

Manche Fluoride mit komplex gebundenem Fluor, wie z. B. BeF_2 , NaBeF_3 müssen vor der Titration aufgeschlossen werden, da sonst viel zu niedrige F-Werte gefunden werden. Beim Aufschluß³⁾ entfällt die zeitraubende Abscheidung der Kieselsäure.

Beispiel der Analyse eines komplexen Fluorids

0,2 g Natrium-berylliumfluorid werden mit 0,6 g Quarzpulver und 3 g Natrium-kaliumcarbonat im Platintiegel aufgeschlossen. Man erhitzt zunächst langsam, um ein Überschaumen zu verhindern. Wenn die Gasentwicklung aufgehört hat, ist der Aufschluß beendet. Die Schmelze wird in einer Porzellanschale mit Wasser aus dem Tiegel herausgelöst, 1 h im 80–90° heißen Wasser (Becherglas) gerührt und filtriert. Das Filtrat enthält das Fluor und die Kieselsäure. Das Fluor wird unmittelbar (ohne daß die Kieselsäure abgeschieden wird) bestimmt, indem ein entsprechender Anteil (20,25 mg Fluor) des Filtrates auf 150 cm³ aufgefüllt und wie beschrieben titriert wird.

Substanz	Zirkonchlorid-Methode % F	Bleichlorofluorid-Methode (n. Starck) % F
Natriumberylliumfluorid	56,8	57,3
	57,1	
Natriumberylliumfluorid	56,9	56,9
	57,0	56,8

Für die Analyse von Kryolith eignet die Methode sich nicht ohne weiteres, da meist zu niedrige Fluor-Werte erhalten werden. Es sei denn, daß man durch eine der üblichen Methoden (Abdestillation des Fluors als H_2SiF_6) das Aluminium vom Fluor vor dem weiteren Analysengang abtrennt. Besonders geeignet ist die Methode dagegen zur Bestimmung sehr kleiner Mengen Fluor. So können Fluoride von geringer Löslichkeit, wie z. B. Kaliumsilicofluorid bequem analysiert werden.

Die geringste bestimmbare F-Menge ist durch die Ablesbarkeit der Mikrobürette (0,01 cm³) gegeben und beträgt ca. 0,15 mg Fluor. Da, wie aus den Tabellen hervorgeht, auch bei Abwesenheit von Fluor 0,02 cm³ Zirkon-Lösung zu einem Umschlag ver-

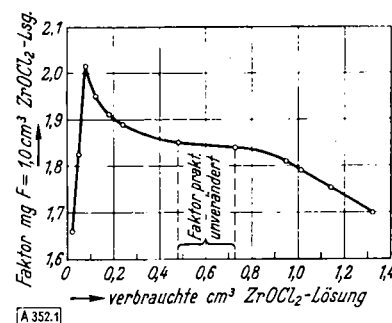
³⁾ F. P. Treadwell: Lehrbuch der analytischen Chemie, 11. Bd. [1927], S. 402.

braucht werden, ist es bei Mengen unter 0,5 mg Fluor nötig, von vornherein 0,5 mg Fluor (Abpipettieren einer sehr verdünnten NaF-Lösung) zuzusetzen, um den Schwellenwert von 0,03 cm³ verbrauchter Zirkonsalz-Lösung zu erreichen. Durch entspr. Änderungen wird die Methode speziell für die Bestimmung noch kleinerer Mengen modifiziert werden können. Man wird dann mit kleineren Mengen Indikator, kleineren Flüssigkeitsmengen

Angew. Menge F mg	Verbrauchte Menge ZrOCl_2 -Lösung cm ³	Faktor 1 cm ³ = mg F
0,00	0,02	0,00
0,50	0,03	16,6
0,66	0,04	16,6
0,90	0,05	18,1
1,81	0,09	20,1
2,71	0,12	19,5
3,61	0,19	19,1
4,52	0,24	18,87
9,05	0,49	18,47
13,60	0,74	18,35
18,10	1,01	17,92
19,90	1,14	17,5
22,62	1,33	17,0

Tabelle 1

Abhängigkeit des Faktors einer ZrOCl_2 -Lösung von der bei der Titration verbrauchten Menge



(Mikrogefäße) und verdünnter Zirkonsalz-Lösung arbeiten. Die so entwickelte Methode ist ein Mittel, um mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand an Lösungen schnelle und genaue Fluor-Bestimmungen an zahlreichen fluor-haltigen Substanzen auszuführen.

Die Arbeiten wurden im Wissenschaftlichen Laboratorium der IG-Farbenindustrie A.-G., Bitterfeld, gemeinsam mit cand. chem. Seybold und R. Ziegler anlässlich der Analyse fluor-haltiger Verbindungen bis zum 15. Juni 1939 vorgenommen. Diesen Herren sei hier für ihre Mitarbeit gedankt.

Eingeg. am 2. März 1951

[A 352]

Versammlungsberichte

50. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft

Göttingen, 8. bis 6. Mai 1951

Prof. K. F. Bonhoeffer, Göttingen, begrüßte in seiner Eröffnungsansprache als erster Vorsitzender die Teilnehmer, insbes. die ausländischen Gäste und Vortragenden sowie die Vertreter von Staat und Behörden. Prof. W. Heisenberg, Göttingen, Präsident des Forschungsrates und der Göttinger Akademie der Wissenschaften sprach sodann gleichzeitig im Namen aller wissenschaftlichen Verbände. Es folgte die Verleihung der Bunsen-Denkünze an Prof. H. v. Wartenberg, als „dem Meister physikalisch-chemischer Experimentierkunst, der mit einfachen Hilfsmitteln in die experimentell schwierigsten Gebiete vorgedrungen ist und uns durch seine Arbeiten insbes. die Chemie der hohen Temperaturen sowie die Thermochemie des Fluors zugänglich gemacht hat“. Ferner wurden Prof. Dr. M. v. Laue, Göttingen, und Prof. Hevesy, Kopenhagen, zu Ehrenmitgliedern der Bunsengesellschaft ernannt.

H. v. WARTENBERG, Göttingen: Metallhydroxyde im Oxydschmelzfluß.

Im vorsichtigen Schmelzen von Al_2O_3 , FeO oder La_2O_3 in einer Knallgasflamme erhält man klare Schmelzperlen, beim raschen Niederschmelzen aber Perlen, die beim Abkühlen blumenkohlartig aufquellen oder spratzen. Offensichtlich löst die Schmelze ein Gas, das beim Erstarren entweicht. Ähnliche Beobachtungen sind von der Herstellung synthetischer Rubine bekannt. Es kommt nur H_2O in Betracht. Das von der Schmelze absorbierte Wasser kann nicht Hydratwasser sein, sondern es muß eine Bindung vorliegen, die 2000° C aushält. Verständlich würde die Lösung von Wasser, wenn bei hohen Temperaturen durch große Verdampfungswärmen stabilisierte gasförmige Metallhydroxyde existierten, die sich in den Schmelzen lösten, im festen Gitter aus Platzmangel aber nicht. Beim BeO konnte diese Vermutung auf Grund einer Arbeit von Hutchison bestätigt werden. Für das Al_2O_3 konnte es der Vortr. in eigenen Versuchen zeigen. Beim Schmelzen von BeO in H_2O bildet sich ein gasförmiges Hydroxyd mit einem Partialdruck 10^{-3} at, beim Schmelzen von Al_2O_3 ein solches von 10^{-5} at. Sie lösen sich in der Schmelze und geben eine wenige Hundertstel molproz. Ionenlösung. Da täglich Tausende von Verglühungen von gefällten Hydroxyden vorgenommen werden, um das Wasser auszutreiben, so ist es interessant, zu sehen, daß 1000° höher das Wasser wieder von den Oxyden aufgenommen wird.

Vorträge zum Hauptthema:

„Physikalisch-chemische Probleme der Biologie“

O. WARBURG, Berlin-Dahlem: 1-Quantenmechanismus der Photosynthese¹⁾.

Um 1 Mol Sauerstoff aus Kohlensäure zu entwickeln, sind rund 112000 cal. erforderlich, während die Energie von 1 Mol Quanten an der Wirkungsgrenze im rot nur 42000 cal. beträgt. So schien es, daß die Photosynthese keine 1-Quantenreaktion sein könne. Andererseits kennt man in der Photochemie des Unbeleuchten keine Mehr-Quantenreaktionen und man kann sich auch den Mechanismus solcher Reaktionen nicht vorstellen.

Vortr. hat im vergangenen Jahr in Dahlem zusammen mit Dean Burk über dieses Problem gearbeitet. Trotz aller Gegengründe hat sich gezeigt, daß die Photosynthese eine 1-Quantenreaktion ist, d. h., daß jedes Mol absorbierten Lichtquanten die Entwicklung von 1 Mol Sauerstoff und die Absorption von etwa 1 Mol Kohlensäure bewirkt. Aber auch hier sind die Gesetze der Thermodynamik nicht durchbrochen. Denn die dem Lichtquantum fehlenden 70000 cal. pro Mol werden von der Zelle in Form von chemischer Energie zur Verfügung gestellt. In dem Maß, in dem diese chemische Energie verbraucht wird, wird sie regeneriert durch einen Verbrennungsvorgang, bei dem Produkte der Photosynthese zurückreagieren. Die Lösung des Quantenproblems der Photosynthese ist also eine chemische Hilfsmaschine, deren Besonderheit es ist, daß sie die Photosynthese treibt und selbst von der Photosynthese getrieben wird.

Vortr. beschrieb die benutzten Methoden: die manometrische 2-Gefäß-Methode, mit der von Minute zu Minute sowohl die O_2 -Entwicklung als auch die CO_2 -Fixierung durch belichtete *Chlorella* gemessen wurde; das gegen den Energiestandard des amerikanischen Bureau of Standards geeichte Großflächenbolometer, mit dem das eingestrahelte monochromatische Licht gemessen wurde; das Transmissionsaktinometer, mit dem die Absorption des Lichts in dem trüben Medium der Zellsuspensionen gemessen wurde; und die Vor-Kompensation der Zellatmung durch weißes Licht, wodurch alle mit der Zellatmung zusammenhängenden methodischen Schwierigkeiten und theoretischen Einwände eliminiert wurden.

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 63, 246 [1951].

Graphisch wurde gezeigt, wie man durch Anwendung intermittierenden Lichts die Photosynthese in zwei Reaktionen aufspalten kann, die sich im kontinuierlichen Licht überlagern: in die Lichtreaktion, die eine 1-Quantenreaktion ist, und in die Rückreaktion, die eine Dunkelreaktion, und zwar eine Verbrennungsreaktion ist.

Der Gewinn bei der Photosynthese ist dann die Bilanz von Lichtreaktion und Rückreaktion. Hat z. B. in der Lichtreaktion 1 Mol Quanten 1 Mol Sauerstoff entwickelt und reagieren davon $\frac{3}{4}$ wieder zurück, so bleibt $\frac{1}{4}$ Mol Sauerstoff übrig; das heißt es bleibt $\frac{1}{4}$ Mol Sauerstoff übrig, wenn 4 Mole Quanten absorbiert worden sind. Unter günstigen Bedingungen reagieren nur 71% des in der Lichtreaktion entwickelten Sauerstoffs zurück. Dies entspricht einem Quantenbedarf des Gewinns von 3,5 Molen oder einem Gewinn an chemischer Energie von 76% der absorbierten Lichtenergie.

Vortr. berührt die Frage, welche Substanz Träger der chemischen Hilfsenergie ist, die in der Lichtreaktion verbraucht und in der Rückreaktion wiederaufgebaut wird. Einiges spricht dafür, daß es Adenosintriphosphat ist, also dieselbe Substanz, die im arbeitenden Muskel verbraucht und durch eine Verbrennungsreaktion wieder aufgebaut wird.

In zwei Gleichungen werden die gefundenen Tatsachen zusammengefaßt. Ist x die nach der Belichtungszeit t entwickelte Sauerstoffmenge, ϵ der Bruchteil des entwickelten Sauerstoffs, der zurückreagiert, J die absorbierte Quantenintensität und k die Geschwindigkeitskonstante der Rückreaktion, so ist

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= J - \epsilon \cdot J \left[1 - e^{-kt} \right] \\ t \rightarrow 0 \quad \frac{dx}{dt} &= J \\ t \rightarrow \infty \quad \frac{dx}{dt} &= J(1 - \epsilon) \\ t \rightarrow 0 \quad x &\rightarrow 0 \\ t \text{ groß} \quad x &= J \cdot (1 - \epsilon) \cdot t + \frac{\epsilon \cdot J}{k} \end{aligned}$$

wobei natürlich $\frac{dx}{dt}$ und J in gleichen Einheiten, z. B. in mm³/min oder Mikromolen/min auszudrücken sind. k ergab sich von der Größenordnung 1 [1/min].

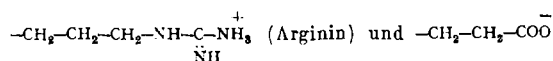
KURT H. MEYER, Genf: *Mechanische Eigenschaften und molekularer Feinbau biologischer Systeme.*

Nach dem ersten Versuch, die Morphologie biologischer Systeme mit der Morphologie der Molekeln zu verknüpfen (Sponsler), konnten 1928 Meyer und Mark für die Seide und die kollagene Faser Modelle entwickeln und erstmals die Existenz „fibrillärer“ Proteine nachweisen. Sie wiesen ferner nach, daß Proteinketten sich reversibel zusammenfalten oder einrollen können, und kamen zu der heute fast selbstverständlich erscheinenden Folgerung, daß bei allen biologischen, lebenden Gebilden, die Formbeständigkeit besitzen, Kettenmolekeln von einem Ende bis zum anderen miteinander in Berührung sein und durch „Molkohäsion“ aneinander haften müssen.

Nach Meyer, Susich und Valkó beruht die rücktreibende Kraft eines gedehnten kautschukelastischen Körpers darauf, daß gestreckte Kettenmolekeln unter dem Einfluß der Wärmebewegungen ihrer „Segmente“ die Tendenz haben, wieder die ursprüngliche verkäuerte oder geschlängelte Form anzunehmen. Thermoelastische Untersuchungen an Elastin, ruhender Muskelfaser, in der Hitze geschrumpftem Elastoidin und an dem herauspräparierten Inhalt der Spinnrüse der Raupe des Seidenspinners zeigten, daß ihre Elastizität von gleicher Art ist wie die des Kautschuks und daß demnach reversible Dehnbarkeit in biologischen Systemen praktisch immer auf einem zusammenhängenden Netzwerk geschlängelter oder verkäueter Kettenmolekeln beruht. Solche Netzwerke sind in den tierischen Zellmembranen und im Protoplasma selbst vorhanden. Die Annahme eines Proteinnetzes erklärt auch die selektive Ionenpermeabilität, die nach der gleichzeitig von Teorell und K. H. Meyer und Mitarbeitern aufgestellten Theorie auf einem Netzwerk aus Kettenmolekeln beruht, die ionisierte Gruppen tragen.

Die thermo-elastischen Eigenschaften mancher Systeme, z. B. der Elastinfasern, sowie der ruhenden Muskelfaser lassen erkennen, daß Doppelsysteme vorliegen: ein kautschukelastisches System, das durch ein anderes System gespannt gehalten wird: das kautschukelastische System sucht die Faser zu kontrahieren, das andere zu expandieren. Bei Temperaturerhöhung kontrahiert sich die Faser, auch wenn sie nicht belastet ist, da nur die Kraft des kautschukelastischen Systems zunimmt.

Im kontrahierten Muskel müssen ebenfalls zwei verschiedenartige Systeme vorhanden sein, und zwar eines, dessen Kräfte mit zunehmender passiver Dehnung abnehmen, und ein anderes, dessen Kräfte zunehmen. Die eigenartige Zug-Dehnungskurve des kontrahierten Muskels läßt sich durch Superposition der Kurven zweier solcher Systeme darstellen. Proteinketten, die entgegengesetzt geladene Gruppen, z. B.



(Glutaminsäure) tragen, würden am isoelektrischen Punkt solche Doppelsysteme darstellen: die Ionen, die sich anziehen, repräsentieren das erste, die Proteinketten das kautschukähnliche zweite System.

T. TEORELL, Uppsala: *Quantitative Aspects of Membrane Permeability.*

O. KRATKY und E. SCHAUENSTEIN, Graz: *Vergleichende röntgenographische und ultraviolett-spektrographische Untersuchungen an Faserproteinen.*

Die Verknüpfung von röntgenographischen und UV-spektrographischen Daten hat sich bei der Erforschung der Faserproteine als fruchtbar erwiesen. So konnte durch alkalisches Milieu bei Seide und bei Fibrin die Ausbildung großer Netzebenenabstände bewirkt werden, die in beiden Fällen Beziehungen zu den Dimensionen der globularen Molekeln aufzuweisen scheinen, aus denen diese Faserproteine entstanden sind. Die UV-spektrographische Verfolgung der Alkalisierung läßt vor allem eine Dissoziation des Tyrosins erkennen und in Zusammenhang damit das Einschnappen von Wasserstoff-Brücken in größeren zusammenhängenden Bereichen, die im Sinne der Überlegungen von K. Wirtz untereinander in Resonanz stehen. Diese Aktivierung zwischenmolekularer Bindungen führt offenbar zu einem Zusammenschluß jener Bereiche, die infolge ihrer inneren Struktur (Verteilung von Seitenketten usw.) von der globularen Form her dazu prädestiniert sind. Die Faserproteine zeigen im alkalischen Milieu eine nicht von den Aminosäurechromophoren herrührende zusätzliche Absorption, die auf die Bildung einer tautomeren Enolform zurückgeführt wurde. Diese C=N-Bindung zeigt anisotrope Absorption, dadurch bedingt, daß die C=N-Bindungen ganz bestimmte Lagen im Präparat einnehmen. Eine sorgfältige Diskussion des Dichroismus ermöglicht es einerseits, bei bekannter Struktur die erwähnte Vorstellung der Bildung der tautomeren Enolform zu sichern (Seidenfibrin), andererseits bei unbekannter Struktur Aussagen über die mögliche räumliche Anordnung der C=N-Bindung zu machen und damit Strukturmodelle auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen. So konnte z. B. im Falle des Kollagens und der α -Form der Keratin-Myosin-Gruppe eine Entscheidung unter den möglichen Konfigurationen angebahnt werden. Eine solche Diskussion ist nur möglich, wenn man einerseits die röntgenographisch festgestellte Richtungsverteilung der Micellen berücksichtigt und andererseits den UV-Dichroismus unter quantitativer Eliminierung der Streustrahlung ermittelt.

W. KUHN, Basel: *Muskelähnliche Arbeitsleistung künstlicher hochpolymerer Systeme.* (Unter Mitarbeit von B. Hargitay, Basel).

Wir können hochpolymere Systeme, mit deren Hilfe chemische Energie in mechanische Energie umgewandelt werden kann, erhalten, indem wir Fadenmolekeln, welche ionisierbare Gruppen tragen, zu einem räumlichen Netzwerk vereinigen. Dies kann analog zur Vulkanisation von Kautschuk dadurch geschehen, daß einzelne Gruppen solcher Molekeln an einzelne Gruppen anderer Fadenmolekeln chemisch gebunden werden. Zur Erzeugung mechanischer Energie besonders geeignete Fäden erhält man, wenn man Fäden oder Folien, welche zu 80% aus Polyvinylalkohol und zu 20% aus Polyacrylsäure bestehen, unter einer Zugbelastung von etwa 1000 kg/cm² während 30 bis 60 sec auf 120° C erhitzt. Sie quellen, wenn sie in Wasser gebracht werden, bis zu einem bestimmten Grade, ohne sich zu lösen, und sie reagieren auf einen abwechselnden Zusatz von Alkali und Säure mit starken und vollständig umkehrbaren und beliebig oft wiederholbaren Dilatationen und Kontraktionen.

Die Dilatation des aus Polyvinylalkohol und Polyacrylsäure bestehenden Fadens bei Alkalizusatz hängt damit zusammen, daß das Alkali einen Übergang der auf dem Faden vorhandenen elektrolitisch nicht dissoziierten COOH-Gruppen in COO⁻-Gruppen bewirkt. Dabei bleiben die die COO⁻-Gruppen elektrisch neutralisierenden Alkaliionen in mehr oder weniger großem Abstand von den COO⁻-Gruppen im gequollenen Gel. Eine Streckung des Fadens bzw. eine Volumenvergrößerung der gequollenen Faser findet erstens deswegen statt, weil die auf dem Faden festen Ladungen einander gegenseitig abstoßen und zweitens, weil das im Gel befindliche Elektrolytsystem durch eine Streckung bzw. Quellung des Fadens auf ein größeres Volumen gebracht wird. Säurezusatz zum dilatierten System ergibt: Entladung der Fäden und darauf Rückkehr der gestreckten Fäden in die für den ungeladenen Faden charakteristische Form, was makroskopisch in einer Zusammenziehung der Faser zum Ausdruck kommt.

Der Versuch der Streckung und nachherigen Kontraktion des Fadens kann auch so geleitet werden, daß der nicht belastete Faden durch Zusatz von Alkali gestreckt wird, daß dann der gestreckte Faden mit einem Gewicht verbunden und darauf durch Zusatz von Säure zur Kontraktion veranlaßt wird, wobei während der Kontraktion das zu hebende Gewicht sukzessive vom Maximalwert auf Null herabgesetzt wird. Es liegt in dem letzteren Fall ein isothermer, in jeder seiner Phasen reversibler Kreisprozeß vor, durch welchen mechanische Energie erzeugt wird. Es wird ein Gewicht gehoben, während eine entspr. chemische Energie aufgewendet wird, indem die sukzessive Zugabe von Alkali und Säure unter verschiedenen Bedingungen (das eine Mal am unbelasteten, das andere Mal an dem auf konstanter Länge gehaltenen Faden) vorgenommen wird. Es wird also, und zwar mit 100proz. Ausbeute, freie chemische Energie in mechanische Energie umgewandelt.

Das Gewicht, welches durch mit Hilfe von Alkali gestreckte Fäden von der Unterlage emporgehoben werden konnte, war etwa gleich dem 15000 bis 70000-fachen des Gewichts der Polyacrylsäure, welches pro cm Länge des verwendeten Fadens eingesetzt war. Beim menschlichen und tierischen Muskel beträgt das Gewicht, welches von der Unterlage emporgehoben werden kann, ebenfalls etwa das 15000 bis 60000-fache des Gewichts der in einem 1 cm langen Muskelstück vorhandenen kontraktilen Substanz. Wiederum dieselbe Zahl ergibt sich theoretisch als statische (kautschukähnliche) Kraft, welche die im gedehnten Faden vorhandenen Netzbogen im Sinne einer Zusammenziehung ausüben, wenn die die Streckung der Netzbogen veranlassenden Kräfte durch rückgängigmachen der elektrolytischen Dissoziation beseitigt werden.

In ganz beschränktem Maße zeigen die Modellfäden auch die Erscheinung des sog. „quick release“, d. h. es sinkt die Rückstellkraft, wenn wir dem auf Kontraktion gereizten Faden eine kleine rasche Kontraktion gestatten, relativ stark ab und steigt erst anschließend wieder auf den Betrag an, den wir bei sehr langsamer Kontraktion des Fadens auf die betreffende Länge erhalten würden.

H. WEBER, Tübingen: Die Aktomyosinmodelle und der Kontraktionscyclus des Muskels.

Das kontraktile System des Muskels kann in funktionstüchtigem Zustand isoliert werden: 1) Aus einer Muskelfaser werden mit Wasser und Glycerin alle Kristalloide und ein Teil der Kolloide extrahiert. Das, was übrig bleibt, ist das Fasermodell. 2) Aus hochgereinigten Aktomyosin-Lösungen werden Fäden gespritzt und achsenparallel geordnet. Das ist das Fadenmodell.

Beide Modelle kontrahieren bei Zusatz des Muskelbetriebstoffes Adenosintriphosphat (ATP) mit etwa der gleichen Spannung, dem gleichen Verkürzungsgrad, der eigenartigen Temperaturabhängigkeit und der gleichen Abhängigkeit der Verkürzungsgeschwindigkeit von der Belastung (nach Hills Formel) wie der lebende Muskel. Die für den lebenden Muskel und das Modell gleiche Doppelbrechung nimmt bei beiden während der Kontraktion in gleicher Weise ab. Das bis dahin einzigartige „release-recovery“-Phänomen des lebenden Muskels findet man auch bei der Modellkontraktion wieder. Also scheint der Fundamentalprozeß der spezifischen Reaktion zwischen ATP und Aktomyosin bei der Kontraktion von Muskel und Modell gleich zu sein. Energiequelle der Muskelkontraktion ist die ATP-Spaltung. Auch die Modelle spalten ATP. Es war bis jetzt unentschieden, ob diese Spaltungsenergie während der Kontraktion aufgenommen und sofort verwendet wird oder aber bei der Erschlaffung aufgenommen und für die nächste Kontraktion gespeichert wird. Der Modellversuch zeigt: 1) Wird die Myosin-ATP-ase vergiftet, so erschlaffen die Modelle. 2) Wird die ATP-ase-Wirkung ausgeschaltet, indem das ATP unter Zusatz von „Weichmachern“ (Pyrophosphat oder dgl.) ausgewaschen wird, so erschlaffen sie ebenfalls. 3) Wird die ATP-Spaltung durch Änderung der ATP-Konzentration oder der Temperatur modifiziert, so ändert sich die Spannung der Kontraktion parallel. 4) Wird ATP ohne Zusatz von „Weichmachern“ ausgewaschen, so erstarrt das Modell in dem Zustand, in dem es gerade ist.

1) und 2) bedeutete, daß die ATP-Spaltung keine Rolle bei der Erschlaffung spielt, also wird ihre Energie unmittelbar bei der Kontraktion verwendet. Dies letztere ergibt sich auch als Folgerung aus 3). Ergebnis 4) zeigt, daß das kontraktile Protein nur dann seine natürliche Weichheit besitzt und sich infolgedessen nur dann bewegen kann, wenn ein „Weichmacher“ zugegen ist. Das ATP hat also im Muskel zwei Wirkungen: Durch seine Gegenwart ist es der physiologische „Weichmacher“, durch seine Spaltung bewirkt es Kontraktion. Hört die Spaltung auf, ehe das ATP erschöpft ist, erschlafft der Muskel. Läuft die Spaltung bis zur ATP-Erschöpfung weiter, fällt der Muskel in Starre (Totenstarre, Monojodacetat-Starre).

E. A. MOELWYN-HUGHES, Cambridge: Osmotic Pressure of Protein Solutions.

Vortr. entwickelt eine Theorie des osmotischen Druckes für bestimmte einfache Lösungen, in denen ein Austausch zwischen gelösten Molekeln und Schwärmen von Lösungsmittelmolekeln gleicher Größe berücksichtigt wird. Wenn v_1 und v_2 die Molvolumen der Lösung und des gelösten Stoffes sind und n_1 und n_2 die entspr. molekularen Konzentrationen, so beträgt der osmotische Druck:

$$\pi = \frac{kT}{(v_1 + cv_2)} \ln_0 \left\{ 1 + \frac{n_2 v_2 (1 + cv_2/v_1)}{n_1 v_1 (1 - cn_2 n_1)} \right\}$$

wobei c die Zahl der Lösungsmittelmolekeln ist, die einer Molekel des gelösten Stoffes zugeordnet werden.

K. DIALER, Basel: Zur Charakterisierung pathologischer Serumproteine mit der Ultrazentrifuge.

Vortr. behandelt die Anwendung der Ultrazentrifuge zur Analyse bzw. Bestimmung des Molekulargewichtes pathologischer Serum- und Uroproteine. Pathologische Serumglobuline, die sich bei der Elektrophorese einheitlich verhalten, können außer Makroglobulinen noch bisher unerkannt gebliebene pathologische Komponenten speziell von der Größe des Serumalbumins enthalten. Der Zusammenhang derartiger Komponenten mit dem Vorkommen von Uroproteinen wird besprochen.

H. LETTRÉ, Heidelberg: Physikalisch-chemische Betrachtungen über Wachstum und Zellteilung.

Beim Kristallwachstum findet der Massenzuwachs großer Kristalle auf Kosten von kleinen statt; die Kristalloberfläche strebt einem Minimalwert zu. Im Gegensatz hierzu wächst die belebte Substanz so, daß durch Zellteilung biologische Einheiten gleicher Größe entstehen, so daß die Oberfläche einem Maximalwert zustrebt. Die innere Ursache ist der Stoffwechsel. Der Diffusionsweg für Nährstoffe und Abtransport von Endprodukten bedingt eine kritische Zellgröße, die nicht überschritten werden kann. Die Frage der identischen Reproduktion der Zellbestandteile ist ein rein chemisches Problem; für die des Mechanismus der Teilung können physikalisch-chemische Modelle von Wert sein. Die Bedeutung der Oberflächenspannung und osmotischen Arbeit bei der Teilung werden diskutiert. In der Zelloberfläche, der Zellspindel und im Zellplasma liegen kontraktile Systeme von der Art der glatten oder quergestreiften Muskulatur vor, so daß die Zelle einen Urtyp eines mechano-chemischen Systems darstellt. In einem Zeitrafferfilm werden Zellteilungen demonstriert.

H. H. USSING, Kopenhagen: Distinction between active transport and diffusion by means of tracers.

Die Unterscheidung zwischen aktivem Transport und Diffusion durch Zellwände macht bei ungeladenen Molekeln gewöhnlich geringe Schwierigkeiten. Ein Verhalten entsprechend dem Fickschen Diffusionsgesetz wird als Bestätigung für einen passiven Transport durch die Membranen angesehen. Das Verhalten von Ionen wird jedoch sowohl vom Konzentrationsgradienten als auch vom Potentialgradienten beherrscht. Unter gewissen Bedingungen spielen Reibungseffekte eine zusätzliche Rolle. Der Ausdruck, der die Wanderung des Ions durch eine lebende Membran beschreibt, wird also verhältnismäßig kompliziert. Eine bedeutende Vereinfachung erzielt man jedoch, wenn man nicht den Netto-Flux durch die Membranen, sondern den Fluxquotienten, also das Verhältnis zwischen ein- und ausdiffundierender Substanz benutzt. Diese Werte sind zugänglich, wenn man Isotope verwendet. Sind zwei verschiedene Isotope des betreffenden Ions verfügbar, von denen eines auf jeder Seite der Membran zugesetzt wird, so können „Einflux“ und „Ausflux“ gleichzeitig bestimmt werden. Beim passiven Transport eines Ions durch eine

Membran gilt: $\frac{M_{(ein)}}{M_{(aus)}} = \frac{\bar{a}_0}{\bar{a}_1} \cdot M_{(ein)}$ ist die eintretende, $M_{(aus)}$ die austretende Substanz. \bar{a}_0 ist die elektrochemische Aktivität des Ions in der äußeren Lösung \bar{a}_1 die entsprechende in der inneren Lösung. Die Gleichung gilt unabhängig von der Membranstruktur, sobald ein „stationärer Zustand“ erreicht ist. Gehorcht ein Ion dieser Gleichung, so bedeutet dies, daß es im freien Zustand diffundiert. Ist dies nicht der Fall, muß das betreffende Ion die Membran ganz oder teilweise mit einem „Träger“ kombiniert passieren. Diese Isotopentechnik wurde bei zwei Arten überlebender Membranen, die einen aktiven Transport zeigen, angewandt, nämlich bei der Froschhaut und der Schleimhaut des Froschmagens. Die Experimente wurden am Zoophysologischen Laboratorium der Kopenhagener Universität von *Hogben, Koefoed-Johnsen, Levy, Zerahn* und Vortr. ausgeführt. Besonders einfache Bedingungen wurden erhalten, wenn auf beiden Seiten der Membran Lösungen gleicher chemischer Zusammensetzung verwendet wurden, und die Potentialdifferenz durch Anlegen einer äußeren Spannung auf Null gehalten wurde.

Dann ist $\frac{\bar{a}_0}{\bar{a}_1} = 1$. $M_{(ein)} > M_{(aus)}$ zeigt dann einen aktiven Transport dieses Ions an. Es konnte an der Froschhaut gezeigt werden, daß der Natriumtransport aktiv ist und dem Kurzschlußstrom genau entspricht. Das Chlor-Ion wird nicht aktiv transportiert. Bei der Schleimhaut dagegen ist der Transport des Natrium-Ions passiv, während das Chlor-Ion aktiv transportiert wird. Dieser aktive Chlortransport scheint wenigstens z. T. für die Entwicklung der Salzsäure im Magensaft verantwortlich zu sein.

Dann ist $\frac{\bar{a}_0}{\bar{a}_1} = 1$. $M_{(ein)} > M_{(aus)}$ zeigt dann einen aktiven Transport

U. F. FRANCK, Göttingen: Elektrochemische Modelle zur Nervenleitung.

Das erregbare Protoplasma lebender Zellen ist reaktionskinetisch ausgeprägt labil. Es verhält sich in dieser Hinsicht sehr ähnlich wie nichtlebende labile Reaktionssysteme. Insbes. können passive Eisenelektroden, die gegenüber aktivierenden „Reizen“ labil sind, als Funktionsmodelle der biologischen Erregungsreaktion verwendet werden (vgl. *K. F. Bonhoeffer*²⁾).

Auch für viele kompliziertere Erregungsvorgänge in den höher entwickelten Organismen ist wahrscheinlich die Erregungsreaktion des Zellplasmas der eigentliche Elementarprozeß. In diesem Sinne wird die erregbare Plasmamembran als Bauelement nervöser anatomischer Strukturen betrachtet, die mit Hilfe von Eisenelektroden modellmäßig nachgebaut und hinsichtlich ihrer elektrochemischen Funktion mit dem organischen Vorbild verglichen werden.

Nach *Erlanger und Blair*³⁾, *Tasaki und Takeuchi*⁴⁾, *Huxley und Stämpfli*⁵⁾ u. a. geschieht die Erregungsfortpflanzung am markhaltigen Nerven saltatorisch über die *Ranvierschen* Schnürringe. Um die Möglichkeit einer solchen Erregungsfortpflanzung zu zeigen, wurde ein entspr. Modell konstruiert. Es besteht im wesentlichen aus einem Glasrohr (\approx elektrisch isolierende Myelinscheide), das mit einer elektrolytisch leitenden Flüssigkeit (\approx Liquor des Achsenzylinders) gefüllt ist und in das in gleichmäßigen Abständen kleine Eisenelektroden eingesetzt sind (\approx *Ranviersche* Schnürringe). Das Glasrohr wird in konz. Salpetersäure getaucht, so daß die nach außen gerichteten Enden der Eisenelektroden passiviert werden und sich in diesem Zustand gegenüber kathodischen Reizen analog wie die erregbare Plasmamembran der *Ranvierschen* Schnürringe verhalten. Wird ein solches Modell an einer Elektrode aktiviert, so pflanzt sich die Aktivierung saltatorisch von einer Elektrode zur nächsten längs des Glasrohres fort. Ursache ist, daß zwischen einer aktivierten Elektrode und der benachbarten passiven eine Potentialdifferenz von 750 mV (beim Nerv 50–100 mV) besteht. Diese bedingt an der passiven Elektrode einen kathodischen aktivierenden Strom, der nach Ablauf der zur Aktivierung erforderlichen Latenzzeit diese aktiviert. Ist dies eingetreten, beginnt zur nächstfolgenden Elektrode der gleiche Vorgang. So rückt die Aktivierung bzw. die Erregung jeweils um einen Elektrodenzwischenraum (\approx Internodalstrecke) weiter. Die gesamte Ausbreitungszeit setzt sich also aus der Summe solcher Einzellatenzen zusammen, was man am Modell leicht oszillographisch verfolgen kann. Die Untersuchung der für die Erregungsfortpflanzung maßgebenden

²⁾ J. Gen. Physiol. 32, 69 (1948); diese Ztschr. 61, 324, 332 (1949).

³⁾ Amer. J. Physiol. 126, 97 (1939).

⁴⁾ Pflügers Arch. 245, 764 (1942).

⁵⁾ J. Gen. Physiol. 108, 315 (1949).

Variablen ergibt, daß gegenüber kontinuierlicher Fortpflanzung (Sprungweite = 0) die saltatorische eine wesentliche Erhöhung der Geschwindigkeit ermöglicht. Ist der aktivierende Strom durch den mit der Sprungweite zunehmenden Elektrolytwiderstand so niedrig geworden, daß er den Minimalwert, der noch aktivierend wirkt (= Rheobase), erreicht hat, hört die Möglichkeit saltatorischer Erregungsübertragung auf.

Wesentlich für die saltatorische Erregungsleitung ist die Oberflächengröße der Ranvierschen Schnürringe. Am Modell läßt sich zeigen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und die maximal mögliche Sprungweite um so größer ist, je kleiner die Ranvierschen Schnürringe sind, da für die Plasmaerregung die Stromdichte und nicht die Stromstärke maßgebend ist. Gleichzeitig nimmt mit Kleinerwerden der Ranvierschen Schnürringe auch die pro Impuls und Längeneinheit erforderliche durch den Stoffwechsel zugeführte Energie ab. Die am markhaltigen Nerv auffallende Kleinheit der Ranvierschen Schnürringe ($\sim 50 \mu^2$) gegenüber der zwischen ihnen liegenden Nervenstrecke ($\sim 100000 \mu^2$) erscheint somit notwendig, wenn der Nerv die Erregung rasch und sicher und mit minimalem Energieverbrauch leiten soll.

J. T. DAVIES, London: *Electrical Potentials of Films at the Oil-Water-Interface*.

Durch eine Modifikation der Methode der vibrierenden Platte von Yamini, Zisman und von Schwenkhausen war es möglich, das Kontaktpotential an einer Öl-Wasser-Grenzfläche in Gegenwart oder Abwesenheit eines monomolekularen Filmes zu messen. Die Methode beruht auf der Messung der elektrischen Kapazität eines Kondensators, gebildet aus einer Goldplatte und einer Wasseroberfläche, ohne daß Strom durch das Öl fließt. Beim Eintauchen der vibrierenden Goldplatte in das Öl kann das Potential bis auf 1 mV gemessen werden. Im Gegensatz zu den Potentialmessungen von Beutner und Baur sind diese Potentiale von der Zeit unabhängig. Es wird vermutet, daß dies daran liegt, daß ein Paraffinöl benutzt wird mit einem spez. Widerstand von 10^{16} Ohm · cm. Eine Abnahme des Potentials durch Diffusion von Ionen in das Öl ist dann unmöglich.

Proteine und synthetische Polypeptide zeigen häufig Potentiale, die sehr verschieden von den Potentialwerten an der Luft/Wasser-Grenzfläche sind. Dies zeigt, daß die Seitenketten verschiedene Lagen bezüglich der langen Kette $-\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-$ einnehmen können, je nach der Natur der nichtwässrigen Phase. Die genaue Lagerung der Seitenketten beruht also auf ihrer Ionisation und ist folglich vom pH abhängig.

Dieser Wechsel der Orientierung eines Proteins an verschiedenen Grenzflächen mag wichtige biologische Folgerungen für die Membranstrukturen und spezifischen Enzym-Wirkungen haben.

Vorteile dieser Messungen an der Öl/Wasser-Grenzfläche sind: 1) Proteine und andere biologisch interessierende Moleküle breiten sich leicht aus und sind in der Umgebung sehr ähnlich denen in vivo. 2) Stabile „gasähnliche“ Filme werden gebildet von Netzmitteln mit sehr langen Ketten, selbst wenn die Ionenwirkung sehr gering ist. Verbindungen mit kürzeren Ketten, welche erforderlich sind, wenn der Film an der Luft/Wasser-Grenzfläche nicht in der Form von „Inseln“ vorliegt, verteilen sich rasch in die Masse der Lösung, wenn sie in die Oberfläche gedrückt werden. Eine mathematische Behandlung dieses Systems ist nur möglich, falls die Ionenstärke sehr gering ist, so daß Messungen an der Öl/Wasser-Grenzfläche gemacht werden müssen.

V. FREISE, Göttingen: *Zum Bildungsmechanismus der Ferrocyan-kupfermembran*.

Es werden die Vorgänge beim Gegeneinanderdiffundieren von Kaliumferrocyanid- und Kupfersulfat-Lösungen in einem Agarstopfen untersucht. Die Membranbildung besteht in einer spontanen Polymerisation eines primär gebildeten Niederschlags. Im allg. entsteht eine verhältnismäßig breite Niederschlagszone, die von der eigentlichen Membran (etwa 10μ dick) scharf unterschieden werden muß. Der für Kalium-Ionen selektive Membranzustand ist metastabil. Durch Alterung – Aufnahme von Kupfer-Ionen unter Strukturänderung – entsteht daraus ein normaler Niederschlag. Nach röntgenographischen und elektronenoptischen Untersuchungen von R. Herrmann ist die Strukturänderung als Kristallisation eines Gels zu deuten. Die Aufnahme von Kupfer deutet darauf hin, daß die Membran selbst Kalium enthält, welches dann bei der Alterung ganz oder teilweise gegen Kupfer ausgetauscht wird. Untersuchungen des Niederschlagswachstums bei verschiedenen Konzentrationen ergaben als „stöchiometrisches“ Verhältnis von Kaliumferrocyanid gegen Kupfersulfat etwa 2:1 für die Membranzusammensetzung. Vorausgesetzt, daß sich keine anderen Ionen einbauen, ergäbe das als Membranzusammensetzung die Formel $\text{K}_2\text{Cu}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$. Jedenfalls enthält die Membran einen großen Anteil an Kalium und es liegt nahe, die Membran auf Grund ihrer hohen spezifischen Selektivität als Ionenaustauscher zu deuten.

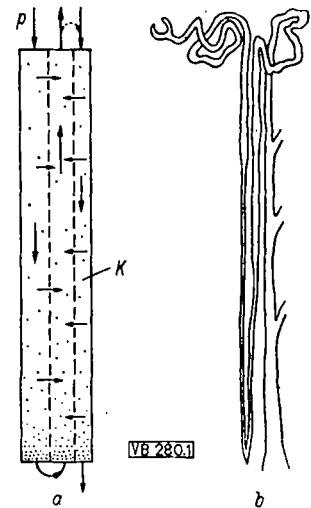
B. HARGITAY, Basel: *Multiplikationsprinzip als Grundlage der Harnkonzentrierung in der Niere*⁶⁾.

Der Harn stellt gegenüber dem Blut, aus welchem er in der Niere entsteht, eine u. U. stark konzentrierte Lösung dar. Sein osmotischer Druck kann, z. B. bei der Katze, den des Blutes (7 Atm.) um etwa 60 Atm. übersteigen. Die reversible Arbeit, die für die Bereitung eines normalen Harnes nötig ist, beträgt beim Menschen durchschnittlich etwas über 1 kcal/Tag. Diese Energie steht der Niere reichlich zur Verfügung. Der Harn wird durch Wasserrückresorption konzentriert, es wird also in der Niere Wasser gegen einen osmotischen Gegendruck von 20–60 Atm. befördert. Der

Niere steht kein so großer Druck zur Verfügung. Untersuchungen an Rattennieren⁷⁾ ließen auch nirgends große Konzentrationsgradienten erkennen. Das läßt vermuten, daß in der Niere ein kleiner, physiologischer Druck so „übersetzt“ wird, daß er nach außen den Effekt eines großen Druckes hervorrufen kann.

Eine solche „Übersetzung“ kann man im Laboratoriumsversuch durch Anwendung des Multiplikationsprinzips⁸⁾ erhalten. Man läßt eine verdünnte Lösung mit einem kleinen hydrostatischen Überdruck p an einer semipermeablen Membran vorbeiströmen (Bild 1 a) und leitet sie dann (ohne Druck) an der anderen Seite der Membran zurück. Dadurch entsteht eine Umkehrströmung (Schleife) die, wie aus vielen Beispielen (z. B. Rektifizierkolonne) bekannt, zur Vervielfältigung eines Einzeleffektes geeignet ist. In dieser Anordnung besteht der Einzeleffekt darin, daß Wasser durch die Membran gepreßt wird, wodurch im ersten Schenkel der Schleife ein osmotischer Druck auftritt, der um p höher ist als derjenige im gegenüberliegenden Schenkel. Das Resultat der Vervielfältigung des Einzeleffektes durch die Umkehrströmung ist das Auftreten einer starken Konzentrierung am Scheitel der Schleife. Die Lösung wird im zweiten Schenkel zurückverdünnt. Man erhält aber ein Konzentrat, wenn man der Schleife einen dritten Kanal (K) anschmiegt, durch welchen man eine verdünnte Lösung, Richtung Umkehrstelle, strömen läßt. Durch die semipermeable Membran, welche diesen Kanal von der Schleife trennt, steht der Inhalt des Kanals mit der Schleife im osmotischen Gleichgewicht. Das hat zur Folge, daß diese Lösung nach und nach Wasser an die Schleife abgibt und das System als konzentrierte Lösung verläßt. Dieser Vorgang läßt sich mathematisch streng fassen. Gleichungen verknüpfen die Größe des wirksamen Druckes p und die bei einer gegebenen Entnahme erreichbare maximale Konzentrierung.

In der Niere ist eine ähnliche Umkehranordnung vorhanden (die Henlesche Schleife mit Sammelrohr) (Bild 1 b). Außer der auffälligen morphologischen Ähnlichkeit stützen die genannten experimentellen Untersuchungen⁷⁾ an Rattennieren die Auffassung, daß in der Niere das beschriebene Multiplikationsprinzip Anwendung findet. Diese Untersuchungen lieferten den auf Grund älterer Vorstellungen völlig unerwarteten Befund, daß der Harn in der Henleschen Schleife vorübergehend konzentriert wird, um erst im Sammelrohr endgültig konzentriert zu werden. Dies ist auf Grund unserer Vorstellungen leicht verständlich. Außerdem kommen nach dieser Erklärung nirgends Lösungen mit einem größeren osmotischen Druckunterschied als etwa einer Atmosphäre in Berührung, womit auch das Problem, wie die gut wasserdurchlässigen Zellwände einer Druckdifferenz von 20–60 Atm. standhalten können, von selber gegenstandslos wird. Auf Grund der entwickelten Formeln läßt sich berechnen, daß der wirksame Druck in der Niere rund 1 Atm. betragen muß. Dieser Druck kann noch als physiologisch bezeichnet werden, da zur Erzeugung eines so großen elektroosmotischen Druckes die im Organismus vorhandenen elektrischen Spannungen ausreichen. Ein hydrostatischer Druck (Blutdruck) kommt zur Erzeugung der Konzentrierung in der Niere nicht in Frage.



R. HAASE, Marburg-L.: *Der Zweite Hauptsatz in der Biologie*.

Lebewesen sind offene Systeme, in denen sich ständig irreversible Vorgänge abspielen. Daher ist auf sie nicht die klassische Thermodynamik, sondern die thermodynamisch-phänomenologische Theorie der irreversiblen Prozesse anwendbar. Im Rahmen dieser Theorie kann gezeigt werden, daß bei nicht abgeschlossenen Systemen, in denen irreversible Vorgänge ablaufen, die (lokale) Entropieerzeugung im allgem. einen (positiven) Minimalwert annimmt, wenn das betrachtete System einen stationären Nichtgleichgewichtszustand erreicht hat. Dabei kann der Grad der „Heterogenität“ im Endzustand größer als im Anfangszustand sein und somit die Entropie des (nicht abgeschlossenen) Systems im Laufe der Annäherung an den stationären Zustand abnehmen.

Die (ontogenetische und phylogenetische) Entwicklung der Lebewesen, die in der Richtung zunehmender Differenzierung fortschreitet und daher mit einer Verminderung der (auf die Masseneinheit bezogenen) Entropie verknüpft ist, kann schematisch als eine Annäherung an einen stationären Zustand (die Entwicklungsendstufe) beschrieben werden. Man wird daher erwarten, daß in diesem Endzustand die (auf die Masseneinheit bezogene) Entropieerzeugung einen Minimalwert erreicht. Biologische Erfahrungen über die Intensität des Stoffwechsels scheinen dies zu bestätigen (Prigogine und Wiame).

Demnach scheint für die Vorgänge in der belebten Natur dasselbe Prinzip zu gelten, das mit Hilfe der thermodynamisch-phänomenologischen Theorie in der Regel für irreversible Prozesse gefunden wird: „Wenn ein nicht abgeschlossenes System einem stationären Zustand zustrebt, ist die Tendenz zur Ausbildung von „Strukturen“ und damit zur

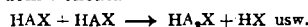
⁷⁾ H. Wirz, B. Hargitay u. W. Kuhn, *Helv. Physiol. Acta* 9, Fasc. 2 [1951].
⁸⁾ W. Kuhn u. H. Martin, *Z. physik. Chem. (A)* 189, 317 [1941]. B. Hargitay, Dissert. Basel 1950. Vgl. auch K. Clausius u. W. Hausheer diese Ztschr. 63, 195 [1951].

⁶⁾ Gemeinschaftsarbeit mit Prof. W. Kuhn u. P.-D. H. Wirz.

Verminderung der Entropie des Systems dem Bestreben des Systems, einen Zustand minimaler (lokaler) Entropieerzeugung zu erreichen, untergeordnet“.

G. V. SCHULZ, Mainz: *Energetische und statistische Voraussetzungen für die Synthese der Makromolekeln im Organismus.*

Die in den Organismen vorkommenden makromolekularen Stoffe, bes. die Proteine, zeichnen sich dadurch aus, daß sie sehr hohe Molekulargewichte haben und daß ihre Molekeln nach einem genauen Plan gebaut sind. Nimmt man an, daß die Grundreaktion, durch welche ein makromolekularer Stoff Ap (mit dem Polymerisationsgrad P) entsteht, eine Kondensation nach dem Schema



ist, so muß deren freie Enthalpie einen bestimmten Minimalwert haben, damit Polymere hoher Kettenlänge entstehen. Nach dem Massenwirkungsgesetz ist dieser Minimalwert

$$\Delta G = -RT(2\ln \bar{P} + \ln c_{HX}) \quad (1)$$

Diese Gleichung gilt für Ketten aus nur einer Sorte von Grundmolekeln. Sollen sich regelmäßige Ketten aus mehreren Sorten Grundmolekeln bilden, so kommt noch ein Entropieterm dazu. Dann ist

$$\Delta G = -RT(2\ln \bar{P} + \ln c_{HX} - \ln v) \quad (2)$$

wobei v die Zahl der verschiedenen Sorten von Grundmolekeln ist, die den makromolekularen Stoff aufbauen (z. B. ca. 20 Aminosäuren bei der Proteinsynthese).

Somit ergibt sich, daß die Bildung der makromolekularen Stoffe durch Wasserabspaltung aus den Grundmolekeln (HX ist dann H_2O) nicht möglich ist, da dann die freie Enthalpie der Grundreaktion ca. -12 kcal/Grundmol sein müßte, was weder für Polysaccharide noch Polypeptide zutrifft. Geht die Synthese über Phosphorsäureanhydride (wobei HX das Ion des primären oder sekundären Phosphats wäre), so sind -4 bis -7 kcal/Grundmol nötig. Diese Reaktion ist thermodynamisch möglich.

Fermente, welche das H_2O -Gleichgewicht einstellen, wirken spaltend; solche, die das HX-Gleichgewicht einstellen, aufbauend. Im Organismus finden beide Vorgänge statt, wodurch energieverbrauchende Kreisprozesse auftreten. Das hierdurch hergestellte Fließgleichgewicht ist für die Anpassungs- und Regulationsfähigkeit des Organismus notwendig.

FRIEDRICH-FREKSA, Tübingen: *Versuche mit ^{32}P an Amoeba proteus und Hühnerpestvirus.*

Wenn aus einer lebenden Zelle zwei gleichartige hervorgehen, so muß jeder Bestandteil der ursprünglichen Zelle verdoppelt werden. Im günstigsten Falle braucht die Zelle für diesen Vorgang nur so viel Baumaterial, wie einer Zelle entspricht. Es erhebt sich aber die Frage, ob die Zelle so ökonomisch zu arbeiten vermag, oder ob sie nicht vielmehr bei der Bereitstellung neuen Materials als Vorbereitung zur Verdopplung auch einen Teil des ursprünglichen Materials austauscht.

Dies zu entscheiden, gelingt, wenn Bestandteile einer einzelnen Zelle radioaktiv markiert und die sich teilenden Zellen lebend gemessen und verfolgt werden. F. Kaudewitz und Votr. haben derartige Versuche an *Amoeba proteus* durch Markierung mit ^{32}P ausgeführt. Die Zelle hat einen Durchmesser von etwa 0,2 mm. Die Amöben teilen sich bei 20° C alle 46 h mit einer Schwankung von 3 h. Erstaunlicherweise läßt sich eine Zelle so hoch markieren, daß 4000 Impulse/min zählbar sind, ohne daß zunächst wesentliche Schädigungen auftreten. Die markierten Zellen teilen sich fast ebenso regelmäßig wie die Kontrollen. Für die weiteren Versuche wurden sie in Kulturmedien ohne ^{32}P gehalten. Es ergab sich, daß nach 4 Zellteilungen die Summe des ^{32}P in den 2⁴ Nachkommen nur um 10% geringer war als in der ursprünglichen Zelle. Auch in phosphat-haltiger Lösung ohne ^{32}P ist der Abfall nicht größer. Die Amöbe nimmt nicht mehr P auf, als sie benötigt, was sich experimentell bestätigt, wenn man die Zellen zwei Tage hungern läßt und sie dann in bakterienfreie, Radiophosphat haltige Lösung bringt. Die Zellen nehmen unter diesen Umständen kein Phosphat aus der Lösung auf, was sie nach vorheriger Fütterung tun. Es wurde weiterhin beobachtet, daß als Spätfolge der Markierung bis über die 50. Zellgeneration hinaus etwa 1% der Nachkommen sterben. Wir führen diese Spätschäden auf die Segregation von einzelnen geschädigten Chromosomen zurück. — Versuche mit ähnlichem Ziel wurden auch am Virus der atypischen Geflügelpest gemeinsam mit W. Schäfer in Angriff genommen.

L. HOLZAPFEL, Berlin-Dahlem: *Silicium-Verbindungen in biologischen Systemen.*

In biologischen Systemen tritt das Si in zwei verschiedenen Formen auf: in niedrigmolekular gelöstem Zustand und in Form polymerisierter Kieselsäure.

Es konnte an verschiedenen Beispielen gezeigt werden, daß die bisher als ausschließlich anorganischer Natur betrachtete Kieselsäure in organischer Bindung im Organismus vorliegen kann, bevorzugt mit Kohlehydratkomponenten, wobei über Versuche berichtet wurde, um zu ermitteln, ob der Einbau der Kieselsäure in die feste Organsubstanz über eine Polymerisation der Kieselsäure oder der Kohlehydratkomponenten verläuft.

C. BRESCH, Göttingen: *Zur Kinetik der Inaktivierung von Bakteriophagen.*

Zur Deutung der Form der Überlebenskurven, die bei der thermischen Inaktivierung des Bakteriophagen T1 auftreten, wird ein Modell dieser Inaktivierung entwickelt, wonach der Verlust der biologischen Aktivität nicht in einem einzigen Schritt erfolgt, sondern über mindestens zwei

reversible Zwischenstufen. Dieses Modell ist gleichzeitig in der Lage, sowohl die bei langsamer Abkühlung der erhitzten Phagensuspension auftretende Spontan-Reaktivierung (bis zu 3 Zehnerpotenzen) als auch die Tatsache, daß diese Reaktivierung nicht erfolgt, wenn die erhitzte Suspension abgeschreckt wird, zu erklären. Das aufgestellte Potentialschema fordert die Möglichkeit eines Wiederauftauens der beim Abschrecken in den reversibel inaktiven Zuständen eingefrorenen Einheiten durch eine 2. Erwärmung. Tatsächlich konnte unter diesen Bedingungen die erwartete Spontanreaktivierung nachgewiesen werden.

A. KNAPPWOST, Tübingen: *Zur Kinetik der Bildung von Hydroxylapatitdeckschichten auf Zahnschmelzoberflächen.*

Untersuchungen der intakten Zahnschmelzoberfläche nach dem J. Wolf'schen Lackabdruckverfahren zeigen, daß die aus Hydroxylapatit bestehenden Schmelzprismen, die durch die sog. interprismatische Substanz voneinander getrennt sind, im allg. mit einer Deckschicht aus Hydroxylapatit abgedeckt sind. Diese stammt aus dem Speichel und soll die Korrosion der heterogenen Schmelzoberfläche durch den Kariesangriff verhindern. Zur Karies kommt es, wenn die Kariesangriffsgeschwindigkeit größer ist als die Deckschichtenbildungsgeschwindigkeit. Deshalb ist die Kinetik der Deckschichtenbildung von großem Interesse.

Mehrere Hundert Speichelanalysen ergaben, daß der Speichel auch in Gebissen mit hoher Kariesfrequenz an Ca - und PO_4 -Ionen stark übersättigt ist. Die Deckschichtenbildung erwies sich als praktisch unabhängig vom Ca - und PO_4 -Ionengehalt des Speichels. Dagegen ergab sich, daß die Speichelviskosität die Deckschichtenbildung entscheidend beeinflusst. Es wird eine Theorie der Deckschichtenbildung gegeben und gezeigt, daß auch die bekannte karieshemmende Wirkung von Fluor-Ionen nicht nur durch die Herabsetzung der Löslichkeit der Schmelzoberfläche durch in das Apatitgitter eingebaute Fluor-Ionen zustande kommt, sondern daß der Haupteffect innerlich zugeführter Fluor-Ionen auf der Herabsetzung der Speichelviskosität beruht. Direkte Messungen der Deckschichtenbildungsgeschwindigkeit an der Schmelzoberfläche des syrischen Hamsters mit Hilfe von radioaktivem ^{32}P ergaben eine starke Zunahme der Deckschichtenbildungsgeschwindigkeit nach Fluor-Verabreichung.

Vorträge zu Spezialthemen

G. O. SCHENCK, Göttingen: *Chemismus und Kinetik der durch fluoreszierende Farbstoffe photosensibilisierten Reaktionen mit O_2 und der Primärakt der Photosynthese⁹⁾.*

Reaktionskinetische Untersuchungen zeigen, wie die Quantenausbeute der durch fluoreszierende Farbstoffe photosensibilisierten Reaktionen zwischen Akzeptoren A und O_2 zu AO_2 durch die Konkurrenz verschiedener den angeregten Sensibilisator desaktivierender Reaktionen bestimmt wird, von denen nur die mit O_2 zur Bildung von AO_2 führt. Über die Ausnutzung des hierbei auftretenden Zwischenproduktes Sens- O_2 zur AO_2 -Bildung entscheidet die Konkurrenz zwischen der Zerfallsreaktion von Sens- O_2 und dessen Reaktion mit A zu AO_2 + Sens. Die früher entwickelten Vorstellungen werden somit bestätigt und neue Perspektiven einer Chemie des photochemischen Anregungszustandes eröffnet.

A. MÜNSTER, Frankfurt: *Über eine allgemeine Theorie der Phasenumwandlungen¹⁰⁾.*

A. KNAPPWOST, Tübingen: *Zur Methodik der elektrischen Leitfähigkeitsmessung an Metallkristallen und Metallschmelzen.*

K. CRUSE, Aachen: *Leitfähigkeit echter Elektrolyte in Cyclohexanol.*

Wie bekannt, führen Leitfähigkeitsmessungen in hochviscosen und in assoziierten Flüssigkeiten zu überhöhten Ionenbeweglichkeiten. Präzisionsmessungen in Cyclohexanol an LiCl, Li-Pikrat und Piperidinpikrat bestätigen dies nicht. Die Konzentrationsabhängigkeit der Molarleitvermögen weicht selbst in 10^{-6} m Lösungen noch stark von der Debye-Hückel-Onsager-Grenzgeraden ab; sie läßt sich jedoch quantitativ wiedergeben, wenn eine Bjerrumsche Ionenassoziation angenommen wird. Das Produkt $\Lambda_{\infty} \cdot \eta$ stimmt mit vielen weiteren Lösungsmitteln überein. Mit $\Lambda_{\infty} \cdot \eta = 0,279$ für das Pikrat-Ion erhält man auch in Cyclohexanol Ionenradien nach Stokes, die anzeigen, daß Pikrat-Ionen fast überhaupt nicht solvatisieren, während Piperidin-Ionen, Cl^- und Li^+ steigender Solvation unterliegen. Aus den nach Bjerrum ermittelten Dissoziationskonstanten der Ionenassoziate berechnete mittlere Radien der freien Ionen stimmen bei unsolvatisierten Pikrat-Ionen mit den Stokes'schen Radien überein, sie sind bei den solvatisierten Ionen kleiner. Solvations- und Assoziationskräfte müssen also ziemlich gleich groß sein. Die Waldensche Regel gilt in Cyclohexanol nicht, da die Ionenassoziation mit steigender Temperatur zunimmt.

G. MANECKE, Berlin: *Leitfähigkeit von Ionenaustauschern.*

E. KORDES, Jena: *Über die Gefrierpunktniedrigung von geschmolzenen Elektrolyten.*

⁹⁾ Erscheint ausführlich in dieser Zeitschrift.

¹⁰⁾ Vgl. Z. Naturforsch. 69, 139 [1951].

M. EIGEN, Göttingen: Ionenhydratation und spez. Wärme wäßriger Elektrolyte zwischen 0 und 140° C.

In einem neu entwickelten Präzisionskalorimeter wurden die spez. Wärmen wäßriger Lösungen starker Elektrolyte (NaCl , LiPr , MgCl_2) von 0–140° auf 0,05% genau gemessen. Die aus den Meßwerten berechnete scheinbare Molwärme der angegebenen Salze durchläuft unerwarteterweise ein ausgeprägtes Maximum, das in der Nähe von 70° C liegt. Mit Hilfe eines statistisch zu begründenden Ansatzes, der die Grundvorstellung der Euckenschen Theorie der Ionenhydratation enthält, gelingt eine befriedigende Darstellung des gefundenen Temperaturverlaufs sowohl der scheinbaren Molwärme als auch des scheinbaren Molvolumens. Hiernach erklärt sich das Maximum in der scheinbaren Molwärme im wesentlichen durch die Überlagerung zweier Effekte: 1) Störung der Assoziationsgleichgewichte der Wasserstruktur durch die gelösten Ionen (sog. Lösungsmiteleinfluß, negativer Anteil); 2) Abdissoziation von Wassermolekeln aus den Ionenhydrathüllen mit steigender Temperatur (positiver Anteil). Die quantitative Auswertung führt zu sinnvollen Werten für die Bindungsfestigkeit und Anzahl der Wassermolekeln in den Hydrathüllen. Dabei ist es zur Erklärung des Maximums wesentlich, diese Hydrathüllen in zwei Bereiche verschiedener Bindungsfestigkeiten zu teilen (erste Schicht 8–10 kcal/mol H_2O , 2. Schicht 4–5 kcal/mol H_2O), von denen im hier überstrichenen Temperaturgebiet nur die in 2. Schicht gebundenen Wassermolekeln abdissoziieren.

F. FIANDA und K. NAGEL, Erlangen: Polarisation der AgCl -Elektrode als zweifache Elektrode.

E. JENCKEL, B. RUMBACH und F. SONNTAG, Aachen: Über die Adsorption von hochmolekularen Stoffen.

Die Adsorption aus den Lösungen von Polystyrol, Polymethacryl-ester und Polyvinylchlorid an Adsorbenten mit bestimmbarer Oberfläche (Aluminiumgries, Seesand, Glaswolle) und an Aktivkohle wurde bei 25° und 50° bestimmt. Man beobachtet oft ausgeprägte Sättigungskurven. Die adsorbierte Menge ist bis zu 100 mal größer als einer monomolekularen Schicht entsprechen würde. Bei solch starker Adsorption wird bei 50° bei Sättigung überraschenderweise mehr adsorbiert als bei 25°. Versuche mit Polystyrol-Fractionen ($M = 2 \cdot 10^5$ bis $8 \cdot 10^5$) zeigen, daß die langen Ketten stärker adsorbiert werden und mit positiven Temperaturkoeffizienten und umgekehrt die kurzen Ketten. Für eine bestimmte Kettenlänge ist der Temperaturkoeffizient gleich null.

Man muß annehmen, daß sich das Polymere in Form von Schlaufen, von denen nur die Endmolekeln wirklich adsorbiert werden, auf dem Adsorber niederschlägt. Beim Temperaturkoeffizienten null muß aus thermodynamischen Gründen die Änderung der inneren Energie ΔH verschwinden. Die Abnahme der inneren Energie bei der eigentlichen Adsorption wird dann gerade durch ihre Zunahme beim Übergang von den Solvatbindungen des gelösten Polymeren in die Assoziationsbindungen des adsorbierten kompensiert. Größere oder kleinere Kettenmolekeln sind dagegen ein wenig anders verknüpft. Die Zahl der Eigenassoziationen und damit der Solvatbindungen ändert sich und so wird ΔH und damit auch der Temperaturkoeffizient positiv bzw. negativ.

Die Geschwindigkeit der Adsorption ist anfangs, wie zu erwarten, der jeweiligen Konzentration und der noch freien Oberfläche proportional. Nach einiger Zeit ändert sie sich fast sprunghaft. Kurze Ketten werden anfangs schneller adsorbiert als lange Ketten. Später kehrt sich jedoch dieses Verhältnis um.

G. KORTÜM und W. LUCK, Tübingen: Quantitative Absorptionsmessungen im Bandengebiet der Halogendämpfe¹¹⁾.

A. WELLER, Göttingen: Quantitative Untersuchung der Fluoreszenzumschaltung bei Naphtholen.

E. BONITZ und TH. FÖRSTER, Göttingen: Spektren aromatischer Amine in flüssigem Ammoniak unter Gegenwart von Natriumamid.

Nach früheren Untersuchungen¹²⁾ können die in einer Lösung bestimmter Acidität vorherrschenden Absorptions- und Fluoreszenzspektren organischer Säuren und Basen von verschiedenen Dissoziationsstufen herrühren. Man beobachtet dann eine anomal große Stokesche Verschiebung und starke Abweichungen von der sonst anscheinend gültigen Spiegelsymmetrie zwischen Absorptions- und Fluoreszenzspektrum. Das Fluoreszenzspektrum gehört dabei zu einer höheren Dissoziationsstufe. Diese entsteht durch Dissoziation während der Anregungsdauer der Molekel. Solche anomalen Fluoreszenzspektren treten z. B. bei aromatischen Aminen in wäßrig-alkalischer Lösung auf. Sie wurden den durch Dissoziation der Amine im angeregten Zustande entstehenden Aminat-Ionen zugeschrieben.

Zur Prüfung dieser Annahme sind die Absorptionsspektren derartiger Aminate untersucht worden. Beim 3-Aminopyren-5,8,10-trisulfonat und seinem Monomethyl-Derivat konnten in flüss. Ammoniak, das durch Zusatz eines Amids extrem alkalisch gemacht war, die entspr. Absorptionsumschläge gefunden werden. Dieser Absorptionsumschlag blieb bei seinem N-Dimethyl-Derivat aus, da es keinen abdissoziierbaren Aminowasserstoff enthält. Durch Beobachtung an den Fluoreszenzspektren konnte diese Auffassung bestätigt werden. So zeigt das 3-Aminopyren-5,8,10-trisulfonat bei höherer Amidkonzentration einen zweiten Fluoreszenzum-

schlag, der durch Abtrennung auch des zweiten Protons von der Amino-Gruppe im angeregten Zustande gedeutet werden kann. Dementsprechend war dieser zweite Fluoreszenzumschlag bei der N-Monomethyl-Verbindung nicht zu beobachten.

Die Rotverschiebung bei der Dissoziation der Amino-Gruppe bestätigt die Erwartung, daß die $-\text{NH}^-$ -Gruppe ein stärker auxochromer Substituent als die $-\text{NH}_2$ -Gruppe ist.

Durch die Dissoziation der Amino-Gruppe wird ferner die Maximal-extinktion wesentlich größer als bei anderen aromatischen Kohlenwasserstoffen mit nur einer auxochromen Gruppe in der Molekel. Zugleich beobachtet man eine sehr geringe Stokesche Verschiebung zwischen Absorptions- und Fluoreszenzspektrum, so daß sich beide Spektren stark überschneiden. Beides sind ausgesprochene Farbstoffeigenschaften, die bisher nur bei aromatischen Verbindungen mit mindestens zwei auxochromen Gruppen beobachtet wurden.

O. KRATKY, G. POROD und E. TREIBER, Graz: Neuere Experimente und Erkenntnisse über den Deformationsmechanismus der Faserstoffe.

Um einem Verständnis der Vorgänge bei der Deformation von Faserstoffen, insbes. der regenerierten Cellulose näherzukommen, wurden Idealmodelle zugrunde gelegt, die das gemeinsame Merkmal tragen, daß langgestreckte Teilehen entweder durch eine gleichmäßige Verzerrung des Raumes (I. Grenzfall) oder aber durch Vernetzungen bei der Dehnung orientiert werden (II. Grenzfall bzw. verallgemeinertes Netz nach J. J. Hermans). Bestimmte Effekte im Röntgenbild konnten dabei durch die bündchenförmige Gestalt der Micellen erklärt werden. Unverständlich war bisher eine häufig vorkommende mehr oder weniger der Bändchengestalt zuwiderlaufende Orientierung. Es wird gezeigt, daß diese Effekte zwanglos aus der Vorstellung abgeleitet werden können, daß aufeinanderfolgende Micellen durch laminare Bereiche verhängt sind (nicht allseitig bewegliche Scharniere), so daß eine gegenseitige Verdrehung nur um die Querriechung des Bändchens möglich ist (= Modell mit linearen Scharnieren).

Auf dieser Grundlage wird ein von Kast aufgefundener Zusammenhang zwischen der Art der Orientierung und der textilen Güte verständlich. Erfolgt die Orientierung so, wie es das Modell mit linearen Scharnieren erfordert (also entgegen der Bändchengestalt), so werden die Scharniere nicht auf Verdrehung beansprucht und es resultiert eine gute Qualität. Erfolgt jedoch die Orientierung im Sinne der Blättchengestalt, also unter Verdrehung der linearen Scharniere, so treten Schädigungen ein, die auch die textile Güte vermindern. Die letztere Orientierung im Sinne der Blättchengestalt ist auch dann möglich, wenn der Zusammenhang der Micelle nicht durch laminare Bereiche, sondern bevorzugt durch Einzelketten hergestellt wird. Dann hat die verminderte Faserqualität in dieser Art der Verhängung ihren Grund.

I. N. STRANSKI, E. STRAUSS und G. WOLFF, Berlin-Dahlem: Zur Tribolumineszenz beim Arsenik.

H. WOLFF, Heidelberg: Ein photographisches Ausgleichs-Entwicklungsverfahren für Ramanaufnahmen.

O. OSBERGHAUS und R. TAUBERT, Göttingen: Die kinetische Energie von Molekeltrümmern bei Dissoziation durch Elektronenstoß.

Um aus der Messung von Einsatzspannungen auf Molekelbindungsenergien schließen zu können, ist die Kenntnis der unter Umständen beträchtlichen kinetischen Energie der Molekelbruchstücke erforderlich. Diese kann aus dem Öffnungswinkel eines Bündels der betr. Trümmern in einem Massenspektrometer erschlossen werden. Experimentell ergab sich, daß bei der Dissoziation von H_2 mit 80-Volt-Elektronen im wesentlichen zwei Gruppen von H^+ -Ionen mit ~ 0 bzw. $\sim 7,2$ eV kinetischer Energie entstehen, die den Übergängen $^1\Sigma^+g \rightarrow ^2\Sigma^+g$ bzw. $^1\Sigma^+g \rightarrow ^2\Sigma^+u$ zuzuordnen sind. Messungen am N_2 ergaben mit 90-Volt-Elektronen 3 Gruppen von N^+ -Ionen mit ~ 0 ; $\sim 1,3$ und $\sim 3,2$ eV kinetischer Energie.

E. U. FRANCK, Göttingen: Zur Dissoziationsenergie des Fluors.

Neben dem Wert von 63 kcal/mol für die Dissoziationsenergie des Fluors werden seit einigen Jahren auch Werte von 33 und 40 kcal/mol vertreten, die vornehmlich durch die spektroskopisch ermittelte Dissoziationsenergie und neuere Werte der Bildungswärme des ClF begründet sind. Solche niedrigen Dissoziationsenergien des F_2 sollten zwischen 400 und 500° C bereits eine abnormale, druckabhängige Erhöhung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten gasförmigen Fluors hervorrufen.

Daher wurde die Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitkoeffizienten von F_2 , N_2 , O_2 zwischen -180 und 500°C und diejenige des Cl_2 und J_2 im höheren Temperaturbereich nach der Methode des „erhitzten Drahtes“ gemessen. Der Vergleich der Fluor-Werte mit denen der übrigen Gase und die Untersuchung der Druckabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit sprechen gegen Werte für die Dissoziationsenergie der Fluormolekel, die unter 45 kcal/mol liegen.

E. KRÜCKE, Marburg: Über die Diffusion in binären organischen Gemischen.

W. JAENICKE, Göttingen: Über das chemische Gleichgewicht an der Phasengrenze bei der Auflösung von Salzen.

H. KROEPPELIN, Braunschweig: Die Größenordnung der Rekombinationsgeschwindigkeit von Wasserstoffatomen.

¹¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 63, 221 [1951].

¹²⁾ Vgl. hierzu Z. Elektrochem. 54, 42, 531 [1950], sowie diese Ztschr. 59, 181 [1947]; 60, 163 [1948]; 61, 301, 325 [1949]; 62, 389, 456 [1950].

W. BRANDT, Heidelberg: Über die Bestimmung von Adsorptionszeiten von Gasmolckeln an Metalloberflächen nach einer Strömungsmethode.

F. W. BAETKE, Göttingen: Über den Reaktionsmechanismus der Kohleverbrennung bei Atmosphärendruck.

Bei hoher Strömungsgeschwindigkeit (30–100 m/sec) lieferten Verbrennungsversuche mit trockner, durch Kohlekanäle gesaugter Luft im Abgas hauptsächlich CO neben unverbrauchtem Sauerstoff. Verminderter Gesamtdruck oder Halogen-Zusatz ergeben Abgase mit relativen CO-Ausbeuten ($\text{CO}/\text{CO} + \text{CO}_2$) von 0,9 bis 0,95. Es wird daher angenommen, daß bei Atmosphärendruck primär Kohlenoxyd gebildet wird, das unter bestimmten Versuchsbedingungen auch bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten unverbrannt im Abgas erhalten werden konnte.

Tagung der Nordwestdeutschen Physikalischen Gesellschaft

Braunschweig, 23. bis 25. April 1951

An der Tagung nahmen rund 120 Gäste teil, darunter Physiker aus USA, Österreich, der Schweiz und England, die von dem Vorsitzenden der Gesellschaft, Prof. W. Weizel (Bonn) begrüßt wurden.

A. HINZPETER, Hannover: Meßverfahren für kleine Dampfdruckerniedrigungen und osmotische Drucke von Lösungen (Messungen von W. Kampezyk).

Die bekannten direkten und indirekten Meßverfahren für den osmotischen Druck haben den Nachteil, daß entweder zu große Flüssigkeitsmengen benötigt werden oder die Messung an eine bestimmte Temperatur gebunden ist und daher z. B. für Gewebeflüssigkeiten nicht der Dissoziationsgrad des lebenden Zustandes zugrunde liegt. Auf der Grundlage der Dampfdruckerniedrigung wurde ein auch technisch brauchbares Meßverfahren für die für den wirklichen osmotischen Druck maßgebende effektive molare Konzentration einer Lösung entwickelt, das grundsätzlich für beliebige Temperaturen brauchbar ist. Meßprinzip: Im Inneren eines in zwei Teile zerlegbaren zylindrischen Cu-Blocks ist ein flacher zylindrischer Hohlraum ausgedreht. Auf die 10 cm² großen inneren Stirnflächen sind Filtrierpapierstücke aufgelegt, wovon eines mit Wasser und eines mit der zu untersuchenden Lösung getränkt ist. Der von der H₂O-Fläche zur Lösungsfläche übergehende H₂O-Dampf-Diffusionsstrom ist dem Dampfdruckunterschied zwischen den Flächen proportional und wird dadurch gemessen, daß das verdampfende H₂O durch eine Kapillare von 0,35 mm² Querschnitt zugeführt wird, in welcher eine mitgeführte Luftblase als Index für die mikroskopische Ablesung der H₂O-Menge dient; dabei entspricht einem Skalenteil 23 · 10⁻⁶ g H₂O. Mit Hilfe des Raoult'schen Gesetzes wird aus dem Dampfdruckunterschied die effektive molare Konzentration gewonnen. Einwandfreie Beschaffenheit der Kapillare ist entscheidend für die Zuverlässigkeit des Meßverfahrens. Untersuchter Meßbereich: 0,1 bis 1 Mol/l. Fehler der Einzelmessung ± 3%. Dauer einer Messung 9 bis 12 min. Benötigte Lösungsmenge 0,16 cm³. Das Osmometer wurde im Versuch durch die Messung des osm. Drucks von Obstsaft vorgeführt.

H. KOPPE, Braunschweig: Sonnenaktivität, Großwetter und wetterbezogene Reaktionen.

Die excessive UV-Strahlung der Sonne bei chromosphärischen Eruptionen wird als besonders wetterwirksam angesehen. Zugleich mit der solaren Strahlung werden verschiedene biologische und physikalisch-chemische Reaktionen (verschiedenartige Fällung schwerlöslicher Salze, Synärese von Kolloiden) beobachtet. Man nennt derartige Reaktionen „meteorotrop“. Zu ihrer Deutung reichen die bisher bekannten meteorologischen Komponenten nicht aus; eine von der Sonne ausgehende Strahlung muß als gemeinsame Ursache angesehen werden.

F. SAUTER und H. GERSTENKORN, Göttingen: Die Änderung des elektrischen Widerstandes reiner Alkalimetalle am Schmelzpunkt¹⁾ (vorgetr. von F. Sauter).

Erfahrungsgemäß wächst der elektrische Widerstand guter Leiter, z. B. der Alkalien, beim Schmelzpunkt auf das 1½- bis 2-fache an. Diese relativ geringe Widerstandsänderung überrascht, da nach modernen Vorstellungen der elektrische Widerstand der Metalle durch die Streuung der Elektronenwellen an den Ionen im Gitter bedingt ist; mit zunehmender Unregelmäßigkeit ihrer Anordnung muß der Widerstand daher anwachsen und da beim Schmelzen die Gitterstruktur weitgehend zerstört wird, müßte eine wesentlich höhere Widerstandsänderung erwartet werden. Durch Röntgenstrukturuntersuchungen läßt sich die Differenz zwischen Theorie und Messung deuten: aus der Höhe der Interferenzmaxima ergeben sich für die Schmelzen Korngrößen, die es wahrscheinlich machen, daß in den flüssigen Metallen nach Auflösung der Fernordnung noch eine Nahordnung bestehen bleibt; sie umfaßt bei Li etwa 55, bei Na 57 und bei K 130 Atome.

R. FUCHS, Kiel: Über das bei der Bildung von H⁺ auftretende Emissionskontinuum. (Vorgetr. von W. Lochte-Holtgreven).

Das von der Sonne abgestrahlte kontinuierliche Licht wurde bis zu den Arbeiten von Unsöld, Wildt und Chandrasekhar den Serien-Grenzkontinua der Metalle und des Wasserstoff-Atoms zugeschrieben. Diese Arbeiten, die durch den hohen Wasserstoff-Anteil in der Sonne und die

W. GROTH und P. HARTECK, Bonn: Über Isotopenanreicherung durch Gasdiffusion. (Vorgetr. von W. Groth, Bonn).

Die Gasdiffusion ist für die Trennung von Gasgemischen und von Isotopen seit langem direkt oder als Hilfsvorgang verwendet worden; auch im einfachsten Fall handelt es sich dabei um die Diffusion mindestens zweier Komponenten in einem Trägergas. Es wird eine experimentelle Anordnung angegeben, mit der Diffusionsvorgänge in ihren teureren Zügen räumlich und zeitlich verfolgt werden können. Zugleich werden einfache rechnerische Überlegungen beschrieben, die eine Aussage über die Diffusion mehrerer Komponenten in einem Trägergas ermöglichen. Aus ihnen ergibt sich die Deutung früherer Versuche und Hinweise auf die zweckmäßige Anordnung von Trennverfahren mit Hilfe der Gasdiffusion. [VB 280]

hohen Elektronendichten veranlaßt waren, machten es theoretisch wahrscheinlich, daß bei der Bildung von H⁺ ein neues Emissionskontinuum auftritt, das für das Sonnenlicht fast ausschließlich verantwortlich ist. Bis jetzt war es jedoch nicht möglich, beim Wasserstoff oder einem anderen elektronenaffinen Element derartige Kontinua zu finden. Im Physikal. Institut der Universität Kiel ist es jetzt gelungen, einerseits in Funkenentladungen unter 50 at Wasserstoff, andererseits in Bogenentladungen unter Normaldruck die gesuchten Kontinua zu finden. Die Identifizierung ist wegen der unbekannten Schichtdicke schwierig, doch stimmen die gemessenen Werte mit der Vorausberechnung so gut überein, daß das Auftreten gesichert ist. Damit dürfte das H⁺-Kontinuum tatsächlich der wesentliche Lichtlieferant in der Sonne sein. Bei der Reaktion $\text{H} \rightarrow \text{H}^+$ werden 0,75 Volt als Energie frei.

H. MÜSKE, Braunschweig: Über einen Spektrographen hoher Lichtstärke.

Der neue Spektrograph hat an Stelle von zwei 60°-Prismen von je 25 cm Basis eine Wand aus 10 optisch parallelgeschalteten 60°-Prismen von 2,5 cm Basis. Mittels 90°-Winkelpismen werden die Dispersionsprismen doppelt durchsetzt. Da die theoretische Auflösung der Einzelprismen weit über der praktischen Auflösung von Platte und Objektiv liegt, treten durch die Aufspaltung in Einzelprismen keinerlei Nachteile auf. Für die technisch leicht einzuhaltende Toleranz von ± 20 sec für die brechenden Winkel ergibt sich bei 30 µ linearem Auflösungsvermögen von Kamera bzw. Platte eine größtmögliche Brennweite von rund 30 cm. Derartige große Objektive können nur noch als Schmidspiegel ausgeführt werden, dann allerdings bis zu Öffnungen von rund 1:0,65. Mit diesem Öffnungsverhältnis kommt man zu größten, noch sinnvollen Prismenwänden von 90 cm Gesamtbasis und 45 cm Höhe. Derartige Dimensionen dürften mit Einzelprismen auch unter Verwendung flüssiger Dispersionsmittel nicht mehr zu erreichen sein. Auch unter Verwendung des größten uns bekannten dioptischen Systems, des Voigtländer-Supernoktons 1:0,85; f = 16 cm lassen sich bereits wesentlich leistungsfähigere Spektrographen bauen, als bisher möglich. Der bei Voigtländer in Braunschweig gebaute Apparat stellt nach Dimensionierung und Aufbau lediglich ein Probestück dar. Er arbeitet mit Kameraobjektiven von 1:0,85; f = 75 mm, 1:1,5; f = 16 cm und 1:2; f = 20 cm. Ein Schmidspiegel von 1:0,65; f = 9 cm ist noch in Arbeit. Die aufgenommenen Spektren zeigen die hohe Leistungsfähigkeit des Apparates. Er ist bei 75 mm Brennweite bei voller Öffnung noch gut in der Lage, die gelben Hg-Linien zu trennen; mit den längeren Brennweiten löst er auch die Natrium-D-Linien auf. Er soll als Registrierspektrograph für Fluoreszenz- und Raman-Untersuchungen und für Beobachtungen des Dämmungsleuchtens verwendet werden.

H. HINTENBERGER, E. JUSTI, H. SCHULTZ, Braunschweig: Zur Frage der Supraleitfähigkeit von Störstellen-Halbleitern (PbS). (Vorgetr. von E. Justi).

Es ist bekannt, daß nicht nur reine Metalle und Legierungen, sondern auch Verbindungen zwischen Metallen und Metalloiden supraleitend werden können. Bei den bisher bekannten supraleitenden Verbindungen (z. B. NbC, NbN, CuS) handelt es sich um den Typus metallisch leitender Verbindungen. Nicht bekannt ist bisher, ob auch Störstellenhalbleiter supraleitend werden können. Diese Frage ist auch von besonderem theoretischen Interesse, da unter den neueren Supraleitungstheorien die Heisenbergsche diese Frage bejaht, die Bornsche dagegen verneint. Durch McLennan und durch Meißner ist Supraleitfähigkeit bei PbS-Proben schon früher beobachtet worden, die nach Meißner jedoch durch Fäden von metallischem Blei vorgetauscht war. Damals war man sich jedoch über den Charakter des PbS als Störstellenhalbleiter und über die Herstellung geeigneter Proben noch nicht im klaren. Nachdem es H. Hintenberger gelungen ist, PbS-Präparate mit beliebig variablem Blei- oder Schwefel-Überschuß herzustellen, wurden diese erneut zwischen 1,2–10° K untersucht. Überschweifelte oder stöchiometrisch zusammengesetzte Proben werden danach nicht supraleitend, sondern werden mit Annäherung an den absoluten Nullpunkt anscheinend Isolatoren. Dagegen tritt bei überbleiten Proben Supraleitfähigkeit auf, die etwa am Bleisprungpunkt (7,26° K) zunächst mit einem sprunghaften Widerstandsabfall von 10–20% beginnt, dann in einen langsameren Widerstandsabfall übergeht, so daß volle Supraleitfähigkeit erst unterhalb 4° K eintritt. Die erste sprunghafte Widerstandsenkung am Bleisprungpunkt wird auf Spuren von metallischem Blei, der Übergang zur vollen Supraleitfähigkeit wird als echte Supraleitfähigkeit von PbS gedeutet. –W. [VB 279]

¹⁾ Naturwiss. 38, 158/159 [1951].