

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

1927, Nr. 7.

— Abteilung A (Vereinsnachrichten) —

13. Juli.

FRIEDRICH AUERBACH.

Mit Friedrich Auerbach ist ein Fachgenosse dahingegangen, der, von Beruf in der angewandten Chemie stehend, Theoretiker und Mathematiker seiner ganzen Veranlagung und Neigung nach, es wie wenige vermocht hat, die angewandte mit der theoretischen Chemie zu verknüpfen und eben dadurch nicht allein praktische Fragen erschöpfend zu beantworten, sondern auch zu neuen wissenschaftlichen Problemstellungen und ihren Lösungen zu gelangen. Ein vielseitiges, höchst erfolgreiches Wirken auf beiden Gebieten ist von seiner hochbegabten Persönlichkeit ausgegangen.

Friedrich Auerbach wurde am 23. August 1870 in Breslau geboren. Sein Vater war der Biologe Leopold Auerbach, bekannt in der medizinischen Welt durch die Entdeckung des „Plexus Auerbachii“, d. i. des Nervenplexus, das die automatische Regulierung der Darmbewegung bewirkt. Wichtige Arbeiten auf dem Gebiete der Zellbiologie rühren von ihm her. Er starb 1897. Ein Nachruf von seiten eines hervorragenden Fachgenossen rühmt von ihm: „Er hat der modernen Lehre der Befruchtung ihr erstes dauerndes Fundament gegeben. Es sollte nie vergessen werden, daß dieses Verdienst durchaus Auerbach gehört. Bei ihm war das wissenschaftliche Arbeiten ein mühsames Ringen mit hundert äußeren Schwierigkeiten, die die meisten anderen Forscher gar nicht kennen“. Leopold Auerbach war Arzt in Breslau und Privatdozent an der Universität. In zwei Stübchen des Wohnhauses hatte er sich aus eigenen Mitteln ein Laboratorium eingerichtet, in dem er in seiner freien, durch die Inanspruchnahme als Arzt vielfach eingeschränkten Zeit ohne Assistent und Diener arbeitete. Die einzige Anerkennung des Staates für seine Leistungen bestand — neben der Verleihung eines Ordens — in der Ernennung zum außerordentlichen Professor (ohne Honorar) nach 12-jähriger Dozenten-Tätigkeit.

Seine Liebe und Begabung zur wissenschaftlichen Forschung hat der Vater auf die beiden älteren Söhne vererbt, von denen der 1856 geborene älteste, Felix, der in Jena lebende Physiker ist. Friedrich war der Nächstjüngere. Von der Mutter erbte Friedrich die heitere Gemütsart, die leichte Hand in der Behandlung von Menschen und Dingen, die Freude an Geselligkeit und besonders auch die ihm sein Leben lang treu bleibende Empfänglichkeit für Musik. Die Mutter war eine gute Pianistin, der Sohn eifriger Cello-Spieler. Im jüngeren Bruder, dessen Beruf die Musik wurde, entfaltete sich dieser musikalische Trieb der Familie zum ausgesprochenen Talent. Begabung und Liebe zur Musik besaßen alle Geschwister, auch die drei Schwestern. Kammer-



Dr. Friedrich Auerbach

musik wurde eifrig gepflegt. Das Auerbachsche Haus stellte so den in jener Zeit noch häufigen, heut selten gewordenen Idealtypus eines Bürgerhauses dar, in welchem hohe Geisteskultur sich mit großer Einfachheit der Lebensführung verband und eine große Kinderzahl solchen Vorzügen Dauer und ein Auswirken in die Zukunft zu versprechen schien.

Uns interessieren hier vor allem die Einflüsse des Elternhauses auf die Entwicklung des jungen Auerbach zum Naturforscher. Naturwissenschaft drang von allen Seiten auf den Knaben ein: er sah im Hause selbst den Vater in seinem Laboratorium arbeiten, war Zeuge der häufigen wissenschaftlichen Diskussionen mit dessen Freunden von der Universität, unter denen die Physiologen Born und Roux, der Botaniker Ferdinand Cohn dem Hause besonders nahe standen, und hatte endlich in dem um 13 Jahre älteren Bruder, der in Friedrichs Jugend bereits Privatdozent der Physik an der Breslauer Universität war, einen Lehrer zur Seite, der die verwandte Begabung des Knaben aufs lebhafteste anregte. Also ungewöhnlich glückliche Auspizien für einen werdenden Forscher! Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß ohne diese Anregungen Auerbachs Lebensberuf ein anderer hätte sein können. Häufung gleichsinniger Anregungen erweckt ja bei der Jugend häufiger Widerspruch als Resonanz, der entschiedenen Begabung aber genügt die geringste Anregung, die selten ganz fehlt, um sich selbst zu finden.

Der junge Fritz nahm die Fülle der Anregungen begierig auf. Er war ein ungewöhnlich begabtes, auf fast allen Gebieten seine Altersgenossen an Auffassungsgabe überragendes Kind, dabei ohne alle Sprunghaftigkeit, wie sie vielseitig begabten Kindern meist eigentümlich ist. Exakte Naturwissenschaft war schon des Schülers Leidenschaft. Der Wunsch nach Vermehrung der chemischen und physikalischen Kenntnisse, die an dem humanistischen Magdalenen-Gymnasium in Breslau sehr kärglich zugemessen wurden, führte ihn mit gleichstrebenden Altersgenossen in einem naturwissenschaftlichen Kränzchen zusammen. Schon damals war die seine späteren Arbeiten auszeichnende Behandlungsweise wissenschaftlicher Themen auffällig. Nicht leicht gab sich der Knabe mit Einzeltatsachen zufrieden. Soweit es ihm seine Kenntnisse ermöglichten, suchte er seinen Gegenstand mit allen Beziehungen, besonders aber in der Richtung des mathematischen Gesetzes zu erfassen. Mathematische Behandlung blieb ihm sein Leben lang unabweisbares Bedürfnis.

1888 ging Auerbach zur Universität, um Chemie, Physik und Mathematik zu studieren. Die ersten Semester arbeitete er in Leipzig bei Wislicenus, hörte bei Ostwald und vollendete das Studium in der Heimatstadt, wo er noch im Laboratorium des alten Löwig, von 1890 an bei Ladenburg arbeitete. 1893 promovierte er summa cum lauda zum Doktor mit einer Dissertation aus dem Arbeitsgebiete seines Lehrers „Über ein neues Kollidin und eine neue Pipecolin-carbonsäure“. Auerbach war dann ein Jahr lang Privatassistent Ladenburgs. Schon als Student lernte er seine künftige Lebensgefährtin, Selma Sachs, Schlesierin und Kind eines Arztes wie er, kennen. Eine innige Neigung verband ihn bald mit dem feinsinnigen, begabten Mädchen. Aus ihr antwortete seinem regen Geiste eine verwandte Begabung. Nach der Verlobung im Jahre 1892 war natürlich sein Ziel zunächst die Gründung des Hausstandes. Eine Anstellung als Betriebsleiter einer kleinen Blaukali-Fabrik in Edenkoben (Pfalz), die sich 1894 bot, ermöglichte 1897 nach fünfjährigem Harren die Heirat.

Mit Antritt dieser Stellung begann für Auerbach eine 9 Jahre währende Zeit des wissenschaftlichen Exils, ein Lebensabschnitt, der in auffälligem Kontrast zu der an eigenen Hoffnungen und den Erwartungen der Freunde so reichen Jugendzeit stand. In dieser Zeit gewährte ihm nur die Häuslichkeit, in der inzwischen eine Tochter heranwuchs, volle Zufriedenheit. Vier Jahre harnte Auerbach zunächst in der Pfälzer Stellung aus, die seinen Neigungen und Fähigkeiten wenig bot, und die eines solchen Mannes auch nicht bedurfte. Er arbeitete dann kurze Zeit mit seinem Freunde, dem Wein-Chemiker Möslinger, in Neustadt a. d. Hardt und übernahm 1898 für mehrere Jahre die technische Leitung einer Crefelder Blaukali-Fabrik. Hieran schloß sich im Jahre 1903 eine kurze Tätigkeit in der Seiden-Färberei. So schien sich das Schicksal des Vaters am Sohne zu wiederholen. Ja, zum Manne gereift — Auerbach stand im 33. Lebensjahre —, sah er sich von seinem natürlichen Berufe, der wissenschaftlichen Forschung, noch weiter getrennt als jener. Es muß hervorgehoben werden, daß Auerbach in diesen industriellen Stellungen, so wenig sie ihn befriedigten, stets ganz seinen Mann gestellt hat. Klug und mit rascher Orientierungsgabe wußte er sich in alle Aufgaben hineinzufinden. Er selbst schlug die Förderung hoch an, die ihm in dieser Zeit des unmittelbaren Wirkens in der Industrie und Wirtschaft zuteil wurde.

Der Umschwung trat für Auerbach ein, als er sich endlich 1903, des Wirkens im engen Kreise müde, entschloß, nach Breslau zurückzukehren, um im physikalisch-chemischen Laboratorium Abeggs zu arbeiten und von dort aus neue Beziehungen anzuknüpfen. Abeggs gewinnende und anregende Persönlichkeit hatte damals in Breslau eine Anzahl meist älterer Schüler, größtenteils Ausländer, um sich versammelt. Sie sahen in ihm ebenso sehr den Freund wie den Lehrer. Abegg erkannte sofort die Fähigkeiten des neuen Ankömmlings, Auerbach aber fand zu seiner Freude nicht allein einen gleichstrebenden Geist, der ihm viel zu geben hatte, sondern auch in der physikalischen Chemie das langersehnte, seinen Anlagen gemäße Arbeitsfeld.

Die Fragen der Komplexbildung beherrschten damals das Abeggsche Laboratorium und regten Auerbach zu seiner ersten physikochemischen Arbeit über „Borsäure und arsenige Säure, eine Studie über Komplexbildung“¹⁾ an. Die Arbeit, die schon im ersten Jahre seiner Breslauer Tätigkeit erschienen ist, beweist, wie rasch und gründlich sich Auerbach in das neue Gebiet eingearbeitet hat. Es wird zunächst das Teilungsverhältnis zwischen gesättigter Borsäure und arseniger Säure gegenüber einer unzureichenden Menge Ätznatron untersucht. Die Konzentrationen der undissoziierten arsenigen Säure und Borsäure erweisen sich durch Ausschütteln mit Amylalkohol, mit dem sich die Säuren in ein Verteilungs-Gleichgewicht setzen, bestimmbar. Er ergibt sich aber ein unerwarteter und unkonstanter Wert für die Gleichgewichts-Konstante, der durch die Annahme von Polyborsäuren allein nicht erklärt werden kann. Die Untersuchung verdünnter Lösungen, zu denen Auerbach dann übergeht, ergibt gleichfalls unklare, einfache Verhältnisse ausschließende Werte. Sie weisen auf das Vorliegen selbstkomplexer Arsenit-Ionen hin. In der Tat läßt sich die Anwesenheit der Säure $\text{HAS}_2\text{O}_4'$ durch eingehende Untersuchung von Mischungen arseniger Säuren und Ätznatron nach der obigen Methode mit Sicherheit erschließen. Es ist dies die gleiche Säure, deren Kaliumsalz das Pasteursche saure arsenige Kalium ist.

¹⁾ Ztschr. anorgan. Chem. **37**, 353 [1903].

Für bimolekulare Selbstkomplexe wird das interessante Gesetz abgeleitet: Die elektrolytische Dissoziations-Konstante der komplexen Säure verhält sich zu der einfachen wie die Komplex-Zerfallskonstante der Säure zu der des Anions. Bei rechnerischer Berücksichtigung dieser Arsenit-Komplexe klären sich alle scheinbaren Unstimmigkeiten restlos auf, und es lassen sich weitgehende Schlüsse auf die Eigenschaften sowohl der komplexen arsenigen Säure als auch der Polyborsäure ziehen.

Eine weitere Arbeit des gleichen Jahres aus dem Breslauer Institut beschäftigt sich mit dem Kalium-magnesium-carbonat, $\text{MgCO}_3 \cdot \text{KHCO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ ²⁾, das in der Staßfurter Technik als Zwischenprodukt der Pottasche-Darstellung aus Magnesiumcarbonat und Chlorkalium eine wichtige Rolle spielt. Die Existenz-Bedingungen dieses Salzes und sein Zerfall in KHCO_3 und $\text{MgCO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ werden vom Standpunkte der Phasenregel, des Massenwirkungs-Gesetzes und der Thermodynamik unter vereinfachenden Annahmen untersucht. Gleichungen für die Isothermen werden entwickelt und aus den Messungen bestätigt. Das Ergebnis ist, daß das Doppelsalz sich über sein ganzes Existenzgebiet im Umwandlungs-Intervall befindet, d. h. durch Wasser zersetzt wird.

Nicht viel länger als ein Jahr arbeitete Auerbach im Abegg'schen Institut. Seit langem hatte das Reichsgesundheitsamt unter Th. Pauls Leitung die Bedeutung physikalisch-chemischer Methoden für die Lösung seiner Aufgaben erkannt — zu einer Zeit bereits, wo man in den Kreisen der angewandten Chemie den Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen im allgemeinen aus dem Wege zu gehen pflegte. Außer Paul selbst hatten dort besonders W. Kerp und der frühere Abegg-Schüler O. Sackur in dieser Richtung Probleme der Nahrungsmittel-Chemie erfolgreich bearbeitet. Durch Abeggs Vermittlung trat Auerbach 1904 als Hilfsarbeiter in das Reichsgesundheitsamt ein, um ihm bis zu seinem Ende anzugehören, anfänglich fast ausschließlich mit chemischen Problemen beschäftigt, später als Regierungs- und Oberregierungsrat in immer zunehmendem Maße auch durch Verwaltungsaufgaben in Anspruch genommen. Als das Reichsgesundheitsamt etwa um die Zeit des Kriegsendes zur Annahme von Doktoranden ermächtigt wurde, konnte Auerbach mit deren Hilfe endlich auch rein wissenschaftliche Probleme bearbeiten.

Die erste Arbeit aus dem Amte hat den „Zustand des Schwefelwasserstoffes in Mineralquellen“³⁾ zum Gegenstande. Der bislang bekannte Wert der Dissoziations-Konstante des H_2S wird als unrichtig festgestellt, neu bestimmt und nun aus den analytisch bestimmbar Mengen der Anionen und Kationen und den Dissoziations-Konstanten der Kohlensäure und des Schwefelwasserstoffes der Gehalt von kohlensäure-haltigen Schwefelquellen an freier und gebundener Kohlensäure bestimmt. Es ergibt sich, daß in Mineralwässern, die irgend erhebliche Mengen freier Kohlensäure enthalten, die schwachen Säuren, wie Borsäure und Kieselsäure, frei und undissoziiert vorliegen und CO_3 -Ionen praktisch nicht vorhanden sein können.

Vier eingehende Untersuchungen, zum Teil mit H. Barschall, zum Teil mit W. Plüddemann ausgeführt, deren erste und letzte fast 10 Jahre

²⁾ Ztschr. Elektrochem. **10**, 161 [1904].

³⁾ Ztschr. physikal. Chem. **49**, 217 [1904].

auseinanderliegen, befaßten sich mit dem Formaldehyd⁴⁾, einem Thema, dem Auerbach immer neue Seiten abgewann. Die gebräuchlichsten Methoden der Formaldehyd-Bestimmung werden kritisch untersucht, bisher unerkannte Fehlerquellen aufgedeckt und ihre Vermeidung gezeigt. Durch Gefrierpunkts-Bestimmungen wird es sehr wahrscheinlich gemacht, daß es sich bei den wäßrigen Lösungen des CH_2O in der Hauptsache um ein Gleichgewicht zwischen einfachem und trimerem CH_2O handelt, das bestimmt wird. Abweichungen im Gange der Konstitution lassen sich durch Hydratation sowohl der einfachen Molekeln zu Methylenglykol, wie der Polymeren erklären, und zwar verschiebt sich das Gleichgewicht mit steigender Temperatur zugunsten der einfachen Molekeln. Die Schwierigkeit dieser Untersuchung liegt nun darin, daß die Gefrierpunkts-Messung in verdünnter Lösung geschehen muß, die zu untersuchenden konzentrierten Lösungen aber nach ihrer Verdünnung rasch dissoziieren. Es wird deshalb aus dem Gange der gemessenen Gefrierpunkte mit der Zeit auf den Zustand im Moment des Verdünnens extrapoliert und die Brauchbarkeit dieses Verfahrens durch eine Fehler-Rechnung erhärtet. Ein eigentümliches Verhalten der Formaldehyd-Lösungen beim Destillieren wird entdeckt. Der Siedepunkt fällt während des Destillierens mit zunehmender Konzentrierung, d. h. der Dampfdruck steigt im Widerspruch zu einem allgemeinen Satz Konowalows. Auf die Auerbachsche Erklärung für diese Erscheinung kann hier nicht eingegangen werden. Aus den CH_2O -Gehalten der Lösungen und ihrer Dämpfe werden die CH_2O -Partialdrucke bei verschiedenen Temperaturen ermittelt. Die Kleinheit dieser Drucke bestätigt das oben erwähnte Ergebnis, daß CH_2O bei der Auflösung in Wasser nur zum kleinsten Teile seinen molekularen Zustand beibehält. Aus der Kleinheit dieser CH_2O -Drucke folgt auch die Fehlerhaftigkeit der zum Nachweis von Formaldehyd in Nahrungs- und Genußmitteln bestehenden Vorschrift, den Formaldehyd durch Abdestillieren zu entfernen und im Destillat nachzuweisen, weil so nur ein sehr geringer Bruchteil des Aldehyds für den Nachweis verfügbar wird.

Von Polymeren des Formaldehyds waren bisher nur zwei sichergestellt: der beim Eindampfen der Lösungen verbleibende amorphe, stets wasserhaltige „Paraformaldehyd“ und das von Pratesi erhaltene, von späteren Forschern trotz vielfacher Bemühungen nie wieder aufgefundene „ α -Trioxymethylen“. Es gelingt Auerbach zunächst vier weitere, wohldefinierte kristallisierte Polymere, α -, β -, γ - und δ -Polyoxymethylen, aufzufinden. Sie werden durch Fällung der CH_2O -Lösung mit Schwefelsäure-Lösungen unter bestimmten Bedingungen gewonnen und lassen sich durch ihr Verhalten gegenüber Natriumsulfit, in dem einige löslich, andere unlöslich sind, so daß dadurch ihre Trennung ermöglicht wird, sowie durch ihre Löslichkeit in Wasser, durch Dampfdruck und Dampfdichte unterscheiden. Ihre Wasser-Lösungen unterscheiden sich auffälligerweise in nichts von gewöhnlichen Formaldehyd-Lösungen. Im Dampfraum wandeln sie sich zum Teil ineinander um⁵⁾. Endlich gelingt auch die Wiederentdeckung des Pratesischen α -Trioxymethylens, das als ein sehr beständiger, in langen, biegsamen

⁴⁾ Arb. Reichs Gesundh.-Amt **22**, 584 [1905], **27**, 183 [1907], **30**, 195 [1909], **47**, 116 [1914].

⁵⁾ Das γ -Polyoxymethylen, das Auerbach nur aus methylalkoholischen Lösungen zu erhalten vermochte, ist später von Staudinger als ein Methyläther des Formaldehyds bzw. Methylenglykols erkannt worden.

Krystallen krystallisierender, flüchtiger, bei 64° schmelzender Körper beschrieben wird, der sich in allen Eigenschaften durchaus von den anderen, unter sich sehr ähnlichen Polymeren unterscheidet. Er besitzt vor allem keine Aldehyd-Eigenschaften. Die Molekulargewichts-Bestimmung ergibt die Formel $C_3H_6O_3$. Die Verbindung entsteht, wenn die Dämpfe des Formaldehyds vor ihrer Kondensation auf höherer Temperatur gehalten werden.

H. und A. Euler hatten durch Gefrierpunkts- und Leitfähigkeits-Bestimmungen gefunden, daß Formaldehyd (Methylenglykol) eine schwache Säure ist. Die Dissoziations-Konstante wird von Auerbach in Berichtigung der ungenauen Messungen Eulers zu 10^{-14} festgestellt⁶⁾.

Eine Untersuchung über das „Autan-Verfahren“ zur Desinfektion von Räumen, wobei Mischungen von Bariumsuperoxyd, Paraformaldehyd und Natriumbicarbonat mittels Wassers unter starker Wärmeentwicklung und Vergasung des Formaldehyds zersetzt werden, hat das Ergebnis, daß der größte Teil des angewandten Paraformaldehyds teils oxydiert, teils unter Methylalkohol- und Ameisensäure-Bildung zerstört wird. Es wird überdies nachgewiesen, daß die unterhalb 100° erzeugten trocknen Dämpfe der Polymeren im wesentlichen gleichfalls polymer sind, daß Feuchtigkeit auf sie zwar dissoziierend wirkt, jedoch unter den vorliegenden praktischen Verhältnissen nur sehr langsam. Da aber nur dem monomolekularen CH_2O Desinfektionswirkung zukommt, so folgt, daß die Desinfektionswirkung bei der Vergasung von Paraformaldehyd nach dem Autan-Verfahren eine äußerst unvollkommene ist.

Eine Reihe von Arbeiten Auerbachs beschäftigen sich mit der wichtigen Frage der Alkalität natürlicher kohlensäure-haltiger Wässer und Säfte⁷⁾. Die Säfte des menschlichen und tierischen Körpers, vor allem das Blut, sind nämlich, von ihren organischen Bestandteilen abgesehen, wäßrige Lösungen von Natriumhydrocarbonat neben geringen Mengen anderer Salze. Es ist nun von wesentlicher physiologischer Bedeutung, daß diese Flüssigkeiten vom Neutralpunkt nur sehr wenig und je nach ihrer Natur in ganz bestimmtem Maße abweichen. Geringe Schwankungen in der Reaktion der Säfte können den Verlauf der Vorgänge in denselben erheblich beeinflussen. In Gemeinschaft mit seinem Mitarbeiter und Freunde H. Pick untersucht Auerbach deshalb zunächst den Zustand reiner Carbonat- und Bicarbonat-Lösungen. Der H-Ionen-Gehalt der Lösungen wird durch Anfärben mit passenden Indicatoren und Vergleich der Färbung mit angefärbten Standardlösungen bestimmt und das Ergebnis zur Ermittlung der noch nicht sicher bekannten Konstante der 2. Stufe der Kohlensäure-Dissoziationen $CO_3H' = CO_3'' + H$ benutzt. Es wird gezeigt, daß die abweichenden älteren Werte durch fehlerhafte Annahmen und Rechnungen vorgetäuscht waren und bei korrekter Rechnung zu nahe dem gleichen Wert $6 \cdot 10^{-11}$ führen. Die Hydrolyse verdünnter Sodalösungen bei verschiedenen Temperaturen und Konzentrationen wird bekannt gegeben und dabei die Alkalität von Natriumhydrocarbonat der Theorie entsprechend über ein weites Intervall als unabhängig von der Konzentration gefunden. Die auf Grund der früheren unrichtigen Konstanten berechneten Konzentrationen der alkali-

⁶⁾ B. 38, 2833 [1905].

⁷⁾ Arb. Reichs-Gesundh.-Amt 38, 243, 562 [1911], 43, 155 [1912]; Biochem. Ztschr. 48, 425 [1913].

schen Mineralwasser an freiem Alkali, wie sie auch das „Deutsche Bäderbuch“ angibt, werden berichtet.

Pankreas- und Darmsaft galten als stark alkalisch. Die Verfasser stellen aber durch elektrochemische, coloroskopische und titrimetrische Messungen fest, daß die Alkalität dieser Säfte höchstens die einer Natriumbicarbonat-Lösung ist. Versuche mit Pankreas- und Darmfermenten müssen also bei der Empfindlichkeit dieser Fermente gegen den Alkalititer unter Anwendung von Bicarbonat-Lösungen und nicht, wie oft geschehen, mit Sodalösungen angestellt werden. Es ist wichtig, daß der gefundene Alkalitätsgrad gerade der ist, bei dem nach den Feststellungen anderer Forscher sowohl die peptolytische wie die fettspaltende Wirkung der Pankreas-Fermente ihr Optimum hat. Anders steht es mit der proteolytischen Wirkung der Pankreas- und Darmsäfte, für die ein wesentlich alkalischeres Medium das günstigste ist. Dies spricht dafür, daß die Eiweiß-Auflösung im Darm keine wesentliche Rolle mehr spielt, sich vielmehr hauptsächlich im Magen vollzieht.

Eine große Anzahl Auerbachscher Arbeiten war Vergiftungsfragen gewidmet, vor allem der Frage der Bleivergiftung⁸⁾. Das Auftreten einer größeren Anzahl von Vergiftungsfällen durch bleihaltiges Leitungswasser in einer deutschen Stadt veranlaßte zur Untersuchung der Einwirkung von kohlensäure- und bicarbonat-haltigem Wasser auf Blei bei Gegenwart von Sauerstoff, denn Sauerstoff ist Voraussetzung für den Angriff. Das Ergebnis ist, daß destilliertes, sauerstoff-reiches Wasser die große Menge von 110 mg Blei pro Liter löst, und daß es sich daher um die Erklärung nicht sowohl des Angriffs, als vielmehr der in normalen Fällen stattfindenden Zurückdrängung desselben handelt. Freies Kohlendioxyd vermindert schon in geringen Konzentrationen die Bleilöslichkeit erheblich infolge Bildung des schwerlöslichen Bleicarbonats, noch mehr aber Bicarbonat. Im Falle der gleichzeitigen Anwesenheit von Kohlendioxyd und Bicarbonaten ergibt das Massenwirkungsgesetz für die geringen Konzentrationen des Trinkwassers Proportionalität des Pb"-Gehaltes zum Gehalt an freier Kohlensäure, umgekehrte Proportionalität zum Quadrate des Gehaltes an Bicarbonat. Diese Folgerung der Theorie stimmt mit den an den bleihaltigen Wässern gemachten Feststellungen überein, insbesondere auch mit der Erfahrung, daß eine wesentliche Verringerung der Auflösung des Bleis durch die einfache Maßnahme der Zugabe von Ätznatron erzielbar werden konnte. Theorie und Erfahrung ergeben ferner, daß gleichzeitige Gegenwart von Sulfaten und Chloriden den Bleigehalt des Wassers erhöhen muß.

Die Giftwirkung von Bleifarben (Bleiweiß, Bleichromat und Bleisulfat) war von Beck und Stegmüller im Reichsgesundheitsamte durch Untersuchung des Verhaltens der Bleiverbindungen gegenüber der 0.1-n. Salzsäure des Magensaftes in dem Sinne der Unschädlichkeit infolge zu geringer Löslichkeit geklärt worden. Mit H. Pick⁹⁾ untersucht Auerbach nunmehr das Verhalten der Bleiverbindungen gegen die Carbonat-Lösungen, wie sie im Pankreas- und Darmsaft vorliegen, über deren Alkaligehalt sich die Verfasser bereits durch die oben beschriebene Arbeit ins Reine gesetzt hatten. Die zum Teil ziemlich komplizierten Gleichgewichts-Verhältnisse werden

⁸⁾ In Gemeinschaft mit Th. Paul, W. Ohlmüller, R. Heise. Arbb. Reichsgesundh.-Amt **23**, 333 [1906].

⁹⁾ Arbb. Reichsgesundh.-Amt **45**, 113, 166, 191 [1913]; Ztschr. Elektrochem. **19**, 827 [1913].

völlig aufgeklärt. Bleicarbonat setzt sich mit Kaliumcarbonat zu Bleiweiß, 2PbCO_3 , Pb(OH)_2 , und Kaliumhydrocarbonat bis zu einem Gleichgewicht um. Bei einem bestimmten Verhältnis $\text{CO}_3^{''}:\text{HCO}_3'$ sind die beiden Bleiverbindungen koexistent. Danach müßte sich eigentlich bereits bei dem gewöhnlichen CO_2 -Druck der Luft Bleiweiß in Bleicarbonat umwandeln. Bei Natriumcarbonat-Lösungen spielt ein bisher unbekanntes Doppelsalz 3PbCO_3 , Pb(OH)_2 , Na_2CO_3 eine Rolle. Und zwar ist in Berührung mit Sodalösung bei gewöhnlichen Temperaturen je nach der Konzentration nur Bleiweiß oder dieses Doppelsalz, nicht aber Bleicarbonat, beständig. Die Untersuchung wird auf die Umsetzung von Bleisulfat mit Natriumcarbonat ausgedehnt. Durch ein Raumdiagramm werden die Existenzbereiche von Bleiweiß, Bleicarbonat und Bleisulfat in Lösungen von Natriumsulfat, Natriumhydro- und Natriumcarbonat festgelegt. Danach bildet Bleisulfat, mit verd. Sodalösung behandelt, nicht wie bisher angenommen wurde, in einfacher Reaktion Bleicarbonat, sondern zunächst nur Bleiweiß, dann infolge der Änderung der Zusammensetzung der Lösung das basische Doppelsalz, worauf sich schließlich diese beiden Bodenkörper wieder zu neutralem Bleicarbonat umsetzen. Bleisulfat ist nur in Gegenwart einer gewissen Menge freier Kohlensäure beständig, und man kann Bleisulfat durch Behandeln einer Suspension von Bleicarbonat in Natriumsulfat-Lösung mit Kohlensäure erzeugen. Das praktische Ergebnis der Arbeit, die auch auf das Verhalten des Bleichromats ausgedehnt wird, ist, daß alle diese Bleiverbindungen nur mit so geringen Konzentrationen in die Bicarbonat-Lösungen, wie sie im Darm- und Pankreassaft vorliegen, eingehen, daß Giftwirkung auch an diesen Stellen des Organismus (nicht allein im Magen) ausgeschlossen ist.

Der genaue Nachweis und die Bestimmung der Ameisensäure neben anderen organischen Substanzen ist der Gegenstand von fünf, in Gemeinschaft mit W. Plüddemann, H. Zeglin und K. Beck¹⁰⁾ ausgeführten Arbeiten. Die Methode der titrimetrischen und gravimetrischen Bestimmung mittels Sublimats wird hier so weit verfeinert, daß noch Mengen von 1 mg sich auf Bruchteile eines Zehntel-Milligramms bestimmen lassen. An Stelle der zur Trennung der Ameisensäure von anderen sublimat-reduzierenden Stoffen bislang angewandten, sehr umständlichen Ausschüttelung durch Äther wurde die Bestimmung der Ameisensäure-Konzentration in einer Äther-Schicht gesetzt, die sich mit der zu untersuchenden Wasser-Lösung bezüglich der Ameisensäure in das Verteilungs-Gleichgewicht gesetzt hat. Das Gesetz der Verteilung wird dadurch kompliziert, daß Ameisensäure nicht nur elektrolytisch dissoziiert ist, sondern auch in Äther Doppelmoleküle bildet. Ersterer Einfluß wird durch Zusatz von etwas Schwefelsäure eliminiert, letzterer durch Untersuchung des Verteilungs-Verhältnisses bei verschiedenen Konzentrationen rechnerisch erfaßt, wobei der zu untersuchenden Lösung zur Eliminierung des Einflusses etwaiger kleiner Salzmengen von vornherein Kochsalz zugegeben wird. Die von Auerbach danach aufgestellten Tabellen ermöglichen die Bestimmung auf $\frac{1}{4}\%$ genau.

Die Bestimmung der elektrolytischen Dissoziations-Konstante der Ameisensäure und des Natriumformiats war bislang daran gescheitert, daß die Ameisensäure an den platiniierten Elektroden des Wider-

¹⁰⁾ Arb. Reichs-Gesundh.-Amt **30**, 178 [1909], **57**, 24 [1926]; Ztschr. physikal. Chem. **103**, 161 ff. [1922].

stands-Meßapparates zerstört wurde. Die Bestimmung gelingt durch den Kunstgriff, daß der Luft-Sauerstoff, dessen oxydierende Wirkung unter der Kontaktwirkung des Platins als die Ursache der früheren Mißerfolge erkannt wird, sorgfältig ferngehalten wird. Ameisensäure teilt mit anderen mittelstarken Säuren die Eigenschaft des Abnehmens des Wertes der „Konstante“ mit steigender Verdünnung. Auf der Grundlage der Theorie von Gosh lassen sich Werte für die Leitfähigkeit berechnen, die in einem weiten Konzentrations-Bereich mit den Messungs-Ergebnissen genau übereinstimmen.

Von den zahlreichen weiteren Arbeiten Auerbachs und seiner Mitarbeiter im Amt, die Fragen der Lebensmittel-Chemie, besonders analytische Fragen betreffen, sei hier nur noch der mit E. Bodländer ausgeführten gedacht, welche die Bestimmung der Glykose¹¹⁾ zum Gegenstand hat. Das viel angewandte, aber ungenaue Verfahren der titrimetrischen Bestimmung durch alkalische Jodlösung wird zu einer genauen Methode ausgestaltet dadurch, daß die Titration bei Gegenwart einer Pufferlösung, deren Alkalität eine sehr geringe ist, ausgeführt wird. Nur durch diesen Kunstgriff läßt sich nämlich die gleichzeitige Oxydation der Fructose verhüten. Die Anwendung der neuen Methode auf Natur- und Kunsthonig führt zu dem wichtigen Ergebnis, daß bei ersterem der Fructose-Gehalt, bei letzterem der Glykose-Gehalt stark überwiegt. Verfälschungen von Honig lassen sich danach bereits an einem abnormen Verhältnis Fructose:Glykose erkennen.

Eine der letzten und schönsten Arbeiten Auerbachs ist die mit E. Smolczyk ausgeführte „Zur Theorie und Praxis der elektrometrischen Säure-Titration“¹²⁾. Es wird zunächst rein theoretisch untersucht, wie sich in der Lösung einer schwachen oder mittelstarken Säure der Wasserstoff-Exponent p_H durch stufenweises Zufügen von Alkalilauge ändert. Bisher hatte man sich bei der elektrometrischen Titration damit begnügt, den Neutralpunkt zu ermitteln, d. i. diejenige Stelle der Titrationskurve, wo dieser Exponent um mehrere Zehner-Potenzen stürzt. Der leitende Gedanke der Arbeit ist nun der, daß auch die übrigen Teile der Titrationskurve bestimmten Gesetzmäßigkeiten gehorchen müssen, die in der einen oder anderen Richtung sich auswerten lassen können. Dieser Gedanke wird nun bis zu allen seinen Konsequenzen rechnerisch und experimentell verfolgt. Es werden Gleichungen abgeleitet, die den Wert von p_H' mit der zugesetzten Laugenmenge, dem Anfangsvolumen, der Konzentration der Säure und ihrer Dissoziations-Konstante verknüpfen, und zwar für einbasische und mehrbasische schwache organische Säuren und ihre Gemische. Diese Gleichungen erlauben also, den genauen Verlauf der Titrationskurven für alle Fälle zu berechnen. Sie erlauben ferner, aus den Messungs-Ergebnissen der elektrometrischen Titration einer reinen Säure deren Dissoziations-Konstante zu ermitteln. Auerbach bestätigt dies für eine größere Anzahl organischer Säuren. Die Gleichungen ermöglichen es aber vor allem, aus den Messungs-Ergebnissen der elektrometrischen Titration eines Gemisches zweier Säuren deren Einzelkonzentration zu berechnen, ohne daß die Titrationskurve irgendwelche charakteristische Punkte aufzuweisen braucht. Die Kurven verraten vielmehr in ihrem meist glatten Verlauf die Anwesenheit mehrerer Säuren äußerlich nicht. Für die Analyse eines Gemisches zweier Säuren von bekannten Dis-

¹¹⁾ Ztschr. angew. Chem. **36**, 602 [1933].

¹²⁾ Ztschr. physikal. Chem. **110**, 65 [1924].

soziations-Konstanten genügten die bloße Feststellung des H-Potentials, das sich nach Zugabe irgend einer bestimmten Menge Normallauge zur Säurelösung einstellt, und der Phenol-phthalein-Titer. Nur ist durch Fehlerrechnungen zunächst sicherzustellen, daß die für die Bestimmung gewählten Meßwerte keinen zu großen grundsätzlichen Fehlerfaktor (der an den verschiedenen Stellen der Titrationskurve sehr verschieden groß ausfällt) ergeben. Für die Potential-Bestimmung wird von den Verfassern die Haber und Rußsche Chinhydron-Elektrode benutzt. An vielen Beispielen, u. a. auch an Weinsäure-Apfelsäure-Mischungen, die sonst schwer zu analysieren sind, wird die Genauigkeit dieses Verfahrens nachgewiesen. Voraussetzung ist Reinheit der Lösungen. Die Säuren sind also zuvor von Verunreinigungen, etwa durch ein gemeinsames Fällungsmittel zu trennen. Die Methode ist experimentell sehr einfach; freilich stellt sie an die rechnerische Gewandtheit des Chemikers hohe Anforderungen, die oft nicht erfüllt sein dürften.

Die Forschungsarbeit bildete nur einen kleinen Teil der Tätigkeit Auerbachs im Gesundheitsamt. Fragen der Gesetzgebung, organisatorische Arbeiten, Berichte, Entwürfe, Beratungen u. dergl. nahmen einen mit den Jahren immer mehr zunehmenden und besonders während des Krieges sehr großen Teil seiner Zeit in Anspruch. Er widmete sich diesen Dingen mit Hingabe und Freude. Von dem wenigen, was hiervon seinen Niederschlag in Veröffentlichungen gefunden hat, sei der Mitarbeit am Deutschen Bäderbuch und am Handbuch der Hygiene von Gruber und Ficker Erwähnung getan.

Die Arbeit im Amte, so umfangreich sie war, erschöpfte Auerbachs unermüdliche Arbeitskraft bei weitem nicht. Die freien Stunden waren seit Abeggs jähem Tode im Jahre 1910 vor allem der Fortführung von dessen groß angelegter Schöpfung, dem Handbuche der anorganischen Chemie, gewidmet. Abegg hatte, als er Auerbach kennen lernte, rasch erkannt, daß sich hier, wie selten, ein Mann und eine Aufgabe zusammengefunden hatten. 1908 gewann er ihn als Mitherausgeber. Nach Abeggs Tode führte dann Auerbach die Redaktion allein weiter. Viele Abschnitte des Werkes sind von seiner Hand. Die Kriegs- und Nachkriegs-Verhältnisse haben ihm diese Aufgabe sehr erschwert. Das Werk zu Ende zu führen, war ihm trotz aller Hingabe nicht vergönnt.

Im Auftrage der Deutschen Bunsen-Gesellschaft hat Abegg zusammen mit Auerbach und R. Luther 1911 die Sammlung der „Messungen elektromotorischer Kräfte galvanischer Ketten“ herausgegeben, wobei Auerbach die Hauptarbeit, die der Sammlung und kritischen Sichtung, zufiel. Ein Ergänzungsheft wurde 1915 von Auerbach allein herausgegeben. Mit dieser Sammlung war dem Chemiker zum ersten Male ein Inventar der Triebkräfte derjenigen anorganisch-chemischen Reaktionen, die sich in galvanischen Ketten — real oder fiktiv — abspielen lassen, in die Hand gegeben. Von der Bunsen-Gesellschaft wurde Auerbach 1910 auch in die Maßeinheiten-Kommission und weiterhin in den Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen delegiert. Seit 1924 gehörte er dem ständigen Ausschuß dieser Gesellschaft an. Die Deutsche Chemische Gesellschaft hat ihn für die Jahre 1923—25 zum Ausschußmitglied gewählt. Vor dem Kriege war Auerbach auch Mitglied der Association Internationale des Sociétés chimiques. Die geistigen Bande, die sich damals über die Grenzen knüpften, waren für ihn auch persönliche. Um so tiefer schmerzte ihn der Riß, den der Krieg verursachte. Diese Zeit

brachte ihm auch eine Fülle neuer Aufgaben, die den so ernst gewordenen Fragen der Lebensmittel-Versorgung galten. Auerbach war damals Mitglied des Kriegsausschusses für pflanzliche und tierische Fette und Öle.

Die Sorgen und Entbehrungen dieser und der Nachkriegszeit, und wohl auch dauernde Überarbeitung, dürften mitgewirkt haben, daß sich das Herzleiden, das sich in den letzten Jahren anzeigte, verschlimmerte. Zu einer Einschränkung der Arbeit, die der Arzt forderte, war er nicht bereit. Seine oben besprochene, letzte und reifste Arbeit war ein schöner, wenn auch teuer erkaufter Preis seiner Standhaftigkeit. Eine Erholungsreise mit Frau und Tochter im Juli 1925 schien die erhoffte Kräftigung gebracht zu haben. Er fühlte sich so frisch und heiter wie je und war mit den Seinen voll Hoffnung. Es war ein letztes Aufleben. Kurz nach seiner Rückkunft nach Berlin, am 4. August 1925, hat ihn der Tod in einer sorglos heiteren Stunde dahingerafft.

In Auerbach verbanden sich in seltener Weise die Gabe des Beobachtens, experimentelle Geschicklichkeit und mathematische Veranlagung. Solchen Köpfen hatte die Wissenschaft stets besondere Förderung zu verdanken. Wenn bei Auerbach die Ernte nicht eine noch reichere war, so war dies vor allem in der Beschränkung begründet, die ihm seine vielen Pflichten auferlegten. In der Wahl der Arbeits-Themen war er erst am Ende seines verhältnismäßig kurzen Lebens, als er Doktoranden anleiten konnte, freier. Da war er auch am erfolgreichsten. Es war bei ihm weniger Intuition als Scharfsinn und äußerste Konsequenz des Denkens, wodurch er die Lösung seiner Probleme gewann. Meisterhaft hat er es verstanden, aus den Theorien der Zeit das Letzte herauszuholen, was sie für die Lösung einer Aufgabe zu leisten vermochten. Immer war es dabei auch die äußerste Genauigkeit, die er suchte. Zahlen sind ihm nie stumm. Unstimmige Werte, die andere leicht abschrecken und zur Aufnahme eines gefügigeren Themas bewegen mögen, sind es gerade, die ihn reizen, und stets gelingt es ihm, seine Zahlen, deren Zuverlässigkeit er sicher ist, zum Reden zu bewegen und eine erschöpfende Antwort von ihnen zu erhalten. Alle Auerbachschen Arbeiten, auch die minder wichtigen, zeigen diese Vorzüge. Haber hat einmal im Anschluß an einen vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag Auerbachs über seine letzte Arbeit anschaulich seine Art gekennzeichnet: Auerbach gleiche einem Manne, der einen schwer bezwingbaren Berg erstiegen habe, den wir alle vor uns gesehen hätten, den zu erklimmen aber niemand den Mut und die Ausdauer gehabt hätte. Auerbach habe nicht nur gezeigt, daß man ihn bezwingen könne, sondern auch, welch' eine schöne und weite Aussicht sein Gipfel biete.

Persönlich war Auerbach einfach und anspruchslos, liebenswürdig und gesellig, von großem Wohlwollen gegen jedermann, nachsichtig gegen fremde Fehler, wo sie nicht anmaßend auftraten. Die eigene Überlegenheit ließ er nie verletzend fühlen, um so bereitwilliger wurde sie anerkannt.

Der Grundzug seines Wesens war Sachlichkeit, die ihm um so natürlicher war, als der Stoff, der sich ihm so leicht fügte, eine nie versagende Quelle der Befriedigung für ihn war. Seine Ausdrucksweise war vorbildlich klar, auch sprachlich stets völlig einwandfrei, was in der heutigen Zeit hervorgehoben zu werden verdient. Auerbach war der geborene Lehrer, auch der Neigung nach, hat aber nie einen größeren Schülerkreis um sich gesehen.

In dem arbeitsamen Manne war ein Kind, das im gleichgestimmten Kreise seine übermütige Freude darin finden konnte, den Geist spielen zu

lassen. Etwas Kindliches hatte auch sein unverwüstlicher Optimismus. Er half ihm über viele Sorgen, nicht zum wenigsten über die der Kriegszeit, hinweg. An dem, was ihm einmal teuer geworden war, den Menschen, Gegenden, Büchern, hing er liebevoll sein Leben lang.

Man mag es bedauern, daß solchen Fähigkeiten kein größeres Feld des Wirkens beschieden war. Er selbst bedauerte es nicht. Einen Ruf, der an ihn 1907 nach Zürich auf den Lehrstuhl Lunges ergangen war, hat er abgelehnt. Ehrgeiz war ihm fremd. Er genügte sich selbst und zog es vor, aus der Enge seiner Studierstube und aus dem Arbeitskreise, den er liebte, das Beste zu geben, was er zu geben hatte, sich auf seine Weise das Goethesche Lebensideal zu eigen machend: „sich zu beschränken, einen Gegenstand, wenige Gegenstände recht bedürfen, so auch recht lieben, an ihnen hängen, sie auf alle Seiten wenden, das macht den Menschen.“

M. Mugdan.

Sitzung vom 20. Juni 1927.

Vorsitzender: Hr. W. Schlenk, Präsident.

Die Protokolle der Generalversammlung vom 30. April, der Besonderen Sitzung vom 30. April, sowie der Sitzung vom 16. Mai wurden genehmigt. Hierauf gedenkt der Vorsitzende des Todes zweier hervorragender Fachgenossen:

„Am 21. Januar verschied im Provinziallazarett in Mörby der Professor für anorganische Chemie an der Universität Stockholm

KARL ALBERT VESTERBERG.

Hrn. H. v. Euler (Stockholm) verdanken wir den folgenden Nachruf.

K. A. Vesterberg war geboren am 1. Juli 1863 in Klintehamn auf der Insel Gottland, als der Sohn eines Kaufmannes, und verbrachte mit zahlreichen Geschwistern in Gottland seine Jugend. Schon auf dem Gymnasium in Visby trat seine Neigung zu den Naturwissenschaften zutage, und so begann der junge Vesterberg seine Studien an der Universität Uppsala im Laboratorium Cleves. In diesem Laboratorium, in welchem Cleve sowohl die seltenen Erden, wie auch organische Probleme bearbeitete, empfing er seine ersten wissenschaftlichen Anregungen. Hier schrieb er seine Dissertation: „Chemische Studien über einige Harze“, eine grundlegende Untersuchung über die Resinole α - und β -Amyrin und die entsprechenden Kohlenwasserstoffe α - und β -Amyrilen (1890).

Auch später, als agrikultur-chemische, anorganische und analytische Aufgaben ihm durch seine Lehrtätigkeit in diesen Gebieten näher traten, hielt Vesterberg an seinem organischen Lieblingsthema fest; er hat die Harzchemie besonders durch das Studium der Harzsäuren, vor allem der Abietinsäure und Pimarsäure, sowie der Triterpene und Sesquiterpene wesentlich bereichert.