

angegeben und nachgewiesen, daß die Verwendung von nur zwei an Stelle von drei Kollimatoren keine prinzipielle Verschlechterung des Diagramms bewirkt. 2. Durch die Totalreflexion an den Kollimatorlamellen ist keine Diagrammverschlechterung zu erwarten, da die Reflexintensität merklich anwächst, die Halbwertbreite jedoch fast unverändert bleibt. Die Vergrößerung der Intensitäten geschieht für alle Reflexe im gleichen Verhältnis, so daß bei der Intensitäts-Auswertung ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung

der Totalreflexion entfällt. 3. Es wird für eine praktisch mögliche, nichtkonstante Intensitätsbelegung des Primärstrahlquerschnittes gezeigt, daß die gemessenen Intensitäten für zylindrische Proben sehr falsch ausgerechnet werden, wenn die tabellierten und für konstante Intensitätsbelegung berechneten Absorptionskorrekturen benutzt werden. Die hieraus auch für die Verhältnisse von Reflexintensitäten resultierenden Fehler können wesentlich größer als die Meßgenauigkeit sein. [VB 458]

## Strahlenwirkungen in anorganischen Festkörpern

Über dieses Thema veranstaltete die Faraday Society am 11. und 12. April 1961 im französischen Kernforschungszentrum in Saclay bei Paris eine Diskussionstagung. Von 25 Beiträgen entfielen 10 auf amerikanische, 9 auf britische, 4 auf französische und 2 auf sowjetische Autoren.

Eine erste Gruppe von Arbeiten beschäftigte sich mit der Strahlungswirkung auf Metalle. G. H. Vineyard (Brookhaven) berichtete über Strahlenschädigungen in Kupfer, Befunde, welche mittels der elektronischen Rechenmaschine IBM 704 erhalten worden sind. Die Maschine berechnete, wie die ursprünglich nur einem Atom zugeordnete kinetische Energie auf andere Atome übertragen wird und zur Bildung von Leer- und Fehlstellen führt. Die von den Atomen zurückgelegten Wege sind bei Energien um 100 eV nur von der Größe etwa eines Atomabstandes. Während die Fehlstellen mehr am Rande des gestörten Bereiches entstehen, bilden sich die Lehrstellen vorwiegend in der Nähe des Primäratoms. Sie neigen zur Bildung von „Clustern“, deren Stabilität ebenfalls berechnet wurde. Ein Film von den auf einem Oszillatorschirm sichtbar gemachten Vorgängen zeigte u. a. auch die Fokussierung bzw. Defokussierung der Stoßvorgänge im Gitter. Die mit der Bewegung verbundene Aufheizung des Gitters erreicht zu Beginn ihre Höchstwerte längs solcher Fokussierungslinien, wird dann jedoch sehr schnell unübersichtlich. Das wichtigste Ergebnis ist, daß die Dauer der Aufheizung nur etwa  $10^{-12}$  sec beträgt, also rund ein bis zwei Größenordnungen kleiner ist als bisher auf Grund von Kontinuumsmodellen angenommen wurde. J. S. Kochler und F. Seitz (Urbania) bestrahlten Kupfer, Silber und Gold mit 1,4 MeV-Elektronen, 9 MeV-Deuteronen und Reaktorneutronen. Rechnungen nach Huntington-Seitz zeigten, daß bei Elektronenstrahlung praktisch nur Einzelfehlstellen entstehen, daß bei Deuteronenstrahlung eine ziemlich gleichmäßige Verteilung der Fehlstellen auf Cluster von 1 bis  $10^4$  Atome eintritt, während bei Reaktorstrahlung fast 90 % der Fehlstellenatome in Clustern von  $10^2$  bis  $10^4$  angeordnet sind. Die Wärmeentwicklung führt jedoch dazu, daß die Strahlenschäden in den großen Anhäufungen schon im Augenblick der Entstehung wieder ausheilen. Der Anteil dieser Ausheilung nimmt mit wachsendem Atomgewicht ab. Die Ausheilung erklärt einen Teil der Diskrepanz zwischen Theorie und Experiment.

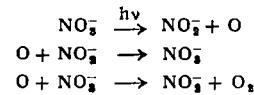
Weitere Arbeiten befaßten sich mit Strahlenschäden an Halbleitern. So untersuchten P. Baruch et al. (Paris) die Verschiebung der p-n-Grenze in phosphor-dotiertem Silicium, in das von außen Gallium eindiffundiert war, bei Bestrahlung mit 275 keV-Protonen. Bei einer Eindringtiefe der Protonen von nur 3  $\mu$  wird die in 6  $\mu$  Tiefe befindliche Grenze bei 1000 °C weiter nach innen verschoben. Dies wird durch die Erzeugung von neuen, die Diffusion beschleunigenden, Fehlstellen durch die Protonen erklärt. Eine ähnliche Verschiebung der p-n-Grenze wird beobachtet, wenn durch Eindiffundieren von Phosphor auf der Oberfläche eine neue n-Zone erzeugt wird. Auch dieser Effekt wird durch die Erzeugung von Fehlstellen erklärt, die durch die Gallium-Zone wandern und die Diffusion der Gallium-Atome erhöhen.

Über Strahlenwirkungen in Quarzglas und  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berichteten W. D. Compton und G. W. Arnold (Washington, D. C.). Sie zeigten, daß in SiO<sub>2</sub> die C-Bande bei 215 m $\mu$  durch Ionisierung einer Si-O-Bindung entsteht. Eine Bande bei 205 m $\mu$  in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wird hingegen durch (wahrscheinlich Al-)Atomfehlstellen erzeugt. Dazu ist eine minimale Elektronenergie von 0,37 MeV entsprechend einer auf das Aluminium-Atom übertragenen Energie von 40 eV erforderlich. Die Oszillatorkröße einer solchen Fehlstelle beträgt 0,48.

R. Smoluchowski und D. A. Wiegand (Princeton) haben die Bildung von Fehl- und Leerstellen in Alkalihalogeniden unter dem Einfluß von Röntgenstrahlung untersucht. Die Änderungen der Dichte und der optischen Absorption zeigen, daß der Mechanismus der F-Zentren-Bildung in diesen Stoffen nicht völlig gleichartig ist. Es wurde ein neuer Mechanismus der Deaktivierung durch Kollision (*de-excitation collisions*) vorgeschlagen. Danach bildet in Alkalihalogeniden ein durch Doppelionisierung infolge Röntgenstrahlung entstandenes Cl<sup>+</sup>-Ion mit einem benachbarten Cl<sup>-</sup>-Ion ein Cl<sub>2</sub>-Molekül. Die dabei frei werdende Energie von mehr als 3 eV

wird in einer Folge von fokussierten Stößen auf weitere Chlor-Ionen übertragen und erzeugt in der (110)-Richtung in einem Abstand einer Fehlstelle. Stark positive Ionen in Alkalihalogeniden werden auch durch Ionisierung einer inneren Elektronenschale mit anschließendem Auger-Effekt erzeugt. J. Durup und R. L. Platzman (Paris) berechneten die Wahrscheinlichkeit eines solchen Prozesses bei verschiedenen Elektronenenergien für LiF und KCl. Die sich daraus ergebenden Veränderungen im Gitter lassen sich allerdings noch nicht genauer kennzeichnen.

Etwa ein Viertel der vorgelegten Arbeiten betraf chemische Aspekte der Strahlenwirkungen. E. R. Johnson und J. Forten (Hoboken) untersuchten die Bildung von Nitrit sowie die Änderungen in der Dichte und der Lösungswärme bei der  $\gamma$ -Bestrahlung der Nitrates des Natriums, Kaliums, Cäsiums und Bleis. Für alle zeigt die gegen die Dosis aufgetragene Kurve der Nitrit-Bildung Knick, die der Dichte Sprünge und die der Lösungswärme ebenfalls Sprünge oder gar Zacken. Die Veränderungen sind zum Teil sogar gegen thermische Ausheilung beständig. Auch die G-Werte erleiden Veränderungen. Als verantwortlich für die Diskontinuitäten werden durch Radiolyseprodukte hervorgerufene Spannungszustände erachtet, die bei gewissen Dosen zusammenbrechen und damit die Unstetigkeitsstellen hervorbringen. Die Veränderungen der Parameter der Elementarzelle würden eine Rotation der NO<sub>3</sub>-Gruppen zulassen. Für Natrium- und Cäsiumnitrat entspricht die Kinetik der Nitrit-Bildung folgender Reaktionsfolge:



A. G. Maddock und S. R. Mohanty (Cambridge) untersuchten die thermische Ausheilung der Strahlenschädigung in Bleinitrat. Die Menge des durch Bestrahlung mit 2 MeV-Elektronen, <sup>60</sup>Co- $\gamma$ -Quanten oder ultraviolettem Licht erzeugten Nitrits nimmt beim Erhitzen der Kristalle wieder ab. In elektronenbestrahlten Kristallen heilen 15,7 % nach einem Gesetz erster, der Rest nach einem solchen zweiter Ordnung aus. Die zugehörigen Aktivierungsenergien betragen 13 und 31,5 kcal/mol. Die Reaktion 1. Ordnung wird auf die Rekombination von Fragmenten zurückgeführt, die dem gleichen Schädigungsakt entstammen und nahe benachbart blieben, diejenige 2. Ordnung auf Fragmente aus verschiedenen Zerstörungszentren. Aus energetischen und kinetischen Gründen kann es sich bei der Rekombination nicht um die Reaktionen  $\text{NO}_3^- + \text{O} \rightarrow \text{NO}_2^-$  oder  $\text{NO}_3^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{O}_2$  handeln. Die bisherigen Experimente lassen keine eindeutigen Rückschlüsse auf die Natur der Fragmente zu, immerhin wird vermutet, daß es sich um Stickstoff-Sauerstoff-Radikale handelt.

V. V. Voevodsky et al. (Moskau) untersuchten mittels der Elektronenspinresonanz die Änderungen der Oberflächeneigenschaften von Silicagel nach  $\gamma$ -Bestrahlung bei -196 °C. Dabei entstehen aus oberflächlichen OH-Gruppen Wasserstoffatome, die in etwa 10 Å Tiefe eingefroren werden. Die Rekombination beginnt erst zwischen -150 und -120 °C nach einem Gesetz erster Ordnung und mit einer Aktivierungsenergie von nur 2 kcal/Mol. Unter Sauerstoff- oder Äthylen-Atmosphäre vervielfacht sich die Geschwindigkeit; im letzteren Falle beobachtet man dabei das Auftreten von Äthyl-Radikalen. Bestrahlt man bei Zimmertemperatur im Vakuum, so beobachtet man auch das zugehörige Radikal  $\text{O}_2 \equiv \text{Si}-\text{O}^-$ ; nach Zugabe von Sauerstoff tritt das Peroxyd-Radikal auf. Die Peroxyd-Bildung wird durch vorherige Zugabe von NO verhindert.

Den Zerfall von Bleijodid im Elektronenstrahl eines Elektronenmikroskops beobachtete A. J. Forty (Bristol) sowohl direkt als auch mittels Elektronenbeugung. Die zu Beginn sichtbare streifige Anordnung von Versetzungen verwandelt sich bei Bestrahlung infolge Wärmewirkung zunächst in eine zickzackförmige als Zeichen einer helixartigen Anlagerung molekulärer Defekte senkrecht zur ursprünglichen Versetzungsanordnung (1011), wobei angenommen wird, daß eine schraubenförmige Orientierung der Versetzungen von Anfang an vorgegeben war. Bei weiterer Bestrahlung entstehen diskusförmige Hohlräume von 100 Å bis

zu einigen  $\mu$  Durchmesser und Dicken zwischen 10 und 100 Å. Diese Hohlräume sind teils stationär, teils bewegen sie sich im Feld sekundär erzeugter Elektronen aus dem bestrahlten Bereich des Kristalls fort in den unbestrahlten hinein, wobei sie bei Kollision mit Versetzungen neue Versetzungslien hinter sich her ziehen. Die Hohlräume enthalten wahrscheinlich Jod, das sich durch Ionisierung der Jod-Ionen und anschließende Aggregation der Jod-

Atome gebildet hat. Blei bleibt zunächst als Ion in Zwischengitterplätzen fixiert, scheidet sich dann jedoch elementar in den Hohlräumen ab, wobei 0001 von  $PbJ_2$  und 111 von Pb zusammenfallen. Bei geringer Bestrahlungsintensität wird der Hohlräumzustand nicht beobachtet; die Bleikristalle scheiden sich dann längs der Versetzungen ab und sind nicht mehr streng nach den hexagonalen Achsen des  $PbJ_2$  orientiert.

[VB 461]

## The Biochemical Society

27.—29. März in London

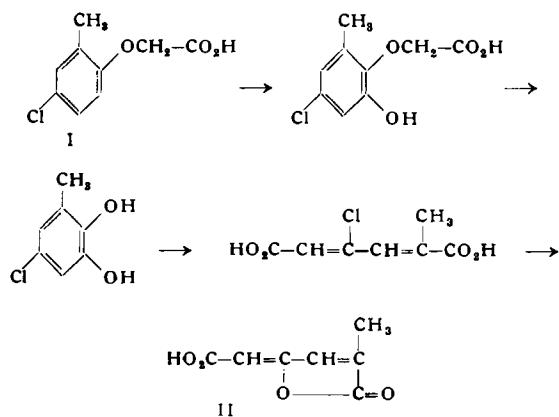
### Aus den Vorträgen:

**F. W. PARRISH** und **W. J. WHELAN**, London: *Die Struktur der Phospho-maltotetraose.*

Kartoffelstärke enthält in kleiner Menge Glucose-Reste, die an C-6 phosphoryliert sind. Diese Reste befinden sich vor allem im Amylopektin. Bei der Hydrolyse von Kartoffelstärke mit  $\alpha$ -Amylase entsteht als stabiles, phosphoryliertes Grenzdextrin Maltotetraose-monophosphat (Phospho-maltotetraose), das den Phosphat-Rest an einem der nicht endständigen Glucose-Reste trägt. Durch erschöpfende Oxydation mit Perjodat ließ sich zeigen, daß C-6 des (vom reduzierenden Ende her gerechnet) dritten Glucose-Restes mit Phosphorsäure verestert ist. Das phosphorylierte Grenzdextrin ähnelt damit formal den Grenzdextrinen, die ihre Stabilität dem Vorhandensein glykosidischer 1,6-Bindungen verdanken und von denen die kleinsten 6 $\alpha$ -Glucosyl-maltotriose und 6 $\beta$ - $\alpha$ -Maltosyl-maltotriose sind (Nomenklatur s.<sup>1)</sup>).

**J. K. GAUNT** und **W. C. EVANS**, Bangor: *Stoffwechsel von 4-Chlor-2-methylphenoxy-essigsäure in einem Bodenbakterium.*

Das Herbicid 4-Chlor-2-methylphenoxy-essigsäure (I) kann von einem gramnegativen Bodenbakterium als einzige Kohlenstoffquelle verwendet werden, solange seine Konzentration 0,1 % nicht übersteigt. Während des Wachstums des Bakteriums sinkt die Konzentration von (I) rasch ab und es entsteht eine neue bei 277  $\mu\mu$  absorbierende Verbindung. Dieses Stoffwechselprodukt läßt sich aus saurer Lösung mit Äther extrahieren. In alkalischer Lösung liegt sein UV-Maximum bei 250  $\mu\mu$ . Es enthält kein Halogen und eine freie Carboxylgruppe. Hydrolyse setzt eine zweite Carboxylgruppe frei. Die gleiche Verbindung läßt sich durch Oxydation von 5-Chlor-2-hydroxy-toluol mit Peressigsäure darstellen. Diese und andere Befunde identifizieren das Stoffwechselprodukt als  $\alpha$ -Methyl- $\gamma$ -carboxymethylen- $\Delta^2$ -butenolid (II). Wahrscheinlich verläuft der Abbau von (I) über folgende Zwischenstufen:



Die weitere Verwertung von (II) im Stoffwechsel des Bakteriums ist noch unbekannt.

**C. MILSTEIN**, Cambridge: *Die Aminosäure-Sequenz in der Umgebung des Serin-phosphates in Phosphoglucomutassen verschiedener Herkunft.*

Die Aminosäure-Sequenz in der Umgebung des Phosphorylerin-Restes in kristallisierten Phosphoglucomutassen aus Kaninchenskelettmuskel konnten Milstein und Sanger kürzlich zu Thr-Ala-SerP-His-Asp bestimmen. Die Untersuchungen sind jetzt auf teilweise gereinigte Phosphoglucomutassen aus Hefe und Rattenleber ausgedehnt worden. Die Enzyme wurden mit  $^{32}P$  markiert, mit Säure partiell hydrolysiert und die Spaltprodukte bei  $pH = 3,5$  elektrophoretisch getrennt. Radioautographie der Phero-

<sup>1)</sup> W. J. Whelan, Annu. Rev. Biochem. 29, 105 [1960].

gramme zeigte, daß alle drei Phosphoglucomutassen offenbar das gleiche phosphorylierte Pentapeptid enthalten. Zum gleichen Ergebnis führte die Hydrolyse der markierten Enzyme mit Trypsin, saure Partialhydrolyse der radioaktiven Peptide und Elektrophorese bei  $pH = 6,5$ . Allerdings besteht die Möglichkeit, daß SerP-Peptide verschiedener Zusammensetzung die gleiche elektrophoretische Beweglichkeit aufweisen.

**H. BREUER**, **R. KNUPPEN** und **GERTA PANGELS**, Bonn: *Konfiguration der 6-OH-Gruppe in enzymatisch gebildeten, phenolischen 6-Hydroxy-steroiden.*

Menschen-, Ratten- und Mäuseleber hydroxylieren Östradiol-17 $\beta$  zu 6-Hydroxy-Östradiol-17 $\beta$ . Papierchromatographisch ließ sich zeigen, daß bei der Inkubation von Östradiol-17 $\beta$  mit Rattenleberschnitten nebeneinander 6 $\alpha$ - und 6 $\beta$ -Hydroxy-Östradiol-17 $\beta$  entstehen. Die 6 $\alpha$ -Verbindung wird von Menschen- und Rattenleber zur 6-Oxo-Verbindung oxydiert und diese zum 6 $\beta$ -Hydroxy-Östradiol-17 $\beta$  reduziert. Menschen- und Rattenleber enthält also eine 6 $\alpha$ - und eine 6 $\beta$ -Hydroxysteroid-Dehydrogenase.

**J. N. THOMPSON** und **G. A. J. PITTE**, Liverpool: *Der Einfluß großer Dosen von Vitamin-A-säure auf die Knochen junger Ratten.*

Junge Ratten (Gewicht: 64 bis 103 g) erhielten täglich 2 oder 4 mg Vitamin-A-säuremethylester. Nach zwei Wochen wurden die Tiere getötet. Viele Knochen der Tiere waren gebrochen, und alle Knochen waren teilweise resorbiert, vor allem dann, wenn hohe Dosen des Esters gegeben worden waren. Vitamin-A-säure führt also zu einer schweren Hypervitaminose, viel rascher, als sie nach Gaben von Vitamin-A-alkohol auftritt. Das ist überraschend, da die Säure im Gegensatz zum Alkohol im Körper nicht gespeichert wird, sondern sehr schnell wieder verschwindet.

**R. J. ROWBURY** und **D. D. WOODS**, Oxford: *Repression der Cystathionase-Bildung bei Escherichia coli.*

Cystathionin ist die unmittelbare biosynthetische Vorstufe des Homocysteins, aus dem durch Methylierung Methionin entsteht. Cystathionase spaltet Cystathionin in Homocystein, Pyruvat und Ammoniak. Die Cystathionase-Aktivität eines Ultraschall-Extraktes von *E. coli* ist umso geringer, je mehr D,L-Methionin das Kulturmedium enthielt. In etwa gleichem Maße nimmt die Aktivität der Homocystein-Methylase (Homocystein → Methionin) ab. 10 mM Methionin setzen die Cystathionase-Aktivität um 80 %, die Homocystein-Methylase-Aktivität um 85 % herab. Suspandierte man *E. coli*-Zellen, die mit Methionin gewachsen sind, in einem methionin-freien Medium, so erreichen beide Aktivitäten innerhalb drei Stunden wieder ihre normale Höhe. Diese „Erholung“ wird durch Chloramphenicol gehemmt, ist also mit einer Synthese neuen Proteins verbunden. Methionin (10 mM) im Kulturmedium unterdrückt auch die Bildung von Pyruvat aus L-Cystein zu etwa 85 %, d. h. Cystathionase katalysiert offenbar auch die oxidative Desaminierung des L-Cysteins.

**J. DIRKX** und **J. BEUMER**, Brüssel: *Untersuchung eines makromolekularen Phagen-Rezeptors aus *Shigella flexneri*.*

Der Rezeptor für den Phagen H-F6S konnte aus *Shigella flexneri* mit 5-proz. Trichloressigsäure extrahiert werden. Die elektrophoretisch einheitliche Substanz besteht zu  $2/3$  aus Polysaccharid, zu  $1/3$  aus Lipoid. Das Polysaccharid enthält 38,5 % Glucose, 21,6 % Rhamnose und 18,6 % Glucosamin. Die Verbindung kann daher mit spezifischen Reaktionen auf Rhamnose oder Glucosamin im Bakterium bestimmt werden. Beide Methoden ergeben etwa 670 Moleküle Rezeptor/Bakterium. Das aus der Lichtstreuung bestimmte Molekulargewicht der Rezeptor-Substanz beträgt etwa  $47 \cdot 10^6$ . Die Verbindung zeigt eine hohe biologische Aktivität: 0,5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  genügen, um eine Suspension von  $2 \cdot 10^6$  Phagen/ml zu 50 % zu inaktivieren. Außer dem Phagen H-F6S reagieren die Phagen H-SHPB, H+ und V mit dem Rezeptor.