

Dynamik des Eiweißes

Gesellschaft für physiologische Chemie, Mosbach, 10. und 11. April 1959

W. MAURER, Köln: Die Größe des Umsatzes von Organ- und Plasma-Eiweiß.

Während die Umsatz-Rate von Plasma-Eiweiß durch Injektion isotonenmarkierter Proteine ins Blut verhältnismäßig leicht zu messen ist, läßt sich der Umsatz von Organ-Eiweiß nur aus dem zeitlichen Anstieg der Radioaktivität des Organproteins nach Injektion freier, radioaktiv markierter Aminosäuren (z. B. ^{35}S -Methionin) bestimmen. Ist A_0 [$\mu\text{g}/\text{min}$] die Umsatzrate und $\text{Akt}(T)$ die gesamte innerhalb eines Zeitraumes von T min ins Protein eingebaute Radioaktivität, so läßt sich nach

$$\text{Akt}(T) = A_0 \int_0^T s_t dt \quad (1)$$

die Umsatzrate A_0 berechnen, vorausgesetzt, man kennt s_t , die spezifische Radioaktivität der freien Aminosäure am Ort und zur Zeit der Eiweißsynthese. Es zeigte sich nun, daß nach Injektion von ^{35}S -Methionin ins Blut die Aktivitäten von Serum und Gehirnswasser bereits nach 30 min übereinstimmen und auch im Verlauf weiterer 1,5 h gleich bleiben. Da Ähnliches für Muskel und Leber gilt, darf man also s_t mit der spezifischen Aktivität des freien ^{35}S -Methionins im Serum gleichsetzen. Nach diesem Verfahren ergaben sich beim Kaninchen für die mittlere Lebensdauer von Organeiweiß Zeiten zwischen 1,4 Tagen (Pankreasprotein) und 2 Monaten (Eiweiß der Skelettmuskulatur). Um festzustellen, wie sich die Protein-Umsatzraten der einzelnen Gewebe eines Organes unterscheiden, wurden Autoradiographien angefertigt. Innerhalb eines Organes darf man den Ausdruck $\int_0^T s_t dt$ der Gleichung (1) in erster Näherung als konstant ansehen, so daß die Schwärzung einzelner Stellen der Autoradiographie ein direktes Maß für die Umsatzrate A_0 an den entsprechenden Stellen des Organes darstellt. Daß die Schwärzung wirklich radioaktivem Protein entspricht, wird dadurch bewiesen, daß nach Extraktion des Gewebeschnittes dessen Radioaktivität nur um höchstens 3% geringer ist. Die Verteilung der Schwärzung in der Autoradiographie stimmt mit der Verteilung der Ribonucleinsäure im Gewebeschnitt (Färbung mit Kresylviolett) überein.

V. V. KONINGSBERGER, Utrecht: Die Biosynthese der Proteine und ihr enzymatischer Aspekt.

Aus vielen Arbeiten weiß man heute, daß die Biosynthese der Proteine in 3 Phasen verläuft:

1. Aminosäure + ATP + Enzym \rightleftharpoons Enzym-AMP \sim Aminosäure + Pyrophosphat

Bei dieser Aktivierungsreaktion, entsteht ein Komplex aus Enzym, Adenosin-monophosphat (AMP) und Aminosäure, in dem die Aminosäure über ihre Carboxyl-Gruppe anhydrid-artig an den Phosphat-Rest des AMP gebunden ist. Für jede Aminosäure gibt es ein spezifisches aktivierendes Enzym, von denen bisher vier in reiner Form isoliert wurden. Dagegen gelang es nicht, eines der von diesen Enzymen gebildeten Aminoacylphosphate zu isolieren. Man erhält – vermutlich durch Umlagerung während der Aufarbeitung – nur Ester, in denen die Aminosäure an die 2'- oder 3'-OH-Gruppe der Ribose vom AMP gebunden ist.

In der zweiten Phase der Protein-Biosynthese wird die Aminosäure aus dem Enzym-AMP-Aminosäure-Komplex auf eine lösliche Ribonucleinsäure-Fraktion übertragen. Entweder gibt es dabei für jede Aminosäure einen spezifischen Acceptor, der nur ein Molekül Aminosäure aufnimmt oder ein Molekül der löslichen Ribonucleinsäure kann mehrere Moleküle Aminosäure binden, und nur die Bindungsstellen sind aminosäure-spezifisch.

Die dritte Phase, d. h. die eigentliche Proteinsynthese, spielt sich in den Mikrosomen ab. Über diese 3. Stufe der Eiweißsynthese weiß man am wenigsten. So ist es noch unbekannt, wie die Aminosäuren in die Mikrosomen gelangen, wie sie dort zu Proteinen kondensiert werden und insbesondere, wie die richtige Reihenfolge der Aminosäuren im fertigen Protein entsteht.

Vortr. konnte aus Hefe Peptid-Nucleotide isolieren, die sich wie aktivierte Peptide verhalten (Reaktion mit Hydroxylamin). Als Nucleotid wurde pro Peptidmolekül 1 Molekül AMP gefunden, das esterartig an das Peptid gebunden ist. Die Herkunft dieser Peptid-Nucleotide ist ebenso wie ihre mögliche Beteiligung an der Eiweißsynthese unbekannt.

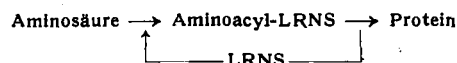
In der Diskussion zu diesem Vortrag berichtete K. Mothes, Halle, über die Eiweißsynthese in Pflanzen. Beim Blühen oder

Fruchten einiger einjähriger Pflanzen vergilben deren untere Blätter, da die Wurzel nicht mehr in der Lage ist, den gestiegenen Stickstoff-Bedarf der Pflanze zu decken. Das Vergilben beruht also auf einem Eiweiß-Abbau im Blatt, der rückgängig gemacht werden kann, indem man über die Blattoberfläche stickstoff-haltige Verbindungen zuführt. Das Blatt ergrünt dann wieder. Am isolierten Blatt versagt dieses Experiment, gelingt aber sofort, wenn man durch hormonale Behandlung des Blattstieles diesen zum Wurzeln gebracht hat. Es muß in den Wurzeln also einen Faktor geben, der erst die Eiweißsynthese im Blatt ermöglicht. In vergilbenden Blättern wandern die Produkte des Eiweißabbaues aus der Spreite in den Stiel. Diese Abwanderung ist bei älteren Blättern wesentlich stärker als in jüngeren, die demnach einen Faktor enthalten müssen, der das Abströmen verhindert. Vortr. fand nun, daß Besprühen der Blattspreite mit dem bisher nur als Zellteilungsfaktor bekannten Kinetin (6-Furfuryl-aminopurin) gleichfalls das Abwandern von Stickstoff-Verbindungen in den Stiel verhindert. Besprüht man isolierte Blätter von *Nicotiana rustica* halbsseitig mit Kinetin und führt ihnen über den Stiel ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ zu, so befinden sich schon nach 1 Tag mehr als 40% des aufgenommenen ^{15}N in der mit Kinetin behandelten Hälfte, 20% im Stiel und der Rest in der unbehandelten Hälfte des Blattes. Nach 8 Tagen betragen die entsprechenden Werte etwa 50, 30 und 20%. Unter dem Einfluß des Kinetins werden Stickstoff-Verbindungen also in den Blattzellen akkumuliert, unabhängig davon, ob die Zellen Eiweiß synthetisieren oder nicht.

F. GROS, Paris: Die Aktivierung der Aminosäuren und die Beteiligung niedermolekularer Ribonucleinsäuren.

In der zweiten Phase der Protein-Biosynthese werden die aktivierten Aminosäuren auf niedermolekulare, lösliche Ribonucleinsäure (LRNS) übertragen.

Vortr. untersuchte an *Escherichia coli*, ob sich in den Bakterienzellen solche Aminoacyl-LRNS-Verbindungen nachweisen lassen und ob diese sich tatsächlich wie Zwischenprodukte der Protein-Synthese verhalten. Dazu wurde Ribonucleinsäure aus Bakterien isoliert, die in Gegenwart radioaktiv markierter Aminosäuren gewachsen waren. Durch Triethoxysäure-Fällung, Dialyse und Elektrophorese läßt sich die Radioaktivität praktisch nicht von der Ribonucleinsäure trennen. Fraktioniert man die RNS durch Zentrifugieren, so bleiben mehr als 90% der Radioaktivität im Überstand. – Gibt man zu einer mit ^{35}S -Methionin ernährten Bakterienkultur das 50-fache an unmarkiertem Methionin, so geht der ^{35}S -Gehalt der RNS innerhalb 4 min auf 0 zurück. Entweder ist also die Bildung der Aminoacyl-LRNS reversibel oder die Aminosäuren werden sehr rasch zur Protein-Synthese verbraucht und genügend freie LRNS steht dadurch ständig zur Verfügung:



Verlangsamt man die Proteinsynthese durch Chloromycetin, so geht die Geschwindigkeit des Einbaues von ^{35}S -Methionin in die RNS in gleichem Maße zurück und nach Zusatz unmarkierten Methionins nimmt die ^{35}S -Aktivität der RNS gleichfalls sehr viel langsamer wieder ab. Das Ergebnis dieses Experimentes wurde an einem Stamm, für den Methionin und Histidin essentielle Aminosäuren sind, überprüft. Das Nährmedium enthielt zunächst keine der beiden Aminosäuren, so daß die Bakterien kein Protein synthetisieren konnten. Setzte man dann ^{35}S -Methionin hinzu, so wurde dies rasch an RNS gebunden, unabhängig davon, ob Histidin anwesend war oder nicht, d. h. die Bildung der Aminoacyl-LRNS ist von der funktionierenden Protein-Synthese unabhängig. Gibt man zur Bakterienkultur aber ^{14}C -Valin, so erscheint die ^{14}C -Aktivität in der RNS in Abwesenheit der beiden essentiellen Aminosäuren langsamer als in deren Gegenwart, d. h. die Erneuerung des Aminoacyl-LRNS-Pools ist von der funktionierenden Proteinsynthese abhängig.

Was geschieht nun, wenn die RNS der Bakterien modifiziert wird? Setzt man dem Nährmedium 5-Fluor-uracil hinzu, so wird das Wachstum der Bakterien verlangsamt. Die Fähigkeit der durch Einbau von Fluoruracil veränderten RNS zur Bindung von Phenylalanin, Methionin, Valin und Arginin bleibt praktisch gleich, nimmt aber für Prolin um etwa 30–40% ab. Entsprechend findet man im Zellprotein der mit Fluoruracil gewachsenen Kultur 25% weniger Prolin. Von allen anderen bisher untersuchten

Aminosäuren ist nur Tyrosin noch vermindert. 5-Fluor-uracil hemmt also offenbar recht spezifisch die Bindungsfähigkeit der LRNS für zwei Aminosäuren.

P. W. JUNGBLUT, Würzburg: Die Eiweißsynthese in den Leber-Mikrosomen.

Lebermikrosomen wurden mit Desoxycholat extrahiert und auf diese Weise die aus Ribonucleoprotein bestehenden Grana von den Membrananteilen getrennt. Es zeigte sich, daß nach Applikation radioaktiv markierter Aminosäuren die Radioaktivität zuerst im Ribonucleoprotein erscheint und später ins Cytoplasma wandert, bzw. im Desoxycholat-Extrakt zu finden ist. Experimentiert man mit Tieren, in denen die Synthese des Serum-Albumins durch einen vorherigen Aderlaß stimuliert wurde, so findet man im Serum insgesamt drei Fraktionen, die mit Anti-Albumin eine Fällung geben. In Einbauversuchen an der durchströmten Leber sind die drei Fraktionen bereits nach 2 min radioaktiv markiert. Suspendiert man Ribonucleoprotein-Partikel in Agar und läßt Antialbumin dagegen diffundieren, so entsteht eine Fällungszone, d. h. die RNP-Partikel enthalten eine mit Albumin verwandte Substanz, die aber vermutlich nur Haptencharakter hat.

J. MONOD, Paris: Adaptive Enzymbildung.

Da Prof. Monod verhindert war, berichtete Dr. Gros, Paris, über neue Arbeiten Monods. Als adaptive Enzymbildung bezeichnet man die Erscheinung, daß gewisse Bakterien-Mutanten Enzyme nur dann bilden, wenn sie dazu durch einen im Nährmedium befindlichen Induktor angeregt werden. Ob ein Enzym (z. B. β -Galactosidase in *E. coli*-Mutanten) konstitutiv (d. h. von vornherein vorhanden) oder induzierbar ist, hängt von der genetischen Struktur der Mutante ab. Zwei Gene kontrollieren die Synthese des Enzyms: das Gen Z bestimmt die Natur des synthetisierten Proteins ($Z^+ \rightarrow \beta$ -Galactosidase; $Z^- \rightarrow$ Protein, das mit β -Galactosidase immunologisch kreuzreagiert, aber keine enzymatische Aktivität besitzt), das Gen i bestimmt, ob das durch Z vorgeschriebene Protein konstitutiv (i^-) oder induzierbar (i^+) ist. Für die Wirkung des Genes i gibt es zwei einander ausschließende Hypothesen: 1. konstitutive Mutanten erzeugen einen internen Induktor, der den induzierbaren Mutanten fehlt, oder 2. induzierbare Mutanten erzeugen einen internen Inhibitor, der die Synthese des durch das Gen Z bestimmten Proteins verhindert und der bei den konstitutiven Mutanten fehlt. Diese zweite Hypothese konnte jetzt durch Rekombinations-Versuche bestätigt werden:

Gelangt das Chromosom einer *E. coli*-Zelle mit den Genen Z^+i^+ (= induzierbar für β -Galactosidase) in eine Zelle mit den Genen Z^-i^- (konstitutiv für ein Protein ohne β -Galactosidase-Aktivität), so erhält diese den Genbestand Z^-i^+ , Z^+i^+ und beginnt sofort mit der Synthese der β -Galactosidase, die aber nach einiger Zeit aufhört, weil das Gen i^+ jetzt einen internen Inhibitor erzeugt. Dagegen findet nach Rekombination zwischen einer Zelle des Typs Z^+i^+ (induzierbar für β -Galactosidase) und einem Chromosom mit den Genen Z^+i^- (konstitutiv für β -Galactosidase) trotz des fast gleichartigen Genbestandes der neuen Zelle (Z^+i^+ , Z^+i^-) in dieser keine β -Galactosidase-Synthese statt. Die Erklärung ist, daß diesmal die Zelle, die das Chromosom aufnahm, induzierbar war und also im Cytoplasma einen Inhibitor enthielt, der trotz des hinzukommenden Gens i^- die Synthese des Enzyms verhindert.

HERMANN E. SCHULTZE, Marburg: Die Bildung der Antikörper.

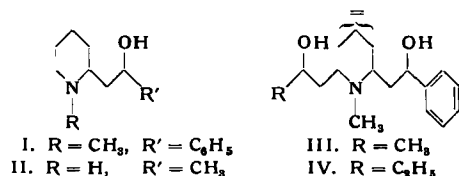
Die Mechanismen, nach denen der tierische Organismus Proteine herstellt, die die Eigenschaft haben, mit Antigenen unter Praecipitation zu reagieren, sind nach wie vor unklar. Ihre Untersuchung ist vor allem dadurch erschwert, daß zwischen Antikörpern und γ -Globulinen, die sich nicht wie Antikörper verhalten, bis heute weder mit chemischen noch mit physikalischen Mitteln ein Unterschied gefunden werden konnte. Man muß also annehmen, daß die Reaktionsweise der Antikörper durch Besonderheiten ihrer sekundären und tertiären Struktur bedingt ist. Als Bildungsstätten der Antikörper kommen vor allem Plasmazellen und das reticulo-endotheliale System in Frage. Die Stellen, an denen Antikörper gebildet werden, lassen sich durch Fluoreszenz-Farbstoffe, die man an das Antigen kuppelt, sichtbar machen. Es scheint, daß eine Zelle nur eine Antikörper-Art produzieren kann. Durch Röntgenstrahlung wird die erste Phase der Antikörperbildung gehemmt. Möglicherweise handelt es sich dabei um die Einschleusung des Antigens. Je nach Applikationsart verbleibt das Antigen mehr oder weniger lange im Körper des Tieres, z. B. konnte nach Injektion von Rinder- γ -Globulin, das mit ^{35}S -Sulfanilsäure markiert war, die Radioaktivität noch nach 100 Tagen in den Mitochondrien der Milz eines Kaninchens nachgewiesen werden. Die Antigen-Aktivität reicht sich dabei in den Ribonucleinsäure-Fractionen an. Isoliert man Milzzellen aus einem mit Antigen behandelten Organismus, so produzieren diese Zellen in vitro nach erneutem Antigen-Reiz Antikörper. [VB 185]

GDCh-Ortsverband Wuppertal-Hagen

am 11. März 1959 in Wuppertal

B. FRANCK, Göttingen: Sedum-Alkaloide.

Unter 12 in Europa und Asien einheimischen Sedumarten (Fam. Crassulaceae) hat *Sedum acre* L. (Mauerpfeffer) den höchsten Gehalt an Alkaloiden¹⁾, die wegen blutdrucksenkender und darmanregender Wirkung medizinisches Interesse besitzen. Sedinin, eines der beiden neben Sedamin (I), Sedridin (II) und Isopelletierin neu aus *Sedum acre* isolierten, isomeren Alkaloide $\text{C}_{17}\text{H}_{25}\text{NO}_2$, erwies sich als 8-Methyl-10-phenyl-dehydrolobelinol (III)²⁾ und ist dem von H. Wieland in *Lobelia inflata* aufgefundenen Lobinanidin (IV)³⁾ ähnlich. Sedinon, das zweite neue Alkaloid, von dem nur geringe Mengen zur Verfügung standen, besitzt verwandte Struktur mit einer Keto-Gruppe in der aliphatischen



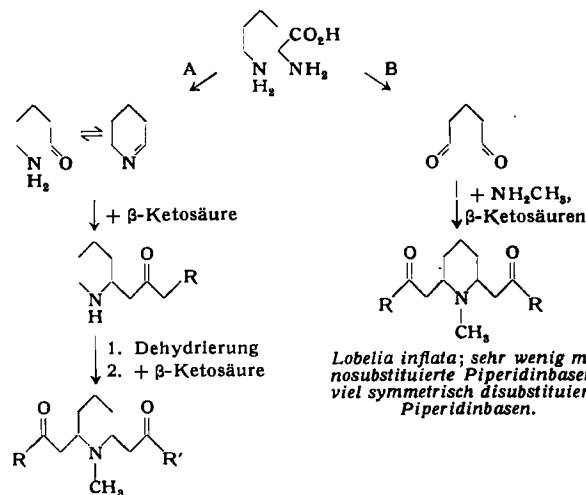
Seitenkette. Für die Doppelbindung, deren Ort im Piperidin-Ring auch beim Lobinanidin noch nicht festgelegt ist, kommt nach biogenetischen Überlegungen eine β,γ -Stellung in Betracht, weil die C_5 -Einheit des Piperidin-Ringes über Lysin und γ -Ketodiamino-pimelinsäure aus Asparaginsäure hervorgeht. In Übereinstimmung damit ließ das mit Siliciumtetramethyl als Referenzsubstanz in Tetrachlorkohlenstoff gemessene kernmagnetische Resonanz-Spektrum vom Sedinin zwei H-Kerne an doppelt gebundenen Kohlenstoffatomen erkennen.

¹⁾ B. Franck, Chem. Ber. 91, 2803 [1958].

²⁾ B. Franck, Chem. Ber. im Druck.

³⁾ H. Wieland, W. Koschka, E. Dane, J. Renz, W. Schwarze u. W. Linde, Liebigs Ann. Chem. 540, 103 [1939].

Das Alkaloid-Sortiment aus *S. acre* ist dem der *Lobelia inflata* strukturell nahe verwandt, was für die Pflanzensystematik von Interesse ist, weil beide Pflanzen nicht nur verschiedenen Familien, sondern auch verschiedenen Ordnungen angehören. Charakteristische Unterschiede des Mengenverhältnisses lassen jedoch darauf schließen, daß die Biosynthese bei *S. acre* und *L. inflata*⁴⁾ auf verschiedenen Wegen verläuft, die sich in der Art der aus Lysin gebildeten Vorstufe unterscheiden:



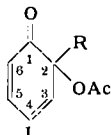
8-Methyl-10-phenyl-lobelidion (V) wurde für die Konstitutionsermittlung des Sedinins dem Biosyntheseweg B entsprechend nach C. Schöpf⁴) durch Kondensation von Glutardialdehyd und Methylamin mit einem Gemisch aus Acetessigsäure und Benzoylessigsäure unter zellmöglichen Bedingungen dargestellt, wobei die beiden symmetrisch disubstituierten Lobelidione als Nebenprodukte entstehen. Außerdem wurde versucht, unsymmetrisch disubstituierte Lobelidione (V), Lobelionole und Lobelidole entsprechend Syntheseweg A darzustellen. [VB 182]

GDCh-Ortsverband Ludwigshafen/Rh.-Mannheim

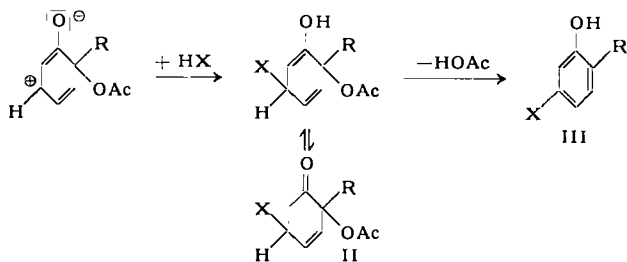
am 11. März 1959 in Ludwigshafen

F. WESSELY, Wien: Über Chinole als Zwischenprodukte für Synthesen.

o-Chinol-acetate (I, die Stellungen 3, 4 und 6 können durch Alkyl- oder Aryl-Reste substituiert sein) sind u. a. als Ausgangs-



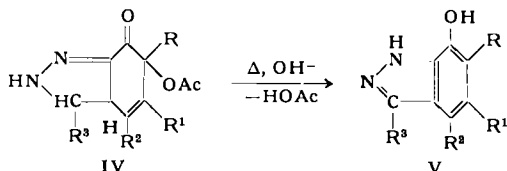
material für die Synthese von sonst zumindest schwer zugänglichen m-substituierten Phenolen (III) von Interesse. Sie reagieren nach dem Schema:



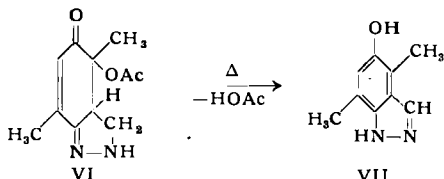
X = Alkyl-, Aryl-, $\text{CH}_2\text{CO}_2\text{R}$, $-\text{CH}_2\text{CO}_2\text{R}$, $-\text{CN}$, CH_2S , RHN , RRN , $-\text{C}(\text{CO}_2\text{R})_2\text{NHAc}$

Nur in seltenen Fällen lassen sich Cyclohexenone (II) isolieren. Mit H statt Ac erhält man sie, wenn die freien Chinole (I, H statt Ac) verwendet werden.

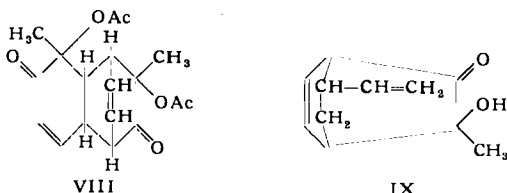
Die Aromatisierung zu Verbindungen des Typs III bleibt aus bei der Einwirkung von Diazo-alkanen auf I. Es entstehen (bei nur durch H substituierter Stellung 5 und 6) Verbindungen des Typs IV, die sich in 7-Hydroxy-indazole (V) überführen lassen. Diese sind, wenn $\text{R}_3 = \text{H}$, leicht oxydativ dimerisierbar.



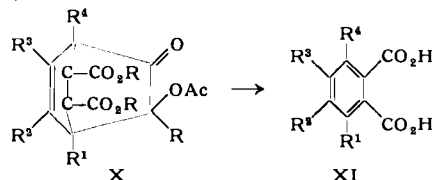
In die Reihe der 5-Hydroxy-indazole (VII) führt die Addition von Diazo-alkanen an z. B. 2,5-Dimethyl-o-chinol-acetat und Aromatisierung von VI.



Die o-Chinol-acetate lassen sich unter verschiedenen Bedingungen dimerisieren. So liefert 2-Methyl-o-chinol-acetat (I, $\text{R} = \text{CH}_3$) die Verbindung VIII. Auch Dienen, z. B. Butadien oder Cyclobutadien gegenüber verhalten sich die o-Chinol-acetate als Diene.



So entsteht z. B. die Verbindung IX. Mit Acetylen-dicarbon-säure-ester erhielten wir Stoffe vom Typ X, die sich in o-Phthal-säuren (XI) umwandeln ließen.



[VB 179]

Physikalische Gesellschaft Württemberg-Baden-Pfalz

12. bis 18. März 1959 in Ulm

Aus den Vorträgen:

L. LASSEN, Heidelberg: Die Anlagerung radioaktiver Atome an Aerosole (Schwebstoffe).

Die Anlagerung der Zerfallsprodukte von Thorium-Emanation an Aerosole wurde für kugelförmige Teilchen mit Radien $\text{R} = 0,08$ bis $0,55 \mu$ in Abhängigkeit von der Tröpfchengröße bestimmt. In den Experimenten wurden Dioctylphthalat-Nebel verwendet, deren Teilchengröße jeweils auf etwa $\pm 10\%$ homogen war. Innerhalb der Meßfehler läßt sich die Größenabhängigkeit der Anlagerung für die oben angegebenen Teilchenradien beschreiben durch eine „Beladungsfunktion“ von der Form $\text{R}^2/(1 + h\text{R})$.

Diese Beladungsfunktion folgt auch theoretisch, wenn man die Anlagerung als Diffusionsvorgang ansieht und die Dichteverteilung der diffundierenden Atome als quasistationär annimmt. Die Konstante h in der Beladungsfunktion ist eindeutig bestimmt durch die mittlere gaskinetische Geschwindigkeit und die Diffusionskonstante der diffundierenden Atome und ergibt sich für die Zerfallsprodukte von Thorium- bzw. Radium-Emanation (Atomgewicht ≈ 210) zu $h \approx 7 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1}$. Es wird angenommen, daß die ermittelte Beladungsfunktion für weite Teilchengrößen-Bereiche Gültigkeit besitzt, sofern nicht elektrostatische Kräfte bei der Anlagerung eine dominierende Rolle spielen. Für Teilchenradien oberhalb etwa 10^{-4} cm fordert sie, daß die Anlagerung proportional zum Radius (R) verläuft; entsprechend ergibt sich für Teilchenradien unterhalb etwa 10^{-6} cm ein der Oberfläche (R^2) proportionaler Verlauf. Die theoretischen Überlegungen gestatten es gleichzeitig, Aussagen über den zeitlichen Verlauf der Beladung zu machen. Die zeitliche Abnahme der mittleren Konzentration der radioaktiven Atome folgt einem Exponentialgesetz $\exp(-t/\tau)$ mit

$$\tau = \frac{1 + h\text{R}}{\pi \text{R}^2 \text{N} \bar{v}}$$

Dabei ist \bar{v} die mittlere gaskinetische Geschwindigkeit der diffundierenden Atome und N die Aerosolkonzentration.

R. MÜHLEISEN, Weißenau: Experimentelle Hinweise auf freie Elektronen in der unteren Atmosphäre.

Bei luftelektrischen Untersuchungen wird eine Raumladungsbildung gefunden, welche beim Verdampfen und Kondensieren von Wasser an Oberflächen, insbesondere an der Oberfläche von Kondensationskernen an der Luft auftritt. Diese Entdeckung hat wahrscheinlich erhebliche Bedeutung bei der Umbildung von Nebel und Wolken und für die Größen-Änderungen der Kondensationskerne in der Luft.

Vortr. hat deshalb nach der Ursache für diese Raumladungsbildungen gesucht und folgende Hypothese aufgestellt: Während der Verdampfung und Kondensation von Wasser müssen die bei der normalen Ionisation entstehenden Elektronen eine größere Lebensdauer haben als gewöhnlich oder es müssen zusätzlich Elektronen entstehen. Durch Diffusion können diese Elektronen den Raum ihrer Bildung verlassen, wo sie deshalb eine positive Raumladung zurücklassen und in anderen Schichten durch Anlagerung negative Raumladung hervorbringen. Für diese Hypothese konnten weitere Beweise gefunden werden. Die luftelektrische Feldstärke am Erdboden zeigt in der Zeit starker Änderungen der relativen Feuchtigkeit häufig ein umgekehrtes Verhalten wie die Feldstärke wenige Meter über dem Boden. Ebenso verhält sich gelegentlich der vertikale Leitungsstrom, der während der Raumladungsbildung negatives Vorzeichen aufweist trotz positiven luftelektrischen Feldes. Die Abweichungen gegenüber dem normalen Verhalten lassen sich durch Elektronen erklären, welche zur Erdoberfläche diffundieren. Auch die Vermutung, daß an der Obergrenze von Dunstsichten positive und negative Raumladungen übereinander vorkommen, konnte mit einer luftelektrischen Fesselballonradiosonde bestätigt werden.

So ist es also sehr wahrscheinlich, daß merkliche Elektronen-Konzentrationen auch in der unteren Atmosphäre vorkommen, wenn Phasenänderungen des Wassers in Luft auftreten.

J. ZÄHRINGER, S. KALBITZER und H. FECHTIG, Heidelberg: Ein statisch betriebenes Massenspektrometer zur Messung kleiner Gasmengen.

Zur Messung von Edelgasmengen bis herab zu 10^{-10} cm³ wurde ein statisch arbeitendes 60°-Massenspektrometer gebaut. Das Ionenrohr besteht aus Molybdänglas und ist zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen innen mit Zinn verspiegelt. Mit Quecksilberdiffusionspumpen wurde ein Endvakuum von 10^{-8} Torr erreicht. Das Spektrometer ist einschließlich der Metallhähne zwischen Aufschlußteil und Pumpsystem bis 400 °C ausheizbar. Zum Bau der Elektronenstoßionenquelle wurde als Werkstoff Vacromium und als Isoliermaterial Saphirkugeln verwendet. Um den Untergrund klein zu halten, wird die Elektronenemission auf 40 µA beschränkt. Der Ionenstrahl trifft auf die erste Dynode eines 7-stufigen Ag-Mg-Multipliers; das verstärkte Signal wird von einem Schreiber aufgezeichnet. Die Widerstände zur Spannungsversorgung des Multipliers wurden in Glas eingeschmolzen

	Empfindlichkeit pro 10^{-10} cm ³	Untergrund
He ³	0,5 mV	2,0 mV
He ⁴	0,6 mV	0,2 mV
Ne ²⁰		3,0 mV
Ne ²¹	0,4 mV	—
Ne ²²		0,5 mV
A ³⁶		0,6 mV
A ³⁸	2,5 mV	0,7 mV
A ⁴⁰		10,0 mV

Ableitwiderstand 10^8 Ohm

und ins Vakuumsystem eingebaut. Bei 2 kV Betriebsspannung beträgt der Verstärkungsfaktor des Multipliers $2 \cdot 10^6$. Das Spektrometer wird mit bekannten Edelgasmengen geeicht, die mit den zu messenden Mengen vergleichbar sind. Empfindlichkeit und Untergrund des Spektrometers zeigt die Tabelle. [VB 180]

Glastechnische Tagung

vom 17.—18. März 1959 in Hamburg

Die 33. Glastechnische Tagung war mit der 27. Mitgliederversammlung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft verbunden. Aus den Vorträgen:

E. DEEG und A. DIETZEL, Würzburg: Über den Spannungsnachweis in undurchsichtigen Gläsern (vorgetr. von A. Dietzel).

In stark gefärbten oder getrübbten Gläsern mit einer Durchlässigkeit im Infrarot konnten Spannungsverteilungen sichtbar gemacht werden, indem ein mit einem Infrarotfilter abgedeckter Autoscheinwerfer, eine mit zwei Nicolischen Prismen versehene spannungsoptische Prüfeinrichtung und ein Infrarotbildwandler verwendet wurde. Derartige Infrarotbildwandler übertragen ein „Infrarotbild“ in den sichtbaren Spektralbereich und sind auch zur Prüfung von Kunststoffen geeignet. Durch diese Anordnung reicht nunmehr der spannungsoptische Nachweis vom sichtbaren Gebiet über das IR bis zu den mm-, cm- und dem-Wellen zum Nachweis von Texturen und Lunkern z. B. in Steinmaterial.

J. M. STEVELS, Eindhoven (Holland): Netzwerkfehler in kristallinischem und glasigem SiO₂.

Netzwerkfehler, verursacht durch Verunreinigungen (Al, Ge, Na, Li und Wasser) sind in kristallinem und glasigem SiO₂ praktisch immer vorhanden. Diese durch Einbau von Fremddionen bedingten Fehlstellen wurden in vier Typen aufgedgliedert. Die Größenordnung solcher Verunreinigungen liegt bei 10^{-6} g pro g SiO₂ und darunter; diese sind chemisch analytisch nicht mehr nachweisbar, jedoch mit Hilfe physikalischer Methoden. Aus Absorptionsmessungen und dielektrischen Verlustmessungen bei niedrigen Temperaturen (z. B. 38 °K) ließen sich nach Lage und Intensität der Maxima Aussagen über die Art und die Konzentration der Verunreinigungen gewinnen. Paramagnetische Resonanzmessungen sprechen ebenfalls auf die Art der Fremddionen und insbes. auf einen Über- oder Unterschuß an Elektronen (Defekt-Elektronen) an. Die durch Bestrahlung mit elektromagnetischen Wellen (kurzwelligem UV, Röntgen- oder γ-Strahlen), sowie Neutronen teilweise entstehenden Verfärbungen konnten bestimmten an die Verunreinigungen gebundenen Farbzentren, auch O-Zentren zugeordnet werden. Bei Neutronen-Bestrahlung tritt eine teilweise Verglasung im kristallinen SiO₂ auf.

E. KORDES und E. WÖRSTER, Bonn: Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und Lichtdurchlässigkeit im ultravioletten und nahen ultraroten Gebiet bei farblosen Gläsern (vorgetr. von E. Kordes).

Der Einfluß der Zusammensetzung auf die Lichtdurchlässigkeit im Bereich von 200 bis 2000 µ wurde an einfachen binären Gläsern, deren eine Komponente SiO₂, B₂O₃ oder P₂O₅, die andere

LiO₂, Na₂O oder K₂O bzw. BeO, MgO, CaO, BaO, ZnO oder PbO war, untersucht. In Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen an kompliziert zusammengesetzten Silicat- und Borat-Gläsern wurde gefunden, daß sich die Grenze der Durchlässigkeit im UV mit zunehmendem Gehalt an basischem Oxyd nach längeren Wellen verschiebt. Bei binären Phosphat-Gläsern hingegen verschiebt sich diese Grenze mit steigendem Gehalt an M₂O bzw. MO im Bereich kleinerer Konzentrationen im allem. zunächst nach kürzeren Wellen und weist bei etwa 20 bis 30 Mol-% M₂O bzw. MO ein Minimum im UV auf. Mit weiterhin zunehmendem Gehalt an M₂O bzw. MO geht diese Durchlässigkeitsgrenze wie bei den Silicat- und Borat-Gläsern nach längeren Wellen. Farblose binäre Phosphat-Gläser zeigen im Vergleich mit entspr. binären Silicat- und Borat-Gläsern vielfach eine hohe Lichtdurchlässigkeit im UV wie auch im nahen Infrarot-Gebiet. Das Verhalten der Phosphat-Gläser wird mit dem durch Einbau von basischen Oxyden verschieden geänderten Verhältnis von Brücken- zu Ecken-Sauerstoffen im Glasgerüst zu deuten versucht. — Die sauren binären Phosphat-Gläser mit 20 bis 30 Mol-% an basischem Oxyd und hoher Lichtdurchlässigkeit im UV sind chemisch wenig resistent, teilweise sogar hygroskopisch. Durch geeignete Zusätze kann ihre chemische Resistenz verbessert werden ohne zu starke Herabminderung der hohen UV-Durchlässigkeit.

A. DIETZEL und R. BRÜCKNER, Würzburg: Über die Beweglichkeit von Sulfat in der Glasschmelze (vorgetr. von A. Dietzel).

Folgende Untersuchungen sind zwischen 1100 und 1300 °C ausgeführt worden:

1. Übersichten von Glas mit Na₂SO₄,
2. Überleiten von SO₃ (2 SO₂ + O₂) über Glas,
3. Übersichten von sulfat-freiem mit sulfat-haltigem Glas.

Im ersten Fall wandern Na₂O und Sulfat in das Glas ein und zwar wesentlich mehr Na₂O als dem stöchiometrischen Verhältnis von Na₂SO₄ entspricht. Dieser Vorgang hängt von der Temperatur, vom Wasserdampfgehalt und der Strömungsgeschwindigkeit der Gasatmosphäre (Luft) ab. Während durch Anfärben mit Kobaltoxyd keine Konvektion nachweisbar war, zeigten schlierenoptische Bilder zum Teil starke Konvektion, die durch Dichteänderungen oder Grenzflächenaktivität zwischen Glas, Na₂SO₄ und Tiegelwand, also Dynaktivität verursacht wird. Im zweiten Fall wandert Sulfat ins Glas, Na₂O zur Oberfläche. Auch hier tritt Konvektion auf und die Ergebnisse hängen ebenfalls vom Wasserdampfgehalt der SO₃-Atmosphäre ab. Im dritten Fall liegt offenbar reine Diffusion vor. Die Eindringgeschwindigkeit ist um Größenordnungen kleiner als in den beiden anderen Fällen.

L. ŽAGAR und A. SCHILLMÖLLER, Aachen: Über die physikalisch-chemischen Vorgänge bei der Wasserauslaugung von Glasoberflächen (vorgetr. von L. Žagar).

Für diese Auslaugungsversuche mit Wasser wurden Glaskugeln (feuerpolierte Oberfläche) und Glasgrieß (Bruchflächen) verwendet. Man hat die spez. Oberfläche der Glasproben ermittelt und durch mikroanalytische Verfahren sämtliche ausgelaugten Bestandteile quantitativ erfaßt. Bei einer Versuchsreihe blieben die ausgelaugten Substanzen mit dem Glas in Berührung, bei der anderen wurden sie laufend entfernt, wodurch die Auslaugung beschleunigt wurde. Variiert wurden weiterhin die chemische Zusammensetzung des Glases, die Temperatur des Wasserbades und die Reaktionsdauer. Die Auswertung der Ergebnisse unter Heranziehung des Fickschen Gesetzes, der Berechnung von Diffusionskoeffizienten und die Berücksichtigung von Aktivierungsenergien ergab, daß die Wasserlaugung von Glas zwei getrennte Vorgänge umfaßt: 1. reine Diffusion und 2. „Hydrolyse“, an der insbes. die Kieselsäure beteiligt ist. Mit steigender Auslaugtemperatur werden die Diffusionsvorgänge überdeckt. An feuerpolierten Oberflächen scheint die Diffusion langsamer vorstatten zu gehen als an Bruchflächen.

C. KRÖGER, Aachen: Über das Wärmeleitvermögen des einschmelzenden Gemenges.

Das Wärmeleitvermögen eines Glasgemenges ist von der Schüttdichte abhängig, setzt sich additiv aus den für die Komponenten geltenden Werten zusammen und steigt etwa proportional mit der Temperatur an, und zwar solange, bis im Gemenge Festkörperreaktionen bzw. Reaktionen unter Schmelzbildung auftreten. Festkörperreaktionen unter Gasbildung bewirken eine Erniedrigung, Reaktionen unter Schmelzbildung eine Erhöhung des Wärmeleitvermögens. Letztere treten im System Soda-Kalkstein-Quarz praktisch unabhängig von der Gemengezusammensetzung bei 760 °C auf. Infolge des Strahlungseinflusses steigt dann die Wärmeleitfähigkeit der Gemenge farbloser Gläser steil, die farbiger Gläser mehr oder weniger schwach an, je nach Konzentration und Art des Farboxydes. Untersucht wurden fünf reine Soda-Kalksteine-Quarz-Gemenge und elf technische Glassätze. [VB 181]