

Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. J. Traube.

Am 31. März begeht J. Traube seinen 70. Geburtstag. Wer die rege, stets an neuen Ideen reiche, für jeden Fortschritt jugendlich begeisterte Persönlichkeit dieses Forschers kennt, der wird darüber erstaunt sein. Aber vielleicht noch mehr erstaunt sind die Wissenschaftler seiner Generation über die Lebenskraft und die Fruchtbarkeit seiner vor Jahrzehnten geleisteten, bei ihrer Entstehung in ihrer Bedeutung verkannten Arbeiten.

Traubes Hang zu den Naturwissenschaften zeigte sich schon in jungen Jahren im lebhaften Interesse, das die mineralogischen und paleontologischen Sammlungen seiner Vaterstadt Hildesheim in ihm erweckten. Das Chemiestudium betrieb er in Berlin, wo er mit einer im Physiologischen Institut der Universität ausgeführten Arbeit „Über die Einwirkung von Chloreyan auf Amidosäuren“ promovierte. Nach einer Assistentenzeit in Heidelberg und Bonn siedelte er nach Hannover über, wo er mehrere Jahre, gemeinsam mit Bodländer, ein technisch-chemisches Laboratorium leitete. Im Jahre 1891 habilitierte er sich für physikalische Chemie an der Technischen Hochschule Berlin, wo er 1898 eine Dozentur und 1900 den Professortitel erhielt und auch zur Zeit sein kolloidchemisches Laboratorium leitet.

Traube war einer der ersten, die sich eingehend mit capillar-chemischen Problemen beschäftigten. Unter Hinweis auf längst vergessene Versuche des Apothekers Muskulus untersuchte er zum ersten Male in systematischer Weise den Einfluß einer großen Reihe organischer Stoffe auf die Oberflächenspannung des Wassers. Gestützt auf ein großes Zahlenmaterial, teilt Traube 1884 die wasserlöslichen Stoffe in oberflächenaktive und oberflächeninaktive ein, eine Einteilung, deren große Bedeutung hervorgehoben zu haben Traubes Verdienst ist. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Oberflächenspannung von der Konzentration der Lösung führten zu wichtigen Ergebnissen. Es zeigte sich, daß gesättigte wässrige Lösungen oberflächenaktiver Stoffe annähernd dieselbe Oberflächenspannung haben wie die oberflächenaktiven Stoffe als solche. Für stark verdünnte Lösungen galt eine Proportionalität zwischen oberflächenspannungsniedrigender Wirkung und Konzentration des gelösten Stoffes. Vor allem aber ergab ein Vergleich der Oberflächenspannungen verschiedener wässriger Lösungen derselben Konzentration, daß in einer homologen Reihe die Oberflächenaktivität mit jeder CH_2 -Gruppe in einem konstanten Verhältnis zunimmt. Bei Lösungen von Alkoholen, Fettsäuren, Aldehyden usw. hat die Lösung eines gewissen Stoffes dieselbe Oberflächenspannung wie eine

etwa dreimal so verdünnte Lösung des in derselben homologen Reihe nächsthöheren Stoffes. So hat z. B. eine $1/4$ -Butylalkohollösung etwa dieselbe Oberflächenspannung wie eine Amyl-, eine $1/36$ -Hexyl-, eine $1/108$ -Heptylalkohollösung usw. Diese Traubesche Regel wurde später durch Langmuir begründet mittels der Vorstellung der Orientierung der organischen Moleküle an der Grenzfläche Wasser—Luft. Die Gültigkeit der Traubeschen Regel ist sehr allgemein, und wie Freundlich hervorhob, treten die in ihr formulierten Gesetzmäßigkeiten bei verschiedenen Vorgängen und an den verschiedensten Grenzflächen zutage.

Diese erfolgreichen Arbeiten zeigten Traube, in wie starkem Maße das Lösungsmittel durch die darin gelösten Stoffe verändert werden kann. Es ist also erklärlich, daß er die Voraussetzungen der kaum entstandenen Lösungstheorie, nach denen das Lösungsmittel als Vakuum angesehen war, stark bekämpfte. Zwar hatte Traube schon vor van't Hoff einen unveröffentlichten Aufsatz geschrieben „Über die Analogien zwischen den Gas- und Lösungsgesetzen“, aber die Alleinherrschaft der von Ostwald und Nernst verkündeten Lehren konnte er nicht berechtigt finden. Besonders unhaltbar schien ihm die Dissoziations-theorie von Arrhenius, in der die elektrostatischen Wirkungen der Ionen nicht gebührend berücksichtigt wurden. Entgegen der klassischen Lö-

sungstheorie stellte Traube seine Theorie des Haftdrucks bzw. der Haftintensität auf. Er ging aus von seinen Arbeiten über Oberflächenspannung, mit denen die siegreiche und erfolgreiche klassische Lösungstheorie nichts anzufangen wußte. Oberflächenaktive Stoffe sind nach Traube Stoffe mit geringer Haftintensität, während die oberflächeninaktiven Salze usw. sich durch große Haftintensität am Wasser auszeichnen. Die Haftintensität entspricht der van der Waalschen Größe a . Stoffe von großer Haftintensität verdrängen solche von geringer Haftintensität aus ihren Lösungen usw. Nicht nur die Zahl der Teilchen, die Kapazitätsgroße, sondern auch die Intensitätsgroße, die Lösungsmittel, die Intensitätsgroße, muß berücksichtigt werden. — Es hat Jahrzehnte gedauert, bis man den richtigen Kern der Traubeschen Anschauungen erkannt hat. Daß dieses heute der Fall ist, beweisen nicht nur die Aufsätze über Haftintensität in den wissenschaftlichen Forschungsberichten. Wichtiger ist die Tatsache, daß die modernen Lösungstheorien immer mehr die Traubeschen Meinungen berücksichtigen, und die Einsicht, daß die klassische Theorie der verdünnten Lösun-



gen über die großen Gebiete von Grenzflächenspannung, Binnendruck, Kompressibilität usw. schlechthin keine Auskunft gibt, und daß nur eine Lösungstheorie, welche diese Erscheinungen umfaßt, Anspruch auf Allgemeingültigkeit haben darf.

Von den physikalisch-chemischen Arbeiten Traubes seien hervorgehoben die langjährigen Untersuchungen über die van der Waalsche Zustandsgleichung, welche hauptsächlich auf den flüssigen Zustand angewandt wurde, und welche zur Berechnung von heute noch viel benutzten Konstanten geführt haben, ferner die Untersuchungen über den kritischen Zustand und die viel beachteten Arbeiten über die Atom- und Molekulare volumina, welche darauf hinwiesen, daß assoziierte Flüssigkeiten sich von den nicht assoziierten durch den größeren Binnendruck unterscheiden. Die Arbeiten über das Covolumen führten zu einer durchaus originellen Methode der Molekulargewichtsbestimmung.

Die zahlreichen kolloidchemischen Arbeiten Traubes sind mannigfaltigen Inhalts und sind weitesten Kreisen bekannt. Von den in letzter Zeit erfolgten Untersuchungen sei erinnert an diejenigen mit P. Klein ausgeführten, aus welchen geschlossen wurde, daß allgemein in Wasser schwer lösliche Stoffe teilweise bzw. völlig kolloid gelöst sind. Ultramikroskopische Beobachtungen zeigten, daß bei Anreicherung von Submikronen an Grenzflächen entsprechend dem Gibbs-Phänomen ein Konzentrationsgefälle besteht. Versuche mit dem Tyndall-Phänomen ergaben die Feststellung, daß einzelne stark anisotrope Kolloidteilchen nicht nur im Ultramikroskop, sondern auch makroskopisch, durch die rotatorische Komponente ihrer Brownschen Bewegung, leicht erkenntlich sind. Allgemein bekannt sind auch die aus dem Traubeschen Laboratorium stammenden Arbeiten von Bartsch über Schaumsysteme und Flotation sowie zahlreiche Arbeiten über Adsorption, Quellung, Schutzkolloidwirkung usw.

Es ist für Traube charakteristisch, daß er trotz stark theoretischer Einstellung immer Freude am Experimentieren hatte und den Blick für das Praktische nicht verlor. Manche scheinbar einfache Erscheinung führte ihn zum Theoretisieren, aber auch manche neue Erkenntnis gedieh zu praktischer Anwendung. Wissenschaftliche Erkenntnisse können verschiedenartige Anwendungen finden. Zunächst wohl auf dem Gebiet der eigenen Wissenschaft, wozu insbesondere auch der methodische, apparative Fortschritt gehört, dann aber die Übertragung der Ergebnisse einer Wissenschaft auf Probleme einer anderen Wissenschaft, schließlich die Anwendung im praktischen Leben, in Technik und Industrie. In allen drei Hinsichten hat J. Traube Bleibendes geleistet.

Auf Grund der Arbeiten über die Reibungskonstante wässriger Lösungen organischer Stoffe wurde Traube Anfang der achtziger Jahre vom damaligen Direktor des Materialprüfungsamtes aufgefordert, ein Viscosimeter zu konstruieren, welches in veränderter Form noch benutzt wird. Die zahlreichen Messungen von Oberflächenspannungen führten zur Konstruktion geeigneter Capillarimeter. Die Studien über die Tropfmethode hatten als Folge die Herstellung der Stalagmometer, welche in den verschiedensten Formen nebst den Viscostaganometern zu den verbreitetsten Apparaten gehören, nachdem man immer mehr erkannt hat, welche Bedeutung den oberflächenaktiven Stoffen in Wissenschaft und Technik zukommt. Für die Bestimmung der Konzentration verdünnter Lösungen hat ja die Messung der Oberflächenspannung bei den oberflächenaktiven Stoffen dieselbe Bedeutung erlangt, wie die

Messung der Leitfähigkeit bei den Elektrolyten. — Hier sei auch eine andere Frucht der Arbeiten über die Tropfmethode genannt, und zwar die Herstellung der heute allgemein bekannten und verbreiteten medizinischen Tropfflaschen mit drehbarem Stöpsel und kreisrunder Abtropffläche, welche zum ersten Male auf einfache Weise eine genaue Dosierung der Arzneimittel durch Laien ermöglichten.

Capillar- und kolloidchemische Erkenntnisse wandte Traube insbesondere auf Probleme der von ihm viel bearbeiteten biologischen Wissenschaften an. Die Traubesche Regel fand ihre Bestätigung bei zahlreichen biologischen Vorgängen, u. a. bei der Narkose von Kaulquappen usw., der Entwicklungshemmung befruchteter Seeigeleier, der Hämolyse von Erythrocyten, dem Heliotropismus von Crustaceen usw. Die von Traube gefundene Parallelität von Oberflächenspannung und Permeabilität führte ihn zur Aufstellung der viel beachteten Grenzflächenspannungstheorie (Haftintensitätstheorie, Oberflächenspannungstheorie) der Narkose, durch welche die Lipoidtheorie ihre ausschlaggebende Bedeutung verlor. Weitere Permeabilitätsarbeiten zeigten die Unhaltbarkeit der allzu einfachen Siebtheorie. In seinen pharmakologischen Untersuchungen hat Traube wohl als erster gegen die chemotherapeutische Schule den Standpunkt vertreten und verteidigt, daß die Wirkung gerade derjenigen Arzneimittel, die in kleinsten Mengen wirksam sind, physikalischer Natur ist, und die von ihm immer wieder betonte Bedeutung von Grenzflächenspannung, Adsorption, Löslichkeit, Reibung, Dispersität, Quellung, Flockung, Katalyse, elektr. Potential, Ladung usw. für die pharmakologische Wirksamkeit kann heute kaum noch bezweifelt werden. Nicht unerwähnt seien auch die Arbeiten über die physikalisch-chemischen Untersuchungen von Urin, Magensaften, Blut, Milch usw., sowie die Verwendung der Oberflächenspannungs-Messungen zum Zwecke der Carcinomdiagnose, auf Grund derer Traube zum Mitglied des Zentralkomitees zur Erforschung der Krebskrankheit ernannt wurde.

Auch der Technik kamen Traubes Erfahrungen zugute. Die Erkenntnis, daß aus einer Lösung ein Stoff mit großer Haftintensität, wie Soda und Pottasche, zuerst die Stoffe mit kleiner Haftintensität, wie Amylalkohol, Butylalkohol usw., verdrängt, führte zu einem wichtigen technischen Verfahren; aus der im ersten Band der Zeitschr. f. physikal. Chem. erschienenen theoretischen Arbeit „Über Schichtenbildung in Gemischen von Alkohol, Wasser und Salzen“ entstand ein Verfahren der Spiritusreinigung, welches sich in der Praxis lange Jahre bewährt hat und nur infolge der neuen Gesetzgebung aus finanzpolitischen Gründen aufgegeben werden mußte. Im Zusammenhang mit den Untersuchungen über das Abbinden des Gipses und den theoretischen Arbeiten über Liesegangstrukturen steht die Herstellung von Kunstgläsern. Die Untersuchungen über die Bedeutung der Benetzung, Adsorption, Flockung usw. bei der Flotation zeigten Verfahren der Flotation. Im Großbetrieb erfolgreich angewandt wird das Verfahren der Sedimentationsbeschleunigung. Bedeutungsvoll sind auch die Erfolge auf dem Kautschukgebiet, insbesondere das Latex-Konzentrationsverfahren. Auch auf dem Gebiete der Reinigung von Zuckersäften und der Entgiftung des Tabaks sind technisch-wichtige Untersuchungen erfolgt.

Die zahlreichen Abhandlungen Traubes sind zerstreut in den verschiedensten physikalischen, chemischen, biologischen, technischen in- und ausländischen Zeitschriften. Aus der weiteren schriftstellerischen Tätigkeit seien erwähnt der bei seinem Erscheinen von Clomons Winkler, Ramsay u. a. lebhaft begrüßte „Grundriß der physikalischen Chemie“, die auch ins Englische übertragenen „Physikalisch-chemischen Methoden“, sowie die 1914 von Traube begründete „Internationale Zeitschrift für Physikalisch-Chemische Biologie“.

Die reiche Lebensarbeit hat Traube nicht ermüdet. Trotzdem er immer zu kämpfen hatte und lange Zeit auf die Frucht seiner Arbeit warten mußte, hat er doch nie aufgehört, seine Ansichten zu verteidigen und durch unermüdete Arbeit die Forschung zu fördern. Und so forscht er auch jetzt rüstig weiter und hat Freude an Arbeit und Erkenntnis. Mögen ihm jetzt seine anerkannten Erfolge Befriedigung bringen, und möge er noch lange so jung bleiben und rüstig weiterschaffen.

L. J. Weber, Berlin-Charlottenburg. [A. 18.]

Neuere galvanische Verfahren zum Korrosionsschutz von Metallen.

Von Dr. W. BIRETT, Berlin.

(Eingeg. 18. November 1929.)

Bei den galvanischen Verfahren zum Korrosionsschutz von Metallen handelt es sich in der Regel um das Niederschlagen einer Metallschicht auf die zu schützenden Gegenstände mit Hilfe des elektrischen Stromes. (Verfahren, welche die Ausbildung von Oxydschichten auf den Gegenständen bezwecken, gehören, streng genommen, nicht hierher.) Das Grundmetall, in dessen Wahl aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder auch der der Bearbeitbarkeit bzw. im Hinblick auf die spätere mechanische Beanspruchung meist nur wenig Freiheit gegeben ist, wird dadurch mit einer Hülle umkleidet, welche ihm nach außen hin ganz andere, edlere oder zumindest für den betreffenden Fall günstigere Eigenschaften verleiht. Eine Verbesserung des galvanisierten Teiles im Kern — diese Erwartung ist leider noch immer ziemlich weit verbreitet — ist selbstverständlich nicht zu erwarten. Eine Beanspruchung, die sich nicht nur auf die Oberfläche beschränkt, findet stets den gleichen Widerstand bei einem galvanisierten wie bei einem nicht galvanisierten Teil. Nur gegen äußerliche oder wenigstens überwiegend an der Außenfläche angreifende Beanspruchungen ist durch Fremdmetallüberzüge ein Schutz zu erzielen. Bei der Überlegung über die Zweckmäßigkeit bzw. die Vorteile eines galvanischen Überzuges ist deshalb stets von vornherein die Beanspruchung der zu behandelnden Teile im späteren praktischen Gebrauch sowie die Schutzwirkung der einzelnen Metallüberzüge ins Auge zu fassen und nach diesen Gesichtspunkten auch das zu verwendende Verfahren auszuwählen.

Bis vor nicht allzu langer Zeit war es in der Hauptsache die Vernickelung allein, welche als galvanischer Schutzüberzug angewendet wurde. Kupfer und Messing wurden nie für sich, nur als Vorbehandlung für die Vernickelung aufgetragen. Galvanische Verzinkung und Verzinnung konnte sich neben der bisher üblichen Feuerbehandlung dieser Metalle nicht durchsetzen. Erst in letzter Zeit ist hier ein gewisser Wandel zu verzeichnen. Nach dem Kriege kamen besonders zwei Verfahren auf, welche zwar in Deutschland bis zur technischen Reife entwickelt, sich doch erst richtig durchsetzen konnten, als durch die Konkurrenz der amerikanischen Industrie sich ihre Anwendung auch in Deutschland nicht mehr vermeiden ließ, die Verchromung und die Cadmiumniederschläge.

Über die Verchromung liegt zwar schon eine große Anzahl von Abhandlungen vor. Angesichts der Tatsache jedoch, daß nunmehr die Entwicklung des Verfahrens endgültig als abgeschlossen bezeichnet werden kann und nur noch Einzelheiten in der praktischen Durchführung einem gewissen Wandel unterworfen sein

dürften, sei zusammenfassend auch dieses Verfahren nochmals besprochen.

Bei der Verchromung hat man es mit drei verschiedenen Gebieten zu tun, entsprechend den drei besonders hervorstechenden günstigen Eigenschaften des Metalles, der Temperaturbeständigkeit, der Härte und der Beständigkeit gegen oxydativ korrodierende Angriffe.

Metallisches Chrom hat einen Schmelzpunkt von etwa 1560°. Seine Anlaufftemperatur in sauerstoffhaltiger Atmosphäre liegt bei 400–600°, je nach Einwirkungsdauer.

Der hohe Schmelzpunkt macht das Chrom geeignet zu Überzügen für Preßformen, bei welchen, wie etwa in der Glasindustrie, mit Temperaturen bis über 1000° gearbeitet wird. Die verhältnismäßig hohe Anlaufftemperatur läßt Chromüberzüge geeignet erscheinen für Scheinwerfer, Bügeleisen, Heizkörper usw., bei welchen die Erhaltung des schön spiegelnden Hochglanzes des Überzuges gefordert ist. Für beide Fälle sind Überzüge aus Nickel und anderen Metallen unzulänglich.

Gerade bei Preßglasformen hat sich die Verchromung auf das beste bewährt, da der starke Angriff der heißen Alkalischmelzen eine ständige Nacharbeit der unverchromten Formen notwendig macht und innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit zum völligen Unbrauchbarwerden der Formen führt.

So rechnet man z. B. bei Preßformen für mittlere Glaschalen eine Lebensdauer von etwa 5000 Betriebstouren. Während dieser Zeit ist mit rund 4000 Arbeitsstunden für Putzen zu rechnen, davon 300 Arbeitsstunden allein auf das Nachziselieren der feinen Konturen, das von teuren Facharbeitern mit der Hand ausgeführt werden muß. Bei verchromten Formen sind innerhalb 15 000 Betriebstouren (das ist die dreifache Lebensdauer einer unverchromten Form) für Putzen etwa 500 Arbeitsstunden anzusetzen, und zwar handelt es sich ausschließlich um ein einfaches Auswischen der Formen, welches von billigen ungelernten Hilfskräften ausgeführt werden kann. Die nach diesen 15 000 Betriebstouren gepreßten Glasstücke zeigen noch die gleiche Schärfe der Konturen und den gleichen Glanz der Oberfläche wie die ersten Preßstücke dieser Form. Man hat also durch die Verchromung nach diesem Zeitraum nicht nur etwa 11 000 Arbeitsstunden (darunter 900 teuer bezahlte Ziselierarbeitsstunden) gespart, sondern auch die Anschaffungskosten für zwei neue Formen.

Daß bei der Verchromung von Preßglasformen unter bestimmten Bedingungen sogar eine gewisse Veredelung des Formkernes möglich ist, soll hier nur nebenbei erwähnt werden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für Formen zum Gießen von Bleiwaren, wie sie auch bei der Fabrikation von Großoberflächenplatten in der Akkumulatoren-