{CO}_2$ . I.
187. *M. Bodenstein, K. F. Bonhoeffer und G. Joos*, Z. physik. Chem. B **47**, 288 (1940), Bemerkungen zu den Veröffentlichungen von Herrn *Karl Fredenhagen*. Der Aufbau einer Theorie der Lösungen usw., Z. physik. Chem. B **40**, 51 (1938), und von Herrn *Karl Fredenhagen* und Fräulein *Tramitz*. Der Aufbau einer Theorie der Lösungen III., Z. physik. Chem. B **46**, 313 (1940).
188. *M. Bodenstein*, Die Entstehung des latenten Bildes in der Photographie. Arbeit des deutschen Stifterverbandes der Deutschen Forschungsgemeinschaft **1940**, S. 58.

189. *M. Bodenstein*, *Z. angew. Photogr. Wiss. Techn.* **2**, 33 (1940), Karl Schaum zum 70. Geburtstag.
190. *M. Bodenstein*, *Recueil Trav. chim. Pays-Bas* **59**, 480 (1940), Die Oxydation von gasförmigem Acetaldehyd durch Sauerstoff.
- 1941** 191. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **47**, 501 (1941), Einige Reaktionen des Hydroxylamins und die katalytische Ammoniakoxydation.
192. *M. Bodenstein*, *Z. Elektrochem.* **47**, 667 (1941), 50 Jahre chemische Kinetik.
193. *M. Bodenstein*, *Z. physik. Chem. B* **48**, 239 (1941), Abschlußarbeiten am Chlorknallgas. II. Die Rolle der Reaktion  $H + HCl = H_2 + Cl$  (nach Versuchen von *L. Frh. v. Müffling*, *A. Sommer* und *S. Khodschaian*).
194. *M. Bodenstein* und *H. F. Launer*, *Z. physik. Chem. B* **48**, 268 (1941), Abschlußarbeiten am Chlorknallgas. III. Die Kettenabbrüche in sauerstoffhaltigen Gasen.
- 1942** 195. *M. Bodenstein*, *Jb. preuß. Akad. Wiss.* **1941**, 196 (1942), Gedächtnisrede auf Karl Andreas Hofmann (Nachruf).
196. *M. Bodenstein*, *Forsch. u. Fortschr.* **18**, 153 (1942); *Chemiker-Ztg.* **66**, 433 (1942); *Abh. preuß. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.* **1941**, Nr. 19, 32 S. (1942), Die Entstehung des latenten Bildes und die Entwicklung desselben in der Photographie.
197. *M. Bodenstein*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **75 A**, 79 (1942), Walther Nernst, 25. 6. 1864 bis 18. 11. 1941 (Nachruf).
198. *M. Bodenstein*, *W. Krauß* und *A. v. Nagel*, *Z. Elektrochem.* **48**, 167 (1942), Notiz zu der Abhandlung: Einige Reaktionen des Hydroxylamins und die katalytische Ammoniakoxydation von *Max Bodenstein*.
199. *M. Bodenstein*, *Ber. dtsh. chem. Ges.* **75 A I**, 119 (1942), 100 Jahre Photochemie des Chlorknallgases.