

Friedrich Goppelsroeder.

1. April 1837 — 14. Oktober 1919.

Von

Fr. Fichter.

Im Jahre 1917 haben wir zwei Gedenktage gefeiert, den hundertsten Geburtstag unserer Basler Naturforschenden Gesellschaft und den achtzigsten Geburtstag eines ihrer vier Senioren, *Friedrich Goppelsroeder*, dessen Bild im Festbericht¹⁾ erschien. Im Herbst 1909 hatte die Gesellschaft in einem bescheidenen Festvortrag²⁾ der 50-jährigen Mitgliedschaft *Goppelsroeders* gedacht: er trat 1859 ein und hat der Gesellschaft während dreier Amtsperioden als Vicesekretär gedient. Im Oktober 1919 wurde der bis dahin immer noch rüstige greise Gelehrte unerwartet rasch hinweggerafft, in dem Jahr, in welchem er das 60-jährige Jubiläum seiner Mitgliedschaft hätte feiern können.

Ueber seinen Lebensgang hat er selbst auf Bitten *Wolfgang Ostwalds* eine kurze Notiz veröffentlicht³⁾, die ich hier wörtlich wiedergebe:

„Geboren wurde Prof. Dr. Christoph Friedrich Goppelsroeder am 1. April 1837 zu Basel. Nach Absolvierung der Schulen in seiner Vaterstadt und schliesslich in Neuchâtel, wo er in der höheren, zwischen alter und neuer Akademie eingeschalteten gewesenen Schule „Les Auditoires“ namentlich den hochanregenden vorzüglichen Chemie- und Physikunterricht von Prof. *Charles Kopp* genoss, begann er vom Wintersemester 1855 an das Universitätsstudium in der philosophischen Fakultät der Universität zu Basel, wo er Chemie bei *Schönbein*, Physik bei *G. Wiedemann*, Geologie bei *Peter Merian*, Mineralogie bei *Albrecht Müller*, Botanik bei *Meissner* hörte. Vom Oktober 1856 an studierte er in Berlin, wo

¹⁾ Verh. Naturf. Ges. Basel. **28**. I zwischen 192 und 193 (1917).

²⁾ Am 1. XII. 1909, vergl. Verh. Naturf. Ges. Basel. **21**. 1. (1910).

³⁾ Sie erschien in der Kolloid-Zeitschr. **10**. 2 (1912) zur Feier des 50-jährigen Gedenktages seiner ersten Publikation, zusammen mit einem Bild aus jüngeren Jahren.

er die Vorlesungen von *Heinrich Rose*, *Magnus*, *Mitscherlich*, *Schneider*, *Sonnenschein*, *Dove* und *Gustav Rose* besuchte. Nach halbjährigem Besuche des chemischen Praktikums bei *Sonnenschein* arbeitete er auf freundlichste Einladung im Laboratorium von *Heinrich Rose*. Vom Wintersemester 1857/58 an studierte er ein Jahr in Heidelberg, wo er die Vorlesungen von *R. Bunsen*, *Kirchhoff*, *Ritter von Leonhard*, *Kekulé* und *Carius* besuchte und bei *R. Bunsen* im Laboratorium arbeitete, wo er die Freude hatte, einen Arbeitsplatz neben *R. Bunsens* Assistenten, *Winkler*, angewiesen zu bekommen. Ende Sommersemester 1858 doktorierte er mit „summa cum laude“ in Chemie, Physik und Mineralogie. Vom Winter 1858/59 bis Frühjahr 1860 studierte er praktisch in der seinen beiden elterlichen Familien *Goppelsroeder-von Speyr* befreundeten weltbekannten Fabrik *Koehlin, Baumgartner & Cie.* in Lörrach im Wiesental, Bleicherei, Färberei und Druckerei. Im März 1860 wurde er Stellvertreter des öffentlichen Chemikers in Basel, ein Jahr darauf nach dessen Eintritt in die Industrie dessen Nachfolger, in welchem Amte eines Staatschemikers er bis zum Mai 1870 verblieb. Während dieser 10 Jahre war er auch tätiges Mitglied des Sanitätskollegiums und des Sanitätsausschusses. Vom Februar 1861 an war er Privatdozent der Chemie an der Universität zu Basel, beteiligte sich in reichlichem Masse bei den populären Vorträgen und gab ausser den Vorlesungen und praktischen Kursen für Studierende noch solche für Nichtstudierende. Nach mehrjährigem Wirken als Sekretär des von ihm angeregten, mit Hilfe hervorragender Männer ins Leben gerufenen „Handwerker- und Gewerbevereins“ blieb er dessen Präsident bis zu seinem Rufe nach Mülhausen i. E. Nach *Schönbeins* 1868 erfolgtem Hinscheiden erteilte er im Auftrag der Erziehungsbehörde Basels den gesamten Unterricht der Chemie bis zum Jahre 1870. Am 30. Januar 1869 wurden Dr. *Julius Piccard* von Zürich zum Ordinarius, Dr. *Friedrich Goppelsroeder* von Basel zum Extraordinarius ernannt. Seit 1868 erteilte er auf besonderen Wunsch deren Rektors *Autenheimer* den chemischen Unterricht an der obersten Klasse der oberen Realschule oder Gewerbeschule, seit 1869 auch noch an den untern Klassen. Vom Ende des Jahres 1872 an war er Direktor und Professor der Chemie an der städtischen, unter dem Patronage der „Société Industrielle“ in Mülhausen i. E. stehenden höheren Schule für Chemie, nachdem er schon seit 1859 gewöhnliches und dann korrespondierendes Mitglied der Gesellschaft geworden war. Nach angestrengtester Tätigkeit gab er im Frühjahr 1880 seine Demission. Schon seit Beginn seiner Tätigkeit in Mülhausen wurde er Mitglied des Kreisgesundheitsrates. Von 1880 an konnte er

sich in seinem Privatlaboratorium ausschliesslich seinen wissenschaftlichen Forschungen widmen, sowie dann auch nach Wiederrückkunft in seine Vaterstadt Basel 1898 bis heute.“

Die wissenschaftliche Entwicklung Goppelsroeders zeigt deutlich, wo ihm in seinen Lehr- und Wanderjahren die stärksten Eindrücke zugeflossen sind. In erster Linie steht zweifellos *Christian Friedrich Schönbein*, was aus der Arbeitsweise schlagend hervorgeht. Die kurze industrielle Periode bei *Koechlin, Baumgartner & Cie.* hat die Aufmerksamkeit des jungen Forschers auf die weiten Gebiete der technischen Chemie, speziell der Farbenfabrikation gelenkt; die grossen Analytiker *Heinrich Rose* und *R. W. Bunsen* haben ihm das Rüstzeug zur Lösung der Aufgaben eines öffentlichen Chemikers mitgegeben. Seine Lehrtätigkeit in Mülhausen, über die er in der Selbstbiographie so schlicht hinweggeht, war vom schönsten Erfolg gekrönt. Der Unterricht begann 1872 mit 6 Schülern, 1874 waren es deren bereits 18, wovon 10 im ersten Jahreskurs, 6 im zweiten und 2 vorgerücktere Praktikanten, und 1878 (die Schülerzahl war unterdessen auf 33 angewachsen) heisst es im Rapport présenté à la Société industrielle par son comité d'utilité publique⁴): „Depuis la constitution de l'Ecole sous son régime actuel, elle est dirigée par M. le Dr. Fr. Goppelsroeder, dont le talent, l'activité, la grande expérience et le dévouement sans bornes ont amené l'Ecole à son degré de prospérité actuel.“ Unter seiner Leitung wurde auch der Neubau der Chemieschule errichtet und im Herbst 1879 bezogen. Ueber seine lebhaftete Beteiligung an allen Arbeiten der Société industrielle in jener Periode und speziell im Comité de Chimie, dem er von 1872 an angehörte, hat er selbst in einem kleinen Heftchen berichtet⁵).

Schon 1880, also erst 43-jährig, trat Goppelsroeder vom Lehramt zurück, um seine ganze Zeit der Forschung zu widmen, was ihm sein Wohlstand ermöglichte. Gar mancher, der seine Kräfte im ermüdenden täglichen Unterricht verbraucht, wird ihn darum beneiden wollen. Aber die Aufgabe aller öffentlichen Stellungen war wenigstens teilweise veranlasst durch einen gewissen Mangel an Befriedigung im Dienste des Gemeinwesens. Man beobachtet so häufig das tragische Geschick, das gerade denen, die am meisten nach äusserer Anerkennung dürsten, solche nur spärlich zufliesst: das ruft ein Gefühl der Zurücksetzung und Erbitterung hervor,

⁴) Bull. Soc. ind. Mulh. 48. 412 (1878).

⁵) Notizen von Prof. Dr. Friedrich Goppelsroeder über seine Tätigkeit in der Société industrielle von Mülhausen i. E., Basel, Emil Birkhäuser 1912.

und damit das Bedürfnis, sich von der Umwelt unabhängig zu machen und die *beata solitudo* des Privatgelehrten aufzusuchen.

Schon während der Zeiten amtlicher Tätigkeit, noch reichlicher aber in den Jahren unabhängiger Forschung entstanden die zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen Goppelsroeders, auf deren Inhalt wir nunmehr einzutreten haben.

Die Arbeiten unseres Freundes betreffen im wesentlichen drei Gebiete: die analytische Chemie, die elektrochemische Darstellung von Farbstoffen und die Kapillaranalyse. Wir wollen die Forschungen in der angegebenen Reihenfolge, die der Bedeutung der Gegenstände entsprechend ansteigt, kurz und unter Beschränkung auf das Wichtigste betrachten. Seine Tätigkeit als Nahrungsmittelchemiker liess ihm allerlei Probleme der qualitativen und quantitativen Analyse zufließen. Eine wichtige Angelegenheit war ihm die Untersuchung von Trinkwasserquellen, speziell auf ihren Gehalt an Nitraten im Hinblick auf die sanitarischen Fragen⁶⁾; er hat sich auf diesem Gebiet mit Dr. med. *Adolf Hügler-Gutzwiller* getroffen, der dem Zusammenhang zwischen einer Typhusepidemie in Lausen 1872 und der Wasserversorgung jener Gemeinde nachging. In der Mülhauserzeit tritt die analytische Untersuchung technischer Produkte mehr in den Vordergrund: Goppelsroeder hat sich auch im schwierigen Gebiet der Ultramarine versucht.

Sein Lieblingsgegenstand in analytischer Beziehung war aber die von ihm 1866 entdeckte qualitative Reaktion auf Aluminiumsalze mit alkoholischer Morinlösung⁷⁾. Die empfindliche Reaktion, bestehend in einer intensiv grünen Trübung, ist für Aluminium spezifisch, selbst die Verbindungen des ihm am nächsten stehenden Berylliums und der seltenen Erdmetalle zeigen nichts dergleichen. Die warme Liebe, mit der Goppelsroeder der von ihm als Fluoreszenz aufgefassten Erscheinung nachgeht und sie durch einen kleinen Tyndallkegel deutlich sichtbar macht, lässt mich vermuten, dass ihm die in die damalige Zeit fallenden Studien seines Freundes *Eduard Hagenbach* über Fluoreszenz⁸⁾ einen grossen Eindruck hinterlassen haben. Eine genaue Durcharbeitung der Reaktion und die Isolierung des eigentlichen Trägers derselben steht noch aus. Goppelsroeder hat die Genugtuung gehabt, dass *F. P. Treadwell* die Reaktion in sein verbreitetes Lehrbuch der analytischen Chemie⁹⁾ aufnahm.

⁶⁾ No. 26 des Verzeichnisses der Publikationen, „der Naturf. Gesellschaft zu ihrem 50sten Jubiläum gewidmet“.

⁷⁾ Morin ist ein Farbstoff aus dem Gelbholz; *Rupe*, Chemie der natürlichen Farbstoffe, S. 82 (1900).

⁸⁾ Erste Publikation darüber Verh. Naturf. Ges. Basel 4. 819 (1867).

⁹⁾ I. Band, 8. Aufl. S. 95 (1914).

Das zweite grössere Gebiet, das Goppelsroeder in Angriff nahm, ist die Darstellung von Anilinfarbstoffen mit Hilfe der elektrolytischen Oxydation, von ihm kurz „Farbelektrochemie“ genannt. Auf diesem Felde ist Goppelsroeder bahnbrechend und selbständig vorgegangen. Im Wintersemester 1874/75 machte er die erste Beobachtung über die Oxydation einfacher organischer Stoffe, speziell solcher der aromatischen Reihe, zu Farbstoffen, die er in einem Pli cacheté am 30. Juni 1875 bei der Société industrielle niederlegte. Das Schreiben wurde am 24. November 1875 eröffnet¹⁰⁾. Die Grundidee war, an Stelle der chemischen Oxydationsmittel den elektrischen Strom, beziehungsweise den elektrolytisch entwickelten Sauerstoff, zu verwenden, vorausgesetzt, dass die elektrische Energie sich billig genug produzieren liess.

Die ersten Versuche hat Goppelsroeder mit Bunsenelementen und mit Chromsäurebatterien gemacht. Später stellte er in seinem Privatlaboratorium in Mülhausen eine Dynamomaschine auf und vervollständigte diese Anlage in Basel durch eine Accumulatoren-batterie.

Die neue Methode der Darstellung von Farbstoffen war äusserst einfach und vollzog sich ohne persönliche Mitwirkung des Chemikers fast von selbst. Sie lieferte ausserdem schon aus Anilin allein eine reiche Skala von Farbstoffen, je nach den Bedingungen der Oxydation. Sie war der mannigfaltigsten Anwendung fähig, je nachdem die oxydative oder reduktive Wirkung des Stromes benützt wurde. Die verschiedenen erstrebenswerten Ziele fasste Goppelsroeder folgendermassen zusammen¹¹⁾:

„1^o. Pour former et fixer simultanément des colorants sur les fibres diverses;

2^o a). pour ronger les colorants fixés sur tissu et produire ainsi des dessins blancs sur fond uni;

b). pour ronger les colorants fixés sur tissu et pour former en même temps des dessins en nouvelles couleurs sur fond uni;

3^o pour empêcher l'oxydation des couleurs pendant leurs impression;

4^o pour préparer les dissolutions des colorants réduits ou hydrogénés, appelées cuves (d'indigo, de noir d'aniline);

5^o la reproduction electrochimique de médailles, gravures etc. en noir d'aniline et autres colorants sur les tissus des différentes fibres et sur papier, ainsi qu'en blanc ou rongeage avec nouvelle coloration sur rouge turc, bleu indigo etc.“

¹⁰⁾ Um Goppelsroeders Priorität gegenüber *Coquillon*, *Comptes rendus Acad. Paris*, **81**, 404 (1875), zu wahren.

¹¹⁾ No. 48, S. 270.

Begeistert von der Neuheit des Gegenstandes und von dem weiten Ausblick auf alle möglichen Anwendungsgebiete entfaltete Goppelsroeder nun eine eifrige Forschungstätigkeit; er hatte die Freude, der Société industrielle bei Anlass ihres 50-jährigen Jubiläums 1876 eine grössere Abhandlung mit dem Titel „Etudes électrochimiques des dérivés du benzol“¹²⁾ vorzutragen, und im Jahre 1881, nachdem ihm sein Rücktritt von der Direktion der Chemieschule mehr Musse zur Ausarbeitung seiner Erfindung verliehen hatte, sandte er eine Kollektion seiner neuen Farbstoffe und der damit erzielten Ausfärbungen zur Elektrizitätsausstellung nach Paris unter Beilage einer kleinen erklärenden Schrift¹³⁾.

Woher kommt es nun, dass diese Erfindung, die nicht nur von höchstem wissenschaftlichen Interesse ist, hat doch Goppelsroeder damit die elektrolytische Oxydation der aromatischen Verbindungen als Erster in Angriff genommen, sondern die auch bei den technischen Chemikern und bei den Coloristen als aussichtsreich grosses Aufsehen erregte, schliesslich zu so wenig greifbaren Erfolgen geführt hat?

Eine ganze Reihe von Umständen sind zu berücksichtigen, um das offenbare Missverhältnis zwischen der aufgewendeten geistigen und experimentellen Arbeit und dem äusserlichen Erfolg zu verstehen. In allererster Linie steht die wissenschaftliche Erziehung unseres Freundes. Das Wort, das *Wilhelm Ostwald*¹⁴⁾ über *Schönbein* aussprach: „Schönbein war in seinen Arbeiten überall ein Beginner, kein Vollender. . . . Auch die Elektrochemie verdankt ihm wichtige Anregungen, aber er hat sie nicht zu einem klaren und unzweifelhaften Ergebnis durcharbeiten mögen, und so ist die Forschung unter Benützung der von ihm gewonnenen Gesichtspunkte doch bald über ihn fortgeschritten“, es gilt in vollem Masse auch für Goppelsroeder.

Er sah in seinen elektrolytischen Zellen aus Anilin oder aus Gemischen von Anilin mit verwandten Basen eine Ueberfülle von gefärbten Körpern entstehen, die sich der Faser gegenüber als Farbstoffe erwiesen; aber er isolierte die neuen Stoffe nicht in reinem krystallisiertem Zustand. Bei der einzigen von ihm publizierten Analyse von elektrolytischem Anilinschwarz¹⁵⁾, die ihn zur Formel $C_{24}H_{20}N_4 \cdot HCl$ führte, im Gegensatz zu *R. Nietzki*¹⁶⁾, der gleichzeitig an gewöhnlichem Anilinschwarz $C_{18}H_{15}N_3 \cdot HCl$ fand,

¹²⁾ No. 40 A.

¹³⁾ No. 47.

¹⁴⁾ Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre, S. 665, Leipzig (1896).

¹⁵⁾ No. 41. S. 133.

¹⁶⁾ Ber. d. deut. chem. Ges. 9. 616 (1876).

interessierte ihn nur die Frage, ob das elektrolytisch erzeugte Schwarz von dem rein chemisch erzeugten verschieden sei. *Nietzki* hat zwei Jahre später¹⁷⁾ die Nichtübereinstimmung der Analysen durch die verschiedene Art der Trocknung aufgeklärt und damit die Identität der auf verschiedenem Wege erzeugten Anilinschwarzarten erwiesen.

Der von der deutschen chemischen Gesellschaft vorzüglich organisierte Dienst zur Sammlung aller Literaturstellen über organische Körper befolgt die Regel, nur solche Stoffe aufzunehmen, deren sachgemäss ausgeführte Analysen mit den Versuchsdaten publiziert sind. Daher kommt es, dass in den Sammelwerken von den vielen elektrochemischen Versuchen Goppelroeders kaum eine Notiz zu finden ist; von seiner elektrolytischen Darstellung des Kanarins aus Kaliumrhodanid¹⁸⁾ sagt beispielsweise das *Beilsteinsche* Handbuch der organischen Chemie kein Wort, nur durch das kleine Lehrbuch „Grundzüge der Elektrochemie“ von *Robert Lüpke*¹⁹⁾, wo diese Reaktion als Vorlesungsexperiment aufgenommen ist, wurde der hübsche Versuch weiteren Kreisen bekannt. Dass die Gewohnheit der chemischen Referierorgane, nur auf das Vorhandensein von Analysen abzustellen, anfechtbar ist, geht aus der vielfach zu belegenden Tatsache hervor, dass falsch analysierte Körper auch aufgenommen werden, und dass solche Irrtümer durch alle Auflagen der Handbücher hindurch ihr unrechtmässiges Dasein schleppen.

Wir vermissen freilich in Goppelsroeders Experimenten nicht nur die zahlreichen Elementaranalysen, mit welchen der Organiker seine Publikationen zu spicken gewohnt ist, sondern auch jede Messung über Beziehungen zwischen der aufgewandten elektrischen Energie und der Menge des Präparates, sodass keine Klarheit über die Ausbeuten an den Farbstoffen erzielt wird.

Goppelsroeders Forschungen wurden ferner, sehr zu ihrem Nachteil, den Zeitgenossen nicht rasch genug bekannt. Es ist ein allgemeiner Grundsatz der chemischen Zeitschriften, lange Abhandlungen abzuweisen oder zur Kürzung zurückzuweisen; aus der unerfreulichen Korrespondenz zwischen Autoren und Redaktoren wegen dieser Forderung liesse sich ein ungeheures Material von Fällen scheinbarer und wirklicher Ungerechtigkeit zusammenstellen. Schmiegsame Autoren willigen schliesslich ein und vollziehen die Amputation am eigenen Kinde. Aber Goppelsroeder war kein schmiegsamer, sondern ein aufrechter Autor: wie er es geschrieben

¹⁷⁾ Ber. d. deut. chem. Ges. 11. 1093 (1878).

¹⁸⁾ No. 52, No. 55.

¹⁹⁾ S. 37. Berlin (1899).

hatte, so sollte das Manuskript auch gedruckt werden. Darum sah er sich oft genötigt, weniger verbreitete Zeitschriften aufzusuchen, oder gar, ohne Scheu vor den hohen Kosten, Privateditionen zu veranstalten.

Selbst in den heute meist benützten Lehrbüchern der Elektrochemie findet man die Forschungen Goppelsroeders nur mangelhaft zitiert; *Fr. Foerster*²⁰⁾ und *A. Moser*²¹⁾ führen ihn ein einziges Mal an; etwas ausführlicher gehen *A. Minet*²²⁾ und *W. Loeb*²³⁾ auf die Arbeiten ein.

Ein letzter wichtiger Umstand verhinderte endlich einen raschen Erfolg der farbelektrochemischen Arbeiten. Goppelsroeder hatte sich sein Ziel viel zu hoch gesteckt, als er geradewegs, vom Anilin und andern einfachen Ausgangsmaterialien ausgehend, zu technisch brauchbaren Farbstoffen kommen wollte. Wir wissen heute, dass die elektrochemische Oxydation organischer Stoffe an Platinanoden meist einen äusserst verwickelten Verlauf nimmt, und dass nur die geduldige Untersuchung aller, auch der gasförmigen und der leichtlöslichen Reaktionsprodukte, zur vollen Aufklärung führen kann; in dieser Richtung müssen zuerst die allereinfachsten Ausgangsmaterialien bearbeitet werden. Das war Goppelsroeder wohl bewusst, wenn er²⁴⁾ in seinem Programm den Satz aufstellte: „Arriver même aux matières toutes primitives, au benzol, toluène, naphtaline, anthracène etc., ce qui aurait une grande importance théorique.“

Verschiedene seiner Versuche sind später von anderer Seite aufgenommen und bis zu einem gewissen Grade durchgearbeitet worde. *A. Binz* und *A. Hagenbach*²⁵⁾ haben an der Goppelsroederschen elektrolytischen Indigoküpe gezeigt, dass die Natur des Kathodenmetalls eine dominierende Rolle spielt, sodass man eher an direkte Metallwirkung als an elektrolytische Reduktion denken muss. *A. Voigt*²⁶⁾ hat das Verfahren zur Darstellung von Rosanilinsalzen weiter ausgebaut und ihm ähnliche Reaktionen angelehnt. Hieher gehören auch die Veröffentlichungen von *A. Foelsing*²⁷⁾, der Farbh Holzextrakte elektrolysierte, und von *E. C. Szarvasy*²⁸⁾, der

20) Elektrochemie wässriger Lösungen, II. Aufl., S. 783 (1915).

21) Elektrolytische Prozesse der organischen Chemie, S. 68, Halle (1910).

22) *Traité d'électrochimie*, S. 477, Paris (1900); dieser Autor schreibt aber Goppelsroeders Namen konsequent falsch!

23) Elektrochemie der organischen Verbindungen, S. 207, 223, Halle (1905).

24) Nr. 47.

25) *Z. Elektrochem.* 6. 262 (1899).

26) *Z. angew. Ch.* 1894. 107.

27) *D. R. P.* 80036 (1894).

28) *Z. Elektrochem.* 6. 403 (1900).

mit geschmolzenen Anilinsalzen die Farbstoffdarstellung zu verbessern suchte. Goppelsroeders Arbeiten über Alizarin sind von *Perlin*²⁹⁾ wiederholt und eingehender studiert worden. Aber keine der vielen vorgeschlagenen elektrochemischen Farbstoffsynthesen ist bis jetzt zu einer einfachen glatten Reaktion ausgearbeitet worden: das liegt in der Natur der Wirkung des an Platinanoden entwickelten Sauerstoffs, die weit über alle rein chemischen Oxydationsmittel hinausgeht und darum unerwartete Komplikationen schafft. Aber es dünkt mich, Goppelsroeders Verdienst im Gebiete der elektrolytischen Farbstoffsynthese sei nicht gering zu achten, weil er durch die Mannigfaltigkeit seiner Versuche eine grosse Zahl von Möglichkeiten erschloss: an uns liegt es, die damit gestellten Aufgaben nun voll und ganz zu lösen.

Wenn wir uns schliesslich zum letzten und bedeutungsvollsten Forschungsgebiete Goppelsroeders wenden, zur Kapillaranalyse, so werden wir auch hier zuerst auf *Schönbein* zurückverweisen, der anfangs der Sechzigerjahre in der Basler Naturforschenden Gesellschaft „Über einige durch die Haarröhrchenanziehung des Papiers hervorgebrachte Trennungswirkungen“ sprach³⁰⁾. Goppelsroeder schildert die Wirkung dieses Vortrags folgendermassen³¹⁾: „Wie bei jeder von *Schönbein* mit grosser Klarheit und in angenehmer Form gemachten Mitteilung, so war auch während dieser, ein für das *Schönbeinsche* Forschungsgebiet ungewohntes Thema berührenden Mitteilung, volle Aufmerksamkeit von Seite der zahlreichen Zuhörerschaft, welche wie gewohnt im chemischen Hörsaal neben *Schönbeins* Laboratorium versammelt war, so auch bei mir, dem damals jungen, eben erst aus den Laboratorien eines *Sonnenschein*, *Heinrich Rose* und *Robert Bunsen* zurückgekommenen Analytikers, der denn seiner Begeisterung für das hoffnungsreiche Gebiet in der auf den Vortrag folgenden Diskussion Ausdruck verlieh. Ich gelobte mir, auf dem von *Schönbein* gelegten Fundamente weiterzubauen, und begann sofort in erster Linie das kapillare Verhalten einer grösseren Anzahl von Farbstoffen zu prüfen, sodass ich schon im gleichen Hefte unserer Gesellschaft, in welchem *Schönbeins* Arbeit sich befindet, meine erste Mitteilung veröffentlichen konnte: „Über ein Verfahren, die Farbstoffe in ihren Gemischen zu erkennen“³²⁾.

Auf diesen ersten Anfang folgte erst 26 Jahre später eine grosse Publikation in den Mitteilungen des technologischen Ge-

²⁹⁾ Diss. Berlin (1899).

³⁰⁾ Verh. Naturf. Ges. Basel. 3. 249 (1860/61).

³¹⁾ Nr. 74, S. 45.

³²⁾ Nr. 3, Nr. 4.

werbemuseums in Wien³³⁾ mit einem ergänzenden Privatdruck³⁴⁾; hierauf drei umfangreiche, mit Tafeln fast verschwenderisch ausgestattete Veröffentlichungen in den Verhandlungen unserer Gesellschaft³⁵⁾ und ein kleines in Basel herausgekommenes Buch „Anregung zum Studium der Kapillaranalyse“³⁶⁾ und endlich eine Zusammenstellung in *Wolfgang Ostwalds* Kolloidzeitschrift³⁷⁾ und einzelne Kapitel in Handbüchern der Nahrungsmittelchemie und der Harnanalyse³⁸⁾. Die Basler Naturforschende Gesellschaft darf mit Genugtuung feststellen, dass in ihren Verhandlungen die Kapillaranalyse von ihrem treuen Mitglied Goppelsroeder in der ausführlichsten Form niedergelegt worden ist.

Die Methode der Kapillaranalyse besteht darin, dass in die zu prüfende Flüssigkeit (wässrige oder nicht-wässrige Lösungen) schmale lange Papierstreifen hineingehängt werden, in welchen das Lösungsmittel und die gelösten Stoffe emporsteigen. Der Anstieg einer Flüssigkeit ist rein physikalisch bestimmt durch die Weite der kapillaren Zwischenräume der Papierfasern und dadurch abhängig von der Papiersorte und von der Oberflächenspannung der Flüssigkeit; als Komplikation tritt dazu der Umstand, dass flüchtige Flüssigkeiten verdunsten und zwar mit Geschwindigkeiten, die mit dem eigenen Dampfdruck der Flüssigkeit und mit den Dampfdruckverhältnissen in dem betreffenden Raume wechseln. Der Anstieg der gelösten Stoffe seinerseits ist bedingt durch die chemischen Faktoren der Adsorption, die sich schon bei einfachen Säuren und Basen äussern, bei Salzen infolge der Hydrolyse sich verwickeln, bei kolloiden Lösungen sich durch elektrokapillare Phänomene komplizieren, bei organischen Stoffen gar nicht vorauszuberechnen sind und bei Gemischen unübersehbar werden. Schon rein theoretisch liegen hier die schwierigsten Fragen vor, wie ein Blick in die einschlägigen Lehrbücher von *H. Freundlich*³⁹⁾ oder *V. Kohlschütter*⁴⁰⁾ zeigt.

Mit diesem überquellenden Füllhorn von Möglichkeiten überschüttete das Schicksal unsern Freund, der bei seiner Neigung zur umfassenden qualitativen Erforschung der Erscheinungen den bereits aufgezählten Variationen durch Wahl verschiedener, auch

33) Nr. 60.

34) Nr. 61.

35) Nr. 74, Nr. 75, Nr. 77.

36) Nr. 76.

37) Nr. 78.

38) Nr. 79, Nr. 80.

39) Kapillarchemie, S. 156, 511, Leipzig (1909).

40) Erscheinungsformen der Materie, S. 316, Leipzig (1917).

lebender Kapillarmedien und durch Ausdehnung des Aufgabenkreises der Kapillaranalyse auf die Gebiete der physiologischen und pathologischen Chemie einen noch grösseren Umfang verlieh. Er sah sich einer Riesenaufgabe gegenüber, die viele Jahre emsigster Arbeit zu ihrer Bewältigung bedurfte, und doch noch unerschöpflich schien, sodass er immer wieder versuchte, jüngere Fachgenossen für seine Probleme zu interessieren und zur Mitarbeit anzuregen. Wir begreifen sein Verlangen, dass die Ergebnisse der Tausende von Versuchen mit samt den vielen Belegen, die gleichzeitig Beweise seiner ungemein scharfen Beobachtung waren, unverkürzt der Öffentlichkeit übergeben werden müssten, als Material für die Weiterarbeit der Zukunft. Wir verstehen auch seine grosse Empfindlichkeit gegenüber kritischen Einwendungen ernster Praktiker oder gar gegenüber boshaften Gedankenlosigkeiten, wie die kränkende Bezeichnung „Papierlichemie“.

Ein kleiner Überblick soll zeigen, welche Aufgaben Goppelsroeder mit Hilfe der Kapillaranalyse zu lösen versuchte, wobei die Arbeiten anderer Autoren, die zum weitem Ausbau der von unserm Freunde gestellten Probleme geführt haben, gleich miterwähnt werden.

1. Kapillaranalyse der Lösungen anorganischer Säuren, Basen und Salze. Schon bei diesen einfachen Beispielen, die selbst einen *Emil Fischer*⁴¹⁾ fesseln konnten, zeigt sich als besonders auffällige Erscheinung der geringere Anstieg der gelösten Stoffe, deren Adsorption durch den kapillaren Weitertransport des Wassers im Papierstreifen⁴²⁾ deutlich sichtbar wird. Auch interessante zahlenmässige Beziehungen zwischen der Konzentration und der Steighöhe sind bei den Säuren gefunden worden⁴³⁾.

2. Kapillaranalyse kolloider Lösungen. Hier hat sich die Kapillaranalyse als ein äusserst einfaches Mittel zur Erkennung des Charakters der elektrischen Ladung der Kolloidteilchen erwiesen⁴⁴⁾.

3. Kapillaranalyse der Lösungen künstlicher Farbstoffe. Mit Beobachtungen auf diesem Gebiet hat Goppelsroeder begonnen, indem er aus Farbstoffgemischen die einzelnen Bestandteile durch ihre verschiedene Steighöhe in Zonen auseinanderschied; er hat

⁴¹⁾ *E. Fischer* und *E. Schmidmer*, *Ann. d. Chem.* **272**. 156 (1893).

⁴²⁾ *Wilhelm Ostwald*, *Lehrbuch der allgem. Chemie*, 2. Aufl. I. Bd. S. 1096 (1903).

⁴³⁾ *J. Holmgren*, *Biochem. Zeitschr.* **14**. 181 (1908); *Koll. Zeitschr.* **4**. 219 (1909). *Zd. H. Skraup* und Mitarbeiter, *Monatshefte f. Chemie* **30**. 675, 773 (1909/10). **31**. 753, 1067 (1910/11); **32**. 353 (1911); *Koll. Zeitschr.* **6**. 251 (1910); *Hans Schmidt*, *Koll. Zeitschr.* **13**. 146 (1913); **24**. 49 (1919).

⁴⁴⁾ *Fr. Fichter* und *N. Sahlbom*, *Verh. Nat. Ges. Basel* **21**. 1 (1910); *N. Sahlbom*, *Kolloidchem. Beihefte* **2**. 79 (1910/11).

von dieser bequemen und einfachen Analysenmethode, die ohne persönliche Anstrengung des Chemikers von selbst über Nacht die kompliziertesten Gemenge trennt und Spuren von einzelnen ausgezeichneten Farbstoffen zu erkennen gestattet, bei der Untersuchung seiner elektrolytisch erzeugten Farbstoffmischungen Gebrauch gemacht. Den Ursachen des verschiedenen Aufstiegs der einzelnen Farbstoffe nachzuspüren, ist ein besonders reizvolles Problem, das viele Forscher seither beschäftigt hat. Eine vollständige Zusammenstellung älterer und namentlich neuerer, vom Verfasser und seinen Mitarbeitern angestellter Versuche gab vor einigen Jahren Prof. Dr. L. Pelet-Jolivet⁴⁵⁾ in Lausanne.

4. Kapillaranalyse als analytische Methode zum Nachweis kleiner Mengen. Goppelsroeder gibt zahlreiche Beispiele der Anwendbarkeit seiner Methode in der qualitativen Analyse anorganischer Stoffe, anorganischer Naturprodukte wie Mineralwasser, und im gewaltigen Gebiete der Nahrungsmitteluntersuchung (Bier, Wein; Milch, deren Steighöhe vom Wassergehalt abhängt; Fruchtsäfte, Gewürze, Konserven), der technischen Analyse (Fette, Öle, Petroleum, Torf, Salzsoole) und der Toxikologie (Alkaloide). Die grosse Empfindlichkeit kommt von der Lokalisierung der diffundierenden Stoffe oben im Streifen, wo das Wasser verdunstet. „Stünde nur ein einziger Tropfen einer zu untersuchenden Lösung, z. B. eines Farbstoffgemisches, zur Verfügung, in welchem keine Spur von Färbung sichtbar ist, so könnte man nach längerem Eintauchen des untersten Endes eines darüber aufgehängten Textilfadens, vielleicht nur mit Unterstützung des Mikroskops, die einzelnen Farbstoffzonen in demselben erkennen und wohl auch noch mikrochemische Reaktionen anstellen“⁴⁶⁾. Für anorganische Stoffe hat Goppelsroeder die Empfindlichkeit systematisch untersucht: farblose Stoffe zog er dazu aus der obersten Zone des Papierstreifens mit Wasser aus und unterwarf sie der Einwirkung chemischer Reagentien. So konnte er Al⁺⁺⁺ion noch aus einem Kubikzentimeter einer 0,01%igen Alaunlösung im Streifen konzentrieren und dann mit Morinlösung nachweisen. Speziell bei den Alkaloiden liess sich die Empfindlichkeitsgrenze weit vorschieben, z. B. beim Strychnin⁴⁷⁾. Die verschiedenen Ablagerungen im obersten Streifen teil können auch gelegentlich durch verschiedenartige Lösungsmittel getrennt werden, oder sie werden aufgelöst und von Neuem kapillarisiert, um so in deutlichere Zonen auseinandergezogen zu werden. Verschiedene Forscher haben sich

⁴⁵⁾ Theorie des Färbeprozesses S. 120—134, Dresden (1910).

⁴⁶⁾ Nr. 74, S. 65.

⁴⁷⁾ Nr. 77, S. 7 ff.

mit den Methoden beschäftigt, ich zitiere nur *E. Vinassa*⁴⁸⁾ (Untersuchung von Safran und Safransurrogaten) und *H. Kunz-Krause*⁴⁹⁾ (Untersuchung von Tinkturen, Fluidextrakten und Dialysaten). Das Schweizerische Lebensmittelbuch⁵⁰⁾ hat die Kapillaranalyse zur Untersuchung von Senf auf Färbung mit Curcuma aufgenommen.

5. Kapillaranalyse in der Physiologie, zur Untersuchung alkoholischer Auszüge von Pflanzenorganen, zur Untersuchung der Galle, zur Färbung lebender Pflanzen und lebender Tiere; in der Pathologie, zur Untersuchung von Harn. Hier ist ein ungeheures Material zusammengetragen, zum Teil mit Unterstützung durch die Basler Professoren *Rud. Burckhardt* sel., *Wilhelm His* jr. und *Rud. Staehelin*; Goppelsroeder bringt als Neuheit in der Methodik den Nachweis und die Identifizierung von kristallisierten Ausscheidungen durch mikroskopische Untersuchung der Papierstreifen. Die Beurteilung der Arbeiten auf diesem Gebiet möchte ich kompetenteren Kollegen überlassen: bezüglich der vitalen Tinktionsversuche sei nur an die Bedeutung der Färbemethoden in der mikroskopischen Technik erinnert.

6. Kapillaranalyse mit reinen organischen Körpern, mit homologen Reihen von Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Aminen, Säuren usw. Hier hat Goppelsroeder nicht nur die Gesamtsteighöhe nach Erreichung des Maximums gemessen, sondern durch Ablesung zwischen Glaslinealen auch die Geschwindigkeit des Anstiegs bestimmt. Aus seinen gewissenhaften Versuchsdaten konnte *Wolfgang Ostwald* direkt die Gesetze des kapillaren Aufstiegs organischer Flüssigkeiten in ihrer Beziehung zur Konstitution ableiten⁵¹⁾.

So sind schon aus vielen Samenkörnern, die Goppelsroeders treuer Forscherfleiss zusammentrug, neue Pflänzchen emporgesprosst, und in seinem wissenschaftlichen Nachlass, dessen Bearbeitung er seinen Basler Fachkollegen übergeben hat, wird sich noch manche Anregung finden und uns später vielleicht nochmals Gelegenheit bieten, der Gesellschaft wieder über die Kapillaranalyse zu berichten.

In seinen späteren Basler Jahren bot Goppelsroeder das erfreuliche Bild eines glücklichen Forschers, voll bewusst der Bedeutung seiner Lebensarbeit, und doch wieder bescheiden im Blick auf die noch zu bewältigenden Aufgaben. Eine Schilderung seines Privatlaboratoriums darf vielleicht hier eingeflochten werden⁵²⁾:

⁴⁸⁾ Arch. d. Pharm. (1892).

⁴⁹⁾ Chem. Ztg. 21. 940 (1897).

⁵⁰⁾ 3. Aufl. S. 259 (1917).

⁵¹⁾ Kolloid-Zeitschr. Suppl. 2, S. XX. (1908).

⁵²⁾ Schweiz. Chem. Ztg. 2. 23 (1917).

„In einer stillen Strasse Basels, zwischen behäbigen, von Gärten umgebenen Privathäusern, versteckt sich hinter dem zugehörigen, geräumigen Wohnhaus ein äusserlich unscheinbares Gebäude. Nur wenigen Freunden des Besitzers ist es vergönnt, dort Eintritt zu finden. Wem sich aber die Pforte auftut, der ist überwältigt von der Fülle des Wunderbaren, das ihm in den halb als Laboratorium, halb als Museum sich anbietenden Räumen entgegentritt.

Zuerst fallen uns wohl die langen schmalen Papierstreifen ins Auge, die in den Abzügen aufgehängt sind und mit ihrem untern Ende Flüssigkeiten und Lösungen einsaugen, während auf dem Verlauf des Streifens Zonen von allerhand Farben erscheinen oder durch Betupfen mit Reagentien sichtbar gemacht werden. Da trennen sich gelöste Salze während der Wanderung im Papier in Basen und Säuren; da werden Farbstoffmischungen in ihre Bestandteile zerlegt; da werden Milch, Bier, Wein und Trinkwasser geprüft und nach den im Streifen erhaltenen Absätzen beurteilt; oder es kommen biologische und pathologische Körperflüssigkeiten und Sekretionen zur Untersuchung. Alle denkbaren Gebiete der Analyse, und gerade die schwierigsten Probleme, der Nachweis von Spuren unter den ungünstigsten Umständen, sind hier bearbeitet: die Sammlungsschränke bergen Tausende von Belegstreifen, ein Material, das zu weiterer Bearbeitung herausfordert. Denn das Aufsteigen von Lösungen in den Kapillaren des Filtrierpapiers hängt einerseits mit den rein physikalischen Fragen der Kapillarität zusammen, anderenteils wird es befördert oder gehemmt durch die Phänomene der Adsorption und berührt sich dadurch mit der Kolloidchemie, endlich aber spielen rein chemische Fragen, die Hydrolyse der Salzlösungen, die Stärke der Säuren und Basen, die Konstitution organischer Stoffe hinein, sodass der Forscher vor der verwirrenden Mannigfaltigkeit der Fragen zunächst gar nicht weiss, wo er Hand anlegen soll. Und, um seine Verlegenheit voll zu machen, entdeckt der Besucher plötzlich Aquariengläser mit Farbstofflösungen, in denen sich Wassertiere tummeln und offenbare Fröhlichkeit an den Tag legen, weil sie innerlich und äusserlich gegenüber ihren frei lebenden Stammesgenossen den Vorzug wunderbar gefärbter Organe aufweisen. Und in allen Fenstern stehen Blumentöpfe mit blühenden Gewächsen: bei genauerem Zusehen erkennt der Beobachter, dass seine alten Freunde sich maskiert haben, dass die feinen Adern der Blüten hübsch und bunt gefärbt sind, weil die Pflanzen aus einer mit Farbstoffen versetzten Gartenerde hervorsprossen.

Noch verlockt so vieles in diesen Räumen zur bewundernden Betrachtung: ein ganzer Glasschrank voll Objekten über die

Leichenverbrennung will uns fesseln. Aber der lebenswürdige Hausherr hat uns noch ganz andere Wunder zu weisen und führt uns in ein Zimmer mit elektrischen Installationen. An den Wänden glänzen Schalttafeln mit Messinstrumenten und Widerständen, überallhin führt ein Netz von Drähten, auch zu einem Tisch, auf dem feuchte Stücke von weissem und von blaufärbtem Kattun liegen. Ein Platinschreibstift ist mit einem dünnen Kabel verbunden, und mit wohlgeübter Hand schreibt unser Gastfreund auf beide Gewebe unsere Namen und das Datum unseres Besuches. Die Schriftzüge treten dunkel auf dem weissen Grund hervor, während sie sich weiss auf dem blauen Grund eingraben. Die Bildung des dunklen Pigments und die Ätzung des blauen sind durch elektrochemische Oxydation bewirkt; die Gewebe liegen ihrerseits auf Metalltafeln, sind mit geeigneten Lösungen getränkt, und ebenfalls mit der Batterie verbunden, was die erste oberflächliche Betrachtung so wenig vermuten liess, dass die vor unsern Augen entstehende Schrift uns wie ein Märchen anmutet.“

Er plauderte bei solchen Gelegenheiten gemächlich von allerhand chemischen Erfahrungen, z. B. über die Entfernung von Rostflecken mit Schwefelammonium, wobei der Fleck zunächst zum Entsetzen der Hausfrau schwarz wird, sich aber dann mit verdünnter Salzsäure leicht entfernen lässt⁵³⁾. Seine grosse Güte äusserte sich nicht nur im persönlichen Verkehr mit den Freunden, oder in der Lebenswürdigkeit, mit der er im Landaufenthalt Gäste zur Spazierfahrt im Wagen oder im Motorboot einlud, sondern auch in grosser Freigebigkeit gegenüber wissenschaftlichen Instituten, nicht zuletzt gegenüber der Basler Naturforschenden Gesellschaft, die er durch Unterstützung bei seinen Publikationen in den Verhandlungen, bei der Jubiläumssammlung und in seinem Testamente bedachte, und gegenüber der chemischen Anstalt, der er 1912 eine grosse elektrische Installation mit Gasmotor, Dynamomaschinen und Akkumulatoren zuwies, und die er neben der Physikalischen und der Physiologischen Anstalt wieder in seinem Testamente reich beschenkte.

Aber die Basler Naturforschende Gesellschaft und die Basler Universitätsinstitute haben ihm nicht nur um dieser materiellen Gaben willen ein dankerfülltes Gedächtnis zu bewahren. Das grösste Geschenk sind die schwer erarbeiteten Früchte eines der Forschung gewidmeten Lebens, und man wird immer die Namen Goppelsroeder, Basel, und Naturforschende Gesellschaft zusammen aussprechen, wenn von der Kapillaranalyse die Rede ist.

⁵³⁾ Nr. 74, S. 28.

Verzeichnis der Publikationen

von Prof. Dr. *Friedrich Goppelsroeder*⁵⁴⁾ 1861—1911.

1. Beiträge zum Studium der Salpeterbildungen. (Verh. Naturf. Ges. Basel. IV 255—268, 1861. — Pogg. Ann. 115, 1862).
2. Beobachtungen über das Verhalten der Nitrite gegenüber Pflanzen, speziell gegenüber Runkelrüben. (Zugleich wie 1. erschienen).
3. Über ein Verfahren, die Farbstoffe in ihren Gemischen zu erkennen. (Verh. Naturf. Ges. Basel, III. 268, 1861. — Pogg. Ann. 115, 1862. — Z. analyt. Ch., 1862. — Dinglers Polyt. Journ. 164, 1862.)
4. Note sur une méthode nouvelle propre à déterminer la nature d'un mélange de principes colorants. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XXXII, 116, 1862. Séance du 30 octobre 1861).
5. Notiz über ein neues Reagens auf alkalisch reagierende Flüssigkeiten und auf salpétrigsaure Salze. (Mitt. an der Schweiz. Naturforschervers. in Luzern am 24. September 1862. — Verh. Naturf. Ges. Basel, III. 426, 1863. — Pogg. Ann. 119, 1863. — Z. analyt. Ch., 1863. — Erdmanns J. pr. Ch., 1863).
6. Note sur un nouveau réactif pour les liquides alcalins et les nitrites. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XXXIII, 228, 1863).
7. Ueber eine die Jodstärkereaktion maskierende Eigenschaft gewisser anorganischer Substanzen. (Mitt. an der Schweiz. Naturforschervers. in Luzern am 24. Sept. 1862. — Verh. Naturf. Ges. Basel III. 437, 1863. — Pogg. Ann. 1863. — Z. analyt. Ch., 1863. — Erdmanns J. pr. Ch., 1863).
8. Note sur la propriété de certaines substances inorganiques de masquer la réaction de l'Iode sur l'empois d'amidon. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XXXIII, 237, 1863).
9. Ueber eine neue fluoreszierende Substanz aus dem Cubaholze. (Mitt. in der physikalisch-chemischen Sektion der Schweiz. Naturforschervers. zu Neuchâtel, 1866. — Verh. Naturf. Ges. Basel, IV. 736, 1867. — Erdmanns J. pr. Ch., 1867. — Pogg. Ann. 131, 1867).
10. Ueber eine fluoreszierende Substanz aus dem Cubaholze (Fortsetzung) und über Fluoreszenzanalyse. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 111, 1868. — Pogg. Ann. 134, 1868. — Z. analyt. Ch., 1868).
11. Ueber feuerfesten Ton aus der Umgebung von Basel. (Verh. Naturf. Ges. Basel, IV. 732, 1867. — Erdmanns J. pr. Ch., 1867).
12. Meine chemische Untersuchung 1868 der Rutschquelle in Langenbruck, Kanton Baselland, im Dürrenberg. (Langenbruck als Kur- und Erholungsort von Dr. Bider senior unter Beihilfe von Dr. H. Christ, Pfarrer Cartier, Dr. Christoph Burckhardt. Dritte vermehrte Aufl., erschienen bei Jakob Bider, Sohn, Langenbruck, 1874. Seiten 18—20).
13. Gehalt einer gypsreichen Quelle auf dem Gute Dürrenberg bei Langenbruck, Kanton Baselland. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 141, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
14. Ueber die Chemie des Melopsits. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V, 134, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
15. Diverse Mineralienuntersuchungen: I. Analyse des talkähnlichen, hellgrünen Minerals der Protogygnesse des Fellitals. (in Albrecht Müllers Publ.: „Ueber die Eisensteinlager am Fusse der Windgelle“). II. Analysen einiger Schiefer des Etlitals. (in Albrecht Müllers Publ. (Abschnitt 12): „Weitere Beobachtungen über die krystallinischen Gesteine des Maderaner-, Etlzi-

⁵⁴⁾ Von ihm selbst verfasst und 1912 herausgegeben.

- und Fellitals⁴⁾). III. Analysen von Talkglimmer und Talkglimmerschiefer (in Albrecht Müllers Publ.: „Ueber die Umgebungen des Crispalt“). (Verh. Naturf. Ges. VI. 267, 1868).
16. Ueber Beschwerung der Seide. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 137, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
 17. Ueber die Zusammensetzung gepressten Torfes der Schweiz. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 140, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
 18. Ueber den wahren Gehalt einiger Geheimmittel. (Verh. Naturf. Ges. Basel. V. 142, 1868).
 19. Ueber das in Basel verkäufliche Arrowroot. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 143, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
 20. Ueber die Giftigkeit gefärbter Oblaten. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 143, 1868. — Erdmanns J. pr. Ch., 1868).
 21. Ueber die weisse Glasur eiserner Gefässe. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 146, 1868).
 22. Ueber Petroleum und dessen Produkte, nebst einem Anhang über Feuerlöschmittel. (Im Auszuge mitg. dem Basler Gewerbeverein im Februar 1869. — Ambergers Verlagsbuchh. Basel, 1869).
 23. Die im Mai und Juni 1869 in Basel gebrauten Biere. (Nachträgliche Publ. Verh. Naturf. Ges. Basel, VI. 353, 1875).
 24. Beitrag zur Prüfung der Kuhmilch. (Mitt. an der Schweiz. Naturforschervers. zu Neuchâtel, 13. Aug. 1866. — Verh. Naturf. Ges. Basel, IV. 497, 1866. — Z. analyt. Ch., 1867).
 25. Die Chemie der Kuhmilch und die Mittel zur Prüfung derselben. (Milchztg. von Benno Martiny, Danzig 1871, Nr. 5 und 6, sowie 1872, Nr. 7 und 9).
 26. Ueber die chemische Beschaffenheit von Basels Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser mit besonderer Berücksichtigung der sanitarischen Frage. (Verh. Naturf. Ges. Basel, IV. 640—732, 1867.)
 27. Ueber eine schnell ausführbare Methode der Bestimmung der Salpetersäure, sowie über deren Menge in den verschiedenen Trinkwässern Basels. (Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 462, 1871. — Kolbes J. pr. Ch., 1870 und 71. — Z. analyt. Ch., 1870).
 28. Ueber Schwankungen im Gehalte der Trinkwässer an Salpetersäure und über deren Menge in den atmosphärischen Niederschlägen. (Z. analyt. Ch., 1870).
 29. Beitrag zur Chemie der atmosphärischen Niederschläge mit besonderer Berücksichtigung ihres Gehaltes an Salpetersäure. (Z. analyt. Ch., 1871 und 1872. — Kolbes J. pr. Ch., 1871. — Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 485, 1871).
 30. Nachträgliche Bemerkungen zur Bestimmung der Salpetersäure nach der verbesserten Marxschen Methode. (Kolbes J. pr. Ch., 1871. — Zeitsch. analyt. Ch. 1871. — Verh. Naturf. Ges. Basel, V. 501, 1871).
 31. Einige Angaben über die Mineralbestandteile der Basler Trinkwässer. (Verh. Naturf. Ges. Basel, VI. 247, 1875).
 32. Zur Infektion des Bodens und des Bodenwassers. (Programmschrift der Basler Gewerbeschule, Schweighausersche Verlagsbuchh., Benno Schwabe, 1872).
 33. Sur la régénération et restauration des peintures à l'huile par la méthode de Max de Pettenkofer. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XLIII, 260, 1873. — Monit. scient. Quesneville, 1873).
 34. Rapport sur une nouvelle méthode de doser l'indigotine avec l'hydrosulfite de sodium. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLIII 643, 1873).
 35. Note sur le dosage du sel d'étain. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLIV, 297, 1874).

36. Rapport sur le mémoire de Mr. Jules Roth sur une méthode de reconnaître les falsifications des huiles. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVI, 156, 1874).
37. A) Etude pratique et théorique. sur les outremers vert, bleu et violet. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLV, 193, 1875.) B) Praktisch-theoretische Studie über grünes, blaues und violette Ultramarin. (Dinglers polyt. Journ., 220, 1875.) C) Lettre au sujet du mémoire de Mr. Reinhold Hoffmann sur le soufre contenu dans les outremers vert et bleu. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XLVI. 142, 1876).
38. A) Note sur quelques effets de l'ozone et de la gelée. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLV, 225, 1875.) B) Wirkungen des Ozons und des Gefrierens. (Dinglers polyt. Journal, 1876).
39. Production de colorants par l'électrolyse de différents corps de la série aromatique. (Bull. Soc. Ind. Mulh. XLV, 607, 1875).
40. A) Etudes électrochimiques des dérivés du benzol. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVI. Bull. spécial 137—165. 1876. Comptes rendus Acad. Paris, 82, 1876.) B) Elektrochemische Studie der Benzolderivate. (Dinglers polyt. Journ., eine Serie von Artikeln in Bd. 223 u. 224, 1876 u. 1877).
41. Note sur le noir d'aniline électrolytique. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVI, 133, 1876).
42. Le noir d'aniline électrolytique. Electrolyse des dérivés de l'aniline, du phénol, de la naphylamine et de l'anthrachinone. (Comptes rendus Acad. Paris, 76 u. 77, 1875).
43. Sur la réduction du noir d'aniline et sur son changement en colorant rose fluorescent. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVII, 293, 1877. — Dinglers polyt. Journ. 224, 1877. — Comptes rendus Acad. Paris, 84, 1877).
44. Notice nécrologique sur Charles Emile Kopp. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVI, 250, 1876. — Monit. scient. Quesneville, 1876).
45. Rapport sur le mémoire de Mr. Jules Roth: sur l'analyse des vins. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVII, 460, 1377).
46. Mémoire sur l'analyse des vins. (Bull. Soc. Ind. Mulh., XLVII, 557, 1877).
47. Premiers résultats des études sur la formation des matières colorantes par voie électrochimique. Herausgeg. bei Anlass der Exposition d'Electricité à Paris, 1881. (Courte explication suivie d'une liste des objets exposés et de quatre planches représentant quelques-uns des appareils employés pour les opérations électrolytiques, 1881. Impr. Veuve Bader & Cie., Mulhouse).
48. Note sur un nouvel emploi de l'électrolyse dans la teinture et dans l'impression. (Contenu de deux plis cachetés No. 345 et 346, déposés chez la Soc. Ind. Mulh. par le Prof. Dr. Fréd. Goppelsroeder le 29 mars et 21 avril 1882 et ouverts dans sa séance mensuelle du 27 avril 1882. Le texte des deux plis a été concentré en un seul. 14 notes ont été ajoutées depuis. — Bull. Soc. Ind. Mulh., LII, 270, 1882. — Electricien, II, 1881 et IV, 1882).
49. Neue Anwendung der Elektrolyse in der Färberei und Druckerei. (Dinglers polyt. Journ., 245, 1882. — Elektrotechn. Jahrb. Frankfurt a/M., 1883 und Anhang 7).
50. Note sur l'emploi de l'électrolyse pour la préparation de la cuve d'indigo. (Bull. Soc. Ind. Mulh., LIV, 343, 1884. — Electricien, Paris, VIII, 1884).
51. Anwendung der Elektrolyse zur Darstellung der Indigküpe. (Zeitsch. f. Elektrotechnik, Wien, 1884 und 1885. — Elektrotechn. Rundschau, Nr. 7, 1884. — Dinglers polyt. Journ., 251 und 253, 1884. — Centralbl. Textilind., Berlin, 1884, Jahrg. XV).
52. Ueber Bereitung des Persulfocyan's oder Canarins und über dessen Bildung und gleichzeitige Befestigung auf pflanzlichen und tierischen Fasern auf

- elektrochemischem Wege. (Dinglers polyt. Journ., 254, 1884. — Centrabl. Textilind., Berlin, 1884. — Z. Elektrotechnik, Wien, 1885).
53. Une note sur la formation de l'oxycellulose, l'autre sur celle du persulfocyanogène par voie électrolytique. (Séances du Comité de Chimie de la Soc. Ind. Mulh, du 8 octobre et 10 décembre 1884. — Electricien, Paris, 1884).
54. Ueber die elektrolytische Darstellung der Farbstoffe, sowie über deren gleichzeitige Bildung und Fixation auf den Fasern mit Hilfe der Elektrolyse. (Z. f. Oesterreichs Wollen- u. Leinenind. Reichenberg 1884 und 1885; 140 Seiten, 11 Tfln. mit total 22 Fig.).
55. Anwendung der Elektrolyse in der Chemie der Farbstoffe und in der Färberei: 1. Bildung von Oxycellulose auf elektrochemischem Wege, 2. Bereitung des Persulfocyan und Bildung und gleichzeitige Befestigung desselben auf pflanzlichen und tierischen Fasern auf elektrolytischem Wege. (Polyt. Notizbl., 1884 und 1885. — Dinglers polyt. Journ. 1884. — Centrabl. Textilind. Berlin, 1884. — Z. Elektrotechnik, Wien, 1885).
56. Darstellung der Farbstoffe, sowie deren gleichzeitige Bildung und Fixation mit Hilfe der Elektrolyse. (Deutsche Färberztg., Dresden, 1887.)
57. Ueber praktische Milchuntersuchung. (A. Autographierte Ausg. für die Mitglieder des Landwirtschaftlichen Vereins des Kreises Mülhausen, sowie für Behörden, Freunde, Kollegen, wiss. Korporationen. B. Publ. in der Milchztg. Danzig, 1886. — Centrabl. für allgemeine Gesundheitspflege, 1886. — Polyt. Notizbl., 1887).
58. Ueber die Regeneration der Oelgemälde auf physikalischem Wege nach dem Verfahren von Max von Pettenkofer und nach eigenen Versuchen. (Naturwiss. Verein zu Mülhausen i. E., Vortrag 1888).
59. Farbelektrochemische Mitteilungen. (Mit einer Reihe von Abb. Druck und Verlag von Wenz & Peters, Mülhausen i. E. 1889. Bei Anlass Goppelsroeders Beteiligung an der in Manchester 1887 stattgef. Royal Jubilee Exhibition).
60. Ueber Capillaranalyse und ihre verschiedenen Anwendungen, sowie über das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen. (Mitt. der Sektion für chem. Gewerbe des k. k. Technol. Gewerbemuseums in Wien, neue Folge, II. Jahrg. 1888, Hefte 3 und 4 und III. Jahrg. 1889, Hefte 1—4).
61. Beilagen zu 60. Privatedition, Druck und Verlag von Wenz & Peters, Mülhausen i. E., 1889, 78 Seiten.
62. Studien über die Anwendung der Elektrolyse zur Darstellung, zur Veränderung und zur Zerstörung der Farbstoffe ohne oder in Gegenwart von vegetabilischen und animalischen Fasern. (Illustrierte Separatausg. der Elektrotechn. Rundschau, Nr. 18 u. 19, 1891. 6 Fig., 4 grosse Lichtdrucktfln. und Erläuterungstfl).
63. Ueber Feuerbestattung. (Gedr. und herausgeg. bei Wenz & Peters, Mülhausen i. E., 1890. — Erlös zu gunsten der Ferienkolonien von Mülhausen, Colonies de vacances pour enfants pauvres et malades. — I. Vortrag 13. Februar 1890 im Naturwiss. Vereine zu Mülhausen i. E., ein II. ebenfalls zu Mülhausen i. E., und ein III. Vortr. im Bernoullianum zu Basel, auf Wunsch des Vereins für Feuerbestattung, Basel).
64. Ueber das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen. Prioritätsfrage gegenüber Nummer 17, Januar 1892 des „Temps“: „Oeillets verts“: (Vortrag im Naturwiss. Vereine zu Mülhausen i. E., 1892). Bereits im Winter 1887/88 im selben Vereine Vortrag über Capillaranalyse und über das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen.
65. Ueber die Hydrogenation oder sogenannte Reduktion des Indigotins zu Indigweiss. (Chem. Ztg. Nr. 89, 1893).

66. Benützung elektrochemischer Prozesse auf dem Gebiete der Bleicherei, Färberei und Druckerei. (Elektrochem. Z., Hefte 1 und 2, 1894).
67. Elektrolytische Darstellung organischer Farbstoffe. (Z. Elektrochem., 1895 und 96).
- 68—72. Anwendung der Elektrizität für die Chemie. Kapitel in den fünf ersten Auflagen des Hilfsbuchs für die Elektrotechnik von C. Grawinkel und K. Strecker. Ich war Mitarbeiter für alle, die Anwendung der Elektrizität für die Chemie betreffenden Kapitel, während den Jahren 1887—1898. In der V. Aufl. betragen die von mir bearbeiteten Abschnitte 50 Seiten. Für die VI. Aufl. trat ich zurück.
73. Ueber Luft und Wasser unserer Städte und Wohnungen, wie sie sein sollen. Vortrag gehalten zu gunsten der Kasse des Frauenvereins im Winter 1889/90, im Kleinen Börsensaale zu Mülhausen i. E. (Gedr. in der „Neuen Mülhauser Zeitung“ und im „Mülhauser Tagblatt“).
- 73 a. Zur Anwendung der Absorption zu analytischen Trennungen. Zeitschr. f. analyt. Ch. **38**. 291. 1899.
74. Capillaranalyse, beruhend auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen, mit dem Schlusskapitel: „Das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen.“ Gewidmet dem Andenken an Christian Friedrich Schönbein in Liebe, Hochverehrung und Dankbarkeit von seinem Schüler Friedrich Goppelsroeder. (Verh. Naturf. Ges. Basel, XIV, 1901; 545 S. Text, 58 lithogr. Tfln. u. ein Lichtbild. Verl. Georg & Cie., Basel).
75. Studien über die Anwendung der Capillaranalyse, I. bei Harnuntersuchungen, II. bei vitalen Tinktionsversuchen. (Verh. Naturf. Ges. Basel, XVII, 1904, 198 S. Text, 130 lithogr. und 12 Lichtdrucktfln., wovon eine nach Photogr. und elf nach Mikrophotogr. Verl. Georg & Cie., Basel).
76. Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse. (Basel, 1906; Verl. Helbing & Lichtenhahn, vorm. Reich-Detloff).
77. Neue Capillar- und capillaranalytische Untersuchungen. Mitgeteilt der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel, XIX, Heft 2, 1907; 81 S. Text, 50 Tfln. Textbeleg, 2 Lichtdrucktfln. Verl. Georg & Cie., Basel).
78. Ueber Capillar- und Adsorptionsanalyse. (Kolloidzeitschr. von Dr. Wolfgang Ostwald. **4**. 23, 94, 191, 236, 312; **5**. 52, 109, 159, 200, 250, 303; **6**. 42, 111, 174, 213, 268. 1909 und 1910).
79. Anwendung der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse für Nahrungs- und Genussmitteluntersuchungen. (Mein Kap. in Prof. Koenigs neuer Aufl. über Nahrungsmittelchemie 1910, S. 197—206, Verl. Julius Springer).
80. Ueber die Anwendung der Capillaranalyse bei Harnuntersuchungen. (Mein Kap. in Prof. Carl Neubergs neuer Aufl. „Ueber Harn, sowie die übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten von Mensch und Tier“, 1911, S. 1362—1395, Verl. Julius Springer).
81. Mikroskopisch-chemische Untersuchung des Gewandes einer von Prof. Stückelberg im Kreuzgange des Münsters zu Basel ausgegrabenen Bischofsleiche vom Jahre 1130. (Basler Z. f. Gesch. u. Altertumskunde VIII. 297. 1907).

Manuskript eingegangen 17. März 1920.