

## EMIL ERLLENMEYER.

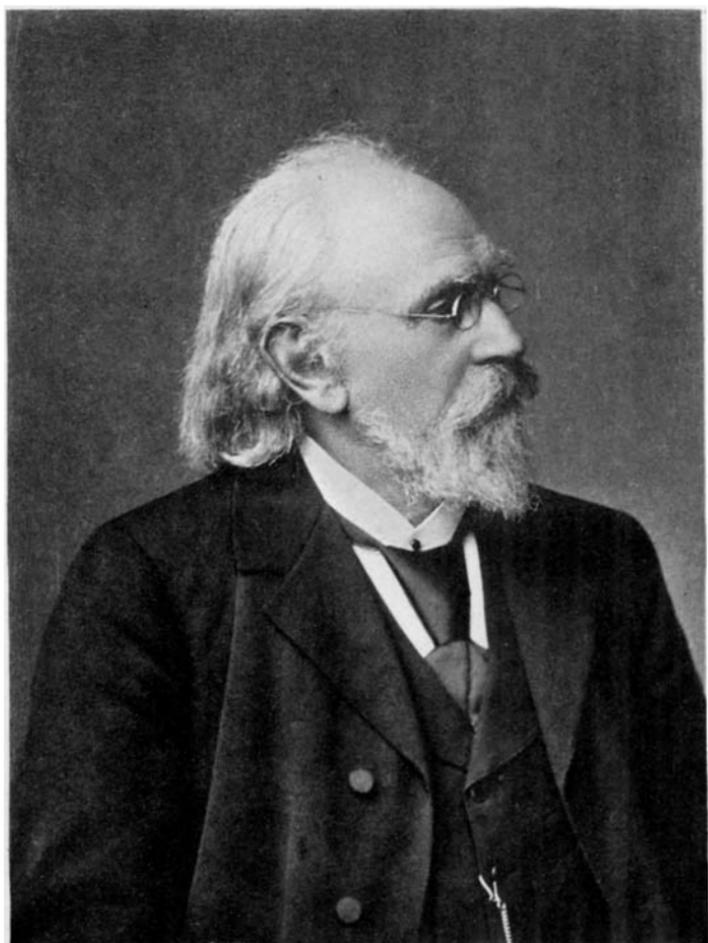
---

Welchem Naturforscher, welchem Mediziner wäre der Name Erlenmeyer nicht bekannt! Weiß er auch nichts von den großen Verdiensten, welche sich Erlenmeyer um den Ausbau unserer chemischen Theorie erworben hat, so hat er doch den Namen sicher in Verbindung mit dem für so viele Zwecke fast unentbehrlichen Glasgefäß gehört, welches sich als Erlenmeyer-Kolben die Welt erobert hat. Wenn diese Erfindung den Namen Erlenmeyer auch bei Nichtchemikern populär gemacht hat, so sind doch seine zahlreichen, mit peinlicher Sorgfalt ausgeführten Arbeiten allein maßgebend für seine Beurteilung als Fachmann. Diese haben denn auch vollste Anerkennung gefunden<sup>1)</sup>, nicht zum wenigsten durch seine Ernennung zum Vizepräsidenten 1874 und 1889 zum Präsidenten unserer Gesellschaft, der er als eines der ersten Mitglieder angehört hat.

Erlenmeyer wurde am 28. Juni 1825 in Wehen bei Wiesbaden als Sohn des evangelischen Dekans Dr. Friedrich Erlenmeyer geboren. Im Alter von 10 Jahren wurde er zur Erlernung der alten Sprachen auf das Pädagogium in Wiesbaden geschickt; 4 Jahre später erhielt er von einem protestantischen Vikar Zickendraht und einem katholischen Kaplan Werner im elterlichen Hause den Vorbereitungs-Unterricht für das Maturitätsexamen, das er am Gymnasium in Weilbach 1845 glücklich bestand. In der Absicht, Medizin zu studieren, bezog er die Universität Gießen. Dort begeisterten ihn aber Liebigs Vorlesungen derart, daß er nach wenigen Monaten schon entschlossen war, sich als Chemiker auszubilden. Im Sommersemester 1846 ging er auf ein Jahr nach Heidelberg, um Physik, Botanik und Mineralogie bei Jolly, Bischof und Leonhardt zu hören. Er trat dort der Burschenschaft Teutonia bei und schloß mit Victor Scheffel, Sandberger, Diruf u. a. Freundschaft. 1847 kehrte er wieder

---

<sup>1)</sup> A. Lipp hat in einem längeren Nekrolog die Verdienste seines Lehrers und Vorgängers gewürdigt.



*Dr. Penney*

nach Gießen zurück. Es gelang ihm aber nicht, in Liebigs Laboratorium einen Arbeitsplatz zu bekommen. Da der Zudrang der Chemiker sich dort von Jahr zu Jahr steigerte, hatte Liebig in dem Nebenbau eines ihm gehörenden Hauses auf dem Seltersberg ein sogenanntes Filiallaboratorium errichtet und dieses der Leitung H. Wills unterstellt. Dort konnte Erlenmeyer unterkommen. Bereits nach einem Semester erhielt er eine Assistentenstelle und hatte die Aufsicht über 14 Studierende, die meist älter waren als er. Das »Assistenten« wußte aber trotz seiner Jugend sich Achtung zu verschaffen. Ein Beispiel möge seine erste Lehrtätigkeit beleuchten. Einige leichtsinnige Praktikanten ließen sich bei der qualitativen Analyse von einem gewandten Kommilitonen die Resultate sagen, ohne selbst die vorgeschriebenen Reaktionen auszuführen. Wie Erlenmeyer dieses bemerkte, gab er dem einen eine Kupfervitriollösung, den anderen hingegen eine Indigolösung. Als sie diese Flüssigkeit als Kupfervitriollösung erklärten, konnte er ihre falschen Angaben feststellen und sie dazu überreden, von nun an selbständig die ihnen gegebenen Aufgaben zu lösen. Will fand an dem jungen energischen Dozenten ein solches Gefallen, daß er ihm riet, die akademische Laufbahn zu ergreifen. Erlenmeyer hatte aber neben vier Schwestern noch drei Brüder, die studieren wollten; so vermochte er seinen Wunsch nicht durchzusetzen. Nachdem er kurze Zeit Assistent bei Fresenius gewesen war, unterzog er sich in Nassau dem pharmazeutischen Staatsexamen. Mit Unterstützung der Verwandten seiner Mutter, einer geborenen Hanegroth aus Siegen, konnte er sich 1849 eine Apotheke in Katzenellenbogen kaufen, die er aber nur ein Jahr behielt. 1850 promovierte er in Gießen, vermählte sich mit Auguste Hengstenberg, einer Apothekerstochter aus Iserlohn und erwarb sich eine Apotheke in Wiesbaden. Durch Einführung verschiedener pharmazeutischer und chemischer Präparate verstand er den Wert seines Besitzes zu steigern. Die Lust am Dozieren veranlaßte ihn gleichzeitig, an der dortigen Handels- und Gewerbeschule Chemieunterricht zu erteilen.

Als ihm genügende Mittel zur Verfügung standen, verkaufte er 1855 die Apotheke und zog nach Heidelberg, um sich ganz seinem Lieblingsfache zu widmen. Er wandelte einen in der Karpfengasse Nr. 6 gelegenen Schuppen in ein Laboratorium um, in dem er anfangs Untersuchungen für Fabriken ausführte. Als Sachverständiger hatte er mehrfach Gelegenheit, Frankreich und England zu besuchen und sich mit industriellen Betrieben vertraut zu machen. Im Zusammenhang damit steht seine Habilitationsschrift »Über die Darstellung des unter dem Namen Superphosphat bekannten künstlichen

Düngers«. Bei diesen Untersuchungen erhielt er verschiedene schön krystallisierende Präparate, die Bunsen lebhaft interessierten. Am 1. Mai 1857 wurde Erlenmeyer Privatdozent. Kurz vorher hatte sich auch der 27-jährige Kekulé in Heidelberg als Dozent niedergelassen und ein einfenstriges Zimmer mit daran anstoßender Küche in der westlichen Hauptstraße als Privatlaboratorium eingerichtet. Ein daneben befindliches kleines Zimmer diente als Auditorium. Zu den ersten Zuhörern Kekulé's gehörten Ad. von Baeyer, Butlerow und Erlenmeyer. Nach privaten Mitteilungen von A. v. Baeyer entwickelte dort Kekulé sein neues System mit hinreißender Beredsamkeit in Vorträgen die sich durch Klarheit und Eleganz auszeichneten. Erlenmeyer war, wie Kekulé ihm gegenüber später des öfteren betont hat, einer der ersten, welcher sich in die neue Betrachtungsweise hineinfand und sie, seinem Temperament entsprechend, mit größtem Eifer weiter zu entwickeln strebte. Nachdem Kekulé 1859 einem Ruf nach Gent gefolgt war und Bunsen sein Interesse an der Synthese der Kohlenstoffverbindungen verloren hatte, wurde Erlenmeyers Laboratorium die eigentliche Pflegestätte der organischen Chemie in Heidelberg. Am meisten war es von Russen besucht. So kam es, daß Erlenmeyer 1865 der russische St. Annaorden verliehen wurde. Die Universität ernannte ihn am 28. März 1863 zum außerordentlichen Professor. Sein Wunsch nach einem umfassenderen und erfolgreicheren Wirkungskreis erfüllte sich durch die am 1. Oktober 1868 erfolgte Berufung an die neu errichtete Polytechnische Schule in München, wo er als erster Vertreter der allgemeinen Chemie sich um die Einrichtung des lange Zeit mustergültigen Laboratoriums und um die Organisation des chemischen Unterrichts große Verdienste erwarb. In seiner neuen Stellung entwickelte Erlenmeyer eine ganz enorme Tätigkeit, und es war staunenswert, wieviel Zeit und Mühe er jedem einzelnen Praktikanten und ganz besonders den Anfängern widmete. Infolge seines Übereifers und, wie es scheint, auch infolge der klimatischen Verhältnisse wurde er öfters von neuralgischen Schmerzen geplagt. Später ergriff ihn auch Mißmut über das langsame Fortschreiten seiner wissenschaftlichen Untersuchungen. Da den technischen Hochschulen damals das Promotionsrecht noch nicht erteilt war, so siedelten viele der Praktikanten, wenn sie dort eine gründliche Ausbildung genossen hatten, zur Anfertigung ihrer Dissertationsarbeiten an eine Universität über. Um sich Ruhe und Erholung zu verschaffen, erwarb sich Erlenmeyer 1877 eine Villa in Tutzing am Starnberger See. Für die Studienjahre 1877—1880 wurde er zum Direktor der Hochschule ernannt, mußte aber mit Rücksicht auf seine Gesundheitsverhältnisse um Enthebung von dieser

Ehrenstelle nachsuchen. Aus Angst, er könne seine Berufspflichten nicht mehr in befriedigender Weise erfüllen, ließ er sich in den Ruhestand versetzen. Am 10. März 1883 wurde er von seiner großen Schülerschar feierlich verabschiedet. Von München zog er nach Frankfurt a. M. 1885 siedelte er nach Wiesbaden über, um nach Jahresfrist wieder nach Frankfurt zurückzukehren, wo er in dem von ihm selbst eingerichteten Laboratorium seines ehemaligen Schülers Belli arbeitete. Für seine 1893 erfolgte Niederlassung in Aschaffenburg war bestimmend, daß dort sein Schwiegersohn Hermann Dingler als Professor der Botanik mit seiner Familie wohnte, und daß der Schreiber dieser Zeilen ihm Gelegenheit bieten konnte, in dem allerdings nur bescheidenen Ansprüchen genügenden Laboratorium der jetzt aufgelösten forstlichen Hochschule sich weiter zu beschäftigen. Er arbeitete dort, bis 1897 seine Frau starb. Seine vorletzte Publikation »Zur Geschichte der isomeren Bromzimtsäuren und Zimtsäuren« widmete er als Sonderabdruck der Annalen Bd. 287 seinen Schülern und Freunden, die in Aschaffenburg seinen 70. Geburtstag feierten und ihm durch seinen Nachfolger Wilhelm von Miller sein von Ferdinand von Miller meisterlich geschaffenes Reliefbild überreichten. Festlich gestaltete sich sein 80. Geburtstag. Die Technische Hochschule München verlieh ihm das Ehrendiplom eines Doktors der technischen Wissenschaften, die Naturwissenschaftlich-mathematische Fakultät der Universität Heidelberg ernannte ihn zum Ehrendoktor, als Ehrenmitglied erklärten ihn die Münchener Chemische Gesellschaft und der Aschaffener Naturwissenschaftliche Verein. Unter den verschiedenen Glückwunschschriften sei die von E. Buchner verfaßte Adresse der Deutschen Chemischen Gesellschaft<sup>1)</sup> besonders hervorgehoben. Erlenmeyer hatte ein glückliches Alter, bewundernswert war sein gutes Gedächtnis und sein vorzüglicher Humor; leider konnte er in den letzten Jahren sein Interesse an der Wissenschaft wegen seines Augenleidens nicht mehr in gewünschter Weise befriedigen. Schmerzlos verschied er am 22. Januar 1909. Seinem Wunsche gemäß und entsprechend seiner Lebensanschauung ist seine Leiche in aller Stille den Flammen des Krematoriums in Heidelberg übergeben worden.

Im Nachfolgenden soll versucht werden, Erlenmeyers Bedeutung als Lehrer, Schriftsteller und Forscher zu würdigen.

Erlenmeyers Vortrag war nicht gerade fließend, er wirkte aber durch seine Lebhaftigkeit und Begeisterung äußerst fesselnd. Er suchte nicht durch glänzenden Periodenbau oder durch ein Übermaß

<sup>1)</sup> Diese Berichte 88, 2417 [1905].

blendender Experimente zu imponieren; dagegen wußte er, durch einfache, wohl vorbereitete Versuche, sowie durch klare Definitionen verbunden mit historischen und kritischen Erläuterungen seine Hörer zu überzeugen.

Bei wissenschaftlichen Versammlungen verstand er durch eine treffende oder sarkastische Bemerkung und durch gelegentliche Witze und Wortspiele eine abgeflaute Diskussion neu zu beleben oder rasch zum Abschluß zu bringen. Auf den Naturforscherversammlungen war er deshalb ein gern gesehener Gast, um den sich schnell eine fröhliche Tafelrunde sammelte. Seine Kritik verschnupfte zuweilen seine Kollegen, sie trugen es ihm aber nicht nach, da seine wohlwollende Gesinnung bekannt war.

In den ersten Jahren seiner Tätigkeit in München wurden seine Vorlesungen nicht selten von den Studierenden der Universität belegt, an der Liebig der dualistischen und Volhard noch der Typentheorie huldigte. Hervorragend war er im praktischen Laboratoriumsunterricht. Wie hoch er diesen einschätzte, das beweist seine Akademierede »Aufgaben des chemischen Unterrichts gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und Technik«. (München 1871.) Dementsprechend nahm er den lebhaftesten Anteil an allen Vorgängen im Laboratorium und suchte durch beständiges Examinieren die Schüler zum Denken und Beobachten anzuregen. Die Analysen, sowie die präparativen Arbeiten mußten unter Vermeidung aller schablonenmäßigen Hilfsmittel kritisch und selbständig ausgeführt werden. Der Anfänger durfte nicht gleich mit der Aufsuchung ihm unbekannter Stoffe beginnen, sondern sollte nach einer von Erlenmeyer abgefaßten Anleitung erst einzelne Reaktionen ausführen und die Bedingungen kennen lernen, welche zu erfüllen sind, um diesen oder jenen Körper vollständig aus seiner Lösung auszuscheiden und ihn von anderen zu trennen. Daran knüpften sich eine Reihe von Fragen, deren schriftliche Beantwortung korrigiert wurde. Diese Anleitung ging von der Technischen Hochschule durch den mit Erlenmeyer befreundeten Volhard auf die Universität über und bildete die Grundlage der von Clemens Zimmermann, sowie von H. von Pechmann bearbeiteten Einführungen zum praktischen Arbeiten. Auch der Fertigungsunterricht kam in Erlenmeyers Laboratorium nicht zu kurz. Die zusammengestellten Apparate wurden vor dem Gebrauch mit kritischen Augen besichtigt; eine gewisse Geschicklichkeit im Glasblasen — man konnte dies bei dem Faktotum Renner erlernen — mußte sich jeder Praktikant aneignen. Peinliche Ordnung und Reinlichkeit herrschte in den Arbeitssälen. Wer sich gegen die bekannt gegebenen Verordnungen verging, mußte eine Geldstrafe bezahlen;

meist traf den Übeltäter noch dazu ein vernichtender Blick des Meisters, oder er mußte den lauten Ausdruck des höchsten Mißfallens über sich ergehen lassen. Eine ergötzliche Episode findet sich in Kilianis Nachruf<sup>1)</sup>. Diese Erziehungs- und Unterrichtsmethode paßte natürlich nicht jedem; wer aber erkannte, wie gut sie gemeint war und wie schnell sie wirkte, der war bald seinem Lehrer mit Liebe und Verehrung zugetan.

Für den richtigen Betrieb des chemischen Unterrichts in den Mittelschulen sorgte Erlenmeyer dadurch, daß er für die Lehramtskandidaten wöchentlich zweistündige Übungen in Experimentalvorträgen einführte. Sein Interesse an der Ausbildung der Chemiker hat er schon 1862 als Privatdozent in seiner Abhandlung »Der technische Chemiker« und noch in seinem Ruhestande in der Schrift »Bemerkungen über Examina und Ausbildung der technischen Chemiker«, Heidelberg 1898, bekundet. In der schon erwähnten Akademierede spricht Erlenmeyer für die Gleichberechtigung der technischen Hochschulen mit den Universitäten. Seiner Ansicht nach bestehen die Aufgaben und Ziele des chemischen Unterrichts an beiden Anstalten darin, wissenschaftliche Forscher und Entdecker heranzubilden.

Im Jahre 1870 wurde Erlenmeyer zum außerordentlichen, 1873 zum ordentlichen Mitglied der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften ernannt. Als solches verfaßte er die Denkschrift »Einfluß Liebigs auf die Entwicklung der reinen Chemie«, München 1874.

Vor etwa fünfzig Jahren waren die von Justus Liebig, Friedr. Wöhler und Hermann Kopp redigierten »Annalen der Chemie und Pharmazie« in Deutschland dasjenige Organ, welches die gediegensten Originalarbeiten brachte. Es hatte aber den großen Fehler, daß oft recht lange Zeit verstrich, bis der mit allzu peinlicher Gründlichkeit besorgte Einlauf zur Veröffentlichung gelangte. Dem allgemein gefühlten Bedürfnis nach rascherer Publikation wollte Erlenmeyer durch die 1859 von ihm begründete »Zeitschrift für Chemie und Pharmazie« entgegenkommen. Sie sollte wie die »Annales de Chimie et de Physique« den Einlauf kürzerer Abhandlungen in monatlich zweimal erscheinenden Heften rasch erledigen und zugleich Referate aus anderen Zeitschriften bringen. An diese knüpfte Erlenmeyer nicht selten kritische Bemerkungen, die zwar auf die Wissenschaft fördernd, für das Unternehmen und den Kritiker nachteilig wirkten. Die ersten Bände redigierte Erlenmeyer zusammen mit Lewinstein, dann wurde er alleiniger Herausgeber; 1868 übergab er die Schriftleitung den drei Göttinger Dozenten Hübner, Fittig

<sup>1)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 22, 481.

und Beilstein, denen sich 1867 noch Lossen und Birnbaum beigesellten. Die Zeitschrift ging 1872 ein, nachdem seit der Gründung der Deutschen Chemischen Gesellschaft die Redaktion der »Berichte« für rasche Veröffentlichung der eingesandten Mitteilungen sorgte und auch kurze Referate aus anderen Zeitschriften und Gesellschaften schleunigst übermittelte.

Seit dem Jahre 1871 besorgten Erlenmeyer und Volhard die ihnen von Liebig übertragenen Redaktionsgeschäfte der Annalen.

Als Erlenmeyer das wissenschaftliche Forschungsgebiet betrat, herrschte noch die Typentheorie. Da ihre Sterilität von Jahr zu Jahr ersichtlicher wurde, trat eine Partei auf, die eine Umformung der bisherigen Anschauungen für dringend nötig erachtete. Auf einem 1862 von Kekulé nach Karlsruhe berufenen internationalen Chemikerkongreß versuchte man vergebens, eine Einigung der schroff einander gegenüber stehenden Meinungen herbeizuführen. Erlenmeyer stand in der vordersten Reihe der Verfechter der neuen Ideen. (Als O. Erdmann in seinem Werke »Über das Studium der Chemie«, Leipzig 1861, von einer übermütigen Spekulation sprach, die Hypothese auf Hypothese baue, wies) Erlenmeyer in einem Aufsatz »Über die Theorie der Chemie« darauf hin, daß Daltons Theorie nur das Gesetz der konstanten Proportionen befriedigend erkläre, das Gesetz der multiplen Proportionen aber erst dann, wenn man mit G. C. Foster annimmt, daß in jedem Atom eine unveränderliche Anzahl von Affinitäten enthalten ist, und daß nicht allein die Affinitäten ungleichartiger, sondern auch diejenigen gleicher Atome mit einander in Verbindung treten können (Kekulé). Dabei habe man nach Kekulé den Kohlenstoff als vieratomig, den Stickstoff nach Limpricht und Couper als fünfatomig anzusehen. Statt der üblichen Bezeichnungsweise »Atomigkeit« führte er das Wort »Wertigkeit« ein und für die neue Lehre gebrauchte er den Namen »Strukturchemie«. Seine Betrachtungen über Atom, Molekül, Volumen, Sättigungskapazität und abnorme Dampfdichten gehören zu den besten literarischen Erscheinungen der chemischen Theorien. Durch ihre klare Darstellung und streng logische Entwicklung bieten sie heute noch eine genußreiche Lektüre. Sicher hat Erlenmeyer die geistigen Errungenschaften jener Zeit mächtig gefördert und in seinen Arbeiten konsequent durchgeführt. In diesem Sinne erneuerte die philosophische Fakultät der Universität Gießen am 14. März 1901 das 50 Jahre vorher erworbene Doktordiplom dem Forscher »qui experimentis et usu plurimum contulit ad probandam doctrinam structuræ«.

Für seine theoretische und kritische Veranlagung mußte die Abfassung eines Lehrbuches, in dem die neue Lehre von der Valenz und

Atomverketzung die Grundlage der Systematik der Kohlenstoffverbindungen bilden sollte, einen besonderen Reiz ausüben. Der erste Band des Lehrbuches von Kekulé war 1861 erschienen — zu einer Zeit, wo der Kampf zwischen Strukturchemie und Typentheorie noch tobte; die erste Lieferung von Erlenmeyers Werk wurde 1864 herausgegeben, als der Sieg schon ziemlich entschieden war. Deshalb erwarb es sich viele Freunde, trotzdem man sich klar sein mußte, daß sein geplanter Umfang allzu gering veranschlagt war, wenn die verschiedenen Gebiete der organischen Chemie gleich den Monocarboniden behandelt werden sollten. Erlenmeyer erkannte zu spät, daß er sich damit eine große Last aufgeladen hatte, und suchte jüngere Kräfte zur Mitwirkung heranzuziehen. O. Hecht, R. Meyer, H. Goldschmidt und Buchka wurden seine Mitarbeiter; diese Maßnahme, deren sich auch Kekulé zur Fortführung seines Lehrbuches bediente, war aber nicht ausreichend, um das in der Zwischenzeit riesig angewachsene Tatsachenmaterial in der für das Unternehmen erforderlichen kurzen Zeit zu bewältigen, und so teilte es mit dem Kekulé'schen Lehrbuch das gleiche Schicksal, daß es unvollendet blieb.

Auf dem Gebiete der experimentellen Forschung beschäftigte sich Erlenmeyer als Privatdozent für Technologie, für die er sich zuerst habilitiert hatte, anfangs hauptsächlich mit unorganischer Chemie. In seiner ersten Abhandlung beschreibt er ein basisches Bleicyanid, dann folgen Abhandlungen über die Darstellung von Eisenchlorid, über Glasuren gemeiner Töpferwaren, über den Phosphorgehalt des Weißblechs und über die Bestimmung des Gehaltes der Blutlaugensalz-Schmelze. Infolge seiner Beziehungen zur Düngerindustrie hatte er Interesse an den Phosphaten. Hieraus entsprangen die Arbeiten über die Bildung von saurem Calciumphosphat, über das Sättigungsvermögen der Phosphorsäure, über die Extraktion der löslichen Phosphorsäure aus Superphosphaten und über das Zurückgehen der Phosphorsäure. — Später noch untersuchte er gemeinschaftlich mit E. Heinrich die Phosphate des Mangans, Eisens und Aluminiums. Mit Lewinstein stellte er fest, daß bei Einwirkung von Kohlensäure auf eine wäßrige Kaliummanganatlösung sich nicht nur Kaliumcarbonat bildet, sondern auch Braunstein abgeschieden wird. Auch eine titrimetrische Methode zur Bestimmung des Tonerde-Gehaltes in Aluminiumsulfaten wurde ausgearbeitet und ein dem Aphrosiderit ähnliches Chloritmineral analysiert. Die Halhydratwasser enthaltenden Salze sind nach Erlenmeyer nicht Neutralsalze im gewöhnlichen Sinne, sondern Verbindungen von zugleich saurer und basischer Natur. Wird das Halhydratwasser durch Salze ausgeschieden, so geschieht dies durch zweifache Neutralisation und Bildung eines Doppelsalzes, wie dies durch die Beziehung von Kieserit zum Kainit zum Ausdruck kommt.

Als St. Claire Deville und L. Troost gefunden hatten, daß die Dampfdichten verschiedener Verbindungen, besonders der Ammoniumsalze, kleiner sind als nach Avogadros Hypothese zu erwarten war, betont Erlenmeyer, daß die physikalische Bestimmung des Molekulargewichts auf Irrwege führen kann, wenn die chemische Erfahrung unbeachtet bleibt, und verfißt dabei die später bestätigte Ansicht, daß die vieratomigen Phosphor- und Arsenmoleküle bei genügend hoher Temperatur, entsprechend den Erfahrungen beim Schwefel, in zweiatomige Moleküle gespalten werden können. Die abnorme Dampfdichte des Salmiaks erklärt er durch den schon bekannten Zerfall in Ammoniak und Salzsäure; ebenso weist er nach, daß Kalomel beim Verdampfen teilweise in Quecksilber und Sublimat zerfällt. Zu erwähnen ist noch eine Abhandlung über die Größe und den Wirkungswert des Eisenatoms.

Der Schwerpunkt von Erlenmeyers Betätigung liegt auf dem Gebiete der organischen Chemie. Sie beginnt mit theoretischen Erörterungen über die Konstitution von Äthan, Äthylen und Acetylen, über die Isomerie von organischen Verbindungen und mit einer großen Zahl kritischer Anmerkungen und Erläuterungen zu den Referaten der *Zeitschrift für Chemie und Pharmazie*. — Im Anfange der fünfziger Jahre suchten Berthelot, Wurtz, Kolbe u. a. die Natur des Glycerins aufzuklären, und man einigte sich schließlich dahin, daß man diese Substanz von dem dreifachen Wassertypus ableitete bezw. sie als dreiatomigen Alkohol erklärte. Es besaß also das Glycerin gleich der Phosphorsäure drei Hydroxylgruppen, und nach Erlenmeyer verhält sich das Glycerin zum Glycid wie die Orthophosphorsäure zur Metaphosphorsäure. Es kann seiner Meinung nach nur die eine Formel in Betracht kommen, bei der die drei Hydroxyle an drei verschiedene Kohlenstoffatome gebunden sind, da in der Regel (Glyoxylsäure und Mesoxalsäure ausgenommen) ein Kohlenstoffatom nur ein Hydroxyl zu fesseln vermag und demgemäß Alkohole, welche zwei Hydroxyle an einem Kohlenstoffatom enthalten, unter Wasserverlust in Aldehyde oder Ketone zerfallen. Wie verschiedene Forscher, insbesondere Kolbe, die mehratomigen Säuren, z. B. die Milchsäure, als hydroxylierte Fettsäuren auffaßten, so betrachtet Erlenmeyer die mehratomigen Alkohole als hydroxylierte einatomige Alkohole. Da Lautemann die Milchsäure durch Reduktion mit Jodwasserstoff in Propionsäure überführen konnte, so versuchte Erlenmeyer, das Glycerin mit Jodwasserstoff in Propylalkohol umzuwandeln. Er erhielt dabei erst einen schwarzen Körper, der beim Erhitzen unter Jodausscheidung Allyljodid lieferte, und er konnte nachweisen, daß dieses durch Jodwasserstoff nicht, wie Simpson annahm, in Propyljodid, sondern in Isopropyljodid umge-

wandelt wird. Er gelangte ferner dazu, aus Glycerin mit Phosphor und Jod direkt Isopropyljodid herzustellen. Dieses führte er durch feuchtes Silberoxyd in Isopropylalkohol über. Schließlich wies er nach, daß jener Alkohol, den Friedel kurz vorher durch Reduktion des Acetons gewonnen hatte, durch Oxydation wieder in Aceton zurückverwandelt werden kann.

Nach diesen Erfolgen behandelte er mit Wanklyn zusammen auch die sechsatomigen Alkohole Mannit und Dulcit mit Jodwasserstoff. Es entstand hierbei ein sekundäres Hexyljodid, das er in Hexylen und weiter in Hexylalkohol umwandelte. Aus diesem Alkohol konnte er durch Oxydation Methylbutylketon und dessen Spaltungsprodukte Essigsäure und Buttersäure herstellen. Hiermit war aber bewiesen, daß der Mannit und seine Derivate der normalen Hexanreihe angehören. Diese für die Natur der Kohlenhydrate wichtige Erkenntnis wurde später noch von Schorlemmer dadurch bestätigt, daß er durch Reduktion des Hexyljodids ein mit dem Dipropyl identisches Hexan darstellte.

Von größter Wichtigkeit ist Erlenmeyers Nachweis, daß der bei der geistigen Gärung auftretende Butyl- und Amylalkohol nicht der normalen Reihe angehören. Er fand, daß der Gärungsbutylalkohol bei der Oxydation Isobutyraldehyd und Isobuttersäure liefert. Diese wurde 1863 von Kolbe als erste isomere Fettsäure vorausgesehen; ihre Synthese gelang Erlenmeyer durch Überführung des Isopropyljodids in das Cyanür. Unter Erlenmeyers Leitung führte Grünzweig eine eingehende Untersuchung über Buttersäuren verschiedenen Ursprungs aus, bei welcher unter anderem die Buttersäure des Johannisbrottes als Isobuttersäure erkannt und somit zum ersten Male als Naturprodukt nachgewiesen wurde. Ein anderer Schüler Erlenmeyers, O. Siegel, fand sie in der Wurzel von *Arnica montana*. Ob eine gelegentliche Beobachtung der Umwandlung der Buttersäure in Isobuttersäure richtig ist, erscheint zweifelhaft.

Zur Aufklärung des Gärungsamylalkohols liegt eine eingehende Untersuchung von Erlenmeyer und Hell über Valeriansäuren verschiedenen Ursprungs vor. Es wird zunächst der Gärungsbutylalkohol in Isobutyljodid und dieses mittels der Cyanmethode in Isopropylessigsäure umgewandelt, sodann deren Identität mit der Säure der Baldrianwurzel, sowie mit dem Oxydationsprodukt des optisch-inaktiven Amylalkohols festgestellt. Die Verfasser machen aber gleichzeitig darauf aufmerksam, daß sowohl im Baldrian wie unter den Oxydationsprodukten des Fuselöls und des Leucins neben dieser Säure noch die optisch-aktive Methyläthylessigsäure vorhanden ist. Dementsprechend erteilen sie dem aktiven Amylalkohol die ihm jetzt allgemein zuerkannte

Formel eines Methyläthylcarbin-carbinols. Die von Sieben und Rossi bereits beschriebene Normalvaleriansäure stellte Erlenmeyer durch Abbau der Capronsäure dar.

Lange Zeit und nach verschiedenen Richtungen hin beschäftigte sich Erlenmeyer mit den Hydroxy- und Amidofettsäuren. — Die Bezeichnung Hydroxylgruppe stammt von ihm. Ausgehend von Liebig's Ansicht über die Entstehung organischer Substanzen in den Pflanzen, hielt er es für wahrscheinlich, daß die Glykolsäure als ein Zwischenprodukt zwischen Oxalsäure und den höheren Pflanzensäuren auftrete. In der Tat gelang es ihm gemeinschaftlich mit Hoster, diese Säure im Saft unreifer Trauben nachzuweisen. Bei dieser Gelegenheit findet er ein Zwischenprodukt zwischen Glykolsäure und Glykolid, woraus er folgert, daß die bisher angenommene Formel des letzteren zu verdoppeln sei.

In einer Abhandlung »Über das Wasser als Oxydations- und Reduktionsmittel« zeigt Erlenmeyer, daß beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure die Glykolsäure in Formaldehyd und Ameisensäure, die Gärungsmilchsäure in Acetaldehyd und Ameisensäure zerfällt. Er hält für wahrscheinlich, daß die  $\alpha$ -Hydroxyfettsäuren bei der Oxydation mit Chromsäure zunächst in Ameisensäure und Aldehyde bzw. Ketone zerlegt werden, und daß dann erst diese weiter zu Fettsäuren und die Ameisensäure zu Kohlensäure oxydiert wird. Ferner schließt er, daß bei der Assimilation der Pflanzen die Kohlensäure als Hydroxyameisensäure durch Wasser unter Bildung von Wasserstoffsuperoxyd in Ameisensäure und diese weiter in Formaldehyd umgewandelt werde.

Eine ausführliche und experimentell kritische Arbeit liegt über Äthylenmilchsäure vor, die gemeinschaftlich mit A. Kayser, F. Fischer und A. Lipp ausgeführt wurde. Durch Einwirkung von Cyankalium auf Äthylenchlorhydrin hatte Wislicenus 1863 das Äthylencyanhydrin und daraus weiter Äthylenmilchsäure erhalten. Er glaubte, ihre Nichtidentität mit der von Beilstein aus  $\beta$ -Jodpropionsäure dargestellten Hydracrylsäure nachgewiesen zu haben. Diese synthetische Äthylenmilchsäure sollte in geringer Menge auch im Fleischextrakt enthalten sein. Erlenmeyer erhielt aus Äthylenchlorhydrin nur Hydracrylsäure und konnte aus Fleischextrakt keine Äthylenmilchsäure isolieren. In seinem Festvortrag gelegentlich des 25-jährigen Bestehens der Deutschen Chemischen Gesellschaft gab Wislicenus zu, daß nur eine  $\beta$ -Oxypropionsäure existiert.

An diese Arbeit schließt sich eine Untersuchung über das Verhalten des acrylsäuren Natriums gegen schmelzende Alkalien an, wobei als Spaltungsprodukte Ameisensäure und Essigsäure aufgefunden wurden.

Aus Phenylbrommilchsäure bzw. aus Phenylglycidsäure erhielt Glaser eine Verbindung, die er als Oxystyrol bezeichnete. Gleichzeitig und unabhängig von Ad. v. Baeyer zeigten Erlenmeyer und Lipp, daß diese Substanz mit dem von Radziszewski dargestellten Phenylacetaldehyd identisch ist. Diese Tatsache, sowie die Bildung des Acetophenons aus Dibromhydratropasäure und die Umwandlung des Vinylalkohols in Acetaldehyd erklärte Erlenmeyer durch die Annahme einer intramolekularen Atomverschiebung, indem er die nach ihm benannte Regel aufstellte, daß alle sekundären und tertiären Alkohole, in welchen die Carbinolgruppe mit dem benachbarten Kohlenstoffatom doppelt gebunden ist, in Aldehyde bzw. Ketone übergehen. Von dieser Regel, die zur Erklärung vieler früher nicht deutbaren Umsetzungen herangezogen wurde, machen allerdings die von Claisen und W. Wislicenus dargestellten Oxymethylenverbindungen eine Ausnahme. In einer gleichzeitigen Abhandlung weist Erlenmeyer darauf hin, daß nicht die  $\alpha$ - und  $\beta$ -, sondern erst die  $\gamma$ -Oxysäuren jene existenzfähigen Anhydride liefern, welche Fittig als Lactone bezeichnete. — Durch seine Beschäftigung mit Halogen- und Hydroxylsubstitutionsprodukten fetter Säuren, sowie mit den Halogen- und den Halogenhydroxyl-Additionsprodukten ungesättigter Säuren konnte Erlenmeyer in Bezug auf ihre Konstitution und ihr Verhalten allgemeine Gesichtspunkte aufstellen.

Gemeinschaftlich mit A. Schäffer studierte er 1859 die Wirkungsweise der verdünnten Schwefelsäure auf elastische tierische Gewebe, z. B. auf das Nackenband des Ochsen, und bestimmte die auftretenden Mengen von Leucin und Tyrosin. Die neutral reagierenden Aminosäuren faßte er als Ammoniumsalze und dementsprechend ihre Additionsprodukte, z. B. mit Silbernitrat, als eigentümliche Ammoniumdoppelsalze auf. Die aus Önantholammoniak, Blausäure und Salzsäure dargestellte Amidocaprylsäure wurde später gemeinschaftlich mit Sigel genauer untersucht. Die zuerst von Ad. Strecker ausgeführte Einwirkung von Blausäure auf Aldehydammoniak bei Gegenwart verdünnter Säuren studierte Erlenmeyer später gemeinschaftlich mit Passavant eingehender. Er zeigte, daß das sich zuerst bildende  $\alpha$ -Amidopropionitril unter Abspaltung von Ammoniak in Imidopropionitril umwandelt, und daß hieraus sich weiter Hydrocyanaldin bildet, das nach längerem Stehen in Parahydrocyanaldin übergeht. Nach H. Strecker sollte hierbei noch eine Base entstehen, die als mit Amidopropionitril verunreinigte Imidoverbindung erkannt wurde. Zu erwähnen sind noch die Darstellung von Leucinsäure aus Valeraldehyd und Blausäure, die Darstellung von Isoserin aus Oxyacrylsäure und die Abhandlungen über das Leucinsäurenitril und über Succinimid.

Beim Erhitzen einer weingeistigen Lösung von Cyanamid mit Salmiak beobachtete Erlenmeyer die Bildung von Guanidinchlorhydrat; nach dieser Methode stellte er auch substituierte Guanidine, darunter das Methyluramin, dar; auch brachte er bei dieser Gelegenheit für Kreatin und Kreatinin Konstitutionsformeln in Vorschlag, die allgemein angenommen wurden.

Wir verdanken Erlenmeyer auch verbesserte Darstellungsmethoden verschiedener Präparate, so die Gewinnung des absoluten Alkohols, der Brenztraubensäure, (mit A. Kayser und F. Fischer) des Trimethylenbromids, (mit Bunte) des Äthylens und Äthylenglykols. Als Linde für die Eisfabrikation den Methyläther in Anwendung brachte, sorgte Erlenmeyer gemeinschaftlich mit Bunte und A. Kriebaumer für dessen bequeme Herstellung. Bunte überwachte die Großdarstellung und füllte mit Linde in der Brauerei von Sedlmeier die erste Kältemaschine mit Methyläther. Bemerkenswert und von industrieller Bedeutung war Erlenmeyers Vorschlag, durch Zusammenschmelzen von entwässertem gelbem Blutlaugensalz mit Natrium ein cyanatfreies Cyanalkalimetall herzustellen.

Wenn auch die Mehrzahl der Arbeiten Erlenmeyers dem Gebiete der aliphatischen Reihe angehören, so sind doch seine auf dem Gebiete der aromatischen Chemie ausgeführten Arbeiten von nicht geringerer Bedeutung. 1864 hatte Kekulé in seiner berühmten Ausführung über die Konstitution der aromatischen Verbindungen seine Benzolformel aufgestellt. Daraufhin erinnert Erlenmeyer an die Entstehung des Benzols aus Acetylen und hält es für wahrscheinlich, daß letzteres sich auch zu einem Diacetylen polymerisieren könne. Die von Berthelot gemachte Beobachtung, daß Weingeistdämpfe, durch glühende Röhren geleitet, neben Acetylen und Benzol auch Naphthalin liefern, deutet er derart, daß an die Stelle von zwei benachbarten Wasserstoffatomen des Benzols das hypothetische Diacetylen sich anlagert, und gibt dem Naphthalin die allbekannte Formel, deren Richtigkeit Graebe alsbald feststellte.

Über die von P. Griess 1858 entdeckten Azoverbindungen stellte u. a. auch Erlenmeyer theoretische Untersuchungen an und erörterte die in ihnen dem Stickstoff zukommende Rolle; die Diazokörper faßte er als Ammoniumsalze auf, in denen die drei Wasserstoffatome durch ein Stickstoffatom substituiert sind. Er vertrat damit eine Anschauung, die, ohne daß er es wußte, kurz vorher Strecker und Blomstrand kundgegeben hatten, und an der man auch heute noch festhält.

Eine für die Theorie der Benzolderivate wichtige Untersuchung hat auf Veranlassung Erlenmeyers E. Widmann ausgeführt. Dieser wies nach, daß bei der Nitrierung der Benzoesäure nur drei und

nicht, wie Fittica gefunden haben wollte, sechs isomere Nitrobenzoesäuren entstehen. Im Anschluß an eine früher von Erlenmeyer gemachte Beobachtung über die Bildung von Chloranil aus Amidobenzoesäure stellte Widnmann fest, daß aus den drei isomeren Amidobenzoesäuren bei Behandlung mit Kaliumchlorat und Salzsäure ein Gemisch von Tri- und Tetrachlorchinon sich bildet.

1866 hatte Erlenmeyer die Ansicht ausgesprochen, das im Anethol und Eugenol enthaltene Radical  $C_8H_8$  sei Propenyl; 1876 klärte er gemeinschaftlich mit Wassermann endgültig die Konstitution des Eugenols auf, indem er nachwies, daß in demselben außer der ungesättigten Seitenkette noch eine Hydroxyl- und eine Methoxylgruppe in *ortho*-Stellung sich befinden; auch auf die Entstehung von Vanillin bei der Oxydation des Eugenols machte er aufmerksam. Die Gruppe  $C_8H_8$  des Eugenols erkannte Tiemann als Allyl. Lebhaft beschäftigte sich Erlenmeyer mit der Frage über die Konstitution des Tyrosins. Vergebens suchte er bereits 1861, dieses wichtige Spaltungsprodukt der Eiweißstoffe durch Reduktion der Hippursäure zu erhalten. 1878 veranlaßte er Schüffelen durch Einwirkung von Blausäure auf Anisaldehyd und Anisylhydrat die *p*-Methoxyphenylglykolsäure und die mit Tyrosin isomere *p*-Methoxyphenylamidoessigsäure darzustellen. Erst 1882 erreichte er mit A. Lipp das lange angestrebte Ziel. Das Ausgangsmaterial bildete der Phenylacetaldehyd. Dieser wurde mit Blausäure in das Oxynitril, dann in Aminonitril und weiter in Phenylalanin umgewandelt. Die *p*-Nitroverbindung dieser Substanz konnte durch Amidierung und Diazotierung in *p*-Oxyphenylalanin, d. h. in Tyrosin, umgewandelt werden. Gleichzeitig wird die hiermit isomere *p*-Amidophenylmilchsäure dargestellt und beschrieben.

Schon als Privatdozent und noch in seinem späten Alter beschäftigte sich Erlenmeyer mit der Zimtsäure. Er betrachtete ihr Studium als seine Domäne, konnte aber natürlich nicht verhindern, daß auch von anderer Seite dieses verlockende Gebiet mit großen Erfolgen betreten wurde. Unabhängig von Baeyer und ohne von dessen Arbeit zu wissen, gelang ihm fast gleichzeitig mit Baeyer die Synthese des Indigos aus *o*-Nitrophenylpropionsäure. Gemeinschaftlich mit Alexejeff erhielt Erlenmeyer durch Reduktion der Zimtsäure eine wasserstoffreichere Säure, die er als Homotoluylsäure und später, nachdem er sich überzeugt hatte, daß die Zimtsäure als Phenylacrylsäure aufzufassen ist, als  $\beta$ -Phenylpropionsäure bezeichnete. Bei der Untersuchung der Zimtsäure stellte er als erster die Theorie der doppelten Bindung auf, gegenüber der von Glaser vertretenen Ansicht freier Affinitäten. Die verschiedenen Salze und Ester derselben hat er mit B. Tollens eingehend beschrieben. Er studierte

weiter die Additionsprodukte, welche die Zimtsäure und ihre Nitro-derivate mit Chlor, Brom, Chlorjod und Halogenwasserstoffen liefern; gemeinschaftlich mit Stockmeier prüfte er auch das Verhalten der Phenylpropionsäure gegen Bromwasserstoff. Durch das Studium der Bromzimtsäuren kam er nach der Entdeckung der Isozimtsäure durch Liebermann zu der Anschauung, daß die  $\beta$ -Bromzimtsäure zur  $\alpha$ -Säure in einem ähnlichen Verhältnisse stehen müsse wie die Isozimtsäure zur Zimtsäure, und schließlich gelangte er zur Annahme der Existenz von vier isomeren Phenylacrylsäuren, deren Deutung heute noch Schwierigkeiten bereitet. In pietätvoller Weise hat Erlenmeyer jun., Regierungsrat und Professor an der Biologischen Reichsanstalt in Dahlem, diese Arbeit seines Vaters weiter fortgeführt.

Trotzdem Erlenmeyer den Aufschwung der chemischen und insbesondere der tinktoriellen Industrie miterlebte und bewunderte, wurde in seinem Laboratorium in dieser Richtung nicht gearbeitet; von ihm selbst liegt nur eine theoretische Betrachtung über die Konstitution von Methylenblau und ein Patent auf ein Verfahren zur Darstellung von Farbstoffen der Rosanilin-Reihe vor.

Auf dem Gebiet der Biochemie bewegt sich eine mit von Planta ausgeführte Untersuchung über die den Rohrzucker invertierenden Enzyme im Bienenorganismus.

Die Laboratoriumspraxis verdankt dem praktischen Sinne Erlenmeyers neben dem bereits erwähnten Kolben einen Ofen für die Elementaranalyse und einen Ofen zum Erhitzen zugeschmolzener Röhren.

Aschaffenburg.

*M. Conrad.*

#### **Verzeichnis der von Erlenmeyer allein oder in Gemeinschaft mit anderen veröffentlichten Arbeiten.**

- 1849.** Erlenmeyer, Über basisches Cyanblei. Journ. f. prakt. Chem. **48**, 356.  
**1856.** — Über Darstellung von Eisenchlorid. N. Jahrb. f. Pharm. **5**, 3.  
**1857.** — Über Bildung und Zusammensetzung des sogenannten sauren phosphorsäuren Kalks. Habilitationsschrift, Heidelberg.  
 — Über die Glasur der Töpferwaren. Dinglers polyt. Journ. **144**, 390.  
**1858.** — Über den Phosphorgehalt des Weißblechs. N. Jahrb. f. Pharm. **9**, 97.  
**1859.** — Über die Bestimmung des Gehalts der Blutlaugensalz-Schmelze. Verhandl. des Naturw. Mediz. Vereins Heidelberg **1**, 169.  
 — und Schäffer, Ein experimentell kritischer Beitrag zur Kenntnis der Eiweißkörper. Ztschr. f. Chem. **315**.  
 — — Önantholammoniak und Blausäure. Ebenda **341**.

- 1860.** — Über ein dem Aphrosiderit ähnliches Mineral. Ebenda 145.  
 — Über ein zweckmäßiges Reagensgestell. Ebenda 347.  
 — Über den sogenannten sauren phosphorsauren Kalk. Ebenda 351.  
 — und Clemm, Über den Ammoniakgehalt der Luft in Pferdeställen. Ebenda 52.  
 — und Lewin Stein, Titrimetrische Bestimmung des Tonerdegehalts. Ebenda 572.  
 — — Einwirkung von Kohlensäure auf Kaliummanganat. Ebenda 392.  
 — und Clemm, Ist es möglich, den Peru-Guano durch inländische Düngemittel zu ersetzen? Landwirtschaftl. Korrespondenzblatt f. Baden.
- 1861.** — Über verschiedene Formen des Jodkaliums. Ztschr. f. Chem. 544.  
 — Über Chloranil aus Amidobenzoessäure. Ebenda 674.  
 — Über die Spaltung der Hippursäure durch nascenten Wasserstoff. Ebenda 548.  
 — Über eine abgeänderte Betrachtungsweise der Alkohole. Ebenda 202.  
 — Über die Darstellung von Nitronaphthalin. Ebenda 298.  
 — Über die Einwirkung von Jodwasserstoff auf Glycerin. Ebenda 362 und 673.  
 — Über das Leucinsäurenitril und die Aminosäuren der Glykolsäure-Reihe. Ann. d. Chem. 119, 117.  
 — und Lisenko, Über die Einwirkung von Schwefelsäure auf Mercaptan. Ztschr. f. Chem. 600.  
 — und Wanklyn, Über die Einwirkung von Jodwasserstoff auf Mannit. Ann. d. Chem. 135, 129.
- 1862.** — Über die Theorie der Chemie. Ztschr. f. Chem. 18.  
 — Über das Studium der Chemie. Ebenda 17.  
 — Der technische Chemiker. Ebenda 440.  
 — Über Darstellung von Jodwasserstoff und Gewinnung von Propyljodid. Ebenda 43.  
 — Über die Größe und den Wirkungswert des Eisenatoms. Ebenda 129.  
 — Über die Konstitution der Ozacetsäure. Ebenda 218.  
 — Über die dem Ammoniaktypus angehörigen organischen Säuren. Ebenda 232.  
 — Über die Maumenésche Methode der direkten Sauerstoffbestimmung in organischen Verbindungen. Ebenda 613.  
 — und Wanklyn, Über die Konstitution des Melampyrins. Ebenda 64.  
 — und Lisenko, Über Äthylsulfacetsäure. Ebenda 134.
- 1863.** — Über die Isomerie der Fumar- und Maleinsäure. Ebenda 21.  
 — Betrachtungen über Äquivalent, Atom, Molekül und Volumen. Ebenda 65, 97, 609, 650.  
 — Über die Konstitution der Milchsäure. Ebenda 98.  
 — Über die aus Zimtsäure durch nascenten Wasserstoff entstehende Säure. Ebenda 307.  
 — Über Propylverbindungen. Ann. d. Chem. 126, 305.  
 — Über die Atomigkeit des Eisens. Ztschr. f. Chem. 543.  
 — Über die Synthese des Leucins und der Leucinsäure. Ebenda 445.

- Über die sogenannten abnormen Dampfdichten. Ebenda 610.  
 — Über das Verhältnis der Kolbeschen Betrachtungsweise zur Typentheorie. Ebenda 728.  
 — Über die Darstellung von Kupferoxyd zur organischen Elementaranalyse. Ebenda 157.  
 — Zur Konstitution des Isodulcits. Ebenda 607.  
 — Zur Konstitution der Azoverbindungen. Ebenda 670.  
 — Zur Konstitution der Chrysaminsäure. Ebenda 665.
- 1864.** — Hypothesen über chemische Isomerie und chemische Konstitution. Ebenda 1  
 — Über die Konstitution der Diglykolsäure, Di- und Triglykolamid-säure. Ebenda 56.  
 — Über die Synthese der Milchsäure nach Lippmann. Ebenda 168.  
 — Über die Wirkung der Alkalimetalle auf Monochloressigsäure. Ebenda 46.  
 — Über die Dibromhomotoluylsäure. Ebenda 545.  
 — Über die Sättigungskapazität der Elemente. Ebenda 628.  
 — Zur chemischen Technik. Ebenda 630.  
 — Studien über das Glycerin in seinen Eigenschaften als mehratomiger Alkohol. Ebenda 642.  
 — Über das Molekulargewicht des Quecksilberchlorürs. Ann. d. Chem. 181, 124.  
 — Oxalsäure-Reinigung. Ztschr. f. Chem. 120.  
 — Nachweis der Halogene in organischen Verbindungen. Ebenda 638.
- 1865.** — Über einige Eigentümlichkeiten in dem Verhalten des Amylens. Ztschr. f. Chem. 319.  
 — Über die Bildung des Distyrols. Ann. d. Chem. 135, 122.  
 — und Wanklyn, Über das  $\beta$ -Hexyljodid und seine Derivate. Ebenda 135, 129.
- 1866.** — Über die mutmaßliche Ursache der Isomerie einiger Paare von Verbindungen, welche zwei Atome Kohlenstoff enthalten. Heidelberger Jahrb. 247.  
 — Studien über die sogenannten aromatischen Säuren. Ann. d. Chem. 137, 327.  
 — Über einen Gasofen für die Elementaranalyse und einen Apparat zum Erhitzen zugeschmolzener Röhren. Ebenda 189, 70.  
 — Studien über den Prozeß der Einwirkung von Jodwasserstoff auf Glycerin. Ebenda 239, 211.  
 — und Buliginisky, Über die Oxydation von Cuminol und Cymol. Ebenda 140, 137.  
 — Über das Verhalten des Nelkenöls und Anisöls gegen Jodwasserstoff. Ztschr. f. Chem. 430, 475.  
 — Über das Vorkommen der Glykolsäure im Pflanzenreich. Ebenda 639.
- 1867.** — Über die Dicarbonsäure aus dem Äthylidenchlorid. Ann. d. Chem. 145, 365.

- Über die relative Konstitution der Fleischbasen und die einfachste Synthese des Guanidins. *Ebenda* 146, 258.
1868. — und Gutsch, Ameisensäure aus Oxalsäure. *Ztschr. f. Chem.* 343.
1869. — Über die Analogie der sauren schwefligsauren mit den ameisen-sauren Salzen und die Konstitution des Tannins. *Jahrb. Heidelberg.*  
— Über den Schmelzpunkt und die relative Konstitution des Succinimids. *Ztschr. f. Chem.* 177.  
— Über das Halhydratwasser. *Diese Berichte* 2, 289.
1870. — Über die Synthese substituierter Guanidine. *Ebenda* 3, 896.  
— Über die Säuren, welche bei der Oxydation des Gärungsbutylalkohols entstehen. *Ebenda* 3, 897.  
— Über Valeriansäuren verschiedenen Ursprungs. *Ebenda* 3, 899.  
— und Schneider, Einfache Bildungsweise der Acrylsäure. *Ebenda* 8, 339.
1871. — Darstellung von absolutem Alkohol. *Ann. d. Chem.* 160, 249.  
— Löslichkeit von Zinksalz der Fleischmilchsäure. *Ebenda* 158, 262.  
— Methylierte Isäthionsäure. *Ebenda* 158, 260.  
— und Hell, Über Valeriansäuren verschiedenen Ursprungs. *Ebenda* 160, 257.
1872. — Über Alkoholbildung aus Äther und Ätherbildung aus Alkohol. *Ebenda* 162, 373.  
— Über Äthylschwefelsäure. *Ebenda* 162, 382.  
— und Grünzweig, Über Buttersäuren verschiedenen Ursprungs. *Ebenda* 162, 193.
1873. — Über das Zurückgehen der Phosphorsäure in Superphosphat. *Münch. Akad. Ber.*  
— und Bunte, Darstellung von Athylen und Äthanbromür. *Ann. d. d. Chem.* 168, 64.
1874. —, Sigel und Belli, Über die Oxydation von Buttersäure, Capron-säure, Bernsteinsäure und Oxalsäure durch Salpetersäure. *Diese Ber-ichte* 7, 696; *Ann. d. Chem.* 180, 207.  
— und Sigel, Über Amidocaprylsäure und Hydroxycaprylsäure. *Diese Berichte* 7, 697, 1208; *Ann. d. Chem.* 177, 102, 176, 341.  
— und Kriechbaumer, Über die Darstellung des Methyläthers. *Diese Berichte* 7, 699.  
— Über die relative Konstitution der Diazoverbindungen. *Ebenda* 7, 1110.  
— und v. Planta, Über die den Rohrzucker invertierenden Enzyme im Bienenorganismus. *N. Report. Pharm.* 236, 10.
1875. — und Widmann, Zur Kenntnis der Nitrobenzoesäure. *Diese Ber-ichte* 8, 392; *Ann. d. Chem.* 193, 202.  
— und Carl, Über Isäthionsäure. *N. Report. Pharm.* 23, 428.  
— Über ungeformte Formente. *Münch. Akad. Ber.* 5, 82.  
— und Wassermann, Über die relative Konstitution des Eugenols. *Ann. d. Chem.* 179, 366.

1876. — Über Vanillinbildung aus Eugenol. Diese Berichte 9, 273.  
 — Wahrscheinliche Rückbildung von Aldehyd aus Benzolabkömmlingen. Ebenda 9, 273.  
 — Über die Extraktion der sogen. löslichen Phosphorsäure aus Superphosphat. Ebenda 9, 1839.  
 — Einfache Darstellung von Cyanalkalimetall. Ebenda 9, 1840.  
 — Normalvaleriansäure aus Normalcapronsäure. Ebenda 9, 1840.  
 — Über eine merkwürdige Umwandlung von Normalbuttersäure in Isobuttersäure. Ann. d. Chem. 181, 126.
1877. — Über die Konstitution des Radikals  $C_3H_5$  in dem Eugenol und Anethol, Diese Berichte 10, 628.  
 — Notizen (Wasser als Oxydations- und Reduktionsmittel, Oxydation der Hydroxyfettsäuren, Halogensubstitutionsprodukte der Fettsäuren, Oxydation der Fettsäuren). Ebenda 10, 634.  
 — Studien über phosphorsaure Salze. Ann. d. Chem. 190, 189.  
 — und Heinrich, Über Manganphosphate. Ebenda 190, 191; 194, 176.  
 — Über das Verhalten des acrylsäuren Natrons gegen alkalische Basen. Ebenda 191, 376; diese Berichte 11, 806.  
 — Zur Geschichte der Äthylenmilchsäure. Ann. d. Chem. 191, 261.
1878. — Über die Darstellung des Äthylens und einiger Äthenverbindungen. Ebenda 192, 244.  
 — Einwirkung von Ammoniak auf Blausäure und Aldehyd. Diese Berichte 11, 149.  
 — Polymerisation von zimtsaurem Äthyl. Ebenda 11, 150.  
 — und Widmann, Über isomere Nitro- und Amidobenzoensäuren. Ann. d. Chem. 193, 202.
1879. — Über die Konstitution der Phenylhalogenpropionsäuren. Diese Berichte 12, 1607.  
 — Zur Synthese substituierter Guanidine. Ebenda 12, 1984.  
 — Über die beiden isomeren Bromüre  $C_3H_6Br_2$ . Ann. d. Chem. 197, 169.
1880. — Über Phenylmilchsäuren. Diese Berichte 13, 303.  
 — Über Phenylbrommilchsäure. Ebenda 13, 305.  
 — Über Oxypropionsäure (Oxyacrylsäure). Ebenda 13, 457.  
 — Über Amidomilchsäuren verschiedenen Ursprungs. Ebenda 13, 1077.  
 — und Passavant, Über die verschiedenen Nitrile aus Blausäure und Äthylaldehydammoniak. Ann. d. Chem. 200, 120.
1881. — Verhalten der Glycerinsäure und Weinsäure gegen wasserentziehende Substanzen. Diese Berichte 14, 320.  
 — Über das Verhalten einiger Phosphate gegen Ammoniumnitrat. Ebenda 14, 1253.  
 — Über halogenierte und hydroxylierte organische Säuren. Ebenda 14, 1318.  
 — Notizen (Bromacrylsäure, Zimtsäurederivate, Amidocapronitril, substituierte Guanidine, Superphosphate). Ebenda 14, 1867.

- 1882.** — Über einige Zimtsäurederivate. Ebenda **15**, 2159.  
— und Lipp, Über künstliches Tyrosin. Ebenda **15**, 1544.  
— — Über Phenyl- $\alpha$ -amidopropionsäure (Phenylalanin). Ebenda **15**, 1006.  
— und Müller, Über halogenierte und hydroxylierte organische Säuren. Ebenda **15**, 49.  
— — Über einige Derivate der *p*- und *o*-Nitrozimtsäure. Ann. d. Chem. **212**, 122.
- 1883.** — Zur Synthese der Zimtsäure nach Th. Swarts. Diese Berichte **16**, 152.  
— Zur Konstitution der Nitrosamine. Ebenda **16**, 1457.  
— Zur Konstitution des Methylenblau. Ebenda **16**, 2857.  
— und Lipp, Über einige bei den Versuchen zur Synthese des Tyrosins gewonnene Derivate der Zimtsäure. Ann. d. Chem. **219**, 179.  
— — Synthese des Tyrosins. Ebenda **219**, 161.
- 1885.** — Zur Bildung der Brenzweinsäure. Diese Berichte **18**, 994.  
— Verfahren zur Darstellung von Rosanilinfarbstoff. Ebenda **18**, R. 7.
- 1886.** — Zur Isomerie in der Zimtsäure-Reihe. Ebenda **19**, 1936.  
— und Rosenheck, Einwirkung von unterchloriger Säure auf Chinolin. Ebenda **19**, 489.  
— — Über Phenyljodacrylsäure.
- 1890.** — Überführung der Zimtsäure in Isozimtsäure. Ebenda **23**, 3130.
- 1895.** — Zur Geschichte der isomeren Bromzimtsäuren und Zimtsäuren. Ann. d. Chem. **287**, 1.
- 1896.** — Über Phenyl-dihalogenpropionsäuren, insbesondere über Phenylchlorjodpropionsäure und einige Derivate derselben. Ebenda **289**, 259.
- 1897.** — Untersuchungen über die Frage der Umwandlung der Buttersäure in Isobuttersäure. Diese Berichte **30**, 2956.
-