

Lage, Positronen in nennenswerter Intensität herzustellen. Die jeden Menschen interessierende Frage nach der Entstehung der Elemente können wir zurzeit nur sehr mangelhaft beantworten, und die theoretische Behandlung sogar relativ einfacher Kernprobleme liegt noch sehr im argen.

Es ist hoffnungslos, schon jetzt voraussehen zu wollen, zu welchen praktischen Ergebnissen der Ausbau der in jüngster Zeit eingeschlagenen Arbeitsrichtung in der Kern-

physik uns führen kann. Inmerhin sind auch jetzt schon die greifbaren praktischen oder auf andere Wissensgebiete anwendbaren Ergebnisse nicht bedeutungslos. Es ist z. B. möglich, mit den Hochspannungsanlagen sehr starke künstlich radioaktive Präparate herzustellen, die für spezielle Fälle den natürlichen radioaktiven Elementen vorgezogen werden dürften, und die außerdem neue Wege der biologischen Forschung eröffnen. *Harteck.* [A. 126.]

Photographie als Wissenschaft

Zum 70. Geburtstag von Robert Luther

Die Frage, ob die Photographie eine selbständige Naturwissenschaft oder eine Helferin der anderen Wissenschaften ist, wurde im Jahre 1908 von *Robert Luther* beantwortet, als er, vierzigjährig, das neu gegründete Wissenschaftlich-Photographische Institut an der Technischen Hochschule Dresden in seine Hand nahm. Er hatte eine vielseitige Ausbildung erfahren und sich durch eine beträchtliche Zahl wertvoller Arbeiten auf dem Gebiete der physikalischen Chemie und der Elektrochemie einen Namen gemacht. Wenn er auf Grund der hierbei gewonnenen Erfahrungen sich entschloß, seine Arbeitskraft zunächst auf Fragen der allgemeinen Photochemie, dann — noch enger — auf die Photographie zu konzentrieren, so mag daraus geschlossen werden, wie wichtig ihm schon damals eine wissenschaftliche Durchdringung dieses Arbeitsgebietes erschien.

Der heutige Tag, an dem *Luther* sein siebenzigstes Lebensjahr vollendet und an dem wir das Werk der dreißig Jahre, die seitdem vergangen sind, in Kürze überblicken wollen, kann keinen Zweifel daran lassen, daß der Weg, den zu gehen er sich damals entschloß, der richtige war.

Robert Luther, am 2. Januar 1868 in Moskau geboren, wurde nach Vollendung seiner Ausbildung in Dorpat, St. Petersburg und Leipzig Assistent bei *Wilhelm Ostwald* in Leipzig. Hier blieb er nach der im Jahre 1899 erfolgten Habilitation, der Ernennung zum a. o. Professor (1904) und der Übernahme der Leitung der Photochemischen Abteilung des Instituts (1906) bis zu seiner Berufung nach Dresden im Jahre 1908. Aus der Leipziger Zeit stammen insbesondere wichtige Arbeiten aus dem Gebiete der Elektrochemie. Man verdankt ihm die Konstruktion eines leicht herstellbaren, dabei hochempfindlichen Capillarelektrometers, mit dessen Hilfe er eine große Reihe von Potentialmessungen anstellte; sie finden sich in einer von ihm gemeinsam mit *Abegg* und *Auerbach* herausgegebenen Abhandlung „Messung elektromotorischer Kräfte galvanischer Ketten“ zusammengestellt. Ein wichtiges Ergebnis dieser Arbeit bestand in der Aufstellung der als „*Lutherscher Satz*“ bekannten Beziehung; der Satz erlaubt die Berechnung der Spannung von Oxydations- und Reduktionsketten aus den Normalpotentialen des beteiligten Ions in den beiden an der Kette beteiligten Wertigkeitsstufen. Bezeichnet man die Wertigkeitsstufen mit m und n (z. B. für Cr^{+++} $m = 3$, für

Cr^{++} $n = 2$), die Normalpotentiale mit E_m und E_n (z. B. für Cr^{+++} $E_m = +0,51$, für Cr^{++} $E_n = +0,56$) so berechnet sich nach *Luther* das Reduktionspotential $E_{m,n}$ (z. B. $\text{Cr}^{+++} \rightarrow \text{Cr}^{++}$) aus der Formel

$$E_{m,n} = \frac{m \cdot E_m - n \cdot E_n}{m - n}$$

(im Beispiel $E_{m,n}$ berechnet $+0,41$, gefunden ebenfalls $+0,41$).

In die Leipziger Zeit fällt auch die Bearbeitung des erstmalig von *Ostwald* herausgegebenen „Hand- und Hilfsbuches zur Ausführung physikochemischer Messungen“ in zweiter Auflage, die, wie *Ostwald* im Vorwort schreibt, „in vieler Hinsicht ein neues Buch geworden“ ist.

Weiterhin beschäftigte sich *Luther* mit Studien über die Kinetik chemischer Reaktionen. Er wurde hierdurch auf photochemische Themen geführt, die er etwa seit der Jahrhundertwende intensiv bearbeitete. Erwähnt sei seine gemeinsam mit *F. Weigert* durchgeführte Untersuchung über die Polymerisation des Anthracens zu Dianthracen. Das Gleichgewicht zwischen diesen beiden Verbindungen wird durch Licht verschoben, und es stellt sich ein von der angewandten Beleuchtungsstärke abhängiger Gleichgewichtszustand ein, der dann erreicht ist, wenn in der Zeiteinheit ebenso viele Molekeln der polymeren Verbindung durch Licht entstehen, wie gleichzeitig wieder zerfallen. Als weiteres Beispiel dieser Forschungsrichtung diene seine (mit *Forbes*) ausgeführte Arbeit über die Lichtreaktion zwischen Chinin und Chromsäure. Aus den Ergebnissen konnte später *Bodenstein* berechnen, daß bei hinreichender Chromsäurekonzentration ein absorbiertes Quant eine Chininmolekel umzusetzen vermag.

Noch heute sehr lesenswert ist *Luthers* Vortrag über „Aufgaben der Photochemie“ (1905). Er legt hier dar, daß von den 200 Billionen PS, die die Erde dauernd von der Sonne empfängt, nur etwa drei Millionstel photochemisch von den Pflanzen ausgenutzt werden, während der Rest die Erde verläßt, ohne nützliche Arbeit geleistet zu haben. Freilich sind wir einem Zeitalter der technischen Photochemie, von dem *Luther* spricht, heute noch nicht näher als vor 30 Jahren.

Schon in der Leipziger Zeit finden wir *Luther* mit rein photographischen Themen beschäftigt. Von seinem Interesse für dieses Gebiet zeugt seine schon 1899 verfaßte



Photo: Hugo Erfarth, Köln

Monographie „Die chemischen Vorgänge in der Photographie“, wobei er die früher benutzten Methoden auch auf photographische Probleme anwendet.

Die in Dresden ausgeführten photographischen Arbeiten liegen in allen Teilen dieser Wissenschaft, insbesondere auf dem Gebiet der Theorie des latenten Bildes, der Farbenphotographie und der Sensitometrie.

Zu den Arbeiten am latenten Bilde sei daran erinnert, daß gleichzeitig mit anderen Forschern auch *Luther* die überaus wichtige Rolle des Schwefels bei der Empfindlichkeit photographischer Schichten entdeckte (1927). Zur Prüfung von Emulsionsgelatine hat *Luther* die „Bleiprobe“ angegeben: Durch Zugabe von Bleinitratlösung zur Gelatine tritt allmählich durch Bildung von Bleisulfid Bräunung auf. Die Bildungsgeschwindigkeit und die Intensität der Färbung sind ein Maß für die Fähigkeit der Gelatine, empfindliche Emulsionen zu liefern.

Auf farbenphotographischem Gebiete sind seine Versuche (mit *K. von Holleben*) über das Silberfarbbleichverfahren besonders bekanntgeworden. Es handelt sich dabei darum, das Silber einer entwickelten photographischen Schicht auf chemischem Wege in solche Stoffe umzuwandeln, die direkt oder indirekt die Zerstörung von Farbstoffen bewirken, wobei die Menge des zerstörten Farbstoffes in bestimmter stöchiometrischer Mengenbeziehung zur Menge des ursprünglichen Silbers steht, Vorgänge, mit denen *Luther* eine Nutzenanwendung aus seinen Arbeiten über die sogenannten gekoppelten Reaktionen zog: Es ist z. B. bekannt, daß durch Chrom- oder Bromsäure sonst nicht zerstörbare Farbstoffe oxydierbar werden in Gegenwart von Vanadylsalzen. Die Reaktion zwischen dem Vanadylsalz und der Chrom- bzw. Bromsäure ist mit der Zerstörung des Farbstoffes gekoppelt. Um das Silber bildmäßig diese Reaktion bestimmen zu lassen, wird es nach *Luther* entweder auf der Seite des Vanadylsalzes als Komplexsalz (z. B. Vanadylferrocyanid) oder auf der Seite der Chrom- oder Bromsäure, z. B. als Silberchromat oder -bromat mit einem der Reaktionsteilnehmer verbunden. Auf Grund und im Anschlusse an diese Untersuchung sind von anderer Seite farbenphotographische Verfahren für die Praxis ausgearbeitet worden.

In engem Zusammenhange mit den farbenphotographischen Arbeiten steht sein Studium physiologischer und psychologischer Fragen, das in einer als klassisch zu bezeichnenden Veröffentlichung „Aus dem Gebiete der Farbreizmetrik“ zusammengefaßt ist. Unter anderem gibt *Luther* hier an, wie Filter für eine subjektive trichromatische Farbenanalyse beschaffen sein müssen: Bedeutet τ_λ die Durchlässigkeit des Filters bei der Wellenlänge λ , V_λ die Hellempfindlichkeit des Auges und R_λ den „Rotreiz“ bei der gleichen Wellenlänge, so muß für das Rotfilter der Ausdruck

$$\frac{\tau_\lambda \cdot V_\lambda}{R_\lambda}$$

über das ganze Spektrum hinweg konstant sein. Analoge Ausdrücke gelten für das Grün- und für das Blaufilter. Filter, die diese Bedingung (die „*Luther*-Bedingung“) erfüllen, erfordern den Helligkeitsvergleich unter Umständen stark verschiedenartiger Farbeindrücke, eine Tatsache, die die Meßgenauigkeit erheblich herabsetzt. Daher hat *Luther* neuerdings (1935, mit *M. Schmidt*) den Versuch unternommen, die drei Filter durch eine größere Reihe von Filtern zu ersetzen, die nur enge Spektralgebiete hindurchlassen und infolgedessen eine fast monochrome Photometrie zulassen. Eine ideale Lösung wäre der Ersatz des Auges durch eine Photozelle mit passend abgestimmten Filtern. Es mag erwähnt sein, daß *Luther* in der gleichen Veröffentlichung zur Vereinfachung der Rechenarbeit die an

sich beliebig festsetzbare Helligkeit des Blaureizes gleich Null gesetzt hat, ein Verfahren, dessen letzte Konsequenz die Internationale Beleuchtungskommission („I. B. K.-System“) gezogen hat, indem sie auch noch den Rotreiz gleich Null und somit die Kurve des Grünreizes der Kurve der Hellempfindlichkeit gleich gesetzt hat.

Schon frühzeitig hat sich *Luther* eingehend mit Fragen der photographischen Sensitometrie befaßt. Im Jahre 1899 konstruierte er ein Röhrenphotometer, 1910 gab er einen einfachen Weg zur Darstellung der Schwärzungskurven photographischer Schichten ohne photometrische Messungen an. Diese „Methode der gekreuzten Keile“ bildete den Ausgangspunkt zur Herstellung der bekannten *Goldbergschen* Detailplatte. Von *Luthers* intensiver Beschäftigung mit sensitometrischen Themen während der ersten Dresdener Zeit erhält man durch das 1920 erschienene Buch *E. Goldbergs* „Der Aufbau des photographischen Bildes“ Kenntnis, in dem dieser die durch seinen „verehrten Lehrer und Freund *Luther*“ erhaltenen Anregungen hervorhebt. Sein besonderes Interesse galt dem Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Schwärzungskurven von Negativschichten und der praktischen Empfindlichkeit, wie sie sich bei bildmäßigen Aufnahmen zeigt. Er konnte in umfangreichen Untersuchungen, zum Teil auch theoretischer Art, zeigen, daß sich ein Punkt auf der Schwärzungskurve angeben läßt, der die Empfindlichkeit für praktische Zwecke im allgemeinen mit genügender Genauigkeit kennzeichnet. Grundlegend wurden diese Studien für die Entwicklung der als DIN-Verfahren in der weiteren Öffentlichkeit bekannten Methode zur Messung der Lichtempfindlichkeit von Negativmaterial für bildmäßige Aufnahmen¹⁾ (Normblatt DIN 4512).

Während des Krieges arbeitete *Luther* im Felde auf dem Gebiete der Luftbildphotographie, wobei er insbesondere stereophotographische Methoden heranzog. Noch heute bildet die Stereophotographie seine besondere Liebhaberei.

Schließlich hat *Luther* vor kurzem (1936) nochmals an seine älteren kinetischen Studien angeknüpft, als er die Vorgänge beim Verdunstenlassen gebrauchten Fixierbades untersuchte. Er konnte, in Übereinstimmung mit seinen theoretischen Betrachtungen, feststellen, daß hierbei zunächst reines Natriumthiosulfat auskristallisiert, während die Silberkomplexe sich in der Mutterlauge anreichern, ein Beitrag zugleich zur Frage der Wiedergewinnung des Silbers aus den Fixierbädern.

Haben wir bisher in *Luther* den Forscher gesehen, so dürfen wir nicht vergessen, ihm als dem großen Lehrmeister unsere Aufmerksamkeit zu schenken. In Vorlesung und Praktikum wirkt er auf einen großen Schülerkreis; seine Colloquien werden nicht nur von den Studenten, sondern auch von den Fachgenossen aus der Industrie besucht. *Luther* versteht es, das Verhandlungsthema in einer Diskussion recht eigentlich zum Leben zu erwecken, das eigentliche Problem, das wissenschaftliche Ergebnis einer Untersuchung klarzulegen, Zusammenhänge aufzudecken und auf ungelöste Fragen hinzuweisen. Er weiß die Zuhörer für das Thema zu interessieren und ihnen das mitzuteilen, was Voraussetzung ist zum erfolgreichen Forschen: die persönliche Verbundenheit mit der Forschung; Philosophie, Liebe zur Wissenschaft, nannten es die Griechen.

So finden wir einen Teil seiner selbst wieder in seinen zahlreichen Schülern, die, vielfach in hervorragenden Stellungen, in Forschung und Industrie stehen. Er selbst lebt auch nach seiner vor zwei Jahren erfolgten Emeritierung mitten in der Wissenschaft. Er leitete mehrfach die Deutsche Gesellschaft für photographische Forschung, an deren Gründung im Jahre 1930 er lebhaftesten Anteil nahm. In dem im gleichen Jahre gegründeten Ausschuß für Sensito-

¹⁾ Vgl. dazu diese Ztschr. 47, 67 [1934].

metrie der Gesellschaft führt er seitdem ununterbrochen den Vorsitz. Sein Bild als Versammlungsleiter steht dem Verfasser, der dem Ausschusse ebenfalls angehört, lebhaft vor Augen; *Luther* nimmt in persönlichster Weise zu allem Stellung, gibt deutlich zu erkennen, was er für richtig hält und was nicht. Dennoch ist er nicht der „geborene“ Diskussionsleiter, der es darauf abzieht, auf dem glattesten und straffesten Wege zum Ziel der Erörterung zu gelangen, er schließt vielmehr die Debatte erst nach gründlicher, anregungsreicher Beratung — und nach vielen Zigarettenlängen!

Sollen wir dem Jubilar nach 70 Jahren reichen Lebens ein ruhiges und beschauliches Greisenalter wünschen? Ja, Ruhe vor allerlei Ablenkung, vor Dingen, die ihm unwichtig sind, die ihn abhalten von dem Wichtigen, seiner wissenschaftlichen Arbeit, das wollen wir ihm wünschen. Aber wenn wir ihm Beschaulichkeit wünschen wollten, so wäre das etwas Unerfüllbares. Lassen wir es also und freuen wir uns seiner Tatkraft und Frische, wünschen wir ihm Gesundheit und Freiheit von den äußeren Sorgen, von denen ihn sein Leben gewiß nicht verschont hat. Dann handeln wir in seinem Sinne.
J. Eggert. [A. 129.]

Die Architektur der Polyterpene*)

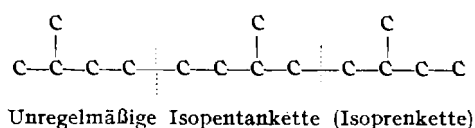
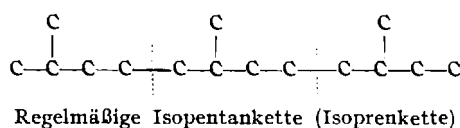
Von Prof. Dr. L. RUZICKA

Laboratorium für organische Chemie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

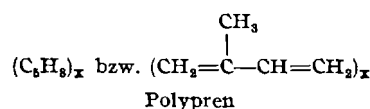
Eingeg. 15. Dezember 1937

Die Polyterpene sind eine im Pflanzenreich weit verbreitete und auch im Tierreich in vereinzelt Fällen beobachtete Klasse chemischer Verbindungen, die ein gemeinsames Aufbauprinzip aufweisen. Dieses Aufbauprinzip tritt am klarsten zutage, wenn man von den im Molekül anwesenden funktionellen Gruppen und Doppelbindungen absieht und nur die fortlaufend aneinander gebundenen Kohlenstoffatome berücksichtigt. Das Kohlenstoffgerüst der Polyterpene läßt sich schematisch in einzelne aus 5 Atomen bestehende Bruchstücke zerlegen, die im Molekül mehrfach enthalten sind. Die Anzahl der Kohlenstoffatome bei den Polyterpenen ist daher immer durch 5 teilbar. Als Multiplikator gebraucht die Natur bei den Polyterpenen nur 4 verschiedene Zahlen: nämlich 3, 4, 6 und 8, entsprechend also 15, 20, 30 oder 40 Kohlenstoffatomen im Gerüst. Bemerkenswert ist das Fehlen der 25 oder 35 Kohlenstoffatome enthaltenden Polyterpene.

Das 5 Kohlenstoffatome umfassende Bauelement der Polyterpene besteht aus der verzweigten Kette des Isopentans, die sich in regelmäßiger oder unregelmäßiger Weise im Kohlenstoffgerüst wiederholen kann, wie folgende Beispiele zeigen:



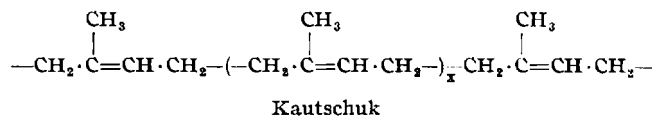
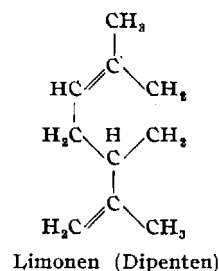
Da die meisten in der Natur vorkommenden Kohlenwasserstoffe der Polyterpenreihe die Bruttoformel $(C_5H_8)_x$ aufweisen, pflegt man gewöhnlich den einfachsten aliphatischen Kohlenwasserstoff C_5H_8 mit verzweigter Kette, das Isopren, als den Baustein der Polyterpene zu bezeichnen. Die Bruttoformel dieser Kohlenwasserstoffe wäre danach



Als Beispiele seien zwei Verbindungen angeführt, die nicht zu den eigentlichen Polyterpenen gehören, die eine mit

*) Deutsche Fassung eines Vortrages, gehalten an der „Réunion Internationale de Physique, Chimie et Biologie“ in Paris am 1. Okt. 1937.

$x = 2$, das Mono-terpen Limonen oder Dipenten, und die andere mit $x = 1$ eine nicht genau bekannten sehr hohen Zahl, der Kautschuk:



Die Monoterpene und der Kautschuk bilden die Endglieder einer Reihe von analog gebauten Naturverbindungen, deren mittlere Glieder die eigentlichen Polyterpene sind. Man kann allen diesen Verbindungen die Bezeichnung Polyprene geben, da sie als gemeinsames Bauelement das Gerüst des Isoprens enthalten. Die sehr zahlreichen Untergruppen der Polyprene unterscheiden sich voneinander durch die mannigfache Art, in welcher dieses Bauelement zum Molekülgerüst zusammengelagert ist.

Die den Polyterpenen im Bau des Kohlenstoffgerüsts am nächsten stehenden Naturverbindungen sind die Sterine und Steroide. Die Anzahl der Kohlenstoffatome im Gerüst der eigentlichen Sterine ist nicht durch 5 teilbar, ein Teil des Gerüsts weist aber dennoch das gleiche Bauprinzip auf wie das der Polyprene. Zur Illustration der engen Beziehungen sei hier das Kohlenstoffgerüst des Cholesterins (27 C-Atome) und dasjenige eines pentacyclischen Triterpens (30 C-Atome) angeführt:

