

Schwermetalle aus der wäßrigen Lösung des Sirups an einen Kationenaustauscher bindet und nach Auswaschen des Sirups mit verd. Salzsäure vom Austauscher eluiert. Dampft man die erhaltene Lösung ein, so lassen sich die im Rückstand befindlichen Schwermetalle leicht papierchromatographisch trennen und nachweisen.

Der zunächst nur qualitative Nachweis kann mit Hilfe von Verdünnungsreihen von Testlösungen die Schwermetallmengen mit einer für betriebstechnische Zwecke hinreichenden Genauigkeit angeben.

[VB 320]

## Physikalische Gesellschaft Württemberg-Baden-Pfalz

vom 27. bis 30. April 1960 in Heidelberg

Aus den Vorträgen:

C. SCHMELZER, Genf: Bericht über das CERN-Protonen-Synchrotron und seine Inbetriebnahme.

Das CERN-Protonen-Synchrotron ist zur Zeit die leistungsfähigste Maschine der Welt zur Erzeugung hochenergetischer schwerer Elementarteilchen. Mit seiner Energie von 28 GeV, die das Energieäquivalent der Massen schwerer Elementarteilchen weit übersteigt, sind gezielte Untersuchungen über Teilchenprozesse möglich, bei denen man bisher auf die in der kosmischen Strahlung vorkommenden Teilchen höchsten Energien angewiesen war.

Nach einer Bauzeit von etwa 6 Jahren konnten am 24. Nov. 1959 zum erstenmal in dieser Maschine, bei deren Konstruktion völlig neue Bauprinzipien ohne vorherige praktische Erfahrung an kleineren Typen zum raschen Erfolg führten, Protonen bis zu einer Energie von 24 GeV beschleunigt werden. Seitdem ist das Protonen-Synchrotron mit einem zeitlichen Wirkungsgrad von etwa 75 % in Betrieb. Etwa 10 h pro Woche steht es für kernphysikalische Experimente zur Verfügung, die zwei- bis dreifache Zeit wird vorläufig zur genauen Ausmessung seiner Betriebsdaten und zur weiteren Verbesserung verwendet.

In einem Linearbeschleuniger erhalten die Protonen eine Anfangsenergie von 50 MeV und werden dann mit mehrfacher Ablenkung in die Synchrotronbahn eingeschossen. Fokussierung und Beschleunigung des Strahls werden durch zwei neuartige Prinzipien erreicht: Die Feldgradienten in radialer Richtung der auf dem Synchrotronring (200 m Durchmesser) angeordneten 100 Magnet-einheiten sind abwechselnd positiv bzw. negativ. Diese AG-Fokussierung (alternierender Gradient), abwechselnd in radialer bzw. vertikaler Richtung, setzt die Amplituden der Betatronschwingungen um den Sollkreis wesentlich herab (starke Fokussierung). Hierdurch und durch den Einbau zusätzlicher magnetischer Korrekturlinsen können die Abmessungen der Beschleunigungskammer um Größenordnungen kleiner gehalten werden als bei den bisherigen vergleichbaren Beschleunigern. Das Gesamtgewicht der Ringmagneten in Genf beträgt nur 3300 t, gegenüber 36000 t bei dem 10 GeV-Protonenbeschleuniger in Dubna (UdSSR) aus dem Jahre 1957. In 16 Hochfrequenz-Beschleunigungseinheiten erhalten die Protonen ihre Geschwindigkeit, wobei die Phase der Beschleunigungsspannung automatisch durch die Koordinaten des Strahls geregelt wird (phasenstarre Beschleunigung). Die Magnetfeldstärke der Ringmagneten muß synchron mit der Protonengeschwindigkeit im Verlauf des eine Sekunde dauernden Beschleunigungsvorgangs von 0 auf 12500 Gauß steigen. Der voll beschleunigte Strahl erreicht eine Intensität von 3 bis  $5 \cdot 10^{10}$  Protonen pro Impuls (etwa 30 % der eingeschlossenen Intensität). Die zu untersuchende Strahlung tritt durch Öffnungen in meterdicken Strahlenschutzwänden aus Schwerbeton in mehrere große Experimentierhallen. Es war nötig, beim Bau der riesigen Anlage extrem kleine Toleranzmaße einzuhalten (0,1 mm Toleranz auf 200 m). Für die Zukunft ist der Bau einer weiteren Experimentierhalle mit langem Strahlweg (600 m) geplant, sowie die Vergrößerung der erreichten Strahlintensität auf  $10^{12}$  Protonen pro Impuls.

G. KNOP, Bonn: Bericht über das Bonner Elektronensynchrotron.

Das Bonner Synchrotron beschleunigt Elektronen auf eine Energie von maximal 440 MeV. Die Elektronen bewegen sich in einem Feld von ringförmig angeordneten Elektromagneten auf einem Sollkreis von 5,3 m Durchmesser. In sechs Beschleunigerstufen, die auf dem Ring zwischen den Magneten liegen, werden die im Impulsbetrieb mit einer Anfangsenergie von 3 MeV eingeschossenen Elektronen durch hochfrequente elektrische Wechselfelder beschleunigt. Synchron mit der Beschleunigung muß das magnetische Feld der Ringmagnete wachsen, um die Elektronen auf ihrem Sollkreis zu halten. Die im Dauerbetrieb erreichte Intensität im Synchrotron beträgt  $2 \cdot 10^9$  Elektronen pro Impuls; das entspricht bei einer Wiederholungsfrequenz von 50 Hz einem mittleren Strom von  $2 \cdot 10^{-8}$  Ampere. Die Impulsdauer beträgt 200 µsec. Die auf die Endenergie beschleunigten Elektronen erzeugen an einem Wolfram-Draht, der als Target im Inneren des Synchrotrons in die Bahn der Elektronen gebracht wird, einen scharf gebündelten

Strahl von hochenergetischen Bremsstrahlungsquanten. Mit diesen  $\gamma$ -Quanten werden unter anderem die Photoproduktion von  $\pi$ -Mesonen an Protonen, die Paarerzeugung von Elektronen und Positronen unter großen Winkeln und inelastische Prozesse von Sekundärelektronen untersucht. Das Elektronensynchrotron arbeitet außerordentlich störungsfrei.

K. DRANSFELD, Murray Hill, N.Y.: Erzeugung und Anwendung von Schallwellen oberhalb 1000 MHz.

Untersuchungen mit hochfrequenten Schallwellen versprechen Aufschlüsse zur Festkörperphysik, z. B. über die Struktur der Metallgitter, über Relaxationsphänomene in para- und ferromagnetischen Kristallen und über die Wechselwirkung zwischen Spinwellen und Schallwellen in ferromagnetischen Kristallen. Außerdem stellen sie ein Mittel dar, um hohe Beschleunigungen in Festkörpern zu erzeugen und so die Lichtausbreitung in Gravitations- und Beschleunigungsfeldern zu untersuchen.

Sehr hochfrequente Schallwellen lassen sich nicht mehr als Eigenschwingungen in Piezoquarzen erzeugen (für eine Frequenz von  $10^{10}$  Hz ist die akustische Wellenlänge bereits kleiner als optische Wellenlängen). An der Stelle der Eigenschwingungen verwendet man erzwungene Schwingungen, die in Hohlraumresonatoren an der Oberfläche großer Quarzstäbe mit einem Wirkungsgrad von etwa 1% bei 1000 MHz erzeugt werden. Untersucht wurde u. a. die Temperaturabhängigkeit der Schallabsorption  $\alpha$  in Festkörpern. Die starke Änderung der Absorption, etwa wie  $\alpha \sim T^4$  bei tiefen Temperaturen ( $\sim 20^\circ \text{K}$ ), und die Annäherung an einen praktisch konstanten Wert für hohe Temperaturen ist qualitativ verständlich. — Eine weitere Art der Schallerzeugung beruht auf der Magnetostriktion. Die Anordnung besteht aus einer in einem konstanten Magnetfeld magnetisierten Nickelscheibe in Verbindung mit einem Quarzstab. Bei Anlegen eines rotierenden Zusatzfeldes rotiert das durch Magnetostriktion hervorgerufene Spannungsellipsoid im Nickel und regt transversale Schallwellen an, die auf den Quarzstab übertragen werden. Es wurde über Absorptionsmessungen bei verschiedenen Temperaturen und bei verschiedenen Feldstärken des stationären Feldes, sowie über den Nachweis einer Drehung der Polarisationsrichtung transversaler Schallwellen in einem magnetisierten Ferrit (ein akustisches Analogon zum Faraday-Effekt) berichtet.

H. THURN, Ludwigshafen: Der Einfluß verschiedener Füllstoffe auf die schalldämpfende Wirkung von Antidröhnmassen.

Als Schallentdröhnungsbeläge dienen Kunststoffen mit anorganischen Füllstoffen. Bei der Untersuchung wurden die Beläge auf Blechstreifen aufgebracht und ihre Dämpfungseigenschaften in einer Biegeschwingungsapparatur bei ca. 200 Hz als Funktion der Temperatur gemessen. In dem Anwendungsbereich ist man interessiert an hohen Dämpfungswerten zwischen ca. 50 bis 1000 Hz. Die Messung bei 200 Hz ist repräsentativ für den ganzen Frequenzbereich, da sich das Maximum der Dämpfungskurve zwischen 50–1000 Hz nur um wenige Grad verschiebt gegenüber einer Halbwertsbreite der Kurven von 15–30 °C. Es wurde gefunden, daß sich die Temperaturlage des Dämpfungsmaximums bei konstanter Frequenz sowohl mit wachsender Belagdicke als auch mit zunehmendem Füllstoffanteil zu höheren Temperaturen verschiebt. Eine Schichtstruktur der Füllstoffe (Glimmer, Graphit) erhöht die Dämpfung besonders dann, wenn die Schichtebenen parallel zur Blechebene liegen. Die Messungen zeigen, daß die Schichtstruktur der Füllstoffe und die Reibungsdämpfung zwischen den Schichtebenen eine wesentliche Rolle bei der Erhöhung der Dämpfung von Schallentdröhnungsmitteln durch Füllstoffe spielen.

K. BIER, Karlsruhe: Umkehrung der Trenndüsenentmischung in „überexpandierten“ Gasstrahlen.

Bei der Ausströmung eines Gasgemisches aus einer engen Düse tritt unter geeigneten Druckbedingungen eine teilweise räumliche Entmischung der Komponenten ein. Diese Entmischung ist der massenabhängigen Diffusionsgeschwindigkeit entlang einem starken Abfall der Gasdichte zuzuschreiben. In früheren Arbeiten<sup>1)</sup> wurde über die Anreicherung der schweren Komponente im Strahl-

<sup>1)</sup> Vgl. Angew. Chem. 69, 568 [1957].

kern unmittelbar hinter der Düse berichtet. Neuerdings wurde nun in rotationssymmetrischen Gasstrahlen in größerem Abstand von der Düse eine zweite Entmischung von umgekehrtem Vorzeichen gefunden, d. h. eine Anreicherung der leichten Komponente im Strahlkern, und in Verbindung damit eine ausgeprägte Überexpansion, d. h. ein Minimum der Gasdichte auf der Strahlachse. Es wird angenommen, daß der Trenneffekt im wesentlichen durch Verdichtungsstöße bestimmt wird, also durch Flächen sprunghafter Änderung der gasdynamischen Größen. Die Verdichtungsstöße wurden lokalisiert. Diese zweite Entmischung ist prozentual etwas kleiner als die unmittelbar hinter der Düse. Der Effekt konnte bisher nur an rotationssymmetrischen Düsen nachgewiesen werden.

K. EGELKRAUT und H. LEUTZ, Heidelberg: Halbwertszeit des  $^{40}\text{K}$ .

$^{40}\text{K}$  zerfällt sowohl durch  $\beta$ -Übergang in den Grundzustand des  $^{40}\text{Ca}$  als auch durch Elektroneneinfang in einen angeregten Zustand des  $^{40}\text{Ar}$ . Die hochenergetische Grenze des  $\beta$ -Spektrums liegt bei 1,34 MeV; die Energie des  $\gamma$ -Übergangs vom angeregten in den Grundzustand des  $^{40}\text{Ar}$  beträgt 1,46 MeV. Unter der Annahme, daß alle Elektroneneinfänge über das angeregte Niveau des  $^{40}\text{Ar}$  führen und daß außer dem  $^{40}\text{K}$  kein weiteres radioaktives Isotop im Isotopengemisch des Kaliums vorkommt, kann die Halbwertszeit des  $^{40}\text{K}$  aus der spezifischen  $\beta$ - und  $\gamma$ -Aktivität des natürlichen Kaliums ermittelt werden.

Um die Schwierigkeiten, die sich bei Messungen mit Zählrohren ergeben (Selbstabsorption des Präparates) zu umgehen, wurden thallium-aktivierte KJ-Einkristalle zur Bestimmung der spezifischen  $\beta$ -Aktivität verwendet, indem die von der Eigenaktivität dieser Kristalle ausgelösten Szintillationen mit einem Photomultiplier gezählt wurden. Der Anteil der in den Kristallen absorbierten  $\gamma$ -Quanten wurde dadurch eliminiert, daß die integralen Zählraten von 11 KJ(Tl)-Kristallen verschiedener Größe gemessen wurden. Die spezifische  $\beta$ -Aktivität wurde auf diese Weise zu  $28,3 \pm 0,15$  Zerfälle/sec und g Kalium bestimmt. Die spezifische  $\gamma$ -Aktivität des Kaliums wurde nicht durch Vergleich mit Standardpräparaten bekannter spezifischer Aktivität, sondern direkt ermittelt: Ein KCl-Einkristall wurde in das Bohrloch eines NaJ(Tl)-Szintillations-Kristalls gebracht und aus der integralen  $\gamma$ -Zählrate des KCl-Kristalls und der berechneten Ansprechwahrscheinlichkeit des NaJ(Tl)-Kristalls die spezifische  $\gamma$ -Aktivität zu  $3,35 \pm 0,15$  Zerfälle/sec und g Kalium bestimmt.

Aus diesen spezifischen Aktivitäten ergibt sich für einen  $^{40}\text{K}$ -Anteil von 0,0118 % am Isotopengemisch des natürlichen Kaliums eine Halbwertszeit von  $(1,26 \pm 0,01) \cdot 10^9$  Jahren.

K. O. MÜNNICH und J. C. VOGEL, Heidelberg: Jahreszeitliche Schwankungen im  $^{14}\text{C}$ -Gehalt der Atmosphäre.

$^{14}\text{C}$ -Messungen des atmosphärischen  $\text{CO}_2$  an mehreren Orten zwischen 48 und 60° nördlicher Breite zeigen einen ausgeprägten Jahresgang (Maximum im Sommer, Minimum im Winter) sowie eine gewisse Breitenabhängigkeit. Der Jahresgang ist offenbar zum Teil auf eine schwankende Zufuhr von Atombomben- $^{14}\text{C}$  aus der Stratosphäre zurückzuführen.

Verdünnungseffekte durch  $^{14}\text{C}$ -freies Steinkohlen- $\text{CO}_2$  verstärken den Jahresgang, weniger infolge der höheren  $\text{CO}_2$ -Produktion (Heizung), sondern wegen der im Winter geringeren vertikalen Durchmischung der Atmosphäre (Inversionen); dadurch staut sich Industrie- $\text{CO}_2$  in den bodennahen Luftschichten.

In den Alpen in 1800 m Höhe, wo solche  $\text{CO}_2$ -Stauungen nur noch wenig ausmachen, betrug der Aktivitätsunterschied Sommer-Winter 1959 nahezu 10 %. Dies wird im wesentlichen der schwankenden  $^{14}\text{C}$ -Zufuhr (vgl. Frühjahrsmaximum von  $^{90}\text{Sr}$  in der Atmosphäre) zugeschrieben. Nach dem Maximum (1959: + 30 % über normal) im Juni/Juli nimmt die  $^{14}\text{C}$ -Aktivität mit einer Halbwertszeit von 1 bis 2 Monaten bereits im Spätsommer ab. Diese schnelle Abnahme trotz einer Aufenthaltsdauer des  $^{14}\text{C}$  in der Atmosphäre von mehreren Jahren wird darauf zurückgeführt, daß die  $^{14}\text{C}$ -Zufuhr im Frühjahr besonders in höheren geographischen Breiten erfolgt; sie erzeugt dort zunächst eine Stauung, die sich dann nach geringeren Breiten hin ausgleicht. Eine Abschätzung der Geschwindigkeit dieses Ausgleiches ist in Übereinstimmung mit dem Abklingen der  $^{14}\text{C}$ -Aktivität im Herbst. [VB 323]

#### GDCh-Ortsverband Darmstadt

am 24. Mai 1960

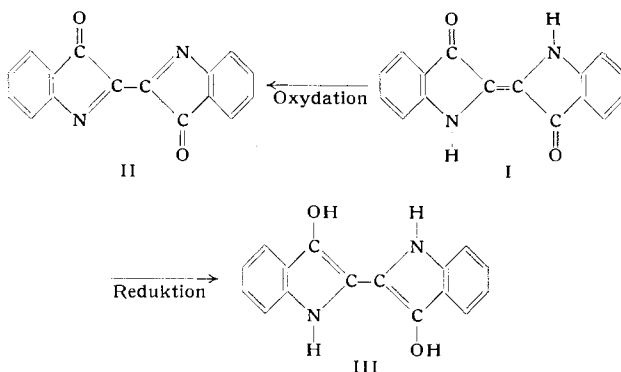
W. LÜTTKE, Freiburg i. Brsg.: Spektroskopische und theoretische Untersuchungen an Indigo-Farbstoffen<sup>1)</sup>.

Die quantenmechanische Behandlung des Indigo-Moleküls (I) nach der Molekular-Orbital-Theorie<sup>2)</sup> liefert die Dichteverteilung und Energieniveaus der  $\pi$ -Elektronen. Sie gibt schon in der einfach-

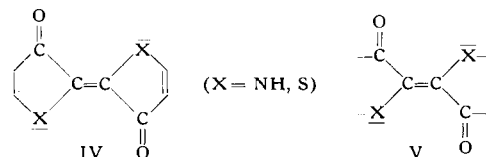
<sup>1)</sup> Vgl. Angew. Chem. 70, 576 [1958].

<sup>2)</sup> M. Klessinger, Diplomarbeit, Freiburg i. Brsg. 1959.

sten Näherung (bei Verwendung gleicher Coulomb- und Resonanz-Integrale für alle Atome mit  $\pi$ -Elektronen) im Moleküldiagramm eine formelmäßige Darstellung des Moleküls, die seine experimentellen Eigenschaften, besonders die Bildung von Dehydro- (II) und Leuko-Indigo (III), die Unterschiede in der Lage der langwelligsten Lichtabsorptionsbande und der Carbonyl-Valenzschwingung im



IR-Spektrum, richtig wiedergibt. Bei Verwendung geeigneter Parameter für die Heteroatome läßt sich darüber hinaus auch der systematische Gang dieser Eigenschaften in der Reihe Indigo, Selenindigo, Thioindigo, Oxindigo theoretisch erfassen. Diese Parallelität zwischen experimentellen und theoretischen Daten liefert ein Kriterium zur Kennzeichnung des indigoiden Charakters und erlaubt, den Zusammenhang zwischen der tiefen Farbe der Indigoide und ihrer Konstitution durch die Suche nach den für die charakteristischen Indigo-Eigenschaften notwendigen und hinreichenden Strukturelementen aufzugreifen. Übereinstimmend mit dem Experiment ergibt die Rechnung, daß die Benzol-Ringe unwesentlich sind; schon die entspr. Pyrrol- bzw. Thiophen-Verbindungen (IV) besitzen indigoide Eigenschaften. Ferner sprechen die Moleküldiagramme dafür, daß das ringfreie System V mit



doppelt gekreuzten Auxochrom-Antiauxochrom-Gruppen an einer gemeinsamen C=C-Bindung als Chromophor die kleinste Gruppierung ist, die noch die charakteristischen Eigenschaften der Indigoide aufweist. [VB 328]

#### GDCh-Ortsverband Wuppertal-Hagen

am 4. Mai 1960

J. GOERDELER, Bonn: Fünfgliedrige Heteroaromaten mit Schwefel-Stickstoff-Bindungen.

Eine Übersicht der bisher bekannten Systeme (die formal vom Thiophen abgeleitet werden können) zeigt, daß einige (Isothiazol, 1,2,4- und 1,2,5-Thiadiazol) erst in den letzten Jahren als Grundkörper bekannt wurden. Thiotriazole und Thiotetrazole stehen noch aus. Am stärksten bearbeitet wurde das 1,2,4-Thiadiazol.

Zur Gewinnung kommen — neben Abbaureaktionen an kondensierten Systemen — Synthesen in Frage, die die Schwefel-Stickstoff-Bindung herstellen. Man geht aus von aktivierten Schwefel-Verbindungen (z. B. Sulfonylchloriden, Dirhodan, Thionylechlorid, in besonderen Fällen auch Disulfiden) oder von aktivierten Aminen (z. B. N-Halogenamidinen, Oximen, Diazo-Verbindungen, Aziden) oder von geeignet gebauten Amino-mercaptanen, die einer dehydrierenden Cyclisierung unterworfen werden. Ein komplizierter Spezialfall aus der letzten Kategorie ist die Hofmannsche Synthese von 3,5-Diphenyl-1,2,4-thiadiazol aus Thiobenzamid.

Der aromatische Charakter der Systeme geht unter anderem hervor aus den deutlichen Stabilitätsunterschieden im Vergleich mit nahestehenden offenen Formen (Diazoketon gegenüber 1,2,3-Thiadiazol, Methansulfonyl-benzamidin gegenüber Phenyl-1,2,4-thiadiazol); aus der Nichtoxydierbarkeit des Schwefels; aus der Irreversibilität bei Umlagerungen von Imino-thiadiazolen in Amino-thiadiazole; aus der Diazotierbarkeit einiger Amine.

Es handelt sich um mehr oder weniger „aktivierte“ (elektronenanziehende) Aromaten, wie z. B. das weitgehend gleichartige Verhalten von 5-Chlor-1,2,4-thiadiazol und 2,4-Dinitro-chlorbenzol bei zahlreichen Austauschreaktionen beweist. [VB 321]