

rats bis zum letzten Tage, dem 5. Januar 1926, wo die Folgen einer Operation seinem Leben ein unerwartetes Ende setzten, für seine Firma tätig geblieben — ein glückliches Geschick für diese, wie für ihn selbst, der kein Erlahmen seines Unternehmungsgeistes zu verspüren hatte!

Gewiß hat die deutsche Chemie und Industrie zunächst diese Lebensarbeit Karl Goldschmidts zu schätzen, deren Eigenart dadurch besonders hervortritt, daß sie ohne Anschluß an große Verbände, lediglich auf die Mitarbeit des Bruders gestützt, geschaffen wurde. Aber der Verein hat mehr noch der idealen Ziele zu gedenken, die Karl Goldschmidt mit stets jugendlichem Interesse verfolgte. Er fühlte sich immer als Chemiker, dem die Ausbildung auf den deutschen Universitäten die Grundlage seines Schaffens gegeben hatte; er vertrat aus innerster Überzeugung die Freiheit und Selbständigkeit jedes strebsamen Menschen, und demgemäß suchte er dem Chemiker die Ausbildung und die äußere Sicherstellung in der durch die Industrialisierung veränderten Zeit zu wahren. So hat er Jahr für Jahr die Entwicklung der Hochschullaboratorien verfolgt und besonders das Studium der Ausländer an deutschen Hochschulen bearbeitet. Es gab keinen eifrigeren Vertreter der Rechte des Angestellten im Ausgleich mit den Anforderungen der chemischen Fabriken, als der soziale Ausschuß das Vertrags-schema für Chemiker beriet. Unbegründete Kündigungen, unbezahlte Karenzen, jeden nicht ganz durchsichtigen Paragraphen beanstandete Karl Goldschmidt ohne Rücksicht auf Unannehmlichkeiten, die ihm daraus entstehen konnten. Versicherungsfragen der Chemiker, überhaupt aller Angestellten, hat er nach allen Richtungen geprüft und unseren besonderen Standesinteressen anzupassen gesucht.

Es war nur ein folgerichtiger Zug seines ganzen Empfindens, wenn ihn nach dem Kriege der drohende Überschuß an deutschen Chemikern und die Gefahr der

Stellenlosigkeit für jüngere und ältere Kollegen schwer bedrückte, und der wesentliche Gedanke, nicht das Studium einzudämmen, sondern die Verwendungsmöglichkeiten für Chemiker zu heben, der in der „Zentralstelle für Chemie und Wirtschaft“ sein letztes Vermächtnis für unseren Stand ist, zeugt von einer praktischen Fürsorge, die nicht jedem sonst warm empfindenden Menschen gegeben ist.

Gleicher Sorge verdanken die akademischen Kurse in Essen, die Goldschmidt für die kaufmännische Jugend anregte, ihre Entstehung, und gleiche Zwecke verfolgte seine stete Förderung von Turn- und Leibesübungen — alles der Hebung und Aufrechterhaltung deutscher Kraft und Leistung geltend. Denn er war ein eifriger Vertreter bewußten Deutschtums im Inlande und im Auslande, dem nach dem verlorenen Kriege die Leiden der Auslandsdeutschen ebenso nahe gingen, wie die politische Ohnmacht des Staates.

Wie der Verein deutscher Chemiker, so haben die Essener Handelskammer und der Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie in reichem Maße die wirtschaftliche Mitarbeit Karl Goldschmidts genossen. Die Stadt Essen verdankt ihm ein Haus für das Folkwang-Museum, die Technische Hochschule Hannover, deren Ehrendoktor er war, mannigfache Förderung des chemischen Studiums.

Nun ruht der rastlos Tätige am Bergabhang bei Seeheim, unter den Tannen des Odenwaldes, umgeben von den Gedenksteinen für Schwiegersohn und jüngsten Sohn, die das Vaterland im Weltkriege von ihm und seiner Gattin forderte. Die Fortführung seines industriellen Wirkens liegt den zwei älteren Söhnen ob. Die Sicherung aber von Beruf und Selbständigkeit der Chemiker im Sinne des deutschen Chemikers Karl Goldschmidt soll Pflicht unseres Vereins bleiben!

F. Quincke.

Die durchdringende Strahlung in der Atmosphäre.

Von WERNER KOLHÖRSTER, Berlin.

(Eingeg. 12. März 1926.)

Die von den radioaktiven Substanzen ausgesandten α -, β - und γ -Strahlen besitzen alle mehr oder weniger die Fähigkeit zu ionisieren, jedoch verhalten sich die von ihnen auf einem Zentimeter ihrer Bahn erzeugten Ionen recht verschieden, in Luft z. B. wie $10^3 : 10^2 : 1$. Bei dieser Ionisierungsarbeit wird ihre Energie allmählich verbraucht, bis sie in der durchsetzten Materie stecken bleiben, was für α -Teilchen bereits bei einem Blatt Schreibpapier, für β -Teilchen bei einigen Millimetern Metallblech, für γ -Strahlen jedoch erst bei Dezimetern Metall eintritt. Diese große Verschiedenheit in der Absorption gestattet also, die Strahlen durch Filter voneinander zu trennen.

Stellt man sich nun einen luftdicht und allseitig geschlossenen Zylinder aus etwa 3 mm dickem Zinkblech her, so können von außen nur noch γ -Strahlen in sein Inneres eindringen, was sich durch eine dauernde, wenn auch nur sehr schwache Ionisation des Füllgases zu erkennen gibt. Bringt man nämlich im Innern des Zylinders ein Elektrometer an, das man von außen aufladen und ablesen kann, so wird dessen Ladung von den entstehenden Ionen langsam neutralisiert. Aus dem Voltverlust dv über eine bestimmte Zeit dt , der Kapazität C des geladenen Systems in Zentimetern, dem Zylindervolumen V und der

Elementarladung e kann man dann die Ionisierungsstärke I in Ionen $\text{cm}^{-3} \cdot \text{sek}^{-1}$ berechnen nach der Formel

$$I = \frac{C}{300} \cdot \frac{dv/dt}{e \cdot V} \left[\text{Ionen} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{sek}^{-1} = I \right].$$

Es zeigt sich, daß in Bodennähe dauernd eine γ -Strahlung auftritt, die von den radioaktiven Substanzen des Erdbodens herrührt, und die man deshalb Erdstrahlung nennt. Für sie kommen zunächst die obersten Schichten bis etwa 1 m Tiefe in Betracht, d. h. die Verwitterungskruste mit ihren durch die Atmosphärien geschwächten Aktivitäten. Daneben gelangen aber auch die unter dem Einfluß der Bodenatmung aus tieferen Schichten aufsteigenden Emanationen mit ihren aktiven Niederschlägen zur Wirkung. Die Stärke der Erdstrahlung hängt also von der Aktivität des Gesteins und der Verwitterungskruste ab und schwankt mit der physikalischen Bodenbeschaffenheit (Feuchtigkeit, Durchlässigkeit usw.) und meteorologischen Elementen örtlich und zugleich zeitlich ziemlich stark um einen mittleren Wert von etwa drei Ionen.

Auch die aktiven Substanzen in den unteren Luftschichten senden γ -Strahlen aus, deren Wirkung anfänglich jedoch überschätzt wurde. Denn, wie sich später herausstellte, trägt die Luftstrahlung nur einige Zehntel Ionen zur gesamten Wirkung bei und ist daher für das Problem von sehr untergeordneter Bedeutung.

Die von außen kommenden Strahlen lassen sich durch inaktive Schirme ausschalten. — Man kann z. B. den Zylinder in Wasser versenken, so daß er allseitig von hinreichend dicken Schichten umgeben ist, die die γ -Strahlen

der Umgebung völlig absorbieren. Trotzdem verbleiben dann noch immer Ionisierungsstärken von rund vier Ionen, Reststrahlung genannt, die von Strahlen der Innenwände des Zylinders herrühren. Diese Komponente hängt also vom Gefäßmaterial ab, besitzt die geringsten Werte bei Zink, nimmt langsam zu bei Aluminium, Eisen, Nickel, Kupfer, Silber und Wolfram und erreicht hohe Werte für Zinn, Wismut und Blei, also für Isotope radioaktiver Elemente. Sie dürfte daher, besonders bei letzteren Substanzen, zum größten Teil auf radioaktive Verunreinigungen des Materials zurückzuführen sein, während bei den andern Elementen sich eher eine Beziehung zur Atomnummer anzudeuten scheint, was als wahre Eigenstrahlung angesprochen werden könnte. Bei ein und demselben Material erweisen sich frische, mechanisch oder chemisch gereinigte oder elektrolytisch hergestellte Oberflächen immer weniger aktiv als natürlich gealterte, die durch radioaktive Niederschläge aus der Luft oder sonst wie infiziert sind. Dabei soll von den manchmal nicht unbeträchtlichen Wirkungen des Emanationsgehaltes der zum Füllen der Zylinder verwendeten Freiluft abgesehen werden, da ihre radioaktiven Bestandteile (Emanationen und aktive Niederschläge) durch Absorption und Kondensation festgehalten bzw. durch Wattefilter abfiltriert werden können. Die Reststrahlung ist im allgemeinen wegen ihres hohen Betrages für die Beobachtung der andern Ionisatoren nur nachteilig, da sie stets mitgemessen werden muß und die Meßgenauigkeit insofern herabsetzt. Sie läßt sich aber merklich konstant halten, selbst über Jahre hinaus, und kann daher unbedenklich als konstanter Betrag von der Gesamtwirkung in Abzug gebracht werden.

Bei der näheren Untersuchung der Erd- und Luftstrahlung ergaben sich gewisse Unstimmigkeiten, die aber infolge der an der Grenze des Meßbaren liegenden außerordentlich schwachen Effekte erst dann eine endgültige Entscheidung zuließen, nachdem es gelungen war, durch Beobachtungen im Freiballon mit einwandfreien Instrumenten und unter wesentlich günstigeren Bedingungen als am Erdboden die Existenz einer weiteren Komponente, der Höhenstrahlung, sicherzustellen.

Mit zunehmender Erhebung über dem Erdboden zeigte sich nämlich nach anfänglicher schwacher Abnahme der Ionisierungsstärke in geschlossenen dickwandigen Zinkgefäßen zunächst eine geringe, dann immer stärkere Ionisierung, die schließlich in der größten, mit bemannten Ballonen erreichten Höhe von 9300 m über 80 Ionen betrug. In Zahlentafel 1 und Fig. 1 sind die Ergebnisse

Zahlentafel 1.
Mittelwerte der durchdringenden Strahlung.

Seehöhe	Differenz gegen Bodenwerte					Gesamt- mittel
	27/5 1913	8/6 1913	27/7 1913	17/5 1914	28/7 1914	
500	— 1,6	— 1,6	— 1,7	— 1,8		— 1,7
1000	— 1,3	— 1,6	— 1,5	— 1,6		— 1,5
1500	0,0	— 0,6	— 0,4	— 0,7		— 0,4
2000	+ 1,4	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,7		+ 1,0
2500	+ 2,7	+ 2,4	+ 2,6	+ 2,7		+ 2,6
3000	+ 4,1	+ 3,7	+ 4,2		+ 4,6	+ 4,2
3500	+ 6,2	+ 4,8	+ 6,1		+ 6,0	+ 5,8
4000			+ 8,6		+ 8,5	+ 9,1
4500			+ 12,0		+ 11,5	+ 11,8
5000			+ 16,6		+ 15,8	+ 16,2
5500			+ 22,3		+ 22,0	+ 22,1
6000			+ 28,2		+ 27,8	+ 28,0
6500					+ 37,0	+ 37,0
7000					+ 45,2	+ 45,2
7500					+ 54,0	+ 54,0
8000					+ 62,5	+ 62,5
8500					+ 71,0	+ 71,0
9000					+ 79,0	+ 79,0

von Kolhörster aus den Jahren 1913 und 1914 zusammengestellt (Fig. 1). Die Kurve setzt sich offenbar aus zwei Komponenten zusammen, der Erdstrahlung, die infolge der Absorption durch die Luftschichten schnell abnimmt, und der Höhenstrahlung, die gesetzmäßig mit der Höhe anwächst. In der Zahlentafel sind die Mittelwerte der einzelnen über 1 $\frac{1}{4}$ Jahr verteilten Beobachtungen angeführt, um die erstaunliche Konstanz der Höhenstrahlung zu zeigen. Dadurch dürfte sie geeignet sein, bei extremen Hochfahrten (über 10 000 m), die ja nur noch eine Frage der Zeit sind, die Stelle des Barometers als Höhenmesser zu übernehmen. Bei den in Bodennähe geringen Werten muß diese Konstanz wegen der Absorption in den unteren, dichteren Luftschichten noch beträchtlicher sein.

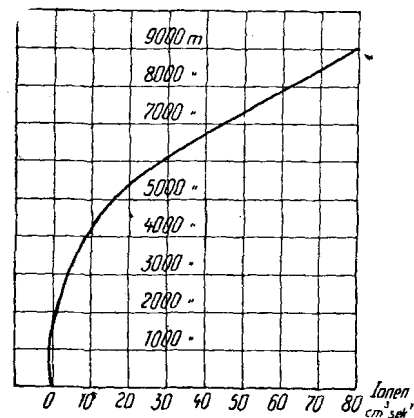


Fig. 1.

Trotzdem hat man selbst noch in neuerer Zeit versucht, größere Änderungen der durchdringenden Strahlungen am Boden, also der Gesamtionisation, der Höhenstrahlung allein zuzuschreiben, ja sogar hieraus auf die Existenz der Höhenstrahlung zu schließen, was natürlich nicht zugänglich erscheint. Etwas anderes dagegen ist es, wenn man die stark schwankende Erdstrahlung ausschaltet und z. B. auf Berggipfeln, wo die Höhenstrahlung schon gut meßbare Werte erreicht, längere Zeit beobachtet. Dann ergeben sich geringe Schwankungen von 10—15 % des Mittelwertes im täglichen Verlauf, wofür die folgende Fig. 2 charakteristisch ist, die das Mittel aus den 1924 am Jungfraujoch (3500 m) ausgeführten Messungen Kolhörsters darstellt. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, erkennt man deutlich ein Minimum am frühen Nachmittag, sowie Maxima am Morgen und Abend (Fig. 2).

Tageschwankung der Höhenstrahlung am Jungfraujoch 3500 m
Juli 1924.

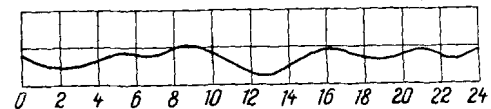


Fig. 2.

Der tägliche Verlauf richtet sich nicht nach Sonnenzeit; denn ein wahrnehmbarer Unterschied zwischen Tag- und Nachtwerten, sowie ein Einfluß der Sonnenstellung oder von Sonnenfinsternissen auf die Strahlungsintensität war bisher nicht nachweisbar. Die Sonne ist daher als direkte Quelle der Strahlung auszuschließen, zumal für den Fall, daß man nur bekannte radioaktive Substanz dafür in Betracht zieht. Denn dann müßte, wie aus Überschlagsrechnungen v. Schweidlers hervorgeht, die Sonne eine ganz unmöglich hohe Aktivität aufweisen. Auch als indirekte Quelle, etwa in der Weise, daß Elektronenstrahlen wie die Birkelandschen Heliokathodenstrahlen beim Auftreffen auf die Atmosphärenschichten die Höhenstrahlung erzeugen, kann man heute kaum

mehr die Sonne annehmen — ein Zusammenhang mit der geographischen Breite und der Häufigkeit der Polarlichter wäre dann zu erwarten (Kolhörster, Swinne 1919, Akyma 1925). Vielmehr weist die Beziehung zur Sternzeit, Eintreten der Maxima bei Kulmination der Milchstraße, sowie die außerordentliche Härte auf bevorzugte Gegenden im Kosmos als Ausgangsorte der Strahlung hin, wobei die Schwankungen durch die Absorption im Luftmantel der Erde hervorgerufen werden sollten. Solche besonderen Gebiete am Himmelsgewölbe wären nach der geistreichen Hypothese von Nernst diejenigen, wo junge Materie sich vorzugsweise bildet oder sich im frühen Stadium der Entwicklung befindet, also vom entstehenden Atom über die Urnebel bis zu den jungen roten Riesensternen, die in der Nähe der Milchstraße häufiger auftreten. Neben den sichtbaren Nebeln dürften auch die photographischen dunklen Nebelmassen eine Rolle spielen. Derartige Annahmen haben vor allen andern Hypothesen das voraus, daß hierbei Energieumwandlungen zu erwarten sind, wie sie zur Erklärung der Härte der Strahlung gefordert werden müssen. Für die Nernstsche Hypothese sprechen auch die Beobachtungen über die Zunahme der Ionisation und der durchdringenden Strahlung während des Vorüberganges des Halley'schen Kometen an der Erde sowie die theoretischen Überlegungen v. Schweidlers und Seeligers über die möglichen Quellen der Höhenstrahlung. Nach beiden Autoren bleibt als einzige, mit den Beobachtungen Kolhörsters einigermaßen verträgliche Annahme die einer über den ganzen Weltraum verteilten Strahlungsquelle, wobei deren Dichte, d. h. Anordnung der strahlenden Materie im All, nicht berücksichtigt zu werden braucht. Die zunächst von Wigand skizzierte, von Linke näher ausgeführte und von Seeliger umfassend theoretisch behandelte Annahme, daß die Strahlung in gewissen Schichten der Stratosphäre oberhalb der Troposphäre, also von etwa 12 km an aufwärts ihren Ursprung hat, scheitert, wie alle derartigen Erklärungsversuche, an der außerordentlichen Härte der Strahlung, die das Hauptargument für die Nernstsche Hypothese und den kosmischen Ursprung der Höhenstrahlung bildet. Um einen Begriff von der Härte der Strahlung zu geben, sind in der folgenden Zahlentafel 2, die zuerst von Kolhörster bestimmten und dann von anderen berechneten und bestätigten Absorptionskoeffizienten zusammengestellt.

Zahlentafel 2.
Absorptionskoeffizienten der Höhenstrahlung.

Beobachtungen von	Absorbierende Substanz	Berechnet von	Absorptionskoeffizient μ_{H_2O} in cm^{-1}
Kolhörster 0—9300 m	Luft	Kolhörster 1914	$5,5 \cdot 10^{-3}$
" 0—9300 m	"	v. Schweidler 1915	$5,8 \cdot 10^{-3}$
" 0—9300 m	"	Linke 1916	$3,6 \cdot 10^{-3}$
" 0—9300 m	"	Seeliger 1918	$3,8 \cdot 10^{-3}$
" 2300—3500 m	"	Kolhörster 1923	$2,6 \cdot 10^{-3}$
" 2300 m	Eis	"	$1,6 \cdot 10^{-3}$
" 3500 m	"	"	$2,7 \cdot 10^{-3}$
" 40 m	Wasser	"	$2 \cdot 10^{-3}$
Millikan 1400 m	"	Millikan 1925	$1,8—3,0 \cdot 10^{-3}$
" 3900 m	"	"	$1,8—3,0 \cdot 10^{-3}$
Myssowsky und Tuwim 30 m	"	Myssowsky und Tuwim 1925	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Härteste bisher gemessene γ -Strahlung		von RaC	$3,9 \cdot 10^{-2}$
" " "	"	" ThD	$3,3 \cdot 10^{-2}$

Zum Vergleich sind auch die Absorptionskoeffizienten der bisher gemessenen härtesten γ -Strahlen des Radium C und Thorium D angeführt. Diesen gegenüber hat also die

Strahlung einen mindestens 15mal kleineren Absorptionskoeffizienten, und ihre Wellenlänge — denn es dürfte sich um eine elektromagnetische Strahlung handeln — errechnet sich daraus nach Bothes Formel über die Streuung zu $\lambda \approx 2 X$ -Einheiten, $= 2 \cdot 10^{-11}$ cm, ihre Frequenz zu etwa $\nu \approx 1,5 \cdot 10^{21}$, so daß das Wirkungsquantum den außerordentlich hohen Wert von $h \cdot \nu \approx 1 \cdot 10^{-5}$ Erg erhält, einen von keinem andern physikalischen Vorgang bisher erreichten Wert. Im Vergleich mit den bisher bekannten kürzesten γ -Strahlen von $\lambda = 5,6 X$ -Einheiten (Ellis) ist also ihre Wellenlänge noch rund 3mal kleiner, so daß für sie die Kristallgitter viel zu grob sind, um ein Beugungsspektrum hervorzurufen. Wollte man sie durch Entladung in einem Röntgenrohr erzeugen, so müßte man entsprechend der Einsteinschen Formel mit Spannungen von rund 6 Millionen Volt arbeiten.

Ebenso wie die anderen γ -Strahlen wird die Höhenstrahlung natürlich stark gestreut, und die dabei entstehende Sekundärstrahlung ist entsprechend weicher, aber immer noch von der Härte der gewöhnlichen γ -Strahlen. Der Härtungseffekt beim Durchsetzen dicker Schichten macht sich in der geringen Zunahme des Absorptionskoeffizienten mit der Höhe bemerkbar, indem er von etwa $2 \cdot 10^{-3} cm^{-1}$ in Erdnähe bis auf $5 \cdot 10^{-3} cm^{-1}$ in 9000 m Höhe zunimmt, wie aus den Ballonbeobachtungen von Kolhörster hervorgeht.

Die so harte Strahlung ionisiert weniger gut als weichere Strahlen, ihre Ionisationswirkung wird aber durch das Auftreten der Sekundärstrahlen gesteigert, und so ist ihr Einfluß auf den Ionisierungszustand der Atmosphäre sicher von größter Bedeutung, dürfte doch auf sie letzten Endes die Aufrechterhaltung des Erdfeldes zurückzuführen sein.

Sollte die Nernstsche Erklärung über die Entstehung der Höhenstrahlung zutreffen, so würden wir in der Höhenstrahlung ein neues Mittel zur Erforschung des Geschehens im Weltall besitzen, während wir bisher nur auf den Lichtstrahl allein angewiesen waren. [A. 48.]

Fortschritte der Photographie.

Von Dr. WALTER MEIDINGER, Berlin.

(Eingeg. 7. April 1926.)

Bis vor ungefähr 15 Jahren war die photographische Industrie relativ zu anderen Zweigen der chemischen Großindustrie unbedeutend. Sie baute sich auf rein empirischer Grundlage auf und ein allgemein wissenschaftliches Interesse für die photographischen Vorgänge bestand nicht. Erst in neuerer Zeit in engem Zusammenhang mit der immer bedeutungsvolleren Anwendung der Photographie als Hilfsmittel für die gesamten Wissenschaften und vor allem auch mit dem Aufblühen der Filmindustrie ist der photographische Prozeß mehr in den Kreis wissenschaftlicher Arbeiten gezogen worden. Die sehr viel ältere Technik hat hier einen weiten Vorsprung vor der Wissenschaft, wenn auch gerade in dem letzten Jahrzehnt mit dem Aufblühen der Photochemie die Theorie des photographischen Prozesses recht erhebliche Fortschritte gemacht hat. Die Anwendung der Quantentheorie auf die Photochemie, speziell die Aufstellung der Einsteinschen Lichtquantentheorie, hat auch auf die Photographie, dieses Spezialgebiet der Photochemie, sehr anregend gewirkt. Im folgenden wird weniger von prinzipiellen Fortschritten auf technischem Gebiet als vielmehr auf wissenschaftlichem Gebiet zu berichten sein.

Von den Fortschritten in der Technik der Schwarz-Weiß-Photographie ist an erster Stelle als industriell-technisch Bedeutungsvolles die Ausarbeitung und