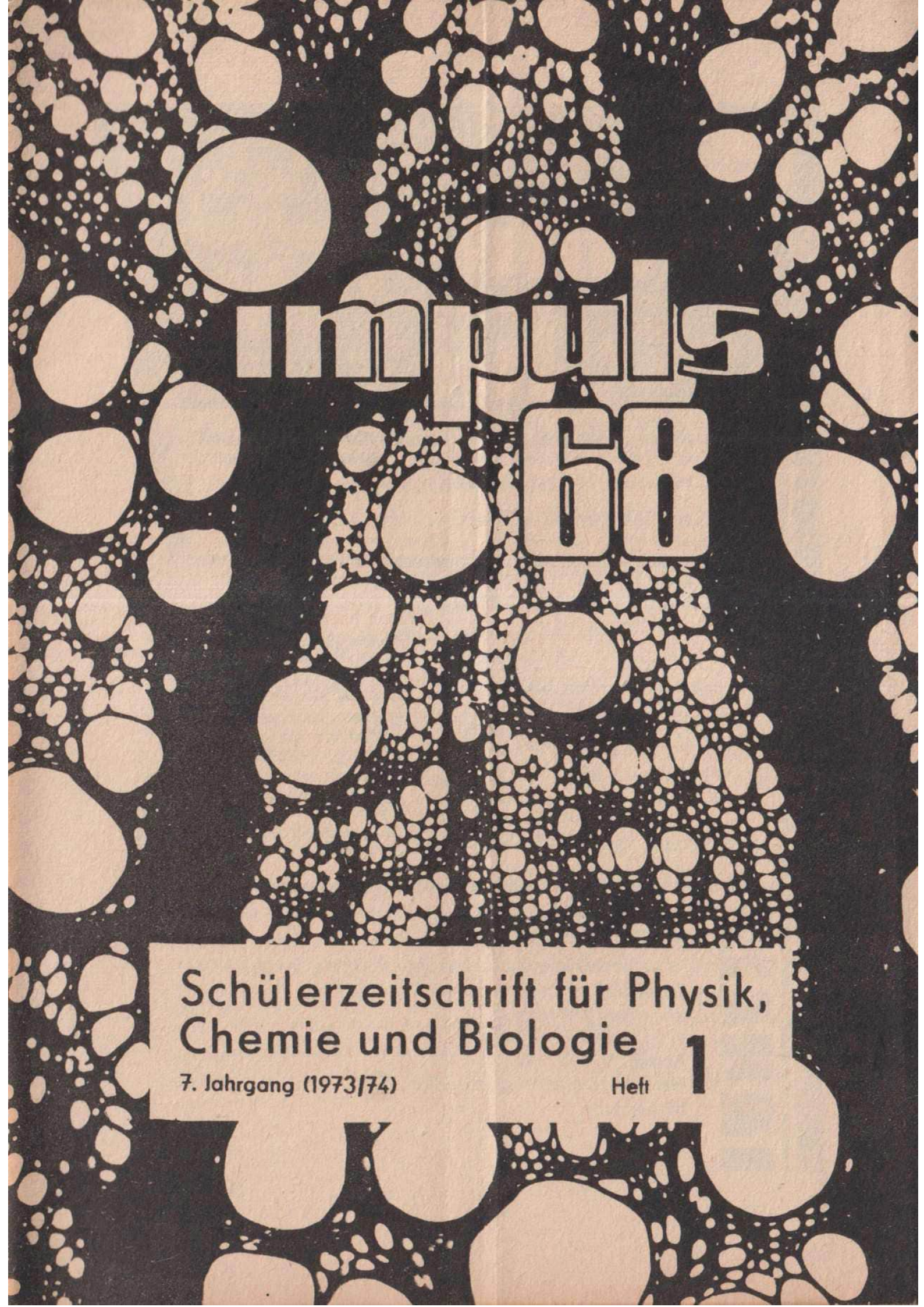




impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

1

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähmig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Phys.)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Bio. B. Schubert (Bio.)
D. Heyne (Kultur, Korresp.)
W. Hild Kurzartikel,
L. Günther Astronomie,
 Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Johann Wolfgang Döbereiner	5
Was ist ein Festkörper?	7
Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Polymerchemie	13
Schädlinge an Pflanzen	17
Wir experimentieren	20
Was ist Photochemie?	21
Ältester fossiler Floh	26
Elektronenbeschleuniger in Jena	27
Büchermarkt	30

Liebe Leser! Ehe Sie „impuls 68“ verpumpen oder weiterverhaken, lesen Sie doch bitte erst die folgenden 2 Seiten und dann ev. noch Seite 32 und dann noch

Liebe Leser!

Gestatten Sie uns, daß wir zu Beginn des 7. Jahrganges von "impuls 68" wiederum einige Worte an Sie richten.

Zunächst möchten wir einen kurzen Überblick über den geplanten Inhalt geben. Die vergangenen Jahrgänge hatten stets ein zentrales Thema, das dann aus verschiedener Sicht gestaltet wurde. Von dieser Tradition wollen wir in diesem Jahrgang abgehen. Es werden also keine großen Serien mehr erscheinen, sondern Artikel aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen und Kurzartikel zu neuesten Forschungsergebnissen.

Damit wollen wir den Leser in noch stärkerem Maße in die Lage versetzen, über den Schulstoff hinaus sein Wissen zu vertiefen und zu ergänzen und den zahlreichen Arbeitsgemeinschaften Denkanstöße geben. Daher, wie in jedem Jahr, unsere Bitte an die Leser:

Schreiben Sie uns, was Sie gern lesen möchten, fragen Sie uns, wenn fachliche Unklarheiten bestehen. Wir werden jeden Brief (auch wenn es manchmal etwas länger dauert) beantworten.

Achtung! Arbeitsgemeinschaften und sonstige Interessenten!

Wir wollen in diesem Jahrgang versuchsweise eine "WWW-Ecke" (Wie - Wo - Was - Ecke) einführen. Wenn Sie Erfahrungsaustausch suchen, Schwierigkeiten bei der Beschaffung von Bauteilen u.ä. für die Arbeitsgemeinschaften bestehen oder das "gewußt wie" bei der Lösung irgendeines naturwissenschaftlichen Problems fehlt - schreiben Sie an uns, wir werden die "Kleinanzeige" (selbstverständlich kostenlos) veröffentlichen. Machen Sie bitte rege davon Gebrauch, denn bei über 7500

naturwissenschaftlich interessierten Lesern ist der Erfolg fast von vornherein gesichert. Für den Inhalt der WWW-Ecke gibt es keine Beschränkung!

↓

Der zweite Knüller für dieses Jahr - großes Leser-Preisaus-
→ schreiben für den besten Artikel. Die Bedingungen sind ganz einfach:

- Inhalt der Artikel: dem Rahmen von "impuls 68" angepaßt - freie Themenwahl
- Länge der Artikel: Maximal 3 Schreibmaschinenseiten (einschließlich Abbildungen); Minimal: eine Zeile

Preise: Jeder veröffentlichte Artikel wird (je nach Umfang, Inhalt, Qualität usw.) bis maximal 70,— M prämiert. (Artikelserien müssen mit der Redaktion gesondert vereinbart werden.)

Außerdem wird am Jahresende der beste Artikel nochmals mit 50,— M extra ausgezeichnet.

Hinweis: Artikel bitte bis zum 15. 11. 1973 der Redaktion anmelden (Postkarte genügt). Sie erhalten dann noch einige Hinweise. Letzter Einsendeschluß für die Artikel: 20. 2. 1974 .

Für das Schuljahr 1973/74 wünschen wir all unseren Lesern viel Erfolg in der Arbeit und interessante Stunden mit

" i m p u l s 68 "

B. Riedel
Sektion Chemie
Forschungsstudent

Johann Wolfgang **Döbereiner**

Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts war die Zeit, in der Genies wie Humboldt, Marx, Liebig, Goethe, Darwin u. a. der entscheidende Durchbruch zu den Gesetzen von Natur und Gesellschaft gelang.

In Deutschland erhoben J. Liebig, J.W. Döbereiner, F. Wöhler und E. Mitscherlich die Chemie von einer medizinischen Hilfswissenschaft zu einer exakten naturwissenschaftlichen Disziplin.

Die vom aufstrebenden Bürgertum und dem beginnenden Kapitalismus geprägte Epoche der Aufklärung ermöglichte es auch J.W. Döbereiner, Sohn eines unterfränkischen Kutschers, Professor für Chemie zu werden. Er besaß weder eine normale Schulbildung noch hatte er einen ordentlichen Hochschulabschluß, als ihn Carl August von Sachsen-Weimar 1810 nach Jena berief. In Weimar war man auf den 1780 geborenen Apotheker durch seine Veröffentlichungen über chemische Probleme in "Gehlens Journal" aufmerksam geworden. Um in Jena seine Lehrtätigkeit aufnehmen zu können, mußte ihm erst die philosophische Fakultät den Dokortitel verleihen. Hierfür hatte Döbereiner nur die halben Gebühren zu entrichten, welche er seiner Armut wegen nur in Raten zahlen konnte.

Für den Dreißigjährigen war diese Berufung das größte Ereignis seines Lebens. Es erfüllte ihn mit tiefer Dankbarkeit gegenüber seinen Gönnern, besonders gegenüber Goethe, der ihm jede nur denkbare Hilfe gewährte. Dies war auch der Grund für die Ablehnungen der Rufe nach Bonn, Dorpat, Halle, München und Würzburg, trotz seiner prekären materiellen Lage in Jena. Wie alle großen Naturwissenschaftler seiner Zeit war

Döbereiner sowohl ein großartiger Lehrer als auch ein scharf denkender und beobachtender Forscher. Er richtete schon 1820, lange vor Liebig in Gießen, ein chemisches Labor für die praktische Ausbildung seiner Studenten ein. Der bekannteste Chemiker aus Döbereiners Schule war F.F. Runge.

Das Arbeitsgebiet Döbereiners reichte von der Bierbrauerei, und der Glaschemie über die Stöchiometrie bis hin zur Erforschung der katalytischen Wirkung des Platins.

Noch heute wird in Vorlesungen über Katalyse die Wirkung des Platinmohrs an dem "Döbereinerschen Wasserstofffeuerzeug" oder der Essiglampe demonstriert. Döbereiner ist somit als Vater der Katalyse anzusehen.

Am bekanntesten sind seine stöchiometrischen Arbeiten, die ihn letztlich zur Aufstellung der nach ihm benannten Triaden, einer Vorstufe des Periodensystems der Elemente, veranlaßten.

Große Erfolge konnte Döbereiner auch auf dem Gebiet der Kohlenstoffchemie verzeichnen. Er bewies, daß das Gesetz der konstanten Proportion und das Volumengesetz von Gay-Lussac auch für organische Verbindungen und deren Umsetzungen gilt.

Aufsehen erregte damals seine Umwandlung der pflanzlichen Weinsäure durch Braunstein in die tierische Ameisensäure.

Trotz seiner bedeutenden wissenschaftlichen Leistungen hatte Döbereiners Wirken keinen richtungsweisenden Einfluß auf die Entwicklung der Chemie in Deutschland. Dies lag nicht an seinem fehlenden Genius, sondern an der abgeschiedenen Lage Jenas, der geringen finanziellen Mittel und seinem fehlenden Durchsetzungsvermögen. Die großen familiären Sorgen hatten seine Schaffenskraft derart zermürbt, daß er in den letzten Jahren seines Lebens keine großen wissenschaftlichen Leistungen mehr vollbringen konnte.

Er starb 1849 in Jena.

B. Scheliga
B. Züger
Sektion Physik

Aufbau und Struktur von Kristallen - Was ist ein Festkörper?

1. Definition des Festkörpers

Wir unterscheiden zwei Arten von Festkörpern:
kristalline und amorphe Festkörper.

Kristalline Festkörper (Kristalle):

Sie besitzen eine regelmäßige Struktur, d.h. eine bestimmte geometrische Anordnung der Bausteine über einen großen Bereich hinweg (Fernordnung), die in den verschiedenen Richtungen des Raumes unterschiedlich ist.

Amorphe Festkörper:

Sie weisen eine statistische Verteilung ihrer Bausteine auf, wobei zwischen den nächsten Nachbarn eine bestimmte geometrische Anordnung auftritt (Nahordnung). Sie sind vergleichbar mit einer sehr zähen Flüssigkeit (z.B. Gläser).

2. Mathematische Beschreibung des Kristalls

Wie bereits gesagt wurde, besitzen Kristalle eine regelmäßige Struktur. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit der mathematischen Beschreibung des Kristalls. Ein Idealkristall wird aufgebaut durch die periodische Anordnung der Kristallbausteine (Elementarzellen) in den Richtungen des dreidimensionalen Raumes. Dadurch entstehen im Kristall ausgezeichnete Richtungen und Ebenen, die durch eine bestimmte Linien- bzw. Flächendichte der Kristallbausteine gekennzeichnet sind.



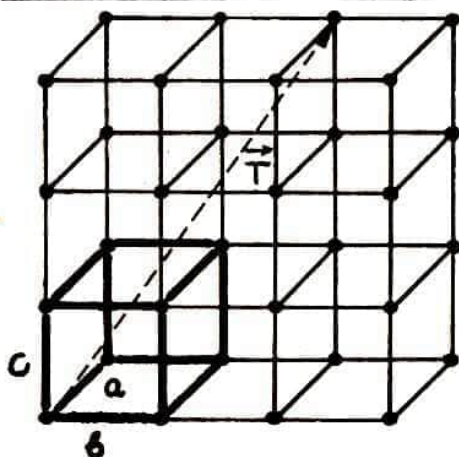


Abb. 1

Raumgitter mit Elementarzelle in 3 Dimensionen

Beispiel: $\vec{T} = a + 2b + 3c$

$$a = |\vec{a}|$$

$$b = |\vec{b}|$$

$$c = |\vec{c}|$$

Die Struktur der Kristalle wird durch Angabe eines periodischen Gitters gekennzeichnet, das durch 3 fundamentale Translationen a , b , c definiert ist. Durch Verschiebung eines Gitterpunktes um a , b oder c erreicht man jeweils die nächsten Gitterpunkte in den drei Richtungen. Die allgemeine Gittertranslation setzt sich zusammen aus (siehe Abb. 1)

$$\boxed{\vec{T} = n_1 a + n_2 b + n_3 c} \quad \begin{array}{l} n_1, n_2, n_3 - \\ \text{ganze Zahlen} \end{array} \quad (1)$$

Das Gitter stellt eine mathematische Abstraktion dar, da es noch nicht mit Atomen besetzt ist. Man muß deshalb außerdem die Anordnung der Atome in der Elementarzelle (die sogenannte Basis) angeben.

Die Basis wiederholt sich periodisch an allen Gitterpunkten. Wir erhalten also:

$$\boxed{\text{Gitterstruktur} = \text{Gitter} + \text{Basis}} \quad (2)$$

Abb. 2 Beispiel

Raumgitter	+	Basis	=	Kristallstruktur
<pre> • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • </pre>		<pre> • x </pre>	=	<pre> o o o o o x x x x x o o o o o x x x x x o o o o o x x x x x o o o o o x x x x x </pre>

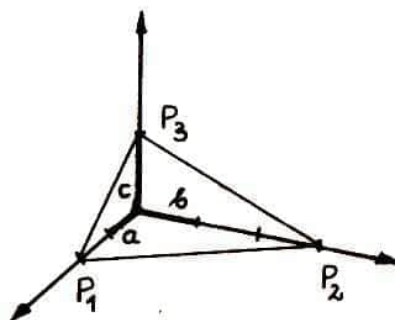
Durch die 3 primitiven Translationen $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$ wird ein Parallelepipiped, die sogenannte Einheitszelle aufgespannt, aus der durch lückenloses Aneinandersetzen das gesamte Gitter aufgebaut werden kann. Das Volumen der Elementarzelle beträgt:

$$V_c = [\mathbf{a} \times \mathbf{b}] \cdot \mathbf{c} \quad (3)$$

Eine durch das Gitter gelegte Ebene schneidet die 3 Kristallachsen an bestimmten Gitterpunkten. Der Abstand zum Koordinatenursprung ist ein ganzzahliges Vielfaches der primitiven Translationen in den drei Richtungen: $n_1\mathbf{a}$, $n_2\mathbf{b}$, $n_3\mathbf{c}$. Bildet man die reziproken Werte $\frac{1}{n_1}$, $\frac{1}{n_2}$, $\frac{1}{n_3}$ und multipliziert mit dem kleinsten

gemeinsamen Faktor, der die Brüche in ganze Zahlen überführt, erhält man die "Millerschen Indices" h, k, l . Man kennzeichnet eine Ebene durch die Angabe (h, k, l) .

Beispiel



Eine Ebene soll die Kristallachsen in den Punkten P_1 , P_2 , P_3 schneiden.

Aus Abb. 3 ist abzulesen:

$$n_1 = 2, \quad n_2 = 3, \quad n_3 = 1$$

$$\frac{1}{n_1} = \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{n_2} = \frac{1}{3}, \quad \frac{1}{n_3} = \frac{1}{1}$$

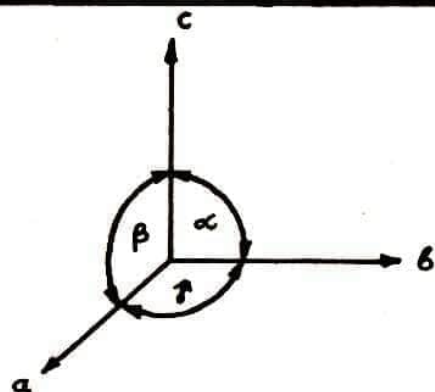
Nach Multiplikation mit 6 erhält man:

$$h = 3, \quad k = 2, \quad l = 6.$$

3. Kristallstrukturen

Außer den Translationen gibt es für den Kristall noch andere Symmetrioperationen, durch die der Kristall in sich übergeführt werden kann, z.B. durch Drehung um eine bestimmte Kristallachse oder durch Spiegelung an einer Ebene des Kristalls. Die möglichen Symmetrioperationen richten sich nach der jeweiligen Kristallstruktur. Es existieren sieben gebräuchliche Einheitszellen zur Beschreibung der Kristalle. Danach kann man

alle Kristalle in sieben Kristallsysteme einteilen, die jeweils bestimmte charakteristische Symmetrieeigenschaften besitzen.



a, b, c - Kristallachsen
 α, β, γ - Winkel zwischen den Achsen

Abb. 4

Zu den einzelnen Kristallsystemen gibt es mehrere Gitter. Wir wollen nur ein Beispiel herausgreifen, das kubische System. Hierzu gehören 3 Gitter: das einfach kubische, das kubisch raumzentrierte und das kubisch flächenzentrierte Gitter. Die gebräuchliche Einheitszelle ist in allen 3 Fällen ein Würfel.

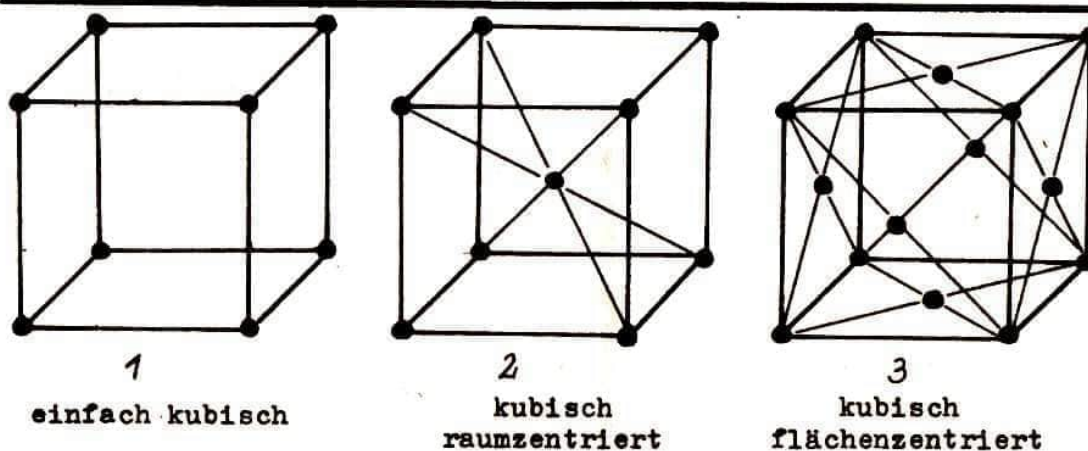
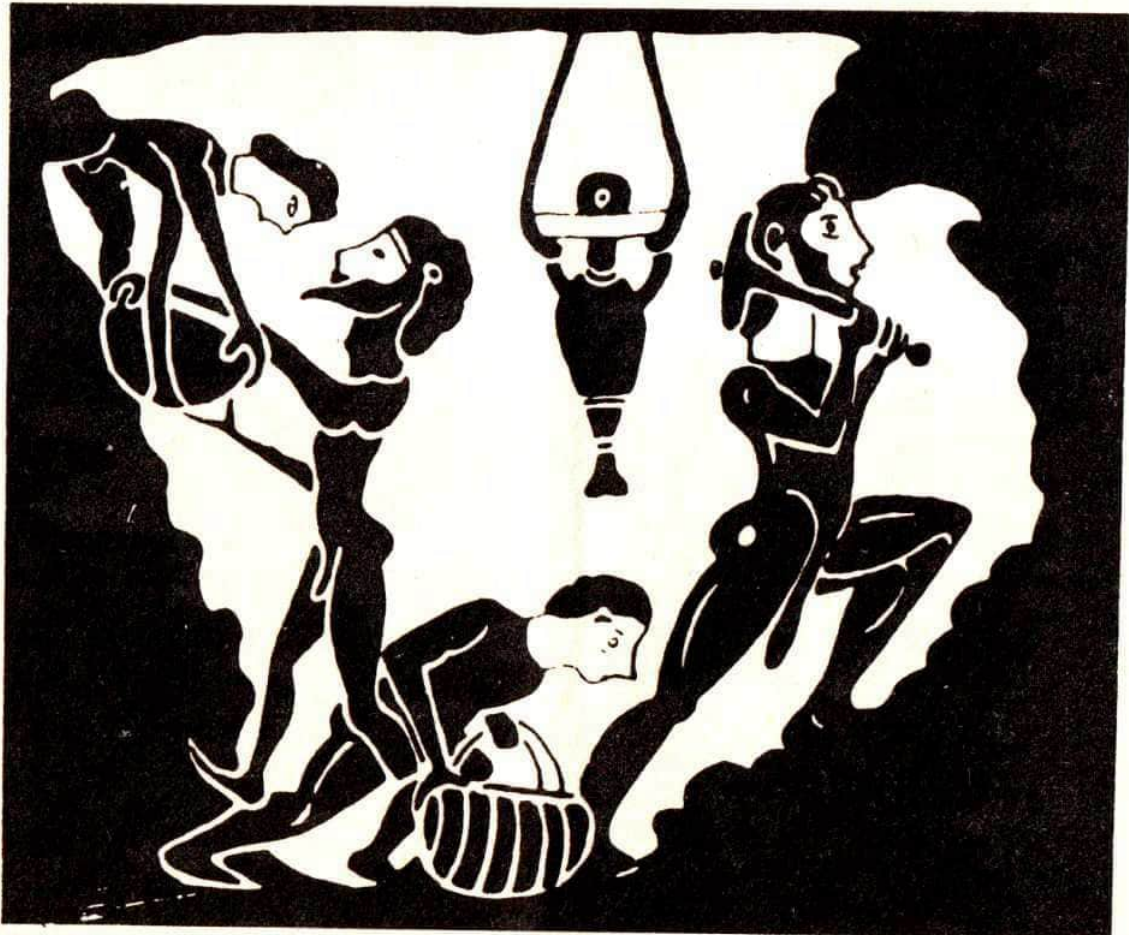


Abb. 5

Bisher haben wir nur von Idealkristallen gesprochen. Idealkristalle kommen aber in der Natur nicht vor, sie sind nur ein mathematisches Mittel. Die wirklich vorkommenden Kristalle bezeichnet man als Realkristalle. Die Anordnung der Kristallbausteine ist nicht so regulär wie oben beschrieben, sondern es treten verschiedene Gitterfehler auf, z.B. können Atome zwischen den Gitter-

punkten sitzen oder auf den Gitterpunkten sitzen Fremd-
atome. Die Beschreibung der Realkristalle ist bedeutend
komplizierter.

Ein anderer Effekt, der die Beschreibung des Kristalls
erschwert, sind die thermischen Schwingungen der Gitter-
bausteine. Die Gitterbausteine sitzen also nicht fest
an einem Gitterpunkt, sondern schwingen um ihre Ruhe-
lage. Diese Gitterschwingungen kann man mathematisch
beschreiben, worauf wir aber hier nicht eingehen
wollen.



Im Bergwerk arbeitende griechische Sklaven



System	Hauptsymmetrieachsen	Länge der Achsen der gebräuchlichen Einheitszelle	Winkel zwischen Achsen der Einheitszelle
Triklin	0	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma$
Monoklin	1 zweizählige Symme- ⁺⁾ trieachse	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
Rhombisch	2 zweizählige Symme- ⁺⁾ trieachsen	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal	1 vierzählige Symme- ⁺⁾ trieachse	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Trigonal	1 dreizählige Symme- ⁺⁾ trieachse	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma < 120^\circ, \neq 90^\circ$
Hexagonal	1 sechszählige Symme- ⁺⁾ trieachse	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$
Kubisch	1 dreizählige Symme- ⁺⁾ trieachse in der Raumdiagonalen	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

+) n-zählige Symmetrieachse bedeutet, daß bei Drehung des Kristalls um diese Achse

um $\frac{360^\circ}{n}$ der Kristall wieder in sich übergeführt wird.

**P. Alrat
R. Bergmann
Sektion Chemie
Forschungsstudenten**

Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Polymerchemie

CHEMIE

In jeder modernen Volkswirtschaft erwachsen zunehmend Forderungen nach billigen und qualitativ hochwertigen Materialien und Werkstoffen.

Hierin nimmt das Gebiet der makromolekularen Kunststoffe einen ganz entscheidenden Platz ein. Auf zwei Dinge kommt es hierbei an.

Einmal sollen sich bereits bewährte Stoffe billiger mit möglichst noch besseren Gebrauchswerteigenschaften und in noch größerer Menge herstellen lassen.

Zum anderen wird immer intensiver und breiter nach Möglichkeiten gesucht, Polymere mit besonderen, den klassischen wesensfremden Eigenschaften, für spezielle Zwecke zu synthetisieren.

Denken wir nur z. B. an bestimmte hochtemperaturbeständige Materialien, wie sie in der Raumfahrt, zur Wärmeisolierung usw. eingesetzt werden, oder an Polymere mit elektrischer Leitfähigkeit bzw. Halbleitereigenschaften, die in der Elektronik angewandt werden können, oder Polymere mit bestimmten optischen oder photochromen Eigenschaften.

Die soeben genannten Eigenschaften sind oft mit den konventionellen Methoden der Polymersynthese nicht zu erreichen. Man benötigt dazu einmal Polymere, die bestimmte strukturelle Anforderungen erfüllen und zum anderen Synthesemöglichkeiten, um diese Polymerstrukturen aufbauen zu können. Darüber hinaus müssen aber auch Synthesen gefunden werden, die einen rationellen Arbeitsaufwand gewährleisten und in größerem Maßstab zu realisieren sind.

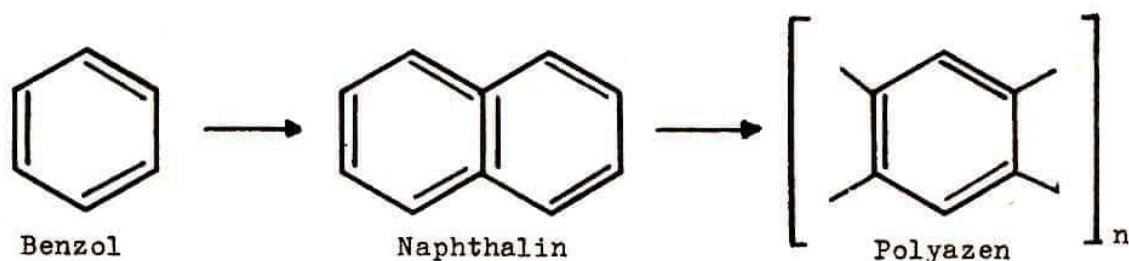
Wichtig ist weiterhin zu wissen, welche strukturellen Besonderheiten welche speziellen Eigenschaften hervorrufen

und ob man auf Grund dieser Struktur-Eigenschaftsbeziehungen nicht zu Polymeren gelangen kann, die mehrere Anforderungen gleichzeitig erfüllen.

Eine Möglichkeit zur Verwirklichung dieser Zielstellung ist z. B. die Synthese von hochmolekularen polykonjugierten Systemen.

Was bedeutet das ?

Jeder kennt wohl als einfaches Beispiel für konjugierte Doppelbindungen das Benzol. Zu einem polykonjugierten System kann man nun gelangen, wenn man mehrere Benzolkerne aneinanderreihet, wodurch die sogenannten Polyacene erhalten werden:



Führt man dieses Prinzip formal in der Ebene fort, so gelangt man schließlich zu einer Modifikation des Kohlenstoffs, dem Graphit.

Es gibt natürlich noch eine Vielzahl anderer polykonjugierter Systeme, bei denen sich durch Einführung von Heteroatomen und speziellen Substituenten eine außerordentliche Variationsbreite verwirklichen läßt.

Warum sind diese Strukturtypen nun eigentlich von Interesse? Ihre spezifische Elektronenstruktur verleiht ihnen einen Komplex von Eigenschaften, der für gesättigte Polymere ganz ungewöhnlich ist.

Neben der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit sind hier größere Thermostabilität und Strahlenbeständigkeit, gelegentlich auftretender Paramagnetismus sowie starke Absorption im ultravioletten, sichtbaren (Farbigkeit) und infraroten Spektralbereich, Fluoreszenz und spezifische Reaktionsfähigkeit, insbesondere katalytische Aktivität hervorzuheben. Die Ursache für diese Eigenschaften ist in

der Delokalisation der π -Elektronen in diesen hochkonjugierten Systemen zu suchen.

Zur Herstellung solcher Verbindungen gibt es im wesentlichen drei Hauptreaktionsmöglichkeiten:

1. Die Polymerisation von Substanzen mit Dreifachbindungen
2. Die Eliminierung bestimmter funktioneller Gruppen an schon vorhandenen gesättigten Polymeren
3. Eine Vielzahl von Polykondensationsreaktionen unter stufenweisem Aufbau von Makromolekülen

Nun zu einigen speziellen Eigenschaften:

Als ein Merkmal hatten wir die Thermostabilität genannt, d. h. diese Substanzen können gegenüber herkömmlichen Polymeren, die sich meist bei 100 - 150 °C schon verformen, einer größeren thermischen Belastung um mehrere 100 °C ausgesetzt werden.

Von besonderem Interesse sind die Halbleitereigenschaften und das Auftreten von Photoleitfähigkeit bei einigen dieser Substanzen. Zum Beispiel ändert sich die spezifische Leitfähigkeit bei bestimmten Polymeren in Abhängigkeit von der Temperatur um einige Zehnerpotenzen.

Von Photoleitung spricht man dagegen dann, wenn die Leitfähigkeit bei Bestrahlung mit Licht einer bestimmten Wellenlänge merklich geändert wird.

Oft ist bei derartigen Systemen auch eine intensive Fluoreszenz beobachtbar.

Die Eigenschaft der Photoleitung wird bei anorganischen Systemen (z.B. Selen) in der Elektrophotographie ausgenutzt. Wir wissen, daß dieses Verfahren auf Grund der Ausgangsstoffe noch relativ kostspielig ist.

Der Einsatz der genannten hochmolekularen polykonjugierten Polymersysteme ist für diese Zwecke ebenfalls möglich und auf Grund verschiedener Variationsmöglichkeiten umfangreicher ausnutzbar.

Diese wenigen Beispiele sollten einen kleinen Einblick

in das große Gebiet der polykonjugierten Polymeren vermitteln.



WISSEN WERTES

Wie wir bereits in einem unserer Hauptartikel berichtet haben, kann der radioaktive Zerfall der Atome zur Altersbestimmung z.B. von Gesteinsschichten benutzt werden.

Mit Hilfe der radioaktiven Elemente Rubidium und Strontium ist es unlangst gelungen, das wahrscheinlich älteste Gestein der Erde in Grönland zu entdecken. Die Probe, die aus granitischem Gneiß besteht, hat ein Alter von 3980 ± 170 Millionen Jahren. Bisher hatte man das älteste sich herausgebildete Gestein bis zu max. 3550 Millionen Jahren bestimmt. Diese neuentdeckte Tatsache ist insofern wichtig, weil man fast zur gleichen Zeit Mondgestein mit einem max. Alter von 3600-3700 Millionen Jahren gefunden hat. Das würde bedeuten, daß der "Schmelzvorgang" auf der Erde eher seinen Abschluß gefunden hat als auf dem Mond. Das wiederum läßt Rückschlüsse auf die Entstehungsgeschichte beider Himmelskörper zu. Das Alter der Erde wird z.Z. mit etwa 4,5 Milliarden Jahren angegeben.

Laserstrahlen finden in den letzten Jahren immer häufiger Einsatz in der Materialbearbeitung. In dieser Hinsicht spielt der CO_2 -Laser eine besondere Rolle, da er Licht im Infrarotbereich (also Wärmestrahlung) aussendet, das z.B. für Schmelzvorgänge verwendet werden kann. Selbst härteste und sprödeste Stoffe, wie Siliziumkarbid und Aluminiumoxid, sind für den CO_2 -Laserstrahl kein Problem. Eine 1 cm dicke Scheibe Siliziumkarbid kann z.B. bei einer Ausgangsleistung des CO_2 -Lasers von 1 kW mit einer Geschwindigkeit von 1 cm/sec (!) durchgeschnitten werden. Quarz andererseits läßt sich relativ bequem schneiden und schweißen.

Ein immer aktuelles Problem für Land- und Forstwirtschaft bzw. für den Gartenbau ist das Problem der Schädlingsbekämpfung. Eine erfolgreiche, zielgerichtete Bekämpfung ist aber nur bei einer genauen Kenntnis des entsprechenden Schädlings möglich. Anderenfalls könnte es passieren, daß man bei Anwendung von radikalen Methoden nicht nur den nicht näher bekannten Schädling, sondern auch eine Vielzahl anderer Organismen tötet. Letztendlich könnte das dazu führen, daß der angerichtete Schaden größer ist als der Nutzen. Mithin dürfte einzusehen sein, daß das sichere Erkennen der als Schädlinge in Frage kommenden Organismen und eine darauf basierende, zielgerichtete Bekämpfung dieser eine wesentliche Voraussetzung für die Pflanzenproduktion ganz allgemein ist.

Eine spezielle Kenntnis der in Frage kommenden Arten zu vermitteln, ist Aufgabe von Spezialliteratur. Hier soll lediglich versucht werden, einen Gesamtüberblick (von einigen kleineren Gruppen abgesehen) der in Frage kommenden Organismengruppen zu geben.

So wäre hier zum Beispiel die Gruppe der Pilze zu nennen, von denen einige Vertreter gefürchtete Schädlinge sind. Erwähnenswert sind dabei allgemein bekannte Rostpilze (Getreiderost) und der bei vielen Kulturpflanzen verbreitete Mehltau. Befallene Pflanzen zeigen vielfach Wachstumsabnormalitäten, was natürlicherweise eine Ertragsminderung mit sich bringt.

Schädlinge aus dem Bereich der höheren Pflanzen, die wissenschaftliche Bedeutung haben können, sind alle sog. Unkräuter. Außerordentlich viele Schädlinge sind im gesamten Tierreich vertreten. Selbstverständlich fallen jedem eventuelle Schä-

den, die von Schwarzwild oder Rotwild herrühren auf, diese sind jedoch verhältnismäßig uninteressant. Viele schädliche Arten sind von den Rundwürmern bekannt; es sei hier lediglich an die sogenannten Älchen erinnert.

Den größten Anteil der Schädlinge stellt die Gruppe der Gliederfüßer. Besonders beachtenswert sind hier die Insekten, die jährlich fast 30 % der landwirtschaftlichen Produktion vernichten. Besonders auffällig ist der angerichtete Schaden für jeden Menschen, wenn er sich zum Beispiel in der Form äußert, daß durch Insektenlarven, etwa Schmetterlingsraupen, ganze Waldstücke kahlgefressen worden sind. Nun müssen die Schäden jedoch nicht immer so katastrophale Ausmaße annehmen. So können zum Beispiel auch Blattläuse, die keine Blattmasse fressen, sondern nur den Saft der Pflanzen saugen, diesen einen erheblichen Schaden zufügen. Bei Massenbefall kann das zum Tod der befallenen Pflanze führen. In der Forstwirtschaft sind viele Käferlarven, insbesondere die Larven von Bockkäfern und Borkenkäfern interessant, da sie durch ihre Fraßtätigkeit den Wert des Nutzholzes herabmindern oder dieses völlig unbrauchbar machen.

Unter den Gliederfüßern sind auch viele Milben (Rote Spinne) und einige Asseln zu finden, die bei starkem Auftreten schädlich sein können. Besonders an gärtnerischen Kulturen können sich ebenso einige Schnecken schädlich bemerkbar machen, die mit besonderer Vorliebe Blattstücke oder ganze junge Blätter von gärtnerisch wertvollen Kulturen fressen. Selbstverständlich können auch viele Vögel unter die Rubrik der als schädlich einzuschätzenden Tiere fallen.

Letztlich sei auf die Viren hingewiesen, die viele unserer Kulturpflanzen befallen und damit schädlich werden.

Diese ungeordnete Aufzählung ist natürlich nicht geeignet, einen Einblick in spezielle Gruppen zu geben. Darauf wurde jedoch schon eingangs hingewiesen.

Am Ende bleibt auf eines hinzuweisen, nämlich darauf, daß der Begriff schädlich, der hier so oft gebraucht wurde, ein relativer Begriff ist. In der vom Menschen unbeeinflussten Natur gibt es weder schädliche noch unschädliche Organismen. Das, was hier als schädlich bezeichnet wurde, sind Organis-

men, die durch ihre Lebenstätigkeit (im allgemeinen Fraß) den Kulturpflanzen des Menschen Schaden zufügen. Es kann nicht darum gehen, diese Tiere auszurotten, sondern vielmehr darum, sie in erträglichen Mengen zu erhalten, bzw. sie von den Kulturpflanzen, die unsere Existenzgrundlage sind, fernzuhalten.



WISSENSWERTES

Zersetzbarer Kunststoff

Ein ernstes Problem der so nützlichen modernen Kunststoffe ist ihre natürliche Dauerhaftigkeit. In vielen Teilen der Welt häuft sich daher der Kunststoffmüll beängstigend an. Manche Kunststoffe aus Polyäthylen werden unter dem Einfluß des Sonnenlichts gefestigt, wodurch sich der Zerfallsprozeß noch mehr verzögert. Die künstliche Vernichtung von Kunststoffen kann zu gefährlichen Nebenprodukten führen. Es besteht daher die Notwendigkeit, Kunststoffe zu erzeugen, die natürlich abgebaut werden können. Es wurde in Kanada aus diesem Grunde ein Kunststoff entwickelt, der sich bei Exposition gegenüber Sonnenlicht selbst zerstört. Dazu wurden Gruppen von sensibilisierten Molekülen chemisch direkt an die Kohlenstoffketten gebunden. Wenn diese "S"-Gruppen bei direkter Sonnenbestrahlung ultraviolettes Licht absorbieren, dann wird ihr Kohlenstoffgerüst durch Mikroorganismen abgebaut. In geschlossenen Räumen jedoch werden die Stoffe nicht beeinflusst. Die Geschwindigkeit des Abbaus läßt sich steuern durch Variation der in die Kunststoffmoleküle eingebauten "S"-Gruppen.



Permeation von Elektrolyten

Man unterscheidet zwei Arten der Stoffaufnahme:

1. Intrabilität: bedeutet Stoffaufnahme in das Zellplasma
2. Permeabilität: Stoffaufnahme in die Vakuole

Im folgenden Versuch soll durch Veränderung der Anthocyane roter und blauer Blüten bewiesen werden, daß Permeation erfolgt ist. Anthocyane sind blaue, violette und rote wasserlösliche Vakuolenfarbstoffe der Pflanze. Sie bestehen aus einem zuckerfreien Anteil und einer Zuckerkomponente. Die Farbe kann durch Säure- oder Basenbehandlung verändert werden. Man verfährt folgendermaßen:

Anthocyangefärbte, rote und blaue Blüten (Primelblüten) werden unter einer Glasglocke neben ein Schälchen mit verdünntem Ammoniak bzw. verdünnter Salzsäure gestellt. Der Farbumschlag ist zu beobachten.

Auswertung:

Das Eindringen der Säuren bzw. der Basen in die Vakuole ist auf der Grundlage der isothermen Destillation möglich. Salzsäure und Ammoniak haben einen höheren Dampfdruck als der Zellinhalt bzw. Vakuoleninhalt der untersuchten Blüten. Es befinden sich im Versuch im Dampfraum der Glasglocke mehr Moleküle von HCl bzw. NH_3 als Moleküle aus den Zellen der Blüten. Es diffundieren mehr Moleküle in die Zellen hinein als hinaus. HCl bzw. NH_3 gelangen in die Zellen. Die Elektrolyte dringen durch Zellmembran, Zellplasma und die semipermeable Membran, die die Vakuole umgrenzt, in die Vakuole ein und gehen dort chemische Reaktionen mit den Anthocyanen ein, was sich im Farbumschlag äußert. Der Farbumschlag ist der Beweis für die Permeation der Elektrolyte.

"Impuls 68":

Was ist ihr Fachgebiet und mit welchen Problemen beschäftigt sich dieses in der Gegenwart ?

Prof. Paetzold:

Wir beschäftigen uns mit Problemen der Photochemie. Bei diesen geht es um die Untersuchung chemischer Reaktionen, die durch sichtbares oder ultraviolettes Licht verursacht werden. Dazu muß eine Absorption des Lichtes durch das Molekül erfolgen. Dieses wird dadurch aus seinem energiearmen Grundzustand in einen energiereicheren Zustand, einen sogenannten angeregten Zustand überführt. Die Anregung ist nur mit Licht solcher Frequenzen ν_i bzw. Wellenlängen λ_i möglich, deren Energien $E_i = h \cdot \nu_i = hc \cdot \lambda_i$ (h = Plancksches Wirkungsquantum, c = Lichtgeschwindigkeit) mit Energiedifferenzen im Molekül übereinstimmen, da bekanntlich Moleküle wie Atome nur diskrete Energiebeträge aufnehmen können. Bei der Absorption von sichtbarem bzw. ultraviolettem Licht erfolgt eine Anregung von Elektronen, so daß das Molekül in einen energiereicheren Elektronenzustand übergeht. In diesen angeregten Elektronenzuständen leben Moleküle nur sehr kurze Zeiten. Ihre Lebensdauern liegen je nach Natur des Moleküls und seiner Umgebung zwischen wenigen Sekunden (in günstigen Fällen) und 10^{-14} Sekunden. Die angeregten Moleküle erleiden verschiedene Schicksale. So können sie einmal ihre Energie in Form von Strahlung (Fluoreszenz, Phosphoreszenz) oder an Nachbarmoleküle abgeben, wobei sie in den ursprünglichen Zustand zurückkehren (photophysikalische Prozesse). Zum anderen können sie entweder durch Zerfall bzw. Umlagerung oder durch Reaktion mit anderen Molekülen in neue chemische Individuen übergehen (photochemische Prozesse im engeren Sinne).

In den angeregten Elektronenzuständen haben Moleküle völlig

andere Elektronenverteilungen als in den nicht angeregten, bei Raumtemperatur vorliegenden energiearmen Grundzuständen. Daher unterscheiden sich auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften so weitgehend, daß auf photochemischem Wege Eigenschaften, chemische Reaktionen und Produkte zugänglich werden, die man auf dem üblichen Wege, d. h. durch Reaktion der im energieärmsten Elektronengrundzustand befindlichen Moleküle nicht erhält. Die Photochemie befindet sich in stürmischer internationaler Entwicklung. Die Vielfalt der Forschungen läßt sich folgenden Hauptpunkten zuordnen:

1. Die Erkundung der Eigenschaften und photophysikalischen Prozesse von Molekülen in angeregten Zuständen, wie z. B. Elektronenverteilungen, Dipolmomente, Molekülgeometrien, Lebensdauern, Mechanismen von Energieübertragungsprozessen innerhalb angeregter Moleküle und von diesen zu anderen Molekülen.
2. Die Erkundung der photochemischen Prozesse von angeregten Molekülen, wie z. B. Säure- und Basereaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen, die Auffindung neuartiger Syntheseprinzipien und die Synthese neuer Verbindungen.
3. Die Suche nach neuen Anwendungsmöglichkeiten.

In der DDR wird der steigenden Bedeutung der Photochemie durch den Aufbau photochemischer Forschungs- und Entwicklungskapazitäten Rechnung getragen. In diesem Zusammenhang haben auch wir in Jena Anfang 1971 mit der Photochemieforschung begonnen. Die Darlegung der speziellen Probleme unserer Forschung führt an dieser Stelle zu weit. Sie ordnen sich ein in die oben und nachfolgend genannten Problemstellungen.

"impuls 68":

Welche Entwicklung sehen Sie für Ihr Fachgebiet in der Zukunft? Welche wesentlichen neuen Erkenntnisse sind in den nächsten Jahren zu erwarten?

Prof. Paetzold:

Die Bedeutung der Photochemie wird stark zunehmen. Die Hauptgründe sind in folgendem zu sehen:

1. Mit der Untersuchung der Eigenschaften angeregter Moleküle werden neue und verbesserte Einblicke in das Wesen chemischer Reaktionen und der Energieübertragungsmechanismen von Molekülen gewonnen.
2. Es zeichnet sich ab, daß die Informationsaufzeichnung, -speicherung und -wandlung in Zukunft auf photochemischen Prinzipien beruhen wird. Daher werden die Forschungen in dieser Richtung international intensiviert. Das Silberhalogenid wird durch andere Stoffe ersetzt.
3. Es werden neue Stoffe aufgefunden, die nur photochemisch synthetisierbar sind und deren Eigenschaften die bekannter Stoffe übertreffen.
4. Man wird die Eigenschaften von Polymeren durch photochemisch induzierte Prozesse verbessern.
5. Man wird - allerdings nicht in den nächsten Jahren - auf der Basis der Erkenntnisse des Chlorophyll-Photosyntheseprozesses Verfahren zur technischen photoinduzierten Synthese von Kohlehydraten und Eiweißen auffinden.
6. Es werden neuartige Lichtquellen entwickelt, die ohne wesentliche Erwärmung die Umwandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie mit hohem Wirkungsgrad vornehmen.

"impuls 68":

In welcher Beziehung steht Ihr Fachgebiet zu anderen Wissenschaftsdisziplinen?

Prof. Paetzold:

Die Photochemie besitzt großen interdisziplinären Charakter. Besonders eng ist die Verbindung zur Physik, da die Erforschung der Eigenschaften der angeregten Moleküle den Einsatz der theoretischen und experimentellen Methoden der Physik erforderlich macht. Soweit diese Methoden bereits

entwickelt sind, werden sie oft vom Chemiker allein eingesetzt. Das betrifft bei den theoretischen Methoden den Einsatz der Quantenchemie und bei den experimentellen Methoden solche Verfahren zur Molekülstruktur- und -eigenschaftsbestimmung wie Infrarotspektroskopie, Absorptions- und Emissionsspektroskopie im UV und sichtbarem Spektralbereich, Massenspektroskopie, Kernresonanzspektroskopie. Diese Methoden werden heute bereits dem Chemiestudenten nahegebracht. Der wesentliche Aspekt der Verknüpfung von Photochemie und Physik liegt in den Impulsen, die die Photochemie in der Experimentalphysik ausgelöst hat und die dort zur Entwicklung völlig neuer Meßverfahren, insbesondere der Kurzzeit- und Ultrakurzzeitspektroskopie geführt haben. Während man bis vor wenigen Jahren nur Moleküle mit Lebenszeiten über 10^{-7} Sekunden vermessen konnte, sind gegenwärtig einzelne Forschungslaboratorien durch den Einsatz von Lasern in der Lage, Moleküle zu messen, die nur 10^{-12} Sekunden existieren. Man vergegenwärtige sich eine solche Leistung! (Z. Beispiel legt Licht in dieser Zeit eine Strecke von nur 0,3 mm zurück). Diese Entwicklung hält in den nächsten Jahren an.

Enge Verknüpfungen hat die Photochemie auch zur Biologie und Medizin, da viele Erscheinungen dieser Disziplinen photochemischer Natur sind, wie z. B. die Photosynthese, der Sehprozeß, die Pigmentbildung der Haut bei Sonneneinstrahlung, Genschädigungen (auch Mutationen) durch UV-Licht. Die Erkundung dieser Prozesse ist in vollem Gange.

"Impuls 68":

Welche Ratschläge geben Sie einem Oberschüler, der Ihre Fachrichtung studieren möchte ?

Prof. Paetzold:

Eine Fachstudienrichtung Photochemie gibt es nicht.

Wer später photochemische Probleme bearbeiten möchte, muß Chemie studieren und nach dem Grundstudium das Fachstudium Synthesechemie oder theoretische Chemie wählen. Beides ist an der Sektion Chemie der FSU Jena möglich. Die Spezialisierung auf Probleme der Photochemie erfolgt erst in der

Diplomarbeit bzw. im Forschungsstudium. Eine derartige Spezialisierung ist nicht sinnvoll, da die effektive Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Photochemie Grundkenntnisse des theoretischen und experimentellen Rüstzeugs der Chemie voraussetzt, die im Grundstudium und einer der beiden genannten Fachstudienrichtungen erworben werden. Der Oberschüler soll sich daher nicht spezialisieren, sondern sein Hauptaugenmerk auf die Grundlagen seines künftigen Chemiestudiums legen, deren fachliche Aspekte ihm im Mathematik-, Physik- und Chemieunterricht vermittelt werden. Von den Sprachen sind Russisch und Englisch unentbehrlich für den Chemiker, da der größte Teil der wissenschaftlichen Publikationen in einer dieser beiden Sprachen geschrieben ist.

"impuls 68":

Welche Einsatzmöglichkeiten haben Absolventen ihres Fachgebiets ?

Prof. Paetzold:

Natürlich sind Absolventen mit einer photochemischen Diplom- oder Doktorarbeit im besonderen Maße für alle photochemischen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ausgebildet, die in erster Linie in der photographischen Industrie und in photochemisch ausgerichteten chemischen, biochemischen und physikalischen Forschungseinrichtungen auftreten. Da die photochemische Forschung jedoch den intensiven Einsatz physikalischer Meßmethoden für die Stoff-, Struktur- und Prozeßanalytik erfordert, sind die Absolventen auch für die vielfältigen analytischen Problemstellungen chemischer und anderer stoffwandelnder Industriebetriebe einsetzbar. Damit ist eine große Variabilität der Einsatzmöglichkeiten gegeben.

"impuls 68":

Herr Prof. Paetzold, im Namen der "impuls"-Leser danken wir Ihnen für das Interview.

Der Stammvater der Flöhe war sehr wahrscheinlich in Australien beheimatet. In Koonwarra (Victoria) wurde in versteinertem Schlamm aus der Unteren Kreide ein fossiler Floh gefunden, der mit einem Alter von ungefähr 120 Millionen Jahren annähernd dreimal so alt ist wie die zwei kürzlich im Baltikum entdeckten fossilen Flöhe. Anatomisch unterscheiden sich diese beiden letzteren kaum von ihren modernen Artgenossen. Das australische Fossil hingegen zeigt einige wichtige Unterschiede, aufgrund derer sich Rückschlüsse auf seine Lebensweise ziehen lassen.

Während das Abdomen und die männlichen Genitalien den neuzeitlichen Flöhen entsprechen, zeigt jedoch der Kopf eine sehr primitive Struktur. Der Kopf ist weniger abgeflacht, und die Antennen sind länger als jene der modernen Flöhe. Die Beine sind ungewöhnlich lang, und die Tibien von kurzen, kräftigen Borsten besetzt. Der hintere Femur ist nicht zum Springen vergrößert. Die Struktur der Beine weist darauf hin, daß dieses Insekt auf einem spärlich behaarten Tier lebte, und daß es sich eher an den äußeren Teilen der Haare festhielt, als sich zwischen die Haare einzugraben. Mit einer Körperlänge von 7 mm ist das Tier im Vergleich zu den meisten modernen Flöhen größer, insbesondere da es sich um ein männliches Exemplar handelt. Die männlichen Flöhe sind ausgeprägt kleiner als die weiblichen. Die Weibchen einiger moderner Flöhe sind jedoch in dieser Größenordnung. Aufgrund der morphologischen Charakteristika läßt sich schließen, daß der primitive Floh mit einem behaarten Tier und nicht mit einem Vogel assoziiert war. Dies weist darauf hin, daß Marsupialier bereits viel früher in Australien vorhanden waren, als man bislang annahm.

Tibia - Unterschenkel, Femur - Oberschenkel, Marsupialier - Beuteltier

C. Schrödel

Sektion Physik **Elektronenbeschleuniger in Jena**

3. Stdj.

In den vorangegangenen Abschnitten der "Jenenser Memoiren" des 5. Jahrganges von "impuls 68" berichteten wir über die Entwicklung der Physik in Jena. Anhand dieser Entwicklung konnte der Leser gleichzeitig einen kleinen Einblick in grundlegende Entwicklungsrichtungen der Physik gewinnen. Das vorläufig letzte Kapitel dieser Serie gibt einen Überblick über ein spezielles Gebiet der Atom- und Kernphysik.

Eine Arbeitsgruppe des ehemaligen Technisch-Physikalischen Institutes (TPI) der Universität Jena bearbeitete Fragen der Physik, der Technik und der Anwendung von Betatrons. Das sind Elektronenbeschleuniger, bei denen - wie beim Transformator - der physikalische Sachverhalt ausgenutzt wird, daß ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld von einem elektrischen Wirbelfeld umgeben ist. Der Unterschied zum klassischen Transformator besteht darin, daß die Sekundärwicklung durch eine evakuierte Ringröhre ersetzt ist, in der Elektronen, beschleunigt durch das elektrische Wirbelfeld, auf nahezu kreisförmigen Bahnen umlaufen. Diese Bahnen durchlaufen sie aber nur dann, wenn im Bereich der Ringröhre ein magnetisches Feld - das sogenannte Führungsfeld - vorhanden ist, das die Zentrifugalkraft kompensiert und stabilisierende Eigenschaften aufweist. Das Führungsfeld wird durch speziell geformte Polschuhe erzeugt.

1949 wurde am TPI die Entwicklung von Betatrons aufgenommen, die zunächst zum Bau von eisenarmen Impulsbetatrons mit einer Betriebsfrequenz von 2,5 kHz bzw. 8 kHz bei einer Endenergie von 4 ... 6 MeV bzw. 1,1 MeV führte; die Impulsfolgefrequenz betrug 1 ... 2 Hz bzw. 50 Hz.

Gestützt auf die Erfahrungen, die mit obigen Geräten gewonnen werden konnten, wurden 1955 erste Überlegungen zum Aufbau eines 30-MeV-Betatrons mit eisengeschlossenem Magnet-

kreis und 50 Hz Betriebsfrequenz angestellt. Mit diesem Beschleuniger sollte dem Bedürfnis nach einer Quelle hochenergetischer Bremsstrahlung für Kernreaktionen Rechnung getragen und Untersuchungen auf dem Gebiet der Beschleunigerphysik und der Defektoskopie ermöglicht werden. Ende 1961 wurde das 30-MeV-Betatron in Betrieb genommen.

In der Folgezeit begann die Bearbeitung folgender Themen:

1. Stabilisierung der Endenergie, um den Beschleuniger für kernphysikalische Aufgaben einsetzen zu können,
2. Untersuchungen zum Einfangprozeß der Elektronen im Betatron,
3. Dosimetrie energiereicher Bremsstrahlung,
4. Defektoskopie mit Betatronsbremsstrahlung,
5. medizinische Anwendung von Betatronsbremsstrahlung.

Außer für die genannten Forschungsaufgaben wurden die Betatrons schon frühzeitig für volkswirtschaftlich wichtige Aufgaben eingesetzt. So wurden seit 1963 mit dem 30-MeV-Betatron für die Industrie vornehmlich Gußstücke aus Stahl mit Wanddicken bis zu 400 mm auf Lunker und ähnliche Materialfehler untersucht.

Anhand der gewonnenen Filmaufnahmen lassen sich Lage und Größe der Fehleinschlüsse feststellen, was einmal wichtige Hinweise zur Verbesserung der Gußtechnologie liefert, zum anderen Auskunft darüber gibt, ob das betreffende Werkstück den Festigkeitsanforderungen entspricht oder aber verschrottet werden muß.

Weiterhin diente das genannte Betatron als Quelle ultraharter Bremsstrahlung für kernphysikalische Experimente. Da hierzu umfangreiche und sehr teure Meßeinrichtungen erforderlich sind, wurden diese Arbeiten nicht von Mitarbeitern der Betatrongruppe allein, sondern in Zusammenarbeit mit Kollegen des Zentralinstituts für Kernphysik der DAAD durchgeführt.

Mit Beginn des Jahres 1965 wurde das 30-MeV-Betatron in Zusammenarbeit mit der Radiologischen Klinik regelmäßig 3 mal

wöchentlich jeweils für 3 bis 4 Stunden für die Bestrahlung vornehmlich bösartiger Geschwülste eingesetzt. Auf Grund der guten Ergebnisse erfolgte im Rahmen der mit der Sektionsbildung verbundenen Umstrukturierungen des Technisch-Physikalischen Institutes im Oktober des Jahres 1968 die Umwandlung der Abteilung des TPI in eine gemeinschaftliche Einrichtung der Radiologischen Klinik und Poliklinik der Friedrich-Schiller-Universität und des Rates des Bezirkes Gera - Abteilung Gesundheits- und Sozialwesen. Damit verlagerte sich die Hauptarbeitsrichtung vornehmlich auf Probleme der Strahlentherapie.

Im April 1969 konnte einem dringenden Anliegen von medizinischer Seite entsprochen und das ebenfalls in der Abteilung vorhandene 18-MeV-Betatron als Quelle schneller Elektronen für die Therapie zur Verfügung gestellt werden. Seit diesem Zeitpunkt sind beide Betatrons täglich im Einsatz. Trotz dieser vorrangigen Orientierung auf Fragen der Therapie mit ultraharter Bremsstrahlung und schnellen Elektronen ist es der Abteilung auch möglich, beide Betatrons im begrenzten Umfang weiterhin für Aufgaben der Industrie und der Kernforschung bereitzustellen. Die zusätzliche Durchführung kernphysikalischer Arbeiten ist insofern wichtig, als das Jenaer 30-MeV-Betatron die einzige Quelle für Gamma-Strahlung in der DDR ist, deren Energie ausreicht, um Kernreaktionen auszulösen.

Die Ergebnisse auf dem wissenschaftlichen Sektor sind so speziell, daß sie an dieser Stelle nicht diskutiert werden können. Sie sind zum größten Teil in den "Proceedings" der in mehrjährigem Turnus stattfindenden Betatronkolloquien veröffentlicht. Die Initiative zu den Veranstaltungen ging vom Institut für Kernphysik in Bukarest und dem Technisch-Physikalischen Institut aus und führte, 1961 in kleinerem Rahmen beginnend, bereits 1964 zu einem Kolloquium in Jena, an dem Wissenschaftler aus der UdSSR, CSSR, VR Polen und Rumänien, Schweiz und Bundesrepublik teilnahmen.



BUCHHEIMMARKT

Meyers Taschenlexikon Molekularbiologie

VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1972

356 Seiten, 90 Strichzeichnungen im Text, 40 Formeln und Tabellen, 8 einfarbige Bildtafeln, Leinen, 9.-- M.

Das Anfang März 1972 im Buchhandel vorgelegte Werk, zu dem die Arbeit der Autoren, namhaften Vertretern der Biowissenschaften unserer Republik, bereits 1970 beendet wurde, schließt, wie Herausgeber Erhard Geißler im Vorwort bemerkt, "eine spürbare Lücke im Literaturangebot über Probleme und Ergebnisse der modernen Biologie".

Auf dem relativ kleinen Raum von 340 Seiten werden Probleme aus Immunologie, Zytologie, Bakteriologie, Biochemie und molekularer Genetik, um nur einige Gebiete zu nennen, kurz und eindeutig umrissen. Leider wird in einigen Fällen durch ungenaue Formulierung - z. B. Muskelzelle: hochdifferenzierte tierische und menschliche Zelle ... - die Klarheit der Aussage beeinträchtigt. Übertriebene k-z-Schreibweise - Zytosin, Zäsiumchlorid, Kolizine - wirkt teilweise irritierend.

An den Verlag kann für eine Neuauflage die Bitte gestellt werden, zwischen Verweis- und Identitätszeichen zu differenzieren, was der Handhabbarkeit des MTL sicher zu Gute kommen würde. Vielleicht könnte in diesem Zusammenhang die Kennzeichnung von Verweiswörtern im Text konsequent durchgeführt werden.

Ein Anhang mit weiterführender Literatur und einer Tafel mit den Nobelpreisen für Molekularbiologen vervollständigt das Lexikon, das als ein geglückter Versuch be-

zeichnet werden kann, breiten Kreisen Tatsachen und Möglichkeiten der modernen Biologie nahezubringen. Schülern der höheren Klassen (Preis!), Biologielehrern, Studenten der Biologie und Medizin sowie der Grenzgebiete und Wissenschaftlern anderer Wissenszweige kann das MTL Molekularbiologie im "biologischen Zeitalter" nur empfohlen werden.

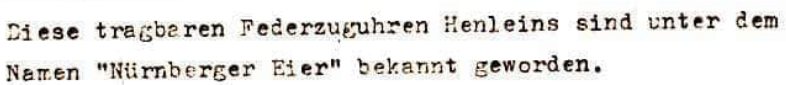
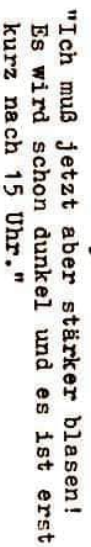
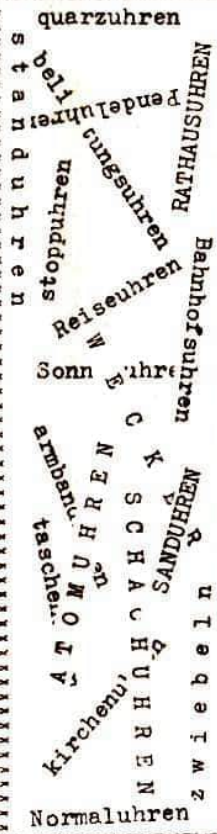


Das Braut-
paar
(Schwefel
+ Queck-
silber)
erhöht zu
Sonne und
Mond (Gold
+ Silber)
dadurch,
daß Mercu-
rius als
Spiritus
zu den Vier
(Blumen -
Elementen)
die Quinta
essentia
bringt.

AUS DEM INHALT DES FOLGENDEN HEFTES:

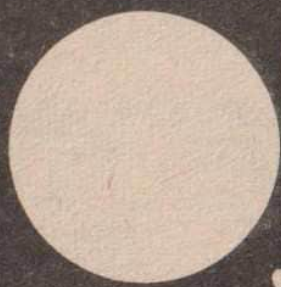
- interview mit schülern einer eos - wir experimentieren -
- der hall-effekt - einföhrung in die chemische technologie
- staatenbildung in der biologie - maser im weltraum - u.a.

Ich mach' die reysende Uhr
Gerecht und glatt nach der Mensur
Von hellem Glas und kleim Uhrsant
Gut, daß sie haben langen Bestandt.
Mech' auch darzu Hiltzen Geheub,
Darin ich sie fleißig beschleues
Perb die Geheuss grün, graw, rot und blew
Drinn men die Stund und Viertel haw.



Es werden täglich schwierige Dinge erfunden. So hat Peter Hele, ein noch junger Mann, Werke gemacht, welche selbst bei den größten Mathematikern Bewunderung erregen; denn aus wenig Eisen baut er Uhren mit sehr viel Rädern, welche, wie immer gesagt, ohne jedes Gewicht 40 Stunden zeigen und schlagen, auch wenn sie auf der Brust oder in der Börse getragen werden.





impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

2

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähmig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Phys.)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Bio. B. Schubert (Bio.)
D. Heyne (Kultur, Korresp.)
W. Hild Kurzartikel,
L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Interview mit Schülern einer EOS	3
Wir experimentieren	6
Der Hall-Effekt	7
Einführung in die chemische Technologie	13
Staatenbildung	19
Verträgt sich die Chemie mit der Mathematik?	21
Wie kann man in Ungarn Biologe werden?	25
Maser im Weltraum	27
Leserpost	30

Interview mit Schülern einer 12. Klasse und einem Lehrer der EOS „Romain Rolland“ in Dresden

Impuls: Wie schätzt Ihr das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht in Eurer Schule ein?

Frank: Im allgemeinen besteht im Vergleich zu den Sprachen ein größeres Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht.

Maria: Wir sind dem Namen nach eine naturwissenschaftliche Klasse. Man kann aber nicht sagen, daß sich unsere Schüler gerade besonders für Naturwissenschaften interessieren.

Impuls: Werden bei der Stoffvermittlung hochschulmäßige Unterrichtsmethoden (Vorlesungen o.ä.) und Unterrichtsmittel (Polyluxfolie) verwendet?

Regine: Lichtschreibergeräte sind im Einsatz. Programmiertes Lehrmaterial gibt es noch nicht. Vorlesungsartiger Unterricht und selbständige Stofferarbeitung wird bei uns nur in Staatsbürgerkunde praktiziert.

Beatrix: Bei uns hielten Lehrer in Physik und Mathe Vorträge über eine Unterrichtsstunde. In der nächsten Stunde wurde überprüft, inwieweit wir den Stoff verstanden und nachgearbeitet hatten. Die erzielten Ergebnisse wurden umso besser, je öfter der Unterricht derartig durchgeführt wurde.

Impuls: Worauf legt man in Eurer Schule bei der Wissenserzeugung, -verarbeitung und -wiedergabe besonderen Wert?

Regine: Wir sollen uns zu Hause auf den Stoff vorbereiten, um dann im Unterricht möglichst zusammenhängend über ein Problem sprechen zu können.

Dr. Stadelmann: Einige besondere Schwierigkeiten bestehen dabei noch. Die Lehrbücher Physik und Chemie sind zum selbständigen Wissenserwerb des komplizierten theoretischen Stoffes durch die Schüler methodisch ungeeignet. Außerdem enthalten sie eine ganze Menge Fehler, z.B. Lehrbuch 12. Klasse (Chemie), im Abschnitt Thermodynamik. Es kommen wenige Kapitel zur selbständigen Stofferarbeitung durch

die Schüler in Frage. Und nur in diesen Abschnitten lohnt es sich, Vorlesungen zu halten. Von unserem Ziel, daß die Schüler immer vorbereitet in den Unterricht kommen, um den Stoff kritisch zu verarbeiten, sind wir, neben erzieherischen Problemen, wegen dieser Schwierigkeiten noch weit entfernt.

Regine: Viele Einzelheiten sind in den Lehrbüchern zu kompliziert erklärt.

Frank: Besonders im Mathematiklehrbuch werden Beweise häufig durch "wie man leicht sieht" ersetzt.

Beatrix: Bei uns wurde deshalb zur Erarbeitung des Stoffes der Vektorrechnung ein von Studenten der PH Dresden erarbeitetes Skript verwendet, das sehr logisch und einleuchtend war.

Impuls: Welches war das auslösende Moment für die Wahl Eurer Studienrichtung?

Frank: Die Studienlenkung ist bei uns noch nicht optimal. Von dem, was man über einzelne Berufe erzählt bekommt, kann man sich kaum ein Bild über deren Inhalte machen. Man muß mit eigener Initiative Gespräche mit Bekannten führen, die zufällig das gewünschte Gebiet studieren oder studiert haben. So ist bei mir der Wunsch entstanden, Mathematik zu studieren.

Beatrix: Mein Studienwunsch, Ingenieurökonomie, entstand als Folge einer Ferienarbeit als Gehilfin eines ökonomischen Direktors.

Maria: Ich wollte eine Naturwissenschaft studieren, weil sie einen Einsatz in vielen Bereichen zuläßt. Von allen Fächern der Schule gefällt mir Physik am besten und deshalb will ich es studieren.

Beatrix: Es ist in Berufslenkungsversammlungen darauf hingewiesen worden, welche Berufe gegenwärtig besonders wichtig sind und in welchen man besondere Chancen hat anzukommen. Aussprachen mit Vertretern eines Berufes gab es nur mit Offizieren der Nationalen Volksarmee.

Impuls: Besteht ein Kontakt zwischen Eurer Schule und den künftigen Bildungsstätten?

Frank: Nein. Nicht einmal zur TU Dresden, abgesehen vom Tage der offenen Tür, der einmal jährlich stattfindet.

Impuls: Wurdet ihr bereits jetzt in den Fächern, die Eurer Studienrichtung entsprechen, besonders gefordert?

Marion: Nein.

Impuls: Wird die Verbindung von gesellschaftswissenschaftlichem und naturwissenschaftlichem Unterricht realisiert?

Regine: In den Naturwissenschaften wird auf die speziellen Erscheinungsformen der allgemeinen philosophischen Gesetze hingewiesen.

Frank: Dadurch wird gleichzeitig der Staatsbürgerkundeunterricht anschaulicher.

Dr. Stadelmann: Die Schüler möchten leichtverständliche Paradebeispiele haben. Das birgt die Gefahr in sich, daß die eigentliche Kompliziertheit der Prozesse, Gesetze und Zusammenhänge in Natur und Gesellschaft verlorengeht und sehr schnell verabsolutiert wird.

Impuls: Seht ihr Probleme beim Übergang zum Studium?

Beatrix: Wie schon gesagt, vermute ich, daß mir die neuen Lernbedingungen Schwierigkeiten bereiten werden.

Frank: Man sollte in der Schule noch härtere Maßstäbe anlegen. Der Qualitätsunterschied zur Hochschule ist noch zu groß.

Impuls: Welche Vorstellungen habt ihr von Eurem Studium?

Beatrix: Eine richtige Vorstellung über genauen Ablauf und Inhalt sowie Probleme, auf die man sich gesondert vorbereiten kann, habe ich nicht.

Maria: Ich weiß bisher lediglich die Fächer, die wir haben werden, will mich aber bei Bekannten genauer informieren.

Impuls: Wir danken Euch und Ihnen, Herr Dr. Stadelmann, sehr herzlich für dieses Gespräch.

Das Interview führte A. B r ä u e r , IV. Studienjahr im Dezember 1972.



Wurzeldruck und Blutung

Man versteht unter Blutung die Ausscheidung einer wässrigen Flüssigkeit nach Verletzung. Nach dem Anschneiden von Zweigenden, Anbohren von Stämmen oder dem Abschneiden ganzer Pflanzen vom Stengelgrund tritt aus den Wundflächen eine Flüssigkeit aus. Der Saft wird mit einem gewissen Druck, dem Wurzeldruck (normalerweise geringer als eine atm) aus den Gefäßbahnen herausgepreßt. Er geht von den Wurzeln aus und kommt dadurch zustande, daß von Parenchymzellen des Zentralzylinders, wahrscheinlich ähnlich wie bei Drüsen, Wasser aktiv in die Gefäße eingepreßt wird.

Die ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge, die bei einzelnen Pflanzenarten unterschiedlich groß ist, soll bestimmt werden. Man geht folgendermaßen vor:

Eine stark gewässerte Versuchspflanze, möglichst ein jüngeres, nicht so stark verholztes Exemplar, wird 2 bis 3 cm über der Erde abgeschnitten. Über den Stumpf schiebt man vorsichtig ein Stück Gummischlauch, befestigt ihn mit Draht und dichtet mit Vaseline ab. Ein graduiertes Glasrohr wird auf den Stumpf der Pflanze aufgesetzt und ebenfalls mit dem Gummischlauch verbunden. Die Flüssigkeitsmenge, die durch den Wurzeldruck herausgepreßt wird, ist in der Zeiteinheit zu messen.

Auswertung

Durch die gut gewässerte Pflanze fließt in den Leitungsbahnen das Wasser und wird aus der Wundfläche ausgeschieden. Da der Wurzeldruck unter gleichen Bedingungen konstant bleibt, wird in einer bestimmten Zeit die gleiche Menge Wasser abgegeben, das sich im graduierten Rohr staut. Die herausgepreßte Flüssigkeit wird durch neue aus dem Boden ersetzt.

H. Pöbel
Sektion Physik

Der Hall-Effekt und einige seiner physikalischen Anwendungen

Ein früherer Beitrag unserer Zeitschrift befaßte sich mit dem Wesen des Magnetismus. Wir wollen an diesen Artikel anknüpfen und uns einem Effekt zuwenden, der unter Mitwirkung eines Magnetfeldes auftritt. Es handelt sich um den Hall-Effekt? Ihn wollen wir uns mit Hilfe eines relativ einfachen Experimentes klarmachen.

Im Anschluß daran beschäftigen wir uns mit der klassischen theoretischen Erklärung und einigen Anwendungen dieses Effektes in der Praxis.

Zunächst zu unserem Experiment:

Wir legen eine metallische Platte (etwa Wismut) mit der Dicke d , der Breite b und der Länge l in einen Stromkreis (Abb. 1).

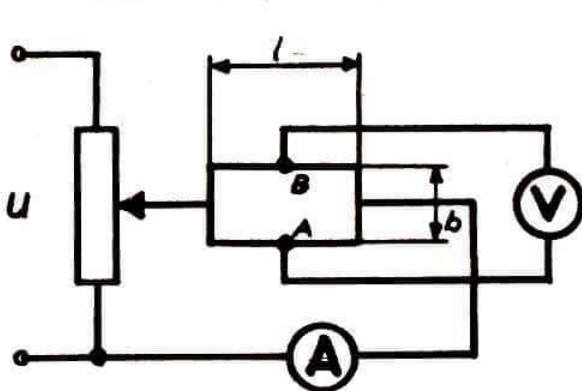


Abb. 1

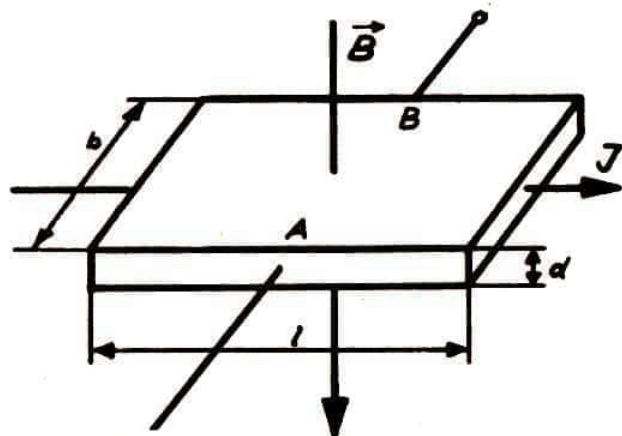


Abb. 2

An der Platte sind seitlich zwei Kontakte (A und B) angebracht, die sich genau gegenüberstehen sollen. An diese Kontakte legen wir ein Voltmeter. Beim Schließen des Schalters S fließt ein Strom I durch die Metallprobe. Ein Blick auf das angeschlossene

Voltmeter zeigt, daß zwischen den Punkten A und B keine Spannung herrscht. Dies ändert sich, wenn die Platte senkrecht von einem Magnetfeld der Kraftflußdichte $\vec{B}$ durchsetzt wird (Abb. 2). Die angezeigte Potentialdifferenz wollen wir Hall-Spannung nennen. Der soeben geschilderte Effekt ist als Hall-Effekt bekannt. Offensichtlich ist das Magnetfeld die Ursache für das Auftreten der Hall-Spannung. Kommen wir nun zur Erklärung dieser physikalischen Erscheinung. Für den Ladungstransport in der Hall-Probe sind die quasifreien Elektronen verantwortlich, die eine große kinetische Energie und damit auch eine große mittlere Geschwindigkeit besitzen. Wir betrachten die Kräfte, die auf ein Leitungselektron in der Probe wirken. Dazu unterscheiden wir zwei Fälle:

A) Keine $\vec{B}$ -Feldwirkung auf die Probe (d. h. $\vec{B} = 0$)

Durch die angelegte Spannung U wirkt auf die Elektronen in der Probe ein elektrisches Feld der Stärke E und damit auf sie eine elektrische Feldkraft der Größe

$$\vec{K} = e \cdot \vec{E} , \quad (1)$$

die die Elektronen beschleunigt. Ihr entgegen wirkt eine Reibungskraft, die durch die Zusammenstöße der Elektronen mit den anderen Gitterbausteinen zustande kommt. Diese Reibungskraft ist der Geschwindigkeit der Leitungselektronen direkt proportional. Die Reibungskraft hat zur Folge, daß die Elektronen eine konstante Wanderungsgeschwindigkeit annehmen.

Wir wollen uns jetzt dem Strom zuwenden, der durch die Hall-Probe fließt. Er ist gegeben durch:

$$I = \frac{Q}{t} . \quad (2)$$

Hierin bedeutet: $Q = N \cdot e$, wobei N die Gesamtzahl der Leitungselektronen und e die Elementarladung ist. t ist die Zeit, die ein Elektron zum "Durchlaufen" der Hall-

+) Nach dem amerikanischen Physiker E. H. Hall (1855-1938)

Probe benötigt. Gleichung (2) behandeln wir weiter, indem wir die Zeit t durch die Geschwindigkeit v_e der Elektronen und den Weg l ausdrücken. Ersetzen wir Q durch die Leitungselektronendichte n , so erhalten wir

$$I = \frac{N \cdot e \cdot v_e}{t} = \frac{n \cdot e \cdot v_e \cdot l \cdot b \cdot d}{t} = n \cdot e \cdot v_e \cdot b \cdot d \quad (3)$$

Nach Division durch die Querschnittsfläche $F = b \cdot d$ ergibt sich die Stromdichte j .

$$j = n \cdot e \cdot v_e \quad (4)$$

Aus dem Ohmschen Gesetz folgt für die spezifische Leitfähigkeit

$$\sigma = \frac{j}{E} = \frac{n \cdot e \cdot v_e}{E} \quad (5)$$

Die Wanderungsgeschwindigkeit der Elektronen ist der anliegenden Feldstärke proportional:

$$v_e = \mu \cdot E \quad (6)$$

Die eingeführte Konstante μ bezeichnet man als Elektronenbeweglichkeit. Vereinigen wir die Gleichungen (5) und (6), so nimmt die Gleichung für die spezifische Leitfähigkeit folgende Form an:

$$\sigma = n \cdot e \cdot \mu \quad (7)$$

B) $\vec{B}$ -Feldwirkung auf die Probe (d. h. $\vec{B} \neq 0$)

Bei der Wirkung eines $\vec{B}$ -Feldes auf die Hall-Probe kommt es zum Auftreten des Hall-Effektes.

Das erklärt sich dadurch, daß auf die Leitungselektronen

neben den schon genannten Kräften eine Lorentzkraft $\vec{K}_L$ wirkt, die zum $\vec{B}$ -Feld und zur Geschwindigkeit der quasi-freien Elektronen $\vec{v}_e$ senkrecht steht.

$$K_L = e \cdot |\vec{v}_e \times \vec{B}|, \text{ also } K_L = e \cdot v_e \cdot B \cdot \sin(\vec{v}_e, \vec{B})$$

$$\sin(\vec{v}_e, \vec{B}) = \sin 90^\circ = 1$$

$$K_L = e \cdot v_e \cdot B. \quad (8)$$

Die Lorentzkraft hängt mit $\vec{v}_e$ und $\vec{B}$ über ein Kreuzprodukt zusammen. Im vorliegenden Fall bilden $\vec{K}_L$, $\vec{v}_e$ und $\vec{B}$ ein rechtwinkliges Dreiein.

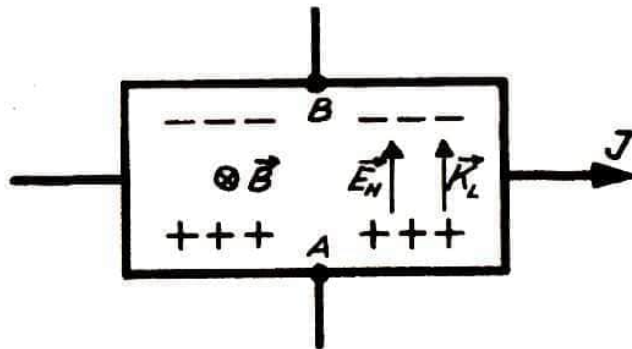


Abb. 3

Mit anderen Worten:

Durch die Wirkung der Lorentzkraft werden die Leitungselektronen auf der einen Seite der Probe zusammengedrängt, d. h. die eine Seite der Probe ist gegenüber der anderen Seite negativ aufgeladen, so daß es zwischen A und B zu einer Potentialdifferenz, der Hall-Spannung, kommt (Abb. 3).

Uns interessiert jetzt die Größe dieser Hall-Spannung. Sie ist dadurch bedingt, daß in der Querrichtung der Platte, durch die Ladungsunterschiede an beiden Seiten, ein elektrisches Feld $\vec{E}_H$ auftritt. Dieses übt natürlich auf die Leitungselektronen wieder eine Kraftwirkung aus, die der Lorentzkraft entgegengerichtet ist. Bei dem sich einstellenden Gleichgewichtsfall sind diese beiden Kräfte einander

betragsmäßig gleich.

$$e \cdot E_x = e \cdot v \cdot B \qquad E_x = v \cdot B \qquad (9)$$

E_H ist durch den Quotienten aus der Hall-Spannung U_H und der Breite b der Probe gegeben. Damit wird:

$$U = b \cdot v \cdot B. \qquad (10)$$

v_e wird aus Gleichung (3) eliminiert und in Gleichung (10) eingesetzt.

$$U = \frac{1}{n \cdot e} \cdot \frac{I \cdot B}{d} = C \cdot \frac{I \cdot B}{d} \qquad (11)$$

Mit Gleichung (11) haben wir einen Ausdruck für die Hall-Spannung gefunden. Die auftretende Größe C hängt von der Elementarladung e und der Leitungselektronendichte n ab; sie ist demnach eine Konstante. Wir bezeichnen sie als Hall-Konstante. Ist sie bekannt, kann man mit ihr über Gleichung (7) entweder auf die Beweglichkeit der Elektronen (bei bekanntem σ) oder auf die spezifische Leitfähigkeit (bei bekanntem μ) schließen.

Im letzten Punkt kommen wir auf einige technisch-physikalische Anwendungen zu sprechen. Die Beziehung (11) zeigt sofort, daß sich der Hall-Effekt vorzüglich zur Messung magnetischer Felder eignet. Bei bekanntem Probestrom und bekannter Schichtdicke ist die Hall-Spannung ein Maß für das $\vec{B}$ -Feld, das z. B. zwischen den beiden Polschuhen eines Elektromagneten herrscht.

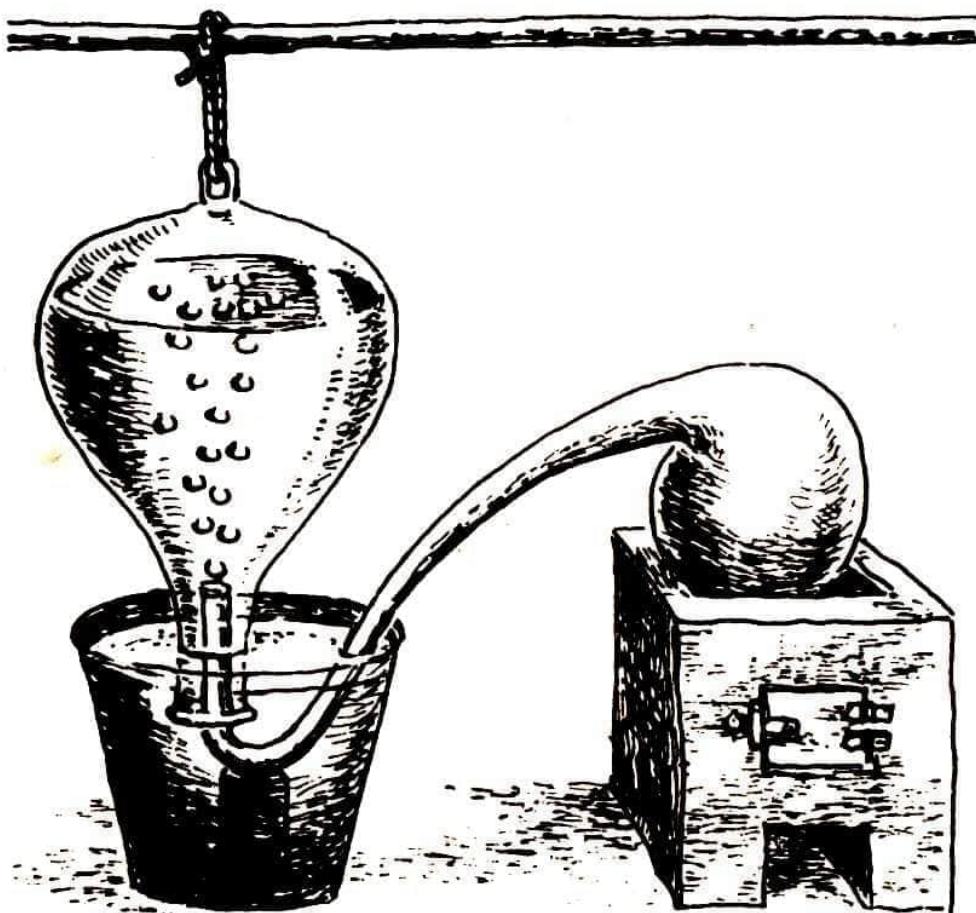
Eine andere Anwendung beruht auf der Tatsache, daß in die Formel für die Hall-Spannung zwei elektromagnetische Größen (I und B) multiplikativ eingehen. Da man diese Größen variieren kann, können elektromagnetische Größen durch einen Hall-Generator multiplikativ miteinander verknüpft wer-

den. Man verfährt dabei nach folgendem Schema:

Die zwei zu multiplizierenden Größen (X_1 und X_2) müssen den Bedingungen $X_1 \sim I$ und $X_2 \sim B$ genügen. Wird X_1 um das n -fache und X_2 um das m -fache vergrößert, so vergrößert sich auch I um das n -fache und B um das m -fache. Die Hall-Spannung würde sich hierbei um das $n \cdot m$ -fache vergrößern.

Der geschilderte Prozeß entspräche der Multiplikation $n \cdot m$. Hall-Multiplikatoren besitzen die Eigenschaft einer nahezu trägheitslosen Arbeitsweise. Sie finden deshalb in elektronischen Analogrechnern Verwendung.

Der Hall-Effekt ist ein typisches Beispiel dafür, daß physikalische Erscheinungen, deren theoretische Deutung lange Zeit bekannt ist, erst in jüngerer Zeit, bedingt durch neue Werkstoffe, Technologien usw., eine größere praktische Bedeutung erlangt haben.



Alttertümliche Gasentwicklungsanlage mit pneumatischer Auffangvorrichtung

- | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------------|---|---|
| (1) Zerteilen | - | von Feststoffen | | |
| | - | von Flüssigkeiten | | |
| (2) Trennen | } | { | | |
| (3) Vereinen | | | { | |
| | | | | { |
| | | | | |
| | fest/fest | | | |
| | fest/flüssig | | | |
| | | fest/gasförmig | | |
| | | flüssig/flüssig | | |
| | | flüssig/gasförmig | | |
| | | gasförmig/gasförmig | | |
| (4) Agglomerieren | - | Granulieren | | |
| | - | Pressen | | |
| | - | Sintern | | |
| (5) Formgeben | - | von Feststoffen | | |
| | - | von Flüssigkeiten | | |
| (6) Thermische Grundoperationen | - | Wärmezufuhr | | |
| | - | Wärmeentzug | | |
| (7) Fördern | } | { | | |
| (8) Lagerung | | | { | |
| (9) Verpackung | | | | { |
| (10) Messen, Dosieren | | | | |
| | Feststoffe | | | |
| | Flüssigkeiten | | | |
| | | Gase | | |

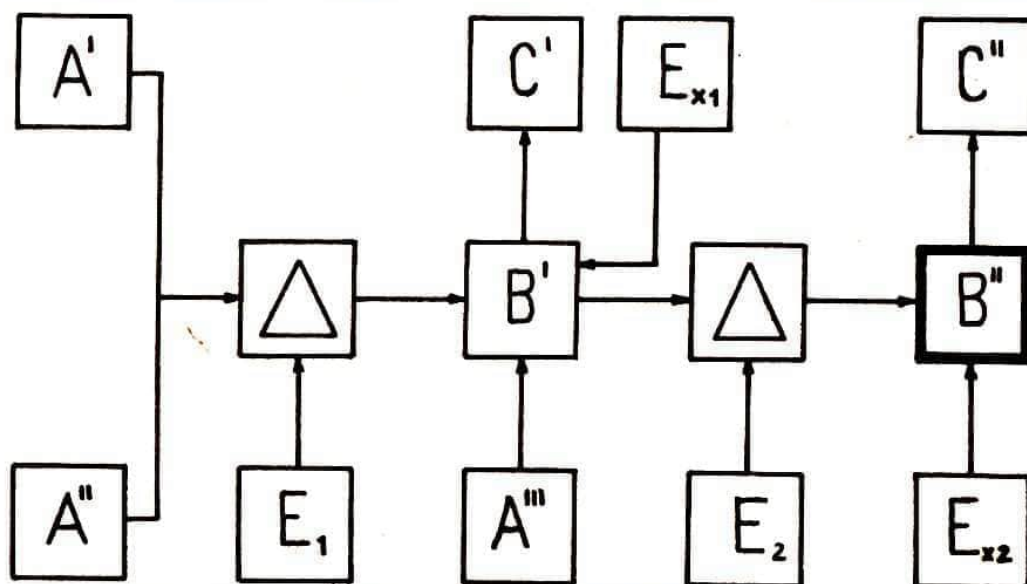
Da sich sicherlich jeder von Ihnen unter diesen Verfahren etwas vorstellen kann, möchte ich an dieser Stelle auf eine Erläuterung der Vorgänge verzichten. Sie können sich darüber näher informieren in : Ost-Rassow - "Lehrbuch der chemischen Technologie", Band I.

Im folgenden soll etwas zur eigentlichen "chemischen Technologie" gesagt werden.

Das Schema I stellt in stark abstrahierter Form ein "klassisches" chemisches Verfahren dar.

Dieses Schema zeigt ein zweistufiges chemisches Verfahren, bei dem zunächst die beiden Komponenten A' und A'' zum Zwischenprodukt B' reagieren. Dabei entsteht nebenher das Nebenprodukt C'. Das Zwischenprodukt B' reagiert nun weiter mit A''' zum Endprodukt B'', wobei ebenfalls ein Nebenprodukt C'' anfällt. Die Energien E_{x1} und E_{x2} dienen der Trennung der Komponenten

B von C. Daß der gesamte Energiebedarf des Verfahrens nicht durch die Summe aus $E_{1,2}$ und $E_{x1,x2}$ gedeckt wird, ist offensichtlich.



Zur Erläuterung sei noch gesagt, daß die Kästchen mit den eingezeichneten Dreiecken Reaktoren darstellen, denen die Energien $E_{1,2}$ zugeführt werden (Auslösung der Reaktion, Reaktionsführung).

Reaktionen, die nach diesem oder einem ähnlichen Schema ablaufen, sind zwar weit verbreitet, entsprechen aber nicht den Vorstellungen über eine moderne chemische Technologie. Eine moderne chemische Technik zeichnet sich zunächst einmal durch die erfolgreiche Anwendung neuartiger Wirkprinzipien aus. Diese neueren Wirkprinzipien lassen sich in drei wesentliche Gruppen unterteilen.

- (1) Anwendung energiereicher Strahlung (UV-, γ -Strahlung) zur Reaktionsauslösung. Ein Beispiel dafür ist die strahlungsinduzierte Polymerisation.
- (2) Tribomechanische Anregung der Reaktionspartner. Hierunter versteht man, daß die zur Auslösung der chemischen Reaktion notwendige Aktivierungsenergie in Form mechanischer Energie zugeführt wird.
- (3) Ausnutzung von biochemischen Prozessen. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, mit Hilfe be-

stimmter Bakterien Eiweiß aus Erdöl zu gewinnen. Diese Bakterien sind in der Lage, Paraffine zu "fressen", und durch den Stoffwechsel in Eiweiße umzuwandeln. Dieses Verfahren ist recht ergiebig und bewährt sich seit einigen Jahren in der Praxis (UdSSR, Frankreich, USA).

Es ist durchaus denkbar, mit Hilfe von Mikroorganismen auch andere Substanzen in technischem Maßstab zu gewinnen.

Neben diesen modernen Wirkprinzipien ist man bestrebt, die Prinzipien althergebrachter Verfahren zu modifizieren, um den Anforderungen der modernen Technologie gerecht zu werden.

- (1) Das wohl wichtigste Problem dürfte das der Neben- oder Abfallprodukte sein. Wie schon der Name sagt, werden diese Produkte entweder gar nicht oder nur in beschränktem Maße einer weiteren Verwendung zugeführt. Man wird sich also Gedanken machen müssen, wie die anfallenden "Nebenprodukte" weiterverarbeitet werden können bzw. man muß solche Reaktionsvarianten einsetzen, bei denen entweder keine Nebenprodukte anfallen bzw. bei denen solche Nebenprodukte entstehen, die ohne Einschränkung weiterverarbeitet werden können.
- (2) Weiterhin ist man bestrebt, solche Reaktionen in der Technik durchzuführen, bei denen das Endprodukt in einem Reaktionsschritt aus den Einsatzprodukten gewonnen werden kann. Das bringt einmal technologische Vereinfachungen mit sich, an denen man unter anderem auch aus ökonomischer Sicht interessiert ist. Ein Beispiel dafür dürfte die Acetyलगewinnung sein. Das klassische Verfahren besteht darin, Calciumcarbid mit Wasser umzusetzen, wobei zunächst einmal das Carbid aus Kohle und Kalk im Lichtbogenofen gewonnen werden muß. Dem gegenüber stehen die moderneren Pyrolyseverfahren, die ich in meinem früheren Artikel über das Acetylen (Teil I) beschrieben habe. (Impuls: 4. Jahrg., Heft 3).
- (3) Letzten Endes möchte man die zuweilen sehr hohen Temperaturen und Drücke in den Reaktoren verringern.

Das ist im wesentlichen durch den Einsatz neuartiger Katalysatoren möglich, wobei auch das Problem der Verteilung des Katalysators im Reaktionsraum eine Rolle spielt (z.B. Festbettkatalysatoren, Wirbelschichten ...)

In diesem Artikel habe ich bewußt Details weggelassen, die den Rahmen dieser Abhandlung übersteigen würden. Er sollte Ihnen einen groben Überblick über die allgemeinen Grundlagen der chemischen Technologie sowie deren Entwicklungstendenzen geben.



Massenspektrometrie in der Chemie

Mit Hilfe der Massenspektrometrie gelingt es, die Masse von Ionen zu bestimmen. Die physikalischen Grundlagen hierfür wurden im Heft 4 (1. Jahrgang) bereits dargestellt.

Die Anwendung in der Chemie beruht darauf, daß durch Elektronenstoßionisation oder durch starke inhomogene elektrische Felder organische Moleküle ionisiert werden dergestalt, daß neben dem Ion des gesamten Moleküls auch Ionen von Bruchstücken erzeugt werden, deren Masse gemessen werden kann. Aus dem Massenspektrum erhält man also die Massenzahl des Moleküls (sogenannter Molekülpeak M^+) und die Massenzahlen der Bruchstücke. Wegen der geringen Anzahl von Elementen, die in organischen Molekülen enthalten sind, gibt es meist nur wenige Möglichkeiten organischer Strukturgruppen, die den Massenzahlen der Bruchstücke zugeordnet werden können. Diese Zahl der Möglichkeiten wird noch dadurch eingeschränkt, daß bestimmte Zerfallsmechanismen bekannt sind. Weitere Informationen liefern die auftretenden Isotopenpeaks von Elementen, die in bestimmten Mischungsverhältnissen verschiedener Isotope auftreten (z.B. C, Cl, O). Aus all diesen Informationen gelingt es, bestimmte Strukturvorschläge für eine Verbindung zu erarbeiten.

Saurier-Eier in der Gobi

Eine Expedition machte in der Wüste Gobi eine ungewöhnlich wertvolle Beute: Man fand vollständige fossile Eier einer Dinosaurierart, die 30 m groß wurde. Die Eier haben einen Durchmesser von 15 Zentimetern. Es ist das erste Mal, daß vollständig erhaltene Eier solcher besonders großen Dinosaurierarten gefunden wurden.

Häuser aus Gummi

Diese Häuser sind zwar nicht dehnbar, aber sie liefern einen guten Schutz gegen Erdbeben. In die Wände werden dabei Gummi- und Metallpolster eingemauert. Sie dämmen einen großen Teil der Erschütterungen durch Erdbeben. Erste erfolgreiche Versuche dazu wurden in Jerewan gemacht.

Walarten des Stillen Ozeans katalogisiert

Erstmalig nahmen sowjetische Wissenschaftler eine vollständige Katalogisierung der Walarten des Stillen Ozeans vor. Der Katalog umfaßt Wale, Delphine, Stachelwelse und andere Säugetiere dieser Familie. Er ist nach drei Aspekten der äußeren Gestalt, dem Schädelbau und dem Verhalten im Ozean zusammengestellt.

Fernsehkamera gegen Blindheit

Wissenschaftler der USA nehmen mit der Konstruktion einer Fernsehkamera von $12 \times 12 \times 12 \text{ mm}^3$ den Kampf gegen die Blindheit auf. Größte Schwierigkeit bei der Realisierung dieses Projekts bietet gegenwärtig noch die Übertragung der elektrischen Impulse der Kamera in Nervenimpulse, die vom Gehirn verarbeitet werden können. Gelingt die Überwindung dieses Problems, so könnte das künstliche Auge bereits etwa 1976 beim Menschen eingesetzt werden.

F. Sander
Sektion Biologie

Staatenbildung

Bei vielen Tiergruppen kommt es zur sogenannten Staatenbildung, das heisst zu einer hochentwickelten Familiengemeinschaft, die über mehrere Jahre besteht und praktisch einen Organismus höherer Ordnung darstellt. Ein solcher Organismus höherer Ordnung ist in den meisten Teilen ersetzbar und hat insofern eine grössere Überlebenschance als ein einzelnes Tier. Anders gesagt ist es z.B. bei extremen Umwelteinflüssen sehr schnell geschehen, dass einzelne Tiere zugrundegehen, ein Tierstaat ist dagegen in vieler Hinsicht widerstandsfähiger. Die Angehörigen eines solchen Tierstaates zeigen eine ausgeprägte Arbeitsteilung, die meist mit einer morphologischen Differenzierung der einzelnen Individuen einhergeht, das heisst, die Tiere haben entsprechend ihren unterschiedlichen Aufgaben, die sie im Rahmen des Staates zu erfüllen haben, eine unterschiedliche Form (z.B. extreme Ausbildungen bestimmter Körperteile wie der Kiefer etc.) und Grösse.

Staatenbildung ist nur bei Insekten bekannt. Bei den Bienen finden wir noch alle Übergänge von solitären (das heisst einzelnlebenden) zu staatenbildenden Formen. Ameisen und Termiten dagegen sind immer staatenbildend. Primitive Ansätze der Staatenbildung finden wir bei einigen Bienen, die zwar solitär leben, aber schon einen Nahrungsvorrat in speziellen Vorratszellen für ihre Nachkommen anlegen.

Zur Staatenbildung kommt es nur, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Ein sehr wichtiger Punkt ist das Anlegen von sogenannten Wohnbauten (allgemeinbekannte Ameisenhaufen usw.), die unter Benutzung von Fremdstoffen und körpereigenen Stoffen gebaut werden und den Staatenmit-

gliedern Schutz im weitesten Sinne gewähren.

Sehr wichtig ist auch die Frage der Ernährung, da mit dem Zusammenleben so vieler Tiere (Wanderameisen bis 20 Millionen) die Frage nach dem Nahrungserwerb besonders akut ist. Es sind viele Wege beschritten worden, um die entsprechende Nahrungsmenge zusammenzubekommen, erwähnt seien die Pilzgärten vieler Ameisen, das Zusammenleben der Ameisen mit Blattläusen, wobei die Ameisen von den Blattläusen den sogenannten Honigtau beziehen und das Anlegen von Nahrungsvorräten bei Bienen und Ameisen (Honigtöpfe).

Auf die Arbeitsteilung wurde schon anfangs eingegangen. Sie hat sehr viele interessante Aspekte, es kann hier nur darauf hingewiesen werden, dass die hauptsächlichste Arbeitsteilung zwischen Tieren, die sich der Fortpflanzung widmen, und solchen, die die übrigen Belange des Insektenstaates vertreten, besteht.

Ein ebenfalls wichtiger Punkt ist die Frage der Verständigung, die in Staaten in hohem Masse realisiert ist. Klopfsignale, spezifischer Geruch, gerichtete Bewegungen in Form von Tänzen sind einige Beispiele der Kommunikationsmöglichkeiten staatenbildender Insekten.

Letztlich müssen bei dem Zusammenleben so vieler Individuen auch gewisse Regulationsmechanismen vorhanden sein, die die natürliche Ordnung des Insektenstaates erhalten. Ein Beispiel hierfür haben wir in der Tatsache, dass durch unterschiedliche Qualität des Larvenfutters induziert wird, ob sich das Tier beispielsweise zum Geschlechtstier oder Arbeitstier entwickelt.

In jedem Falle wird man bei einem Staat finden, dass sich das einzelne Tier der Ordnung des gesamten Staatsorganismus völlig unterordnet.

Titelbild

Spiralförmiges Sternsystem Messier 74 (Spiralnebel)

Verträgt sich die Chemie mit der Mathematik?

Auf der Suche nach einer kurzen Beschreibung der in der Überschrift auftauchenden Begriffe fand ich im "DUDEN":

Chemie: "Lehre von den Stoffen und ihren Umwandlungen."

Mathematik: "Wissenschaft von den Zahlen und Raumgrößen."

Der BROCKHAUS "ABC der Naturwissenschaften" hat für das zweite Stichwort etwas mehr Platz und ergänzt:

"Die Objekte der neueren mathematischen Forschung weisen nur noch wenige Eigenschaften des ursprünglichen Zahl- und Raumbegriffs auf. In zunehmendem Maße befaßt sich die moderne Mathematik mit der Untersuchung mathematischer Strukturen (geordneten Mengen, Gruppen, Ringen, Körpern, Vektorräumen usw.)." Die ergänzende Aussage hat H. POINCARÉ in den schönen Satz gekleidet:

"MATHEMATIK IST DIE KUNST, VERSCHIEDENEN DINGEN DENSELBEN NAMEN ZU GEBEN!"

Ein einfaches Beispiel soll veranschaulichen, was mit dem letzten Ausspruch gemeint ist. Betrachten wir die Längenänderung eines Metallstabes in Abhängigkeit von seiner Temperatur, so finden wir: Die Längenänderung ist proportional der Temperaturerhöhung.

$$\Delta l = \text{const} \cdot \Delta T$$

Betrachten wir die Drehung der Polarisationssebene einer linear polarisierten Lichtwelle durch ein optisch aktives Medium, so finden wir: Der Drehwinkel ist proportional der Konzentration.

$$\alpha = \text{const} \cdot C$$

Betrachten wir schließlich die rücktreibende Kraft einer aus der Ruhelage ausgelenkten Spiralfeder, so ist sie in guter Näherung proportional der Auslenkung x .

$$K = \text{const} \cdot x$$

Diesen drei Gesetzmäßigkeiten, die mit Hilfe von Experimenten recht verschiedenen Bereichen der objektiven Realität abgelauscht wurden, gibt die Mathematik im Sinne einer Abstraktion (Abziehen des für den Zusammenhang Unwesentlichen) den Namen: linearer Zusammenhang, lineare Funktion

$$y = f(x) \qquad f(x) = m \cdot x \qquad m = \text{const.}$$

oder in nochmaliger Verallgemeinerung

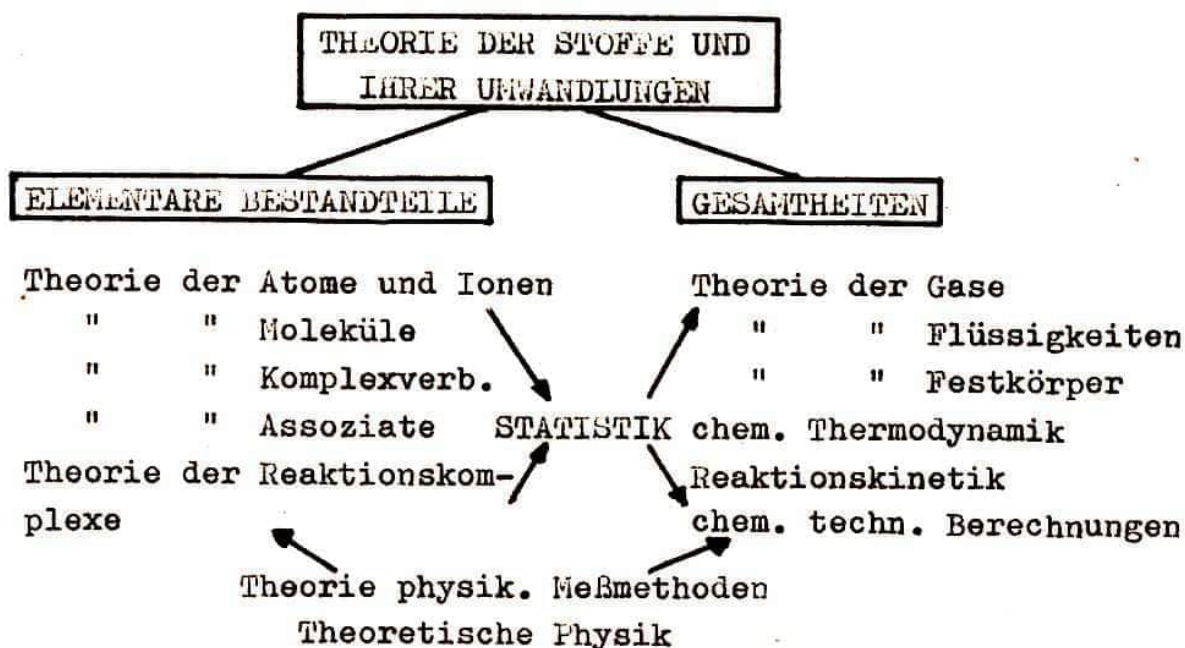
$$y = m \cdot x + n.$$

Die Beschäftigung mit der linearen Funktion führt zu allgemeinen Aussagen für alle konkreten Zusammenhänge, die den Namen "lineare Funktion" verdienen. Die am Beispiel deutlich gewordene Fähigkeit der Mathematik, Ordnung und Übersicht in die Fülle der beobachteten Erscheinungen zu bringen, und die durch den Abstraktionsvorgang bedingte polyvalente Nutzbarkeit begründen ihre hervorragende Bedeutung für eine rationelle Naturerkenntnis. LENIN bemerkte im gegebenen Zusammenhang (Sie finden das Zitat im Mathematiklehrbuch für die 9. Klasse):

"Dadurch, daß das Denken vom Konkreten zum Abstrakten aufsteigt, entfernt es sich ... nicht von der Wahrheit, sondern kommt ihr näher. Die Abstraktion der "Materie", des Naturgesetzes, die Abstraktion des "Wertes" usw., mit einem Wort alle wissenschaftlichen Abstraktionen spiegeln die Natur tiefer, getreuer, vollständiger wider."

Das in der Mathematik bereitstehende Arsenal von Erkenntnissen findet in den einzelnen Zweigen der Naturwissenschaft unterschiedliche Nutzung. Dies hängt mit der historischen Entwicklung der Wissenschaftszweige zusammen. In der Physik war es am frühesten möglich, die Grundgesetze weiter Gebiete in mathematische Gleichungen zu kleiden, deren Theorie man so gut beherrschte, daß man zu bedeutsamen Aussagen für die dem Grundgesetz gehorchenden Einzeltatsachen kam. Im Vergleich damit war die Mathematisierung der Chemie ein uneinheitlicher, langwieriger, bis in die Gegenwart andauernder Prozeß. Bei der Veranschaulichung dieses Prozesses kann uns folgendes Schema helfen: Nach obiger Defi-

nition ist die Chemie die Lehre von den Stoffen und ihren Umwandlungen.



Zum Beispiel hatte die chemische Thermodynamik schon um die Jahrhundertwende den Zustand erreicht, daß sie mathematisch deduktiv gelehrt werden konnte. Die für die einheitliche Beschreibung des Phänomens der chemischen Bindung zuständige SCHRODINGER - Gleichung wurde andererseits erst 1926 gefunden. Die Erkenntnis, daß mit ihrer Hilfe die Erscheinung der kovalenten chemischen Bindung erstmals verstanden werden konnte, war ein beeindruckender und beachteter Erfolg. Dennoch stagnierte die Entwicklung zu einer deduktiv mathematischen Behandlung komplizierter chemischer Systeme (QUANTENCHEMIE) erneut bis in die fünfziger Jahre, da sich die Lösung der Grundgleichung für solche Systeme als äußerst schwierig erwies. Mit der Möglichkeit der Nutzung elektronischer Rechenanlagen trat eine gewisse Wende ein, doch ist bis heute die Erlangung gesicherter und chemisch bedeutsamer Aussagen auf diesem Wege eine komplizierte und kostspielige Angelegenheit. Die Bedeutung derartiger Berechnungen für meßtechnisch schwer zugängliche chemisch bedeutsame Systeme, wie z.B. Übergangszustände che-

mischer Reaktionen, ist andererseits unbestritten. Mit den am Beispiel geschilderten Umständen mag es zusammenhängen, dass z.B. dem Schüler die Bedeutung der Mathematik für die Physik handgreiflicher ist, als deren Bedeutung für die Chemie. Ungeachtet dessen wird in der modernen Chemie die Frage nach dem "Wie" einer chemischen Reaktion in der Bemühung um ein optimales "Wie" durch die Frage nach dem "Warum" ergänzt. In den dazu benötigten Teildisziplinen des obigen Schemas spielen mathematische Methoden eine entscheidende Rolle.

Das Bild der gegenwärtigen Chemie und des Chemikers ist vielfältig und im Wandel begriffen: Ein Mensch steht im Labor, umgeben von typischen Geräten aus Glas und Porzellan, erhitzt, schmilzt, destilliert, kondensiert, kristallisiert, - zweifellos ein Chemiker.

Ein anderer (sein Kittel ist ein wenig sauberer) beschickt komplizierte physikalische Messgeräte mit Substanzen und verfolgt messend deren Eigenschaften, vielleicht sogar Reaktionen, indem er komplizierte Signale des Geräts entschlüsselt. Ein dritter schliesslich, im blütenweissen Kittel, beschickt einen Computer mit Daten von Elementarteilchen und deren Wechselwirkungen und erhält Angaben über mögliche stabile oder metastabile Anordnungen dieser und deren Eigenschaften.

Auf die Sauberkeit des Kittels soll es uns nicht ankommen. Sicher ist auch, dass der Chemiker vom Typ 3 das lebendige Verhältnis zum Stoff in seinen konkreten vielfältigen Erscheinungsformen und Eigenschaften nicht verlieren darf, und seine Tätigkeit die Arbeit der Chemiker vom Typ 1 und 2 voraussetzt und ergänzt.

Andererseits sollte deutlich werden, dass ein Fünkchen Freude an der Mathematik nicht fehlen sollte, wenn man sich entschliesst, Chemie zu studieren.

Wie kann man in Ungarn Biologe werden?

Diese Frage beantwortete für "impuls 68" Herr Gyenis, Mitarbeiter des Anthropologischen Institutes der Eötvös-Loránd-Universität Budapest

Der Biologieunterricht beginnt in Ungarn genau wie in der DDR mit der 5. Klasse. Vorher lernen die Kinder jedoch schon die Tiere und Pflanzen ihrer unmittelbaren Umgebung kennen. Nach der 8. Klasse können die Schüler, die einmal ein Biologiestudium aufnehmen wollen, entweder das Gymnasium oder eine Hygienische Fachmittelschule besuchen. Auf dem Gymnasium finden neben dem Biologieunterricht jährlich zwei Exkursionen, eine botanische und eine zoologische, statt, auf denen das bereits erworbene Wissen vertieft wird. Die Schüler haben weiterhin die Möglichkeit, in Arbeitsgemeinschaften und durch den Besuch von Vorträgen der Universität ihre Kenntnisse zu erweitern. Wer besonders interessiert ist, kann auf dem Gymnasium eine Fachklasse mit verstärktem Biologieunterricht besuchen. Bei dem Abitur gehört Biologie zu den Wahlfächern. An der Fachmittelschule findet ebenfalls ein verstärkter Biologieunterricht statt. Die Absolventen haben anschließend die Möglichkeit als Hygieniker zu arbeiten oder ein Universitätsstudium zu beginnen.

Diejenigen Schüler, die ein Biologiestudium beginnen wollen, müssen an der Universität eine schriftliche und eine mündliche Aufnahmeprüfung bestehen. Man kann entweder ein Biologie-Diplomstudium wählen oder ein Lehrerstudium der Kombination Biologie/Chemie. Die Ausbildung für Diplombiologen erfolgt in Budapest oder in Szeged und die für Lehrer in Budapest, Szeged oder Debrecen. Alle zwei Jahre werden in Budapest auch Studenten für die Fachkombination Biologie/Psychologie immatrikuliert, die später an entsprechenden Fachmittelschulen als Lehrer arbeiten. In Budapest werden momentan 30 Studenten für den Lehrerberuf und 20 Diplom-

biologen jährlich ausgebildet. Die Immatrikulationszahlen sind vom Ministerium festgelegt. Das Studium dauert in jedem Fall fünf Jahre und schließt mit einer Diplomarbeit ab. Beim Lehrerstudium sind Biologie und Chemie gleichwertige Fächer. Man erwirbt in beiden das Diplom. Die Studenten können während des Studiums die Chemie, wenn sie dort nur mangelhafte Leistungen zeigen, gegen Pädagogik oder eine Fremdsprache auswechseln. Im letzten Jahr des Lehrerstudiums findet ein Unterrichtspraktikum statt, in dem die Studenten an Unterrichtsschulen, die der Universität angegliedert sind, ein Semester lang Biologie und ein Semester lang Chemie unterrichten müssen. Studenten, die das Lehrerstudium mit sehr guten Ergebnissen abschließen, haben auch die Möglichkeit wie ein Diplombiologe beispielsweise auf mikrobiologischem oder hydrobiologischem Gebiet zu arbeiten. Der Hauptschwerpunkt für den späteren Einsatz der Absolventen liegt jedoch in der Tätigkeit an Schulen auf dem Land.

Die Ausbildung der Grundschullehrer erfolgt an Pädagogischen Instituten. Sie dauert vier Jahre.

An der Universität wurden wie in der DDR Reformen durchgeführt, die zur Intensivierung des Studiums führen sollen. Während der Praktika werden ständig die Leistungen der Studenten überprüft. Eine besondere Form der Wissensvermittlung stellen die Vorlesungen in Kleingruppenform dar, in denen ähnlich wie bei Seminaren etwa 10 Studenten in Diskussionen biologische Probleme zu klären haben. Doch auch in Ungarn gibt es noch Probleme. Besonders die Einführung von Neuerungen und die damit verbundene Überwindung alter Traditionen stößt mitunter noch auf Unverständnis. Sicherlich kann sich da ein Erfahrungsaustausch mit der DDR als fruchtbar erweisen.

W.-D. Zimmer

Sektion Physik

Forschungsstudent

Maser im Weltraum

Eine der interessantesten Entdeckungen der Gegenwart auf dem Gebiet der Radioastronomie war die Strahlung in einigen Linien der OH-Gruppe. Dies war die erste Entdeckung eines interstellaren Moleküls durch Radioastronomen. Die Durchmusterung des Himmels ergab einige Dutzend OH-Emissionsquellen in Verbindung mit infraroten Nebeln, Supernovaeresten und Regionen ionisierten Wasserstoffs. Edder und seine Mitarbeiter untersuchten systematisch ein Gebiet im Sternbild Schwan und fanden vier neue Quellen. Überraschend war die Tatsache, daß nur zwei von diesen bei der im thermischen Gleichgewicht, d.h. im Normalzustand stärksten Linie (1665 MHz) emittieren, während für die anderen die sonst schwächeren Linien (1720/1612 MHz) am deutlichsten hervortreten. Jüngste Messungen der Flächenhelligkeit, die einer Temperatur von 10^{12} Grad Kelvin entspricht, stehen im Widerspruch zur Größe der strahlenden Objekte. Ebenso unerklärlich war zunächst die starke zirkulare Polarisierung der Strahlung.

Alle die oben erwähnten Fakten deuten jedoch daraufhin, daß es sich hier um interstellare Maser handelt. Die Maser beruhen dabei auf dem gleichen Prinzip wie der in vergangenen Heften bereits beschriebene Laser, nur mit dem Unterschied, daß sie in anderen Frequenzen strahlen.

Im OH-Radikal gibt es infolge der Rotationsbewegung, der Vibrationsbewegung und der Bewegung der Elektronen mehrere Möglichkeiten der Anregung. Jeder Elektronenzustand besitzt eine "Stufenleiter" von Vibrationsniveaus und diese wiederum eine "Stufenleiter" von Rotationsniveaus. Durch kleine elektro-

magnetische Wechselwirkungen innerhalb des Moleküls kommt es dann zur Aufspaltung eines Elektronengrundzustandes in ein sogenanntes Dublett, d.h. in zwei neue Niveaus. Diese werden einzeln nochmals in ein Dublett aufgespalten.

Die Übergänge in diesen vier neuen Energieniveaus liefern dann die beobachteten Strahlungsfrequenzen. Der Maser wird also verwirklicht, wenn auf den oberen Zuständen eine Besetzungsinversion erzielt wird.

Mit statistischer Wahrscheinlichkeit kann nun eine thermische oder spontane Emission zum Abruf der Inversionen führen, die dann in der gleichen Phase wie das ursprüngliche Signal emittieren, wobei sie dessen Amplitude ungeheuer verstärken.

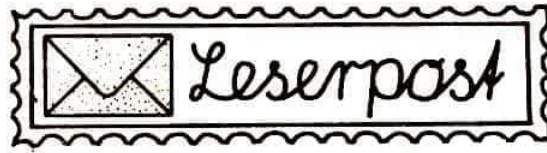
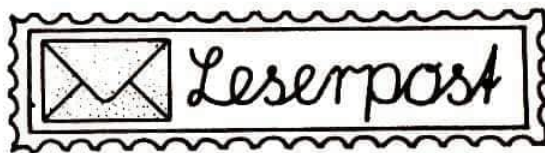
Welches sind nun die kosmischen Bedingungen und Zustände, die solche Übergänge (1720/1667/1665/1612 MHz) gewährleisten? Bisher sind fünf Pumpmodelle entworfen worden. Die ersten OH-Emissionen beobachtete man in der Nähe von ionisiertem Gas. Diese Ionisation wird hervorgerufen durch heiße, junge Sterne, die hauptsächlich im ultravioletten Gebiet strahlen. Der wechselseitige Zusammenhang beider Erscheinungen führte zu dem Schluß, daß die UV-Strahlung die Anregung verursacht. Eine andere Möglichkeit könnte die Kontraktion einer dichten Wolke unter dem Einfluß der eigenen Gravitation sein. Dieser Gravitationskollaps würde über eine Stoßwelle die "inneren" OH-Moleküle aufheizen. Deren Strahlung veranlaßt dann die "äußeren" Radikale, in den Maserfrequenzen zu strahlen. Ebenso kommen für den Pumpmechanismus natürlich auch Objekte in Frage, die hauptsächlich im infraroten Bereich emittieren. Solch ein im Orionnebel von Becklin und Neugebauer entdeckter Infrarotstern strahlt stark auf der Wellenlänge des ersten Vibrationsübergangs der OH-Gruppe und kann hier als "Pumpe" für dieses Niveau dienen. Erhitzte Staubeilchen in der Nähe von Supernovaeresten oder expandierenden Nebeln liefern eine Anregung der Rotationsniveaus. Von Gwinn wird für die Anregung der Rotationsniveaus ein Kollisionsmodell vorgeschlagen. Danach sol-

len die Inversionen durch den Zusammenstoß von OH-Gruppen mit Wassermolekülen erzeugt werden. Townes schlug den Zusammenprall von OH-Radikalen mit Wasserstoffatomen vor. Doch diese Modelle können nur bei geringen Dichten arbeiten, und sind nicht in der Lage, die hyperfeinen Übergänge zu erklären.

Die beschriebene Entdeckung bestätigt einmal mehr die These vom materiell gleichartigen Aufbau unserer Welt. Die von den Wissenschaftlern künstlich aufgebauten Verstärker im optischen Bereich, LASER und MASER haben damit ihre natürliche experimentelle Bestätigung erfahren. Mit anderen Worten, neben der wissenschaftlich bedeutsamen Entdeckung eines interstellaren Moleküls, steht die Auffindung natürlicher Verstärkersysteme, die uns wertvolle Informationen über die im interstellaren Raum vor sich gehenden Wechselwirkungen geben.

Die symbolische Bedeutung des Äskulapstabes

Nach Ansicht einiger Wissenschaftler stellt der Äskulapstab – das Sinnbild der Ärzte – keinen Schlangenstab dar, sondern einen zu den Nematoden (Fadenwürmern) gehörenden Wurm namens *Dracunculus medinensis* (Medinawurm), der um einen Stab gerینگelt ist. Das weibliche Tier soll sehr dünn und bis zu 1 m lang werden. Da dieses Tier in warmen Ländern im Unterhautbindegewebe des Menschen, vornehmlich im Unterschenkel, als Parasit vorkam, "heilte" man die betroffenen Patienten in früheren Zeiten folgendermaßen: man zog den Wurm aus dem Bindegewebe des Unterschenkels richtiggehend heraus, indem man ihn seiner enormen Länge wegen um einen Stab wickelte. – Dies soll symbolisch auf dem Äskulapstab abgebildet sein.



Ingrid T a u b e r aus Erfurt schrieb einen Brief an uns, in dem sie ihre Probleme bezüglich der Studienwahl nannte. U.a. stellte sie auch die Frage: "Bin ich für ein Physikstudium geeignet?" Da diese Frage sicherlich von allgemeinem Interesse ist, möchten wir auf den Brief an dieser Stelle antworten:

"Zuerst einmal vielen Dank für Ihren Brief. Wir haben uns sehr über das Vertrauen gefreut, das Sie uns damit entgegengebracht haben, handelt es sich doch um eine für Ihre Zukunft sehr bestimmende Entscheidung, bezüglich der Sie uns um Rat fragen.

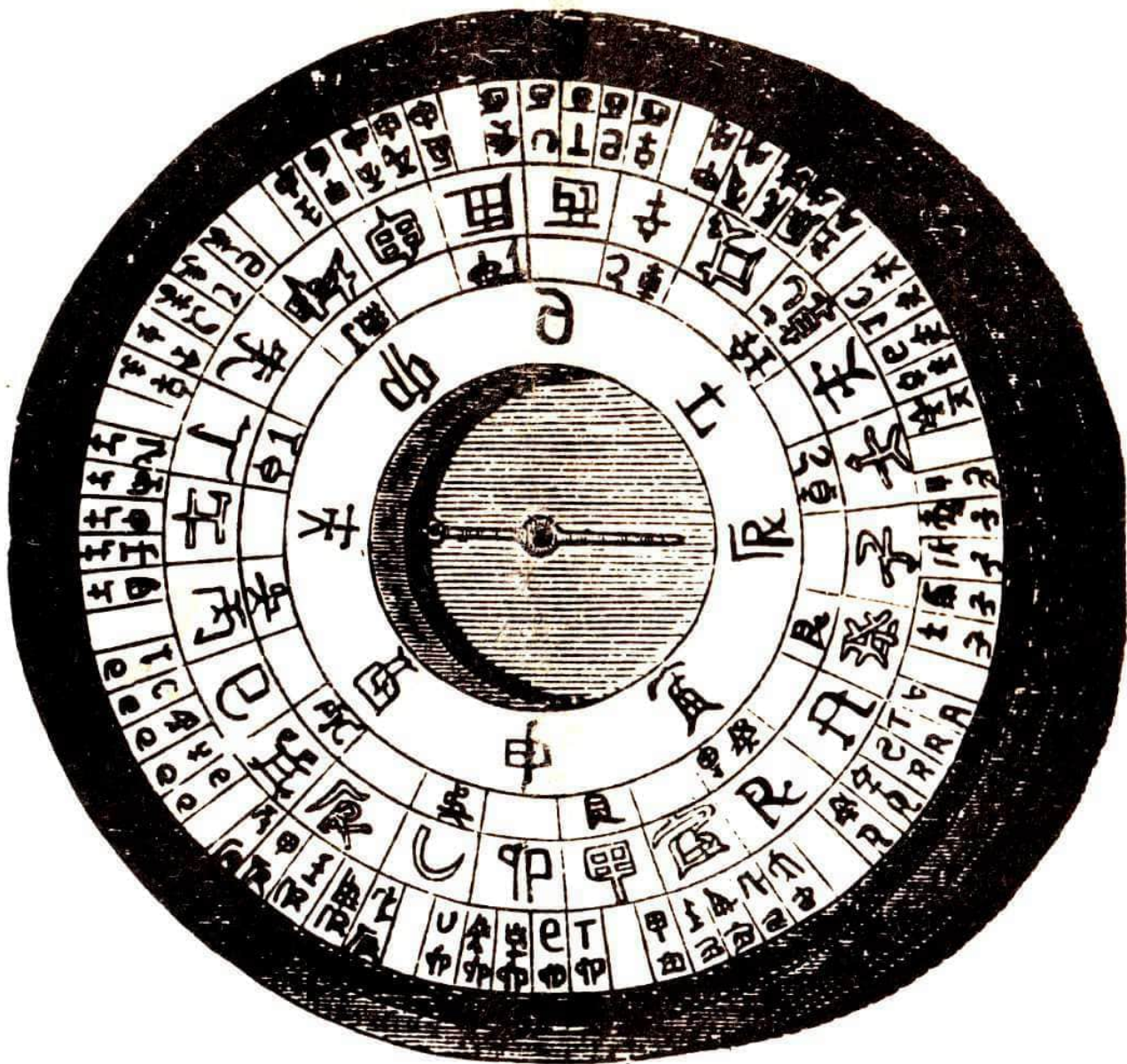
Im Namen der Redaktion unserer Zeitschrift möchte ich versuchen, Ihnen bei Ihrer Entscheidung zu helfen. Mein Name ist Bärbel Budnik. Ich studiere jetzt Physik im 3. Studienjahr. Sie können sich sicher denken, daß mir auch ganz persönlich daran gelegen ist, Ihnen einen Rat zu geben, denn ich selbst stand in der Oberschule vor ähnlichen Problemen. Meine Leistungen waren sehr gut, auch ich hatte die Möglichkeit, verschiedene Fachrichtungen einzuschlagen. Und obwohl ich auch etwas ängstlich war, nicht zu bestehen, habe ich mich für die Physik entschieden. Sicher hätte ich z.B. auch Medizin studieren können, aber ich glaube, daß ich dort nicht so stark gefordert worden wäre. Es geht meines Erachtens dabei um eine prinzipielle Entscheidung: Entweder ich suche mir den bequemeren Weg, stelle an mich selbst keine Forderungen, begnüge mich mit dem Mittelmaß - oder ich gehe den Weg, der mir etwas abverlangt, der Anforderungen an mich stellt, an denen ich mich weiterentwickeln kann, sowohl fachlich als auch in meiner ganzen Persönlichkeit. Diese zweite Variante ist ganz sicher die schwerere aber auch die interessantere und auf die Dauer befriedigendere. Ihrem Brief entnehme ich jedoch, daß Sie

sich in dieser prinzipiellen Frage bereits entschieden haben. Deshalb möchte ich versuchen, Ihre sonstigen Zweifel zu zerstreuen. Ich weiß selbst, daß man in der Oberschule noch keine konkreten Vorstellungen über ein Studium hat und darin besteht auch noch ein wesentlicher Mangel in der Studienberatung. Nur durch solches Unwissen kommen Fehleinschätzungen zustande, wie sie auch aus Ihrem Brief erkennbar sind. Das Physikstudium ist absolut kein technisches Studium und die Voraussetzungen sind nicht etwa experimentell-technischer Natur. Es zeigt sich sogar, daß gerade reine "Bastlertypen", die sich schon in ihrer Freizeit viel mit experimentell angewandter Physik beschäftigt haben, das Studium nicht oder nur schwer bestehen. Die wesentliche Voraussetzung besteht meines Erachtens in der Fähigkeit, logisch zu denken und erworbenes Wissen konsequent und folgerichtig anzuwenden. Allerdings kann diese Fähigkeit nach Abschluß der Oberschule noch nicht voll entwickelt sein. Gerade in den ersten beiden Studienjahren lernt man, an die Lösung physikalischer Probleme heranzugehen, mathematische Formalismen zu verwenden, Ergebnisse physikalisch zu deuten usw.

Nun zu Ihrer Frage: Bin ich für das Physikstudium geeignet? Natürlich sind Sie das, und Sie haben auch - das entnehme ich Ihrem Leistungsvermögen - die Voraussetzung, das Physikstudium erfolgreich zu bestehen. Allerdings sollten Sie sich Ihre Entscheidung nochmals in der Richtung durchdenken, daß gerade das Physikstudium sehr hohe fachliche und auch vor allem gesellschaftliche Anforderungen stellt. Und diesen Anforderungen können Sie nur gewachsen sein, indem Sie sich im Kollektiv mit Ihren Kommilitonen fachlich und als Persönlichkeit ständig weiterentwickeln. Wie gesagt, das geht alles nicht so glatt, das Studium bringt auch Tiefen, zu deren Überwindung man auch eine Portion Enthusiasmus mitbringen muß.

Aber es macht doch auch besonders als Mädchen viel Spaß! Ich hoffe, daß ich Ihnen ein wenig geholfen habe."

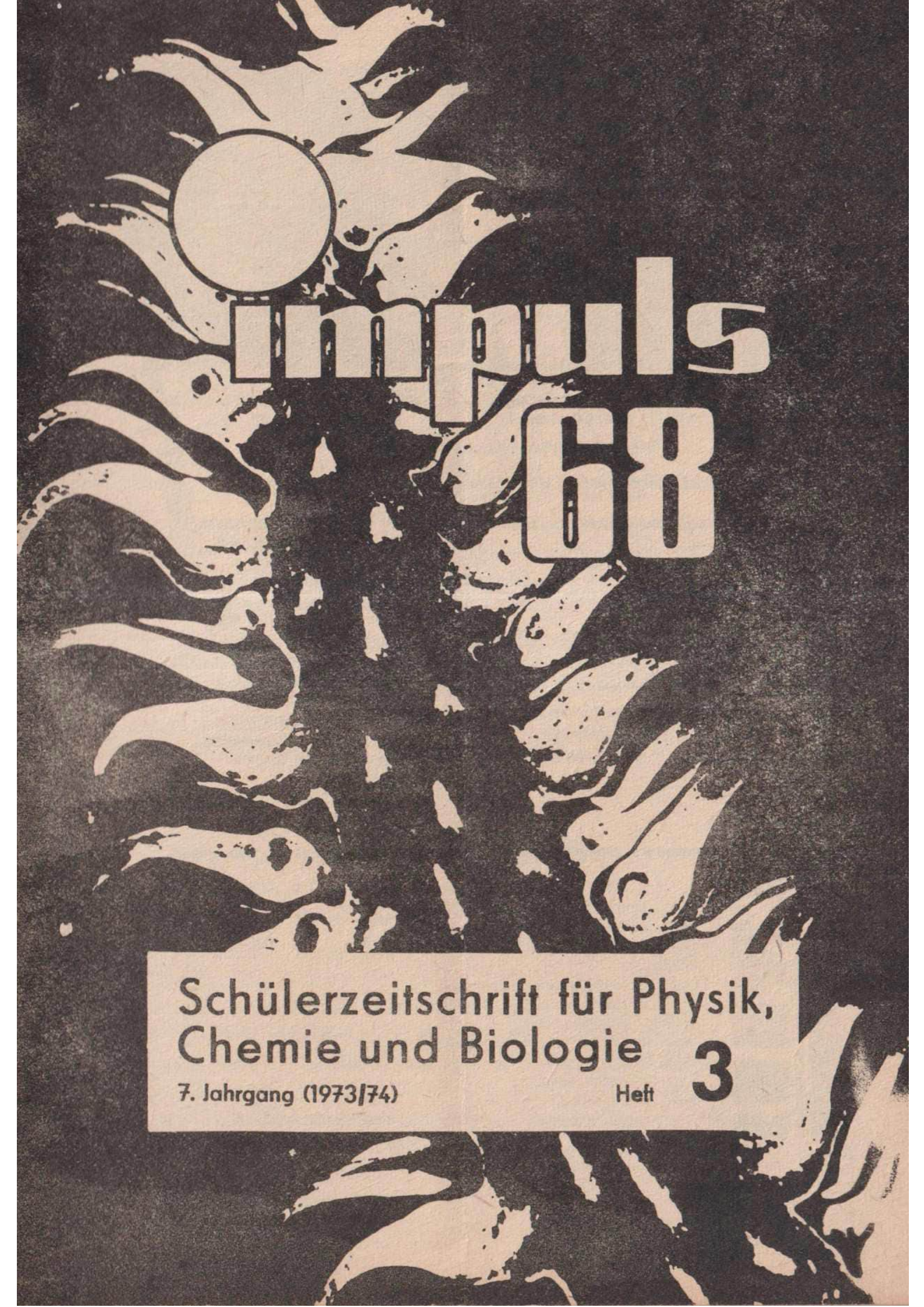
B.B.



Chinesischer Kompaß.

Die alten Chinesen entdeckten bereits, daß eine drehbar gelagerte Magnetnadel stets exakt die Nord - Süd - Richtung anzeigte. Daraufhin entstanden die ersten Kompassse, welche die Navigation auf See wesentlich erleichterten.

Unsere Abbildung zeigt eines dieser historischen Instrumente.



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

3



impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um **Sammelbe-**
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Der Computer – Herr oder Diener	3
Der Compton-Effekt	9
Organische Polymere	13
LEXIKON	18
Lustige Naturgeschichte	19
Indiens Fernmeldesatelliten-System	20
„Sechs Stunden Frist“	23
Gehirnschädigungen bei Boxern	28
WIR EXPERIMENTIEREN	29
Superschwere Atome	30
BÜCHERMARKT	31

Als ich vor kurzem über das Problem der besonderen intellektuellen Fähigkeiten nachdachte, habe ich mir den Spaß gemacht, die Liste des verstorbenen Ludwig Wittgenstein abzuschreiben, die das enthält, was er "Sprachspiele" nannte. Dabei verglich ich jeden Punkt mit dem gegenwärtigen Stand der Arbeiten auf dem Gebiet der Maschinenintelligenz. Ich gebe seine Liste unten wieder:

- Befehle erteilen und ausführen -
- das Äußere eines Gegenstandes beschreiben
- oder seine Maße angeben -
- einen Gegenstand nach einer Beschreibung
- (einer Zeichnung) konstruieren -
- ein Ereignis beschreiben -
- über ein Ereignis spekulieren -
- eine Hypothese formulieren und überprüfen -
- Versuchsergebnisse in Form von Tabellen und
- Diagrammen darstellen -
- eine Geschichte erfinden und erzählen -
- Theater spielen -
- Rätsel raten -
- einen Witz machen und erzählen -
- eine Aufgabe der praktischen Arithmetik lösen -
- von einer Sprache in eine andere übersetzen -
- fragen, danken, fluchen, grüßen.

Wir wollen nun diese Liste noch einmal durchgehen. Das Erteilen und Ausführen von Befehlen ist seit vielen Jahren zu einer Routinefunktion von Computersystemen geworden. Das Äußere eines Gegenstandes zu beschreiben oder seine Maße anzugeben, das ist eine schwierige Aufgabe, mit der sich diejenigen befassen müssen, die an Hand-Auge-Computerprojekten arbeiten. Damit eine Maschine einen Gegenstand mit einem mechanischen "Auge" betrachten und dann mit einer mechani-

schen "Hand" manipulieren kann, wird der erste Schritt darin bestehen müssen, eine vom gesehenen Bild ausgehende Beschreibung anzufertigen. Einen Gegenstand nach einer Beschreibung zu konstruieren (d.h. einen Turm nach der Photographie eines Turmes zu bauen), das ist eins der schwierigsten langfristigen Ziele. Die Aufgabe, ein Ereignis zu beschreiben, übersteigt die jetzigen Grenzen der Technik. Wiederum ist die Synthese einer von primären Sinneswahrnehmungen ausgehenden Beschreibung der erste Schritt. Der zweite Schritt besteht darin, daß eine synthetisch hergestellte Beschreibung verwendet wird, um einen entsprechenden sprachlichen Text zu erzeugen. Über ein Ereignis zu spekulieren, das übersteigt noch mehr die Grenzen des gegenwärtig technisch Möglichen. Eine Hypothese zu formulieren und zu überprüfen, das ist ein Prozeß, den man gegenwärtig intensiv studiert. Die Darstellung von Versuchsergebnissen in Form von Tabellen und Diagrammen ist eine Routine-Operation im Rahmen der heutigen Computerprogramme für Übersichtsanalysen. Das Erzählen einer Geschichte übersteigt die Grenzen des heute technisch Möglichen, obwohl es schon fast möglich ist, sie von einem gedruckten Text ablesen zu lassen. Für das Theaterspielen wäre eine beträchtliche Erweiterung der Robotertheorie erforderlich. Was jedoch das Singen von Kanons anbetrifft, so läßt es sich leicht programmieren, wie die Melodie zu summen wäre. Es ist jedoch nicht leicht, ein verständliches Singen zu programmieren. Das Rätselraten wird gegenwärtig intensiv erforscht, jedoch übersteigt das "Witzemachen" weit die Grenzen dessen, was heute technisch möglich ist. Eine Aufgabe der praktischen Arithmetik zu lösen, das bereitet sogar einfachen Computersystemen keine Schwierigkeiten. Was die Aufgabe betrifft, von einer Sprache in eine andere zu übersetzen, so befinden wir uns gerade an der Schwelle, wo dies ökonomisch realisierbar werden kann. Fragen, danken, fluchen, grüßen - das sind Handlungen, die Gefühle, Haltungen, Wünsche und Sympathien ausdrücken. Es ist sinnlos, von ihnen zu sprechen, es sei denn auf der Grundlage des Bewußtseins und des Selbstbewußtseins in den entsprechenden Systemen. Viele Wissenschaftler, die sich mit den Problemen der Computer

befassen, sind der Meinung, daß der Erfolg wirklich wesentlich davon abhängen wird, inwieweit maschinelle Darstellungen dieser genannten Erscheinungen aufgebaut werden können - mindestens bis zu einem Grade, der es der Maschine erlaubt, eine Art inneres logisches Modell nicht nur von der Außenwelt, sondern auch von sich selbst in Beziehung zu dieser Außenwelt zu bilden. Ich teile diesen Standpunkt.

Wer soll der Herr sein? Ich neige dazu, die Fragestellung "Der Computer: Diener oder Herr?" als falsch zu betrachten. Um den Boden für meine Bemerkungen zu diesem Thema vorzubereiten, möchte ich zunächst die wesentlichen Aufgaben in groben Umrissen in drei Kategorien einteilen.

1. Aufgaben, die nur für Menschen geeignet sind. Diese Kategorie betrifft Wertungen: d.h. was für ein Ergebnis möchten wir gern sehen? Zum Beispiel, was für ein Wetter wollen wir haben, unabhängig von den Problemen der Wettervorhersage, oder wieviel Verkehrstote im Verhältnis zu den Annehmlichkeiten der Autofahrer sind wir hinzunehmen bereit?

2. Aufgaben, die nur für Computer geeignet sind. Diese Aufgaben schließen komplizierte detaillierte und "taktische" Entscheidungen in sich ein: zum Beispiel die Wettervorhersage oder die Steuerung und Regelung des Systems der Verkehrsampeln in einer Stadt. Der Fall der Verkehrsampeln ist in diesem Zusammenhang ganz besonders interessant. Es scheint, daß der Bürger ziemlich froh ist über diese Form der Einmischung von Computern in sein Leben, obwohl er eine große Beunruhigung über andere Formen laut werden lassen kann. Daraus folgt meiner Meinung nach, daß die Gefühle des Zweifels und der Ablehnung, die bei den Leuten gegenüber der Revolution auf dem Gebiet der Rechenautomaten vorhanden sind, in Wirklichkeit nicht auf ein Prinzip zurückzuführen sind, nämlich darauf, daß die Steuerung und Regelung durch die Maschine etwas Schlechtes sei. Ganz im Gegenteil, es scheint darum zu gehen, ob eine Steuerung und Regelung durch den Computer im gegebenen Falle angebracht ist oder nicht. In Anwendung auf die Verkehrsampeln scheint die Tatsache, daß der Computer absolut gerecht handelt, eine positive Reaktion zu bewirken.

3. Aufgaben, die für Zusammenarbeit geeignet sind. Das sind Aufgaben, die z.Z. für jeden einzelnen Partner zu schwer oder die sonstwie für Konversationscomputer geeignet sind. Zur zweiten Kategorie würde ich den Gebrauch eines Zusatzgeräts rechnen, das einem als "Hauslehrer" dienenden Konversationscomputer angeschlossen ist; von diesem Automaten könnte sich der Benutzer bei der Absolvierung von Lehrkursen und bei Studien eigener Wahl leiten lassen. Wenn wir uns schon auf das Gebiet der Konversationscomputer begeben haben, so muß erwähnt werden, daß es nicht immer leicht ist, zwischen einem Programm, das einem hilft, etwas zu tun, und



Die Leitbündel einer Zuckerrübe, die zum Transport der Nähr-
lösung dienen.

einem, das einen lehrt, etwas zu tun, zu unterscheiden.

Zu dieser Kategorie von Verwendungen, die eigentlich in Form von Konversation erfolgen, gehört die Fähigkeit, Fragen zu beantworten. Diese Fähigkeit wird man sich eines Tages in Form einer Dienstleistung nutzbar machen können. Nicht nur Schulen, Krankenhäuser und Handelsfirmen, sondern sogar die normalen Haushalte werden in der Lage sein, Informationen und Hinweise für die Lösung von Problemen von einem nationalen Computersystem zu beziehen, und zwar mit der gleichen Leichtigkeit und Geschwindigkeit, mit der wir jetzt die zentrale Gas-, Wasser- und Stromversorgung in Anspruch nehmen. Es wird nicht nur die Dienstleistung für Fragen und Antworten geben, die es uns ermöglichen werden, Erkundigungen über Restaurants in unserer Umgebung oder über die Politik Uruguays einzuziehen, auch der "Spielpartner", der "Mann, der Rätsel aufgibt", und der "Quiz -Master" werden kommen.

Helfer und Hobbys

Es steht für mich außer Zweifel, daß es im kommenden Jahrzehnt öffentliche Telefonzellen geben wird, in denen eine mit einem Computernetz verbundene Tastatur vorhanden sein wird. Es liegt durchaus im Bereich der heute voraussehbaren Software, daß in der Zukunft Dienstleistungen geboten werden können, für die die Leute gern ihre Groschen in den Schlitz werfen werden.

Wird der Computer "den Menschen ablösen"? In der Welt der Informationsverarbeitung wird der Rechenautomat natürlich den Menschen ablösen. Die Frage ist nur: Wird der Rechenautomat Herr oder Diener sein? Darauf ist folgendes zu antworten: Er wird nicht Herr oder Diener sein, sondern Lehrer, Sekretär, Spielpartner oder Forschungsassistent. Keiner davon ist in seiner menschlichen Gestalt Diener oder Herr; jeden von ihnen kann man besser als Helfer bezeichnen. Die mit Computern gesammelten Erfahrungen rechtfertigen nicht die Vorstellung, daß die Geistesschaffenden durch die Maschine arbeitslos zu werden drohen. Alles deutet darauf hin, daß, sobald die Geistesschaffenden es lernen, die neuen Mög-

lichkeiten zu nutzen, sich ihre Arbeit erweitern wird. Sie wird durch die neuen Möglichkeiten bereichert werden, die ihnen zur Verfügung stehen werden. Natürlich wird die Arbeitswoche in den fortgeschrittenen Ländern in dem Maße kürzer werden, wie die Produktivität steigt. Aber das ist eine Frage des technischen Fortschritts im allgemeinen und nicht eine Folge der Computer im besonderen.

Voller Zuversicht möchte ich voraussagen, daß mit Hilfe des Computers das Selbststudium auf dem Gebiet der Naturwissenschaften, der Geschichte und der Geisteswissenschaften um die Jahrhundertwende zu einem Hobby werden wird, mit dem sich ein großer Kreis der Bevölkerung beschäftigen wird.

Der Konversationsanschluß

Die Befürchtungen, die man z.Z. gegenüber den Computern hegt, sind an sich nichts Neues. Als unsere ersten Eisenbahnen in den Dienst der Personenbeförderung gestellt wurden, warnten namhafte Ärzte davor, den menschlichen Körper mit einer solchen Geschwindigkeit zu transportieren, denn tödliche Blutungen und Krämpfe könnten die Folge sein. Hierzu gibt es eine gute Parallele. Stellen Sie sich vor, es würde die Frage formuliert: "Der Eisenbahnzug: Reiter oder Pferd?" Natürlich wird die Antwort sein "Weder Pferd noch Reiter, sondern ein Reisehilfsmittel". Sobald die Menschen das herausgefunden hatten, schwand die Furcht, die sie vor dem Schienenverkehr und dem Reisen auf dem Schienenwege empfunden hatten. Wenn es Computeranschlüsse in Form eines nützlichen Münzautomatendienstes geben wird, dann wird der Bürger, glaube ich, aufhören, den Computer als ein fremdartiges Ungeheuer oder als einen erbarmungslosen Konkurrenten anzusehen. Stattdessen wird der Konversationsanschluß der Zukunft als etwas begrüßt werden, was sehr viel zur Bereicherung des Alltags beitragen kann - als ein Planungshelfer, als Gehilfe bei der Aufstellung und der Kontrolle des Budgets, aber vor allem als eine neue und anregende Art von Gesprächspartner.

Aus "Wissenschaftliche Welt" 3/69, S. 18 - gekürzt -

E. Hütter
Sektion Physik
3. Stdj.

Der Compton-Effekt

Der Compton-Effekt ist eine Erscheinung, die die Korpuskelnatur des Lichtes beweist. Er tritt u.a. bei der Streuung von Röntgenstrahlen an Kristallen auf. Compton ließ parallele Röntgenstrahlen auf einen Streukörper fallen und untersuchte die am Körper gestreute Strahlung in Abhängigkeit vom Streuwinkel ϑ . Er verwendete folgende Versuchsanordnung:

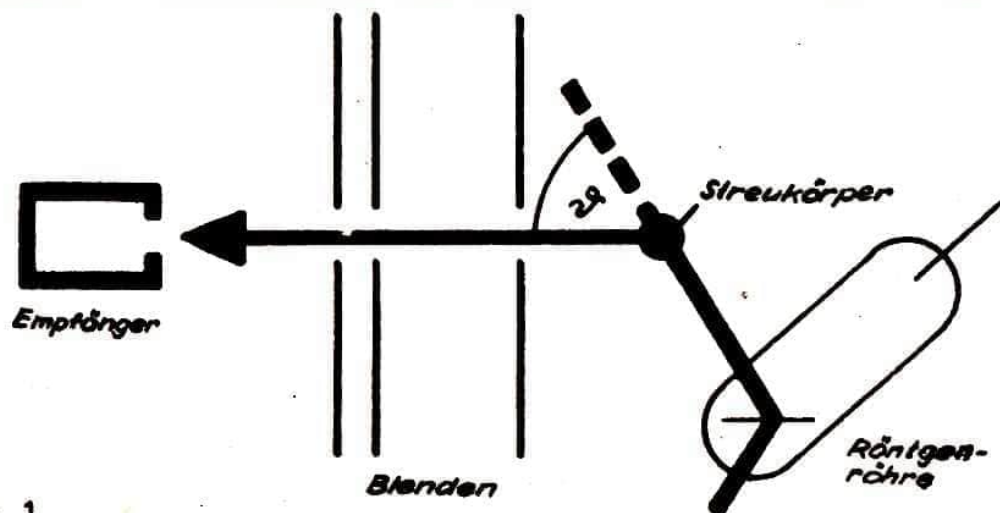


Abb. 1

Bei der Auswertung dieses Versuches stellte man fest, daß die gestreute Strahlung Wellenlängen enthielt, die verschieden von der eingestrahnten Wellenlänge waren, und zwar in Abhängigkeit vom Streuwinkel ϑ . Diese Erscheinung versuchte man zuerst wellentheoretisch zu erklären, indem man annahm, daß die Energie der Röntgenstrahlen durch elektromagnetische Wellen übertragen wird. Diese Wellen müßten dann die Elektronen im Kristallgitter des Streukörpers zu Schwingungen anregen, die die gleiche Frequenz wie die der eingestrahnten Röntgenstrahlen besitzen. Mit dieser Theorie

war jedoch keine Erklärung des Compton-Effektes möglich. Eine Lösung erfolgte erst, als man die Strahlung als einen Strom von kleinen Teilchen - Photonen - auffaßte. Man nahm an, daß sich das Photon der Strahlung und das Elektron des Kristalls bei der Streuung wie Billard - kugeln beim Zusammenstoß verhalten. Somit besitzen das Elektron und das Photon eine Energie und einen Impuls und der Vorgang ihres Zusammenstoßes kann durch den Energieerhaltungssatz und den Impulserhaltungssatz beschrieben werden. Der Impuls des Photons ergibt sich aus den Gleichungen

$$m \cdot c^2 = E \quad ; \quad E_{\text{Photon}} = h \cdot \nu \quad \text{und} \quad p = m \cdot c$$

zu $p = \frac{h \cdot \nu}{c}$

Vektorielle Veranschaulichung:

Abb. 2 vor dem Stoß

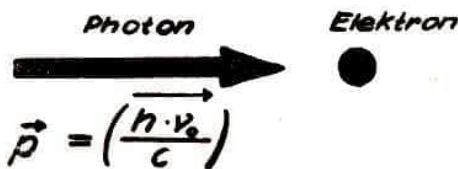
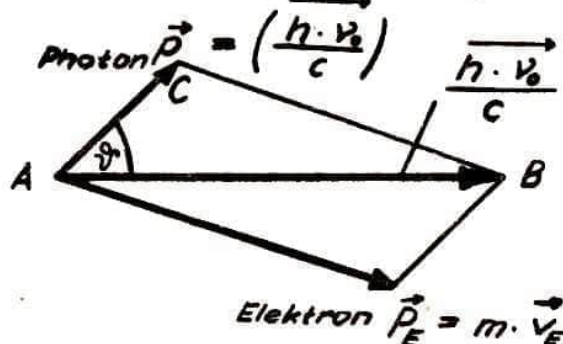


Abb. 3 nach dem Stoß



	Photon	Elektron
Energie vor dem Stoß	$E_{ph} = h \cdot \nu_0$	$m_0 c^2 = E_0$ m_0 : Ruhemasse
Energie nach dem Stoß	$E_{ph} = h \cdot \nu$	$m \cdot c^2 = E$
Impuls vor dem Stoß	$\left(\frac{h \cdot \nu_0}{c} \right) = \vec{p}$	$p = 0$, da in Ruhe
Impuls nach dem Stoß	$\left(\frac{h \cdot \nu}{c} \right) = \vec{p}$	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}_E$

Der Impulserhaltungssatz besagt nun, daß die Summe der Impulse von Photon und Elektron vor dem Stoß gleich ist der Summe der Impulse von Photon und Elektron nach dem Stoß.

$$(1) \quad \left(\frac{h \cdot \vec{\nu}_0}{c} \right) = \left(\frac{h \cdot \vec{\nu}}{c} \right) + m \cdot \vec{v} \quad (\text{siehe Abb. 3})$$

Im Dreieck A B C gilt der Kosinussatz:

$$(2) \quad m^2 \cdot \vec{v}_E^2 = \frac{h^2 \cdot \nu^2}{c^2} + \frac{h^2 \cdot \nu_0^2}{c^2} - 2h^2 \frac{\nu_0 \cdot \nu}{c^2} \cos \vartheta$$

bzw.

$$(3) \quad m^2 \cdot v_E^2 \cdot c^2 = h^2 \cdot \nu^2 + h^2 \nu_0^2 - 2h^2 \nu_0 \nu \cos \vartheta$$

Der Energieerhaltungssatz lautet:

$$(4) \quad h \cdot \nu_0 + m_0 \cdot c^2 = h \cdot \nu + m \cdot c^2$$

$$(5) \quad m \cdot c^2 = h(\nu - \nu_0) + m_0 c^2$$

Quadriert man (5):

$$(6) \quad m^2 \cdot c^4 = h^2 \cdot \nu_0^2 + h^2 \cdot \nu^2 - 2h^2 \nu_0 \nu + m_0^2 \cdot c^4 + 2h m_0 c^2 (\nu_0 - \nu)$$

und subtrahiert (3) von (6), erhält man:

$$(7) \quad m^2 \cdot c^4 \left(1 - \frac{v_E^2}{c^2} \right) = m_0^2 \cdot c^4 - 2h \nu_0 \nu (1 - \cos \vartheta) + 2h m_0 c^2 (\nu_0 - \nu)$$

Da die Masse des Elektrons geschwindigkeitsabhängig ist, folgt aus der relativistischen Physik

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_E^2}{c^2}}}$$

sofern die Elektronengeschwindigkeit v_E der Lichtgeschwindigkeit nahekommt.

Gleichung (7) vereinfacht sich damit zu

$$c (\nu - \nu_0) = \frac{h \cdot \nu_0 \cdot \nu (1 - \cos \vartheta)}{m_0 \cdot c}$$

$$\frac{c}{\nu} - \frac{c}{\nu_0} = \frac{h}{m_0 \cdot c} (1 - \cos \vartheta)$$

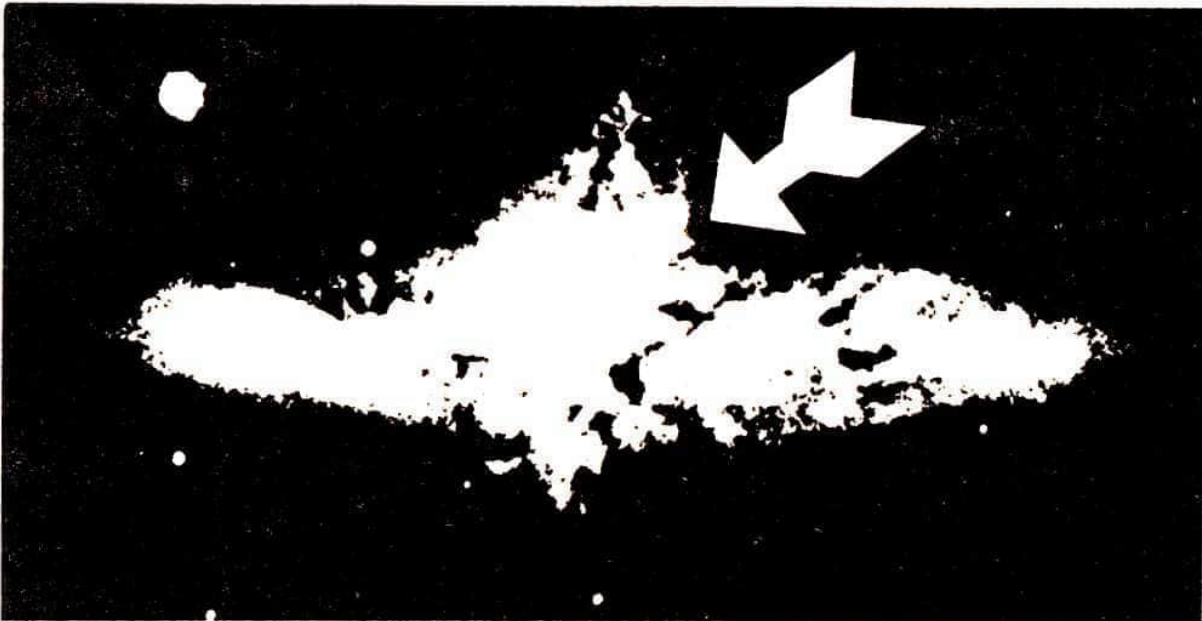
da $\frac{c}{\nu} = \lambda$

$$(8) \quad \lambda - \lambda_0 = \Delta\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot c} (1 - \cos \vartheta)$$

Ist $\vartheta = 0^\circ$, das heißt zum Beispiel, daß das ankommende Photon seine gesamte Energie an das Elektron abgibt und dieses weiterfliegt. Bei diesem Vorgang kann keine Wellenlängenänderung zwischen eingestrahelter und gestreuter Strahlung bestehen (siehe Gleichung (8)). Für $\vartheta = 90^\circ$ ist $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot c} = \lambda$

Das ist die maximale Wellenlängenverschiebung, die auftreten kann. Diese Konstante λ wird Comptonwellenlänge genannt.

Der Comptoneffekt tritt bei der Streuung von sichtbarem Licht nicht auf, da Lichtphotonen nicht genügend Energie besitzen, das Elektron aus seiner Lage zu entfernen.



Katastrophe im All - die explodierende Galaxis M 82.

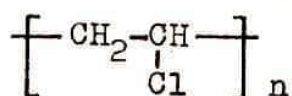
Auf dem Bild sind die aus dem Kern herausschießenden Wasserstoffwolken deutlich sichtbar (Pfeil).

Dr. H. Wolf
Sektion Chemie

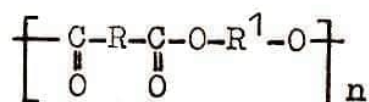
Organische Polymere und ihre Synthese

Organische Polymere spielen in der Wirtschaft jedes Landes eine sehr wichtige Rolle. Man begegnet ihnen täglich, ja stündlich sowohl im Haushalt als auch in der Industrie. Viele Gegenstände des täglichen Gebrauchs sind aus organischen Polymeren hergestellt, so z.B. viele Kleidungsstücke, Haushaltgeräte, Begriffe wie Polyvinylchlorid, Polyester, Polyamide und Polyurethane sind uns schon oft begegnet und sehr geläufig. Hinter diesen Begriffen verbergen sich Polymere mit ganz bestimmten Strukturen.

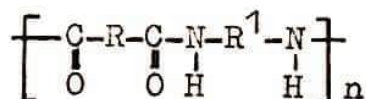
Polyvinylchlorid



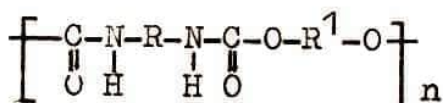
Polyester



Polyamid



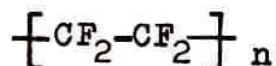
Polyurethan



Organische Polymere werden heute nicht mehr als Ersatzstoffe angesehen; aus diesem Stadium sind sie heraus. Sie sind vollwertige Werkstoffe, die durch ihre für bestimmte Produkte besonders günstigen Eigenschaften die herkömmlichen anorganischen Werkstoffe verdrängt haben. So besitzen organische Hochpolymere solche mechanischen Eigenschaften wie hohe Zugfestigkeit, große Härte, Zähigkeit und Elastizität und außerdem eine gegenüber anorganischen Materialien geringere Dich-

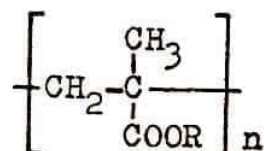
te, die sie zur Verwendung als Werkstoffe geradezu ideal erscheinen lassen.

Einige Polymere, wie z.B. fluorierte Polyäthylene sind in ihren Eigenschaften für spezielle Werkstoffe unübertroffen. So weist Polytetrafluoräthylen



neben guten mechanischen Eigenschaften, guter Temperaturbeständigkeit (bis über 300°C) eine sehr hohe Resistenz gegenüber aggressiven Chemikalien aller Art auf.

Oder man nimmt die Polymethacrylsäureester:



Diese zeichnen sich durch hervorragende Lichtbeständigkeit und Lichtdurchlässigkeit (auch im ultravioletten Bereich) aus. Sie finden in Form von Scheiben und Folien ausgedehnte Verwendung als bruchsicheres organisches Glas (Plexiglas).

Was sind nun eigentlich solche organischen Polymere? Unter "makromolekularen Substanzen" oder Polymeren verstehen wir Stoffe, die durch Hauptvalenzverknüpfungen einer großen Anzahl gleichartiger "monomerer" Grundbausteine entstanden sind. Daraus ergeben sich gegenüber den niedermolekularen Stoffen bestimmte veränderte Eigenschaften. So lassen sich solche Substanzen nicht unzersetzt destillieren, denn die Energie, die dazu aufgebracht werden müßte, ist so hoch, daß Hauptvalenzbindungen gesprengt werden würden. Auch lassen sie sich nicht umkristallisieren; zur Reinigung muß man sie umfällen. Makromolekulare Verbindungen besitzen kein einheitliches Molekulargewicht, wie die chemischen Verbindungen der klassischen organischen Chemie. Das liegt daran, daß sich beispielsweise die Eigenschaften einer Polymerkette mit 1001 Bausteinen von einer mit 1000 Bausteinen so wenig unterscheiden, daß sie mit chemischen Methoden nicht voneinander zu trennen sind. An die Stelle des definierten Molekulargewichts bei niedermolekularen Verbindungen treten Polymer-

fraktionen mit einer mehr oder weniger breiten Molekulargewichtsverteilung. Auch bestimmte mechanische Eigenschaften, wie Zugfestigkeit, Elastizität und Härte sind Kennzeichen des polymeren Zustandes.

Als nächstes wäre die Frage zu klären, wie man solche organischen Polymere synthetisieren kann. Es gibt drei grundsätzliche Möglichkeiten, nach denen die Aufbaureaktion ablaufen kann:

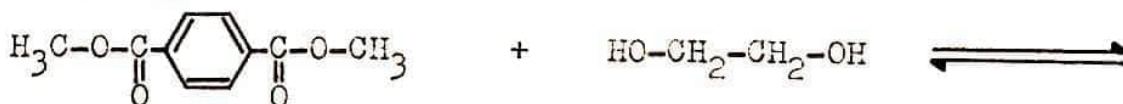
1. die Polykondensation
2. die Polyaddition
3. die Polymerisation

Bei der Polykondensation und der Polyaddition erfolgt ein stufenweiser Aufbau des Makromoleküls, wobei jeder Schritt zu einem stabilen Reaktionsprodukt führt. Bei der Polykondensation wird ein niedermolekulares Produkt abgespalten, wie z.B. Wasser oder Alkohol, bei der Polyaddition dagegen besitzen die Monomeren und die Struktureinheit des Polymeren die gleiche Summenformel.

Polykondensation:

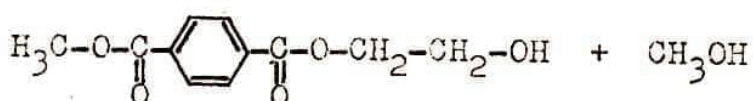
Die Polykondensation soll am Beispiel der Synthese von Polyäthylenterephthalat erläutert werden. Dieses Polymere besitzt große Bedeutung in der Textilindustrie und ist u.a. unter den Bezeichnungen "Grisuten", "Trevira" und "Terylen" bekannt.

Ausgangsverbindungen für dieses Polykondensat sind Terephthalsäuredimethylester und Glycol. Es handelt sich bei dieser Polykondensation um eine Umesterung, wobei die Alkoholkomponente des Terephthalsäuredimethylesters durch Glycol ersetzt wird.



Terephthalsäuredimethylester

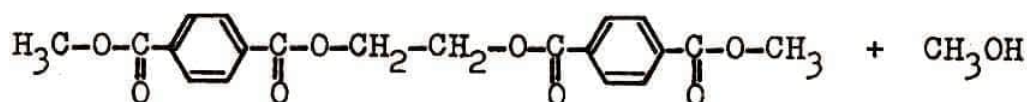
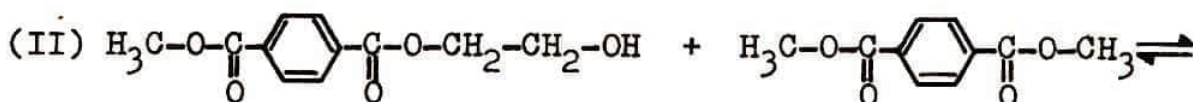
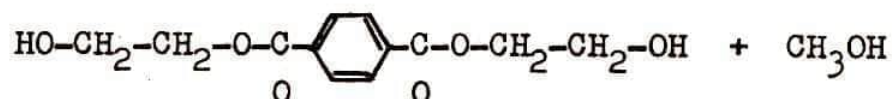
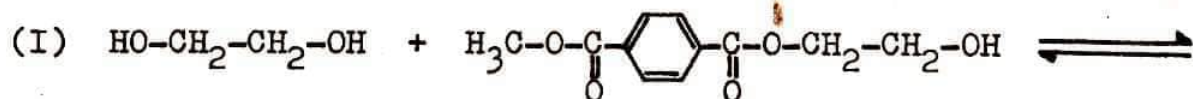
Glycol



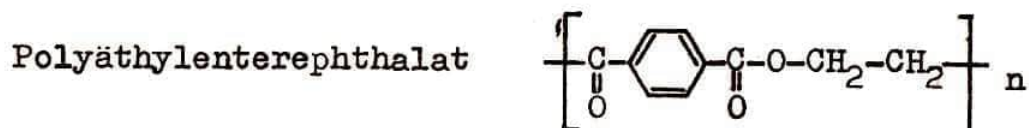
"stabiles Zwischenprodukt"

Methanol

Dieses "stabile Zwischenprodukt" kann entweder mit einem weiteren Molekül Glycol (I) oder mit einem Molekül Terephthal-säuredimethylester (II) unter Abspaltung eines Moleküls Me-
thanol reagieren, wobei wieder ein "stabiles Zwischenpro-
dukt" gebildet wird.



In analoger Weise setzt sich die Reaktion bis zur Bildung
des Polyäthylenterephthalats fort.



Auch andere Polykondensate bauen sich nach diesem Prinzip
auf. Hierzu gehören die Polyamide, Polyazomethine, Pheno-
plaste

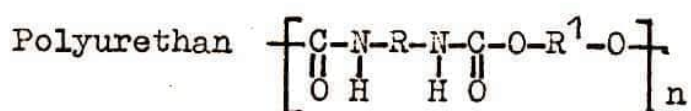
Polyaddition:

Die Bildung der Polyurethane verläuft nach dem Additions-
prinzip aus Diisocyanaten und Diolen. Auch hier entstehen
"stabile Zwischenprodukte".



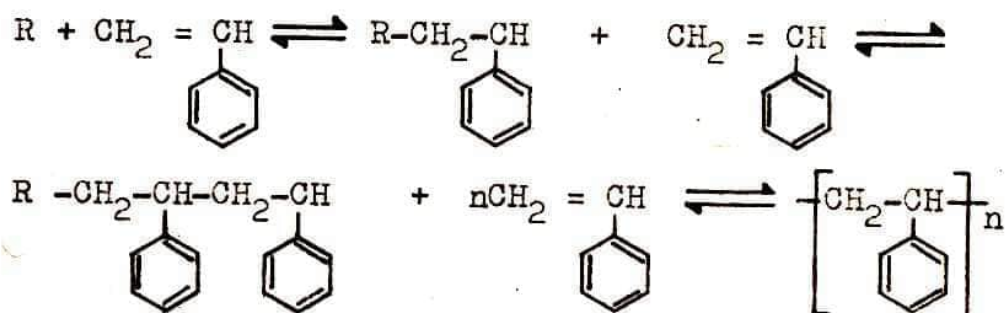
Eine Abspaltung niedermolekularer Verbindungen wie bei der
Polykondensation findet nicht statt. Schritt für Schritt

wird auch hier das Makromolekül aufgebaut.



Polymerisation:

Im Gegensatz zur Polykondensation und Polyaddition, wo jeder Einzelschritt beim Aufbau der Makromoleküls zu einem stabilen Zwischenprodukt führt, ist der Polymerisationsvorgang eine Kettenreaktion. Im ersten Schritt erfolgt unter hohem Energieaufwand die Bildung eines instabilen Zwischenproduktes, bei dessen weiterer, sehr schneller Umsetzung immer wieder ein instabiles Zwischenprodukt entsteht, so daß die Reaktion über viele Teilschritte weiterläuft. Der Abbruch einer solchen Kettenreaktion erfolgt entweder durch Übertragung der Reaktivität auf ein anderes Molekül oder durch Reaktion mit Fremdstoffen. Eine Polymerisation kann sowohl radikalisch als auch ionisch erfolgen. So kann Styrol zum Beispiel radikalisch polymerisiert werden durch sogenannte Radikalbildner (Bis-benzoylperoxid, Azo-bis-isobutyronitril).



Technisches Polystyrol ist ein farbloses, transparentes und recht sprödes Polymeres. Es laßt sich gut im Spritzgußverfahren verarbeiten, ist beständig gegen Laugen, Säuren und Wasser und wird als vorzügliches Isoliermaterial verwendet. Zur Klasse der Polymeren, die durch Polymerisation hergestellt werden, gehören u.a. auch Polyvinylchlorid, Polyvinylacetat, Polyacrylsäureester, Polyacrylnitril, Polybutadien und Polyisopren.

Man kann neben der Einteilung der Polymeren auf Grund ihres Herstellungsverfahrens auch eine Einteilung auf der Basis ihrer Eigenschaften vornehmen, so z.B. in thermostabile

Polymere, konjugierte Polymere, Polymere mit Halbleitereigenschaften, organische Gläser, Einige dieser Gruppen sollen Grundlage für weitere Artikel sein.

impuls LEXIKON

Mikrotubuli

Die Mikrotubuli sind Feinstrukturelemente, die elektronenmikroskopisch bei pflanzlichen und tierischen Zellen festgestellt wurden. Sie erscheinen als dickwandige Zylinder mit einem Durchmesser von $\approx 250 \text{ \AA}$ und einer Länge von einigen Mikron. Sie setzen sich aus einem Bündel von 13 Untereinheiten zusammen. In mancher Hinsicht ähneln sie den Filamenten von Cilien und Flagellaten. Sie kommen bei den während der unitotischen Kernteilung ausgebildeten Spindelfasern vor, und als Neurotubuli bei Nervenfasern. Die Arme des Saug- und Sontentierchens besitzen parallel angeordnete Mikrotubuli als axiale Strukturen. Bei niedrigen Temperaturen, der Einwirkung von Colchizin oder hohem hydrostatischen Druck brechen die Mikrotubuli bei den Sontentierchen zusammen, was zu einem Verschwinden der Axopodien führt. Man nimmt deshalb an, daß die MT als elastische, Elemente dienen und dass an ihrer Oberfläche freigesetzte Energie durch noch unbekannte Mechanismen in cytoplasmatische Bewegung übersetzt wird.

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ Mikron} = 10^{-6} \text{ m}$$

Zeichnungen von
Wilhelm Busch.

Text von v. Miris

Lustige Naturgeschichte

oder
Zoologia comica

BIOLOGIE

Einleitung.

Die Zoologie ist die Wissenschaft von den Tieren. Sie wird gewöhnlich eingeteilt in die Vierfüßologie, in die Vogologie, die Fischologie und die Ungezieferologie, wach letztere aber, da sie auch von Flöhen, Wanzen und anderen Schweinereien handelt, sich für die gebildete Jugend nicht eignet.

Die Tiere unterscheidet man am natürlichsten in solche, welche andere fressen und in solche, welche von anderen gefressen werden, z. B. Löwen und gebadene Hühner.

Solche Tiere, welche weder andere fressen, noch von anderen gefressen werden, nennt man Esel, Hunde, Pferde, Elefanten und andere Haustiere, welche zum Einspannen, Lasttragen, Haushüten und dergleichen verwendet werden oder in Menagerien und Tiergärten vorkommen.

Diese einfachste Einteilung der Tiere hat in dessen die Wissenschaft längst aufgegeben und schon Cuvier (geb. 1769 zu Mumpelgard, gest. zu Paris 1832) teilte die Tiere nach ihrer stufenweisen Entwicklung in vier Hauptgruppen: die Strahltiere, Weichtiere, Gliedertiere und die Wirbeltiere ein. Zu den Strahltieren gehören beispielsweise die Laternenanzünder und die Feuersprizen, zu den Weichtieren die Butter, Schwämme und weichen Eier, zu den Gliedertieren die Bodagriften, zu den Wirbeltieren endlich die Tambours und Paulenschläger sowie die Sand- und Wasserhose.

Olen sagt: „Die Tiere sind mit dem Menschen verglichen durchweg Kinder, viele davon nur unreif; und in diesem Sinne kann man den Menschen das einzige ausgewachsene Tier nennen.“

Je nachdem daher ein Tier mehr Kind oder ein Kind mehr Tier ist, desto höher oder desto niedriger ist die Stufe seiner Entwicklung und deshalb teilen wir die ganze Tierwelt in zwei Hauptgruppen: A. die Wirbeltiere und B. die Wirbellosen.

A. Die Wirbeltiere werden eingeteilt in:

I. Die Säugetiere, welche warmes Blut haben, durch die Lunge atmen, in deren Herzen das Zweikammerstern besteht.



II. Die Vögel, welche zwar auch warmes Blut haben und durch die Lungen atmen, welche aber Eier legen und gewöhnlich auch fliegen können.

III. Die Lurche oder Amphibien, welche im Wasser und, wie der Mensch im Sommer, wenn es seine Mittel erlauben, auf dem Lande leben und

IV. die Fische, so genannt, weil sie nur im Wasser leben und von den Fischern gefangen werden.

Indisches Fernmeldesatelliten-System ab 1975

Mit dem Start des ersten indischen Fernmeldesatelliten INSAT 1 (Indian National Satellite) im Jahre 1975 erhoffen sich die indische Regierung und Institutionen der UNO einen wirksamen Beitrag zur Lösung der gewaltigen sozial-ökonomischen Probleme des 540 Millionen-Volkes.

Vorexperimente sollen von NASA-Satelliten ATS-F (Applications Technology Satellite) unternommen werden, der 1973 in einen geostationären Orbit befördert werden soll; hervorzuheben ist, dass dieser Satellit mit einer 9,15 m-Parabolantenne ausgerüstet sein wird und den Direktempfang von TV-Sendungen in einem relativ begrenzten Bereich der Erdoberfläche ermöglichen soll.

Insat wird in drei Exemplaren, einem Fluggerät und zwei Ersatzgeräten, hergestellt werden. Die Herstellung der Satelliten erfolgt in Indien (mit Hilfe zahlreicher ausländischer Firmen und Institutionen).

Der Start des über alle drei Achsen stabilisierten INSAT 1 soll 1975 - voraussichtlich mit einer amerikanischen Träger Rakete - erfolgen, geplant ist ein geostationärer Ort bei 79° E.

Die Aufgaben von INSAT 1:

- TV-Übertragungen
- Telefonverbindungen
- Telexverbindungen
- Datenübertragungen
- Navigation und Kommunikation im Seeverkehr
- Übertragung meteorologischer Daten
- Verwendung im Eisenbahnnetz
- Verwendung in der zivilen Luftfahrt
- Verwendung im Verteidigungsministerium.

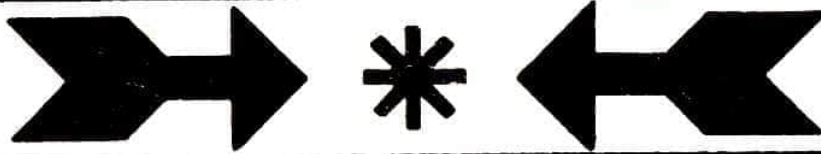
Für den Start weiterer indischer Fernmeldesatelliten ist die Verwendung einer in Indien entwickelten Trägerrakete

(Bezeichnung SLV-SYN), deren Leistung mit der Atlas-Agena vergleichbar ist, geplant. Startort soll der Startkomplex Sriharikota in Andhra Pradesh sein.

Mit Genehmigung des Informationsblattes
der Astronautischen Arbeitsgemeinschaft
Potsdam " WELTALL 72 "



Gleitende Protuberanzen am Sonnenrand
(Aufnahme mit Koronographen)



Einfacheres und billigeres Verfahren zur Herstellung von Isopren

Dabei wird in einstufiger Reaktion Isobuten und Formaldehyd umgesetzt. Als Katalysator dienen Antimon- und Siliziumoxide mit Spuren von Aluminium und anderen Metallen. Die Monomeren werden in der Gasphase bei 300 °C und etwa Normaldruck umgesetzt. Das Endprodukt soll in 99,5 %-iger Reinheit anfallen. (Bisher waren mehrstufige Reaktionen erforderlich.)

Algen als Krankheitserreger

1964 wurde erstmals eine Alge als Ursache für die Hautinfektion eines Reisfarmers erkannt. Bei einer Patientin konnten Beingeschwüre (durch Algen hervorgerufen) die Annahme bestätigen, daß Algen als normalerweise harmlose Organismen unter bestimmten Umständen zu spontanen Krankheitserregern werden können. Es ist bekannt, daß Prototheca-Arten (Chlorophyceen) Eiterentzündungen bei Rind, Reh und Schwein verursachen.

Hauptquelle für CO

Die Hauptmenge des CO stammt, nicht, wie bisher meist angenommen, in der Natur aus Auspuffrohren und Industrieschlotten, sondern aus natürlichen Prozessen. Von den 3,5 Mrd. Tonnen CO aus natürlichen Prozessen entstammen 3 Mrd. der Oxydation von Methan, das bei Fäulnisvorgängen entsteht. 100 Mio. Tonnen werden beim Auf- und Abbau des Chlorophylls gebildet, der Rest stammt aus den Ozeanen und sonstigen unbekannten Quellen.

Sechs Stunden Frist

Wissenschaftlich-phantastische Erzählung

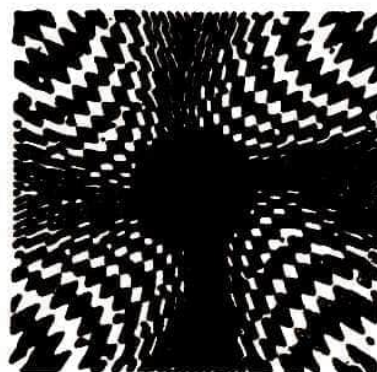
von Wiktor Komarow

Originaltitel: „Etjudnoje reschenije“

Aus: „Semlja i Wseljennaja“ 2/73

Ins Deutsche übertragen von L. Günther

(Erstveröffentlichung)



20 Besatzungsmitglieder und 360 Passagiere befanden sich an Bord des Transport-Sternenschiffes "Omikron", das eine planmäßige Reise zum Megos unternahm. Kommandant Meng und der Pilot Gascondi schauten schweigend auf das Steuerpult, und beide verstanden sehr gut, daß die Lage aussichtslos war ... Der Fehler hatte sich im Moment des Austritts aus dem Hyperraum ereignet. Irgendetwas im komplizierten System der automatischen Steuerung hatte versagt. Eine winzige Abweichung vom Programm, eine zufällige Fluktuation vielleicht – jedenfalls hatte sie ausgereicht, um zu bewirken, daß sich das Raumschiff fünf Parsec vom berechneten Punkt entfernt befand. Dort aber erwartete es ein Weißer Zwerg – ein kleines Sternchen mit gewaltiger Dichte und enormer Gravitation.

Sämtliche Triebwerke liefen auf Vollast. Das rettete die "Omikron" jedoch nur vor einem Absturz, reichte aber nicht aus, um die Anziehungskräfte zu überwinden. Schließlich bewegte sich das Schiff auf einer geschlossenen Umlaufbahn um den Zwergstern; im Mittel betrug die Entfernung vom Sternzentrum 20000 Kilometer, und alle Kraft seiner Triebwerke war nicht groß genug, um es aus dieser Gefangenschaft zu befreien. Zudem verging die kostbare Zeit, und die Energiereserven erschöpften sich.

"Wieviel ?", fragte schließlich Meng, ohne das Auge vom Pult zu lassen, wo ein rotes Pünktchen eine exakte Ellipse um den Zwergstern beschrieb.

Der Pilot war lange genug an die knappe Verständigung gewöhnt, um seinen Kommandanten zu verstehen. Rasch betätigte er einige Tasten auf dem Pult des Computers.

"Sechseinhalb Stunden. Vielleicht geben wir SOS?"

Der Weiße Zwerg war zu nahe. Und obwohl das Raumschiff von

einem Schutzfeld umgeben war, spürte Meng den heißen Atem des Sternes fast physisch. Einstweilen war man geschützt, aber in sechseinhalb Stunden ging die Energie zu Ende, und dann ... "Sollte man das Schutzfeld abschwächen?", fragte Meng. "Das Feld ist auch so schon minimal", erwiderte Gascondi kurz. "Wie steht es mit dem SOS?"

Ohne zu antworten ließ sich Meng in seinem Sessel nieder und schloß die Augen. Jetzt war es an ihm, eine Aufgabe zu lösen, die selbst die Kräfte der modernsten Computer überstieg. Selbstverständlich war er in einer derartigen Situation verpflichtet, SOS zu geben. Das erforderte das "Kosmische Statut". Aber Meng wußte genau, daß sich in seinem Sektor jetzt kein Raumschiff aufhielt, das der "Omikron" wirksame Hilfe leisten konnte. Die nächste Station befand sich auf dem Megos. Aber das Sternenschiff war so weit von ihm entfernt, daß ein gewöhnliches Radiogramm viele Monate unterwegs gewesen wäre. Damit das Notsignal rechtzeitig ankam, mußte man es durch den Hyperraum senden. Eine solche Übertragung erforderte jedoch einen zu großen Energieverbrauch. Die Energie war aber zum Schutz vor dem Weißen Zwerg notwendig. Sie gab der "Omikron" wertvolle Minuten und Sekunden.

Und dennoch hätte sich Meng zur Hyperraum-Signalgabe entschlossen, wenn sie auch nur zu minimaler Hoffnung berechtigt hätte. In der galaktischen Flotte gab es insgesamt drei oder vier Raumschiffe, die fähig waren, in dieser Situation zur "Omikron" zu kommen, um ihre Energievorräte zu ergänzen oder sie abzuschleppen und dabei nicht selbst in die Gravitationsfalle zu geraten. Doch Meng wußte genau, daß sie sich jetzt alle in fernen Sektoren aufhielten, und unter keinen Umständen rechtzeitig eintreffen konnten ...

"Wir könnten ein wenig Zeit gewinnen", sagte Gascondi, den Blick auf den Kommandanten gerichtet. "Dreißig Minuten ..." Der Kommandant öffnete die Augen und schaute den Piloten fragend an.

"... wenn wir die künstliche Schwerkraft ausschalten.", erläuterte Gascondi.

"Nein!", erwiderte Meng entschieden. "Unter den Passagieren sind Frauen und Kinder!"

Da war noch ein Problem, das niemand außer dem Kommandanten lösen konnte. Die Passagiere!... Jetzt ruhten sie sich in ihren Kabinen aus, in der vollen Überzeugung, daß sie in ein paar Stunden wohlbehalten am Bestimmungsort eintreffen würden. Und keiner von ihnen vermutete auch nur, daß nur sechseinhalb Stunden das Raumschiff von der unvermeidlichen Katastrophe trennten. Müßte er nicht die Passagiere über das Vorgefallene unterrichten? Oder sollte er sie bis zum Schluß in völliger Unkenntnis lassen?

In seinem langen kosmischen Dienst war Meng nicht nur einmal in kritische Situationen geraten. Aber das waren Situationen gewesen, aus denen es einen Ausweg gab. Damals entschieden immer Erfahrung und Findigkeit des Kommandanten, weil es darauf ankam, in wenigen Sekunden die optimale Lösung zu finden. Und bisher hatte sie Meng immer gefunden.

Aber jetzt gab es keinen Ausweg, wie eine einfache Rechnung unerbittlich zeigte, die jeder beliebige Student hätte ausführen können. Und vom Kommandanten Meng hing schon gar nichts ab. Er konnte jedes beliebige Mittel anwenden, das Ergebnis blieb stets dasselbe. Und das bedeutete, daß er sich in sein Los ergeben und untätig warten mußte, bis der höllische Atem des Sternes die "Omikron" verglühen lassen würde.

Sich kampflos ergeben? So etwas war bei Meng noch nie vorgekommen.

"Aber das passiert mir auch nur einmal", lächelte Meng bitter vor sich hin.

Nein, man mußte stets kämpfen, sich unter keinen Umständen ergeben. Auch wenn es hoffnungslos war ...

"Hast Du alle Möglichkeiten durchgerechnet?", fragte er, wobei er den Piloten anblickte.

Gascondi wendete langsam den Kopf. Zum ersten Mal seit dem Augenblick, da das Pult den Katastrophenfall anzeigte, blickten sie einander in die Augen. Gascondi zuckte die Achseln.

"Das weißt du doch selbst ..."

"Und doch muß man noch einmal alle Varianten prüfen."

"Aber das ist doch ein elementarer Fall!", explodierte Gascondi. "Wie kann es da Varianten geben?"

Meng wußte das genauso gut wie sein Pilot. Es war eine klassische Situation, die man schon in der Morgendämmerung der kosmischen Flüge gründlich erforscht hatte und die bereits seit vielen Jahren nicht mehr interessierte. Die neuesten Navigationsmittel warnten die Kosmonaten vor jeglicher Gefahr. Wenigstens in den letzten fünfzig Jahren war kein Raumschiff mehr in eine Gravitationsfalle geraten. Und nur die "Omikron" hatte kein Glück ...

Aber vielleicht lag gerade darin auch ihre einzige Chance? Darin, daß man sich theoretisch mit diesem Problem längst nicht mehr beschäftigte. Schließlich steht die Wissenschaft ja nicht auf der Stelle. Und wenn man eine einstmals ausweglose Situation nochmals betrachtete, so konnte doch vom Standpunkt des modernen Wissens eine Variante gefunden werden, die in der klassischen Navigation nicht berücksichtigt war.

Jedenfalls mußte man sie suchen. Aber wie sollte man Gascondi überzeugen? Er war ein ausgezeichnete Steuermann und arbeitete fehlerlos. Meng konnte sich keines Falles erinnern, in dem Gascondi irgendwie von der Instruktion abgewichen wäre. Aber gerade das war auch seine schwache Stelle. Derjenige, der Fehler begeht und versucht, diese zu korrigieren, muß wohl oder übel auch in unvorhergesehen^{en} Situationen handeln. Gascondi jedoch verehrte nur einen unfehlbaren und allmächtigen Gott - die Instruktion.

"Ach, sein Verstand ist nicht auf die Entdeckung des Neuen programmiert.", dachte der Kommandant mit Bedauern. Und ebenfalls mit Bedauern dachte er daran, daß man sich immer mehr für die ingenieurtechnische Seite der Raumfahrt begeisterte, der Theorie der Bewegung kosmischer Flugapparate aber ziemlich wenig Interesse entgegenbrachte. Das heißt, die Grundlagen kannte er hinreichend gut, um im Normalfall Gascondi ersetzen zu können, aber hier waren seine Kenntnisse unzureichend.

"Schlägst du vor zu warten?", fragte Meng, sich abwendend.

"Hier sitzen und abwarten, bis zum Ende?"

"Ich schlage vor, SOS zu senden, so wie die Instruktion es erfordert.", wiederholte Gascondi mürrisch.

"Nein!" schnitt ihm Meng das Wort ab. "Um unser Unglück mitzuteilen, haben wir immer noch Zeit. Vorerst sind wir beide verpflichtet, etwas zu unternehmen. Auch wenn wir damit die ganze Instruktion verletzen."

Gascondi wandte sich beleidigt ab.

"Ich möchte darauf hinweisen ..."

Meng stand auf und ging zum Pilotensessel.

"Überlegen wir gemeinsam. Also, wenn ..."



Sie bemerkten nicht, wie Wel in die Kabine eintrat und sahen ihn erst, als er schon neben dem Hauptpult stand und, kurzsichtig blinzelnd, das Pult aufmerksam fixierte.

Normalerweise war den Passagieren das Betreten der Kommando-zentrale strengstens verboten. Aber Wel war nicht einfach Passagier. Der Konstruktion der "Omikron" lag eine von ihm geschaffene physikalische Theorie zugrunde. Wel hatte eine Vielzahl origineller Ideen, die bedeutenden Einfluß auf die Entwicklung von Physik und Astronomie besaßen. Auf der "Omikron" aber flog Wel als Passagier, und Meng dachte mit Schrecken daran, daß ihre prekäre Lage nun aufhörte, geheim zu sein. Wel sah den Kommandanten an.

"Eine interessante Situation, nicht wahr?"

Fortsetzung
folgt !

Berichtigung

Durch ein bedauerliches Versehen wurde im Heft 10 des vorigen Jahrgangs auf Seite 23 die Sektion von Herrn Prof. Klotz vertauscht. Es muß heißen: Prof. Klotz, Sektion Biologie. Wir bitten um Entschuldigung.

Gehirnschädigungen bei Boxern

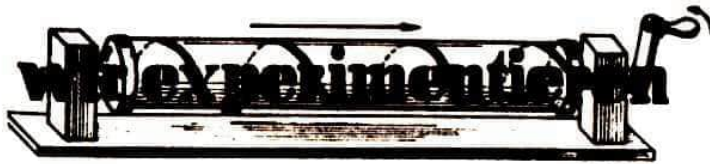
Über das Vorkommen und Ausmaß von Dauerschäden bei Boxern führte A. Roberts (Royal College of Physicians of London) eine Untersuchung durch.

Für die Ermittlungen wurden 250 Berufsboxer von etwa 17000 Boxern ausgewählt, welche beim British Boxing Board of Control von 1929 bis 1955 registriert waren. Die Anzahl der registrierten Boxer ist seit den dreißiger Jahren ständig zurückgegangen, so daß der Großteil der Versuchspersonen im früheren Abschnitt der erfaßten Periode aktiv geboxt hatte. Die Boxer wurden sowohl körperlich untersucht als auch einem psychiatrischen Interview und einer Anzahl von Gedächtnistesten unterzogen. Bei einem von sechs Boxern (17 %) zeigten sich Anzeichen von Gehirnschädigungen, ein Drittel litt an schweren, chronischen Gehirnerkrankungen.

Zwei der untersuchten Boxer waren ausgeprägt geistesschwach. In einigen Fällen wurden paranoide Zustände und Persönlichkeitsveränderungen mit zunehmender Aggressivität festgestellt. Chronische Augen- und Ohrenverletzungen kamen nur selten vor. Roberts Befunde zeigten ferner, daß die Länge der Karriere eines Boxers und die Gesamtzahl von Kämpfen eng mit der Schwere der verbleibenden neurologischen Schädigungen in Zusammenhang steht. Dies bedeutet, daß sich das Vorkommen von Gehirnschäden mit der Exposition gegenüber dem Boxen erhöht.

Unerwartet war der Befund, daß keine Beziehung zwischen gestörtem Gedächtnis und der Länge der Boxkarriere bestand. Jedoch die meisten Boxer klagten über Vergeßlichkeit, und zwar am stärksten die älteren Männer und jene, die lange Boxkarrieren hinter sich hatten.

Die Häufigkeit und der Grad der Boxverletzungen sind durch bessere Überwachung, Verminderung der Anzahl von Kämpfen eines Boxers pro Jahr und andere Sicherheitsmaßnahmen, die von den Boxbehörden eingeführt wurden, erheblich reduziert worden.



Traubesche Zelle

Der Vorgang der Osmose läßt sich mit einfachen Mitteln nachweisen. Osmose bedeutet selbsttätige Stoffvermischung durch Membranen hindurch. Der nun folgende Versuch wurde 1867 von dem Botaniker Traube entwickelt. Einer etwa 4%igen CuSO_4 -Lösung, die sich in einem Becherglas befindet, setzt man einige Kristalle gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat) zu. Das osmotisch bedingte "Wachstum" der semipermeablen Niederschlagsmembran ist dann zu verfolgen.

Auswerlung

Man beobachtet, daß sich an der Oberfläche des Kristalls eine Haut bildet. Sie besteht aus Kaliumhexacyanoferrat. Das Merkmal der Haut besteht darin, daß sie Wassermoleküle durchläßt, aber keine Salzmoleküle hindurchtreten können. Solche Wände sind semipermeabel. Da die Diffusion stets in Richtung der höheren Konzentration verläuft, wandern immer Wassermoleküle durch die Membran zum Kristall und lösen diesen. Die Membran wird gedehnt und reißt. Die beiden sich jetzt berührenden Lösungen reagieren miteinander und bilden eine neue Membran. Der Vorgang läuft mehrmals ab. Am Boden des Gefäßes sieht man dann ein aufgeblähtes, gallenförmiges, bräunliches Gebilde, aus dem kleine Schläuche ruckartig nach oben wachsen.

Superschwere Atome

In dem Artikel über radioaktive Isotope wurde bereits kurz auf die sogenannten magischen Zahlen und ihren Zusammenhang mit der Stabilität der Atome hingewiesen. Z.Z. bemüht man sich in den führenden Kernforschungszentren der Welt und insbesondere in der Sowjetunion, Atome mit einer Ordnungszahl größer als 92 (Uran) herzustellen. Der gegenwärtige Stand ist der, daß relativ gesichert angenommen werden kann, einige Atome mit der Ordnungszahl bis zu 105 hergestellt zu haben.

Theoretische Vorhersagen, die bereits vor einigen Jahren gemacht wurden, besagen nun, daß die magischen Zahlen auch über die Ordnungszahl 92 hinaus existieren. Es müßte also Atome geben, die relativ stabil sind. Die magischen Zahlen für Protonen sind 114 und 164 und für Neutronen 184, 196 und 318.

Die Atome um die Ordnungszahl ("Insel") 114 herum müßten also relativ stabil und auch experimentell herstellbar sein. Vorsichtige theoretische Abschätzungen geben Halbwertszeiten für diese "Insel"-Elemente von mehreren Minuten bis zu einigen Jahrzehnten an, also Werte, die für den Nachweis dieser Atome sehr günstig sind.

Auch das chemische Verhalten wurde bereits vorausgesagt. So sollen sich die Elemente mit 112 bis 118 ähnlich wie die Elemente von Quecksilber bis Radon verhalten. Seit dem Frühjahr 1971 ist man nun, so glauben jedenfalls die Wissenschaftler, diesen überschweren Kernen ganz dicht auf der Spur. Die ersten handfesten Ergebnisse lassen aber zunächst nur die Vermutung zu, das Element mit der Ordnungszahl 112 hergestellt zu haben. Die Herstellung und der Nachweis sind äußerst kompliziert und kostspielig. So wurde z. B. ein dünnes Wolframblättchen monatelang (!) mit den Teilchen aus einem großen Beschleuniger bombardiert. Die gemachten Beobachtungen lassen jedoch noch nicht den endgültigen

Schluß zu, das Element 112 erzeugt zu haben. Man weiß zunächst nur, daß sich etwas "Unbekanntes" getan hat, welches zu der Vermutung Anlaß gibt.

BUCHERMARKT

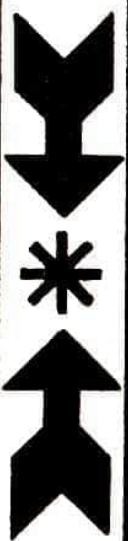
Jay Orear

„Grundlagen der modernen Physik“

Carl-Hanser-Verlag, München 1971, 568 Seiten

Seit einiger Zeit ist in unserem Buchhandel das Buch "Grundlagen der modernen Physik" erhältlich. Der Verfasser ist der amerikanische Physiker Jay O r e a r . Dieses Buch ist vor allem für Oberschüler, die sich einen umfassenden und tieferen Einblick in die moderne Physik verschaffen wollen, sehr zu empfehlen. Auf 560 Seiten wird eine Darstellung unseres heutigen physikalischen Wissens gegeben, die den sonst üblichen populärwissenschaftlichen Rahmen weit übersteigt. Es beginnt mit der klassischen Mechanik und endet mit den Erkenntnissen über Elementarteilchen, die bis 1966 vorlagen. Was das Buch gerade für Oberschüler so geeignet macht, ist der Verzicht auf jegliche höhere Mathematik. Es wird im allgemeinen nur Bruch- und Potenzrechnung verwendet, hin und wieder taucht ein Sinus oder Logarithmus auf. Trotzdem wird nicht simplifiziert. Auf fast jeder Seite befindet sich eine kleine Kontrollfrage, mit der man prüfen kann, ob man das gerade Gelesene auch wirklich verstanden hat. (Man gelangt dabei oft zu überraschenden Ergebnissen).

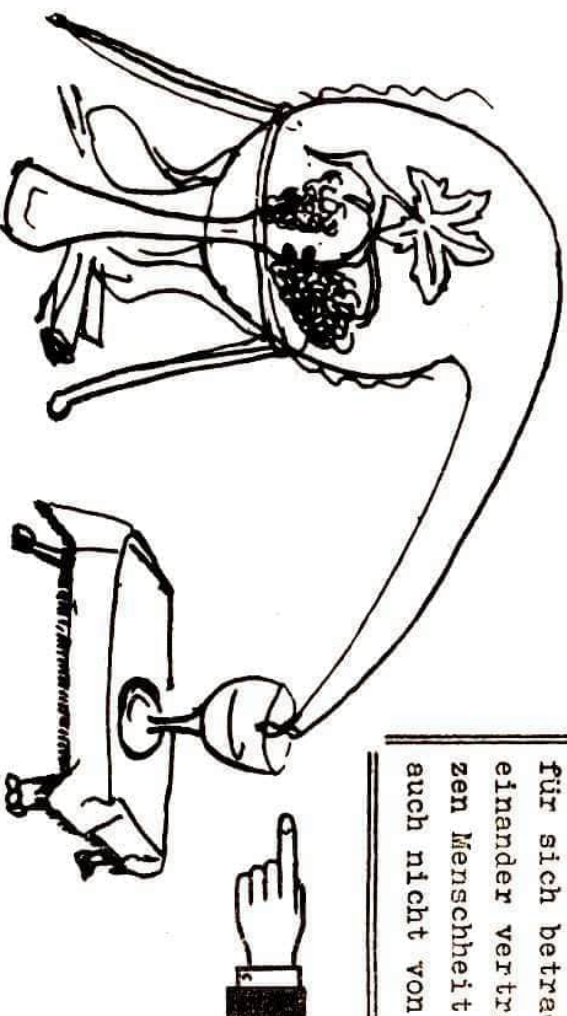
Nicht zuletzt sei noch der sachliche Humor erwähnt, der das Buch auch für abendliche Mußestunden geeignet macht, denn, wie es in einer Definition der Physik heißt: Physik ist, was die Physiker spät am Abend tun.



J. W. von GOETHE

über die Chemiker:

"... es sind Gelehrte, einsichtige, gute Männer, jeder für sich betrachtet schätzenswert; wenn sie sich nur mit einander vertragen könnten! Da aber dieses in der ganzen Menschheit nicht zu liegen scheint, so wollen wir es auch nicht von dieser besonderen Gesellschaft verlangen..."



Analysen

In X. hatte ein Weinwirt seine Frau vergiftet. Man übergab die Giftreste einem Gerichtschemiker zur quantitativen Analyse. Er stellte fest:

H_2O 91,0 %
Arsenik 8,7 %

Spuren von Kieselsäure

Ein anderer Chemiker sollte die Analyse nachprüfen. Er konstatierte:

H_2O 93,0 %
Strychnin 6,8 %
Spuren von Kochsalz

Man rief den Sanitätsrat um ein Endgutachten an. Das lautete:

H_2O 92,0 %
Arsenik 8,7 %
Strychnin 6,8 %

Spuren von Kochsalz und Kieselsäure.

KARL DIMROTH sen.

Dimroth pflegte sich, wenn es galt, einen Schmelzpunkt zu nehmen, stets eine Zigarre anzuzünden, mit der er in aller Seelenruhe das Steigen der Temperatur und das Verhalten der Substanz im Schmelzpunktröhrchen verfolgte. Und die Schüler tatens dem Meister nach. Eines Tages meldete sich einer und bekannte, er sei Nichtraucher.

Sagt Dimroth nachdenklich: "Sie sind Nichtraucher"?

- Ja, wie nehmen Sie denn dann einen Schmelzpunkt?"



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

4

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (I)	4
Thermostabile Polymere (I)	7
LEXIKON	10
Lernen im Schlaf – ja oder nein?	11
Schwarz-Weiß-Fotografie	13
„Sechs Stunden Frist“ (II)	19
Elektrische Fische	23
DOKUMENTATION	28

iebe eser

Wir beginnen heute eine Artikelserie zu "Einführung in die Quantentheorie". Wir glauben, damit ein echtes Bedürfnis wenigstens annähernd befriedigen zu können. Wir wissen aus eigener Erfahrung, daß die inzwischen zu den elementaren Grundlagen der Physik gehörende Quantentheorie Voraussetzung für das Verständnis einer Vielzahl von Vorgängen in allen naturwissenschaftlichen Bereichen geworden ist (auch Biologie und Medizin!). Ferner zeigt sich wie selten zuvor, daß Mathematik und Physik sich nicht nur wirkungsvoll ergänzen, sondern in diesem Fall gegenseitig aufeinander angewiesen sind. Auch Ingenieurwissenschaften, wie z.B. die Elektronik/Elektrotechnik usw., kommen ohne die Grundlagen der Quantentheorie nicht mehr aus. Sie sehen also, daß der Rahmen sehr weitgespannt ist. Unsere Artikelserie verfolgt mehrere Ziele:

- (1) Sie erhalten einen weitgefaßten Überblick über eine Theorie.
- (2) Durch Aufgaben und Fragen sollen Sie selbst in die Lage versetzt werden, physikalische Vorgänge zu erklären (ohne besondere Vorkenntnisse).
- (3) Die Artikelserie dient direkt zur Studienvorbereitung und hilft Ihnen bei Prüfungsvorbereitungen in der Schule.
- (4) Sie bekommen einen Überblick über kausale Zusammenhänge (warum die Entdeckung gerade zu dieser Zeit? usw.).

Wir wünschen Ihnen vor allem viel Spaß beim Lesen!



Einführung in die Quantentheorie (Teil 1)

1.1 Die Krise in der klassischen Physik sik

Als man Max PLANCK, uneinig, ob er Physiker oder Musiker werden soll, zu Beginn unseres Jahrhunderts riet, doch lieber die Finger von der Physik zu lassen, da hier im wesentlichen alles bereits entdeckt sei, war die Physik aus damaliger Sicht tatsächlich fast "eine Runde Sache". Die Mechanik basierte im wesentlichen auf Newton's Axiomen:

- (1) Jeder Körper verbleibt in Ruhe oder in geradlinig gleichförmiger Bewegung, solange keine Kräfte auf ihn einwirken

$$(\vec{a} = 0, \text{ wenn } \vec{F} = 0)$$
- (2)
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$
- (3) Kraft = Gegenkraft

$$F_{a \text{ auf } b} = - F_{b \text{ auf } a}$$

Die Fallgesetze waren bekannt, Planetenbewegungen konnten berechnet werden, Energie- und Impulserhaltungssatz waren bewiesen.

Auch in der Elektrophysik hatte Maxwell mit seinen Gleichungen die grundlegenden (bekannten) Erscheinungen erklärt. Um 1870 konnte Maxwell mit diesen Gleichungen auch erfolgreich eine Theorie des Lichtes aufstellen. Das war die Krönung der sogenannten klassischen Physik. Ferner konnten mit Hilfe der kinetischen Gastheorie grundlegende Erscheinungen der Wärmelehre interpretiert werden. Schließlich wusste man, vor allem aus der Chemie, recht gut über den Atom- und Molekülbau Bescheid.

Doch bereits in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts

begann es im Gebäude der klassischen Physik zu knistern. Wie gesagt, der damalige Wissensstand reichte aus, um im Prinzip alle bekannten grundlegenden Erscheinungen glaubwürdig zu beschreiben. Aber neue Entdeckungen kamen hinzu, die sich nicht mehr ohne weiteres mit den bekannten Gesetzen erklären ließen.

In den 90er Jahren wurde das Elektron entdeckt. Rutherford stellte 1910 überrascht fest, daß der größte Teil des Atoms "leer" und die positive Ladung in einem schweren Kern konzentriert ist. Das Elektron erhielt seinen richtigen Platz im Atom, in der Atomhülle. Aber bereits an dieser Stelle war es aus mit der klassischen Physik, denn: jede kreisförmige (stark vereinfacht!) Bewegung ist eine zentripetalbeschleunigte Bewegung und jede beschleunigte Ladung mußte nach den Maxwell'schen Gleichungen Energie ausstrahlen. Innerhalb kürzester Zeit (etwa 10^{-8} s) würde das Elektron aus Energiemangel in den positiven Kern stürzen.

Noch überraschender und verwirrender waren die Entdeckungen auf dem Gebiet der Spektroskopie. Genauere Untersuchungen zeigten nämlich, daß jede Sorte von Atomen nur ihnen charakteristische Frequenzen ausstrahlt, woran sie auch eindeutig erkannt werden können, egal, ob sich das Atom auf der Erde oder einige Millionen Kilometer weit im Weltraum befindet. Wieso strahlt jede Atomsorte nur bestimmte Frequenzen aus? Gleichfalls ungeklärt war die Ursache der Radioaktivität.

Einige der aufgezählten "Fragezeichen" konnten zwar empirisch beschrieben werden, wie z.B. das Linienspektrum des Wasserstoffs nach der Gleichung
$$\nu = c \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\bar{n}^2} \right)$$
 wobei c eine Konstante,

und $n = 1$ die sogenannte Lyman-Serie (1906 entdeckt)
 $\bar{n} = 2$ die sogenannte Balmer-Serie (1885) usw. ist,

aber eine qualitative Beschreibung war mit Hilfe der klassischen Physik nicht möglich. Um die Jahrhundertwende wuchs daher die Liste ungeklärter physikalischer Probleme sprunghaft an. Sie umfaßte u.a.:

1. Die Radioaktivität

2. Der stabile Aufbau der Atome, insbesondere der Atomhülle
3. Die Linienspektren; Der Mechanismus der Absorption und Emission, die Lichtentstehung, Entstehung der Röntgenstrahlen
4. Der fotoelektrische Effekt (Herauslösung von Elektronen aus einer Metalloberfläche beim Auftreffen von Licht).

All diese Fragen erschütterten zutiefst das bis dahin solide Gebäude der klassischen Physik. Eine Krise reifte heran, zu deren Beseitigung neue Wege in der Physik gegangen werden mußten.

Max PLANCK war derjenige, der zuerst den richtigen Lösungsansatz fand. Er und EINSTEIN stellten die klassische Physik auf den Kopf. Zahlreiche Gesetzmäßigkeiten aus der klassischen Physik erwiesen sich nur als Spezialfall. Die bisherigen Betrachtungsweisen waren also zu einseitig. Gerade die Erkenntnis der bisherigen einseitigen Betrachtungsweise zwang aber PLANCK, sich von alten Vorstellungen zu lösen. Er verhalf einer neuen Theorie - der Quantentheorie - an das Licht der Erkenntnis.

Denkaufgabe:

- (1) Können Sie den Fotoeffekt erklären, wenn Sie annehmen, daß das Licht bei der Wechselwirkung mit den Elektronen der Metalloberfläche eine elektromagnetische Welle ist?
- (2) Warum konnte man sich die Entstehung von Röntgenstrahlen nicht erklären?



An unsere Leser!

Wir möchten Sie nochmals darauf hinweisen, daß wir noch in der Lage sind, Hefte älterer Jahrgänge abzugeben.

Sonderpreis: 10 Pfennig

Jahrgänge 5 und 6 können geschlossen zum Preis von jeweils 2,00 M abgegeben werden.

L. Wollweber

Sektion Chemie

Forschungsstudent

Thermostabile Polymere (Teil 1)

Einleitung:

Vorangetrieben durch Anforderungen, die Luftfahrt, Weltraumforschung und militärische Anwendung an die Polymerforschung stellen, erfolgte besonders im letzten Jahrzehnt eine außerordentlich schnelle Entwicklung thermostabiler Polymere. In dieser Abhandlung sollen einige Gesichtspunkte über diese Entwicklung dargelegt werden. Der erste Teil befaßt sich mit dem Begriff der Thermostabilität und im zweiten Teil werden Strukturmerkmale thermostabiler Polymere dargelegt.

1. Allgemeine Erläuterungen über Thermostabilität

Bei den Vorgängen, die beim Erwärmen eines Polymeren dazu führen, daß die Formbeständigkeit verloren geht, handelt es sich um eine Änderung des Aggregatzustandes, also um eine reversible physikalische Zustandsänderung. Das Polymere geht vom glasartigen oder kristallinen Zustand in den kautschukplastischen Zustand über, wobei sich nur die Art der Molekülbewegung ändert. Zum anderen können aber auch chemische Veränderungen der Makromoleküle vor sich gehen: Kettenabbau, Vernetzung, Oxydationsreaktionen usw.

Nur in seltenen Fällen sind solche Reaktionen erwünscht. Meist haben sie unerwünschte Veränderungen der anwendungstechnischen Eigenschaften des Polymeren zur Folge (Verfärbung, Minderung oder Verlust der mechanischen Festigkeit).

Wenn man über Thermostabilität von Polymeren spricht, muß man sich hüten, hohe Thermostabilität einfach mit hohem Erweichungspunkt (Glastemperatur, Schmelzpunkt) gleichzusetzen. Es gibt einerseits Polymere mit relativ hohen Erweichungspunkten, wie z.B. Poly- α -methylstyrol, Polyvinylalkohol oder

vernetzte Stoffe wie die Harnstoff- und Melamin- Formaldehyd-Harze die schon bei Temperaturen zwischen 100 und 200 °C abgebaut werden, und die trotz ihrer hohen Erweichungstemperatur nicht als besonders wärmebeständig gelten können.

Es gibt andererseits auch zahlreiche Polymere, deren Erweichungstemperatur (Einfrierungstemperatur) weit unter 0 °C liegt, die also schon bei tiefen Temperaturen ihre Formbeständigkeit verlieren, ohne daß man deshalb von schlechter Wärmebeständigkeit sprechen dürfte. Es ist also zwischen Formbeständigkeit in der Wärme und chemischer Beständigkeit in der Wärme zu unterscheiden.

Man kann nicht einfach sagen, ein Polymeres hat eine Thermostabilität von 150 oder 200 °C, sondern man muß angeben, wie lange es einer Temperatur von 150 oder 200 °C ohne feststellbare Schädigungen ausgesetzt werden kann. Wenn die Angabe über die Thermostabilität vollständig sein soll, muß außerdem noch angegeben werden, in Bezug auf welche Eigenschaften (mechanische Festigkeit, Dielektrizitätskonstante, Farbe usw.) ein Polymeres thermostabil ist und unter welchen Bedingungen die Wärmeeinwirkung stattgefunden hat (Vakuum, unter Inertgas [Stickstoff], an der Luft, unter Lichteinwirkung oder Sonnenbestrahlung, in Anwesenheit von H₂O-Dampf, Kohlendioxid, usw.). Insbesondere Sauerstoff und Licht sind Faktoren, die die Thermostabilität von Polymeren häufig stark beeinflussen.

Und nun noch kurz etwas zu einigen Meßmethoden:

Isotherme Thermogravimetrie:

Hierbei wird die Probesubstanz einer konstanten Temperatur T ausgesetzt und indem die Substanz dabei ständig gewogen wird, werden chemische Veränderungen an ihr in Abhängigkeit von der Zeitdauer der Wärmeeinwirkung gemessen.

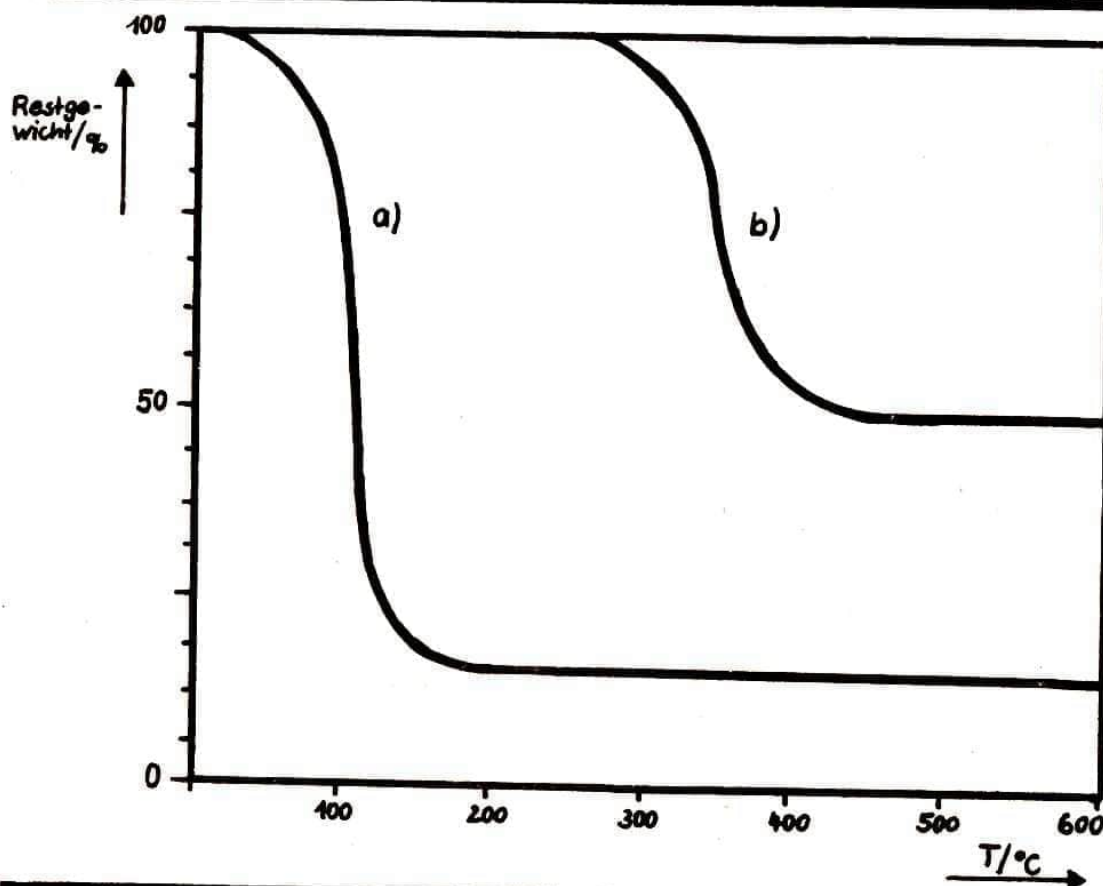
Mit Hilfe dieser Meßmethode kann die Beständigkeit von Polymeren einmal durch Diagramme beschrieben werden, in denen die Beständigkeitstemperatur gegen die Zeitdauer der Wärmeeinwirkung bis zur beginnenden Schädigung aufgetragen ist. Zum anderen kann mit dieser Methode auch das Verhalten des Polymeren bei einer bestimmten Temperatur T über einen län-

geren Zeitraum t verfolgt werden. Dabei bestimmt man gewöhnlich die Werte $t = 30$ Tage und kann dann mit einiger Sicherheit die Werte für ein Jahr und für zehn Jahre durch Extrapolation ermitteln.

Thermogravimetrische Analyse (Dynamische Thermogravimetrie):

Bei dieser Methode verfolgt man das Verhalten des Polymeren bei steigender Temperatur, indem die Probe erwärmt und gleichzeitig gewogen wird. Gewichtsverlust zeigt dann die Temperatur an, bei der eine Zersetzung erfolgt. Die Abbildung zeigt ein solches Thermogramm. Die Kurve a gehört zu einer Substanz, die zwischen 100 und 200 °C zersetzt wird, während die Kurve b zu einer thermostabileren Verbindung gehört, die erst zwischen 350 und 450 °C zersetzt wird.

Die thermogravimetrische Analyse ist eine beliebte Methode zur Demonstration der Thermostabilität von Polymeren. Sie ist aber höchstens ein relatives Maß für die Thermostabilität, denn über die praktisch allein interessierende Erhaltung des Gebrauchswertes bei höheren Temperaturen sagt die thermogravimetrische Analyse nichts aus.



impuls LEXIKON

Geschlechtsgebundene Vererbung

Darunter verstehen wir die Tatsache, daß manche Merkmale an das eine oder andere Geschlecht gebunden sind, ohne daß sie direkt oder indirekt etwas mit der Fortpflanzung zu tun haben. Nehmen wir zum besseren Verständnis der Aussage die Bluterkrankheit. Ihr Kennzeichen besteht darin, daß dem Blut die Gerinnungsfähigkeit fehlt und demzufolge Menschen mit dieser Krankheit schon aus kleinen Wunden verbluten können. Die Krankheit tritt zum größten Teil bei Männern auf, wird aber durch die Frau vererbt. Wie läßt sich das erklären?

Wir müssen uns vorstellen, daß das Gen für diese Krankheit im X-Chromosom lokalisiert ist. Nun hat der weibliche Organismus bekanntlich zwei X-Chromosomen und das krankheitserzeugende Gen ist mit Bestimmtheit nur in einem X-Chromosom enthalten, so daß seine Wirkung durch das "gebundene" Gen des anderen X-Chromosoms abgeschirmt wird. Die Folge davon ist ein gesunder Organismus. Sobald jedoch das "kranke" Gen mit einem Y-Chromosom kombiniert wird, steht in der männlichen XY-Verbindung dem kranken Gen kein gesundes gegenüber und es kann seine Wirkung ungehindert entfalten. Die Folge ist ein bluterkranker männlicher Nachkomme. Verbindet er sich später mit einer Frau, in der ebenfalls das Bluter-Gen als Erbanlage schlummert, kommt es zur Verbindung von zwei "kranken" X-Chromosomen und die Folge dieser sehr seltenen Kombination ist eine bluterkranke Frau.

Titelbild: Wettersatellit vom Typ „Nimbus“

in der Umlaufbahn

Dipl.-Biologe B. Schubert

Sektion Biologie

Lernen im Schlaf - ja oder nein?

Die Hypnopädie, eine Methode, die es ermöglichen soll, im Schlaf zu lernen, ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Die Beschreibungen der Hypnopädie reichen von der an Wunder grenzenden Lern- und Heilmethode bis zur absoluten Verneinung, im Schlaf lernen zu können.

Die Möglichkeit, eine Fremdsprache regelrecht im Schlaf zu erlernen, hat sich als Mythos erwiesen. Bisher konnte noch niemand nachweisen, daß man hypnopädisch 50-100 Vokabeln in einer Nacht und suggestopädisch sogar 100-200 in einer Stunde so lernen könne, daß man sie auch wiedergeben und anwenden kann.

Das wissenschaftliche Anliegen der Hypnopädie ist es, psycho-physische Reserven des Gehirns zu mobilisieren, um Informationen umfassender und wirkungsvoller aufnehmen und speichern zu können. Zweifellos besteht hier eine große Möglichkeit, wenn man davon ausgeht, daß bisher nur etwa 25% unserer Gehirnzellenmassen tatsächlich ausgenutzt wird. Dabei ist die wissenschaftliche Fragestellung, die Lernfähigkeit im Wachzustand sowie im Schlaf zu verbessern, nicht neu.

Schon seit der Antike befaßten sich Philosophen, Ärzte und Psychologen mit dieser Problematik, die jedoch heute angesichts des enormen Wissenszuwachses besonders aktuell geworden ist.

Nach neuesten Erkenntnissen bietet die Methode der Hypnopädie dann eine Chance, wenn der Lernende im Unterricht befähigt wird, den fremdsprachigen Stoff zu verstehen, richtig zu

lesen und zu sprechen. Die Information (z.B. Vokabeln) muß dem Schlafenden nach einem bestimmten Programm und zu einem genau festgelegten Schlafenszeitpunkt vorgesprochen werden. Es konnte nachgewiesen werden, daß die akustisch vermittelte Informationsaufnahme während des Tiefschlafes wenig effektiv ist, dagegen die Übergangsphase vom Wachzustand zum Schlaf sowie etwa 20-30 Minuten nach dem Einschlafen besonders geeignet ist. In diesen Schlafstadien treten bei akustischen Reizen hirnelektrisch noch die sogenannten Alpha-Wellen auf. Während des Schlafes vermittelter Lernstoff wird gar nicht mehr aufgenommen.

Hypnopädische Lehr- und Lernmethoden werden also nur dann wirksam, wenn die physiologischen Voraussetzungen geschaffen wurden.

Das bedeutet, daß vor dem Schlafengehen der Lehrstoff "vorge-lernt" werden muß. Erst dann erfolgt die akustische Reizdarbietung in den entsprechenden Schlafstadien und im Anschluß nach dem Schlaf muß eine "Nachbereitung" des Stoffes erfolgen. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens beruht auf psychophysiologischen Bedingungen, die hierbei für den Lernprozeß herrschen.

Der jeweilige Lernstoff muß aus dem Kurzzeitgedächtnis in das Langzeitgedächtnis überführt werden, wenn die Information dauerhaft gespeichert werden soll.

Vor dem Schlaf eingeprägtes Wissen bleibt besser und länger haften als im Laufe des Tages gelernter Wissensstoff.

Auch in psychohygienischer Hinsicht wirkt sich das hypnopädische Lernen positiv aus:

1. Spielt sich ein geordneter Tagesrhythmus mit einem normalen und gesunden Schlafablauf ein.
2. Erhöht dieses Lernverfahren die Konzentrationsfähigkeit.
3. Trägt die Hypnopädie zur Leistungssteigerung bei.





Mit diesem Artikel soll eine Reihe von Beiträgen begonnen werden, die sich vor allem mit praktischen Hinweisen und Vorschlägen für die Arbeit des Fotoamateurs beschäftigen.

Aus der Vielfalt der Probleme und Möglichkeiten werden einige wesentliche herausgegriffen, die man ohne weiteres selbst anwenden kann.

Die Darstellung wird der Fülle wegen knapp gehalten. Am Ende der Serie wird dann ein kurzes Literaturverzeichnis zu den einzelnen Problemen angegeben.

Zunächst erst einmal die "graue", jedoch nötige Theorie.

1. Grundlagen

1.1 Aufbau der fotografischen Materialien

Seit ca. einem Jahrhundert ist die Fotografie in Anwendung. Sie ist heute kaum noch wegdenkbar aus Forschung, Information und Unterhaltung. Das bestechendste an dieser Tatsache ist, daß sich das Grundprinzip der Fotografie, der Aufbau des Bildes aus Silberhalogenid (heute Silberbromid) durch alkalische Entwicklung, seit über einem Jahrhundert nicht geändert hat. (Selbst die Farbfotografie benötigt zum Aufbau des eigentlichen Farbbildes oder -negatives Silberhalogenid als lichtempfindliche Substanz, das reduziert und in Verbindung mit den Farbkupplern das eigentliche farbige Korn liefert. Das Silber wird jedoch später wieder entfernt.) Es existieren heute neben dem Silberhalogenidverfahren zahlreiche Verfahren ohne Silberhalogenid, die aber nur speziell angewandt werden (Technische Zeichnungen - Diazotypie z.B.)

Im Laufe der Zeit haben sich zwei Teilprozesse her-

ausgebildet, die zusammen das eigentliche gewöhnliche Bild ergeben.

a. Negativherstellung

Abbildung des Objektes auf Filme oder Platten

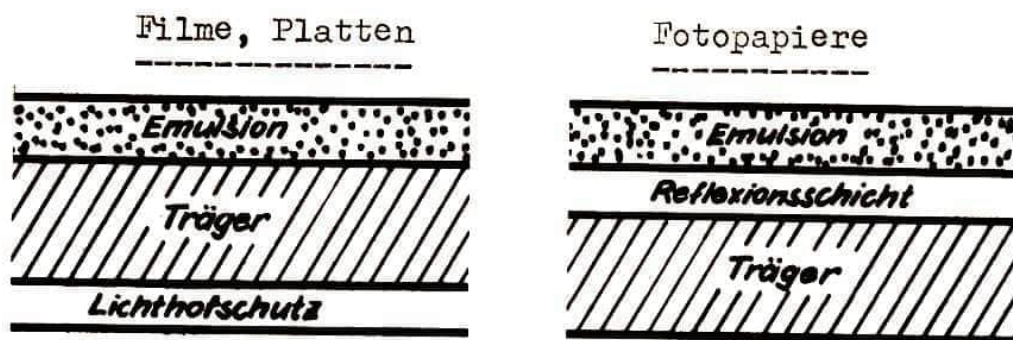
b. Positivherstellung

Kopieren des Negatives auf Fotopapier oder Positivfilm (z.B. Dia)

Diese beiden Prozesse werden im allgemeinen getrennt durchgeführt.

Beim Umkehrfilm oder -Papier laufen beide hintereinander auf dem gleichen Material ab, was durch entsprechende Verfahren erreicht wird.

Wie sind nun diese Materialien aufgebaut?



a. Emulsion

Sie besteht aus Gelatine mit der einemulgierten lichtempfindlichen Substanz (z.B. AgBr).

Die Gelatine wird bei der Herstellung flüssig auf den Träger gebracht und erstarrt dann.

b. Träger

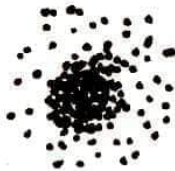
Der Träger sichert die mechanische Stabilität der übrigen Schichten.

Bei Filmen besteht er aus Azetatzellulose. Bei Platten z. B. aus planen Glasplatten hoher Durchlässigkeit entsprechender Größe und Dicke.

Beim Fotopapier schließlich besteht er aus einem Spezialpapier.

c. Lichthofschuttschicht

Beim Film treten infolge des Durchlichtprinzips und der hohen Lichtempfindlichkeit sowie durch den Aufbau des Filmes aus Medien verschiedener Brechzahl Schwärzungen auf, die von zusätzlichen Reflexionen des eintretenden Lichtes im Film herühren (Lichthof, Halo, Schleier, Überstrahlungen).



Schwärzung ohne
Lichthofschutz

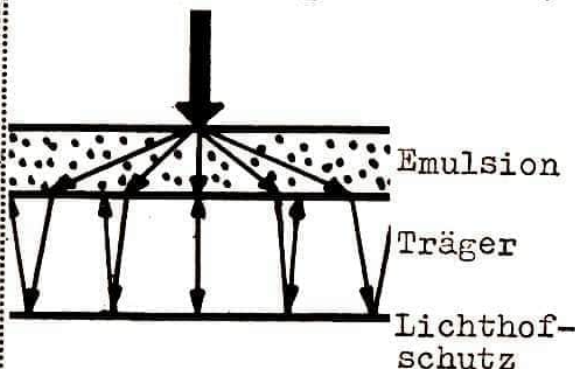


Schwärzung mit
Lichthofschutz

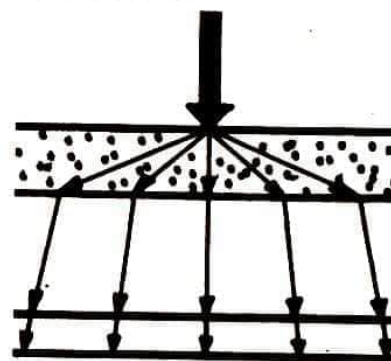


ideale
Schwärzung

Durch die Lichthofschuttschicht werden dann alle Reflexe (zum größten Teil) absorbiert.



ohne Lichthof-
schutz



mit Lichthofschutz

Sie besteht im allgemeinen aus einer auf der Rückseite des Trägers aufgetragenen Gelatine- oder Lack-schicht, die mit einem lichtabsorbierenden Stoff angefärbt ist. Diese Schicht löst sich im Wasser bzw. wird im Fixierbad, spätestens in der Schlußwässerung, entfernt.

Zur Vermeidung von Diffusionslichthöfen in der Emulsion selbst wird diese Schicht sehr dünn und silberreich gemacht.

2. Handelsübliche Fotopapiere, Fotoplaten und Filme

Filme werden im allgemeinen für den Negativprozeß verwendet

kommerziell:	NP 15	: hohe Auflösung
	NP 20	: "Allround" Film
	NP 27	: für ungünstige Lichtverhältnisse
	DK 5	: panchromatisch für Reprozwecke
	PF 2	: orthochromatisch, zur Herstellung von Diaposition von Negativen im Kontaktverfahren
Spezialfilme:	NI 750	: für Infrarotaufnahmen in Verbindung mit Infrarotfiltern (Schott, Arnz)
	RS, RF	: Röntgenfilm

2.2 Platten

Platten werden im allgemeinen für wissenschaftliche Aufnahmen und hohe Vergrößerungen verwendet.

kommerziell: NP 20, NO 20

Spezialplatten: Kernspurplatten, Mikratplatten
(Holografie) Infrarotplatten usw.

2.3 Fotopapiere

Sie werden verwendet für den Positivprozeß

kommerziell: BW, BS, BN, BH, BEH
papier- oder kartonstark
(W = weich, S = spezial, N = normal,
H = hart, EH = extrahart)

Spezialpapiere: Dokumentenpapier
UV-Papier
Schnellkopierpapier

3. Begriffe der wissenschaftlichen Fotografie

Für die genauere Bestimmung von Eigenschaften fotografischer Schichten mittels physikalischer Methoden - Sensitometrie - existieren gewisse Begriffe, einige sollen hier erwähnt werden.

3.1 Korngröße

Größe des AgBr-Kristalles steigt mit der Empfindlichkeit, d.h. hohe Empfindlichkeit und hohes Auflösungsvermögen schließen sich einander größtenteils aus, denn das Auflösungsvermögen wächst mit kleiner werdender Korngröße.

3.2.1 Schwärzung S

Maß für die "Schwarzheit" einer fotografischen Schicht:

$S = 1$: wenn $9/10$ des durchfallenden Lichtes absorbiert wird, d.h. $1/10$ des Lichtes geht hindurch

$S = 2$: $1/100$ des Lichtes geht hindurch

$S = 3$: $1/1000$ des Lichtes geht hindurch

d.h. Durchlässigkeit von 0,1 %

$$S = f(I \cdot t)$$

I = Intensität des Lichtes

t = Belichtungszeit

3.2.2 Schwarzschild-Effekt

Sind die Intensitäten zu niedrig, so müssen die Belichtungszeiten ungewöhnlich lang gewählt werden.

$$S = f(I \cdot t^p)$$

p = Schwarzschildexponent

$$0,7 < p < 0,9$$

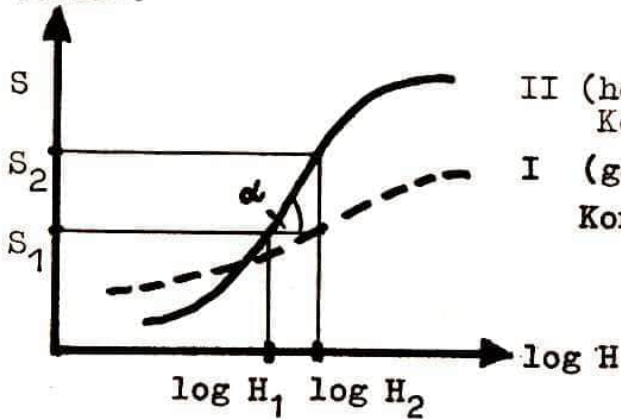
Sind die Intensitäten groß und die Belichtungszeiten kleiner als 10^{-3} s, so tritt der Ultrakurzzeiteffekt auf, d.h. die Intensitäten müssen größer sein, um eine gleichgroße Schwärzung wie im Normalfall zu erhalten.

3.3 Gradation

Die Gradation gibt die "Härte" oder den Kontrast einer Schicht an, d.h. ob viel (Hart, groß) Zwischentöne fehlen oder viel Zwischentöne noch aufgezeichnet werden (Weich, klein).

Der Zusammenhang wird in der Gradationskurve darge-

stellt.



S = auf der Schicht erreichte Schwärzung

$H = I \cdot t$

Definition der Gradation:

$$\gamma = \tan \alpha = \frac{S_2 - S_1}{\log H_2 - \log H_1}$$

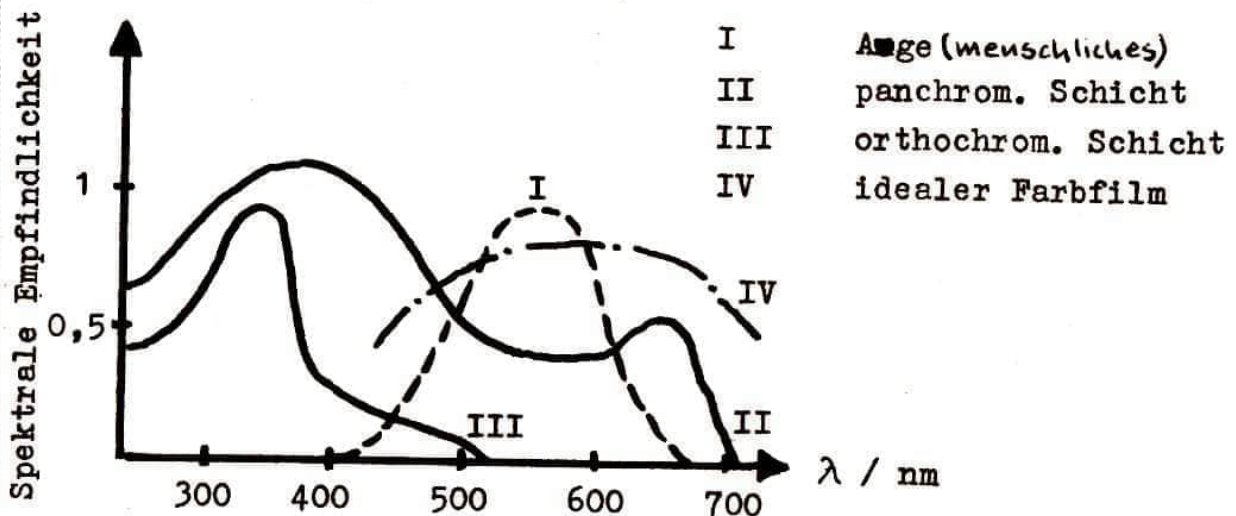
3.4.1 Empfindlichkeit

Eine Schicht ist umso empfindlicher, je geringere Lichtmengen für eine bestimmte festgesetzte Schwärzung notwendig sind.

Allgemein üblich ist das DIN-Verfahren, bei dem als Kriterium der Empfindlichkeit die Lichtintensität benutzt wird, die die Schwärzung 0,1 erzeugt.

3.4.2 Spektrale Farbempfindlichkeit

Normale Film- und Papierschichten sind für das blaue Licht am empfindlichsten. Je nach Verwendungszweck ist die maximale spektrale Empfindlichkeit von verschiedenen Schichten verschoben.



Sechs Stunden Frist

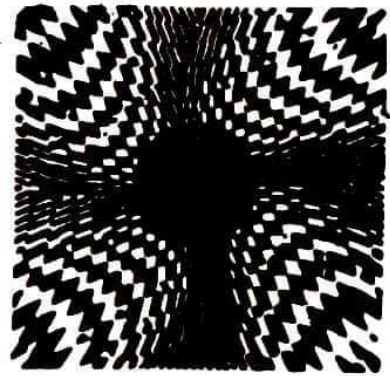
Wissenschaftlich-phantastische Erzählung

von Wiktor Komarow

Aus „Semlja i Wseljennaja“ 2/73

Ins Deutsche übertragen von L. Günther

(Teil 2)



In der eingetretenen Situation klangen diese Worte seltsam genug, besaßen sie einen unbeschreiblichen Akzent sowohl von Sarkasmus als auch von unverständlicher Genugtuung.

Gascondi zuckte nur die Achseln.

"Die Energie reicht nicht, stimmt's ?", fragte Wel, sich schließlich vom Pult losreißend.

"Wie Sie sehen!", brummte Gascondi nicht allzu höflich.

"Und der Hitzeschutz bricht in einigen Stunden zusammen?"

"In sechseinhalb Stunden.", antwortete Meng mechanisch.

"Hm, so so ...", meinte der Theoretiker gedehnt.

In seinen tiefen Augen loderten winzige Fünkchen auf, und in diesem Moment erschien er Meng wie ein Jäger, der unerwartet seltenes Wild erblickt. Sein Blick erlosch, schweifte in die Ferne und es schien, als erblickte Wel durch die undurchdringliche Wand des Raumschiffes hindurch irgendetwas Verborgenes in den Tiefen des Weltalls, und das Erreichbare sei ihm einerlei.

'Nicht umsonst sagt man, daß er nur für die Wissenschaft lebt.', dachte Meng.

Aber Wel lebte nicht nur für die Wissenschaft. Er dachte vor allem an seine alte Mutter, die auf der Erde zurückgeblieben war. Daran, wie schwer sie den Verlust des Sohnes überleben würde. Und nach wenigen Augenblicken begann sein erfinderischer Geist, einen Ausweg zu suchen. Wel, Anstrengungen gewohnt, verwarf alles, bis auf eine ausgesprochen ungewöhnliche Aufgabe, eine anscheinend sinnlose Verknüpfung der Umstände. Eine Aufgabe, die in allen existierenden Varianten keine positive Lösung besaß. Aber Wel löste sein ganzes Leben lang gerade solche Aufgaben ...

"Darf ich Ihren Computer benutzen?", fragte er, nachdem er aus seiner Versunkenheit erwacht war.

"Aber ja, ist doch alles egal ...", begann Gascondi.

Meng legte ihm schweigend die Hand auf die Schulter.

Wel schien jedoch diesem kleinen Zwischenfall keinerlei Beachtung zu schenken. Ohne Zeit zu verlieren ging er zum Pult und begann, rasch eine Taste nach der anderen zu betätigen, wobei er hin und wieder auf die Ausgabeeinheit blickte.

Meng versuchte, seinen Operationen zu folgen, verlor aber bald den Faden. Er glaubte nur zu erkennen, daß Wels Berechnungen nichts mit ihrer Situation zu tun hatten.

'Seltsam, wir benehmen uns alle unsinnig.', dachte Meng plötzlich. 'Uns bleiben noch sechs Stunden zum Leben, aber Gascondi sorgt sich um die Instruktion, Wel gibt sich irgendeiner theoretischen Aufgabe hin, und ich sehe ihnen ganz ruhig zu, als ob überhaupt nichts vorgefallen wäre. Aber vielleicht ist es so, daß der Wert der Zeit relativ ist, und daß sechs Stunden, eben die sechs Stunden bis zum Ende gar nicht so wenig sind?'

Der Theoretiker riß sich unerwartet vom Pult los und fragte, wobei er den Piloten anblickte:

"Sie halten die Aufgabe für unlösbar?"

Der ehrgeizige Gascondi blickte Wel unverwandt an: Sollte das ein Streich sein?

"Das Problem ist elementar.", meinte er, den Blick zur Wand gerichtet. "Zwei Kräfte sind vorhanden: Die Gravitation des Weißen Zwerges und unser Antrieb. Hier ist alles klar. Um die Entweichungsgeschwindigkeit zu erreichen, ist unsere Kraft zu gering."

"Hm, ja -", meinte Wel. "Die Lösungsmöglichkeit einer Aufgabe hängt davon ab, wie sie gestellt ist. In unserer Aufgabenstellung ist das Problem wirklich unlösbar."

"Aber ich habe diese Aufgabe doch nicht gestellt!", verteidigte sich Gascondi.

Aber Wel hörte ihm schon nicht mehr zu. Er dachte wieder nach, völlig der Außenwelt entrückt.

Und in diesem Moment erwachte in Meng erstmalig die Hoffnung. Er verstand besser als irgendjemand anders, daß sie jetzt

nur ein Wunder retten konnte. Da es aber keine Wunder gab, schon gar keine übernatürlichen, mußte eine außergewöhnliche unerwartete Lösung existieren. Und wenn man überhaupt von irgendjemandem etwas erwarten konnte, dann gerade von Wel.

Der Kommandant blickte voller Achtung auf den Theoretiker. Was mochte er jetzt denken? Klein, schwächig, mit spitzer Nase - durchaus kein Titan. Wie schaffte er es, das zu sehen, was andere nicht erkennen konnten?

"Kennen Sie die Anekdote vom Hund und der Bratpfanne?", fragte Wel plötzlich.

Und da beide Kosmonauten schwiegen, fuhr er fort:

"Stellen Sie sich vor, - sagte ein Physiker zu einem anderen - , daß am Schwanz eines Hundes eine metallene Bratpfanne angebunden ist. Wenn der Hund läuft, schlägt die Pfanne auf den Boden. Mit welcher Geschwindigkeit muß der Hund laufen, damit er den Lärm nicht hört? Und so seltsam es klingt, der andere Physiker konnte keine Antwort auf die Frage geben. Nun, was meinen Sie, mit welcher Geschwindigkeit der Hund laufen muß?", fragte Wel unvermittelt und blickte mit geheimnisvollem Lächeln auf Gascondi.

"Ich weiß nicht...", murmelte der Pilot und blickte hilfesuchend zu Meng. Es war zu bemerken, daß er sich nur mit Mühe zurückhielt. Als er aber auf den gespannten Blick des Kommandanten traf, nahm sich Gascondi zusammen und gab, wenn auch ungern, zur Antwort:

"Wenn ich das beurteilen sollte: er müßte mit Überschallgeschwindigkeit laufen..."

"Ja, ja,", lachte Wel." Etwa das hat auch der Physiker vorgeschlagen.

Aber die eigentlich richtige Antwort ist absolut trivial: Die Geschwindigkeit des Hundes muß Null sein! Das ist ele-



mentar? Die ganze Sache ist doch die, daß die Aufgabe so formuliert war: Mit welcher Geschwindigkeit muß der Hund laufen? Mit welcher Geschwindigkeit ... Und das ist auch der Trick! Sogar Physiker vergessen manchmal, daß eine Geschwindigkeit, die Null beträgt, eben auch eine Geschwindigkeit ist."

Gascondi blickte Meng mit weit aufgerissenen Augen an. Ja, und auch Meng rühlte sich irgendwie nicht wohl, obwohl er sehr gut verstand, daß diese Anekdote dem Theoretiker jetzt nicht zur Zerstreuung diente, sondern eine notwendige Atempause war.

'Übrigens, wie ist ihm ausgerechnet diese Anekdote in den Sinn gekommen?', dachte Meng. 'Ob er schon etwas ahnt, was uns helfen könnte?'

Und wie zur Bestätigung seiner optimistischen Vermutung wandte sich Wel wieder dem Pult zu und begann, die Lippen zusammengepreßt, virtuos die Tastatur zu betätigen. Meng und Gascondi warteten schweigend. Endlich wandte sich Wel von der Tastatur ab und seufzte, weder erleichtert noch enttäuscht, aber in seinen grauen Augen blitzten wieder sorglose Fünkchen. "Spielen Sie Schach?", fragte er mit unbekümmerter Stimme. "Ja.", sagte Meng.

"Dann müßten Sie doch folgendes kennen: Die Position ist aussichtslos verspielt, aber es gibt einen Zug, der eigentlich beschleunigt die Niederlage herbeiführen müßte. Ausgerechnet dieser seltsame Zug aber bringt den Sieg."

Nun wußte Meng genau, daß Wel irgendeinen Ausweg gefunden hatte.

"Na und weiter?", fragte er, ohne seine Ungeduld zu zügeln. Wel sah den Kommandanten aufmerksam an.

"Wir sollten einen solchen Zug riskieren.", sprach er langsam, als müßte er alles noch einmal abwägen.

In der Zentrale herrschte Schweigen. Der Kommandant stand unbeweglich, die Lehne seines Sessels umkrampft.

"Wir müssen das Triebwerk einschalten.", sagte Wel. Er warf rasch einige Ziffern auf einen Bogen Papier und reichte ihn Meng.

"Aber das nützt uns doch gar nichts!", murmelte Gascondi

bestürzt. "Dadurch machen wir doch nur unsere Umlaufbahn elliptischer!"

"Ganz recht.", sagte Wel.

"Aber das Triebwerk verbraucht Energie. Und das bedeutet, daß der Hitzeschutz ..."

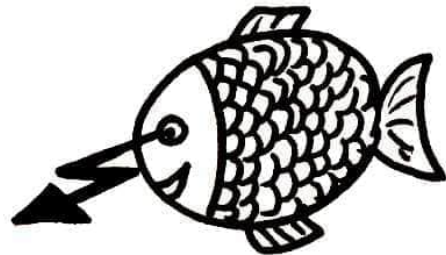
"Warte!", unterbrach ihn Meng. 'Eigentlich ist es egal, ob in sechs Stunden oder in drei.', dachte er bei sich.

Aber innerlich vertraute Kommandant Meng auf den Theoretiker. Ohne zu zögern streckte er die Hand nach dem Hauptpult aus und bewegte nacheinander vier rote Hebel um einige Teilstri- che. Gascondi erbleichte.

Zugleich mit dem charakteristischen Summen des Triebwerkes knackten die Relais des Beschleunigungsschutzes.

"Vielleicht erklären Sie uns jetzt, was Sie vorhaben?", fragte Meng.

Elektrische Fische



Viele Physiologen, Anatomen und Physiker beschäftigen sich mit elektrischen Fischen. Dazu gehören u. a. der in Südamerika lebende Zitteraal, der die stärksten elektrischen Schläge auszuteilen vermag, der in einigen Flüssen Afrikas vorkommende Zitterwels und der in wärmeren Meeren vorkommende Zitterrochen.

Die Erzeugung der elektrischen Entladungen ist an das Vorhandensein eines bestimmten Organs gebunden, das nach seiner Funktion als "elektrisches Organ" bezeichnet wird. Beim Zitteraal erstreckt es sich durch den ganzen Schwanz und füllt diesen fast aus. Es macht fast ein Drittel des gesamten Körpergewichts aus. Entwicklungsgeschichtlich läßt sich dieses Organ bei fast allen Fischen von der Muskulatur ableiten. Der Feinbau stimmt bei allen Arten etwa überein. Eine An-

zahl scheibenförmiger Platten (Elektroblasten) ist zu nebeneinanderliegenden Säulen angeordnet. Die einzelnen Elektroblasten sind durch Bindegewebe voneinander getrennt. Der Zitteraal hat ein Organ mit ca. 70 Säulen, von denen jede 6000-8000 Elektroblasten enthält. Die Oberflächen der Platten sind verschieden. Eine Seite zeigt zahlreiche Papillen, die andere Seite jedoch ist von einer dünnen Zellschicht bedeckt, an der die Verzweigungen eines oder mehrerer Nerven herantreten.

Die in rascher Folge abgegebenen Stromstöße haben eine Dauer von 0,03 sec. Es können Spannungen bis zu 600 Volt erzeugt werden. (beim Zitteraal). Die von anderen elektrischen Fischen abgegebenen Spannungen sind schwächer, beim Zitterrochen zum Beispiel 50 Volt. Die hohen Werte treten jeweils nur zu Beginn einer Schlagserie auf. Die Erzeugung elektrischer Energie ist keineswegs eine Seltenheit, denn alle physiologischen Vorgänge im tierischen Organismus sind ja bekanntlich von elektrischen Potentialdifferenzen und Strömen begleitet. Nur sind die Spannungen weit geringer, das Aktionspotential eines Froschnerven beträgt nur 0,03 V.

Die hohen Spannungen entstehen dadurch, daß die einzelnen Elektroblasten als galvanische Elemente aufzufassen sind, die in der Gesamtheit eine in Serie geschaltete Batterie darstellen. Bei gleichzeitiger Entladung aller Elektroblasten entsteht durch Addition der kleinen Einzelspannungen eine sehr hohe Gesamtspannung. In erster Linie dürfte es sich bei diesem Organ um eine Verteidigungswaffe handeln. Werden die Fische gestört, machen sie Gebrauch von ihr. Der Zitteraal kann zum Beispiel auch die Entladungen zum Betäuben bzw. Töten der Beutetiere benutzen, das elektrische Organ steht also auch im Dienst der Nahrungserwerbung. Die Tiere sind jedoch gegenüber den eigenen Entladungen und denen der Artgenossen unempfindlich.

Messier 51 -

Zwei Galaxien in einer?

Zur Einteilung extragalaktischer Sternsysteme (Galaxien) nach ihrer äußeren Gestalt wird bereits seit langem das sogenannte HUBBLEsche Klassifikationsschema verwendet. Abb. 1 zeigt das vereinfachte Schema, in dem die Haupttypen regulär geformter Sternsysteme enthalten sind (Elliptische Nebel, normale Spiralen und Barren- oder Balkenspiralen).

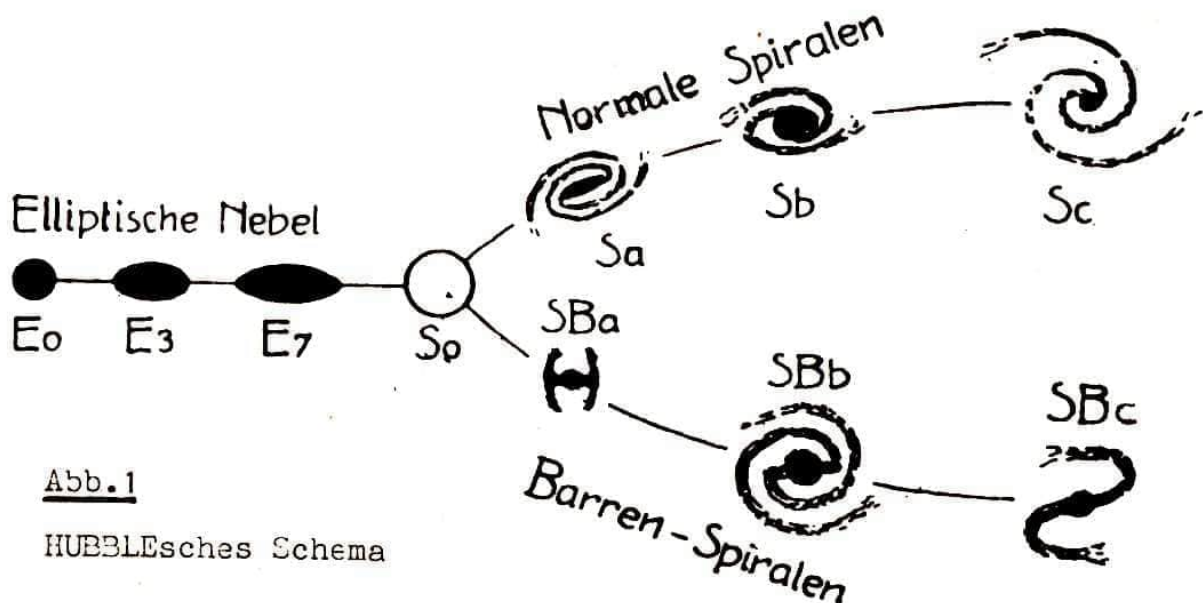


Abb.1

HUBBLEsches Schema

Das HUBBLEsche Klassifikationsschema wurde verschiedentlich auch als Entwicklungsreihe dieser Galaxien gedeutet. Speziell normale Spiralen und Balkenspiralen wurden als zwei völlig verschiedenartige Entwicklungstypen aufgefaßt. Diese Ansicht wurde jedoch durch Beobachtungen von F.ZWICKY stark in Zweifel gezogen.

ZWICKY fertigte nämlich von dem bekannten Spiralsystem NGC 5194/5195 (Messier 51) im Sternbild der Jagdhunde Aufnahmen im infraroten, roten, gelbgrünen, blauen und ultravioletten Spektralbereich an. Er verfolgte damit das Ziel, sogenannte Composite-Aufnahmen (composite - zusammensetzen) herzustellen,



Abb.2



Abb.3

Abb.2:

M 51 (NGC 5194/5195) im
Gesamtlicht

Abb.3:

M 51 Spiralmuster junger
Sterne (blauer Bereich)

Abb.4:

M 51 Spiralmuster alter
Sterne (gelbgrüner Be-
reich)

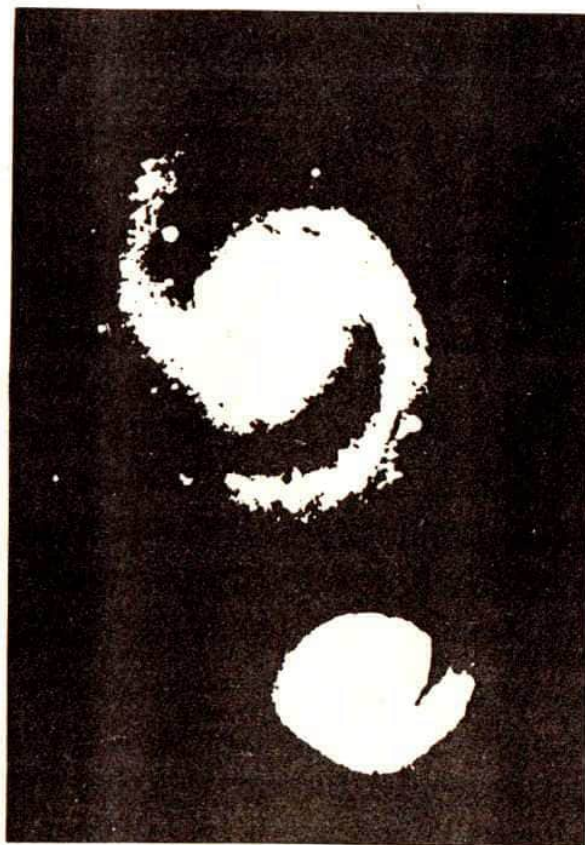


Abb.4

um die Struktur der einzelnen Komponenten des Sternsystems sowie deren Verbindung aufzuklären. Lediglich die Kombination der Aufnahmen im blauen und gelbgrünen Bereich erwies sich als vorteilhaft. Dazu muß bemerkt werden, daß diese Kombination einen Vergleich des Spiralmusters junger und alter Sterne darstellt. Junge, heiße Sterne strahlen überwiegend im blauen, ältere (kühleren) Sterne stark im gelbgrünen Bereich. Die Gegenüberstellung beider Aufnahmen (Abb.3/Abb.4) ergab folgendes überraschende Ergebnis:

Im blauen Spektralbereich erscheint das Hauptstern NGC 5194 als dürrtig geordnete normale Spirale, während NGC 5195 (der "Begleiter") irregulär ist.

Im gelbgrünen Bereich erweist sich NGC 5194 als außerordentlich glatte offene Balkenspirale (!), der "Begleiter" ist entweder elliptisch oder balkenspiralig.

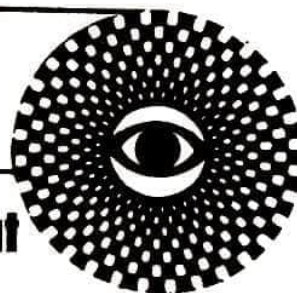
Zusätzlich wurde gefunden, daß die beiden Spiralarme des Hauptsystems nicht in einer Ebene liegen, und möglicherweise fallen auch die Spiralarme der jeweiligen speziellen Farbbereiche nicht zusammen ! Es handelt sich bei NGC 5194/5195 also um ein recht kompliziertes System, und es ist nicht ausgeschlossen, daß auch andere Galaxien derartige Struktur zeigen. Abb.5 zeigt die Kombination der blauen und der gelbgrünen Aufnahme schematisch.

Die Tatsache, daß hier zwei verschiedene strukturelle Typen von Galaxien in ein und demselben Raumvolumen bestehen, läßt die Annahme zu, daß möglicherweise alle Typen des HUBBLEschen Schemas in beliebiger Kombination innerhalb einer Galaxis koexistieren können.



Abb.5

Damit erscheint die Deutung des HUBBLEschen Schemas als einfache Entwicklungsreihe von extragalaktischen Sternsystemen mehr als fraglich. Zumindest ist der Zusammenhang der einzelnen Galaxientypen sehr viel komplizierterer und auch komplexerer Natur als bisher angenommen wurde.



Brennstoffverbrauch und Sauerstoffvorrat

Der zunehmende Brennstoffverbrauch

Technischer Fortschritt und rasche Zunahme der Weltbevölkerung führen zu einem steil ansteigenden Energiebedarf. 1966 belief sich der jährliche Verbrauch auf etwa $5,9 \cdot 10^9$ t Einheitsbrennstoff (im weiteren abgekürzt EB). Der Anteil der chemischen Brennstoffe betrug dabei 97,8 Prozent. Andere Energiequellen spielen in der Weltenergiebilanz bisher eine recht bescheidene Rolle.

Hieraus erklärt sich das große Interesse, das in einzelnen Ländern und in der ganzen Welt dem Problem der Brennstoffvorräte entgegengebracht wird. Auf Grund des rasch zunehmenden Brennstoffverbrauchs stellen viele Autoren besorgt die Frage, ob die Weltwirtschaft genügend lange über Brennstoffvorkommen verfügen wird. Die Weltvorräte an natürlichen Brennstoffen, deren Gewinnung sich ökonomisch rechtfertigen läßt, betragen laut Angaben der Weltenergiekonferenz $3,38 \cdot 10^{12}$ t EB, nach anderen Angaben belaufen sie sich auf $4,7 \cdot 10^{12}$ t Einheitsbrennstoff. Beim gegenwärtigen Brennstoffverbrauch müßten die Reserven 560 bis 770 Jahre lang reichen, legt man jedoch den für das Jahr 2000 geschätzten Brennstoffbedarf zugrunde, so reichen die Reserven nur 150 bis 200 Jahre. Berücksichtigt man die Prognosen einiger Wissenschaftler, die mit einem Bedarf von $10 \cdot 10^{10}$ t EB im Jahre 2050 rechnen, dann werden die natürlichen Brennstoffvorkommen noch rascher erschöpft sein.

Es handelt sich hierbei um ungefähre Schätzungen, da die gegenwärtigen Ziffern für den allgemeinen geologischen Weltvorrat an Brennstoffen und für denjenigen Teil, dessen Gewinnung sich ökonomisch rechtfertigen läßt, nicht unbedingt genau sein müssen. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, daß das Erdinnere, besonders der unter den Ozeanen liegende Teil, noch so wenig erforscht ist. Wie rasch unsere Schätzungen über die Vorräte an

chemischen Brennstoffen korrigiert werden müssen, läßt sich am Beispiel der UdSSR ermessen, deren Kohlevorräte heute fünfmal und deren Erdgasvorräte siebzimal größer sind, als 1937 angenommen wurde.

Der Weltvorrat an sämtlichen Arten von natürlichen Brennstoffen wird auf $2,5 \cdot 10^{13}$ t EB geschätzt. Es ist anzunehmen, daß die tatsächlichen Reserven viel größer sind, da das Sedimentgestein etwa $2,45 \cdot 10^{15}$ t EB in Form von Kohle organischen Ursprungs enthält. Deshalb scheinen die Aussichten für die Versorgung der Menschheit mit natürlichen Brennstoffen weniger ungünstig. Offenbar wird der Mangel an Brennstoffvorkommen in naher Zukunft, so wie heute, für einzelne Länder und Gebiete hauptsächlich von regionaler Bedeutung sein. Betrachtet man das Problem der chemischen Brennstoffe, so sollte man berücksichtigen, daß bei deren Nutzung zwei gleichwertige natürliche Stoffe - Brennstoff und freier Sauerstoff - verbraucht werden. Bisher traten praktisch keine Probleme in bezug auf den Vorrat des für die Verbrennung erforderlichen Sauerstoffs auf, da Sauerstoff überall zur Verfügung steht. Daraus folgt jedoch nicht, daß der natürliche Vorrat des freien Sauerstoffs unbegrenzt ist. Wie groß sind die Sauerstoffreserven, wenn man den heutigen und den in naher Zukunft zu erwartenden Verbrauch berücksichtigt, der bei der Verbrennung natürlicher Brennstoffe auftritt?

Freier Sauerstoff und die Rate seiner Reproduktion tion

Die natürlichen Quellen des freien Sauerstoffs sind in der Hauptsache chemische Verbindungen, aus denen er durch Reaktionen freigesetzt wird. Das geschieht auf zweierlei Art.

1. Beim biogenen Vorgang wird Sauerstoff durch die Energie des Sonnenlichts freigesetzt, das die chlorophylltragenden Pflanzen aufnehmen (Photosynthese).
2. Beim abiogenen Vorgang werden Sauerstoffverbindungen durch hohe Temperaturen, verschiedene chemische Reaktionsmittel, radioaktive Strahlung und Sonnenlicht aufgespalten.

Der wichtigste Prozeß ist dabei die Photodissoziation, die durch das Sonnenlicht bewirkte Zerlegung von Wasserdampf in

70-80 km Höhe und von CO_2 in etwa 115 km Höhe. Viele Elemente reagieren an der Erdoberfläche leicht mit dem Sauerstoff der Luft, besonders in Gegenwart von Feuchtigkeit. Wenn sie aus der Verwitterungsrinde in tiefere Schichten verlagert werden, geben sie dort Sauerstoff ab. Wir kennen 22 Elemente, die in der Verwitterungsrinde Sauerstoff absorbieren und ihn in tieferen Schichten wieder freisetzen.

Da in Erdgasausbrüchen in der Regel kein Sauerstoff vorkommt, kann angenommen werden, daß der im Erdinnern freigesetzte Sauerstoff, noch bevor er die Erdoberfläche erreicht, fast vollständig wieder chemisch gebunden wird. Vergleicht man die verschiedenen Sauerstoffquellen miteinander, so stellt man fest, daß die Hauptmenge von Sauerstoff heutzutage durch Photosynthese entsteht.

Seit es in der Atmosphäre Sauerstoff photosynthetischen Ursprungs gibt, hat sich die Freisetzungsrate von Sauerstoff rasch erhöht; die Freisetzung überstieg den Verbrauch. Dies bot günstige Bedingungen für die Ansammlung von freiem Sauerstoff an der Oberfläche unseres Planeten, wodurch schließlich unsere heutige Atmosphäre (Oxysphäre) entstand.

Da sich freier Sauerstoff vorwiegend bei der Photosynthese bildet, bei der gleichzeitig lebende Substanz entsteht, muß seine Menge in einem bestimmten Verhältnis zur Masse der Biosphäre stehen, darunter auch zur Menge der natürlichen Brennstoffe und der Kohlevorkommen biogenen Ursprungs.

Bei der Erforschung der Geschichte der Erdrinde gelangt man zu dem Schluß, daß die Atmosphäre zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Gaszusammensetzung gehabt haben kann. Die chemische Zusammensetzung und die Gesamtmasse der Gashülle der Erde blieben jedoch in der letzten geologischen Periode im wesentlichen konstant, d. h. der Verbrauch von freiem Sauerstoff wurde durch Reproduktion kompensiert. Die Durchschnittsrate dieser einander entgegengesetzten Prozesse beträgt etwa $3 \cdot 10^{13} \text{ Moleküle cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$. Dabei wird die Sauerstoffmenge, die bei der natürlichen Oxydation mineralischer Stoffe an der

Erdoberfläche gebunden wird (abiogener Verbrauch von freiem Sauerstoff), von den Geologen auf etwa $1,5 \cdot 10^9$ Moleküle $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ geschätzt. Die Rate der abiogenen Sauerstoffbildung in der Atmosphäre hat die gleiche Größenordnung.

W. I. Wulfson, UdSSR

Aus "Wissenschaftliche Welt" 1969/5, S. 24-29, leicht gekürzt

Fortsetzung in Heft 5

Was? Wo? Wie?

Was? Wo? Wie?

Wir hatten im Heft 1 des jetzigen Jahrganges unsere Leser aufgefordert, uns ihre Wünsche, Bitter und Vorschläge zwecks Erfahrungs-, Material-, Ideen-, Adressen- usw.-Austausch mitzuteilen. Eine Reihe Anfragen werden wir direkt beantworten. Unser Angebot für Veröffentlichungen derartiger Wünsche besteht weiterhin.

- Erbitten Vorschläge und Anregungen für Betriebsbesichtigungen, für Experimente, für neue, interessante Schaltungen und ähnliches mehr.

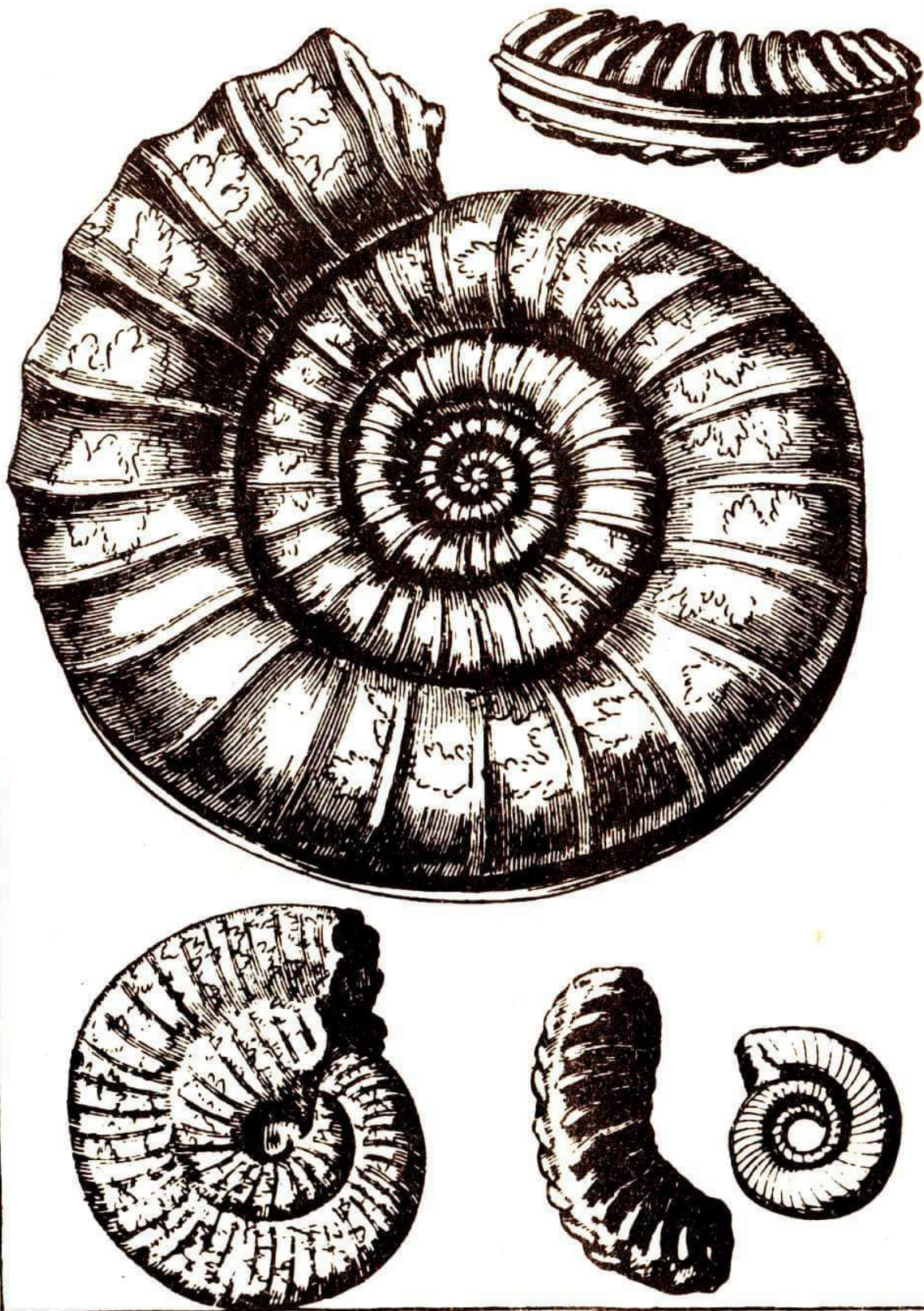
AG Elektronik

POS

5602 Bernterode / U.-E.

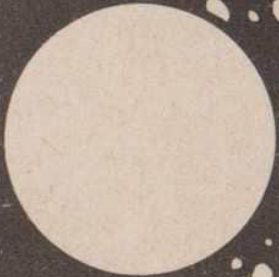
P.S. von "impuls 68": Sicherlich wird diese mehrfach ausgezeichnete Arbeitsgemeinschaft auf Wunsch auch eigene Erfahrungen weitervermitteln.

Cornua Ammonis



Ammonshörner

Nach Karl Nikolaus Langs „Historia lapidum figuratorum“, Venedig 1708



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

5

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)

L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

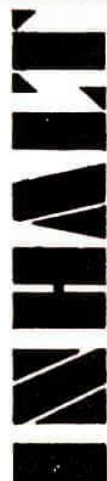
Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (2)	3
Thermostabile Polymere (2)	7
LEXIKON	11
WIR EXPERIMENTIEREN	12
Optische Instrumente	13
Atomabsorptionsspektralphotometrie	18
Schwarz-Weiß-Fotografie (2)	21
„Sechs Stunden Frist“	25
DOKUMENTATION (2)	28

H.-D. Iähnig

Sektion Physik

Diplom-Physiker

Einführung in die Quantentheorie (Teil 2)

Begriffserklärung: Oszillator - um seine Ruhelage schwingendes z.B. Masseteilchen. Eine oszillierende elektrische Ladung sendet elektromagnetische Strahlung aus.

2. „Die Ultraviolett katastrophe“

Wir hatten im ersten Teil dieser Serie bereits erfahren, daß um die Jahrhundertwende zahlreiche physikalische Probleme nicht mehr durch die sogenannte "Klassische Physik" erklärt werden konnten.

PLANCK untersuchte um 1900 eine dieser rätselhaften Erscheinungen - die Hohlraumstrahlung. Ohne näher auf den physikalischen Gehalt eingehen zu können, sei hier folgendes Experiment angeführt. Wird ein Ofen auf etwa 750°C erhitzt, so glüht er rot. Bei weiterer Erhitzung geht die rötliche Farbe in Gelb und dann in Weiß über. Offensichtlich gibt es eine mittlere Frequenz $\bar{\nu}$, die mit steigender Temperatur zunimmt.

$$T \sim \bar{\nu} \quad (1)$$

Für die gesetzmäßige Beschreibung dieses Vorganges wird angenommen, daß der Ofen aus lauter kleinen Oszillatoren besteht, die alle Frequenzen von $\nu = 0$ bis $\nu = \nu_c$ gleichmäßig ausstrahlen. Die mittlere Schwingungsenergie (Anregungsenergie E_A) läßt sich klassisch recht einfach berechnen. Sie ist allerdings unabhängig von der Frequenz und beträgt

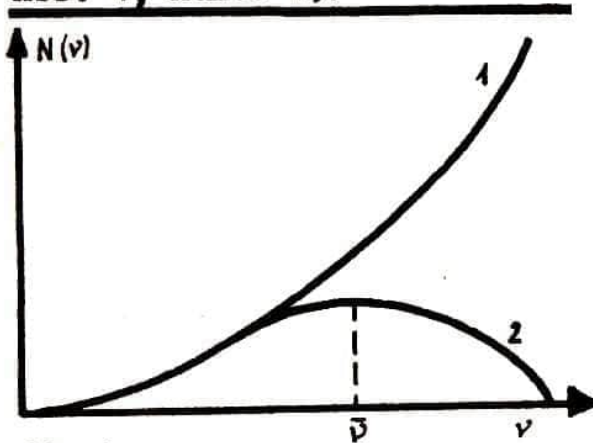
$$E_A = K \cdot T, \quad \begin{array}{l} \text{K-Boltzmannsche} \\ \text{Konstante; } K = \frac{R}{L} \end{array} \quad (2)$$

Um 1900 war außerdem bekannt, daß die ausgestrahlte Lei-

stung N eines Oszillators proportional ν^2 ist

$$N(\nu) \sim \nu^2 kT . \quad (3)$$

Die Energie wird also verschieden schnell, in Abhängigkeit von der Frequenz, abgestrahlt. (3) zeigt, daß bei höheren Frequenzen die meiste Energie abgestrahlt wird (siehe Abb. 1, Kurve 1).



Das würde zur sogenannten "Ultraviolett Katastrophe" führen. Nur die Oszillatoren der höchsten Frequenz strahlen den größten Teil der Energie ab.

Tatsächlich wurde aber ein Verhalten, wie in Kurve 2 dargestellt, beobachtet.

Abb. 1

Wir hatten bereits im "Ofen"-Beispiel ein solches Verhalten erwartet: die Ausstrahlung hat bei irgendeiner Frequenz $\bar{\nu}$ ein Maximum und ist von der Temperatur, aber nicht von ν_0 abhängig.

Max PLANCK gelang es, den Widerspruch zwischen den Kurven 1 und 2 auf geniale Art zu lösen. Zunächst mußte festgestellt werden, daß (2) und (3) nicht zur Lösung des Widerspruches beitragen und damit auch keine Lösung im Rahmen der klassischen Physik möglich ist. PLANCK stellte fest, daß die klassische Interpretation nur für $\nu \ll \bar{\nu}$ annähernd richtig ist, wie auch Abb. 1 zeigt (beide Kurven verlaufen ein kleines Stück gleich). Damit wird auch deutlich, wie im Teil 1 erwähnt, daß die klassische Physik nur die "halbe Wahrheit" ist.

3. Energiequanten als Lösung des Widerspruches

Max PLANCK nahm im Jahre 1900 an, daß der Oszillator nicht alle möglichen Frequenzen ausstrahlen kann, sondern nur ganz bestimmte, diskrete Werte, wie man sagt. Folglich kann der Oszillator auch nicht mit einer beliebigen Frequenz schwingen und nicht jeden beliebigen Energiezustand anneh-

men, sondern ebenfalls nur diskrete Werte. Jedem diskreten Wert ordnete PLANCK eine bestimmte Energie zu. Die Großartigkeit seiner Überlegungen bestand nun darin, daß er den Abstand zweier Energieniveaus (zweier Schwingungszustände) bestimmen konnte:

$$\Delta E = h \cdot \nu , \quad (4)$$

wobei h eine von PLANCK eingeführte Konstante, das sogenannte Planck'sche Wirkungsquantum, ist

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Ws}^2 .$$

Die von PLANCK neu eingeführte Konstante bestimmte er aus dem Verlauf der experimentell bestimmten Kurve 2 in Abb. 1. Als Geburtstag der Quantentheorie kann der 14. 12. 1900 datiert werden. An diesem Tag begründete Max PLANCK in einem Vortrag seine Formel für die Temperatur- und Frequenzabhängigkeit der Intensität der Wärmestrahlung (diese Formel ist in diesem Artikel nicht angegeben) und stellte die Hypothese auf:

Ein Oszillator der Frequenz ν kann nicht jede beliebige Energie besitzen, sondern nur ganzzahlige Vielfache von $h \cdot \nu$.

Was besagt die Gleichung (4), die eine neue Ära in der Physik einleitete?

Zunächst ist zu entnehmen, daß beim Übergang von einem Energiezustand E_1 zum anderen E_2 eines energieabstrahlenden Oszillators (wir wollen ab jetzt annehmen, daß es sich dabei um ein Elektron im Atom handelt) nur eine einzige Frequenz abgestrahlt oder absorbiert werden kann. Ferner ist zu entnehmen, daß mit wachsender Frequenz auch die Energieabstände wachsen (Abb.2)

Wenn wir unter letzterem Gesichtspunkt den Kurvenverlauf 2 in Abb. 1 betrachten, so stimmt das genau überein.

Mit wachsender Frequenz wird der Energieabstand ΔE immer größer, die dem "Ofen" zugeführte Wärmeenergie reicht schließlich nicht mehr aus, um bei hohen Frequenzen

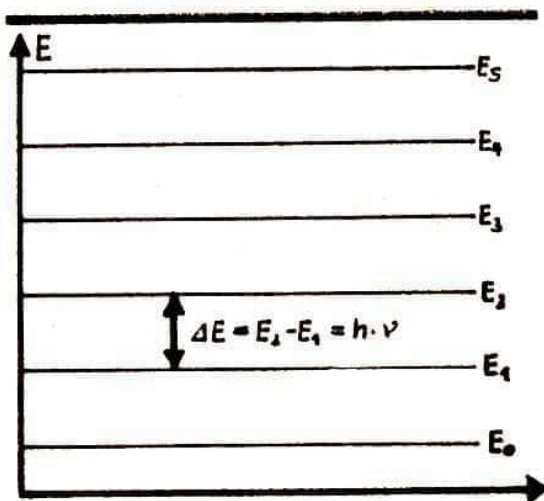


Abb. 2

Oszillatoren zum Ausstrahlen zu bringen. Die Kurve muß zwangsläufig wieder absinken! Ein glänzender Beweis für PLANCK's Hypothese. Das Problem war also gelöst. (Auch die Proportionalität (1) konnte bewiesen werden.)

PLANCK konnte zeigen, daß bei der Entstehung von Wärmestrahlung die Energie nicht kontinuierlich, sondern nur in

wohlbestimmten Portionen der Größe $\Delta E = h \cdot \nu$ abgegeben wird. Man bezeichnet solche Energieportionen als Energiequanten. Später konnte eine allgemeine Formel in Anlehnung an PLANCK's Hypothese der Energiezustände E_u gefunden werden:

$$E_u = h \cdot \nu \left(u + \frac{1}{2}\right) \quad u = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

Daraus ist u.a. zu entnehmen, daß der niedrigste Energiezustand $E_0 = \frac{h \cdot \nu}{2}$ ist.

1905/06 wendete EINSTEIN die neuen Vorstellungen über die Quantelung der Energie erstmalig auf ein anderes Problem an. Ihm gelang es, den Fotoeffekt eindeutig zu erklären. Dieser weitere Schritt beim Ausbau der Quantentheorie wird im nächsten Teil dargestellt.

Aufgabe: Versuchen Sie mit den soeben erworbenen Kenntnissen die Entstehung von Linienspektren, eines der ungelösten Probleme aus Teil 1, sich selbständig zu erklären!

Titelbild: Atomare Auflösung der Netzebenen einer Wolframkristall-Halbkugel von 3,2 μm Radius.
Aufnahme mit Feldemissions-Elektronenmikroskop
(nach "Kleine Enzyklopädie Atom")

L. Wollweber

Sektion Chemie

Forschungsstudent

Thermostabile Polymere (Teil 2)

CHEMIE

Nachdem wir uns in Teil I mit dem Begriff der Thermostabilität beschäftigt hatten, wollen wir uns nun mit der Frage befassen:

Wie muß die chemische Struktur thermostabiler Polymerer sein?

Ganz allgemein wird man erwarten können, daß immer dann thermisch stabile Polymere resultieren, wenn im chemischen Sinne wärmebeständige Monomere mit Hilfe wärmebeständiger Bindungen verknüpft werden. Nach den bisherigen Erfahrungen kann man sagen, daß die chemische Wärmebeständigkeit der Polymeren abhängig ist:

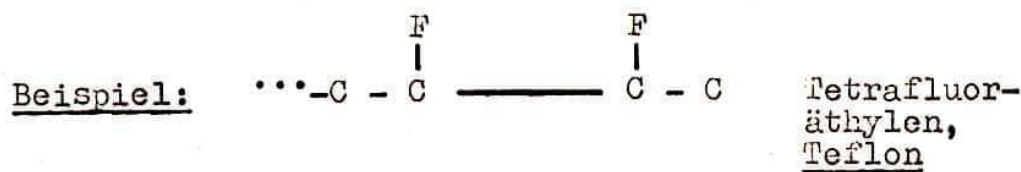
- a) - von der Beständigkeit der chemischen Bindungen zwischen den Atomen
- b) - vom Aufbau der Strukturglieder der Makromoleküle
- c) - vom Strukturgrad der Makromoleküle

zu a)

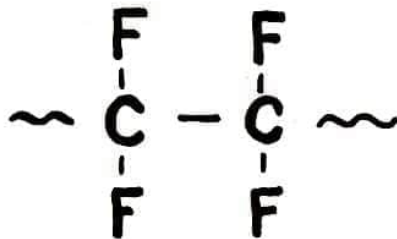
Die thermische Beständigkeit eines Polymeren bei Abwesenheit anderer aktiver Stoffe ist proportional den Dissoziationsenergien seiner verschiedenen chemischen Bindungen. Für den Aufbau thermisch stabiler Polymerer sollten Bindungsenergien von mindestens 90 - 100 kcal/Mol gefordert werden. Dafür kommen hauptsächlich aromatische $-C-C-$, $C_{\text{arom.}}-O-$ und $C_{\text{arom.}}-N-$ Bindungen in Frage.

Aliphatische Kohlenwasserstoffketten senken im allgemeinen die Thermostabilität, weil sie leicht oxydativ angegriffen werden können. Wird aber der leicht oxydierbare Wasserstoff aliphatischer oder aromatischer Verbindungen durch Fluor

ersetzt, so ist auch eine Verbesserung der Thermostabilität zu erzielen.



zu b)



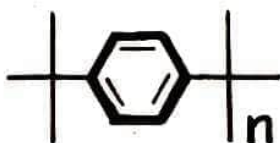
Entscheidenden Einfluß auf die Thermostabilität haben der Aufbau eines einzelnen Strukturgliedes und der aus ihnen gebildeten Molekülkette, die Anwesenheit und Natur aller zwischenmolekularen Bindungen.

Man kann sagen:

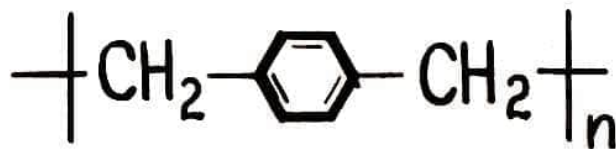
1. Bei linearen Polymeren ist die chemische Beständigkeit in der Wärme größer als bei verzweigten. Dieser Umstand steht in Zusammenhang zu den Bindungskräften, die vom sekundären zum quartären Kohlenstoff abnehmen, und zur Art der Wasserstoffbindung.
2. Doppelbindungen in der Kette verändern die Thermostabilität praktisch nicht (oft sind diese Polymeren aber gegen Sauerstoff empfindlich), z.B. haben Polyäthylen und Polybutadien gleiche Stabilitäten.
3. Polymere mit Strukturgliedern $-\text{CH}_2-\text{CHX}-$ zeigen niedrige Thermostabilität infolge der Anwesenheit von Gruppen wie $-\text{OH}$, $-\text{Cl}$, $-\text{O}-$, $-\text{OCOR}$, $-\text{NH}_2$, die leicht in Form von H_2O , HCl , $\text{R}-\text{COOH}$, NH_3 abgespalten werden können.

(Polyvinylalkohol, Polyvinylacetat, Polyvinylchlorid)

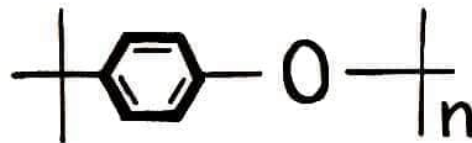
Spezielle Beispiele für Polymere mit hoher Thermostabilität:



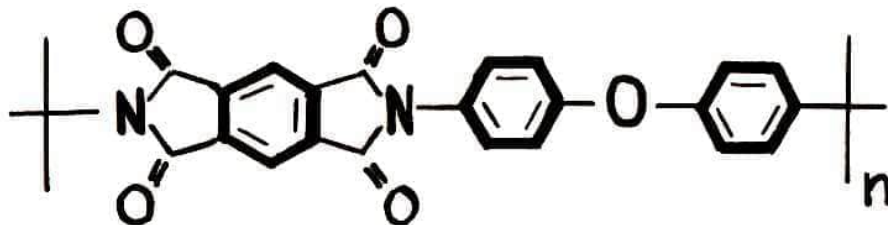
Polyphenylene



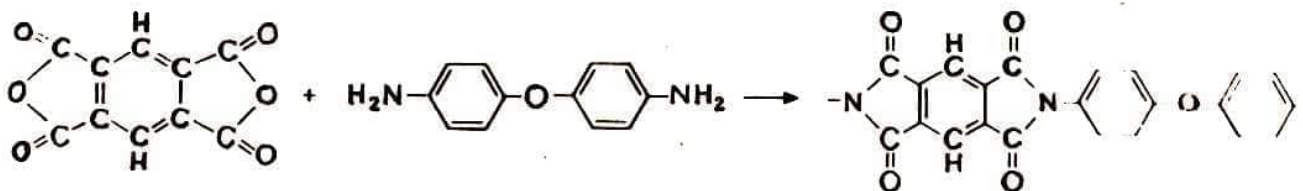
Polyxylylene



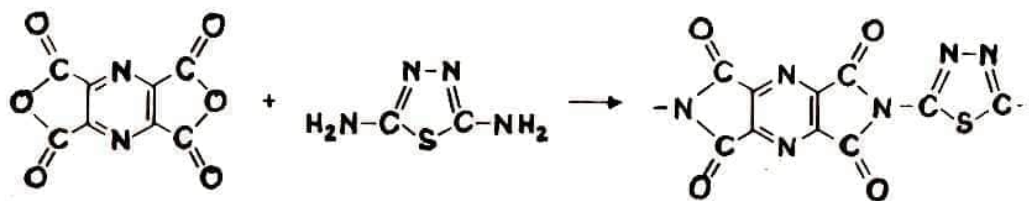
Polyaryloxide



Polyimide
(sind 10 Jahre bei 240 - 260°C stabil)



Normales Polyimid

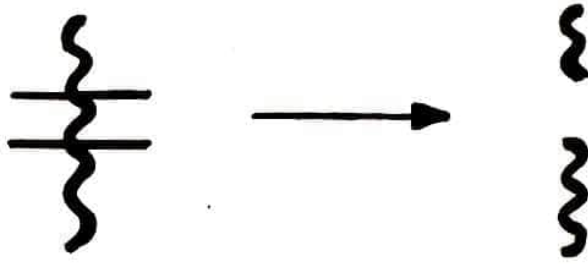


Wasserstoff-freies Polyimid

zu c)

Schließlich soll noch etwas zur Abhängigkeit der Thermostabilität vom Strukturgrad der Makromoleküle gesagt werden (s. Abb. 1).

Es ist leicht einzusehen, daß quervernetzte Polymere sehr thermostabil sein müssen. Wenn bei linearen Polymerketten die Kette in der Mitte gesprengt wird, so resultieren zwei Polymere, die nicht mehr die ursprünglichen physikalischen Eigenschaften besitzen.

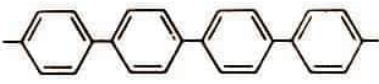
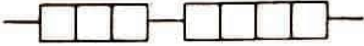
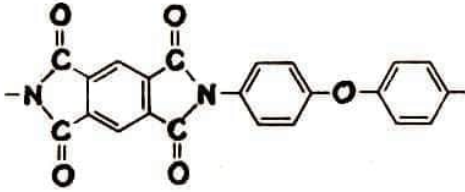
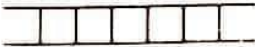
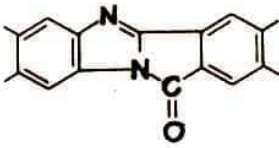


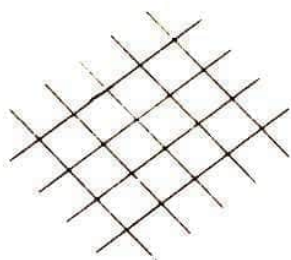
Bei querverbundenen Polymeren führt ein Bindungsbruch noch nicht zur Spaltung des Makromoleküls.



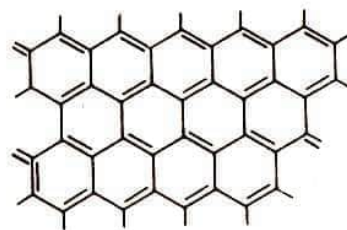
Gelingt es, alle diese Abhängigkeiten sinnvoll miteinander zu kombinieren, so kann man sicher zu Polymeren kommen, die die zur Zeit verwendeten noch weit an Thermostabilität übertreffen werden.

Abbildung 1: Strukturgrad der Makromoleküle

Struktur	Beispiel
 lineares Polymeres	 Polyimid
 Halb-Leiter Polymeres	 Polyphenylen
 Leiter Polymeres	 Polypyron



Schichtebenen-Polymeres



Grafit

impuls LEXIKON

LMA-Lasermikroanalyse

Anwendung von Laserstrahlung in stark gebündelter Form zur Verdampfung von kleinsten Mengen (6 mg) einer Probensubstanz und anschließender Spektralanalyse. Der Laserstrahl wird mittels Mikroskop auf einen kleinen Bereich der Oberfläche der Probe fokussiert und die verdampfende Substanz mittels zweier Hochspannungselektroden zur Emission angeregt. Das auftretende Licht wird durch herkömmliche Spektrographen spektral zerlegt und auf einer Fotoplatte festgehalten. Die Einschußkrater des Lasers auf der Oberfläche der Probe haben etwa einen Durchmesser von 10 bis 200 μm . Die LMA hat Eingang in viele Gebiete der Wissenschaft und Technik wie z.B. Mineralogie, Metallographie, Silikattechnik, Archäologie, Chemie, Medizin, Biologie und Kriminaltechnik gefunden. Für die Durchführung einer Lasermikroanalyse steht der LMA1 in Verbindung mit einem Quarzprismenspektrographen Q 24 (beide vom VEB Carl Zeiss Jena) zur Verfügung.



Das Phänomen mit der Erbse

Versuch: Man verbinde einer Person die Augen. Dann nimmt man deren rechte Hand und lege deren Zeigefinger unter den Mittelfinger. Nun wird eine Erbse auf den Tisch gelegt und die Hand der Person so herangeführt, dass sie sie mit gekreuzten Fingerspitzen berührt. Die betreffende Person soll nun erraten, wieviel Kugeln sie mit den Fingern berührt.

Ergebnis: Die Versuchsperson wird sagen 2 Erbsen.

Theorie: Wie kommt die Täuschung des Tastsinnes zustande ? Wird z.B. ein Körper mit Daumen und Zeigefinger berührt, geschieht dies mit den einander zugekehrten Flächen der beiden Finger. Das Berühren mit zwei einander zugekehrten Flächen vermittelt hier z.B. das Vorhandensein einer Erbse. Bei gekreuzten Fingerspitzen wird die Erbse mit zwei Fingerflächen berührt. So kommt es, daß man 2 Erbsen fühlt.

XX

Herbizide als Abwehrsekrete

Verschiedene Insekten nutzen die Produkte anderer Lebewesen für ihre Verteidigung aus. Daß jedoch Insekten sich eines menschlichen Industrieproduktes als Abwehrstoff bedienen, ist bisher wohl einmalig. Das Abwehrsekret der Heuschrecke *Romala microptera* enthält Phenole, Terpene, Benzochinon und auch 2,5-Dichlorphenon. Chlorhaltige aromatische Verbindungen verwendet man als Herbizide, doch chlorhaltige Naturstoffe sind bisher nur als Stoffwechselprodukte von Pilzen bekannt.

H. Fricke

Sektion Physik

Optische Instrumente

Die optischen Instrumente und Systeme haben die Aufgabe, ein beliebiges Objekt abzubilden. Dies läßt sich nur erreichen, wenn man die von einem leuchtenden Objektpunkt ausgehenden Lichtstrahlen in ihrem Verlauf durch optische Systeme so beeinflußt, daß sie sich wieder zu einem Bildpunkt vereinigen. Das menschliche Auge stellt ein solches optisches System dar.

Es ist in der Lage, Gegenstände aus den unterschiedlichsten Entfernungen scharf abzubilden. Diese Fähigkeit des Auges bezeichnet man als Akkomodation. Die Akkomodation wird dadurch hervorgerufen, daß die Linse des Auges, die aus Schalen aufgebaut ist, deren Brechzahlen von außen nach innen zunehmen, verschieden stark gekrümmt wird. Bei der Akkomodation wird die Brennweite der Augenlinse kleiner, dabei wandert der Brennpunkt auf die Linse zu. Jetzt können Gegenstände, die einen endlichen Abstand haben, scharf auf der Netzhaut abgebildet werden.

Analog dem menschlichen Auge will man mit Hilfe von optischen Instrumenten Objekte unterschiedlichster Größe und Entfernungen abbilden.

Das von seinem Aufbau her einfachste optische Instrument ist die Lupe. Man verwendet sie, wenn man kleine Objekte unter möglichst großem Sehwinkel betrachten will, denn die getrennte Wahrnehmung zweier benachbarter Punkte ist mit bloßem Auge nicht mehr möglich, wenn der Sehwinkel kleiner als 50 Bogen Sekunden wird.

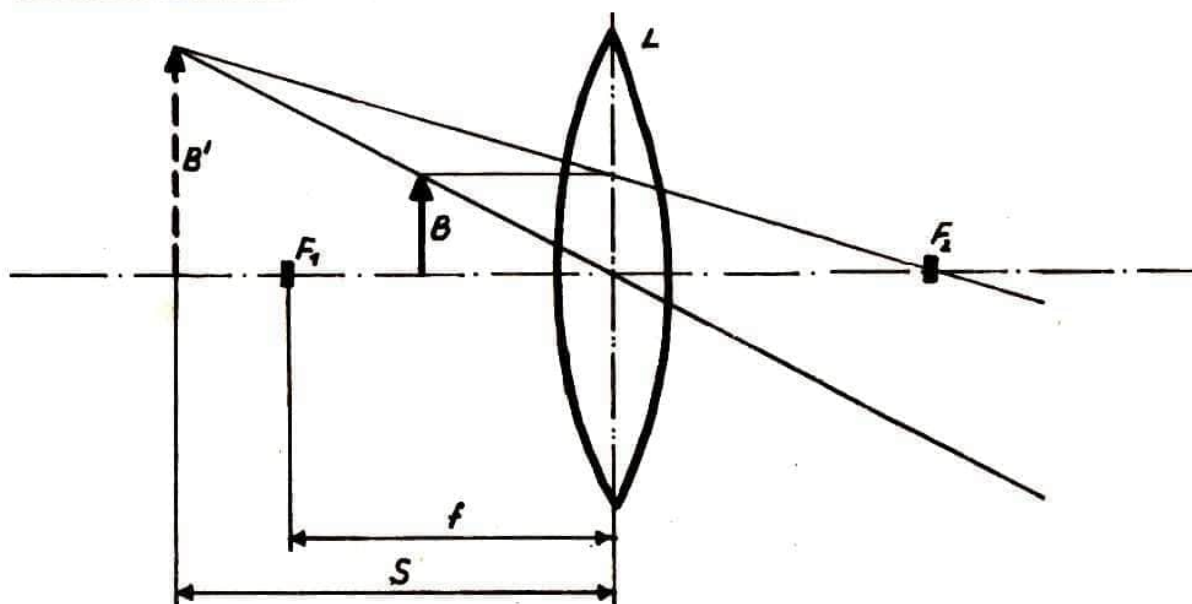
Die Lupe (Abb. 1), die eine einfache Sammellinse darstellt, wirkt, direkt vor das Auge gehalten, so, als ob die Augen-

linse zusätzlich gekrümmt wird. Durch diese scheinbar zusätzliche Krümmung wird der Nahpunktabstand, das ist der Abstand, der von dem Normalsichtigen in unmittelbarer Augennähe noch scharf gesehen werden kann und der in der Regel 8 cm vor dem Auge liegt, verringert und der Sehwinkel des Gegenstandes vergrößert sich. Damit wird das scheinbare Bild in die deutliche Sehweite gerückt. Ein wichtiges Maß für die Wirkung einer Lupe ist die Vergrößerung, die wie folgt definiert wird:

$$\text{Vergrößerung} = \frac{\text{Sehwinkel mit Instrument (Lupe)}}{\text{Sehwinkel ohne Instrument (Lupe)}}$$

$$(1) \quad V_L = \frac{\beta_m}{\beta_o}$$

Hierbei ist S die deutliche Sehweite des Auges, sie beträgt 25 cm; f ist die Brennweite der verwendeten Linse.



S = Sehweite des Auges (25 cm)

f = Brennweite der Sammellinse

L = Sammellinse

B = Gegenstand (Objekt)

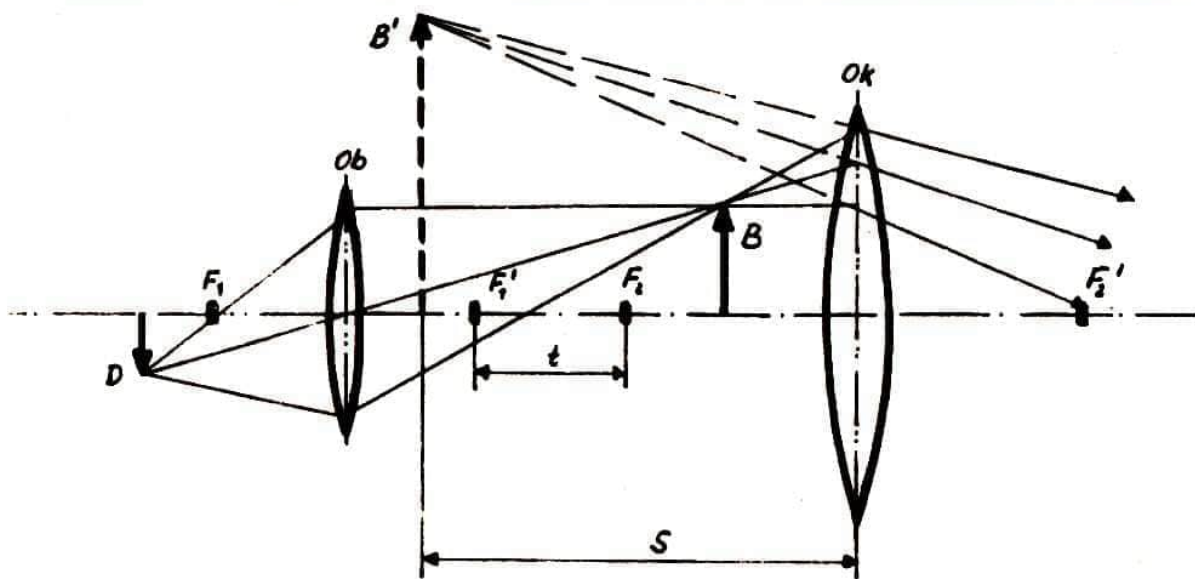
B' = Bild des Gegenstandes

$F_{1/2}$ = Brennpunkte der Linse

Abb. 1 Vergrößerung der Lupe

Will man sehr kleine Objekte vergrößern, so kommt man mit einer Lupe nicht mehr aus. Das Objekt muß dann mit Hilfe

des Mikroskopes in zwei Stappen abgebildet werden.



D = Gegenstand (Objekt)	B = Zwischenbild
Ob = Objektiv	B' = Vergrößerung des Zwischenbildes
Ok = Okular	
F ₁ = Brennpunkt des Objektes	t = optische Tubuslänge
F ₂ = Brennpunkt des Okulars	s = Sehweite des Auges

Abb. 2 Strahlengang im Mikroskop

Das Objektiv, es ist eine Sammellinse mit extrem kurzer Brennweite, liefert von dem Objekt ein vergrößertes reelles Zwischenbild. Dieses Zwischenbild wird nun mit als Lupe wirkendem Okular betrachtet.

Den Abstand zwischen den einander zugekehrten Brennpunkten von Objektiv und Okular bezeichnet man als Tubuslänge t . Diese Größe ist für die Gesamtvergrößerung V_M von Bedeutung. Sie ist das Produkt des Abbildungsmaßstabes des Objektivs v_1 und der Lupevergrößerung v_2 des Okulars:

$$(3) \quad V_M = v_1 \cdot v_2$$

Werden die Werte für $v_1 = \frac{t}{f_{obj}}$ und $v_2 = \frac{s}{f_{ok}}$ in (3) eingesetzt, so erhält man für die Gesamtvergrößerung:

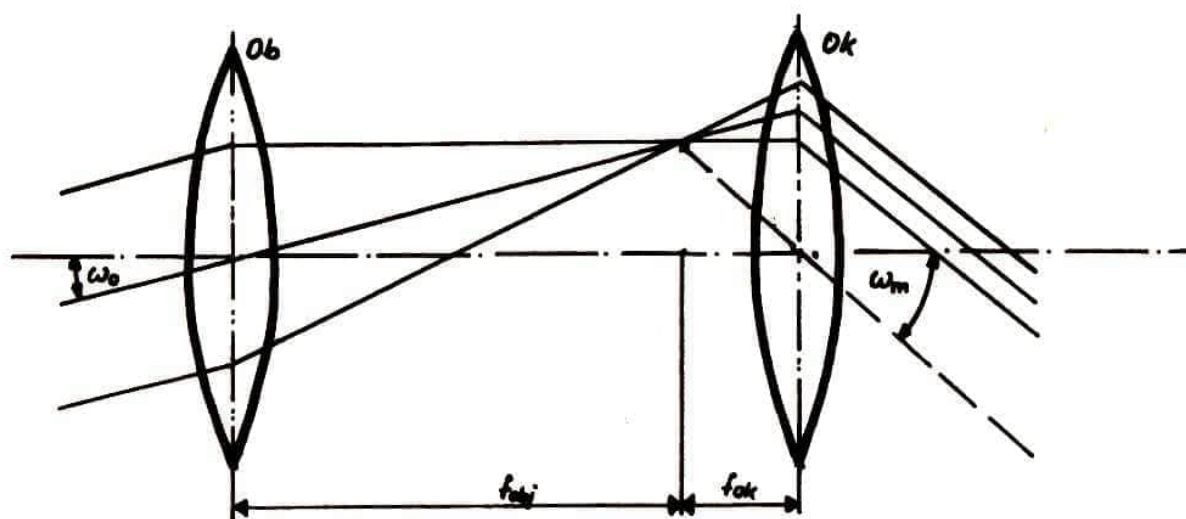
$$(4) \quad V_M = \frac{t \cdot s}{f_{obj} \cdot f_{ok}}$$

Eine in der Mikroskopie sehr wichtige Größe, die Auskunft über das Leistungsvermögen eines Mikroskopes gibt, ist das Auflösungsvermögen. Es gibt uns an, welchen minimalen Abstand $d_{\min}$ zwei Objektpunkte haben dürfen, damit sie noch getrennt wahrgenommen werden können. Das Auflösungsvermögen wird durch Beugungseffekte am Objektiv begrenzt. Es wird wie folgt angegeben:

$$(5) \quad d_{\min} = \frac{\lambda}{n \sin u} = \frac{\lambda}{A}$$

dabei ist λ die Wellenlänge des benutzten Lichtes, n der Brechungsindex des Mediums zwischen Objekt und Objektiv und u der halbe Öffnungswinkel (Aperturwinkel). Den Ausdruck $n \sin u$ bezeichnet man als numerische Apertur des Objektivs; sie stellt ein Maß für das Auflösungsvermögen dar. Hat man bei einem Mikroskop eine sehr starke Vergrößerung und ein kleines Auflösungsvermögen, dann nennt man den Teil der Vergrößerung, der keine neuen Details erkennen läßt, also praktisch sinnlos ist, "leere Vergrößerung".

Ein weiteres optisches Instrument ist das Fernrohr. Mit

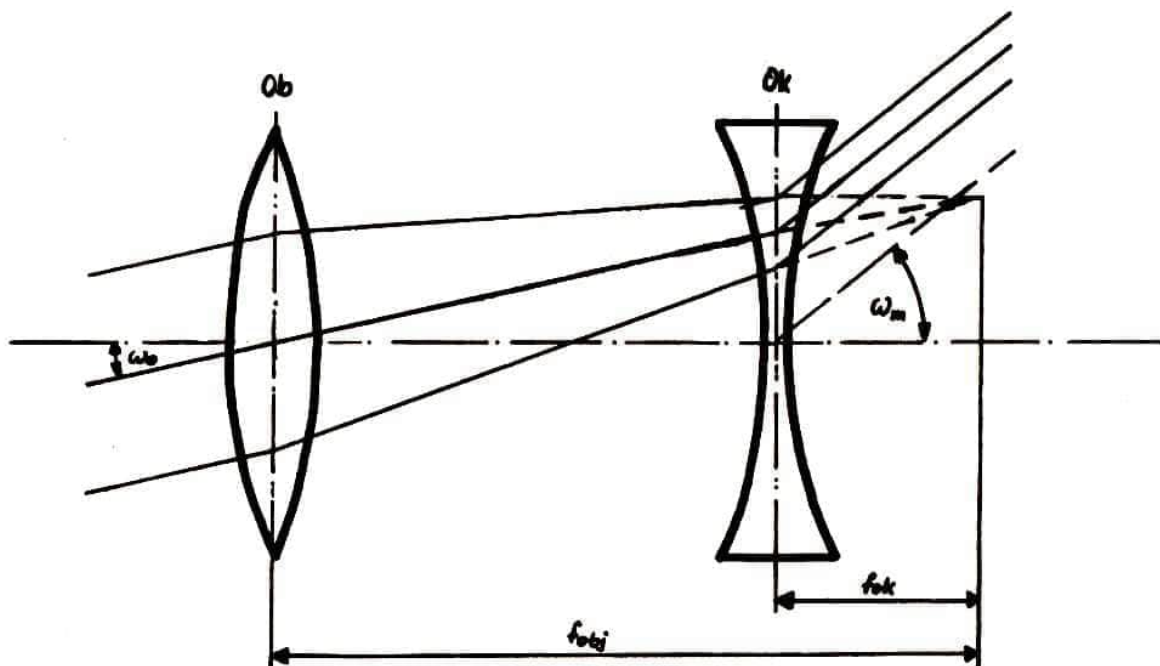


ω_m = Sehwinkel mit Instrument	f_{obj} = Objektivbrennweite
ω_o = Sehwinkel ohne Instrument	f_{ok} = Okularbrennweite
Ob = Objektiv	Ok = Okular

Abb. 3 Strahlengang des Keplerschen Fernrohres

dem Fernrohr wollen wir den Sehwinkel vergrößern, unter dem weit entfernte Gegenstände erscheinen. Wir unterscheiden im wesentlichen zwei Arten von Fernrohren, das Keplersche und das Galileische Fernrohr. Den Strahlengang des Keplerschen Fernrohres gibt Abbildung (3) wieder.

Von einem weit entfernten Gegenstand (Objekt) liefert das Objektiv, das eine relativ große Brennweite hat, ein reelles Zwischenbild. Dieses Zwischenbild wird durch das Okular (Lupe) betrachtet. Abbildung (4) zeigt den Strahlengang des Galileischen Fernrohres.



ω_m	= Sehwinkel mit Instrument	f_{obj}	= Objektivbrennweite
ω_o	= Sehwinkel ohne Instrument	f_{ok}	= Okularbrennweite
Ob	= Objektiv	Ok	= Okular

Abb. 4 Strahlengang des Galileischen Fernrohres

Vom Objektiv wird ein kleines reelles Zwischenbild in der Nähe des Brennpunktes entworfen. Vor dem Zustandekommen des Zwischenbildes macht eine Zerstreuungslinse die konvergenten Strahlen leicht divergent, so daß das Auge ein vergrößertes, aufrechtes, virtuelles Bild wahrnimmt.

R. Wennrich

W. Zeppen

Karl-Marx-Universität Leipzig

Sektion Chemie

Diplom-Chemiker

Atomabsorptions- spektralphotometrie

CHEMIE

1. Entwicklung

Die Entwicklung der Atomabsorptionsuntersuchungen basiert auf der Entdeckung dunkler Linien im Sonnenspektrum durch Wollaston (1802) und Fraunhofer (1817). Beide Forscher konnten jedoch das von ihnen wahrgenommene Phänomen nicht deuten. Die Erklärung dieser Erscheinung verdanken wir Kirchhoff und Bunsen (1861).

Die analytische Anwendung der AAS (Atomabsorptionsspektralphotometrie) begann erst im Jahre 1940. Allerdings fand die Methode erst in den letzten 15 Jahren breite Anwendung, da bis zu diesem Zeitpunkt große instrumentelle Schwierigkeiten bestanden.

2. Prinzip der Methode

Die AAS ist ein Verfahren, das auf der Lichtabsorption durch Atome beruht.

Die vorliegenden Moleküle bzw. Kristalle werden mittels thermischer Verdampfung gespalten, wodurch freie Atome in Gasphase erhalten werden. Die Verdampfung erfolgt mittels

- Flammen
(Luft/Acetylen, Luft/H₂, O₂/H₂, N₂O/Acetylen, u.a.)
- durch Stromfluß hoch erhitzte elektrische Leiter
(Graphitrohr, Graphitstab, Platinöse, Pantalschiffchen, u.a.)

Vereinzelt wird auch die thermische Verdampfung mittels Laser oder Plasmabrenner in der Literatur erwähnt.

Der Atomdampf wird mit Licht der Frequenz durchstrahlt, die für das zu untersuchende Element charakteristisch ist. Die

Atome absorbieren das Licht und gelangen kurzzeitig in einen angeregten Zustand, d.h. Valenzelektronen werden durch Aufnahme einer Energie ($h\nu$) auf ein höheres Elektronenniveau gehoben. Nach rund 10^{-8} Sekunden gehen die Elektronen in den Grundzustand zurück, wobei die aufgenommene Strahlungsenergie abgegeben wird. (Die Energie kann z.B. durch Stöße strahlungslos auf andere Atome oder auf die Wand übertragen oder wieder als Licht in alle Raumrichtungen abgegeben werden.)

Es gilt immer die Planck'sche Gleichung

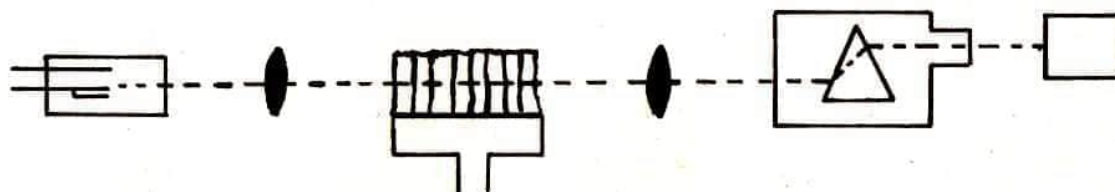
$$E_1 - E_2 = h\nu$$

E_2 - Grundzustand
 E_1 - angeregter Zustand

Durch die Absorption der Energie $h\nu$ wird die Intensität des Lichtstrahls im Atomdampf geschwächt. Der geschwächte Lichtstrahl gelangt auf einen Monochromator (Gitter oder Prisma) und wird dort zerlegt.

Die Intensitätsmessung erfolgt am Austrittsspalt des Monochromators mittels eines Photovervielfachers; die Registrierung über einen Schreiber, ein Digitalvoltmeter oder ein Oszilloskop (vgl. Abb.). Man mißt die Intensität des Lichtes der Frequenz ν , die dem zu bestimmenden Element entspricht, ohne Absorption (I_0) und bei Absorption durch den Atomdampf (I).

Schematische Darstellung des Aufbaues einer AAS-Apparatur



Lichtquelle	Linse	Absorptions- medium (Flamme)	Linse	Monochroma- tor mit Photo- vervielfacher	Registr.
-------------	-------	------------------------------------	-------	--	----------

Mit Hilfe des Lambert-Beer'schen Gesetzes (vgl. "Impuls 66" 5. Jg., H.7) kann man aus der gemessenen Absorption auf die Konzentration der im Atomdampf enthaltenen Teilchen des ge-

suchten Elementes schließen.

$$E = - \log \frac{I}{I_0} = k_{\nu} \cdot l N_0$$

E = Extinktion

N_0 = Zahl der Atome im Grundzustand

k_{ν} = Absorptionskoeffizient bei der entsprechenden Frequenz

l = Länge des Absorptionsmediums

Man kann in dieser Gleichung N_0 verwenden, weil bei den in der AAS gebräuchlichsten Temperaturen (1500 - 3600 °K) fast keine thermische Anregung der Atome festzustellen ist. (Die gewählte Temperatur ist von der Verdampfungstemperatur des zu untersuchenden Elementes abhängig).

Für das Element Zink ergibt sich z.B. bei 2000 °K ein Verhältnis $N^*/N_0 = 7,3 \cdot 10^{-15}$

(N^* = Anzahl der thermisch angeregten Atome)

Die AAS wird heute bereits auf den verschiedensten Gebieten angewandt. Mittels dieser Methode bestimmt man sehr viele Elemente in den verschiedensten Substanzen (z.B. in Gesteinen, im Seewasser, im Blut, in Lebensmitteln, in Halbleitern oder im Erdöl) quantitativ. Der universelle Einsatz ergibt sich aus der Tatsache, daß man mit sehr geringen Probemengen (lmg bei Feststoffen, 1 µl bei Flüssigkeiten) arbeiten und bei relativ guter Genauigkeit sehr kleine Konzentrationen bestimmen kann.

Es seien für einige Elemente die heute erreichbaren Nachweisgrenzen angegeben:

Element	Nachweisgrenze (Gramm)	Element	Nachweisgrenze (Gramm)
Ag	$2 \cdot 10^{-11}$	Fe	$5 \cdot 10^{-11}$
Al	$2 \cdot 10^{-10}$	Mg	10^{-12}
Cd	10^{-12}	Ni	10^{-9}
Cu	10^{-10}	Pt	10^{-9}



4. Der fotografische Prozeß

Er soll nicht weiter ausgeführt werden, man kann in fast jedem Handbuch der Fotografie erschöpfende Darstellungen finden, z.B.:

1. Junge/Hübner - Fotografische Chemie aus Theorie und Praxis
2. Teicher - Handbuch der Fotografie

Belichtung : $\text{Ag}^+ + \text{Licht} \rightarrow (\text{Silberkeim})$

Entwicklung: $(\text{Silberkeim}) + \text{Br}^- + \text{Entwickler} \rightarrow \text{Silber} + \text{Br}$

Fixage : unbelichtetes $\text{Ag}^+ + \text{Fixiersalz} \rightarrow$
in Wasser lösliches
Silberkomplexsalz

Der eigentliche Vorgang der Bildentstehung läuft beim Entwickeln ab.

Man unterscheidet zwei Arten der Entwicklung

1. physikalische Entwicklung
2. chemische Entwicklung

Worin besteht der Unterschied?

Kurz:

Bei der physikalischen Entwicklung wird Silber von außen an die Silberkeime angelagert, d.h. es muß ein silbersalzhaltiger Entwickler (AgNO_3) verwendet werden, während bei der chemischen Entwicklung (die heute üblich ist) das Bildsilber von den durch einen Entwickler reduzierten Silberkeimen bereitgestellt wird. Ein Versuch, der beweist, daß nach der Belichtung ein latentes Bild existiert, läßt sich wie folgt ausführen:

Man belichtet eine Diaplatte (z.B. DU2), fixiert sie

5 min in Lsg. 1 im Dunkeln und wässert sie dann in Wasser, das mit einigen Tropfen Ammoniak versetzt ist. Danach kann diese Platte entweder weiter verarbeitet werden oder getrocknet noch aufbewahrt werden.

Die folgende Tageslichtentwicklung geschieht in Lsg. 2, die Entwicklungszeit dauert bis zu einer Stunde. Das bestechende daran ist, das die Entwicklung bei Tageslicht verfolgt werden kann. Die Ergebnisse jedoch entsprechen in keiner Weise der modernen chemischen Entwicklung, die auf der Reduktion von Silberkeimen beruht.

Lösung 1 : 30 g Natriumthiosulfat
 100 ml Wasser (dest.)
 1 ml Ammoniak

Lösung 2 : (physikalischer Entwickler)

A 100 ml Wasser (dest.)
 18 g Natriumsulfit (wasserfrei)
 8 ml 10%ige Silbernitratlösung

B 100 ml Wasser (dest.)
 2 g Natriumsulfit (wasserfrei)
 2 g Metol
 (Monomethyl-p-aminophenolsulfat)

Kurz vor der Entwicklung werden
5 Teile A mit 1 Teil B vermischt.

Ohne weiter auf die chemische Entwicklung einzugehen, gibt es gewisse Zusammenhänge zwischen:

- Film
- Entwickler
- Temperatur des Entwicklers
- Auflösungsvermögen
- Gradation
- Entwicklungszeit

Tabellen

Alle Werte sind bezogen auf die Normaltemperatur von 20°C, (früher 18°C).

1. Film $\longleftrightarrow$ Entwickler ; Entwicklungsdauer

t in min	NP15	NP20	NP27	DK3*	DK5	NI750	entwickelt
A 49	9-11	9-11	12-14	10		8-9	Feinstkorn ausgleichend
F 43	7- 9	7- 9	11-13	8	4-8	7-8	kräftig
R09 1+45	9-11	I-11	12-13	6-8			feinkörnig
MH28 144	3- 4	3- 4	5	4	3-4		hart

2. Entwicklungszeit $\longleftrightarrow$ Temperatur

Verringerung (-) bzw. Verlängerung (+) der Entwicklungszeit gegenüber der bei 20°C angegebenen.

15°C $\rightarrow$ + 50%	}	feineres Korn
18°C $\rightarrow$ + 20%		weicher
20°C $\rightarrow$ 0		
22°C $\rightarrow$ - 15%	}	gröberes Korn
24°C $\rightarrow$ - 30%		härter

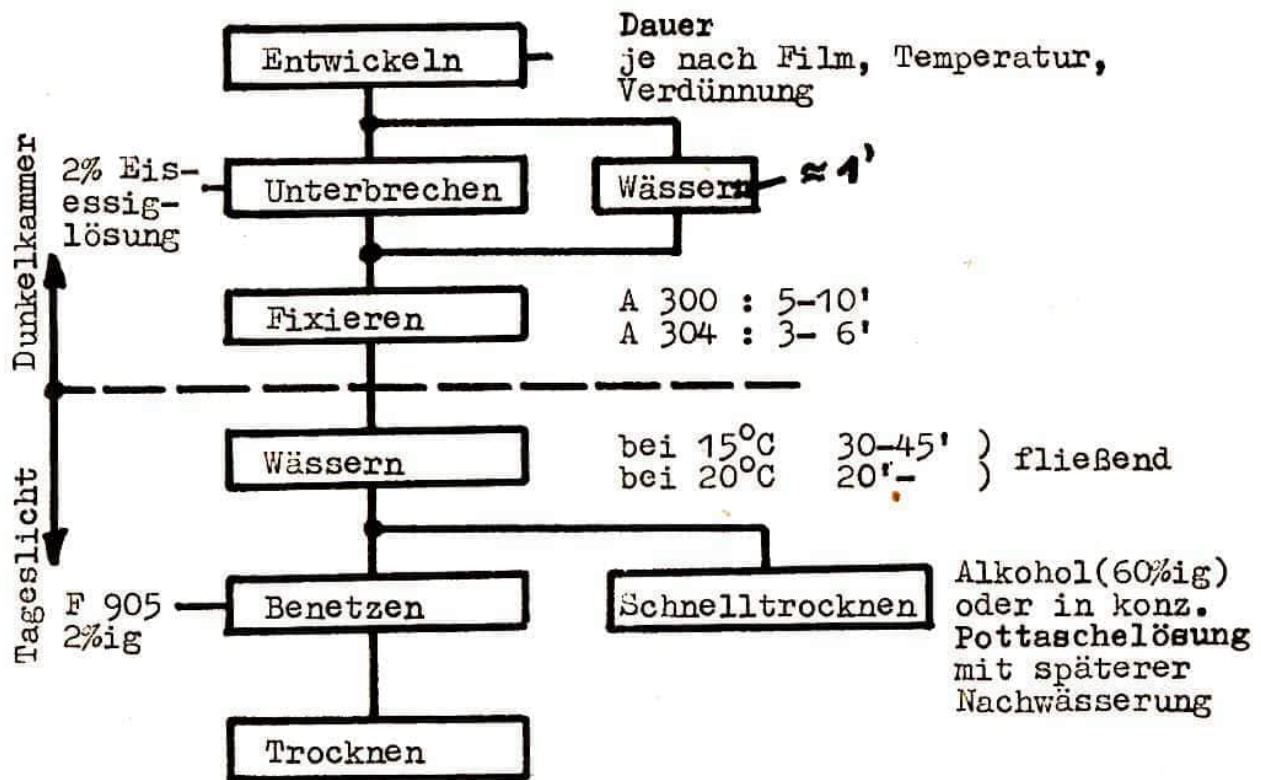
3. Beispieltabelle für den ORWO NP20

t = 20°C (nach W. Wunderlich: ORWO Negativentwickler
im Test
Fotografie 24. Jahrgang, Heft 6 (Juni 1970))

	Entwicklungs- zeit in min	γ	Auflösungsver- mögen (Linien/mm)
A 49	10	0,7	50
A 49 1+1	14	0,65	50
F 43	8	0,7	35
F 43 1+5	40	0,6	40
R 09 1+40	10	0,75	40
R 09 1+200	75	0,6	45

* (DK 3 wird nicht mehr von ORWO gefertigt.)

4. Übersicht über die Filmverarbeitung



Im nächsten Beitrag etwas über die grundlegende Papierverarbeitung und dann die ersten Tips, Hinweise und neue Begriffe.

Wechselstromimpulse gegen Farbblindheit

Farbblindheit soll durch elektronische Geräte geheilt werden. Mittels an den Schläfen der Patienten befestigten Elektroden läßt man Wechselstromimpulse im Abstand von drei Sekunden durch die Haut fließen. Die tägliche Behandlungsdauer beträgt 20 Minuten. Bei diesen in Japan durchgeführten klinischen Versuchen soll schon nach einem Jahr eine Heilung oder zumindest eine Besserung eingetreten sein.

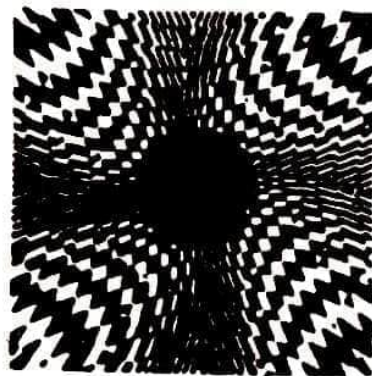
Sechs Stunden Frist

Wissenschaftlich-phantastische Erzählung
von Wiktor Komarow

Originaltitel: „Etjudnoje reschenije“

Aus: „Semlja i Wseljennaja“ 2/73

Ins Deutsche übertragen von L. Günther
(Teil 3 und Schluß)



"Wenn ich nicht irre", begann Wel langsam, "besteht die "Omikron" aus zwei isolierten Teilen?"

"Ja.", bestätigte Meng. "Einmal aus dem Kommandokomplex und der Antriebseinheit und zum anderen aus den Passagierkabinen und Hilfsaggregaten."

"Und diese beiden Teile kann man trennen und auf eine gewisse Entfernung voneinander bringen?"

"Ja, diese Möglichkeit ist für den Fall einer Havarie oder einer Reparatur an der Antriebsanlage vorgesehen. Beide Teile werden mit Hilfe eines speziellen Pulsators getrennt und wieder vereinigt."

"Wie weit können sie sich maximal voneinander entfernen?"

"Hundertfünfzig Kilometer."

"Hundertvierzig reichen auch schon.", murmelte Wel.

"Wollen Sie die Passagiersektion abtrennen?", fragte Gascondi unvermittelt. "Aber die Antriebskraft reicht dann trotzdem nicht aus."

"Nein!", entgegnete Wel energisch. "Das wäre zu einfach. Der Zwergstern gibt uns so leicht nicht frei! Ich habe da eine andere Idee ..."

"Wir verlieren Zeit!", mischte sich Meng ein. "Vielleicht..."

"Oh! Zeit haben wir mehr als genug", sagte Wel gelassen.

"Also ... Ihnen ist doch sicherlich die Idee eines pulsierenden Raumschiffes bekannt?"

Meng und Gascondi sahen sich erstaunt an.

"Ja", fuhr Wel fort. "Das ist eine sehr alte und längst vergessene Idee ..."

"Ich entsinne mich undeutlich ...", brachte Meng langsam heraus. "In alten Büchern bin ich wohl mal darauf gestoßen..."

Wenn ich nicht irre, ist die Sache die, daß ein Raumschiff dieser Art kein Massenpunkt ist, sondern daß seine Masse über ein gewisses Volumen verteilt ist."

"Ganz recht!", belebte sich Wel. "Wenn wir unser Sternenschiff in zwei Teile aufspalten, so ist die resultierende Anziehungskraft geringer als die, die jetzt auf die "Omikron" wirkt."

Er sprach langsam und exakt, als hielte er eine Vorlesung vor Studenten.

"Heißt das, daß auf ein geteiltes Raumschiff eine Abstoßungskraft wirkt?", hakte Meng ein.

"Wenn wir im Aphel der Bahn beide Teile vereinigen und sie im Perihel trennen, dann verläßt die "Omikron" die Keplerbahn und bewegt sich auf einer sich immer mehr ausweitenden Spirale."

"Hm, ja ...", meinte Meng gedehnt.

"Ich erinnere mich auch!", meinte unvermittelt Gascondi ziemlich aufgeregt. "Wunderbar! Ausgezeichnet! Genial!"

Er lachte nervös. "Aber soweit ich verstehe, braucht das Raumschiff mit dieser Methode einige Jahre, um nur das Erdgravitationsfeld zu überwinden. Und die Anziehungskraft des Weißen Zwergs?"

"Das ist ja gerade der Trick ...", meinte Wel gelassen.

'Es ist wunderbar, wie dieser Mensch in einer so schwierigen Situation völlige Ruhe bewahren kann.', dachte der Kommandant. 'Es scheint, daß er viel weiter blickt als alle anderen ...'

"Das ist ja gerade der Trick!", wiederholte Wel. "Die Anziehungskraft arbeitet in diesem Fall für uns. Je massereicher der Stern oder Planet ist, desto schneller wird die Entweichgeschwindigkeit erreicht. Das ist ja gerade das Paradoxe daran!"

"Wieviel Stunden brauchen wir?", fragte Meng.

"Ich denke ... anderthalb Stunden, nicht mehr."

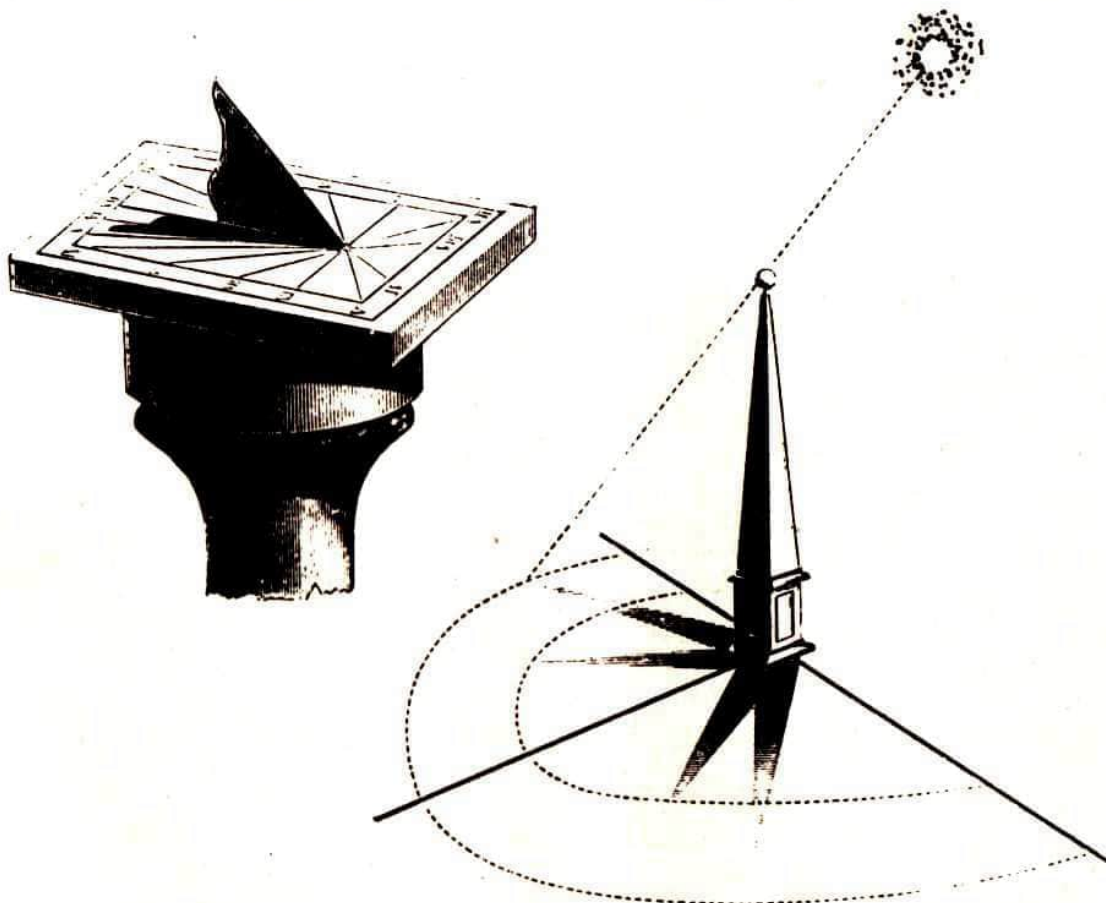
"Sie sind ein Genie!", lächelte der Kommandant und nahm seinen Platz am Steuerpult ein.

"Man muß nur die optimalen Momente für Trennung und Wiedervereinigung der beiden Teile wählen!", mahnte Wel.

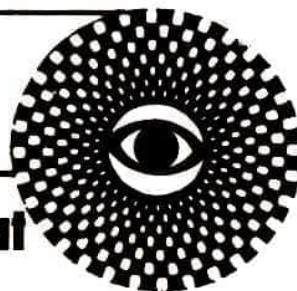
"Hab schon verstanden!", rief Meng, wobei er die Tasten des Computers betätigte. "Ich beginne in sechs Minuten mit dem Manöver!"

Es war ein nie dagewesenes Schauspiel. Es schien, als würde das gigantische Sternenschiff in zwei Teile gespalten. Bald trennten sie sich, entfernten sich voneinander, bald näherten sie sich wieder an und vereinigten sich. Und im Verlaufe dieses unerhörten kosmischen Tanzes weitete sich der tödliche Orbit, auf dem sich die "Omikron" bisher bewegt hatte, immer mehr auf.

Die mächtige Naturkraft der Gravitation, von der Kraft menschlichen Verstandes unterworfen, trug das Raumschiff immer weiter und weiter von dem gefährlichen Stern fort, der beinahe sein Untergang geworden wäre.



Sonnen-Uhr und Schattenfäule



Brennstoffverbrauch und Sauerstoffvorrat (Teil 2)

Die Reserve des freien Sauerstoffs

Tabelle 1 zeigt die Gesamtmenge des in der Atmosphäre und in der Hydrosphäre vorhandenen freien Sauerstoffs und dessen jährliche Reproduktion.

Tabelle 1:

Menge und Bildung des in der irdischen Lufthülle vorhandenen freien Sauerstoffs

Geo- sphäre	Gewicht des Sauerstoffs		Jährliche Sauerstoff- bildung		Bemerkungen
	10^9 t	%	$\cdot 10^9$ t	%	
Atmo- sphäre	1 200 000	99	53 0,013	21,90 0,005	Pflanzenwuchs Photochemische Zerlegung
Ozean	12 000	1	189	78,10	
Gesamt	1 212 000	100	242	100	

Da die Menge des auf unserem Planeten vorhandenen freien Sauerstoffs eine Konstante ist, die zum Sauerstoffgleichgewicht in der äußeren Hülle der Erde in einem bestimmten Verhältnis steht, muß damit gerechnet werden, daß jede Störung dieses Gleichgewichts weitreichende negative Folgen für die Menschheit und das ganze Reich der sauerstoffbenötigenden Organismen haben kann.

Eine während einer langen geologischen Periode konstant gebliebene Menge und Konzentration von freiem Sauerstoff in der Atmosphäre ist keine zufällige Sache. Sie ist Folge eines tiefen inneren Zusammenhangs, der sich, wie experimentell nachgewiesen, darin äußert, daß eine verringerte Sauerstoffkonzentration der Luft die Photosynthese anregt, während die Photosynthese bei erhöhter Sauerstoffkonzentration gehemmt wird.

Die Gesetzmäßigkeit, die diesem zweiseitigen Prozeß zugrunde liegt, ist noch nicht entdeckt, ihre Wirkung äußert sich jedoch darin, daß sich die Konzentration des freien Sauerstoffs (und Kohlendioxyds) in der Biosphäre selbständig regelt und konstant bleibt.

Soll also die Sauerstoffkonzentration der Atmosphäre erhalten bleiben, dann darf der Sauerstoffverbrauch die natürliche Sauerstoffbildung nicht übersteigen. Das heißt, als absolute Reserve des freien Sauerstoffs, die genutzt werden darf, ist nicht die Gesamtmenge des in der Lufthülle der Erde enthaltenen gasförmigen Sauerstoffs anzusehen, sondern nur der Teil der reproduziert wird.

In der geologischen Phase, in der eine durch Photosynthese entstandene Atmosphäre vorhanden ist, konnten die Verluste an freiem Sauerstoff beträchtlich sein, und zwar vor allem durch den Sauerstoffverbrauch bei der irreversiblen abiogenen Oxydation, der größer ist als die Zunahme von abiogen entstandenem Sauerstoff in der Atmosphäre. Sauerstoff kann durch Reduktionsmittel, die aus dem Erdinnern stammen (darunter Produkte des Vulkanismus), und durch äußere Reduktionsmittel, wie z. B. Meteoritenbestandteile, absorbiert werden.

Welchen Umfang diese Prozesse haben, wurde bisher nicht festgestellt, aber es besteht kaum ein Zweifel daran, daß in der Erde ein gewisser Mangel an freiem Sauerstoff herrscht. Die Gesamtmenge des freien Sauerstoffs in der Erdkruste läßt sich durch das Brennstoffäquivalent ausdrücken; es beträgt $5,2 \cdot 10^{14}$ t EB. Die Gesamtmenge der organischen Substanzen wird auf mindestens $2,45 \cdot 10^{15}$ t bis $9,5 \cdot 10^{15}$ t EB geschätzt. Dieser Wert ist achtzehnmal größer als der aus der Menge des freien Sauerstoffs berechnete. Wenn man davon ausgeht, daß

die obigen Zahlen, die bei zahlreichen Analysen des Kohlenstoffgehalts des Sedimentgesteins ermittelt wurden, annähernd richtig sind, so bestätigen sie die vorher erwähnte Vermutung, daß ein gewisser Teil des freien atmosphärischen Sauerstoffs verlorenging.

Bildlich gesprochen können wir also sagen: Die letzte Tonne freier Sauerstoff wird früher verbrannt sein als die letzte Tonne Brennstoff.

Der Sauerstoffverbrauch bei der Verbrennung

Der technische Bedarf an freiem Sauerstoff ist außerordentlich hoch. Wenn man den für Verbrennungsvorgänge erforderlichen Sauerstoffverbrauch mit der Sauerstoffbildung durch Photosynthese vergleicht (Tabelle 2), so wird ersichtlich, daß der für Verbrennungszwecke erforderliche jährliche Sauerstoffverbrauch gegen Ende unseres Jahrhunderts die Jahresmenge des durch Pflanzen photosynthetisch erzeugten Sauerstoffs übersteigen wird. Hier tritt der Mensch als mächtiger geochemischer Faktor in Erscheinung, der auf das Sauerstoffgleichgewicht der Erde in einer Weise Einfluß nimmt, daß es zu einer Verringerung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre kommt.

Tabelle 2:

Jahr	Jährlicher Brennstoffverbrauch (Mrd. t Einheitsbrennstoff)	Jährlicher Sauerstoffverbrauch (Mrd. t)	Anteil am Verbrauch des im Laufe eines Jahres durch Photosynthese gebildeten Sauerstoffs (in Prozenten)	
			Land masse	global
1890	0,6	1,4	2,6	0,6
1960	5,2	12,0	22,6	4,9
1980	11	25,3	47,7	10,5
2000	25	57,5	109,0	23,7
2050	100	230	434,0	95,0

Es zeigt sich, daß schon jetzt ein geringer Sauerstoffverlust unserer Atmosphäre zu verzeichnen ist. Davon zeugt auch der erhöhte Kohlendioxydgehalt der Atmosphäre, der im zwanzigsten Jahrhundert eingetreten ist. Folglich ist die Annahme begründet, daß heute die zusätzliche Kohlendioxydmenge, die bei der Verbrennung von mineralischen Heizstoffen in die Atmosphäre gelangt, durch die Photosynthese nicht assimiliert werden kann. Mit anderen Worten, bereits beim heutigen Umfang der Verbrennung mineralischer Energieträger geht uns ein Teil unserer Atmosphäre auf Kosten des Gesamtvorrats an atmosphärischem Sauerstoff, der sich durch Photosynthese nicht mehr ersetzen läßt, unwiederbringlich verloren.

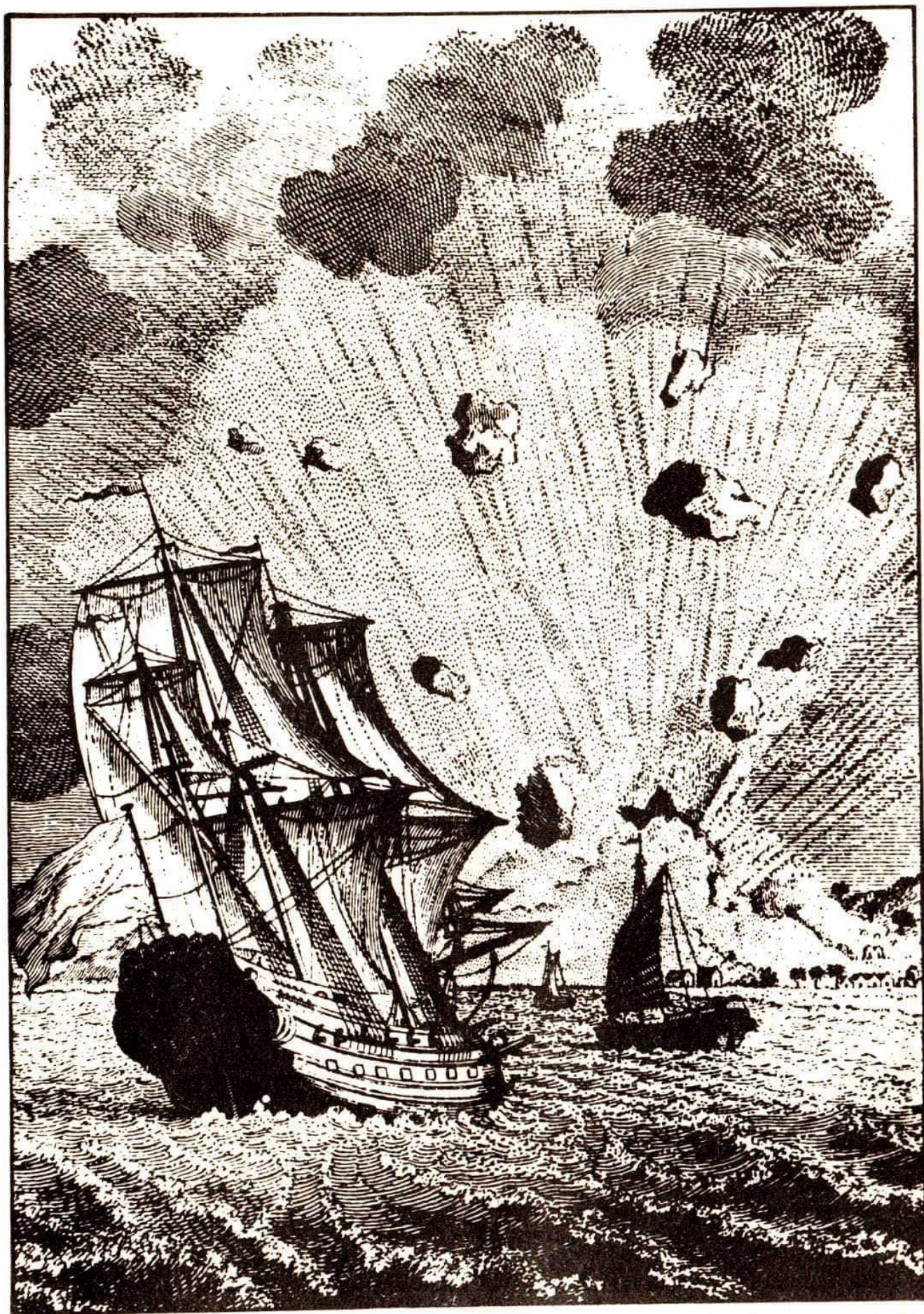


Machwerke in der Raumfahrtthematik

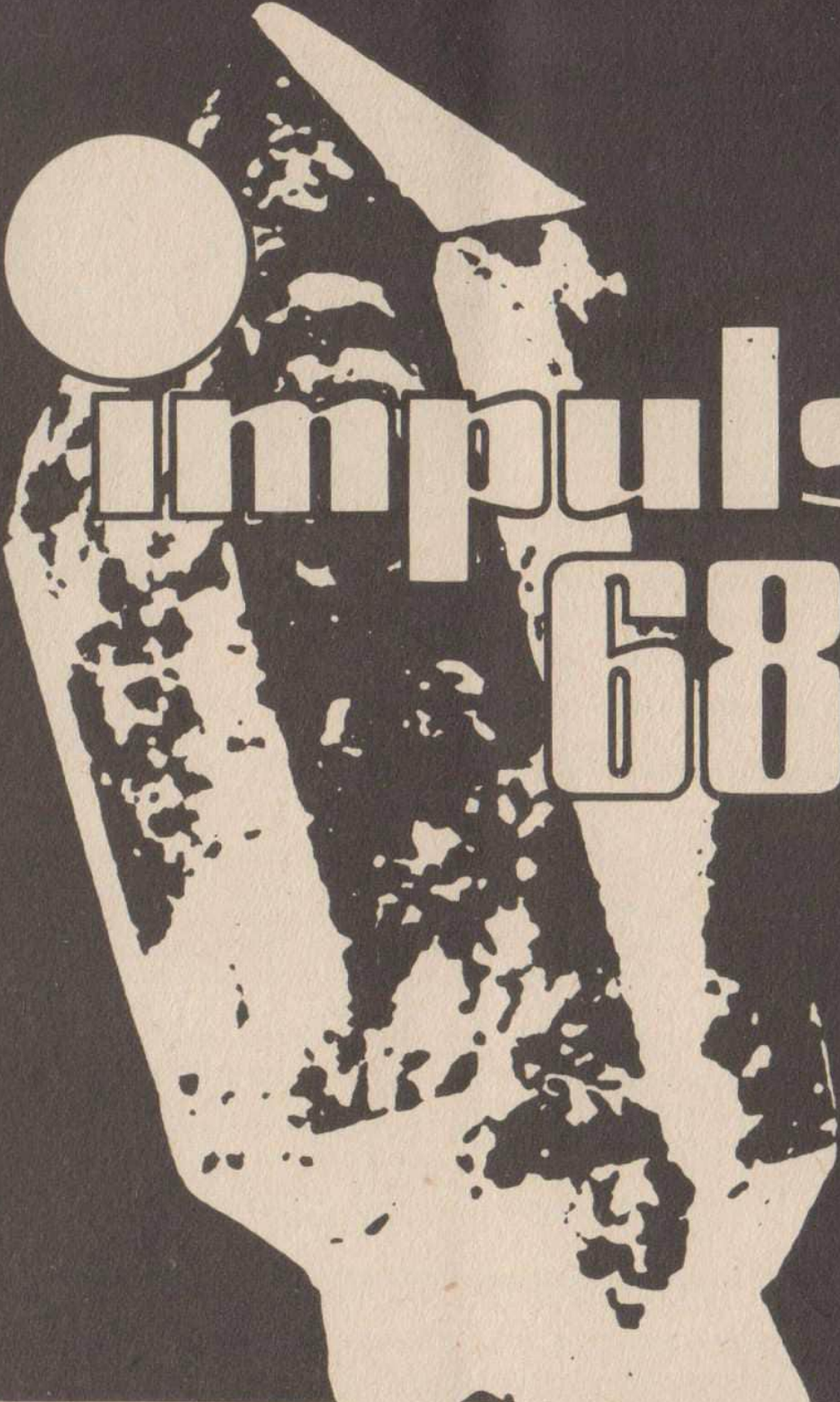
Eine Sache, die sehr nach "Mache" riecht, sind die "himmlichen Weltraumbriefe" des Apollo 15-Unternehmens. Ein amerikanischer Notar hat z.B. 120 Briefe mit einem Zertifikat versehen, die bezeugen sollen, dass sie auf dem Mond gewesen sind. Man spricht von 5000,-- DM, die ein solcher Brief kosten soll ! Von anderer Seite erfährt man, dass noch eine weitere Serie von genau 300 Briefen auf dem Mond gewesen sei. Darüber gibt wiederum ein Zertifikat des Astronauten Scott die Echtheitsgarantie. Möglich, dass noch weitere "beglaubigte" Briefserien auftauchen werden. Zur Zeit waren also "nachweisbar" 400 Mondbriefe auf dem Wege zum Mond und zurück zur Erde.

Dieser Rummel um derartige Belege hat die NASA sicherlich veranlasst, im Herbst 1971 den Astronauten zu untersagen, künftig kommerzielle Geschäfte in Verbindung mit den Raumflügen zu unternehmen.

Mit Genehmigung des Informationsblattes
der Astronautischen Arbeitsgemeinschaft
Potsdam " WELTALL 72 "



Der Berg bei Gammacanorre (Molukken-Inseln) fliegt 1673 in die Luft
Nach Histoire générale des voyages, Band 1755



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

6



impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)
L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

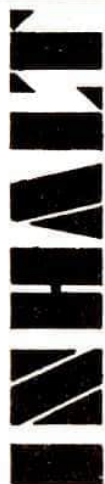
Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (Teil 3)	3
Büchermarkt	6
Einfluß hoher Drücke auf Festkörper (Teil 1)	7
Alle reden von Umweltschutz – warum? (Teil 1)	13
Die Sonne (Teil 1)	17
Schwarz-Weiß-Fotografie (Teil 3)	24
DOKUMENTATION	28

H.-D. Löhnig

Sektion Physik

Diplom-Physiker

Einführung in die Quantentheorie (Teil 3)

4. Der Fotoeffekt

EINSTEIN vermutete als erster, daß die von PLANCK im Jahre 1900 eingeführte Konstante h von fundamentaler physikalischer Bedeutung sei. Durch die Anwendung der neuen Erkenntnisse auf den Fotoeffekt erfuhr die neu entstandene Quantentheorie eine glänzende Bestätigung und wesentliche Erweiterung.

Der Fotoeffekt gehörte zu Beginn unseres Jahrhunderts zu den ungeklärten Problemen. Kurz nach der Entdeckung des Elektrons stellte man überrascht fest, daß, wenn bestimmte Metalloberflächen mit Licht bestrahlt werden, aus diesen Elektronen austreten. Wenn man nach der klassischen Physik annimmt, daß das Licht nur eine elektromagnetische Schwingung ist, so versetzt diese Schwingung die Elektronen in Bewegung. Es könnte dann passieren, daß einige Elektronen durch die zugeführte Schwingungsenergie aus dem Metallverband herausgerissen werden.

Eine sicherlich recht einfache Erklärung für den Fotoeffekt. Je größer die Lichtintensität, desto größer auch die maximale (kinetische) Energie der ausgesandten Elektronen. Würde man die Intensität konstant halten, dafür aber die Frequenz ändern, müßten mit wachsender Frequenz die Elektronen eine geringere Energie aufweisen. Infolge ihrer trägen Masse könnten sie dann nicht mehr den schnellen Schwingungen folgen.

Genauere Untersuchungen zeigten allerdings ein ganz anderes, nicht erwartetes Verhalten.

- a) Die Intensität des Lichtes beeinflusst nicht

die Elektronenenergie und

- b) die Elektronenenergie nimmt mit der Frequenz des Lichtes zu.

Klassisch war dieser Sachverhalt völlig unverständlich.
(Sie werden daher sicherlich die Aufgabe im Teil 1 nicht richtig gelöst haben.)

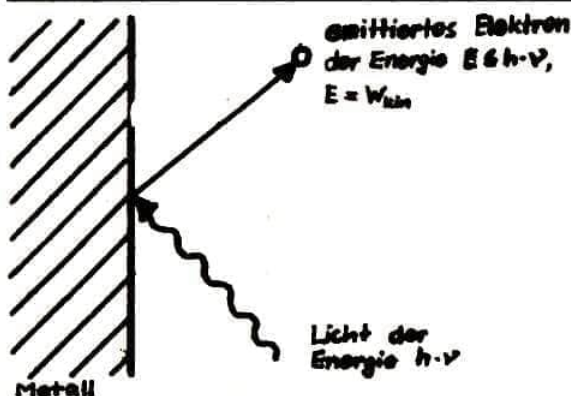
EINSTEIN löste 1905 dieses Problems über PLANCK's Beziehung

$$\Delta E = h \cdot \nu .$$

Allerdings formulierte er diese Beziehung etwas um und sagte: die maximale Elektronenenergie $E_{\max}$ wird durch die Frequenz des eingestrahlteten Lichtes bestimmt

$$E_{\max} = h \cdot \nu .$$

Damit ist auch erklärt, warum in den Beobachtungen die Elektronenenergie nur von der Frequenz abhängig ist.



Einstein bereicherte die noch junge Quantentheorie durch eine sehr wichtige Hypothese,

5. Die Lichtquantenhypothese

Die richtige Deutung des Fotoeffekts verlangt, daß das Licht nicht kontinuierlich, sondern nur in ganz bestimmten Energiequanten, "verschluckt" wird. Solch ein Lichtquant der Energie $h \cdot \nu$ kann dann ein Elektron aus dem Metallverband herauslösen. Es wird vernichtet und übergibt die gesamte Energie an das emittierte Elektron. EINSTEIN schlußfolgerte daraus, daß das Licht überhaupt nur aus Quanten der Energie $E = h \cdot \nu$ besteht. Die einzelnen "Teilchen" des Lichtes bezeichnet man als Photonen. Danach sieht jetzt der Fotoeffekt im "Quantenbild" wie folgt aus:

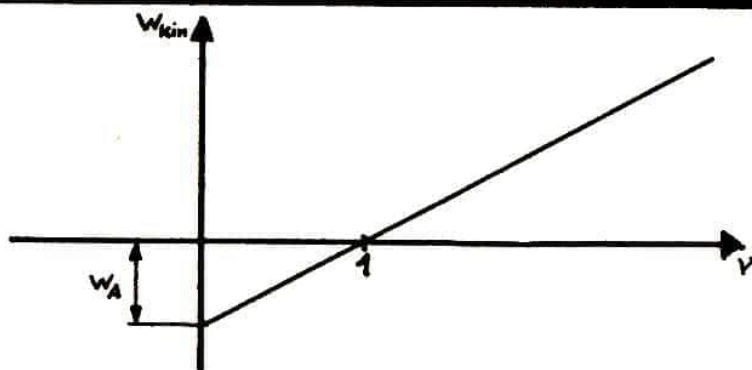
Ein Photon der Energie $h \cdot \nu$ wird von einem Elektron restlos absorbiert. Die Lichtteilchen (Photonen) können nur einzeln absorbiert werden. Das Elektron nimmt die Photonenenergie $h \cdot \nu$ restlos auf und kann somit die Metalloberfläche verlassen. Beim Verlassen der Oberfläche verlieren aber die meisten Elektronen durch Zusammenstoß mit anderen ihre überschüssige Energie, so daß tatsächlich nicht alle angeregten Elektronen die Oberfläche verlassen können. Wenn sie herauskommen, verbleibt ihnen meist nur noch eine kinetische Energie, die kleiner ist als $h \cdot \nu$ (die Energie des Photons). In der Abbildung ist das verdeutlicht.

Bezeichnet man die Energie, die benötigt wird, um die Oberfläche zu verlassen, mit W_A (Austrittsenergie), die kinetische Energie der Elektronen mit W_{kin} , so lautet die Energiebilanz:

$$h \cdot \nu = W_{kin} + W_A \quad (1)$$

Da sich aus dieser Gleichung relativ leicht h berechnen läßt, soll hier noch kurz darauf eingegangen werden.

Man bestrahlt eine Metalloberfläche mit wachsender Frequenz und erhält folgenden Kurvenverlauf:



Am Punkt 1 treten die ersten Elektronen aus der Oberfläche aus. Nach Umstellung von (1)

$$W_{kin} = h \cdot \nu - W_A$$

erhält man das Plancksche Wirkungsquantum als Anstieg der Geraden.

EINSTEINS Hypothese, daß das Licht aus Quanten der Energie

h • ♡ besteht, wurde durch die Weiterentwicklung der Quantentheorie glänzend bestätigt. Zusammen mit PLANCK's Hypothese wurde damit die Grundrichtung der modernen Physik festgelegt.

Fortsetzung in Heft 7

BUCHERMARKT

I. L. Bellanger

Die Jagd nach dem Drachen - Rauschgifte, Drogen-Genußmittel

Bellanger berichtet über Geschichte, Herkunft, internationale Verbreitung und Anwendung der Rauschgifte in einer äußerst fesselnden und eindringlichen Weise.

Nach einer Einführung in die allgemeine Problematik der Sucht werden zunächst die natürlichen Rauschgifte Opium, Hanf und Koka und dann die natürlichen Genußgifte einschließlich Kaffee, Tee und Alkohol (mit Ausnahme des Tabaks) besprochen. Anschließend Abschnitte über Morphin, Heroin und Kokain leiten über zur großen Zahl der synthetischen Heilmittel mit Suchtwirkung. Weitere Kapitel erzählen vom weltweiten Kampf gegen die Rauschgifte und lassen Ursachen und Hintergründe dieser Geißel der Menschheit deutlicher werden. Das Buch ist leicht verständlich und oft im Stil einer Reportage geschrieben. Der Leser erfährt von süchtigen Tieren, findet Originalrezepte mittelalterlicher Hexensalben und hochinteressante Erlebnisberichte von Selbstversuchen mit Drogen. Aufschlußreiche statistische Angaben wechseln ab mit kriminalistischen Episoden vom Kampf gegen den internationalen Rauschgiftschmuggel und einem Besuch im Laboratorium der UNO in Genf. Das ganze wird durch eindrucksvolle Abbildungen und Zeichnungen wirksam unterstrichen. Ein kleines Sachwortregister und ein Verzeichnis weiterführender Literatur schließen den auch äußerlich sehr ansprechenden Band ab.

I. Hendrich
Sektion Chemie

Der Einfluß hoher Drücke auf Festkörper (Teil 1)

Nach 50 Jahren Hochdruckforschung gelang 1954 erstmals die Synthese des Diamanten. 1968 wurde die Jahresproduktion künstlicher Diamanten in der Welt auf etwa eine Tonne geschätzt. Wer die Bedeutung von Diamant-Werkzeugen für die Industrie kennt, wird diese neue und ständig wachsende Quelle von Industriediamanten nicht hoch genug einschätzen können. Und doch haben wir es hier mit nur einem, dem zur Zeit aber populärsten Ergebnis der Hochdruckforschung zu tun. Die Forschung auf diesem Gebiet ist gerade in einem Stadium, in dem umfangreiches experimentelles Material zusammengetragen wird, und doch zeichnen sich schon Entwicklungsrichtungen ab, die die Herstellung künstlicher Diamanten in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung weit übertreffen könnten. Doch zunächst soll erläutert werden, welche Bedeutung die Zustandsgröße Druck in einem System hat. Wenn wir einmal ein Gas betrachten, so wissen wir aus Erfahrung, daß es sich beim Erwärmen ausdehnt. Geschieht das in einem geschlossenen Behälter, so steigt der Druck an. Andererseits erwärmt sich ein Gas beim Komprimieren. Komprimiert man ein reales Gas und führt die dabei entstehende Wärmemenge ab, so läßt sich das Gas bei einem bestimmten Druck verflüssigen. Ebenso könnte man eine Flüssigkeit bei konstanter Temperatur durch Einwirkung hoher Drücke erstarren lassen. Im Widerspruch dazu steht aber die Erfahrung, daß festes Eis sich unter Druckeinwirkung verflüssigt. (Diese Tatsache ermöglicht z. B. das Rodeln). Wie läßt sich diese Erscheinung erklären? Im Chemieunterricht wird im Zusammenhang mit der Ammoniaksynthese das Prinzip von Le Chatelier (Prinzip des kleinsten Zwanges) behandelt, das besagt: Übt man auf ein im Gleichgewicht befindliches System durch Änderung der äußeren Be-

dingungen einen Zwang aus, so verschiebt sich das Gleichgewicht derart, daß es dem äußeren Zwang ausweicht. Das bedeutet: Wenn wir zwei Zustände eines Stoffes (z. B. fest oder flüssig), die sich durch ihr spezifisches Volumen (Volumen pro Masseneinheit) bzw. Dichte unterscheiden, so wird der Stoff bei Druckeinwirkung in den Zustand übergehen, der das kleinere spezifische Volumen bzw. die größere Dichte besitzt. In der Regel hat die feste Form eines Stoffes eine größere Dichte als die flüssige, und dann gilt, daß der Schmelzpunkt des Stoffes mit steigendem Druck absinkt, und daß man die Flüssigkeit bei genügend hohen Drücken schon bei Zimmertemperatur erstarren lassen kann. Vom Wasser ist uns aber bekannt, daß das Eis eine geringere Dichte hat (deshalb schwimmt auch luftblasenfreies Eis auf dem Wasser), so daß Eis bei Druckeinwirkung in das dichtere flüssige Wasser übergeht. Bei höheren Drücken bildet auch das Wasser keine Ausnahme mehr und geht in dichtere Eismodifikationen über. Wie groß sind nun die Drücke, die an Flüssigkeiten und Festkörpern derartige Eigenschaftsänderungen hervorrufen?

Der Übergang von Wasser in seine dichte Eismodifikation bei 0°C erfolgt bei einem Druck von etwa 6 000 atm. Das ist ein vergleichsweise niedriger Druck, denn die erste Diamantsynthese erfolgte bei $2\,000^{\circ}\text{C}$ und 53 000 atm.

Zunächst wollen wir uns der Erzeugung solch hoher Drücke zuwenden. (Dabei ist leicht einzusehen, daß man sie nur in sehr kleinen Räumen realisieren kann.).

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen statischen und dynamischen Methoden. Bei den letzteren werden durch Explosionen Stoßwellen (auch Schockwellen genannt) erzeugt, die für kurze Zeiten (ca. 10^{-6} s) extrem hohe Drücke (bis zu 10^6 atm) realisieren. Im folgenden soll jedoch nur auf die statischen Methoden eingegangen werden.

Hierbei wird der Druck in entsprechenden Apparaturen durch Einwirkung eines oder mehrerer Stempel auf die Probe erzeugt. Nach der Definition ist 'Druck gleich Kraft pro Flächeneinheit'. Um einen hohen Druck zu erhalten, brauchte man also nur eine große Preßkraft auf einen Stempel mit mög-

lichst kleiner Fläche wirken zu lassen. Dem steht aber entgegen, daß man einen möglichst großen Probenraum haben möchte, daß man die Probe nicht zerquetschen will, sondern der Druck soll nach Möglichkeit von allen Seiten gleichmäßig wirken (hydrostatischer Druck). Darüberhinaus sind auch durch das für die Apparaturen zu verwendende Material Grenzen gesetzt.

Zum Material für die Stempel der Druckapparaturen soll hier nur gesagt werden, daß sie mindestens aus gehärteten Spezialstählen, zumeist aber aus sogenannten Hartmetallen (Wolframcarbid mit 5 - 10 Prozent Kobalt) bestehen.

Eine relativ einfache Apparatur ist die sogenannte einfache Zweistempelpresse (Abb. 1).

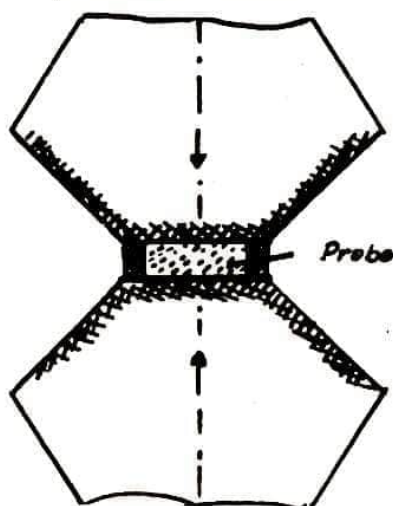


Abb. 1

Einfache Zweistempelpresse

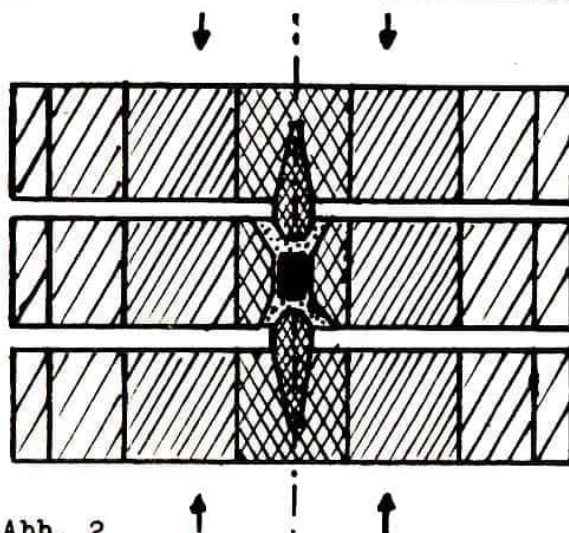


Abb. 2

"Belt"-Apparatur

Zwei Stempel werden durch eine hydraulische Presse gegeneinander gedrückt. Zwischen den Stempeln befindet sich in einem Ring aus Pyrophyllit (ein talkähnliches Mineral der Zusammensetzung $\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})$). Der Ring verhindert, daß die Probe seitlich herausgequetscht wird. Bei dieser Apparatur treten starke Scherkräfte auf, d. h.. wegen des nur von zwei Seiten wirkenden Druckes treten in der Probe starke Kräfte senkrecht zur Druckrichtung auf, die unter Umständen große Bedeutung für Untersuchungen an dieser Apparatur haben können. Günstiger liegen die Verhältnisse bei der Stempel-Zylinder-Presse. Der Druck wird dabei durch Hineindrücken

eines Stempels in eine zylindrische Bohrung, in der sich die Probe befindet, erzeugt.

Einen weitgehend hydrostatischen Druck kann man mit der sogenannten "Belt"-Apparatur erzielen (Abb. 2). Zwei konische Stempel drücken in die eigentliche Druckkammer. Durch das Fließen des Druckübertragungsmediums, das die Probe umgibt, wird ein fast hydrostatischer Druck realisiert. (Das Druckübertragungsmedium verhält sich unter Druck fast wie eine Flüssigkeit. Dadurch wirkt der Druck von allen Seiten gleichmäßig auf die Probe ein. Gut bewährt haben sich hierbei AgCl und NaCl). Die Abdichtung des Druckraumes gegenüber der Umgebung erfolgt durch Pyrophyllitmanschetten um die Stempel.

Die eigentliche Probe befindet sich in einem Röhrchen aus Nickel, Molybdän oder Platin. Die Enden des Röhrchens werden von den Stempeln direkt berührt. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die Stempel bzw. das Stempelbett kann das Probenröhrchen zudem noch aufgeheizt werden.

Erwähnt werden soll, daß die erste Diamantsynthese mit Hilfe einer Belt-Apparatur durchgeführt wurde und daß sie auch bei der industriellen Erzeugung von Diamanten häufig verwendet wird.

Neben den verschiedenen Arten von Zwei-Stempel-Pressen finden auch Viel-Stempel-Pressen Verwendung, bei denen die Stempel aus verschiedenen Richtungen drücken, so daß ein Probenraum bestimmter Geometrie entsteht (z. B. Tetraeder- und Hexaederpressen). Die Messung der durch diese Apparaturen erzeugten hohen Drücke soll im Rahmen dieses Artikels nicht behandelt werden.



WISSEN WERTET

Für das Bakterium *Escherichia coli*, einen Darmbewohner des Menschen, mit einer Länge von ca. $2\text{ }\mu\text{m}$ ($1\text{ mm} = 1000\text{ }\mu\text{m}$) wird eine Genomlänge von $1,5\text{ mm}$ angenommen. Auf diesem Genom sind insgesamt 6000 Gene lokalisiert; ein Gen besteht aus rund 1000 Nucleinsäurebasen. Dieses Genom wiederum ist auf einen Kernbereich von $0,2\text{ }\mu\text{m}$ konzentriert.

Was?

Wo?

Wie?



Gebe ab:

*Zeitschrift „Der Modellisenbahner“
von 1956 bis 1973,*

(1956 bis 1960 gebunden)

für ca. 40% des Neuwertes.

*Gebe ebenfalls ab Modellbahn-
Fachbücher. Liste anfordern!*

*Briefschaften an die Redaktion Impuls 68
unter Kennwort „Modellisenbahn“*

Gewitter als „Generatoren“

Die elektrisch gut leitende Ionosphäre bildet zusammen mit der Erdoberfläche einen mächtigen globalen Kugelkondensator, der ständig auf eine mittlere Spannung von ca. 280 kV aufgeladen ist. Diese "Ionosphärenspannung" wäre nach kurzer Zeit verschwunden, wenn nicht mächtige "Generatoren" dauernd für einen Ladungsausgleich sorgen würden. Die luftelektrischen "Schönwettergebiete" stellen gewissermaßen die Verbraucher dar, in denen ein Strom zwischen Ionosphäre und Erdoberfläche fließt. Die Rolle der Generatoren übernehmen die Gewitter, welche ständig für eine konstante Spannung zwischen Ionosphäre und Erdoberfläche sorgen.

Bakterielles Leben bei 90 °C!

Wie amerikanische Wissenschaftler berichteten, haben sie aus der 90 bis 93° C heißen Boulder Quelle im Yellowstone Nationalpark Bakterien isoliert. Es handelt sich um zwei Typen, deren Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gattung noch nicht geklärt ist: stäbchenförmige und lange filamentöse Formen. Die Zellwandstruktur dieser Bakterien weist gegenüber der anderer Bakterien, namentlich mesophiler und thermophiler Arten, Unterschiede auf. Aus elektronenoptischen Dünnschnittaufnahmen konnte als bedeutendstes Merkmal eine relativ dicke diffuse Außenschicht, innerhalb derer eine Untereinheit-Struktur ausgebildet ist, festgestellt werden. Diese diffuse Außenschicht steht über porenartige Kanäle mit der Zellmembran in Verbindung. Radioaktive Incorporationsversuche zeigten, daß das Temperaturoptimum dieser Bakterien bei 80 bis 90° C liegt; das bedeutet, daß sie an die sie umgebenden Temperaturverhältnisse von 90 bis 93° C nicht vollständig angepaßt sind. Die Bakterien weisen Verdopplungszeiten von 3 bis 7,5 h auf. Eine andere Mitteilung besagt, daß in einer 99 bis 100° C heißen Schwefelquelle bei Rotorua, Neuseeland, ebenfalls lebensfähige Bakterien gefunden wurden.

Synthese einer Amöbenzelle

Der künstliche Aufbau einer Amöbenzelle ist einer Forschergruppe an der Universität Buffalo gelungen. Aus Zellmembran, Zellplasma und Zellkern anderer Zellen wurde eine neue synthetische Amöbe zusammengefügt, die weiterlebte und regenerationsfähig war. Nach Meinung des Leiters dieser Gruppe wird es schon in fünf Jahren möglich sein, neuartige Zellen aus Teilen der verschiedensten Arten zu erzeugen, nachdem ja bereits die Synthese eines Gens und eines Virus gelungen ist. Es wäre seiner Meinung nach möglich, eine Eizelle künstlich im Labor aufzubauen.

Alle reden von Umweltschutz - warum? (Teil 1)

Die Lösung des Problems Umweltschutz gehört für die nächsten Jahrzehnte zu den wichtigsten Aufgaben, vor die die Wissenschaftler (und auch die Politiker) gestellt sind. Wie dringend die Lösung dieses Problems (geht es doch um die Verhinderung des drohenden Umwelttodes) und wie komplex zugleich die Natur der zu lösenden Aufgaben ist, soll im folgenden dargelegt werden.

Wir leben in einer Zeit, in der durch das immer intensivere Eingreifen des Menschen in die Natur unsere Umwelt in zunehmendem Maße bedroht wird. Während es - entsprechend dem technischen Stand - in der Vergangenheit so schien, als wären Luft (insbesondere der lebensnotwendige Sauerstoff) und Wasser in unbegrenzter Menge vorhanden, so zeigt die Gegenwart, daß diese Stoffe beginnen, rar zu werden. Das liegt einmal daran, daß der Bedarf ständig steigt (allein der Wasserbedarf steigt jährlich um etwa 2 Prozent), und zum anderen daran, daß Luft und Wasser in sehr starkem Maße verschmutzt werden. Welch hoher Verschmutzungsgrad unserer Gewässer inzwischen erreicht worden ist und welche Gefahren dadurch entstehen, soll kurz gezeigt werden: Das herausragende Beispiel hierfür stellt im europäischen Raum der Rhein (die "Kloake Europas" - wie er bereits genannt wird) dar. Hierzu einige Zahlen: Dem Rheinwasser werden in Form chemischer Verbindungen täglich etwa 30 000 t Chloride und

jährlich etwa 9 000 t Zink

3 000 t Kupfer

1 500 t Blei

1 000 t Arsen (0,1 g sind für den Menschen
tödlich!)

85 t Quecksilber

2 t Chrom

zugeführt.

Wie hoch die Konzentration chemischer Verbindungen im Rheinwasser ist, demonstrierte auf anschauliche Weise ein bundesdeutscher Fotograf, indem er als Entwickler für seine Filme Rheinwasser verwendete - was bei einer Entwicklungsdauer von einigen Stunden zum Ziel führte.

Dieser nahezu katastrophalen Verschmutzung des Rheines, die hier als markantes Beispiel angeführt wurde und vor allem auch im Ergebnis des maßlosen Profitstrebens ist (nähere Einzelheiten im Teil 2), steht ein steigender Wasserbedarf gegenüber. Bereits heute wird in den Gebieten um Halle, Leipzig, Bitterfeld jeder Tropfen Wasser viermal genutzt!. Auch hierzu einige Zahlen:

Zur Herstellung von 1 t Zeitungspapier werden 50 t

1 Flasche Bier (0,33 l) 5 l

1 t Kunstseide 750 t Wasser benötigt.

Diese Wassermenge fällt nahezu vollständig als Abwasser wieder an. Hinzu kommen noch die Abwässer aus dem kommunalen Bereich. Hier kommt es darauf an, durch mehr Kläranlagen für den kommunalen Bereich und durch sorgfältigere Reinigung der Industrieabwässer Abhilfe zu schaffen. In der Industrie wird es dabei nützlich sein, durch andere Technologien den Wasserverbrauch einzuschränken, denn die Reinigung weniger, dafür aber hochgradig verschmutzten Wassers ist wesentlich wirtschaftlicher als die von viel relativ wenig verschmutzten Wassers.

Denn welche Folgen eine ungenügende Reinigung dieser Abwässer hervorruft, zeigen unsere Flüsse. Dabei stellt die dadurch heraufbeschworene Gefährdung der Trinkwasserversorgung noch das kleinere Übel dar, denn bei der Verunreinigung der Flüsse bleibt es nicht. Die Abfälle gelangen ins Meer. Aber auch die Ozeane sind solch riesigen Giftmengen auf die Dauer nicht gewachsen. Der französische Meeresforscher Jaques Cousteau berichtete, daß die Lebenskraft der Meere in den letzten 20 Jahren um 30 - 50 Prozent abgenommen hat, da gegen einen derartigen Anfall von Schmutz die Fähigkeit der Selbstreinigung nicht mehr ankommt. In die Weltmeere gelangen (nach Picard) unter anderem jährlich etwa 5 - 10 Mio t Ölprodukte und auf dem Weg über die Atmosphäre etwa 1,8 Mio t Auspuffgase. Dadurch ist eine Ge-

fahr entstanden, die die Existenz des Menschen bedroht: Nämlich eine drohende Abnahme des Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre. Sie enthielt vor wenigen Jahren etwa 280 Billionen t Sauerstoff, für deren Produktion die Pflanzendecke der Erde etwa 2 000 Jahre benötigte, denn Sauerstoff war ursprünglich auf der Erde in freier Form nicht vorhanden. Erst der bei der Assimilation der Pflanzen gegenüber der Dissimilation entstehende Sauerstoffüberschuß ermöglichte die Ausbildung der Atmosphäre in die heute vorhandene Form. Dieser Sauerstoffüberschuß ist es letztlich, von dem wir leben. Doch er ist bedroht: Einmal ist es die starke Zunahme chemisch-technischer Prozesse, bei denen Sauerstoff verbraucht wird: Jede Oxydation benötigt Sauerstoff - so verbraucht allein die Luftfahrt jährlich etwa 60 Mio t - eine Boeing 707 verbraucht bei einer Atlantik-Überquerung 35 t Sauerstoff; zum anderen ist die Pflanzendecke, die den Sauerstoff produziert, gefährdet. Hier ist es vor allem die zunehmende Verschmutzung der Ozeane, die dem Überschuß ein Ende bereiten könnte, denn 70 Prozent der Jahresproduktion von Sauerstoff wird von den Kieselalgen der Meeresoberfläche abgegeben. Ein Absterben der Kieselalgen durch eine weitere Vergiftung der Ozeane hätte verheerende Folgen. (Würden z. B. drei große Tanker mit Herbiziden oder Insektiziden beladen, auslaufen, so wäre das Ende des Sauerstoffüberschusses da.) In wie starkem Maße sich die Verschmutzung der Ozeane auf die Sauerstoffproduktion auswirkt, zeigt sich an der Abnahme des Sauerstoffgehaltes des Meerwassers. Bei der Ostsee (die als Randmeer besonders zu leiden hat) sieht das folgendermaßen aus: Um 1900 enthielt 1 l Wasser 2,5, um 1940 noch 2 und 1970 nur noch 0,1 cm³ Sauerstoff. Doch daß die Umweltprobleme von komplexerer Natur sind und nicht nur dadurch gelöst werden können, indem sämtliche Abwässer und Abgase sorgfältig gereinigt werden, möge an einem letzten Beispiel gezeigt werden: Die Intensivierung der Landwirtschaft hat durch den ständigen Entzug pflanzlicher Produkte (die wir oder das liebe Vieh verspeisen) zu einer Verarmung des Bodens an stickstoffhaltigen Verbindungen geführt,

was durch den Einsatz an Stickstoffhaltigem Mineraldünger ausgeglichen werden soll. Jedoch werden etwa 36 Prozent des eingesetzten Düngers in Flüsse und Seen gespült, die damit auch gedüngt werden. Bereits eine Konzentration von 0,3 ppm (parts per million = 10^{-6} , hier also 0,3 mg/l) führt dabei zu einem explosionsartigen Wachstum bestimmter Algenarten, die auch in ebensolchen Mengen wieder absterben. Zu ihrer Vernichtung bedarf es ungeheurer Bakterienmengen, die den im Wasser gelösten Sauerstoff verbrauchen, wodurch die Fische und schließlich auch die Pflanzen und Algen absterben, die Selbstreinigung des Gewässers unterbleibt, es "lebt" nicht mehr.

Experten befürchten, daß in den USA, wo durch die aus Profitinteressen rücksichtslose Abholzung der Wälder und der damit verbundenen Bodenerosion der Einsatz von Stickstoffdünger besonders groß ist, 1980 sämtliche Flüsse und Seen frei von Lebewesen und damit auch frei von Sauerstoff sein werden. Solches Wasser ist aber auch nicht mehr trinkbar! Ein Ausweg aus dieser Misere bestünde darin, die selbsttätige Stickstoffherzeugung des Humus anzuregen, was allerdings eine gut ausgebildete Bodenkrume erfordert, die jedoch durch die schweren Bodenbearbeitungsgeräte in zunehmendem Maße zerstört wird. Man sieht, was für eine komplexe Natur die Aufgaben besitzen, vor die unsere Wissenschaftler und Technologen gestellt sind und die vielleicht der eine oder andere der jetzigen "Impuls"-Leser in einigen Jahren näher kennenlernen wird.

Insbesondere am letzten Beispiel zeigt sich, daß Umweltschutz nicht nur in einer Reinigung von Abwässern und Abgasen besteht, sondern daß daneben auch solche Kreisläufe und Zusammenhänge wie der oben geschilderte untersucht werden müssen, um in Zukunft zu vermeiden, daß bei der Reparatur eines entstandenen Umweltschadens nicht ein noch größerer hervorgerufen wird.

Fortsetzung im nächsten Heft

1. Einleitung

Es ist nicht verwunderlich, daß die Menschen schon sehr früh ihre Aufmerksamkeit der Sonne zuwandten. Selbst in den primitivsten Kulturstufen konnte es nicht verborgen bleiben, daß die Sonne lebensnotwendig ist, indem sie Licht und Wärme spendet. Da aber in den frühen Entwicklungsetappen der Menschheit die physikalischen Erkenntnisse über das Wesen der Sonne noch nicht vorhanden waren, entstanden mystisch-religiöse Vorstellungen über diesen Himmelskörper. Oft wurde die Sonne als Gottheit angebetet.

Nachdem dann im Mittelalter durch Kopernikus, Kepler und Newton erkannt wurde, daß die Sonne der Zentralkörper unseres Planetensystems ist, wurde auch bald klar, daß die Sonne ein ganz "gewöhnlicher" Fixstern ähnlich vielen anderen Milliarden in unserem Milchstraßensystem ist, also ein heißer, selbstleuchtender "Gasball" unter vielen. Physikalische Einsichten in diesen Stern gewann man aus den im 19. Jhrh. beginnenden astrophysikalischen Messungen (Sonnenspektrum mit Fraunhoferlinien).

Für den Astronomen ist der Fixstern Sonne wegen seiner geringen Entfernung interessant (der nächste Fixstern - Proxima Centauri - ist bereits 268 000 mal so weit von der Erde entfernt wie die Sonne), so daß an ihm Beobachtungen gemacht werden können, die an anderen Fixsternen nicht möglich sind.

2. Die Sonne als Fixstern

Die Sonne ist im Mittel 149,6 Mio. km von der Erde entfernt, hat einen Radius von 696 000 km und eine Masse von

$1,99 \times 10^{30}$ kg, was 330 000 Erdmassen entspricht. Von den Astronomen wird sie als Zwergstern vom Typ G2 V eingeordnet. Dabei bedeuten G2 die sogenannte Spektralklasse, die im Prinzip ein Maß für die an der Sonnenoberfläche herrschende Temperatur (5785 K) darstellt und V die Leuchtkraftklasse, die (zusammen mit der Spektralklasse) die sogenannte Leuchtkraft eines Sternes, also die pro Sekunde ausgestrahlte Energie, charakterisiert.

Die Sonne strahlt pro Sekunde eine Energiemenge von $3,9 \times 10^{23}$ kW von ihrer Oberfläche ab. Das ist zwar für irdische Maßstäbe ungeheuer viel, im kosmischen Rahmen der anderen Fixsterne aber nichts Ungewöhnliches. Es gibt Sterne, die 1000 000 mal soviel Energie wie die Sonne ausstrahlen, weswegen die Sonne auch in die Kategorie der Zwergsterne fällt.

Die von der Sonnenoberfläche in alle Richtungen abgestrahlte Energie fällt nur zu einem geringen Bruchteil auf die Erde. Diejenige Menge, die bei senkrechter Bestrahlung außerhalb der Erdatmosphäre auf eine Fläche von 1 m^2 pro Sekunde fällt, heißt Solarkonstante und hat eine Größe von $S = 1,4 \text{ kW/m}^2$.

Der Wert der Solarkonstanten kann sich in den letzten 1 Milliarden Jahren nicht wesentlich geändert haben, da fossile Algen dieses Alters gefunden wurden, die nur bei Temperaturen existieren konnten, die ähnlich den heutigen gewesen sind. Daß die Sonne schon mindestens 1 Milliarde Jahre lang die gleiche Energiemenge pro Sekunde abstrahlt, hat tiefgreifende Folgerungen für ihren inneren Aufbau und die Energie"erzeugung" in ihrem Inneren.

2.1. Sonneninneres

Die eben genannte Tatsache führt zu der Schlußfolgerung, daß die Sonne im Innern sehr stabil aufgebaut sein muß und dort eine sehr umfangreiche "Energiequelle" besitzen muß. Als Sonneninneres wollen wir dabei jenen Teil der Sonne bezeichnen, der grundsätzlich nicht beobachtbar ist (auf eine Ausnahme kommen wir weiter unten zu sprechen). Da-

gegen ist die sogenannte Atmosphäre der Sonne (die nicht mit der Erdatmosphäre vergleichbar ist) direkter Beobachtung zugänglich. Daß diese Unterscheidung gemacht werden muß liegt daran, daß ein in den Energiefreisetzungsgebieten nahe dem Zentrum entstandenes Energiequant die Sonne nicht ungehindert bis zur Oberfläche durchlaufen kann, sondern bereits nach einer Strecke von etwa 10 cm von der Sonnenmaterie wieder absorbiert wird. Anschließend folgt eine Reemission, eine erneute Absorption usw., bis die Atmosphäre erreicht wird. Erst von dort aus hat ein Lichtquant die Chance, ohne erneute Absorption die Sonne zu verlassen, so daß alle Strahlung, die wir von der Sonne erhalten, nur indirekt aus dem Inneren, direkt aber von ihren äußersten Gebieten, eben der Atmosphäre, stammt.

2.1.1. Energieerzeugung

Die von der Sonnenatmosphäre abgestrahlte Energie muß ständig im Innern freigesetzt werden, da sonst die oben geforderte Stabilität der Sonne nicht gewährleistet wäre. Einfache Abschätzungen zeigen, daß für die geforderten Zeiträume (1 Milliarde Jahre) konventionelle Energiequellen (Verbrennung von Benzin o. ä.) nicht ausreichen. Als Energiequelle kommt nur die Kernfusion in Frage. Darunter versteht man die Bildung von schwereren Elementen aus leichteren, speziell bei der Sonne die Bildung von Helium aus Wasserstoff durch "Kernverschmelzung". Über Einzelheiten der Kernfusion im Sterninneren wurde in dieser Zeitschrift ("Impuls 68", Heft 4 von 1969/70) schon einmal berichtet, so daß hier nur auf einige spezielle Fragen eingegangen zu werden braucht.

Für die Kernfusion sind sehr hohe Temperaturen erforderlich. Sie wird erst bei etwa 10 Mio. K merklich wirksam. Eine solche Temperatur muß daher mindestens im Zentrum der Sonne herrschen.

Rechnungen zeigen, daß die Zentraltemperatur der Sonne bei 15 Mio. K liegt. Bei dieser Temperatur ist von den beiden

zur Auswahl stehenden Prozessen der Umwandlung von Wasserstoff in Helium, der Proton-Proton-Reaktion und dem Kohlenstoff-Stickstoff-Zyklus oder CNO-Zyklus (siehe obengenannte Literaturstelle), lediglich der erste effektiv, während der zweite nur einen geringen Beitrag liefert, und zwar ungefähr ein Zehntel im Zentrum, weiter außen noch weniger.

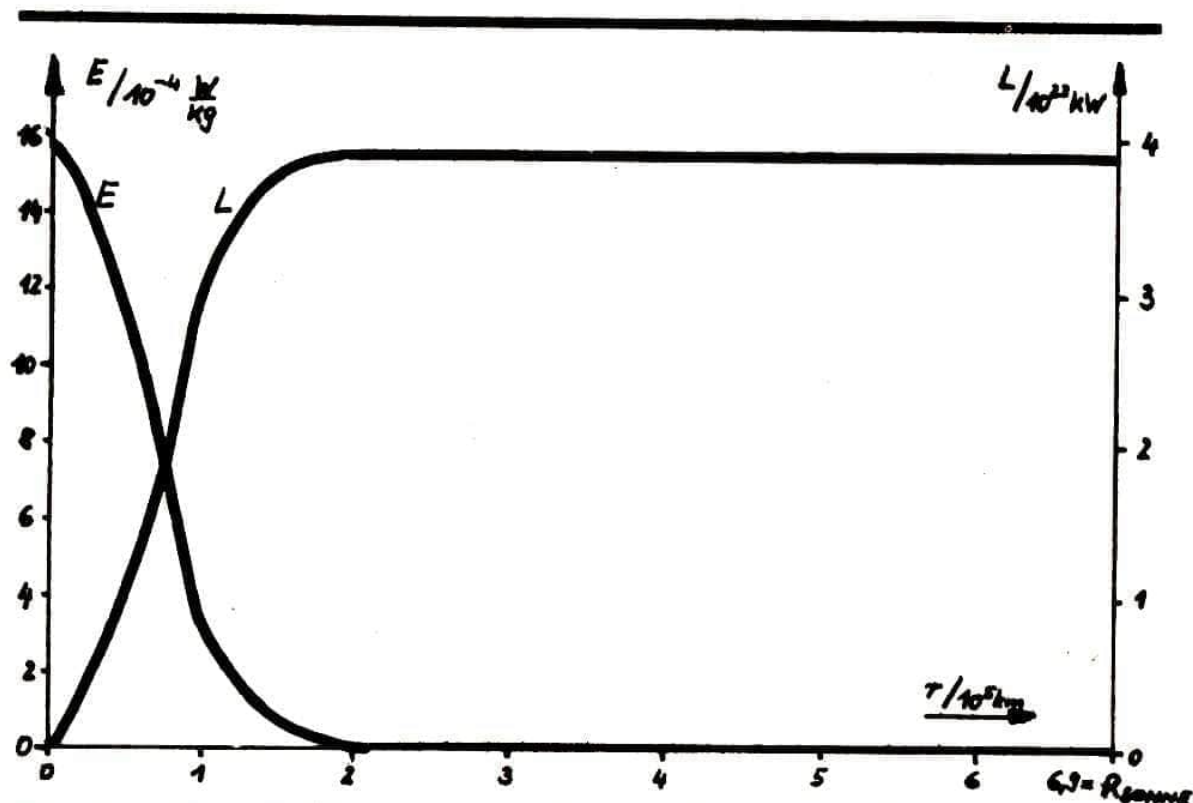


Abb. 1 Energiefreisetzung E pro Kilogramm Sonnenmaterie in Abhängigkeit vom Zentrumabstand r und Leuchtkraft L_r , die aus einer Kugel mit dem Radius r abgestrahlt wird, in Abhängigkeit von r .

Da die Effektivität der Kernfusion, ausgedrückt etwa in freigesetzter Energie pro Kilogramm Sternmaterie und Sekunde, sehr stark von der Temperatur abhängt, die Temperatur im Sonneninneren aber vom Zentrum nach außen abnimmt, ist damit zu rechnen, daß die Gebiete der Energiefreisetzung um das Sonnenzentrum konzentriert sind. Was diesbezügliche Rechnungen ergeben haben, zeigt Abbildung 1. Dort ist die durch die Proton-Proton-Reaktion freigesetzte Energie pro Kilogramm und Sekunde und die aus einer Kugel um das Zentrum mit dem Radius r stammende Leuchtkraft über dem Ab-

stand r aufgetragen. Dem Diagramm entnimmt man, daß der wesentliche Beitrag zur freigesetzten Energie aus einer Kugel von etwa 100 000 km Durchmesser um das Zentrum herührt.

Bei der Umwandlung von Wasserstoff in Helium entstehen auch sogenannte Neutrinos. Das sind Elementarteilchen mit ungewöhnlichen Eigenschaften. Sie besitzen eine praktisch verschwindende Ruhemasse, bewegen sich annähernd mit Lichtgeschwindigkeit und haben keine elektrische Ladung. Sie entstehen entweder im Zusammenhang mit einem Myon (μ -Meson; mittelschweres Elementarteilchen) oder gleichzeitig mit einem Elektron. Danach unterscheidet man Myon-Neutrinos und Elektron-Neutrinos. Bei den im Sonneninneren entstehenden Neutrinos handelt es sich um letztere.

Da Neutrinos verschwindende Ruhemasse und keine elektrische Ladung haben, zeigen sie nur eine extrem geringe Wechselwirkung mit anderen Teilchen. Sie sind in der Lage, die Sonne praktisch ungehindert zu durchdringen. Durch ihre "Beobachtung" auf der Erde können daher Aufschlüsse über das Sonneninnere gewonnen werden, das sonst nicht beobachtet werden kann. Darin besteht die oben erwähnte Einschränkung, als wir das Sonneninnere als den nicht beobachtbaren Teil der Sonne definiert haben.

Diese in ihren Eigenschaften sehr "exotisch" anmutenden Neutrinos bereiten den Astronomen zur Zeit erhebliche Kopfschmerzen. In den USA wurde eine Apparatur aufgebaut, um die von der Sonne stammenden Neutrinos nachzuweisen. Wegen der geringen Wechselwirkung dieser Teilchen mit anderer Materie erfordert das einen großen Aufwand. Um störenden Einflüsse zu vermeiden, wurde die Apparatur unter Tage in einer stillgelegten Goldmine installiert. Die Nachweisapparatur besteht aus einem großen Tank, der 450 000 l (!) C_2Cl_4 enthält. Die Neutrinos können mit dem Chlorisotop Cl_{17}^{37} reagieren und das Argon-Isotop Ar_{18}^{37} bilden, das wiederum wegen seines radioaktiven Zerfalles nachgewiesen werden kann. Allerdings kann trotz der unge-

heuren Menge Neutrinos, die von der Sonne zur Erde gelangt (etwa 10 Milliarden pro Quadratzentimeter und Sekunde), nur mit größenordnungsmäßig e i n e m Ereignis aller fünf Tage in dem ganzen Tank gerechnet werden, eben wegen der extrem geringen Wechselwirkung.

Die gemessenen Werte lassen nun aber erkennen, daß weit- aus weniger Neutrinos als erwartet nachgewiesen werden. Während man bisher vielfach versuchte, diese Diskrepanz auf die Ungenauigkeit der Meßapparatur, also auf die "Experimentalastronomen", zu schieben, zeichnet sich jetzt ziemlich deutlich ab, daß sie nicht durch Meßfehler oder durch die Unsicherheiten in den bei der Berechnung des theoretisch erwarteten Wertes eingehenden Parametern erklärt werden kann. Falls keine plausible Erklärung mehr gefunden wird, würde das bedeuten, daß die theoretischen Vorstellungen über den physikalischen Zustand und die Prozesse im Sonneninneren teilweise revidiert werden müssen. Insbesondere müßte die Zentraltemperatur der Sonne etwas niedriger sein, was aber den bestehenden Modellrechnungen für das Sonneninnere widerspricht.

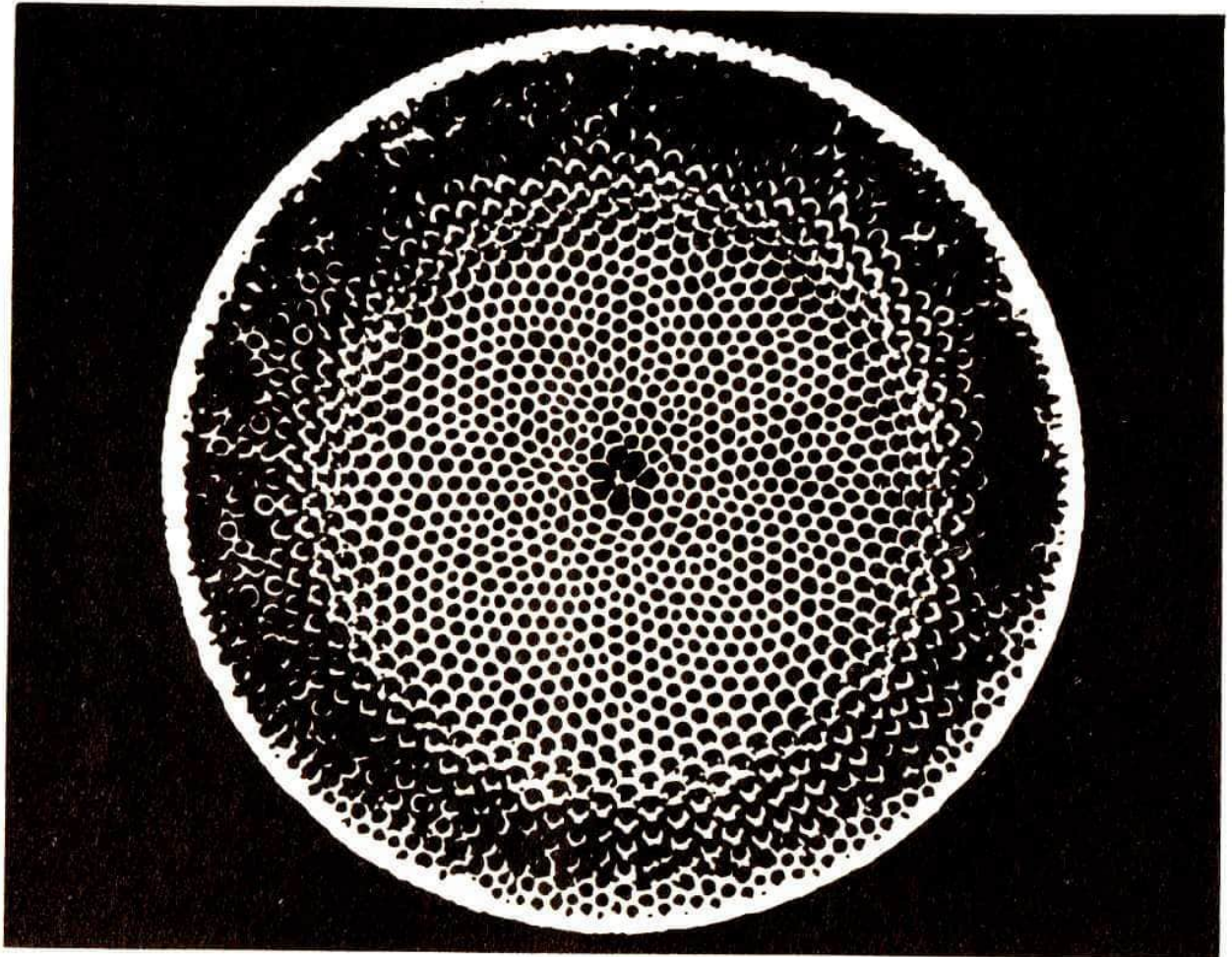
Es sind die vielfältigsten Hypothesen zur Lösung der Diskrepanz aufgestellt worden, ohne daß jedoch das Problem heute als gelöst betrachtet werden kann. Hier seien nur zwei dieser Hypothesen aufgeführt, die zwar sehr interessant, allerdings auch genauso spekulativ sind.

Die erste, die schon seit wenigen Jahren existiert, besagt, daß nicht alle der erwarteten Neutrinos zur Erde gelangen, weil sie auf dem Wege von der Sonne hierher teilweise "zerplatzen". Die zweite Hypothese, die im September 1973 auf einem Symposium in Polen vorgetragen wurde, geht von einem Sonnenmodell mit einer periodisch etwas variierenden Temperatur im Inneren aus. Im Rhythmus der Temperaturabnahme verringert sich dann der Neutrino- strom. Da aber auch die von der Sonne zur Erde gelangende Energie der elektromagnetischen Strahlung im gleichen

Rhythmus abnehmen muß, könnten so die globalen (d. h. großräumig aufgetretenen) Eiszeiten erklärt werden.

Inwieweit nun wegen der Diskrepanz zwischen Beobachtung und Theorie bei den Neutrinos unsere Vorstellungen über die Energiefreisetzung im Sonneninneren und über den inneren Aufbau der Sonne schließlich einmal modifiziert werden müssen, läßt sich heute noch nicht sagen.

Fortsetzung in Heft 7



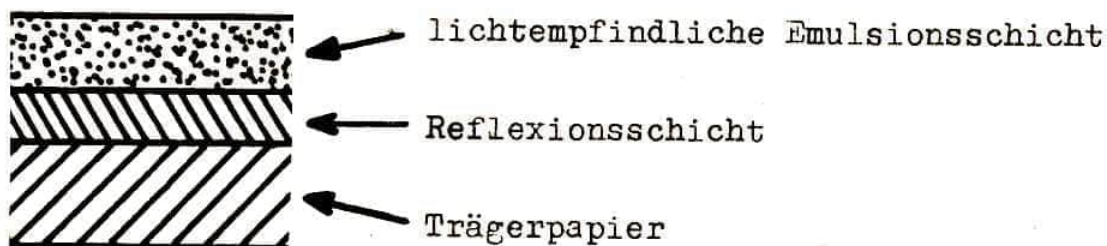
Eine Meereskieselalge, die wie ein regelmäßiger Kreisschild aufgebaut ist,



5. Papierverarbeitung

5.1. Aufbau und Einteilung der Fotopapiere re

Das Fotopapier für den Positivprozeß ist genauso aufgebaut wie im Prinzip der Film, nur daß hier der Träger eben ein Spezialpapier ist.



Es gibt zwei Typen von Papier:

1. Bromsilberpapier als Vergrößerungspapier mit hoher Lichtempfindlichkeit
2. Chlorsilberpapier als Kontaktpapier mit geringer Lichtempfindlichkeit

Bromsilberpapier wird am meisten verwendet, da oft von einem kleineren Negativ ein vielfach größeres Positiv gewünscht wird.

Kontaktpapiere haben Bedeutung für größere Negative (ab 6 x 6 cm) die direkt in Kontakt mit dem Papier gebracht werden und dann mit dem Negativ zur Lichtquelle belichtet werden.

Außer diesen beiden angeführten Papiertypen gibt es weitere Typen, die auf Nichtsilberbasis beruhen.

Ein weitverbreitetes und billiges Verfahren ist die

Anwendung der fotochemischen Zersetzung von aromatischen Diazoniumsalzen (Anilin reagiert mit salpetriger Säure und Salzsäure zum Phenyl-Diazoniumchlorid, dieses Salz gibt beim Belichten unter gleichzeitigem Zerfall Stickstoff ab, durch Einwirkung von Ammoniak entsteht dann der eigentliche Farbstoff, d. h. das Bild).

Dieses Verfahren wird häufig zur Vervielfältigung von technischen Zeichnungen verwendet. Es eignet sich nur für Reproduktion von Strichmaterial, d. h. reiner schwarzer und weißer Töne, Halbtöne werden nicht einwandfrei wiedergegeben. Es gibt noch weitere Nichtsilberverfahren, man findet sie in Junge, Hübner; Fotografische Chemie kurz zusammengefaßt.

Die im Handel erhältlichen Fotopapiere sind nach ihrer Beschaffenheit und ihrem Verwendungszweck klassifiziert. Einteilung nach:

1. Emulsionsart, Herstellerbetrieb: (1. Buchstabe)
2. Papiergradation: (2, 3. Buchstabe)
3. Oberflächenfarbe der Reflexionsschicht: (1. Zahl)
4. Oberflächenbeschaffenheit der Emulsion: (2. Zahl)

Zu 1. Vergrößerungspapiere B, L, W
Dokumentenpapiere D
Kontaktpapiere

<u>Zu 2.</u>				Banderolenfarbe
	↑	extrahart	: E H	gelb
		hart	: H	blau
		normal	: N	rot
		spezial	: S	hellgrün
		weich	: W	dunkelgrün
	↓	extraweich	: E W	lila

<u>Zu 3.</u>			
	weiß	-	1
	chamois	-	2
	elfenbein	-	3
	helioton	-	4

<u>Zu 4.</u>	glänzend	-	1	(Hochglanz)
	halbmatt	-	2	
	matt	-	3	
	tiefmatt	-	4	
	Seidenglanz-		6	
	Rasterkorn	-	7	
	fein gekörnt-		8	

Weiter wird die Trägerpapierstärke durch eine 1 in der Hundertstellung der Ziffer ausgedrückt, was kartonstarkes Papier bedeutet. Fehlt diese Eins, so liegt papierstarkes Fotopapier vor.

Beispiel



Vergrößerungs-
papier normal, karton-
stark, weiß, glänzend



Vergrößerungspapier
spezial, kartonstark,
chamois, fein gekörnt



Vergrößerungspapier
hart, papierstark,
weiß, glänzend

Eins als einzige Zahl:
kennzeichnend für papier-
stark, weiß glänzend

Auf jeder Banderole sind die Papiereigenschaften meist mehrsprachig gedruckt, man kann sich also selbst von der Papiersorte auf der Banderole überzeugen.

5.2. Verarbeitung des Fotopapiers

Im Handel sind einige gebräuchliche Entwickler zu erhalten.

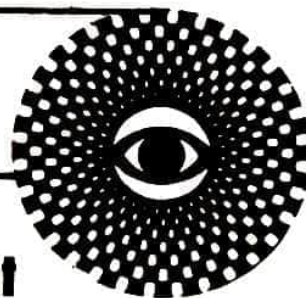
Es sind:

- E 102 : konzentrierte Universalentwicklerlösung, liefert neutral-schwarze Bildtöne zu verdünnen mit 7-8 Teilen Wasser (Negativentwicklung: 10-12 Teile Wasser, bei 20 °C, Entwicklungszeit von ca 4-5 Min.)
- MH 28 : konzentrierter Rapid-Entwickler, Verwendung für harte Negativentwicklung (Repro: 3-4 Teile Wasser bei 20 °C 3-5' entwickeln)
Kontakt- und Vergrößerungspapierentwickler (Verdünnen mit 2-3 Teilen Wasser)
- B 104 : Spezialpapierentwickler der auf Kontaktpapiere blau-schwarze Bildtöne erzeugt, bei anderen Papiersorten ergeben sich reinschwarze Bildtöne
- N 113 : Konstantentwickler, liefert auf Kontakt- und Vergrößerungspapieren neutral-schwarze Bildtöne, arbeitet schneller als die übrigen Papierentwickler, Verkürzung der Entwicklungszeit $\frac{1}{3}$, arbeitet kräftig, universell anwendbar, höhere Kontraste bei Negativentwicklung (für automatisch belichtete Papiere).

Sämtliche Papierentwickler liefern nach 1-2 Minuten bei 20 °C das ausentwickelte Bild.

Für Experimente kann man noch selbst Entwickler ansetzen, die man je nach Bedarf verdünnt und damit abstimmbare Ergebnisse erzielen kann. (Junge/Hübner, Fotografische Chemie).

Fortsetzung und Schluß im nächsten Heft



Brennstoffverbrauch und Sauerstoffvorrat

Sauerstoff und Brennstoff

Das Problem der Sauerstoffreserve wurde in der 1. Hälfte des vorigen Jahrhunderts von den französischen Wissenschaftlern Dumas und Boussingoult aufgeworfen, die die Lehre vom Sauerstoffkreislauf in der Natur begründeten. Sie schätzten, daß der Sauerstoff der Atmosphäre für sämtliche tierische Organismen unseres Planeten etwa 800 000 Jahre lang reichen müßte, selbst wenn er in der Natur nicht reproduziert würde. Eine solche Betrachtungsweise ist jedoch nicht richtig, da der Sauerstoff nicht nur ein notwendiges Element ist, auf das die atmenden Organismen nicht einmal für wenige Minuten verzichten können, sondern auch ein wichtiger Umweltfaktor, an den sich die Biosphäre im Laufe einer langen Evolution angepaßt hat.

Die Gesamtmenge des freien Sauerstoffs und ihr partieller atmosphärischer Druck sind wichtige Umweltfaktoren, die eng mit dem natürlichen Sauerstoffgleichgewicht zusammenhängen, dessen Störung für die gesamte Biosphäre und für die Menschheit schwerwiegende Folgen hätte.

Selbst wenn man sagen könnte, daß eines Tages das letzte Kilogramm Brennstoff verbrannt werde, dann könnte man beim freien Sauerstoff nur davon reden, daß das letzte **z u l ä s - s i g e** Kilogramm Sauerstoff verbrannt wird.

Die riesige Menge freien atmosphärischen Sauerstoffs wirkt wie ein großer Puffer für die lebende Materie. Aus diesem Grunde verhalten sich die biogenen Sauerstoffkonsumenten gleichgültig gegenüber eventuellen Störungen, die das Reproduktions- oder Konsumtionstempo des Sauerstoffs betreffen, da sie sich auf

den durchschnittlichen Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nicht merklich auswirken.

Wir wollen wenigstens ungefähr die Sauerstoffmenge berechnen, die unserer Meinung nach für immer der Atmosphäre entzogen werden darf, ohne daß dies nachteilige Auswirkungen auf die biotischen Prozesse hat, die mit dem Sauerstoffgleichgewicht unseres Planeten in Beziehung stehen.

Der durchschnittliche Gewichtsanteil des Sauerstoffs an der Luft beträgt 23,2 Prozent, und eine Verringerung des Sauerstoffgehalts um 20 Prozent ruft beim Menschen bereits Depressionen hervor.

Wir nehmen an, daß eine Verringerung des absoluten Sauerstoffgehalts der Atmosphäre um 1 Prozent zulässig ist, das bedeutet eine Verringerung von 23,2 auf etwa 22,2 Prozent. Das hieße, der Atmosphäre könnte $1/23$ der gesamten Sauerstoffmenge entnommen werden, ohne sie wieder zu ersetzen. In absoluten Ziffern ausgedrückt, sind das $5,2 \cdot 10^{13}$ t. Mit dieser Sauerstoffmenge kann man $2,2 \cdot 10^{13}$ t EB verbrennen, das entspricht etwa den gegenwärtig erkundeten Brennstoffvorkommen der ganzen Welt ($2,5 \cdot 10^{13}$ t EB).

Praktisch bedeutet dies, daß die Prognosen, die hinsichtlich der Versorgung der Menschheit mit Brennstoffen unter Berücksichtigung der jüngsten Zahlen über Brennstoffvorkommen aufgestellt wurden, auch auf die Sauerstoffmenge zutreffen, die ohne merklichen Schaden für die Menschheit zur Verbrennung einer bestimmten Brennstoffmenge verbraucht werden kann. Sollte eine genauere Untersuchung dieser Frage allerdings ergeben, daß die hier angenommene Verminderung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre zu hoch geschätzt wurde, dann wird die Sauerstoffreserve zu einem komplizierteren Problem als die Brennstoffreserve. Diese Schätzungen sind zwar sehr grob, aber berechtigen doch zu der Behauptung, daß der Zeitpunkt gekommen ist, wo die Frage nach vorbeugenden Maßnahmen gestellt werden muß, um den planlosen (faktisch den chemischen) Verbrauch von freiem Sauerstoff zu verhindern.

Die Atomenergie

Die in großem Umfang geplante Nutzung der Atomenergie entbindet uns nicht der Aufgabe, das Problem der Sauerstoffreserven wissenschaftlich zu untersuchen.

Die Energiewirtschaft wird sich, wie aus den Materialien der 1967 in Moskau abgehaltenen VII. Weltenergiekonferenz hervorging, am Ende unseres und am Anfang des kommenden Jahrhunderts dahingehend entwickeln, daß sowohl Kernenergie als auch chemische Brennstoffe intensiv genutzt werden.

Auf der Weltenergiekonferenz wurde im Hauptvortrag, der dem Thema "Atomkraftwerke" gewidmet war, darauf hingewiesen, daß die erwartete Entwicklungsrate der Atomenergie stark von der Situation der chemischen Brennstoffe auf dem Weltmarkt abhängt. Verbilligte Brennstoffförderung und Erweiterung der geologischen Fundstätten wie der kommerziellen (d. h. rentabel nutzbaren) Vorkommen können sich als starker Hemmschuh für die intensivere Nutzung der Atomenergie in der Weltwirtschaft erweisen, obwohl einzelne Länder schon in naher Zukunft der Atomenergie den Vorzug geben werden. Im erwähnten Vortrag wird die Möglichkeit eingeräumt, daß faktisch neu eingeschätzt werden wird, welchen Umfang billige, d. h. solche Uranvorkommen haben, die erfolgreich mit den chemischen Brennstoffen konkurrieren können.

Im nationalen Bericht der USA wurde auf der Weltenergiekonferenz eine erfolgreiche Konkurrenz zwischen Kraftwerken, die auf der Basis von natürlichen Brennstoffen arbeiten, und Atomkraftwerken für möglich gehalten. Vor allem wurde vorgeschlagen, daß die Kohlevergasung, kombiniert mit Gas- und Dampfturbinen, und die Reinigung der Verbrennungsprodukte eine erfolgreiche Konkurrenz zwischen chemischen Energieträgern und Atomenergie ermöglichen.

Auf Grund dieser Überlegungen läßt sich eine Periode von noch unbestimmter Dauer voraussehen, in der Atomenergie und natürliche Brennstoffe gleichzeitig in großem Umfang von Kraftwerken genutzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Kraftwerke nur etwa 30 Prozent aller Energiequellen verbrauchen werden. Wenn man schätzt, daß die Leistung aller Kraft-

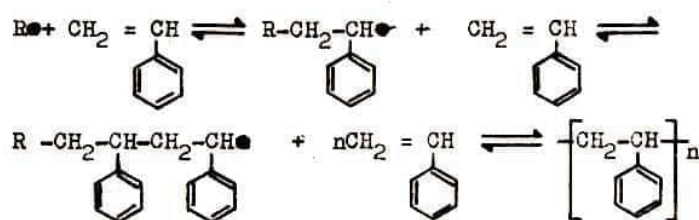
werke der Welt im Jahre 2000 11 Millionen kW betragen wird und daß dabei 50 Prozent auf Atomkraftwerke entfallen, dann bedeutet dies, daß im günstigsten Falle nur etwa 20 Prozent aller Energiequellen durch Atomkraftwerke eingespart werden. Wir können uns also nicht darauf verlassen, daß sich das Problem der begrenzten Sauerstoffreserven von selbst, d. h. durch die natürliche Entwicklung der Weltenergiewirtschaft lösen wird. Befaßt man sich mit der Frage der Optimierung der Weltenergiebilanz, die sich aus verschiedenen Arten von Energiequellen zusammensetzt, dann wird man den Vorrat an freiem Sauerstoff berücksichtigen müssen.

Der Hauptzweck des Aufsatzes bestand darin, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß in der Geschichte der Erde eine Periode beginnt, in der die Tätigkeit des Menschen auf technischem Gebiet, die bisher nicht der globalen Steuerung unterliegt, das natürliche Sauerstoffgleichgewicht stören kann, falls Sauerstoff in einem Umfang verbraucht wird, der nicht durch seine natürliche Freisetzung kompensiert werden kann.

Die ständig steigende Förderung von Brennstoffen macht es dringend erforderlich, das Problem des Vorrats an freiem Sauerstoff, dessen Reproduktion usw. gründlich zu erforschen. Dieses Problem ist von großer internationaler Bedeutung, es kann nur im Weltmaßstab gelöst werden. **Ans: Wiss. Welt 4363/5**

Berichtigung

Durch ein Versehen wurde in Heft 3 des laufenden Jahrganges auf S. 17 die Gleichung für die radikalische Polymerisation von Styrol unvollständig gezeichnet. Der Radikalcharakter der instabilen Zwischenprodukte muß natürlich symbolisiert werden, so daß die Gleichung richtig folgendermaßen lautet:



Affen unter sich

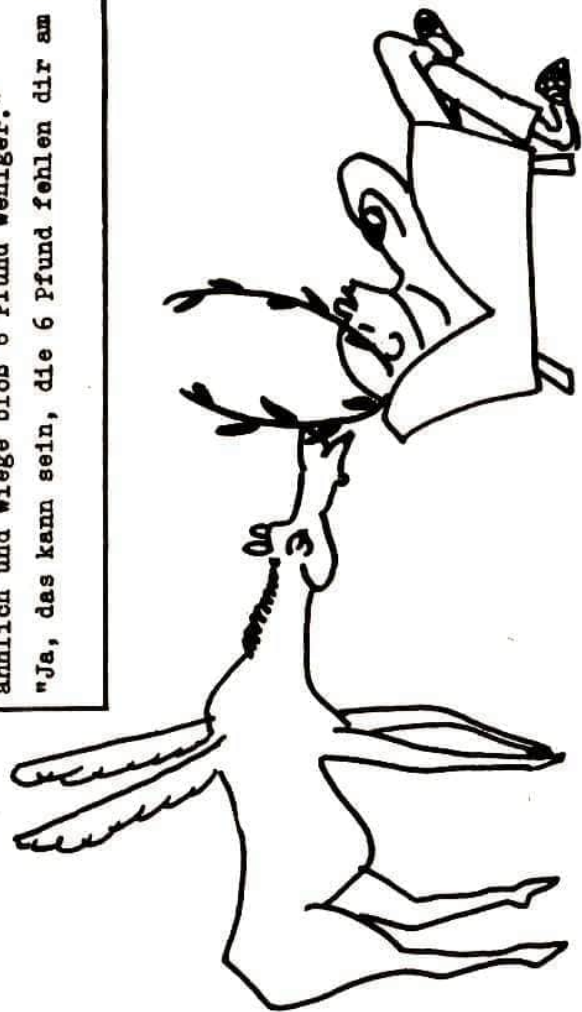
"Was machst du jetzt?" fragte ein Affe den anderen.
 "Raumforschung", sagte der zweite Affe, "und mein
 Lieber, das ist schrecklich! Sie schnüren mich zusam-
 ren, pressen mich in eine Blechkabine, schießen mich
 in eine Umlaufbahn und lassen mich schließlich an einem
 Fallschirm in den Ozean fallen."

"Das klingt hart", sagt sein Freund mit Mitgefühl,
 "aber warum gibst du denn das nicht auf?" "Ubs, und
 zurückgehen zur Krebsforschung?"

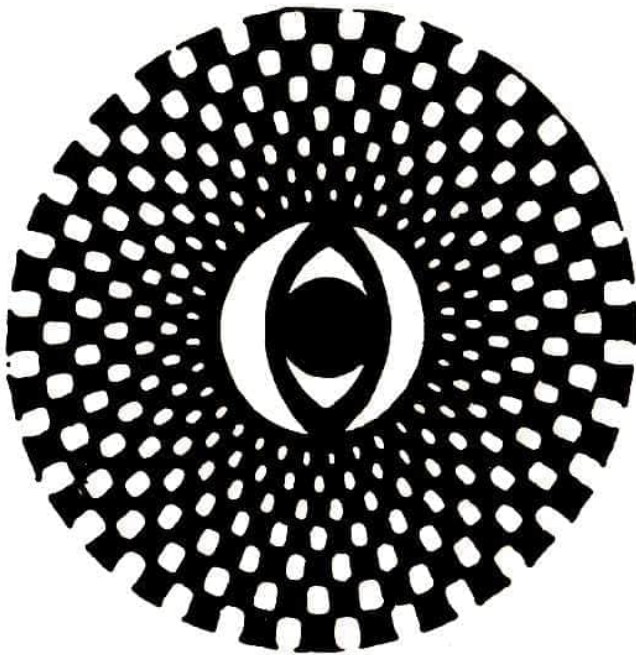
Wenns mal was gibt,
 was nicht jeder hat,
 dann hats gleich jeder.

"Du, ich bin gerade so groß wie Einstein, sehe ihm auch
 ähnlich und wiege bloß 6 Pfund weniger."

"Ja, das kann sein, die 6 Pfund fehlen dir am Gehirn."

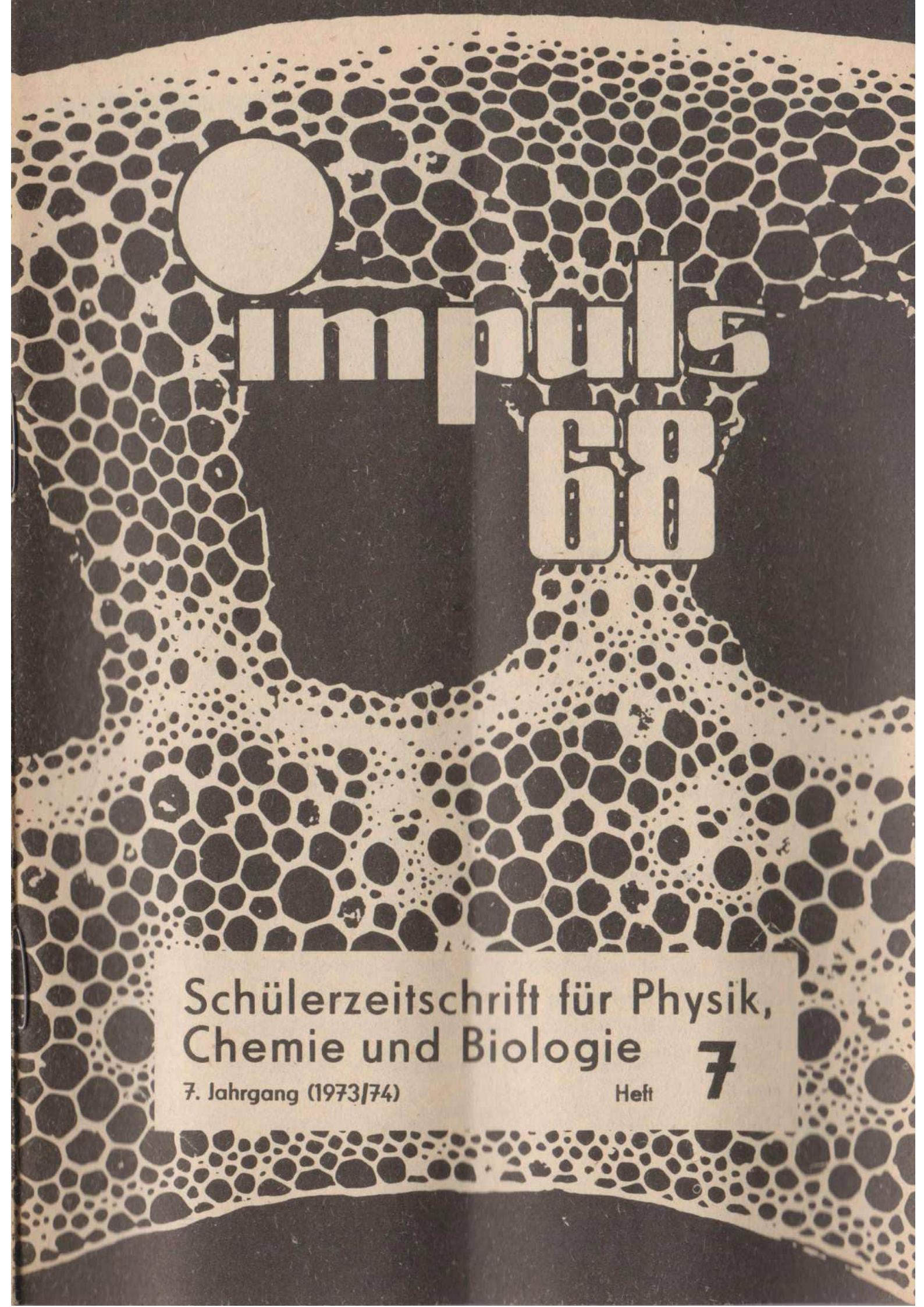


EIN UNGLÜCK
 KOMMT SELTEN VON ALLEIN!



Die Selbstkritik hat viel für sich.
 Gesetz den Fall, ich tadle mich:
 So hab ich erstens den Gewinn,
 Daß ich so hübsch bescheiden bin;
 Zum zweiten denken sich die Leut,
 Der Mann ist lauter Redlichkeit;
 Auch schnapp ich drittens diesen Bissen
 Vorweg den andern Kritiküssen;
 Und viertens hoff ich außerdem
 Auf Widerspruch, der mir genehm.
 So kommt es denn zuletzt heraus,
 Daß ich ein ganz famoses Haus.

Wilhelm Busch



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

7



impuls 68



MONATSSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:

Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)

G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

D. Heyne (Korrespondenz)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Fotografie, Astronomie)

L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“

69 Jena

Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M

Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (Teil 4)	3
Einfluß hoher Drücke auf Festkörper (Teil 2)	7
Die Orientierung der Vögel	13
Interview mit Dr. Chemnitz (VEB Jenapharm)	16
Philosophie und Naturwissenschaft (Teil 1)	19
Die Sonne (Teil 2)	21
Schwarz-Weiß-Fotografie (Teil 4 und Schluß)	28

Einführung in die Quantentheorie (Teil 4)

Im 3. Artikel unserer Serie über die Quantentheorie haben Sie erfahren, daß Einstein zur Erklärung des äußeren Photoeffektes die Lichtquantenhypothese aufstellte. Nun lassen sich zwar die experimentellen Befunde, insbesondere die Energiebilanz dieses Prozesses, dadurch einwandfrei darstellen, aber Sie vermissen vielleicht noch eine gewisse Anschaulichkeit. Wie soll man sich z. B. den Prozeß der Absorption vorstellen? Wie geht die Umsetzung der Energie der Photonen in kinetische Energie der Elektronen vor sich? Die Photonen prallen auf die Metalloberfläche auf, aber die experimentell registrierten Elektronen treten aus dieser aus, d. h. sie bewegen sich gerade in entgegengesetzter Richtung. Wieso? Sie sehen, daß auch scheinbar "geklärte Fälle" eine Fülle von Detailfragen aufwerfen, auf die wir natürlich im Rahmen unserer kurz gefaßten Artikelserie nicht näher eingehen können, die aber Sie, liebe Leser, zu Diskussionen in Interessengruppen anregen sollten.

6. Der Comtoneffekt

Jetzt soll ein Effekt beschrieben werden, der den Teilchencharakter des Lichtes besonders deutlich zeigt, da es dazu in der Mechanik ein allgemein bekanntes Analogon, den elastischen Stoß zweier Massepunkte, gibt.

Übungsaufgabe:

Eine Kugel der Masse m_1 stößt mit der Geschwindigkeit v_1 zentral auf eine ruhende Kugel der Masse m_2 . Beide Kugeln sollen völlig elastisch sein. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der zwei Kugeln nach dem Stoß!

Unter diesem sogenannten Comptoneffekt versteht man die Streuung von Licht an quasifreien Elektronen. Experimentell kann er z. B. durch Streuung von Röntgenlicht an den sehr locker gebundenen Elektronen eines Paraffinwürfels realisiert werden (Abb. 1).

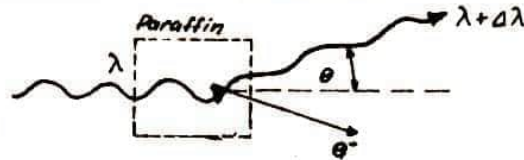


Abb. 1

Es zeigt sich, daß ein Teil des in das Paraffin eintretenden Strahlungsbündels in dem Würfel seine ursprüngliche Richtung ändert, es wird gestreut. Dafür könnte es mehrere Ursachen geben. Einen eindeutigen Hinweis auf den wirklichen Grund der Ablenkung des Lichtes liefert nun folgender Befund:

Die hinter dem Paraffinwürfel registrierte Strahlung weist eine Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ gegenüber der ursprünglichen Wellenlänge λ auf. $\Delta\lambda$ zeigt zwei interessante Eigenschaften: Es hängt vom Streuwinkel θ ab, während es von der verwendeten Wellenlänge λ unabhängig ist.

Man fand experimentell folgende Beziehung:

$$(1) \quad \Delta\lambda = A (1 - \cos \theta) ,$$

wobei A eine Konstante ist. Mit der klassischen Vorstellung der Streuung von Lichtwellen kann man sich diese Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ nicht erklären. Genau den Ausdruck (1) erhält man jedoch theoretisch, wenn man für den Vorgang folgendes Modell annimmt: Das Photon wird, ebenso wie das Elektron, als Teilchen mit einer bestimmten kinetischen Energie und einem bestimmten Impuls angesehen. Prallen nun beide Teilchen zusammen, gibt es einen Stoß, den man mit den klassischen Stoßgesetzen behandeln kann. Es müssen also sowohl der Energiesatz, als auch der Impulssatz gelten (vgl. Übungsaufgabe). Die Rechnung soll hier nicht vorgeführt werden, Interessenten finden sie in Lehrbüchern der Physik. Das Ergebnis ist die Beziehung (1), d. h. die Schlußfolgerungen aus dem Modell stimmen mit den gemessenen Resultaten überein.

Genau diese Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment wird stets in der Physik und anderen Wissenschaften angestrebt. Auf ihrer Grundlage können weitere Schlüsse gezogen werden.

Wir wissen also jetzt, daß das Licht aus Teilchen, den Photonen, besteht, denen man eine Masse m und folglich einen Impuls zuordnen kann. Dies geschieht mit Hilfe der Einsteinschen Beziehung $E = m c^2$ und wegen $E = h \cdot \nu$ folgendermaßen:

$$(2) \quad m = \frac{E}{c^2} = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$$

Daraus folgt wegen $c = \lambda \cdot \nu$ für den Impuls p

$$(3) \quad p = m \cdot c = \frac{h}{\lambda}$$

Zu beachten ist noch, daß m nicht als Ruhemasse aufgefaßt werden darf. Die Ruhemasse der Photonen ist Null, sonst könnten sie sich ja nicht mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, wie man aus der Relativitätstheorie schließen kann.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß zahlreiche experimentelle Befunde mit dem Wellenbild der Strahlung, viele andere aber mit dem Teilchenbild erklärt werden müssen. Licht zeigt einen interessanten Doppelcharakter, eine Dualität.

7. Materiewellen, die de Broglie-Wellenlänge

Ein häufig beschrittener Weg der Suche nach wissenschaftlichen Erkenntnissen führt über Analogiebetrachtungen. Man fragte sich deshalb: Wenn Licht neben dem Wellen - auch Teilchencharakter besitzt, könnten dann nicht auch die "klassischen" Teilchen Wellencharakter aufweisen?

Aus allgemeinen physikalischen Prinzipien, auf die wir hier nicht eingehen können, folgt nun, daß tatsächlich auch Elektronen, alle anderen Elementarteilchen und sogar Atome eine Dualität Welle-Teilchen aufweisen. Daß diese "Teilchen Teilchencharakter" besitzen, erscheint uns völlig klar und selbstverständlich. Aber wo soll sich der Wellencharakter zeigen?

Natürlich an Experimenten zur Interferenz und Beugung solcher "Materiewellen". Sie wurden erstmals 1927 von Davisson und Germer mit Elektronenstrahlen durchgeführt. Wo dabei die Probleme liegen, werden wir gleich sehen: Die vorhin für die Photonen hergeleitete Gleichung

$$(4) \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

gilt auch allgemein für Materiewellen. Sie wurden in dieser Form erstmals von de Broglie aufgestellt, und man bezeichnet deswegen λ als die de Broglie-Wellenlänge der Materiewellen. Die Gleichung kann man folgendermaßen interpretieren: Die Bewegung jedes Teilchens irgendeiner Masse m und einer Geschwindigkeit v trägt auch den Charakter der Ausbreitung einer Welle. Deren Wellenlänge hängt nur ab vom Impuls $m \cdot v$ des Teilchens. Für Elektronenstrahlen liegt λ in der Größenordnung der Röntgenstrahlen, für Strahlen aus Atomen ist λ noch wesentlich kleiner. Das bedeutet aber, daß solche "simplen" Effekte, wie die Beugung an der Karte, nur sehr schwer nachzuweisen sind. Dennoch ist es gelungen, Beugungsmaximum und -minimum zu registrieren, deren Lage genau der gemäß (4) berechneten Wellenlänge der Elektronenwellen entspricht.

Fortsetzung im nächsten Heft

Beringung von Vogelschwärmen

Am Ufer des Ladogasees haben Leningrader Vogelkundler die größte Vogelfalle der Welt aufgestellt.

100 m tiefe Netze sind an einem Gerüst befestigt und dienen dazu, ganze Vogelschwärme aufzufangen. Die Vögel werden von den Ornithologen beringt und danach wieder freigelassen.

Titelbild: Querschnitt durch einen Stengel des Schilfrohres

Hinweis: Der zweite Teil des Artikels "Alle reden vom Umweltschutz - warum?" erscheint erst in Heft 8.

I. Hendrich
Sektion Chemie

Der Einfluß hoher Drücke auf Festkörper (Teil 2 und Schluß)

Im ersten Teil dieses Artikels wurde festgestellt, daß Flüssigkeiten bei genügend hohen Drücken in den dichteren festen Zustand übergehen.

Diese Gesetzmäßigkeit wirkt auch im Festkörper weiter. Kristalline Festkörper können in verschiedenen Modifikationen auftreten, die sich durch ihre Gitterstruktur unterscheiden und deshalb auch verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften besitzen. Entsprechend der Struktur dieser Modifikationen können die Gitterbausteine mehr oder weniger dicht gepackt sein, d. h. die einzelnen Modifikationen eines Stoffes besitzen eine unterschiedliche Dichte. Natürlich wird unter Druck der Übergang in die Modifikation erfolgen, die die größere Dichte besitzt. Das soll am Beispiel der Diamantsynthese näher untersucht werden.

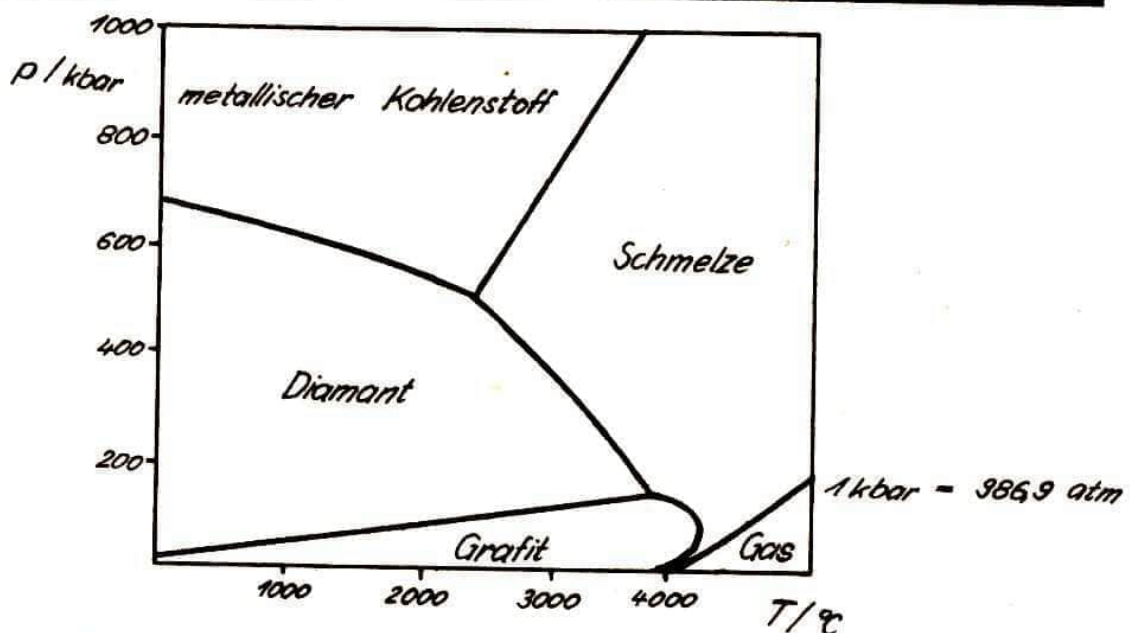


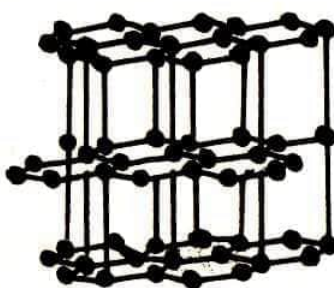
Abb. 3 Phasendiagramm des Kohlenstoffs

Abb. 3 zeigt das Zustandsdiagramm (auch Phasendiagramm genannt) des Kohlenstoffs. Dieses Diagramm zeigt die Druck-Temperatur-Bereiche an, in denen die einzelnen Phasen stabil sind. Man kann erkennen, daß bei Atmosphärendruck nur der Graphit stabil ist bzw. bei höheren Temperaturen der Dampf. Erst bei höheren Drücken gelangt man in den Stabilitätsbereich des Diamants.

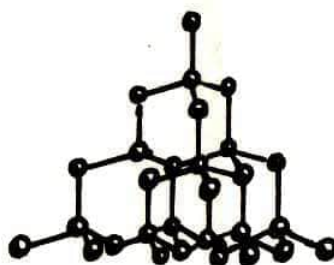
Die hohen Temperaturen bei der Diamantsynthese sind deshalb nötig, um eine genügend hohe Umwandlungsgeschwindigkeit zu erreichen. Dafür muß man aber die Steigerung des zur Umwandlung erforderlichen Druckes in Kauf nehmen. Dennoch verläuft die direkte Umwandlung von Graphit in Diamant sehr langsam. Deshalb läßt man die Diamanten aus Metallcarbid-Schmelzen auskristallisieren. Die erhaltenen Kristalle sind allerdings sehr klein (meist unter 0,1 mm). Erst in letzter Zeit gelang es, durch eine spezielle Technik gut ausgebildete Kristalle bis zu 6 mm Größe zu erhalten.

Obwohl das Zustandsdiagramm zeigt, daß Diamant bei Normalbedingungen instabil ist, zerfällt der einmal entstandene Diamant bei Normaldruck nicht wieder in Graphit. Er ist metastabil, d. h. er wandelt sich erst bei sehr großer Energiezufuhr wieder in Graphit um.

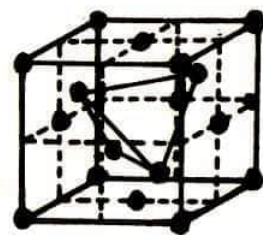
Nach dem eingangs Gesagten müßte der Diamant eine dichtere Struktur als der Graphit aufweisen. Das ist auch der Fall: Die Dichte von Graphit beträgt $2,25 \text{ g/cm}^3$, die des Diamants $3,51 \text{ g/cm}^3$.



Graphit



Diamant



Diamantstruktur

Abb. 4

Abb. 5

Strukturmodelle der beiden Kohlenstoff-Modifikationen

Abb. 4 und 5 zeigen die Strukturmodelle der beiden Kohlenstoff-Modifikationen. Im Graphit ist ein Kohlenstoffatom innerhalb einer Schicht von drei anderen umgeben (vgl. Impuls 5. Jg. H. 1 und 3: Interessantes vom Kohlenstoff). Die Bindung zwischen den einzelnen Schichten ist ungleich schwächer. Im Gegensatz dazu ist im Diamant jedes Kohlenstoffatom von vier weiteren in tetraedrischer Anordnung umgeben. Man sagt, er ist vierfach koordiniert, die Koordinationszahl ist (4). Die Koordinationszahl im Graphit wird wegen der schwachen Bindung zwischen den Schichten mit (3+1) angegeben.

In der Regel weist eine höhere Koordinationszahl auf eine dichtere Struktur hin. Wir können das Beispiel noch weiterführen: Bei über 650 kbar (1 kbar = 986,9 atm) und 1100 °C wandelt sich der Diamant in eine noch dichtere metallische Modifikation mit guter elektrischer Leitfähigkeit und der Koordinationszahl (6) um.

Man kann hier eine allgemeine Gesetzmäßigkeit ableiten: die sogenannte Druck-Koordinations-Regel. Sie besagt, daß mit steigendem Druck die Koordinationszahlen der dann stabilen Strukturen ansteigen.

Ein weiteres, chemisch sehr interessantes Beispiel ist das Bornitrid BN. Bornitrid erhält man durch Erhitzen von Bor in einer Stickstoffatmosphäre. Es ist eine dem Graphit vollkommen analoge Substanz, da Bornitrid und Kohlenstoff isoelektronisch sind: Kohlenstoff besitzt 6 Elektronen; die Verbindung aus Bor (5 Elektronen) und Stickstoff (7 Elektronen) besitzt 12 Elektronen je BN-Einheit, das sind im Mittel 6 Elektronen pro Atom. (Dieser Sachverhalt wird mit dem Begriff isoelektronisch ausgedrückt.) Wegen dieser Tatsache hat Bornitrid eine Graphitstruktur, d. h. in der in Abb. 4 gezeigten Struktur sind die Gitterplätze abwechselnd von Bor- und N-Atomen besetzt. Auch die chemischen und physikalischen Eigenschaften von BN und Graphit sind ähnlich. Es ist daher nicht verwunderlich, daß auch eine dem Diamanten entsprechende Modifikation des Bornitrids existiert. Dieses diamantartige BN entsteht bei Drücken von 60 kbar und einer Temperatur von 1300 °C.

Das durch Drucksynthese erhaltene Bornitrid entspricht in der

Härte dem Diamanten, ist aber weitaus temperaturbeständiger. Es verbrennt an der Luft erst bei 1800°C , während der Diamant bereits bei 800°C verbrennt. Deshalb ist es für den Einsatz in der Technik noch besser geeignet als der Diamant.

Ein weiteres Beispiel für die Druck-Koordinations-Regel stellt das Siliciumdioxid dar, das in der Natur gewöhnlich als Quarz oder in den Modifikationen Tridymit oder Cristobalit vorkommt. Quarz ist die bei Normaldruck und unterhalb 870°C stabile SiO_2 -Modifikation. Daneben existieren aber auch zwei Hochdruckmodifikationen, nämlich Coesit und Stishovit.

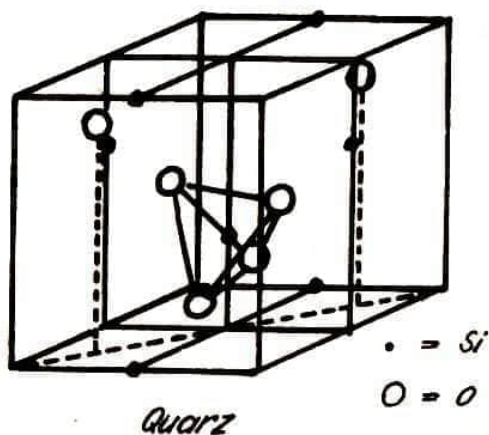


Abb. 6 Struktur von Quarz

Abb. 6 zeigt die Struktur von Quarz. Jedes Si-Atom ist hier von vier Sauerstoffatomen umgeben, d.h. die Koordinationszahl ist (4). Man kann die Struktur jedoch auch so darstellen, daß man (SiO_4) -Tetraeder betrachtet, die ein Raumnetzwerk bilden, indem sie über ihre Ecken (Sauerstoff) miteinander verknüpft sind.

Bei 20 kbar und 500°C geht Quarz (Dichte = $2,65 \text{ g/cm}^3$) in Coesit (Dichte = $2,93 \text{ g/cm}^3$) über, in dem das Silicium ebenfalls vierfach koordiniert ist, die (SiO_4) -Tetraeder jedoch dichter gepackt sind. Ein Wechsel zur Koordinationszahl (6) erfolgt, wenn Coesit bei 100 bis 150 kbar in Stishovit (Dichte = $4,3 \text{ g/cm}^3$) übergeht.

Abb. 7 zeigt die Struktur von Stishovit. Die beiden Hochdruckmodifikationen kommen in der Natur in geringen Mengen in Meteoritenkratern vor. Sie sind dort durch Stoßwelleneinwirkung entstanden (vgl. 1. Teil dieses Artikels).

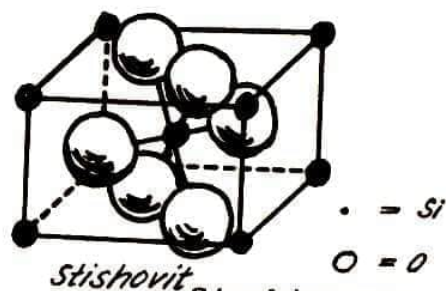


Abb. 7 Struktur von Stishovit

Mit der Dichte der Modifikationen ändern sich auch andere Eigenschaften. So nimmt z. B. die Härte der Minerale von Quarz über Coesit zum Stishovit. Auch die chemische Beständigkeit wird größer. Während Quarz von Flußsäure (HF) angegriffen wird (weshalb Flußsäure nicht in Glas- sondern in Polyäthylenflaschen aufbewahrt wird), löst sich Coesit nur äußerst langsam und Stishovit praktisch nicht in HF.

Bisher wurde die Einwirkung hoher Drücke auf kristalline Körper betrachtet. Wie aber wirkt hoher Druck auf Gläser, die ja amorphe Festkörper darstellen? Gläser zeichnen sich durch eine flüssigkeitsähnliche Struktur aus. Es sind jedoch - im Unterschied zur Flüssigkeit - Nahordnungsbereiche vorhanden, d. h. Silikatgläser z. B. bestehen aus einem Netzwerk von (SiO_4) -Tetraedern, in das die übrigen zum Glas gehörenden Ionen eingelagert sind. In den Gläsern fehlt aber die für Kristalle typische Fernordnung, d. h. die (SiO_4) -Tetraeder sind unregelmäßig angeordnet.

Da bei Gläsern keine den Kristallen entsprechende Struktur vorliegt, kann es auch nicht zu druckabhängigen Modifikationswechseln kommen. Dafür tritt ein anderer Effekt auf: Die Gläser werden nicht wie die Kristalle stufenweise, sondern kontinuierlich verdichtet. Diese Verdichtung bleibt nach der Druckbehandlung erhalten und kann nur durch eine entsprechende Wärmebehandlung rückgängig gemacht werden. Da mit der Dichte auch die Brechzahl des Glases ansteigt, besitzt die beschriebene Bedeutung für die Herstellung optischer Gläser eine gewisse Bedeutung. Ein direkter Koordinationswechsel - etwa (4) zu (6) konnte bisher bei Silikatgläsern nicht nachgewiesen werden.

Neben der Dichte beeinflusst der Druck auch die Kristallisationsneigung der Gläser. Die meisten Gläser kristallisieren unter Druck leichter. Jedoch konnte auch beobachtet werden, daß Stoffe, die normalerweise nur kristallin auftreten, unter Druck glasig erstarren.

Neben den bisher beschriebenen Erscheinungen bei Einwirkung hoher Drücke auf Festkörper besitzt die Änderung der elektrischen Eigenschaften kristalliner und glasiger Stoffe unter Druck große Bedeutung. Die Leitfähigkeit der Metalle kann

mit dem Druck zu- oder abnehmen.

Kommt es zu einem Modifikationswechsel, so tritt in der Druck-Leitfähigkeits-Kurve ein Sprung auf. Diese Diskontinuitäten, z. B. bei Wismut, Thallium und Eisen werden zur Eichung von Druckapparaturen genutzt.

Darüber hinaus ist auch die Tatsache interessant, daß ebenso wie beim Diamanten prinzipiell alle Elemente bei genügend hohem Druck in metallische Modifikationen umgewandelt werden. Selbst vom festen Wasserstoff gibt es eine metallische Form, die supraleitend ist und eine hohe Sprungtemperatur besitzen soll. (Die Sprungtemperatur ist die Temperatur, unterhalb derer ein Stoff supraleitend, d. h. der Leitungswiderstand fast Null ist.) Es wäre sicher sehr interessant für die Elektronik, wenn bei Normaldruck beständige Hochdruckmodifikationen von bestimmten Verbindungen gefunden würden, die besondere elektrische oder elektronische Eigenschaften besäßen. Auf diesem Gebiet sind sicher noch viele bemerkenswerte Ergebnisse zu erwarten.

Zum Abschluß möchte ich noch ein sehr modernes industrielles Verfahren erwähnen, das das sogenannte Extrusionsverfahren. Dabei werden Metalle unter hohem Druck durch eine Art Düse gepreßt und dabei plastisch verformt. Abb. 8 zeigt das Schema einer solchen Vorrichtung.

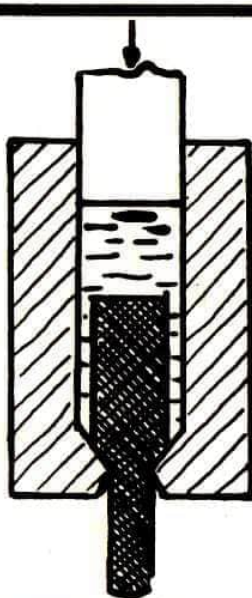


Abb. 8 Schema des Extrusionsverfahrens

Ein Stempel drückt in eine Flüssigkeit und erzeugt so einen Druck, der von der Seite und von oben auf das Werkstück einwirkt, wodurch es durch die Düse gepreßt wird und zugleich ihren Querschnitt erhält.

Die formgebende Matrize kann ausgetauscht werden. Auf diese Weise können Rohre, Stangen mit verschiedenem Profil und sogar Stäbe mit einem Überzug eines anderen Metalls in einem Arbeitsgang gepreßt werden.

Man sieht, die Hochdruckforschung ist in der Lage, viele interessante Ergebnisse zu liefern, obwohl bisher nur der erste Schritt getan wurde und noch ein weites Feld der Bearbeitung harret. Die weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiet werden einerseits Aufschlüsse über die innere Struktur unseres Planeten (und damit auch seine Entstehung) geben, sie werden andererseits zu mancher neuen, technisch nutzbaren Erkenntnis führen, deren erste die industrielle Produktion von Diamanten darstellt.

H.-U. Peter
Sektion Biologie

Die Orientierung der Vögel

BIOLOGIE

Die Beringungsergebnisse erlauben uns heute schon recht genaue Aussagen über die Zugwege der Vögel zu machen. Die Lösung der Frage, wie sich der Vogel beim Zug orientiert, gibt der Wissenschaft noch große Rätsel auf, die im Experiment und durch Freilandbeobachtungen geklärt werden sollen.

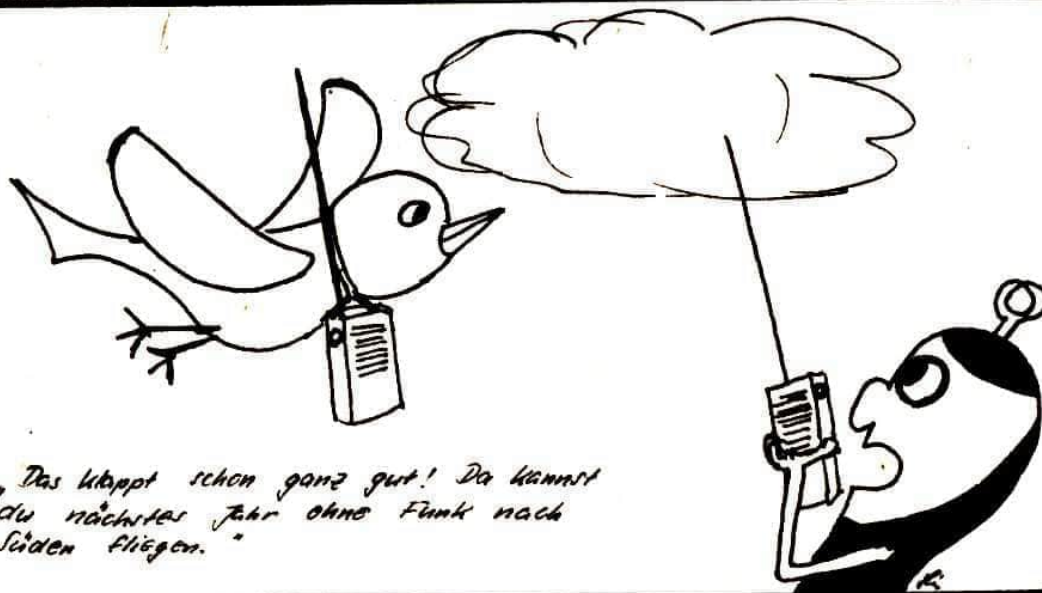
Man unterscheidet heute zwei Hauptprinzipien der Orientierung, die Richtungs- und die Zielorientierung, die vielfach in der Vogelwelt realisiert sind.

Die Richtungsorientierung befähigt den Vogel, eine bestimmte Himmelsrichtung beim Zug einzuhalten; er zieht also bei Verfrachtung quer zur Zugrichtung parallel zu ihr weiter. Wie erfolgt die Richtungsorientierung?

Im Experiment ergab sich, daß der Vogel die Richtung nach dem Sonnenazimut bestimmen kann. Die Vögel besitzen, wie viele Organismen, eine "innere Uhr", die sie befähigt, Sonnenstand und Tageszeit zu verrechnen und eine bestimmte Zugrichtung einzuhalten.

Die nachts ziehenden Vögel können sich nach den S t e r -
n e n orientieren. Die Information liegt wahrscheinlich
im Feld von ungefähr 35° um den Polarstern. Das konnte man
im Planetarium zur Zugzeit z. B. bei Grasmücken nachweisen,
die auch dann eine bestimmte Richtung bevorzugen; die Orien-
tierung war aber bei Auslöschung der Sternbilder (=bedeckter
Himmel) stark gestört.

Der M o n d kommt als Orientierungshilfe wahrschein-
lich nicht in Frage. Man nimmt an, daß Vögel das magnetische
F e l d der Erde wahrnehmen und sich danach beim Zug orien-
tieren können; in einem abgeschlossenen Raum veränderten
Rotkehlchen ihre Zugrichtung, als die Richtung eines künst-
lichen Magnetfeldes vom natürlichen Magnetfeld der Erde ab-
wich.



Auch scheinen manche Vögel in der Lage zu sein, unter gün-
stigen Bedingungen aus der Windrichtung Informationen über
die einzuhaltende Zugrichtung zu entnehmen.

Oft spielen auch markante Geländemarken eine große Rolle, so
treten z. B. Küsten als Leitlinien auf.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, wie weit
der Vogel eine bestimmte Richtung ziehen muß, um sein Win-
terquartier zu erreichen. Man nimmt an, daß ein bestimmtes
"inneres" Zeitprogramm besteht, das dem Vogel eine Anzahl
von Flugstunden vorschreibt, um das Ziel bei vorgegebener
Wanderstrecke und Zuggeschwindigkeit zu erreichen.

Zugrichtung - ererbt oder angeboren?

Man kann annehmen, daß die Wegrichtung den unerfahrenen Jungvögeln in vielen Fällen angeboren ist, während die Lage des Heimatortes und des Winterquartieres oft gelernt werden muß. Groß ist dabei der Einfluß der Altvögel, besonders bei gesellig wandernden Arten.

Die Zielorientierung hat zur Folge, daß Vögel bei Verfrachtung in ein unbekanntes Gebiet ihren Zugwinkel verändern können, um das Winterquartier trotzdem zu erreichen. Das gleiche Phänomen tritt bei Brieftauben auf, die aus einigen 100 km Entfernung ihren Heimatschlag erreichen können. Ein zufälliges Heimfinden kann ausgeschlossen werden; die aufgelaassenen Tauben schlagen schon nach kurzer Zeit die Heimatrichtung ein. Das Heimfinden ist nur durch eine echte **N a v i g a - t i o n** erklärbar.



Es existieren verschiedene Navigationshypothesen, die nicht endgültig bewiesen sind.

Eine Hypothese geht davon aus, daß der Vogel, ähnlich dem menschlichen Navigator, aus der örtlichen und zeitlichen Verschiebung der Sonnenbahn nach einem Ortswechsel die einzuschlagende Richtung bestimmt. (**S o n n e n n a v i g a - t i o n**)

Wir sehen an diesen Beispielen, daß in der Vogelwelt im Verlaufe der Evolution die verschiedensten Orientierungsmechanismen entstanden sind, die von der Wissenschaft bei weitem noch nicht alle geklärt sind. Daher ist es falsch, von der Orientierungsart zu sprechen!

**Interview mit Herrn Dr. Chemnitius,
Leiter der Sektion Exp. Pharmakologie des VEB Jenapharm
Bereich WM (wiss. Medium)**

Impuls 68: Mit welcher Problematik, Herr Dr. Chemnitius beschäftigt sich Ihr Forschungsgebiet in der Gegenwart innerhalb der DDR, und welche internationalen Tendenzen gibt es dabei?

Dr. Chemnitius: Unsere Forschungsarbeiten sind darauf gerichtet, die Wirkung bestimmter Substanzen im lebenden Organismus zu prüfen. Wir untersuchen z. Zt. schwerpunktmäßig den Einfluß hochwirksamer Stoffe auf das Herz-Kreislaufgeschehen. Dabei arbeiten wir eng mit Wissenschaftlern aus der UdSSR und der VR Polen zusammen und streben die Kooperation auch mit anderen RGW-Staaten an. Ferner bearbeiten wir das Thema Fertilitätskontrolle sowohl auf dem Humansektor als auch in der Veterinärmedizin und Probleme der Geroprophylaxe, insbesondere der Prophylaxe des Klimax-Syndroms.

Seit einigen Jahren erfordert die industriemäßige Tierhaltung verstärkte Forschungsarbeit zur Vermeidung von Parasitenbefall und des Ausbruches von Tierseuchen, z. B. der Coccidiose beim Geflügel - bei der Broilermast. Auch mit diesen Fragen beschäftigen wir uns.

Impuls 68: Welche Entwicklung sehen Sie persönlich für Ihr Gebiet in der Zukunft? Welche wesentlichen neuen Erkenntnisse sind in den nächsten Jahren zu erwarten?

Dr. Chemnitius: Die wesentlichsten Entwicklungen sind in den nächsten Jahren auf dem Gebiet der Fertilitätshemmstoffe zu erwarten. Weiterhin zeichnen sich gute Ergebnisse bei der Total-Synthese von herz-kreislaufaktiven Wirkstoffen ab. Wir können einschätzen, daß wir mit diesen Arbeiten an der Weltspitze liegen.

Die Coccidiostatika werden durch die ständig besser werden-

den hygienischen Bedingungen in den Großanlagen der industriellen Mast an Bedeutung verlieren, auch wenn sie z. Zt. noch erforderlich sind.

Impuls 68: Auf welchen Gebieten wird gegenwärtig die medizinische Forschung noch betrieben?

Dr. Chemnitius: Große Kapazitäten werden in der DDR entsprechend den Empfehlungen der 19. Staatsrats-sitzung eingesetzt auf den Gebieten der Herzkreislaufforschung, der Krebsforschung sowie der Psychopharmaka und der Antibiotika.

Es ist bekannt, daß die häufigsten Erkrankungen in der Welt durch Störungen im Herz-Kreislaufsystem verursacht werden. Das sind Erscheinungen, die sowohl in den sich wandelnden Lebensgewohnheiten unserer Bevölkerung zu suchen sind - wenig Sport, mehr Luxus - als auch in erhöhten Stressbedingungen, so daß es eine der wichtigsten Aufgaben der Arzneimittelforschung ist, hier entsprechende Prophylaktika und Therapeutika zu schaffen. Nach den Herz-Kreislaufkrankungen stellen die Krebserkrankungen die nächsthäufige Todesursache dar. Die Arbeiten zur Krebsbekämpfung werden hauptsächlich in der Grundlagenforschung durchgeführt. In den Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften der DDR (ZIMET in Jena und Berlin-Buch) werden insbesondere experimentelle und klinische Forschungen betrieben an solchen Substanzen, die gegen Krebs wirksam eingesetzt werden können. Hauptsächlich werden Forschungskapazitäten zur Untersuchung der Ätiologie des Krebses eingesetzt, hier bestehen sehr enge kooperative Beziehungen zur UdSSR.

In Zukunft muß auch die Frage der sogenannten Nutritiva-Wirkstoffe für die Tierernährung - bearbeitet werden. Die derzeit im Handel befindlichen Antibiotika müssen durch andere Wirkstoffe ersetzt werden, die nicht in der Human- oder Veterinärmedizin Anwendung finden. Ob es sich dabei um fermentativ gewonnene Präparate handelt oder um synthetisch hergestellte, kann heute noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, beides ist möglich. Im wesentlichen wirken sie alle antibiotisch auf die Darmflora. Das Ziel ist die Entwicklung

einer Verbindung, die antibiotisch auf die Bakterien im Darmlumen, d. h. spezifisch auf die pathogenen Bakterien wirkt, aber nicht resorbiert wird, so daß die Frage der Rückstandsbestimmung nicht eminent wird.

Eine große Beachtung ist den Transplantationen zu schenken. Allerdings glaube ich persönlich, daß die Ära der Herztransplantationen in den sozialistischen Ländern nicht kommen wird, da man versucht, mit entsprechenden Herzmaschinen bzw. technischen Apparaturen, die implantabel sind, diese Frage zu lösen. Etwas anderes ist die Übertragung beispielsweise von Nieren. Es gibt in der DDR bereits Nierenzentren, wo Nieren gut konserviert und einem entsprechenden Empfänger implantiert werden können. Es wird auch an dieser Forschungsrichtung im Rahmen der Akademie der Wissenschaften der DDR gearbeitet.

Impuls 68: Herr Dr. Chemnitius, wir danken Ihnen auch im Namen unserer Leser für dieses recht aufschlußreiche Interview.

(Das Interview wurde geführt von G. Tenner, Biol.-Red.)

Erklärungen

Fertilität	- Fruchtbarkeit
Geroprophylaxe	- Verzögerung des Alterns
Klimax-Synaren	- (Wechseljahre)
Psychopharmatika	- die Psyche beeinflussende Pharmatika
Ätiologie	- Lehre von der Krankheitsursache


An unsere Leser !

Durch technische Schwierigkeiten in unserer Druckerei sowie durch Transportprobleme unsererseits war es uns nicht möglich, das Dezemberheft und das Januarheft (Hefte 4 und 5) rechtzeitig auszuliefern. Wir bitten dafür um Verständnis.



Stellung, Funktion und Gegenstand der marx.-lenin. Philosophie

Die Beziehungen zwischen der Philosophie (griech. "philia"-Liebe, "sophia" - Weisheit, also Weisheitsliebe) und den Einzelwissenschaften waren in der Geschichte kompliziert. Ging es in der Antike darum, die mannigfaltigen Naturerscheinungen aus philosophischer Sicht zu begreifen, verzeichneten wir im 17. und 18. Jahrhundert eine Trennung zwischen der Philosophie und den Einzelwissenschaften.

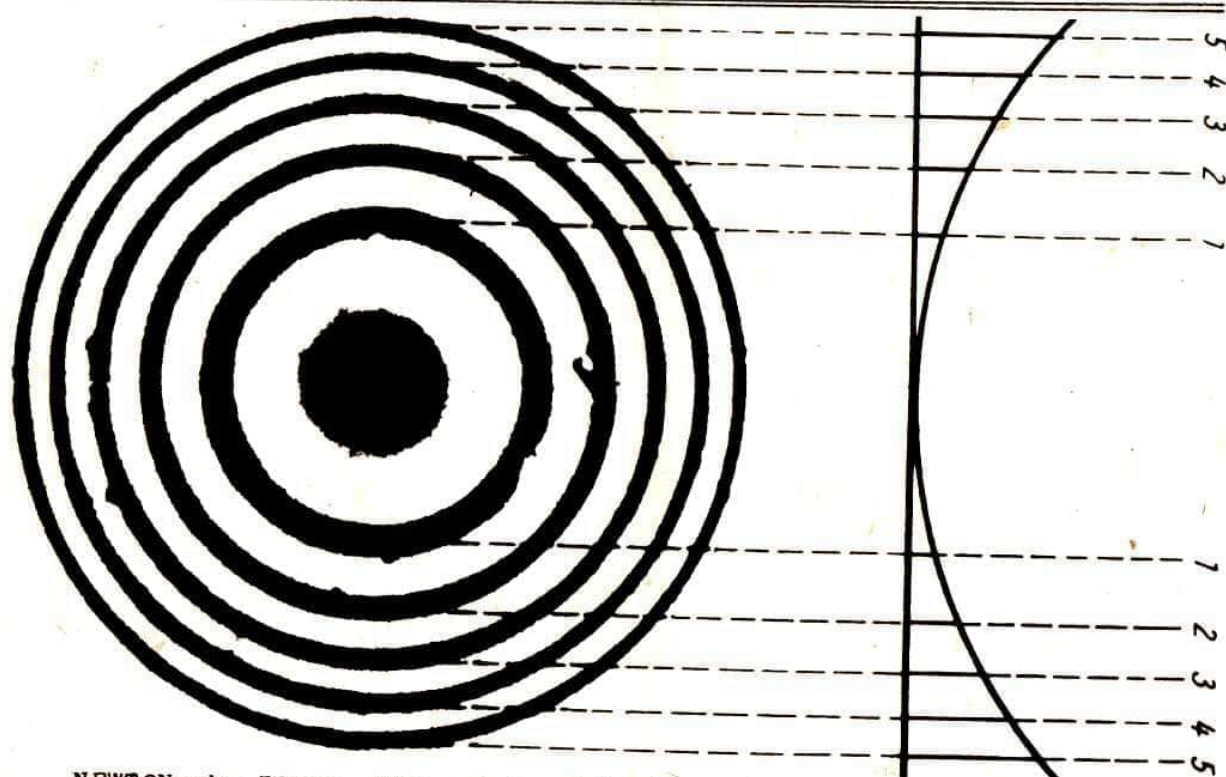
Der englische Philosoph Francis Bacon (1561-1626) sah in der Naturwissenschaft die eigentliche Wissenschaft und Grundlage für die Philosophie. Er war bemüht, beides zu vereinen. Es existierten viele andere Auffassungen, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Wir beurteilen heute das Schaffen jeglicher Philosophen daran, ob es auf die Wissenschaftsentwicklung progressiv wirkte.

Karl Marx formulierte in der 11. Feuerbachthese: "Die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert; es kommt aber darauf an, sie zu verändern". Das ist das entscheidende Kriterium, wonach sich auch Stellung, Funktion und Gegenstand der marxistisch-leninistischen Philosophie, die **B e - s t a n d t e i l** des Marxismus-Leninismus und gleichzeitig dessen philosophische Grundlage ist, richten. Sie reiht sich gleichberechtigt und logisch in die unzähligen Wissenschaftsdisziplinen ein und wirkt befruchtend auf diese, wie aber auch z. B. die Naturwissenschaften einen fördernden Einfluß auf die Philosophie ausüben. Es bestehen sehr enge und nicht immer einfache Wechselbeziehungen, die in den nächsten Beiträgen an konkreten Beispielen erläutert werden sollen. Die marxistisch-leninistische Philosophie - der dialektische und historische Materialismus - ist die Weltan-

schauung der Arbeiterklasse. (Weltanschauung: Gesamtheit der Anschauungen einer Klasse über die Natur und Gesellschaft) Daraus resultiert auch die Funktion der marxistisch-leninistischen Philosophie, die darin besteht, in enger Verbindung mit den verschiedensten Wissenschaftsgebieten die wesentlichen einzelwissenschaftlichen Resultate philosophisch zu verallgemeinern, ein wissenschaftliches Weltbild auszuarbeiten und der Arbeiterklasse die weltanschauliche Grundlage zur Durchsetzung der historischen Mission zu geben.

Möglich wird das dadurch, daß die Philosophie gleich jeder anderen Wissenschaft einen konkreten Gegenstand hat. Der Gegenstand der marxistisch-leninistischen Philosophie sind die allgemeinsten Gesetze der Natur, des Denkens und der Gesellschaft, wobei das Verhältnis von Materie und Bewußtsein (Grundfrage der Philosophie) materialistisch beantwortet wird: Die Materie hat das Primat.

Im nächsten Beitrag befassen wir uns mit den Grundgesetzen der Dialektik in Verbindung mit den Naturwissenschaften.



NEWTONsche Ringe. Ein solches Interferenzbild entsteht z.B. durch Auflegen einer Linse auf eine Planplatte. Die einzelnen Ordnungen sind angegeben.

2.1.2. Aufbau und Entwicklung der Sonne

2.1.2.1: Aufbau des Sonneninneren

Wir hatten im ersten Teil dieser Artikelserie festgestellt, daß die Sonne ihre Energie in den zentrumnahen Bereichen freisetzt. Diese Energie muß vollständig in Strahlung umgesetzt und nach außen transportiert werden. Wäre das nicht der Fall, d. h. würde diese Energie irgendwo im Inneren etwa als Wärmeenergie aufgestaut, müßte das zu einer ständigen Aufheizung der entsprechenden Gebiete führen. Diese Temperaturerhöhung hätte eine Störung des Gleichgewichts im Sonneninneren zur Folge. Da wir aber die Sonne als sehr stabiles System erkannt haben, muß so etwas ausgeschlossen werden.

Wie kompliziert sich der Transport der Strahlung von innen zur Atmosphäre gestaltet, haben wir schon bei der Definition des Sonneninneren erwähnt. Die Materie im Sonneninneren verhält sich **f a s t** wie ein schwarzer Körper. Dieser ist ja definitionsgemäß ein solcher, der alle auf ihn treffende Strahlung vollständig absorbiert. Das geschieht im Sonneninneren schon nach wenigen Zentimetern. Daraufhin folgt eine Reemission ("Wiederausstrahlung"), eine erneute Absorption und so fort bis zur Atmosphäre, wobei sich die Lichtquanten nur im Durchschnitt nach außen bewegen, jedes einzelne aber viele "Irrwege" durchläuft.

Nur weil die Sonne im Inneren kein idealer Schwarzer Körper ist, kann ein gerichteter Strahlungsstrom (Strahlungstransport nach außen) auftreten. (Näheres "impuls 68", Heft 3, Jhrg. 1969/70.)

Dort wird auch der Energietransport durch Konvektion näher erklärt. Dabei handelt es sich um Folgendes: Es kann vorkommen, daß im Sterninneren das Temperaturgefälle von innen nach außen größer als ein bestimmter kritischer Wert wird,

nämlich dann, wenn der eben beschriebene Energietransport durch Strahlung nicht wirkungsvoll genug ist, also nicht die erforderliche Energiemenge nach außen transportieren kann. Dann treten Turbulenzen auf, worunter zu verstehen ist, daß relativ heißere Gaselemente nach "oben" (in Richtung Atmosphäre) aufsteigen und relativ kühlere nach "unten" absinken. Die heißen, aufsteigenden Gaselemente führen so Energie nach "oben", die kühleren wirken im gleichen Sinne. Die Turbulenzelemente zeigen also die Tendenz, das Temperaturgefälle zu verringern.

Dieser Energietransport durch Konvektion tritt in der Sonne nur in den äußersten Schichten auf, in der so genannten Wasserstoffkonvektionszone. Sie hat eine (radiale) Ausdehnung von etwa 70 000 km. Der Strahlungstransport ist dort deshalb nicht sehr wirkungsvoll, weil dieses Gebiet eine Übergangszone von dem Zustand vollständiger Ionisation im Inneren zu dem eines vorwiegend neutralen Auftretens der Atome in den kühleren "oberflächen" nahen Gebieten darstellt. Dadurch wird die Energie der Strahlung weitgehend zur Ionisation "verbraucht". Da die Wasserstoffkonvektionszone in den äußersten Gebieten des Sonneninneren auftritt, zeigt sie Auswirkungen auf die Atmosphäre. In letzterer kann man daher sogenannte Granulen beobachten, die uns bei der Betrachtung der Sonnenatmosphäre wieder begegnen werden.

Nachdem wir nun die Folgerungen betrachtet haben, die sich aus der Forderung ergeben, daß im Sonneninneren nirgends Energie aufgestaut werden kann, kommen wir jetzt zu einer anderen, sich ebenfalls aus der Stabilität des Sonneninneren ergebenden Feststellung. Es handelt sich um das hydrostatische Gleichgewicht. Wenn das Sonneninnere im Gleichgewicht sein soll, muß der Druck an jeder Stelle genau dem Gewicht der über dieser Stelle lagernden Gassäule "die Waage halten". Daraus folgt sofort, daß der Druck nach innen zunehmen muß. Gleiches gilt dann auch für die Temperatur und für die Dichte (Weheres kann wieder oben zitierter Literaturstelle entnommen werden). Zum Druck tragen sowohl der "normale" Gasdruck als auch der Strahlungsdruck bei, also der Druck, der durch den Nettostrahlungsstrom nach außen entsteht (Impuls-

übertragung bei Absorption). Im Sonneninneren spielt aber der Gasdruck die dominierende Rolle.

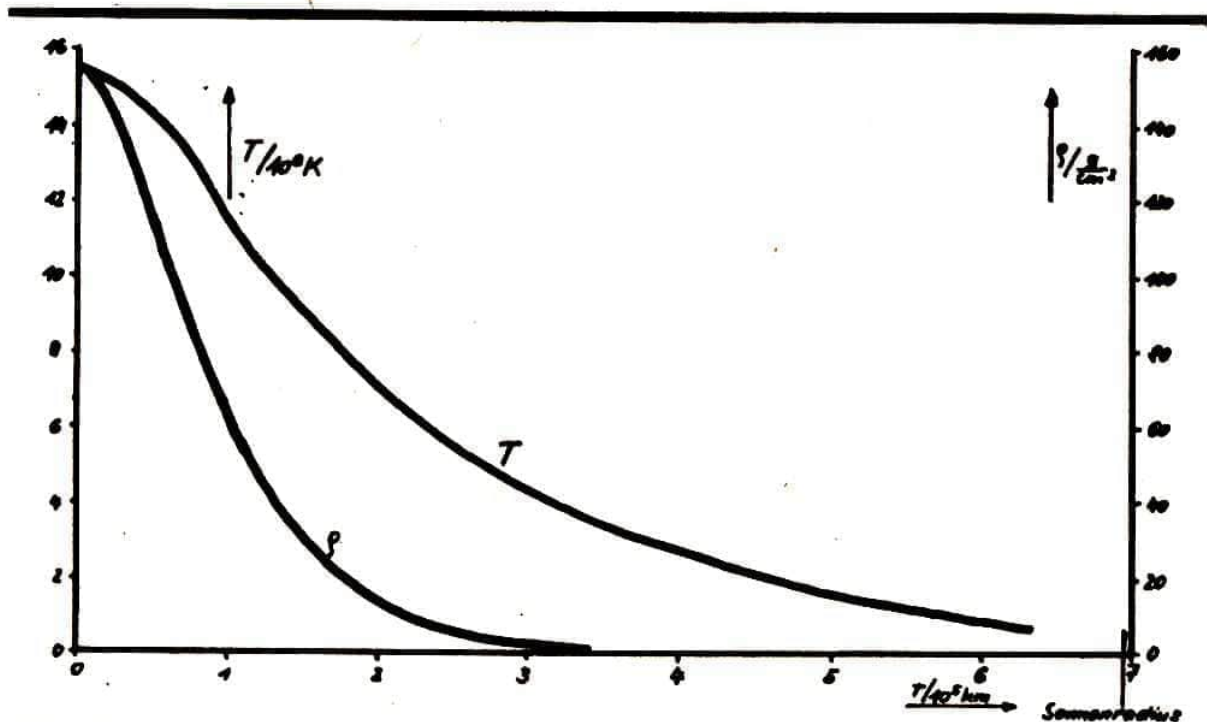


Abb. 2 Temperatur- und Dichteverlauf im Sonneninnern

Abb. 2 zeigt die aus Modellrechnungen gewonnenen Ergebnisse über den physikalischen Zustand im Sonneninnern. Dort sind die Temperatur und die Dichte in Abhängigkeit vom Zentrum-
abstand eingetragen. Bei den im Sonneninneren herrschenden Temperaturen, die aus dem Diagramm abgelesen werden können, sind alle Atome vollständig ionisiert (abgesehen von den äußer-
sten Gebieten, von denen wir oben sprachen). Unter diesen Bedingungen kann zur Beschreibung des Gaszustandes die ideale Gasgleichung angewendet werden.

2.1.2.2. Entwicklung der Sonne

In diesem eben beschriebenen stabilen Zustand befindet sich die Sonne schon seit etwa 4,5 Milliarden Jahren, und sie wird diesen ohne wesentliche Änderungen auch noch weitere Milliarden Jahre beibehalten. Allerdings kann sie dies nicht "in alle Ewigkeit", denn das widerspräche schon dem philo-
sophischen Prinzip, daß sich alle Materie in Bewegung be-
findet, verändert, entwickelt. Physikalisch gesehen muß sich die Sonne deswegen einmal irgendwie verändern, weil

sie nicht ewig ihre Energieausstrahlung durch die Umwandlung von Wasserstoff in Helium decken kann. Einmal muß der Wasserstoff aufgebraucht sein.

Die Sonne war nach ihrer Entstehung bezüglich der chemischen Zusammensetzung homogen, mit einem Gewichtsanteil an Wasserstoff von etwa 71 %. Heute hat sie im Zentrum noch etwa 36 % Wasserstoff, der übrige Anteil wurde in Helium umgesetzt. Weiter außen ist der Wasserstoffgehalt jedoch noch größer, da die Effektivität der Kernfusion von innen nach außen abnimmt (siehe Teil 1). Von heute an gerechnet wird die Sonne in etwa 2 -3 Milliarden Jahren merkbare Veränderungen zeigen, weil der Wasserstoffvorrat im Zentrum zur Neige geht. Dann müssen die inneren Teile der Sonne kontrahieren, damit die Temperatur so weit ansteigt, daß die Kernfusion in weiter vom Zentrum entfernten Gebieten, wo der Wasserstoff noch nicht so stark verbraucht ist, wirkungsvoll ablaufen kann. Später muß die Temperatur sogar so groß werden, daß im Zentrum das bei der Kernfusion entstandene Helium in Kohlenstoff umgesetzt werden kann. Da dabei ebenfalls Energie frei wird, deckt die Sonne dann ihren Energieverbrauch hauptsächlich aus der Umwandlung von Helium in Kohlenstoff. Gleichzeitig mit der Kontraktion und dem Temperaturanstieg im Inneren expandieren die äußeren Gebiete. Das führt einerseits zur Vergrößerung der leuchtenden "Oberfläche" der Sonne, also zur Erhöhung ihrer Leuchtkraft, andererseits wird das Maximum der Energieausstrahlung wegen einer Verringerung der "Oberflächen"temperatur nach größeren Wellenlängen (nach dem roten Ende des Spektrums) verschoben. Letzteres ergibt sich aus dem bekannten Wienschen Verschiebungsgesetz:

$$\lambda \cdot T = \text{const.}$$

Die Sonne strahlt dann also insgesamt mehr Energie aus (Erhöhung der Leuchtkraft), ist aber röter als heute. Sie wird ein sogenannter Roter Riese.

Allerdings ergeben sich im Stadium der Heliumumsetzung physikalische Probleme, die es bisher verhindert haben, die Ent-

wicklung der Sonne bzw. ähnlicher Sterne rechnerisch weiter als bis zum Beginn dieser Heliumumsetzung zu verfolgen. Deswegen können sich jetzt nur noch einige qualitative Bemerkungen anschließen.

Wenn auch das Helium in den Zentralgebieten der Sonne aufgebraucht ist, wird die Heliumumsetzung wieder analog zum obigen Fall der Wasserstoffumsetzung in weiter außen liegende Gebiete verlagert, wo noch welches vorhanden ist. Gleichzeitig findet noch weiter außen die Umsetzung von Wasserstoff in Helium statt. Der heliumarme Kern beginnt zu kontrahieren, was wiederum zu einer Temperaturerhöhung führt. Ob jedoch bei einem so relativ massearmen Stern wie die Sonne jemals im Zentrum die hohen Temperaturen erreicht werden können, die erforderlich sind, um Kohlenstoff in noch höhere Elemente (wieder unter Energiefreisetzung) umzuwandeln, kann heute noch nicht sicher gesagt werden. Theoretische Überlegungen zeigen, daß die Grenze gerade ungefähr bei der Masse der Sonne liegen muß.

Falls die Kohlenstoffumsetzung nicht mehr "gezündet" werden kann, die Energiequellen damit versiegen, ist das "Leben" der Sonne beendet, und sie geht in einen noch näher zu beschreibenden Endzustand über, sie wird ein Weißer Zwerg. Im anderen Falle erfährt die Sonne dasselbe Schicksal, nachdem der Kohlenstoff im Inneren aufgebraucht wurde.

Weißer Zwerge sind Sterne extrem hoher Dichte ($100 - 1000 \text{ kg/cm}^3$) und geringem Radius (10 000 km). Unter diesen ungewöhnlichen Bedingungen stellt sich im Inneren eines solchen Sternes auch ein extremer Zustand der Materie ein. Die Geschwindigkeiten der Elektronen (vollständige Ionisation!) gehorchen nicht mehr dem Maxwell'schen Verteilungsgesetz, sondern man sagt, sie sind entartet. Vereinfachend ausgedrückt heißt das, daß sie maximal dicht "gepackt" sind. Noch höher kann ihre Dichte bei der jeweils herrschenden Temperatur aus quantenphysikalischen Gründen nicht werden. Dadurch sind sie in der Lage, das Gewicht der darüberlagernden Sternmaterie auszugleichen, so daß sich ein Weißer Zwerg in einem stabilen Zustand befindet.

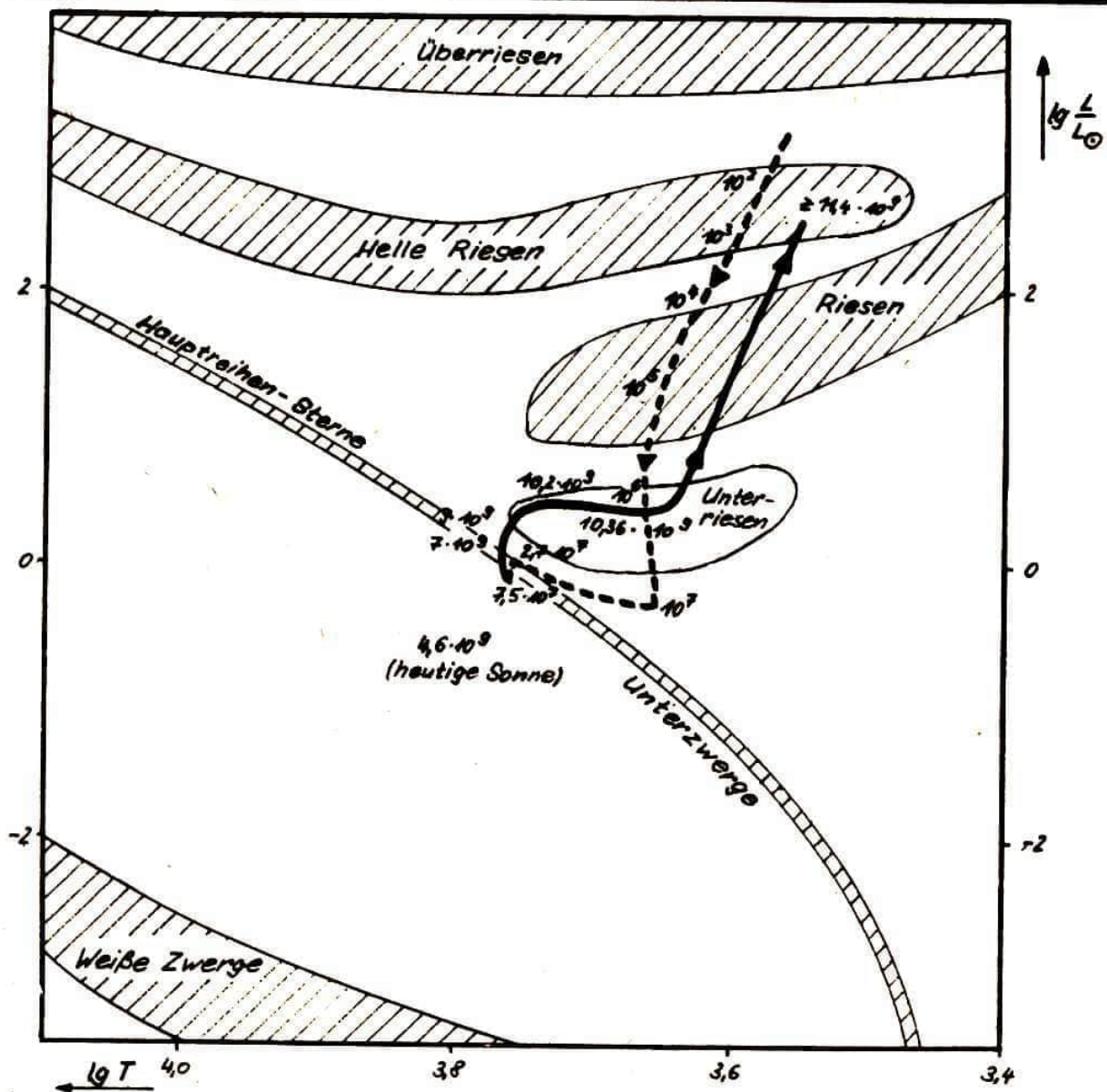


Abb. 3

Entwicklungsweg der Sonne im Hertzsprung-Russell-Diagramm (Leuchtkraft in Einheiten der Sonnenleuchtkraft über der "Oberflächen"temperatur; beide Skalen logarithmisch geteilt). Die Strichlinie stellt die Entwicklung in der Kontraktionsphase vor Erreichen eines stabilen Zustandes auf der Hauptreihe dar. Der Entwicklungsweg endet mit dem Beginn der Heliumumsetzung im Zentrum. Schematisch ist die Lage der Leuchtkraftklassen angegeben. Die Zahlenangaben beziehen sich auf das Alter der Sonne in Jahren.

Da im Inneren eines Weißen Zwerges keine Kernprozesse zur Energiefreisetzung mehr ablaufen und auch keine anderen

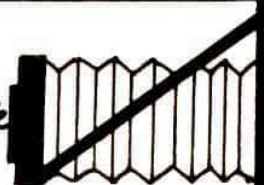
Energiequellen (Kontraktion) zur Verfügung stehen, muß ein Weißer Zwerg seine Energieausstrahlung aus der gespeicherten Wärmeenergie decken. Er kühlt daher allmählich aus. Dieser "trostlose" Zustand ist das endgültige Schicksal, daß die Sonne einmal ereilen wird.

Wir haben festgestellt, daß sich die beobachtbaren Größen der Sonne ("Oberflächen"temperatur, Radius, Leuchtkraft usw.) im Laufe der Entwicklung allmählich ändern. Es gibt Entwicklungsphasen, in denen das sehr langsam geschieht, z. B. im gegenwärtigen Zustand, andere, wo das bedeutend schneller vor sich geht. Wenn man demnach die Parameter "Oberflächen"temperatur und Leuchtkraft der Sonne in ein entsprechendes Diagramm einträgt, das Hertzsprung-Russell-Diagramm, muß sich der Ort der Sonne darin mit der Zeit verändern. Es ergibt sich für die Sonne ein "Entwicklungsweg". Dieser ist in der Abbildung 3 dargestellt. Die Zahlen geben die Zeit an, die seit dem Augenblick vergangen ist, in dem die Sonne aus einer Wolke interstellarer Materie (Materie zwischen den Sternen) zu einem (selbstleuchtenden) Stern kontrahierte.

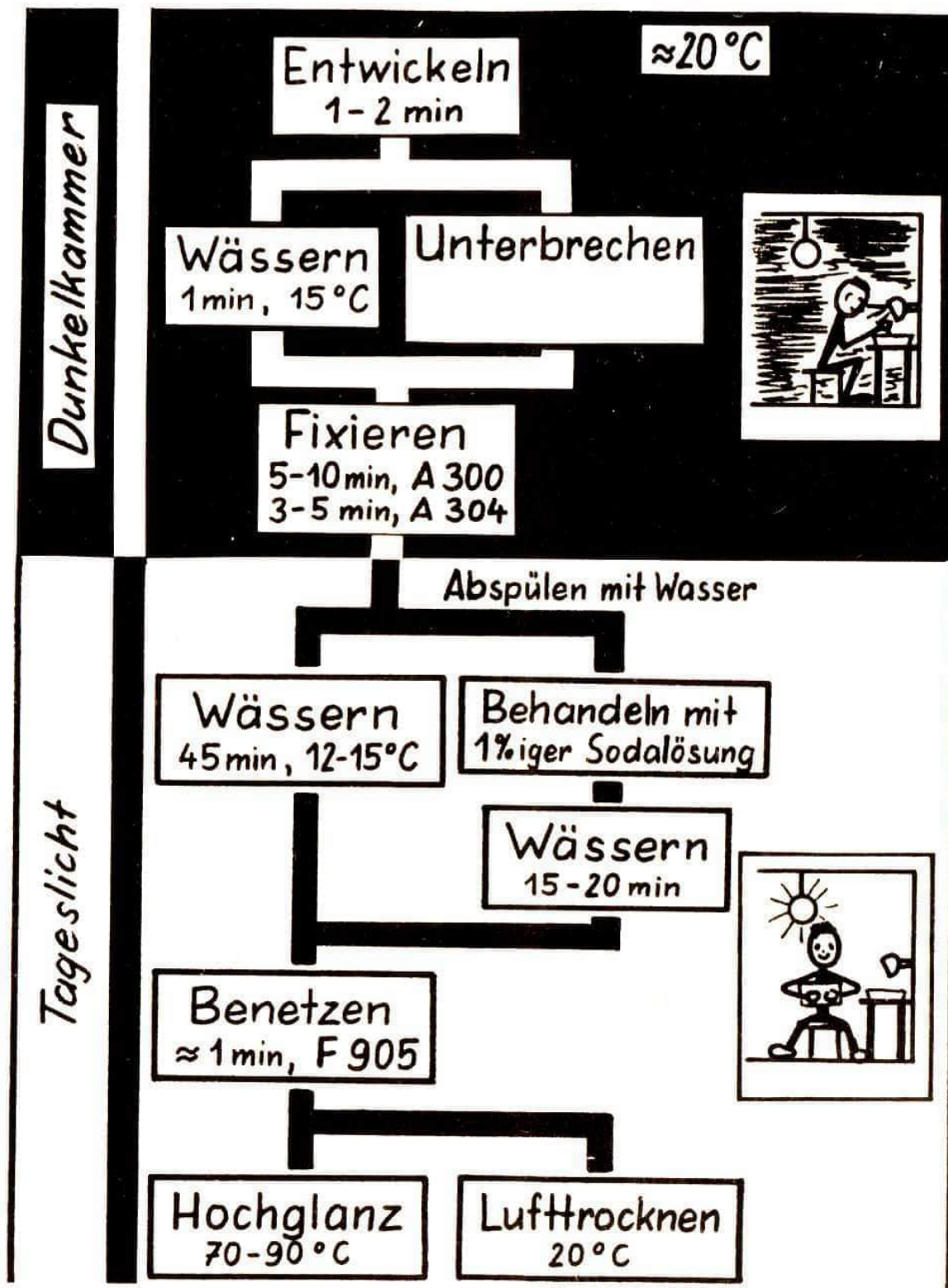
Die gestrichelte Linie bezieht sich auf die Frühphase (Kontraktionsphase) der Sonnenentwicklung unmittelbar nach dem eben erwähnten Augenblick. Diese Kontraktionsphase dauerte etwa 100 Millionen Jahre an; dann erreichte die Sonne einen stabilen Zustand auf der sogenannten Hauptreihe, jenes Ortes im Hertzsprung-Russell-Diagramm, wo sich die Sterne (Zwerge) befinden, die ihren Energieverbrauch ausschließlich durch Umwandlung von Wasserstoff in Helium im Zentralbereich decken und nicht mehr kontrahieren, also stabil sind.

Auf der bzw. in der Nähe der Hauptreihe verweilt die Sonne sehr lange, mehrere Milliarden Jahre. Dann schließen sich schneller ablaufende Entwicklungsphasen an. Der im Diagramm eingezeichnete Entwicklungsweg endet mit dem Beginn der Umsetzung von Helium in Kohlenstoff im Zentrum nach mehr als 11 Milliarden Jahren. Weiterführende zuverlässige Rechnungen sind noch nicht vorhanden. Sicher scheint aber, daß die Sonne, wie oben bemerkt, als Weißer Zwerg "enden" wird.

Schwarz-Weiß-Fotografie (Teil 4 und Schluß)



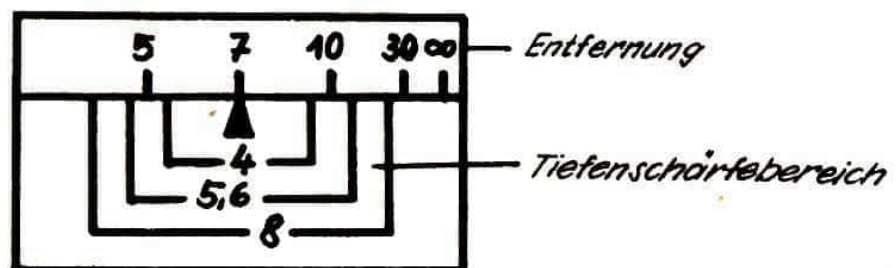
5.3. Übersicht über die Papierverarbeitung



Soviel zu den Grundlagen

Eine Einteilung der Hinweise und Tips lohnt sich nicht. Ob sie der eine oder andere anwendet, ist ihm selbst überlassen. Manch einer hat bestimmt schon Lehrgeld für diesen oder jenen Fehler zahlen müssen. Beginnen wir beim Film, d. h. bei der Aufnahme. Hier lassen sich schon einige Fehler vermeiden. Vor allem ist die richtige Belichtungszeit zu wählen, die sich nach dem verwendeten Film richtet. Auf jeden Fall ist sie auf der Gebrauchsanweisung vermerkt, die jeder Filmschachtel beiliegt. Wer keinen Belichtungsmesser hat, richtet sich am besten nach den angegebenen Werten. Die Belichtungszeit richtet sich nach dem Motiv. Ein unbewegtes Motiv, wie Landschaft, Blumen (bei Windstille) o. ä. läßt lange Belichtungszeiten und große Blendenwerte, d. h. große Tiefenschärfen zu; die Tiefenschärfe ist auf der Entfernungseinstellung für die jeweilige Blende am Objektiv angegeben.

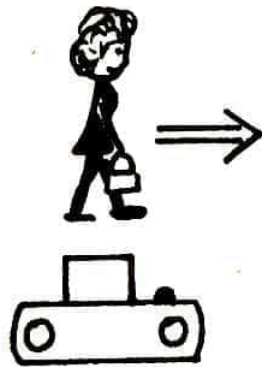
Zum Beispiel:



Die Entfernungseinstellung beträgt im Beispiel 7 m. Bei Blende 4 ist dann also alles scharf abgebildet, was im Bereich von 5,50 m bis 9 m im Sucher zu sehen ist, bei Blende 8 ist dagegen schon ein Bereich von 4,50 bis ca. 20 m scharf abgebildet. Je nach Objektivbrennweite sind diese Werte verschieden. (Ein Teleobjektiv hat eine kleinere Tiefenschärfe als ein Weitwinkel).

Für bewegte Objekte, z. B. Gruppenaufnahmen, Tiere, kommt man mit $1/50$ bis $1/125$ s meist aus. Hier spielt

die Bewegungsrichtung des Motives eine Rolle. Dies veranschaulicht die Abbildung



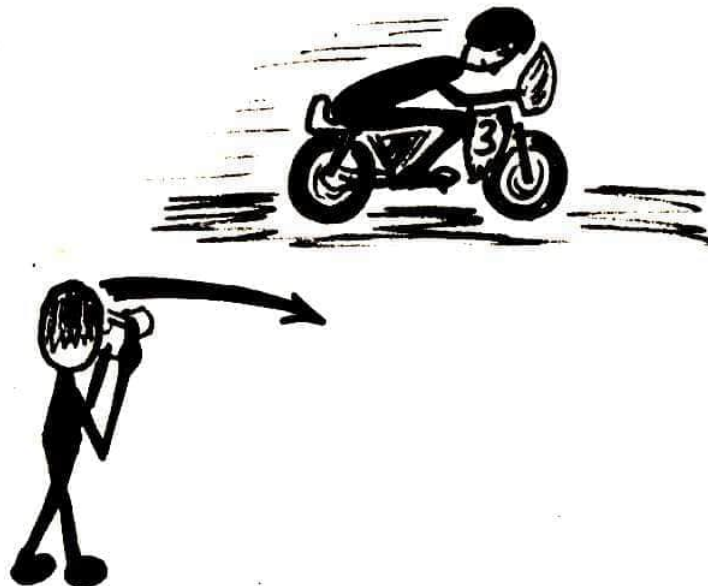
kurz belichten ($\frac{1}{100}$ s - $\frac{1}{500}$ s)
keine große Tiefenschärfe er-
forderlich

Abb. 2

$\frac{1}{50}$ - $\frac{1}{100}$ s aber
genügend abblenden
wegen des Entfer-
nungsspielraumes

Abb. 3

Bei schnellen Motiven, wie beim Sport oder Motorradrennen, muß man zur kürzesten Belichtungszeit greifen, die man hat (bis $\frac{1}{1000}$ s). Hier lohnt sich oft ein Mitziehen der Kamera in Bewegungsrichtung, in Abb. 2 in Pfeilrichtung. (Abb. 4)



Es gehört etwas Übung dazu, vor allem im richtigen Moment auf den Auslöser zu drücken. Man muß schon einige Aufnahmen riskieren.

Gelungene Motive dieser Art zeigen das Motiv scharf,

den Hintergrund verwischt, man hat den Eindruck der direkten Beteiligung am schnellen Ablauf. Gegenlichtaufnahmen geben reizvolle Motive, lassen sich aber nicht ohne weiteres lichttechnisch bewältigen. Die Nacharbeit in der Dunkelkammer ergibt meist erst das gewünschte Ergebnis. Gegenlichtaufnahme - gegen das Licht, die Sonne oder den Himmel oder eine andere Beleuchtung fotografiert. Im Fotokinoverlag erschien eine Broschüre "Gegenlicht", Fotokurs 17. Hier kann man einige Anregungen entnehmen. Anwendung findet es für Silhouettenaufnahmen, Kontraststeigerung, Gloriolbeleuchtung (Lichtquelle z. B. hinter dem Kopf, die Haare leuchten dann, bzw. die Umrisse erscheinen hell gegen den dunklen Vordergrund). Hier kann man kein Rezept für die Belichtung angeben. Man probiere es einfach mit verschiedenen Zeiten, merke sich die Aufnahmedaten, so findet man den richtigen "Riecher" für die ungefähre Belichtung. Gegenlichtaufnahmen sind meist auf Grund der vorhandenen Graustufenstufungen stimmungsvoll. Ein Tip zur Belichtung mit dem Belichtungsmesser. Nicht direkt messen, man wundert sich daran nur über den "Bäcker im Mehlkasten", d. h. ein total überbelichtetes Negativ. Man mißt mit dem Rücken zum Motiv (Abb. 5) das Licht der Umgebung, wählt die Hälfte bis ein Viertel der Belichtungszeit und fotografiert dann sein Gegenlichtmotiv.

(Abb. 6) -



($\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$) Belichtungszeit oder 1-2 Blenden weiter zu drehen als angegeben.

Schluß der Artikelserie



Wirkung eines Erdbebens

Nach einem Holzschnitt in Sebastian Münsters „Cosmographie“ vom Jahre 1550



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

8

impuls 68



MONATSSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)
L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (Teil 5)	3
Philosophie und Naturwissenschaft (Teil 2)	6
Strahlenbiophysik	8
Plasmachemie	13
Die Sonne (Teil 3)	19
Alle reden vom Umweltschutz – Warum? (Teil 2)	25
DOKUMENTATION	29

Einführung in die Quantentheorie (Teil 5)

Heisenbergsche Unschärferelation

Sie haben im letzten Artikel etwas über den Welle-Teilchen-Dualismus erfahren. Sie wissen bereits, daß man auch einem Teilchen (z.B. Elektron) eine Wellennatur zuordnen kann. Ist der Impuls der Teilchen p , so erhält man für die entsprechende Materiewellenlänge

$$(1) \quad \lambda = \frac{h}{p}$$

Es ist aber aus der klassischen Wellentheorie bekannt, daß eine Welle mit der festen Wellenlänge λ einem unendlich ausgedehnten Wellenzug entspricht. Das bedeutet nun in unserem Fall, daß bei genau vorgegebenem Impuls p des Teilchens (d.h. genau vorgegebener Wellenlänge λ) dem Teilchen ein unendlich ausgedehnter Wellenzug zugeordnet werden muß. Das bedeutet aber, daß wegen der unendlichen Ausdehnung der Welle, sich der Ort des Teilchens niemals angeben läßt. Der Ort ist völlig unbestimmt.

Wir merken uns: Ist der Impuls des Teilchens (seine Materiewellenlänge) genau vorgegeben, so ist der Ort des Teilchens völlig unbestimmt.

Nun wissen Sie aber, daß man die Bahn von mikroskopischen Teilchen auch sichtbar machen kann. Erinnern Sie sich bitte an die Experimente, welche man in der sogenannten Wilsonschen Nebelkammer durchführen kann. Mit Hilfe dieses Gerätes lassen sich z.B. die Bahnen von α -Teilchen als kleine Nebelspuren sehr gut sichtbar machen. Man ist also in der Lage, den Ort eines solchen α -Teilchens mit einer gewissen

Sicherheit zu bestimmen.

Wie ist dies nun mit der Vorstellung eines Teilchens als Materiewelle vereinbar?

Ein Teilchen, dessen Ort nicht lokalisierbar ist, dürfte keine örtlich begrenzte Spur hinterlassen.

Es ist darum angebracht, sich ein mikroskopisches Teilchen als ein örtlich begrenztes Wellenpaket vorzustellen.

Ein solches Wellenpaket entsteht nach der Wellentheorie immer dann, wenn man viele unendlich ausgedehnte Wellenzüge (mit je einem festen λ) überlagert. In unserem Fall bedeutet ein Wellenpaket eine Überlagerung von vielen Materiewellen mit unterschiedlichen Impulsen p . Es ist also unmöglich, einem Wellenpaket genau einen Impuls p zuzuordnen.

Wir merken uns: Läßt sich das Teilchen (als Wellenpaket) lokalisieren, ist es unmöglich, dem Teilchen genau einen Impuls p zuzuordnen.

Wir wollen uns jetzt einmal ein Wellenpaket konstruieren, welches durch Überlagerung von nur zwei Wellen mit den Wellenlängen λ_1 und λ_2 entstanden ist.

In Abb. 1b ist das Wellenpaket dargestellt, welches durch Superposition der Wellen 1 und 2 aus Abb. 1a erhalten wurde. Zur Konstruktion mußte man es nur so einrichten, daß Welle 1 auf der Strecke l einen Wellenberg und ein Wellental mehr besitzt, als Welle 2.

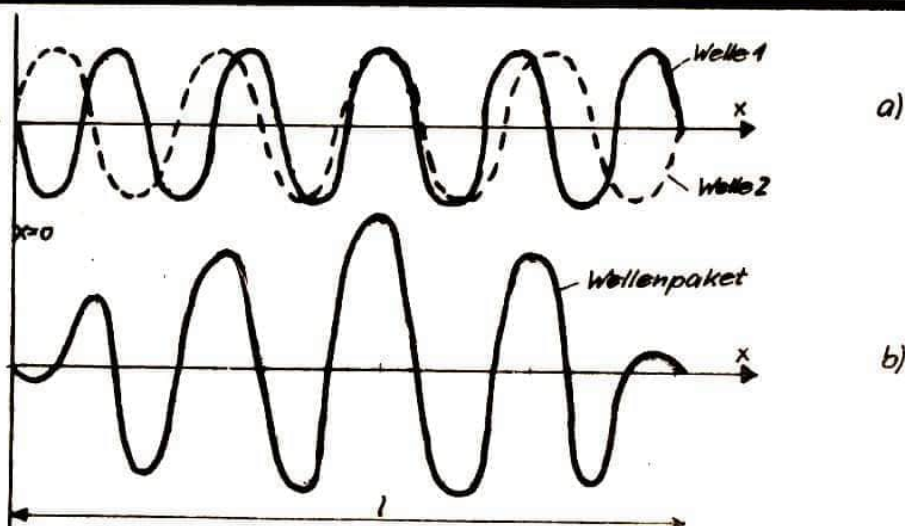


Abb. 6 a) Wellen 1 und 2

b) Wellenpaket durch Superposition der Wellen 1 und 2

Mathematisch ausgedrückt, lautet die Bedingung

$$(2) \quad \frac{1}{\lambda_1} = n + 1 \quad \text{und} \quad \frac{1}{\lambda_2} = n \quad (n - \text{ganze Zahl})$$

Des weiteren mußten die beiden Wellen an den Punkten $x = 0$ und $x = 1$ entgegengesetzte Phasen besitzen.

Durch Subtraktion der beiden Formeln (2) erhalten wir:

$$(3) \quad 1 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 1$$

Mit Hilfe der Beziehung (1) läßt sich dies umschreiben.

$$(4) \quad 1 \cdot (p_1 - p_2) = h$$

Man kann jetzt sagen: Das Teilchen befindet sich im Bereich Δx der Länge 1. Genauer kann der Ort des Teilchens in unserem Fall nicht angegeben werden. Δx nennt man die Ortsunschärfe. Entsprechend ist es unmöglich, unserem Teilchen genau einen Impuls zuzuschreiben. Man kann nur sagen:

Das Teilchen hat einen Impuls, der irgendwo zwischen p_1 und p_2 liegt. $\Delta p = p_1 - p_2$ nennen wir die Impulsunschärfe.

Die Gleichung (4) gibt demnach eine Beziehung zwischen der Ortsunschärfe Δx und der Impulsunschärfe Δp an.

$$(5) \quad \Delta x \cdot \Delta p = h$$

Die Beziehung (5) wird in der Literatur als die Heisenberg'sche Unschärferelation bezeichnet. Diese Formel drückt aus, daß es prinzipiell unmöglich ist, Impuls und Ort eines mikroskopischen Teilchens gleichzeitig genau zu bestimmen.

Messen wir den Ort genau, d.h. ist $\Delta x = 0$, so wird die Impulsunschärfe unendlich groß. Der Impuls des Teilchens ist völlig unbestimmt. Ist es uns mit Hilfe einer Apparatur gelungen, den Impuls des Teilchens genau zu messen, kann uns die Messung nach Gleichung (5) keine Information über den Ort des Teilchens liefern.

Aufgabe:

Man nahm früher an, daß sich im Atomkern neben den Protonen auch Elektronen befinden. Beweisen Sie mit Hilfe der Unschärferelation, daß diese Annahme falsch ist!

Hinweis: Die maximale Impulsunschärfe für das Teilchen läßt sich nach oben zu etwa $\Delta p \approx m \cdot c$ (m = Masse des Teilchens, c = Lichtgeschwindigkeit) abschätzen. Die Ortsunschärfe Δx ist natürlich durch den Kerndurchmesser d_k gegeben. Setzen Sie die Werte für d_k , c , h in (5) ein, bestimmen Sie die Masse m des Teilchens im Kern und vergleichen Sie diese mit der Elektronenmasse!

Fortsetzung im nächsten Heft

Titelbild: Komet Whipple-Fedtke (1957)

Rücktitel: 12. 4. 74 - Tag der Raumfahrt

F. Leichsenring
Ingenieurhochschule
Zwickau

Philosophie und Naturwissenschaften - leicht verständlich (Teil 2)

II Das Gesetz von der Einheit und dem Kampf der Gegensätze

Das Begreifen der Wechselbeziehungen zwischen der Philosophie und den Einzelwissenschaften bereitet Schülern wie auch Studenten während des Grundstudiums des Marxismus-Leninismus mitunter Schwierigkeiten. Befassen wir uns deshalb zunächst mit einem einfachen Problem, das uns für weitere Betrachtungen als Grundlage dienen soll.

Das Gesetz von der Einheit und dem Kampf der Gegensätze bezeichnete Lenin als den "Kern" der Dialektik. Es beantwor-

tet uns die Frage nach der U r s a c h e der Bewegung. Dieses Gesetz der Dialektik befaßt sich mit den allen Dingen, Erscheinungen und Systemen innewohnenden dialektischen Widersprüchen, d. h. daß beispielsweise jedes Ding sich ausschließende und gleichzeitig bedingende Seiten enthält. Die eine Seite des Widerspruches ist die E i n h e i t der Gegensätze, die andere der K a m p f dieser Gegensätze. Der Kampf erhält den Widerspruch aufrecht, führt andererseits zur Aufhebung desselben; es entsteht eine neue Qualität, die wiederum eine neue Einheit von Gegensätzen in sich birgt. Nehmen wir ein Beispiel aus der Biologie. Der Stoffwechselprozeß bei den Organismen funktioniert durch die Assimilation und Dissimilation. Während die Assimilation den Aufbau körpereigener organischer Stoffe bezweckt, werden bei der Dissimilation diese körpereigenen Stoffe abgebaut. Sie ist gegenüber dem ersteren Vorgang, zu dem Energie notwendig ist, ein energieerzeugender Prozeß, d. h. Energie wird frei. Ohne auf diese Prozesse näher einzugehen erkennen wir, daß es sich hier um einen solchen dialektischen Widerspruch handelt, mit dem sich das Gesetz von der Einheit und dem Kampf der Gegensätze bzw. die Philosophie im allgemeinen und in unserem Falle die Biologie im einzelnen befaßt. Obwohl Assimilation und Dissimilation gegensätzliche Vorgänge sind, bedingen sie einander und nur dadurch ist die Existenz der Organismen möglich. Dieses dialektische Grundgesetz, das vom Marxismus-Leninismus formuliert wurde, findet seine Bestätigung durch die Ergebnisse, die uns die Einzelwissenschaften erbrachten. Versuchen Sie, selbständig Beispiele aus den Naturwissenschaften zu finden und betrachten Sie diese aus philosophischer Sicht; deuten Sie jeweils den Kampf und die Einheit der sich bedingenden Seiten.

Im nächsten Beitrag wenden wir uns den Konsequenzen zu, die sich für die Philosophie und die Einzelwissenschaften auf Grund der Existenz allgemeinsten Gesetze und die Ergebnisse der Forschung der verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen ergeben.

Th. Quaas
Dresden
Medizinstudent

Strahlenbiophysik

Die Doppelnatur, die allen Strahlungen des elektromagnetischen Spektrums gemein ist, kommt als Welle und als Quant, Photon zum Ausdruck. Verallgemeinernd kann man sagen, daß das Modell des Photons bei allen Erzeugungs- und Absorptionsprozessen (atomaren Prozessen) brauchbar ist, das Wellenmodell bei allen Ausbreitungsvorgängen (u. a. Beugung, Interferenz). Weiterhin ist mit zunehmender Härte der elektromagnetischen Strahlung der Begriff des Quants gebräuchlicher (γ -Quanten), bei energieärmerer Strahlung der der Welle (Hertzsche Wellen). -- siehe auch LB Physik 11. Klasse --

Die im elektromagnetischen Spektrum oft benutzte Skala der Wellenlänge λ ist mit der Frequenz ν durch die bekannte Beziehung: Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot \nu$ miteinander verknüpft (für Vakuum $c = c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s für alle elektromagnetischen Wellen).

Die Umrechnung der Frequenz in Energie E ergibt sich aus $E = h \cdot \nu$ (Abb. 1) ($h = 6,625 \cdot 10^{-27}$ erg s). Aus $c = \lambda \cdot \nu$ und $E = h \cdot \nu$ wird der Doppelcharakter "elektromagnetischer Wellen" offenbar. Über die Wechselwirkungen mit Materie gibt die Spalte "Entstehung" (Abb. 1) Auskunft. Da energiereichere Strahlung eine größere Eindringtiefe in biologische Strukturen hat, so sind auch Wechselwirkungen im Inneren des Organismus möglich.

Die unsachgemäße Anwendung ionisierender Strahlung kann für Organismen schwerwiegende Schädigungen zur Folge haben. Deshalb müssen Auswirkungen auf den Organismus stets beach-

tet werden. Zwischen dem physikalischen Primärereignis (→ Ionisation, Anregung) im biologischen Objekt und endgültigem Strahleneffekt laufen physikochemische, chemische und biochemische Intermediärprozesse ab, die als Zwischenglieder einer Reaktionskette anzusehen sind (Abb. 2).

Direkte Strahlenwirkung: unmittelbare Wechselwirkung zwischen Strahlenenergie und Zellbestandteilen ("Treffer").

Indirekte Strahlenwirkung: strahleninduzierte Radikale des Wassers (H , OH , HO_2) in der Zelle treten mit Makromolekülen der belebten Materie (Nukleinsäuren, Proteine) in Kontakt.

Bestrahlungseffekte: Schädigung von Struktur und Funktion der Makromoleküle, Erhöhung der Permeabilität von Membranen, Viskositätsveränderungen des Cytoplasmas, Verlust der katalytischen Fähigkeit von Enzymen, Zellkernschädigung, Hemmung der Mitose u. a. Diese Störungen von komplizierten Stoffwechselvorgängen auf zelluärer Ebene können zu speziellen Krankheitsgeschehen führen (→ Strahlenkrankheit). Bestimmte Gewebe (Lymphsystem, Knochenmark, Keimdrüsen) und Entwicklungsstadien (sich teilende Zelle, Embryo, jugendlicher Organismus) sind besonders strahlenempfindlich.

Strahlenkrankheit: Sie stellt sich mit Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Haarausfall, Fieber, Blutungen unter der Haut und Kräfteverfall dar. Je nach Höhe der Dosis leichter Krankheitsverlauf mit anschließender Erholung bis zu schweren Fällen mit tödlichem Ausgang.

Strahlenspätsschäden: Nach Jahren oder Jahrzehnten auftretend. Trübung der Augenlinse, Bluterkrankungen, Lebenszeitverkürzung.

Genetische Schäden: Schon die geringste Strahlendosis kann, wenn sie auf die Keimdrüsen trifft, zu molekularen Veränderungen der DNS-Struktur, Bildung von Chromosomenbrücken in der Anaphase und Chromosomenbruch in den Geschlechtszellen, d. h. zu Mutationen führen und sich durch Auftreten schwerer Mißbildungen in der Nachkommenschaft manifestieren. Hieraus resultieren große Gefahren für die

Menschheit.

Durch die zunehmende Erzeugung und Anwendung energiereicher Strahlen in Wissenschaft und Technik, (z. B. Werkstoffprüfung) erfährt der Kreis der Personen, die als Spezialisten der verschiedensten Fachrichtungen in den entsprechenden Institutionen beschäftigt sind, eine ständige Erweiterung. Als Produkte von "Beschleunigern" (Betatron, Zyklotron, Synchotron), als Abfall in Atomkraftwerken, als radioaktiver "fall out" nach Atombombenversuchen werden Strahlungen frei, die eine wachsende Gefahr auch für die Allgemeinheit darstellen.

Hier zeichnet sich die zunehmende Bedeutung des Umweltschutzes und die Verantwortung der Menschheit ab, ob ionisierende Strahlung z. B. zur gezielten Vernichtung von bösartig entarteten Zellen im Organismus (Krebsbekämpfung), zur Aufklärung von Veränderungen im Inneren von Organismen genutzt wird, oder ob, oder ob die Menschheit an den Folgen einer "nuklearen Katastrophe" zugrunde gehen wird. Nicht zuletzt gibt uns dieses Wissen ein wissenschaftliches Fundament für die politische Aktivität jedes einzelnen im Kampf für den Frieden.



Lautsprecher dünner als ein Haar

Eine japanische Firma hat einen Schallwandler in Form einer Kunststoffolie entwickelt. Diese hochpolymere Folie enthält eingranuliertes piezoelektrisch wirksames Keramikmaterial. Dieser Keramikstaub hat einen Durchmesser von $1/1000$ mm. Bei Vorhandensein eines elektrischen Feldes ändern sie ihre mechanischen Eigenschaften.

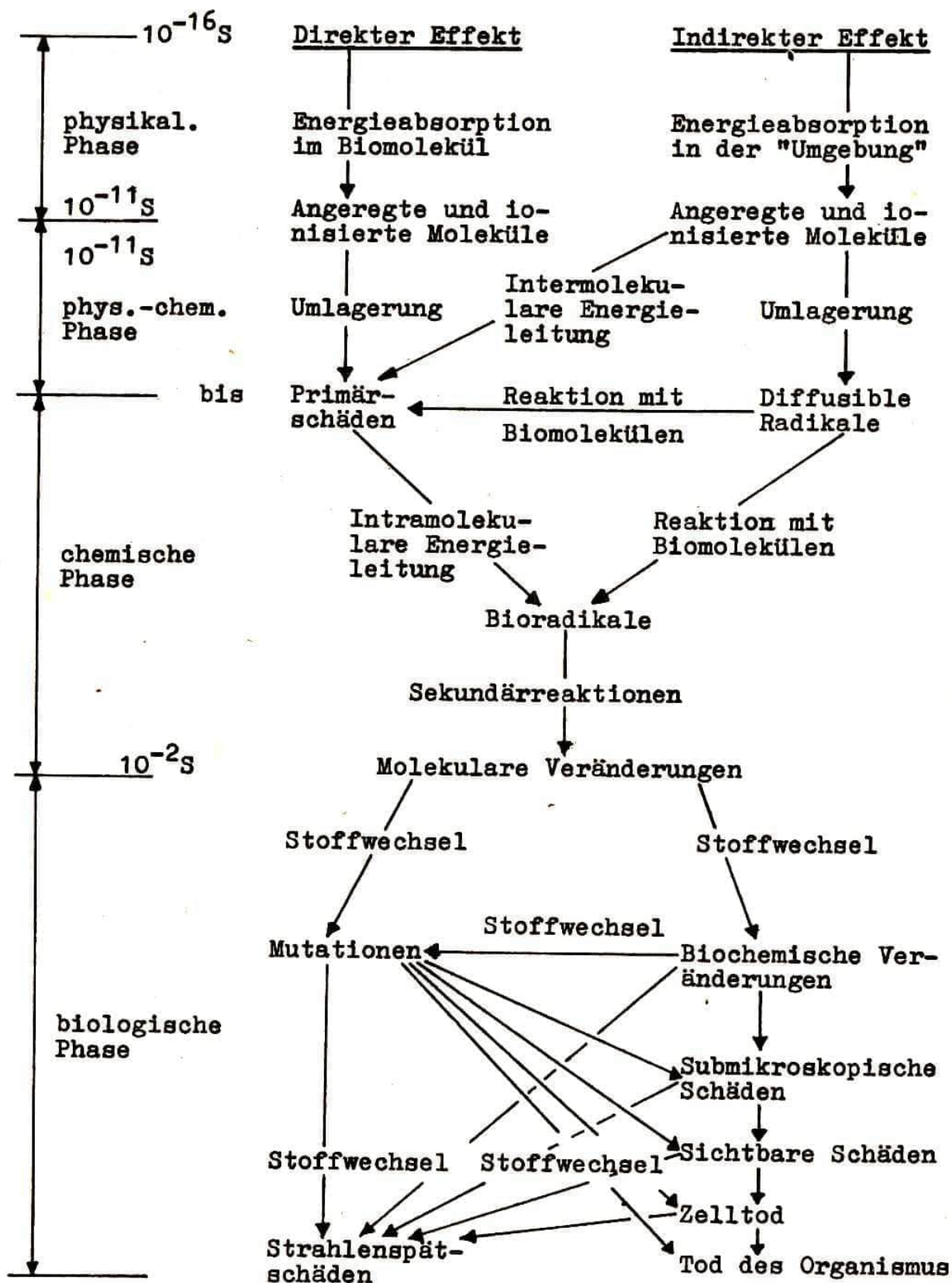
Der Staub wird bei 100°C in einem Feld von 200 KV/cm polarisiert. Wird diese Folie nun an eine Tonfrequenzquelle gelegt, schrumpft oder dehnt sich die Folienfläche und die schwingende Folie erzeugt die gewünschten Töne.

Elektromagnetisches Spektrum

Abb. 1

Frequenz	Energie	Bezeichnung	Entstehung	Anwendungs- beispiel
10^{24}	10^{10}	Kosm. Strahlung	↑ Synchro- tron	Behandlung bösartiger Geschwül- ste
10^{22}	10^8		↑ Betatron	
10^{20}	1 MeV		$e^+ + e^-$	
10^{20}		γ- Strahlung	Atom- kern	
10^{18}	10^4	Röntgen- strahlen	Atomhül- le innere	Durch- leuchtung
10^{16}	10^2	UV	Atomhül- le äußere	Behandlung bestimmter Hauterkrank- ungen
10^{14}	1	Licht	Molekül- Schwin- gung	Wärmeheil- verfahren
10^{12}	10^{-2}	IR	Molekül- Rotation	
10^8	10^{-6}	Radio- wellen	Spinreso- nanz der Elektronen	Hochfre- quenzbe- handlung
1 MHz	10^{-8}		Spinreso- nanz der Kerne	

Die zeitlichen Phasen der Strahlenwirkung
Abb. 2



Plasmachemie - ein neues Forschungsgebiet der Chemie

1. Einführung

Die Plasmachemie beschäftigt sich mit der Untersuchung und Durchführung chemischer Reaktionen in oder mit Hilfe von Plasmen. Dieses neue und moderne Forschungsgebiet der Chemie hat in den letzten Jahren eine stürmische Entwicklung genommen. Die Plasmachemie baut auf Spezialgebieten der Physikalischen Chemie auf. Um plasmachemische Reaktionen aufklären und in gewünschter Weise beeinflussen zu können, müssen die Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten der Plasmaphysik, Hochtemperaturreaktionskinetik und Thermodynamik herangezogen werden.

Die neue Forschungsrichtung Plasmachemie untersucht die besonderen Reaktionseigenschaften der Materie, die auftreten, wenn feste, flüssige oder gasförmige Reaktionspartner in den Plasmazustand und aus diesem wieder in den Normalzustand überführt werden.

2. Erzeugung von Plasmen

Was versteht man unter einem Plasma?

Als Plasma bezeichnet man den Zustand der Materie, in dem neben Neutralteilchen (Moleküle, Atome, Radikale) Ionen und freie Elektronen nebeneinander vorliegen. Die Ionisierung der Teilchen kann durch Stoßprozesse erreicht werden. Diese ionisierenden Stöße treten auf, wenn die kinetische Energie der Teilchen größer als die Ionisierungsenergie ist. Durch Temperaturerhöhung kann man Gasen diese notwendige Energie zuführen. Auch aus Festkörpern und Flüssigkeiten lassen sich Plasmen herstellen, wenn diese Stoffe in den Gaszustand überführt worden sind.

Experimentell werden Plasmen in der sogenannten Gasentladung erzeugt.

Durch die Zustandsgrößen Druck und Temperatur kann der Plasmazustand eindeutig charakterisiert werden. Z.B. können Plasmen bei Drücken von 1 atm je nach eingesetzter Leistung Temperaturen von etwa 5000°K besitzen und bei Drücken um 1 Torr liegen die Gastemperaturen nur bei 500°K . Daraus geht schon hervor, daß Plasmen mit den unterschiedlichsten Eigenschaften erzeugt werden können. Solche Bedingungen sind in den Gasentladungen vorhanden. Hier wird die Energie durch Beschleunigung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern eingespeist und durch Stöße auf alle Teilchen des Systems verteilt. Zu den Gasentladungen gehören als Vertreter der Gleich- und Wechselstromentladungen die Glimm- und Bogenentladung sowie die Hochfrequenz-Entladung. Für plasmachemische Stoffwandlungsprozesse werden hauptsächlich die Glimm- und Bogenentladungen eingesetzt.

3. Charakterisierung plasmachemischer Reaktionen

Für welche Typen von Reaktionen erwies sich der Plasmazustand als geeignetes Reaktionsmedium?

- 1.) Endotherme Reaktionen, die nur bei Anwendung hoher Temperaturen die gewünschten Reaktionsprodukte liefern (z.B. Darstellung von C_2H_2 aus CH_4).
- 2.) Reaktionen, deren thermodynamische Gleichgewichtslage zwar bei tiefen Temperaturen das gewünschte Produkt begünstigt, die aber auf Grund ihrer Kinetik eine hohe Temperatur zur Erreichung einer endlichen Reaktionsgeschwindigkeit benötigen (z.B. Bildung von Bornitrid aus den Elementen).
- 3.) Reaktionen, die bevorzugt über instabile Zwischenprodukte ablaufen, welche bei niedrigen Temperaturen nicht existieren (z.B. Darstellung von NO aus N_2 und O_2).
- 4.) Reaktionen, bei denen die Stoffeigenschaften durch den Einfluß der hohen Temperaturen verbessert werden (z.B. Gewinnung feinsten Ni-Staubes aus $\text{Ni}(\text{CO})_4$).

Welche Vorteile bringt nun die Plasmachemie im Vergleich zu

herkömmlichen Hochtemperatursynthesen, die in Flammen oder indirekt geheizten Reaktoren durchgeführt werden?

- 1.) Die Temperatur kann durch Änderung der Lichtbogenleistung und des Gasdurchsatzes in weiten Grenzen variiert werden.
- 2.) Hohe Strömungsgeschwindigkeiten ermöglichen trotz kleiner Apparaturen große Durchsätze bei kleinen Verweilzeiten.
- 3.) Die kleinen Dimensionen der Reaktoren ermöglichen den Einsatz teurer Werkstoffe.

4. Zur Berechnung plasmachemischer Reaktionen

Bei welchen Bedingungen (Druck, Temperatur) sind die größten Ausbeuten eines gewünschten Produktes zu erwarten?

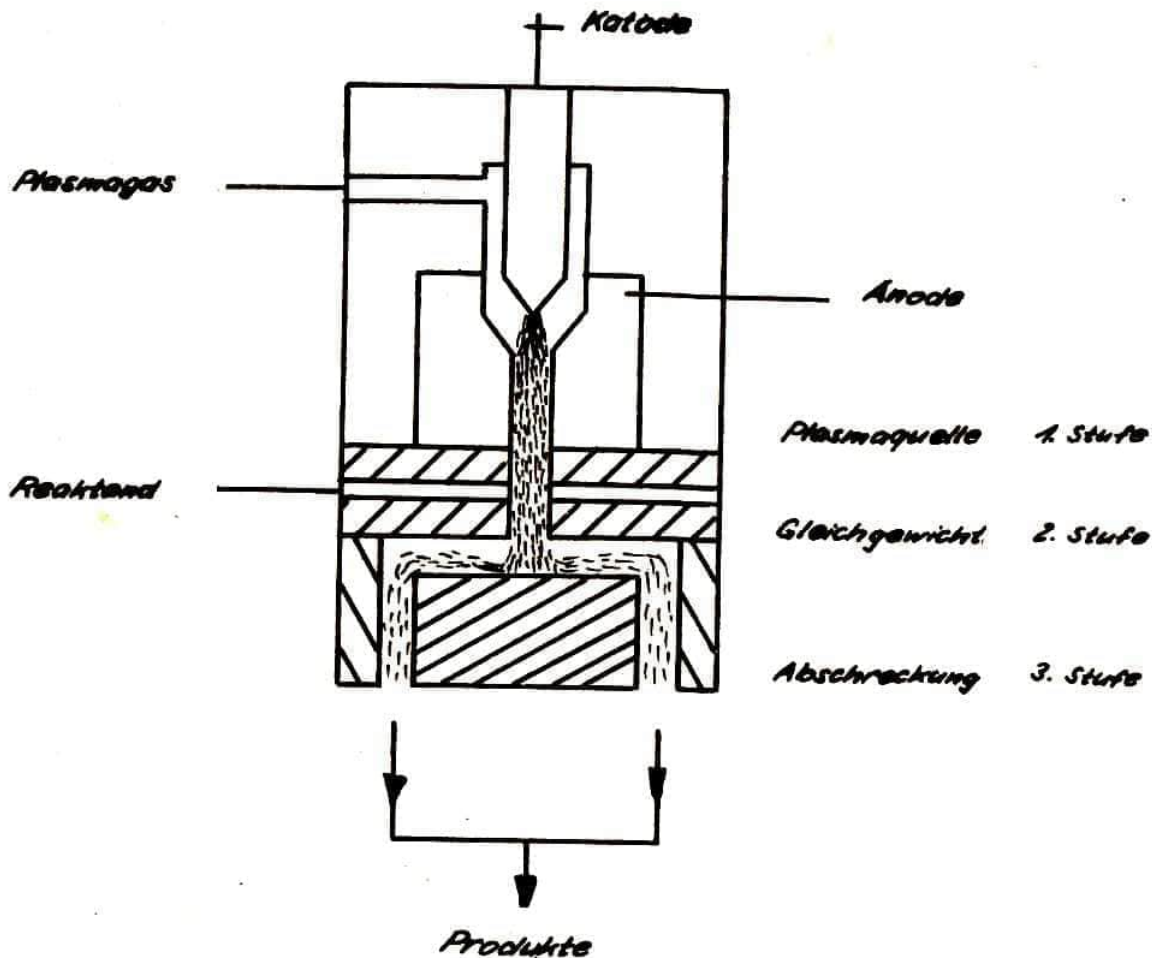
Diese Frage läßt sich durch experimentelle und theoretische Untersuchungen beantworten. Unter bestimmten Voraussetzungen lassen sich die Gesetze der chemischen Gleichgewichtsthermodynamik anwenden, wobei aber wegen der besonderen Bedingungen im Plasma die Gleichgewichtskonstante mit Hilfe der statistischen Thermodynamik aus Molekulardaten berechnet werden muß. Die Kenntnis der Gleichgewichtskonstanten ermöglicht die Berechnung der Ausbeute.

Inwieweit die thermodynamisch berechnete Ausbeute auch praktisch realisiert werden kann, hängt davon ab, wie schnell die Reaktionsprodukte aus dem Plasmazustand in den Normalzustand überführt werden. Das Hochtemperaturgleichgewicht muß so schnell abgekühlt werden, daß keine oder nur wenige **Zerfallsprozesse** stattfinden können. Dieser Schritt, der in entscheidendem Maße die Ausbeute einer Reaktion beeinflußt, wird bei der plasmachemischen Reaktion als Abschreckung bezeichnet und ist durch die Abschreckgeschwindigkeit $\frac{dT}{dt}$ beschreibbar. Sie liegt bei plasmachemischen Reaktionen in der Größenordnung von $10^6 - 10^8 \text{ } ^\circ\text{K} \cdot \text{s}^{-1}$.

Aus dem oben gesagten folgt, daß ein Plasmareaktor im allgemeinen aus 3 Stufen besteht (s. Abb.):

1. Plasmabrenner

2. Einmischzone für 2 Reaktanden und Reaktionsraum
 3. Abschreckung, sie kann erfolgen durch
 - a) adiabatische Expansion durch eine Laval-Düse
 - b) Zumischen von Kaltgasen oder Flüssigkeiten
 - c) gekühlte Rohre oder Flächen, auf die der Plasmastrahl trifft.
-



Plasmareaktor

Beispiele für plasmachemische Reaktionen

Die Entwicklung plasmachemischer Verfahren begann um die Jahrhundertwende mit den Versuchen von BIRKELAND und EYDE zur Gewinnung von Stickoxiden aus der Luft. Allerdings erlangten nur einige Verfahren zur Darstellung von C_2H_2 in

den letzten Jahren technische Reife, weil eine völlig neue Technologie für plasmachemische Verfahren entwickelt werden mußte. Zum anderen galt es, hitzebeständige Werkstoffe zu finden. Die Entwicklung der Luft- und Raumfahrttechnik in den letzten Jahren gab dabei der Plasmachemie wesentliche Impulse.

Die wichtigste plasmachemische Synthese, die großtechnisch durchgeführt wird, ist die C_2H_2 -Darstellung aus Erdgas oder Erdölrückständen im H_2 -Plasmastrahl. Das C_2H_2 kann plasmachemisch billiger hergestellt werden, als über den Umweg der CaC_2 -Herstellung. Die HCN-Synthese aus CH_4/N_2 -Gemisch ist in Normaldruckplasmen (z.B. Plasmastrahl) und auch in Niederdruckentladungen möglich.

Sehr große Bedeutung besitzt auch die Fluorfixierung im Plasma. Hierbei werden Fluorverbindungen (z.B. CaF_2) in einer Hochstrombogenentladung mit Kohlenstoff zu CF_4 und C_2F_4 umgesetzt. Bei Zusatz von Chlorverbindungen entstehen Fluorchlorkohlenwasserstoffe (Freone).

Ein anderes sehr interessantes plasmachemisches Verfahren ist der Phosphataufschluß. Es stellt ein Beispiel für die Aufarbeitung billiger Rohstoffe dar. Aus Ca-Phosphat bildet sich im elektrischen Bogen P_2O_5 und elementarer Phosphor.

Auch für die Reduktion von Metalloxiden und -chloriden wird das Plasma genutzt. Auf diese Weise wurden Pulver der Elemente Ti, W, Be, Si, B, Zr, Ta, und Mo dargestellt. Ebenfalls wurde $TiCl_4$ zu $TiCl_3$ reduziert und aus $SiCl_4$ $SiCl_3$ hergestellt. Auch zur Herstellung der hochschmelzenden Carbide und Nitride der Elemente Ti, Zr, V, und Si bietet sich der Plasmastrahl an.

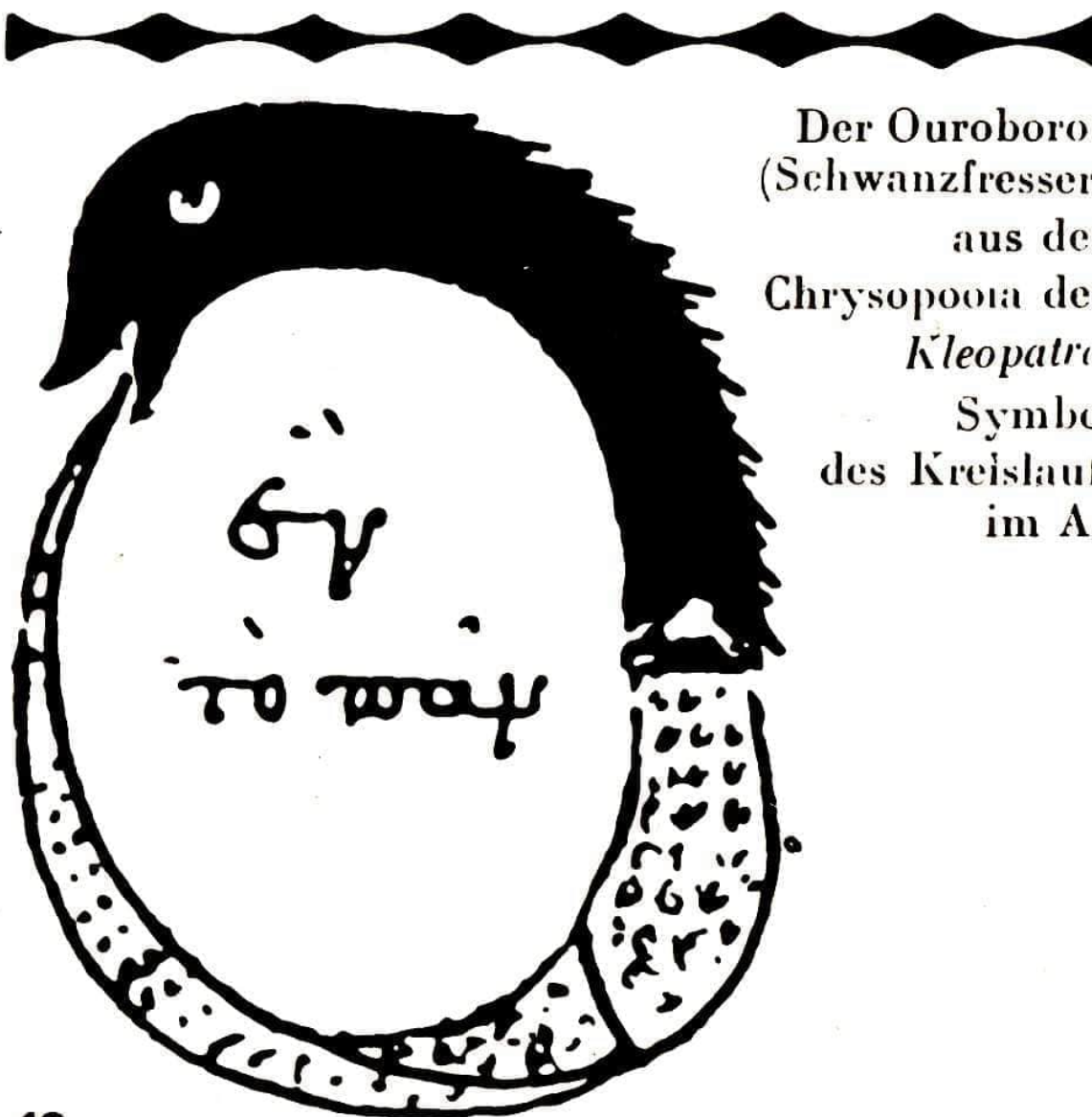
Von großer ökonomischer Bedeutung ist die Aufarbeitung von Abfallprodukten der chemischen Industrie. Ein sehr interessantes Beispiel dafür ist die Chlorherstellung aus HCl in einem O_2 -Strahl.

Für die Herstellung korrosionsbeständiger Überzüge und isolierender Schichten für elektronische Bauelemente sind die Niederdruckentladungen besonders geeignet. Es besteht die Möglichkeit, dünne organische und anorganische Schichten

herzustellen. Sehr interessant ist auch, daß die Bildung von Aminosäuren (Glycin, β -Alanin) aus H_2O , H_2 , CH_4 und NH_3 in einer Glimmentladung nachgewiesen werden konnte. Diese Reaktion kann als Modell für die Bildung von organischen Verbindungen in der Uratmosphäre unserer Erde dienen.

Diese Beispiele zeigen die breiten Anwendungsmöglichkeiten plasmachemischer Reaktionen. Einzelne Reaktionen sind bereits soweit erforscht, daß sie die Grundlage ökonomischer Verfahren bilden können und teilweise schon zur Entwicklung kommerzieller Verfahren, wie dies z.B. die C_2H_2 -Synthese gezeigt hat, geführt haben.

Nach weiterer theoretischer Durchdringung dieses neuen Gebietes werden mit Sicherheit weitere plasmachemische großtechnische Synthesen bekannt werden und technische Realisierung finden.



Der Ouroboros
(Schwanzfresser)
aus der
Chrysopooia der
Kleopatra,
Symbol
des Kreislaufs
im All

2.2. Die Atmosphäre der Sonne

2.2.1. Physik der Sonnenatmosphäre

Nachdem wir im vorigen Abschnitt untersucht hatten, wie sich die beobachtbaren Parameter der Sonne, z. B. Leuchtkraft und "Oberflächen"temperatur, im Laufe der Entwicklung der Sonne ändern, wollen wir uns jetzt mit dem gegenwärtigen physikalischen Zustand der Atmosphäre näher befassen.

Während sich das Sonneninnere fast wie ein idealer Schwarzer Körper verhält, weichen die Verhältnisse in der Atmosphäre erheblich davon ab. Wir bemerkten ja schon, daß von einem Schwarzen Körper alle einfallende Strahlung absorbiert wird. In der Atmosphäre geschieht das erst auf relativ großen Strecken, so daß zwischen emittierender und absorbierender Materie jeweils ein relativ starker Temperaturunterschied besteht, während im Schwarzen Körper konstante Temperatur (thermisches Gleichgewicht) herrscht. Die Atmosphäre befindet sich also nicht im (thermodynamischen) Gleichgewicht. Ausdruck dafür ist u. a. der Nettostrahlungsstrom nach außen. Man kann höchstens insofern von einem Gleichgewicht sprechen, als das Temperaturgefälle erhalten bleibt, zeitunabhängig ist.

Eine Konsequenz dieser Abweichungen ist das Versagen des landläufigen Temperaturbegriffes; der Sonnenatmosphäre läßt sich keine eindeutige Temperatur zuordnen. Letztere kann ja auf verschiedene Arten gemessen werden. Dazu muß irgendeine Größe des zu untersuchenden Stoffes bestimmt werden, die ein eindeutiges Maß für seine Temperatur darstellt. Das kann die durchschnittliche Geschwindigkeit bzw. Energie der Partikel dieses Stoffes sein, die im Prinzip auch gemessen wird, wenn ein Thermometer in den Stoff eingebracht wird. Ebenso kann

man von der Energieausstrahlung (Strahlungsenergie) pro Flächeneinheit im gesamten Spektrum bzw. in einem bestimmten Spektralbereich oder auch von der Intensitätsverteilung der Energieausstrahlung in einem bestimmten Spektralbereich ausgehen, wobei stets mit einem Schwarzen Körper verglichen wird. Weiterhin bietet sich der Anregungs- und Ionisationszustand der Atome des Stoffes an. Bei einem Schwarzen Körper führen alle diese Meßmethoden zu demselben Temperaturwert. Für einen Körper aber, der sich nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befindet, speziell für die Sonnenatmosphäre, erhält man bei allen Messungen im allgemeinen verschiedene Ergebnisse. Je nach Art des zu untersuchenden Problems ist eine der Temperaturen besser zur Beschreibung geeignet als die anderen. Bei der Sonne liegen die Werte etwa zwischen 4850 K (nach dem Intensitätsverlauf im kurzwelligen Teil des Spektrums) und 7150 K (nach dem Intensitätsverlauf im langwelligen Teil des Spektrums). Durch Messungen außerhalb der Erdatmosphäre ist es mittlerweile auch gelungen, die Röntgenstrahlung der Sonne zu bestimmen. Sie entspricht einer Temperatur von 1 Mill. K.

Nun sind wir auch in der Lage, jene Temperatur näher zu bezeichnen, die wir in den vorhergehenden Teilen dieser Artikelserie zurückhaltend "Oberflächen"temperatur genannt haben. Dabei handelt es sich um die effektive Temperatur der Sonnenatmosphäre, die Temperatur, die ein Schwarzer Körper haben würde, wenn er pro Flächen- und Zeiteinheit dieselbe Energiemenge ausstrahlen würde wie die Sonne.

Eine weitere Konsequenz des Abweichens vom Schwarzen Körper, der alle auffallende Strahlung unabhängig von der Frequenz absorbiert, ist das Entstehen von Absorptionslinien im Sonnenspektrum. Bei bestimmten Frequenzen, nämlich denen, wo die Energie eines Quantes gerade dem Sprung eines Elektrons auf ein höheres Energieniveau entspricht, absorbiert die Sonnenmaterie sehr stark, wenn genügend Atome vorhanden sind, deren Elektronen sich gerade auf dem Ausgangsniveau befinden (temperaturabhängig). Da aber die Reemission gleichmäßig

und teilweise bei anderen Frequenzen erfolgt, tritt bei diesen Frequenzen ein Energieverlust des Nettostrahlungsstromes nach außen auf, es entsteht eine Absorptionslinie. Insgesamt über alle Frequenzen summiert bleibt jedoch der Nettostrahlungsstrom nach außen erhalten.

2.2.2. Aufbau der Sonnenatmosphäre

Der größte Teil des Lichtes, daß wir von der Sonnenatmosphäre beobachten, stammt aus ihrer untersten Schicht, der daher so genannten Photosphäre. Sie hat eine Dicke von nur knapp 500 km, die Dichte in ihr liegt bei $10^{-7} \text{ g cm}^{-3}$ und nimmt nach außen ab. Die Temperatur zeigt ebenfalls eine Gefälle nach außen, und zwar von 7000 K an der unteren bis 4000 K an der oberen Grenze. Diese Temperaturschichtung erklärt die an der Sonnenscheibe zu beobachtende Randverdunklung. In der Mitte der Scheibe "sieht" man im Durchschnitt tieferliegende, also heißere und damit hellere Gebiete als am Rande, da die Lichtstrahlen am Rande eine dickere Materieschicht durchsetzen müssen, um den Beobachter zu erreichen. Das ist in der Skizze der Abbildung 4 erläutert. Angenommen, wir sehen im Durchschnitt die Strecke s in der Atmosphäre ein. Dann erfassen wir in der Sonnenscheibenmitte ein tieferliegendes Gebiet als unter dem Beobachtungswinkel ϑ , wo wir nur die radiale Tiefe s' erreichen.

Auch wenn wir einmal von der Randverdunklung absehen, ist die Photosphäre nicht gleichmäßig hell. Vom dunklen Hintergrund heben sich kleine (durchschnittliche Größe 700 km), helle Gebiete ab, die Granulen. Da diese Gebiete heller sind als ihre Umgebung, müssen sie auch heißer sein. Es handelt sich um aufsteigende heiße Gaselemente. Diese Strömungerscheinung hat ihren Ursprung in der im vorangegangenen Teil erwähnten Wasserstoffkonvektionszone. Eine Granule hat eine Lebensdauer von nur ungefähr 8 Minuten.

Längere Lebensdauer besitzen die in der Photosphäre beobachtbaren, häufig in Gruppen auftretenden Sonnenflecken, nämlich einen Tag bis mehrere Monate. Ihre Durchmesser belaufen sich auf einige 1000 bis zu 20 000 km. Die größeren unter ihnen

hellen, heißen Gebieten in der oberen Photosphäre und der Chromosphäre. Sonnenfackeln sind aber auch in Gebieten zu finden, wo keine Sonnenflecken beobachtet werden. Die eben erwähnte Chromosphäre ist die sich nach außen an die Photosphäre anschließende Schicht der Sonnenatmosphäre. Wird das Photosphärenlicht künstlich oder bei Sonnenfinsternissen durch den Mond abgedeckt, erscheint sie als farbige Hülle; deswegen auch ihr Name. Sie ist aber trotz ihrer großen Ausdehnung (10 000 km) wegen ihrer geringen Dichte ($10^{-12} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) viel lichtschwächer als die Photosphäre, so daß sie nur gesehen werden kann, wenn das Photosphärenlicht abgeschirmt wird.

Die Chromosphäre erscheint dabei nicht als einheitliche, scharf begrenzte Schicht, sondern als aus einer Vielzahl verschieden hoher, Spiculen genannter "Flammen" bestehend. Nach innen geht sie allmählich in die Photosphäre über. Ihre Temperatur stimmt in den untersten Schichten mit der der oberen Photosphäre überein. Dagegen zeigt sich in der oberen Chromosphäre eine starke Aufheizung auf etwa 15 000 K durch Stoßwellen, deren Energie aus der Wasserstoffkonvektionszone stammt.

Auch in der Chromosphäre treten Störgebiete auf. Einerseits handelt es sich um die uns schon bekannten Sonnenfackeln (chromosphärische Fackeln), andererseits um die Sonneneruptionen oder Flares. Das sind kleine Gebiete, in denen die Helligkeit plötzlich schnell anwächst und für etwa eine Viertel Stunde bis anderthalb Stunden höher ist als die der Umgebung. Vor allem die Strahlung im ultravioletten Spektralbereich und im Röntgenbereich steigt sehr stark an. Auch im Radiofrequenzgebiet kommt es zu Störungen. Weiterhin werden nicht nur elektromagnetische Wellen verschiedener Frequenz verstärkt ausgestrahlt, sondern es kommt auch zur Abstrahlung von Teilchen. Diese Phänomene und ihre Auswirkungen auf die Erde werden wir im letzten Teil dieser Artikelserie beleuchten.

Sonneneruptionen findet man in den Gebieten, wo auch Fackeln und Flecken auftreten.

Weiterhin sind mit der Chromosphäre noch die sogenannten

gliedern sich deutlich in ein dunkles Innengebiet, die Umbra, und eine etwas hellere Umgebung, die Penumbra. In einem Sonnenfleck ist die Temperatur um mehr als 1000 Grad niedriger als in der umgebenden ungestörten Photosphäre. Auf Grund der niedrigeren Temperatur gibt ein Sonnenfleck weniger Strahlung ab als die Umgebung, weswegen er sich dunkel von ihr abhebt.

Während die Häufigkeit der Sonnenflecken von Tag zu Tag unregelmäßig schwankt, zeichnet sich für die Monatsmittel deutlich eine 11-jährige Periode ab. Den Ablauf von einem Minimum der Häufigkeit zum anderen nennt man Fleckenzyklus.

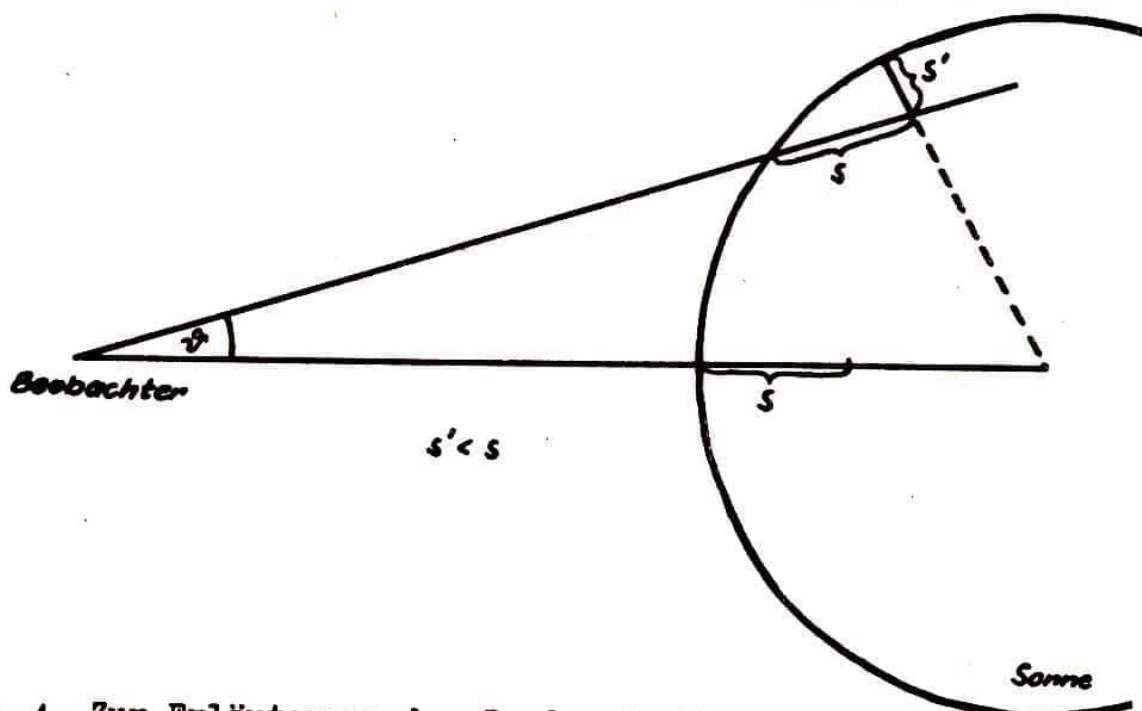


Abb. 4 Zur Erläuterung der Randverdunklung

Für das theoretische Verständnis der Entstehung von Sonnenflecken und der 11-jährigen Häufigkeitsperiode sind vielversprechende Ansätze da. Dabei sieht man Magnetfelder und Störungen durch die Wasserstoffkonvektionszone als Ursache für diese Erscheinungen an, was allerdings bedeutet, daß wiederum die Ursache für die Magnetfelder zu erklären ist. Daß letztere eine große Rolle spielen, erkennt man daran, daß in allen Sonnenflecken und deren Umgebung starke Magnetfelder auftreten.

Weiterhin sind Sonnenflecken stets von Sonnenfackeln umgeben,

Protuberanzen korreliert. Es handelt sich hierbei um unter Umständen recht eindrucksvolle Materiebewegungen, Materieauswürfe in die Korona (siehe unten) hinein. Je nachdem, ob die Protuberanz sehr ruhig und langlebig ist (oft in Form eines Brückenbogens, wobei über die Pfeiler ein Materieaustausch mit der Chromosphäre stattfindet), ob Materie eruptiv aus der Chromosphäre ausgeschleudert wird oder ob sich über Sonnenfleckengruppen helle Verdichtungen bilden, aus denen Materie in die Chromosphäre abfließt, unterscheidet man Protuberanzen im stationären Zustand, eruptive und Fleckenprotuberanzen. Die Eigenschaften und Formen der Protuberanzen dieser drei Typen und selbst innerhalb jeder Klasse sind sehr unterschiedlich. Die Höhe der Protuberanzen über der Chromosphäre liegt in der Größenordnung 100 000 km. Es konnten aber schon Protuberanzenaufstiege bis 2 Mill. km Höhe in die Korona hinein beobachtet werden.

Die Korona der Sonne stellt eine Übergangszone von der Chromosphäre, also der obersten Schicht der Sonnenatmosphäre im engeren Sinne, zum interplanetaren Raum dar. Die Dichte in ihr nimmt allmählich ab und geht stetig in die des interplanetaren Gases, des Gases, das sich zwischen den Planeten und planetenähnlichen Körpern befindet, über. Erstaunlich ist ihre hohe Temperatur von etwa 1 Mill. K, die auf gleiche Weise zu erklären ist wie die der oberen Chromosphäre, nämlich durch Schall- bzw. Stoßwellen, die Energie von der Wasserstoffkonvektionszone nach außen transportieren. Aber trotz dieser hohen Temperatur und der großen Ausdehnung der Korona (bis zum Fünffachen des Sonnenradius) strahlt sie so wenig Licht gegenüber der Photosphäre aus, daß auch sie nur bei Sonnenfinsternissen oder mit speziell konstruierten sogenannten Koronographen beobachtet werden kann.

Neben der elektromagnetischen Strahlung geht von der Korona auch ein ständiger Strom von Teilchen hoher Energie aus, der als Sonnenwind bezeichnet wird. Darüber folgt im nächsten Artikel Ausführlicheres.

Fortsetzung in Heft 9

Alle reden von Umweltschutz - warum? (Teil 2 und Schluß)

Im Artikel "Probleme des Umweltschutzes" wurde an einzelnen Beispielen gezeigt, welche Gefahr der Menschheit durch die von ihr selbst verursachten Umweltschäden droht. Zur Lösung dieses Problems sind umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten erforderlich. Sie reichen jedoch nicht aus. Einmal machen weder die Atmosphäre noch die Flußläufe an Landesgrenzen halt ebenso wie an der Verschmutzung der Ozeane eine Vielzahl von Staaten beteiligt ist, so daß eine intensive internationale Zusammenarbeit erforderlich ist (und wie sie bei den sozialistischen Staaten im RGW-Maßstab bereits begonnen hat). Zum anderen wird die Gefahr der Umweltvergiftung so lange bestehen bleiben, so lange es auf der Erde monopolkapitalistische Staaten gibt. Denn das ist einfach deshalb so, weil die kapitalistische Wirtschaft auf die Erzielung eines größtmöglichen Profits orientiert ist. Umweltschutzmaßnahmen aber verursachen erhebliche Kosten und schmälern den Profit (wenn sie nicht auf die Masse des Volkes abgewälzt werden können). Es liegen hier also einander widersprechende Interessen vor. Welche Folgen die profitorientierte Lösung dieses Widerspruches zeitigt, soll an einigen Beispielen gezeigt werden.

Immer wieder leidet New York unter dem berüchtigten Smog, der bei bestimmten Wetterlagen durch die hohe Luftverschmutzung hervorgerufen wird. An der Luftverschmutzung über New York sind zu 60 Prozent die Edison-Kraftwerke beteiligt. Der Gesellschaftspräsident Louis N. Roddis bemerkte dazu: "Wir lassen noch immer Asche, Schwefeldioxid und andere Gase tonnenweise in die Luft aufsteigen" und man habe Filteranlagen für diese Gase deshalb nicht eingebaut, da "die Gewinne einiger Schwefelgesellschaften bereits im Sinken begriffen seien" und weil "eine große Zufuhr von Schwefelnebenprodukten aus den Kraftwerken keinen Marktwert habe ...". Bleibt noch nachzutragen, daß der Profit

der Edison-Company 1969 etwa eine Milliarde Dollar betrug.

Ein anderes Beispiel: Kürzlich kam es in Hessen erneut zu einem Giftmüllskandal. Auf einigen Müllkippen (eine davon lag nur 1 km von einem Brunnen der Wasserwerke Mühlheim entfernt!) wurden giftige Abfälle des Degussa-Konzerns durch den Fuhrunternehmer Plaumann abgeladen, obwohl der Konzern eine eigene Anlage zur Beseitigung dieses Mülls besitzt. Der Grund: Die Selbstkosten der Anlage belaufen sich auf 1,14 DM/t. Plaumann jedoch verlangte nur 0,64 DM/t. (und verdiente damit über eine Million DM). Kommentar eines Beauftragten des Konzerns: "Was wollen sie, meine Herren, Geschäft ist Geschäft".

Ein weiteres Beispiel: Der Bayer-Konzern (auch bekannt durch den Werbeslogan: "Die Welt wird von Tag zu Tag schöner...") ließ jährlich etwa 400 000 t 20prozentige Schwefelsäure in den Rhein abfließen. Da diese Tatsache in der Öffentlichkeit zu einem Skandal zu werden drohte, will man sie jetzt nicht mehr in den Rhein fließen lassen, sondern in der Nordsee in Behältern verschlossen versenken, weil das immer noch billiger als eine Aufbereitung als Abwasser ist. Doch welche Katastrophe entsteht, wenn die Behälter eines Tages durch Korrosion geöffnet werden? (Man erinnere sich im Zusammenhang damit daran, daß die USA vor einiger Zeit trotz weltweiter Proteste Nervengase im Atlantik versenkten). Ein anderes Chemiewerk (in Nordenham an der Wesermündung) macht es noch einfacher: Die Schwefelsäure (alle 18 Stunden 800 t) wird gleich 11 Seemeilen westlich von Helgoland im Meer "verquirlt". Die Reihe der "Umweltschutzmaßnahmen" von Konzernen ließe sich beliebig erweitern. Es sollte auch nicht unerwähnt bleiben, daß es bereits Scharlatane gibt, die in skrupelloser Weise die Angst vor der vergifteten Umwelt in klingende Münze verwandeln, indem sie "garantiert reines Quellwasser" in Tüten oder Flaschen zu horrenden Preisen verkaufen, wobei es sich bei dem "Quellwasser" bestenfalls um Leitungswasser oder wie sich bei 10 von 12 untersuchten, in der BRD angebotenen, Sorten "Quellwassers" zeigte, es sich nicht einmal

um den Normen der öffentlichen Wasserversorgung entsprechendes Wasser handelte. Etwas weniger Scharlatanerie, sondern nur Geschäftssinn, zeigten Unternehmer in Tokio und in Los Angeles, die dort Münzautomaten aufstellten, an denen reiner Sauerstoff inhaliert werden kann.

Man sieht, so wichtig die Lösung der Umweltprobleme auch ist, so wird sie doch bei ihrer gleichzeitigen Mißachtung in den kapitalistischen Staaten künstlich hochgespielt, um Vorteile zu erzielen, denn neben dem Verkauf von "Quellwasser" oder Sauerstoff sind es vor allem antikommunistische Ideologen, die diese Angst nutzen, um ihre Ideologie - in neuer Form verpackt - an den Mann zu bringen. So wird unter anderem prophezeit, daß die Ökologie eines Tages die Politik ablösen werde. Daß es in den kapitalistischen Staaten tatsächlich so ist, daß eine verstärkte politische Arbeit seitens der Werktätigen erforderlich ist, um das Monopolkapital und ihre Regierungen zu zwingen, wirksame Umweltschutzmaßnahmen zu treffen, zeigen diese hier erwähnten Beispiele. Es sollte auch nicht überraschen, wenn in einigen Jahren Streiks nicht nur für Lohnforderungen sondern auch darum geführt werden, die Konzerne zur Reinigung ihrer Abwässer o. ä. zu zwingen.

Im Gegensatz zum kapitalistischen Wirtschaftssystem sind unter sozialistischen Bedingungen gute Grundvoraussetzungen für einen wirksamen Umweltschutz gegeben. Das liegt daran, daß es hier keine einander widersprechenden Interessen gibt. Das bestätigt einmal unser Landeskulturgesetz, das gute Grundlagenvoraussetzungen für eine wirksame Bekämpfung der hervorgerufenen Schäden bietet (vgl. Impuls 5. Jg., H. 7). Zum anderen zeigen es die zahlreichen Maßnahmen (Bau neuer Kläranlagen, Anlage von Waldschutzstreifen usw.), für die standortgemäß bis zu 2/3 der Investmittel aufgewendet werden. Erwähnt werden sollen als Beispiele nur die biologisch arbeitenden Abwasserreinigungsanlagen im Stammwerk des PCK Schwedt und im Betriebsteil Lützkendorf und der Einbau einer elektronischen Rauchentschwebung im Gaskombinat Magdeburg.

Doch all diese Maßnahmen können nur dann voll erfolgreich

sein, wenn jeder einzelne verantwortungsbewußt mithilft, Umweltschäden zu vermeiden. Das beginnt bei dem Betriebsdirektor, der über Maßnahmen zur Planerfüllung solche zur Verbesserung des Umweltschutzes nicht vernachlässigt, geht weiter bei Herrn Meier, der seinen Trabant im nahegelegenen See wäscht und nicht daran denkt, daß 1 l Öl 1 Million l Trinkwasser ungenießbar macht und endet bei Schulzes, die einigen überflüssig gewordenen Hausrat im nahegelegenen Wald deponieren. Bei dieser Aufzählung sollten wir auch Lieschen Müller nicht vergessen, die auf das "weiblichste Weiß ihres Lebens" (dank "dash" oder "Omo" usw.) schwört, ohne im mindesten daran zu denken, daß der Preis für diese "superweiße" Wäsche mit abgestorbenen Flußläufen bezahlt werden könnte, denn die modernen Waschmittel, die zu 40 - 50 Prozent aus Phosphaten bestehen, rufen in Gewässern die gleichen Wirkungen hervor wie Stickstoffdünger (vgl. vorigen Artikel hierzu). Wir sollten auch nicht vergessen, daß die von manchem gelobten attraktiven Verpackungen von Waren westlicher Länder (die nur der Anstachelung der Kauflust dienen sollen) eine Ursache für die Müll-Lawine sind, von der diese Staaten zur Zeit überschwemmt werden, wobei natürlich ein Mindestmaß an Verpackung an richtiger Stelle durchaus seine Berechtigung hat.

Erwähnt werden soll auch, daß die starke Motorisierung nicht nur zu verstopften Straßen, sondern auch zu einem explosionsartigen Ansteigen des Bleigehaltes der Atmosphäre geführt hat. Man hat beispielsweise das Eis Grönlands auf seinen Blei-Gehalt untersucht. Entsprechend der Tiefe, der das Eis entstammte, läßt sich das ungefähre Alter der Probe angeben. Hier die Werte:

Probe von 1900	5	µg/kg
von 1950	6	µg/kg
von 1970	20	µg/kg

Man sieht, auch Entwicklungen, die vom Überwiegenden Teil unserer Bevölkerung noch für einen Fortschritt gehalten werden (die schöne Verpackung, die Motorisierung usw.),

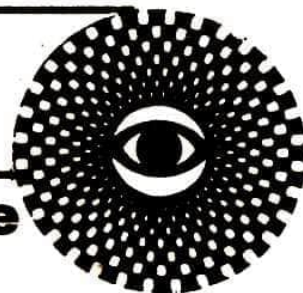
können eine Ursache für Umweltprobleme darstellen. Hier kommt es vor allem darauf an, in der Zukunft technische Neuerungen auch auf ihre Umweltfreundlichkeit zu untersuchen. Darüber hinaus sollten wir gegenüber bestimmten technischen Entwicklungen kapitalistischer Länder kritischer sein. (Bei der Massen-Motorisierung und dem Verpackungswesen haben wir das abschreckende Beispiel vor unserer Haustür.) Sonst könnte es eines Tages auch einmal bei uns ein böses Erwachen geben.

Strauße aus dem Brutkasten

Ein Ausbrüten der Eier afrikanischer Strauße ist ukrainischen Ornithologen gelungen.

Der Zoo von Askanija-Nowa verfügt bereits über eine ansehnliche Zahl südamerikanischer Nandus sowie australischer Emus aus eigener Zucht, die sich an das Klima in der Ukraine gut angepaßt haben.

DOKUMENTATION FÜR DEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND STAATS- BÜRGERKUNDE-UNTERRICHT



Chemische und bakteriologische Waffen (Teil 1)

1969 übergab der UNO-Generalsekretär einen Bericht über chemische und biologische Waffen und ihre Auswirkungen der Öffentlichkeit. Wir veröffentlichen daraus einen gekürzten Beitrag, den wir der "WissenschaftlichenWelt" 2/1970 entnahmen.

Welches sind die Grundmerkmale der chemischen und bakteriologischen (biologischen) Waffen?

- Unter chemischen Waffen versteht man sowohl gasförmige, flüssige als auch feste chemische Substanzen, die wegen der un-

mittelbar toxischen Wirkung, die sie auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben, zur Anwendung gebracht werden können. Bakteriologische (biologische) Waffen sind lebende Organismen beliebiger Art oder von ihnen abstammendes infektiöses Material, die dafür bestimmt sind, bei Menschen, Tieren oder Pflanzen Krankheit oder Tod hervorzurufen und die in ihrer Wirkung auf der Fähigkeit beruhen, sich in den einem Angriff ausgesetzten Personen, Tieren oder Pflanzen zu vermehren. In den letzten fünfzig Jahren haben Vielfalt und Wirksamkeit der chemischen und bakteriologischen (biologischen) Waffen ständig zugenommen, ebenso wurden die technischen Möglichkeiten ständig verbessert, diese Waffen in ein Zielgebiet zu bringen. Die besondere Gefahr, die heute von den chemischen Waffen ausgeht, besteht in der Existenz neuer chemischer Verbindungen, die eine weit höhere Toxizität haben als die vor fünfzig Jahren bekannten chemischen Waffen.

Welche Ergebnisse hatte die Anwendung chemischer Waffen in der Vergangenheit?

Die meisten Kenntnisse über die Anwendung chemischer Waffen haben wir aus den Erfahrungen des ersten Weltkrieges gewonnen. 1914 wurden zum ersten Male Gas eingesetzt, und der erste Großangriff im Jahre 1915 kostete 5 000 Menschenleben. Man schätzt, daß bis zum Ende des Krieges 1918 mindestens 125 000 t toxischer Chemikalien zur Anwendung gelangten. Nach offiziellen Berichten betrug die Zahl der Gasvergiftungen 1 300 000, von denen etwa 100 000 tödlich waren.

Was sind chemische Waffen?

Zu den tödlich wirkenden chemischen Kampfstoffen zählen Substanzen, die auf das Nervensystem wirken (Tabun, Sarin, Soman und VX), hautreizende Stoffe, Stoffe, die den Erstickungstod herbeiführen (Phosgene), Stoffe, die auf das Blut wirken (Blausäure) und Toxine (Botilinstoxin). Diese sogen. letalen chemischen Kampfstoffe töten in relativ kleinen Dosen. Ner-

vengifte werden sehr schnell durch die Lungen, die Augen, die Haut und den Verdauungstrakt aufgenommen und hemmen die Wirkung eines Enzyms (Cholinesterase), das wesentlich für die Funktion des Nervensystems ist. Hat eine Person eine letale Dosis eines Nervengiftes aufgenommen, so stirbt sie binnen weniger Minuten. Senfgas ist ein typischer hautreizender Stoff, der wie die anderen Stoffe dieser Klasse auch eine allgemein toxische Wirkung hat. Phosgene und Verbindungen mit ähnlicher physiologischer Wirkung gelangten im ersten Weltkrieg zum Einsatz. Der Tod wird durch Schädigung der Lunge verursacht. Blausäure in tödlichen Dosen verursacht den sofortigen Tod durch Hemmung der Zellatmung.

"Handlungsunfähigmachende" Chemikalien, wie z. B. Tränengas und bestimmte Psychogifte, verursachen bei normalen, gesunden Menschen eine zeitlich begrenzte Handlungsunfähigkeit. Bei kleinen Kindern, alten Menschen und Kranken kann die Wirkung manchmal verstärkt sein.

Was sind bakteriologische (biologische) Waffen?

Verschiedene lebende Organismen (z. B. Rickettsien, Viren und Pilze) wie auch Bakterien können als Waffen verwendet werden. Bakteriologische (biologische) Kampfstoffe können eingesetzt werden, um Menschen zu töten oder um sie für längere oder kürzere Zeit handlungsunfähig zu machen. Zu den tödlich wirkenden biologischen Kampfstoffen zählen z. B. Viren, die die Östliche Pferde-Enzephalitis, die durch Zecken übertragene Enzephalitis oder Gelbfieber hervorrufen; Rickettsien, die Rocky-Mountain-Fleckfieber und epidemischen Typhus hervorrufen; Bakterien, die Milzbrand, Cholera, Lungenpest, Tularämie und Typhus hervorrufen. Zu den handlungsunfähig machenden biologischen Kampfstoffen zählen z. B. Viren, die Chikungunya-Fieber, Dengue-Fieber und venezolanische Pferde-Enzephalitis hervorrufen; Rickettsien, die Q-Fieber bewirken; Bakterien, die Brucellose hervorrufen; Pilze, die Coccidiomycosis hervorrufen.

Fortsetzung im nächsten Heft



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

9



impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:

Dipl.-Phys. H.-D. Jähmig

Redaktion:

Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)

G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

D. Heyne (Korrespondenz)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Fotografie, Astronomie)

L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“

69 Jena

Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Einführung in die Quantentheorie (Teil 6)	3
LEXIKON	8
UV-Absorptionsspektroskopie	9
Mutationen	13
Philosophie und Naturwissenschaft (Teil 3)	16
Die Sonne (Teil 4)	19
DOKUMENTATION	26

Einführung in die Quantentheorie (Teil 6)



"Das Innere des Atoms ist so leer
wie das Weltall."

(LENARD, Nobelvortrag 1905)

Struktur und Eigenschaften des Atomkernes

Die physikalische Theorie des Atominnern entwickelte sich historisch nach der Aufklärung der Hüllenstruktur. Zwischen diesen beiden Bestandteilen des Atoms zeigten sich bald enge Analogien, zu denen vor allem die Existenz von Energiezuständen und die Energieänderung bei Übergängen zwischen diesen Zuständen zählen. Allerdings sind die Energieänderungen beim Atomkern weitaus größer und führen zur Emission und Absorption der im Vergleich zu Lichtquanten wesentlich energiereicheren γ -Quanten oder von Elementarteilchen mit von Null verschiedener Ruhemasse.

Die theoretische Kernphysik arbeitet vielfach mit anschaulichen Vorstellungen und Modellen. Eine quantitative Theorie beruht noch auf der für die Physik der Atomhülle entwickelten und dort richtigen Quantenmechanik, zeigt hier jedoch bereits deren Grenzen. Die entstehende erkenntnistheoretische Lücke kann nur schrittweise geschlossen werden. Von großer Bedeutung sind deshalb gegenwärtig Experimente mit Stoßteilchen höchster Energie, wie sie in der kosmischen Strahlung auftreten und mit großen Teilchenbeschleunigern größenordnungsmäßig bereits realisiert werden.

1. Größe und Aufbau des Kernes

Der Aufbau der Atomhülle weist auf die Existenz eines positiv geladenen Massenzentrums im Atom - des Kernes - hin, da nur unter Annahme einer elektrostatischen Wechselwirkung zwischen Hüllenelektronen und Kern Struktur und Stabilität des Atoms zu verstehen sind. Die experimentellen Methoden der "Hüllenphysik", etwa die Untersuchungen der Wechselwirkung von Licht mit Materie, geben noch keine Aussagen über Größe, Aufbau und Stabilität des Kernes.

Dazu sind wesentlich höhere Energien notwendig:

einmal, um für positiv geladene Streupartikel (α -Teilchen und andere Kerne) die Coulombschen Abstoßungskräfte des Kernes zu überwinden und zum anderen, um für beliebige Streuteilchen (Neutronen, Elektronen und γ -Quanten) mit den im Kern sehr fest gebundenen Elementarteilchen Wechselwirkungsprozesse - Kernreaktionen - zu erhalten.

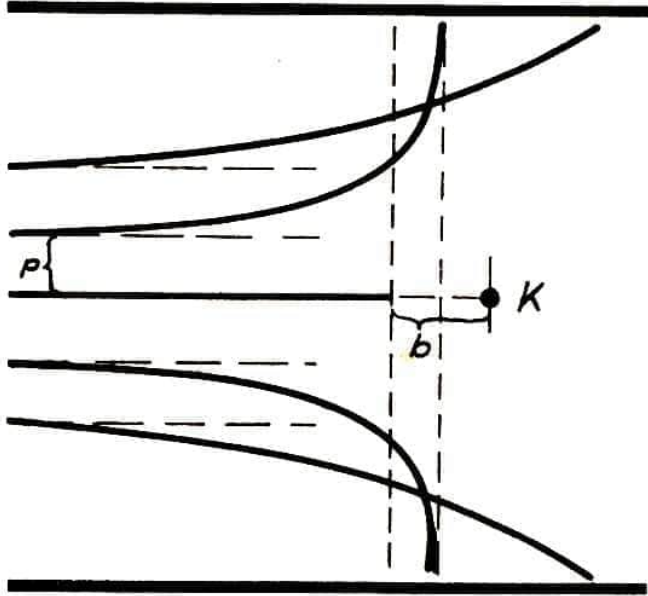
Historisch zuerst wurden Experimente mit energiereichen Elektronenstrahlen (Kathodenstrahlen) von LENARD durchgeführt. Überraschenderweise ergab sich eine sehr große Durchdringungsfähigkeit der Elektronen, die stark mit der kinetischen Elektronenenergie zunahm. Die schnellen Elektronen durchquerten also sehr viele Atome ohne merkliche Beeinflussung. Im Grenzfall sehr energiereicher Kathodenstrahlen blieb nur der $5 \cdot 10^9$ -te Teil des Atomvolumens undurchdringlich. Der übrige Raum enthält also nur elektrische Kraftfelder zwischen den Atomladungen. Ein qualitativ gleiches Resultat erhielt RUTHERFORD 1911 bei der Streuung von α -Teilchen an Atomen. Es gelang ihm, die folgende quantitative Streuformel für die Abhängigkeit der Zahl dN_α der gestreuten Teilchen vom Streuwinkel φ in den Raumwinkel $d\Omega$ aufzustellen:

$$dN_\alpha = N_\alpha \frac{\rho_\alpha dx_\kappa}{16} \left[\frac{e_\alpha e_\kappa}{2\pi\epsilon_0 m_\alpha v_\alpha^2} \right]^2 \frac{1}{\sin^4 \varphi} d\Omega \quad (1)$$

in der deutlich das zugrundeliegende Coulombsche Kraftgesetz zu erkennen ist. In (1) sind N_α die Gesamtzahl, ρ_α die Dichte, e_α die Ladung, m_α die Masse und v_α die Geschwindigkeit

der Heliumkerne, dx_k die Schichtdicke der streuenden Atomkerne und e_k deren Ladung.

Die Bahnkurven der α -Teilchen sind Parabeln (Bild)



mit dem senkrechten Abstand p (Stoßparameter) und dem Umkehrpunkt beim zentralen Stoß im Abstand b vom Kern.

Die Formel (1) wurde für kleine Ablenkwinkel durch genaue Messungen bestätigt. Für große Ablenkwinkel ($\varphi \approx 180^\circ$) gelangen die He-Kerne in den Bereich der sehr kurzreichweitigen aber starken Kern-

kräfte, die zum Kern hin exponentiell zunehmen, in unmittelbarer Umgebung des Kernes also über die nur quadratisch mit dem Abstand zunehmenden Coulombkräfte dominieren und die feste Bindung der Protonen im Kern verursachen. Es ergibt sich so eine experimentell sinnvolle Grenze für den Kern, da die Streuformel (1) dann nicht mehr gültig ist.

Derartige Streuexperimente ergaben für den Kernradius die Näherungsformel:

$$R = 1,2 \cdot 10^{-13} [A]^{\frac{1}{3}} \text{ cm} \quad (A - \text{Atomgewicht}) \quad (2)$$

Damit ist die Kerndichte als Quotient der zu A proportionalen Masse und des zu R^3 proportionalen Volumens für alle Elemente ungefähr gleich und hat den ungeheuer großen Wert von ca. $2 \cdot 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$.

2. Kernkräfte und Kernmodelle

Die näherungsweise Ganzzahligkeit der Atomgewichte aller Isotope ist allein damit zu erklären, daß der Atomkern aus positiven Protonen und Neutronen besteht, die gemeinsam als Nukleonen bezeichnet werden. Zwischen diesen Kernteilchen wirken im Kern als Bindungskräfte die starken, nach ihrem

Entdecker YUKAWA benannten Kernkräfte, die weder gravitativ noch elektrostatischer Natur sind, also nicht von der Masse oder Ladung und auch nicht von den magnetischen Eigenschaften der Nukleonen abhängen. Die Größe der Kernkräfte und ihre starke Abhängigkeit vom Abstand sowie die konstante Kerndichte führen uns zu dem in der Kernphysik, etwa bei der Erklärung der Kernspaltung sehr bewährten Tröpfchenmodell des Kernes. Die für eine Ablösung der Nukleonen aus dem Kernverband erforderliche hohe Energie entspricht der Oberflächenspannung einer Flüssigkeit und der Herauslösung eines Moleküls beim Verdampfen. Außerhalb des "Tröpfchens" wirken die spezifischen Kräfte nicht mehr.

Eine weitere Analogie führt zu dem der Atomhülle entsprechenden Schalenmodell des Kernes. Die starken Schwankungen des Einfangquerschnittes für Neutronen mit der Ordnungszahl und ausgeprägte Minima, die aufgefüllten Schalen entsprechen, weisen auf die Existenz von Neutronenschalen hin. Aus verschiedenen Kerneigenschaften kann auf volle Schalen geschlossen werden, wenn die Protonen- oder Neutronenzahl einen der als "magische Zahlen" bezeichneten Werte 2, 8, 14, 20, 28, 50, 126 annimmt. Die Gesetzmäßigkeiten dieses Schalenmodells sind bis heute noch nicht restlos geklärt.

Mit dem Schalenmodell ist auch zwanglos die Existenz angeregter Zustände im Kern zu erklären. Da die Nukleonen den Gesetzen der Quantenmechanik unterliegen, sind - ausgehend von einem Grundzustand - nur diskrete Energiezustände möglich, die analog zu den Elektronenniveaus in ein Kontinuum übergehen. Anregungen in dieses Kontinuum treten bei Zerfallsprozessen des Kernes auf in Analogie zur Ionisation der Atomhülle. Da sich die Nukleonen nicht in einem Zentralkraftfeld befinden wie die Elektronen, sondern in den Kraftfeldern der anderen Nukleonen, existieren keine Energieniveauserien wie bei der Atomhülle. Außerdem kann wegen der starken Kopplung der Nukleonen die Anregungsenergie des Kernes weit über der "Ionisierungsenergie" eines Nukleons liegen. Die Kernzustände sind daher selten stabil und gehen unter γ -Ausstrahlung, α^- , p^+ oder n^0 -Emission und e^- -Emission bzw. -Absorption in stabilere Zustände - im allge-

meinen eines anderen Kernes - über. Das hat komplizierte Energieniveauschemata zur Folge, in die auch benachbarte Kerne einzubeziehen sind. Die Ursachen der noch bestehenden weitgehenden Unklarheiten (etwa über die Natur der magischen Zahlen) liegen in den starken Wechselwirkungen der räumlich eng zusammengedrängten Nukleonen. Der Teilchen-Charakter der Nukleonen tritt dabei so stark zurück, daß sich das Kerninnere eigentlich mehr als ein von Materiewellen erfülltes Raumstück darstellt.

Schluß der Artikelserie

An unsere Leser!

Ständig erhalten wir Leserbriefe. Diese sind sehr wichtig, da sie uns wertvolle Hinweise für die Qualität von "impuls 68" geben. Besten Dank also allen Briefeschreibern! Wir haben jedoch einige Bitten:

1. Schreibt bitte bei Briefen Euren Absender auch auf den Brief und nicht nur auf das Kuvert.
2. Vermerkt bitte den Absender so, daß er mit Eurer "impuls"-Versandanschrift identisch ist.
3. Entschuldigt bitte, daß wir nicht auf jede Zuschrift antworten können, bzw. daß Beantwortungen von Anfragen teilweise sehr lange dauern.
4. Bei Wohnungswechsel schreibt bitte rechtzeitig Eure neue Adresse; wir können Euch dann die Hefte ab einer bestimmten Zeit (Datum angeben und nicht Heftnummer) an die neue Adresse schicken.
5. Die Bezahlung des Jahresabonnements und der Nachbestellungen erfolgt grundsätzlich durch Überweisung bzw. Einzahlung auf unser Bankkonto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472 - 39 - 2981.

Die Redaktion

Photochromie

Wenn sich bei der Einwirkung von Licht bestimmter Wellenlängenbereiche die Farbe (das Elektronenabsorptionsspektrum) eines Stoffes ändert und nach dem Abschalten des anregenden Lichtes in den Ausgangszustand reversibel zurückkehrt, so bezeichnet man diesen Vorgang als Photochromie.

Der Farbwechsel kann je nach Substanzart schnell oder langsam ablaufen und sowohl bei Festkörpern als auch bei Flüssigkeiten und Lösungen auftreten.

Während die Anregung durch Licht erfolgt, kann die Rückreaktion sowohl optisch als auch thermisch (Zufuhr von Wärmeenergie) hervorgerufen werden.



Ein Schmelzofen aus dem 17. Jahrhundert

Eine der wichtigsten Informationsquellen über den Aufbau chemischer Moleküle ist deren Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung. Die Absorption oder Emission erfolgt dabei in Energiequanten. Die Energie der Quanten, die sich aus der Frequenz der Strahlung mit Hilfe der Planckschen Formel

$$\Delta E = h\nu$$

berechnen läßt, entspricht der Energiedifferenz zweier Energieniveaus des Moleküls. Während die Energiedifferenzen der Rotations- und Schwingungsniveaus den Frequenzen der Mikrowellen und des infraroten Spektralgebietes entsprechen, bedingt ein Übergang zwischen Elektronenniveaus eine Absorption im sichtbaren oder ultravioletten Bereich des Spektrums.

Experimentelle Bestimmung eines Absorptionsspektrums

Die Aufzeichnung erfolgt am bequemsten mit einem selbstregistrierenden Zweistrahlsspektrographen, der nach folgendem Schema arbeitet:

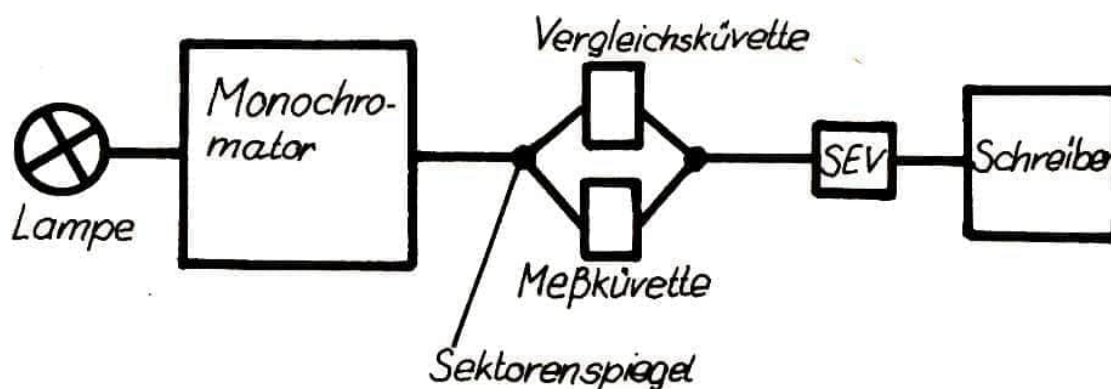


Abb. 1

Das Licht einer UV-Lichtquelle wird im Monochromator mit Hilfe eines Quarzprismas zerlegt. Aus dem Lichtspektrum wird mit dem Ausgangsspalt ein Lichtstrahl des gewünschten, sehr engen Wellenlängenbereichs ausgesondert. Ein rotierender Sektorenspiegel reflektiert den monochromatischen Lichtstrahl abwechselnd durch die Probenküvette und durch die Vergleichsküvette, die nur das reine Lösungsmittel enthält. Ein empfindlicher Sekundärelektronenvervielfacher (SEV) wandelt das Licht in ein seiner Intensität proportionales elektrisches Signal um.

Der Schreiber registriert dann den Quotienten aus der Intensität des Vergleichsstrahls und des Meßstrahls in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ oder der Wellenzahl ($\frac{1}{\lambda}$). Dieses Intensitätsverhältnis bezeichnet man als Transmission.

$$T = \frac{I}{I_0} 100\%$$

Manche Geräte können auch unmittelbar die Extinktion registrieren. Sie ist folgendermaßen definiert:

$$E = -\lg T = \lg\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Nach dem Lambert-Beerschen Gesetz ist sie der Konzentration und der Schichtdicke der Lösung direkt proportional.

(vgl. "impuls 68" 5. Jg., H.7)

$$E = \epsilon \cdot c \cdot d$$

ϵ = molarer dekadischer Extinktionskoeffizient
 c = Konzentration $\left[\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right]$
 d = Schichtdicke [cm]

ϵ ist bei gegebener Substanz nur noch von der Wellenlänge abhängig und wird daher für vergleichende Betrachtungen benutzt. Er kann Werte von 10^4 bis 10^5 erreichen. Dadurch ist es möglich, noch sehr geringe Konzentrationen spektrophotometrisch zu bestimmen. Auch von Mischungen können die Konzentrationen der einzelnen Komponenten ermittelt werden, indem man die Extinktion bei verschiedenen Wellenlängen λ mißt.

Für eine Mischung mit n Komponenten erhält man n Gleichungen mit n Unbekannten. ($c_1 \dots c_n$)

$$E_{\lambda_1} = (\epsilon_{11}c_1 + \epsilon_{12}c_2 + \dots + \epsilon_{1n}c_n)$$

$$E_{\lambda_2} = (\epsilon_{21}c_1 + \epsilon_{22}c_2 + \dots + \epsilon_{2n}c_n)$$

$$E_{\lambda_n} = (\epsilon_{n1}c_1 + \epsilon_{n2}c_2 + \dots + \epsilon_{nn}c_n)$$

Über die Konzentrationsbestimmungen lassen sich Gleichgewichte und kinetische Abläufe chemischer Reaktionen untersuchen.

Die UV-Spektren organischer Verbindungen

Die Spektren von Molekülen sind im allgemeinen keine Linienspektren sondern enthalten breite Absorptionsbanden. Die Elektronenanregung ist fast immer mit einer Schwingungs- und Rotationsanregung verbunden, deren Energien zu dem eigentlichen Elektronenübergang addiert werden müssen.

$$h\nu = \Delta E_{el.} + \Delta E_{Schw.} + \Delta E_{Rot.}$$

Am wahrscheinlichsten geht ein Elektron vom Schwingungsgrundzustand des Ausgangszustandes in ein höheres Schwingungsniveau des angeregten Zustandes über. Da viele Schwingungsniveaus dicht beieinander liegen, entsteht ein ganzes System vieler eng benachbarter Linien, die aber nur in Spektren von Gasen und Dämpfen auftreten, in denen nur eine geringe Wechselwirkung der Moleküle untereinander auftritt. In Lösungen werden die Linien durch intermolekulare Wechselwirkung so stark verbreitert, daß die Feinstruktur weitgehend verschwindet.

Der Meßbereich normaler UV-Spektrometer reicht bis etwa 200nm ($50\,000\text{ cm}^{-1}$) ins kurzwellige Gebiet. In diesem Gebiet absorbieren gesättigte KW-Stoffe noch nicht. Erst die Anwesenheit von π -Bindungen bewirkt eine Absorption im nahen UV, weil erst dann die Energiedifferenzen zwischen dem ober-

sten unbesetzten und untersten besetzten Niveau klein genug ist. Eine weitere Verringerung dieser Energie lässt sich erreichen, wenn mehrere π -Bindungen miteinander in Konjugation stehen. Durch die Kopplung der π -Systeme spalten sich ihre Energieniveaus auf.

Wie in der Abb. schematisch dargestellt ist, verringert sich dadurch die Energie, die für einen Elektronenübergang benötigt wird, d.h., es treten bereits in langwelligeren Bereichen des Spektrums Absorptionsbanden auf.

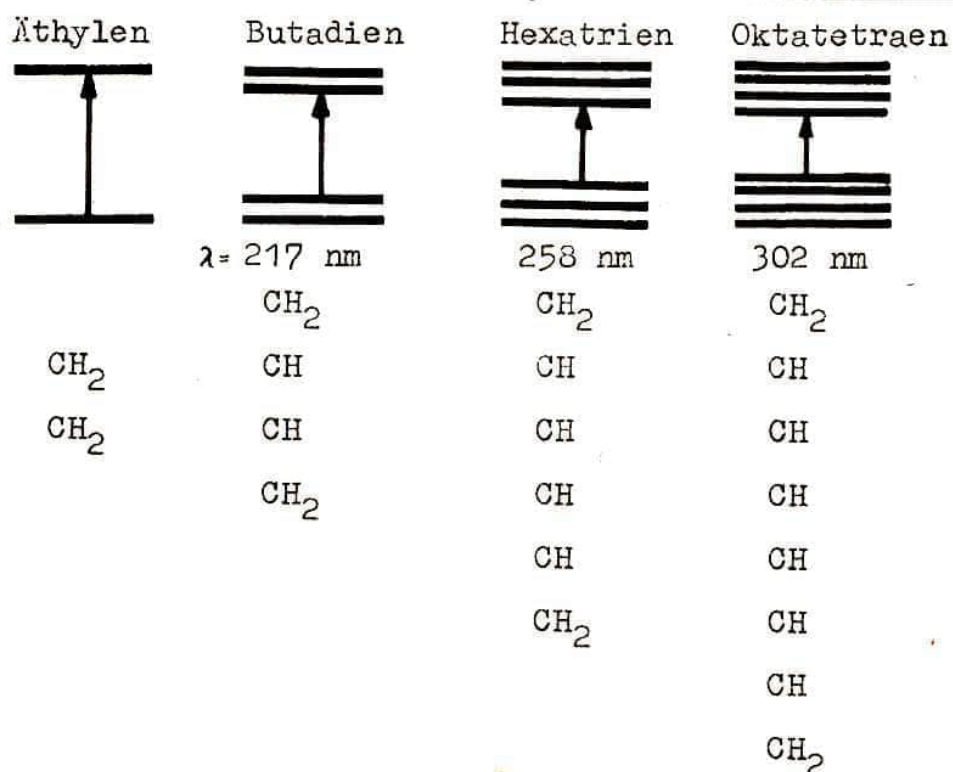
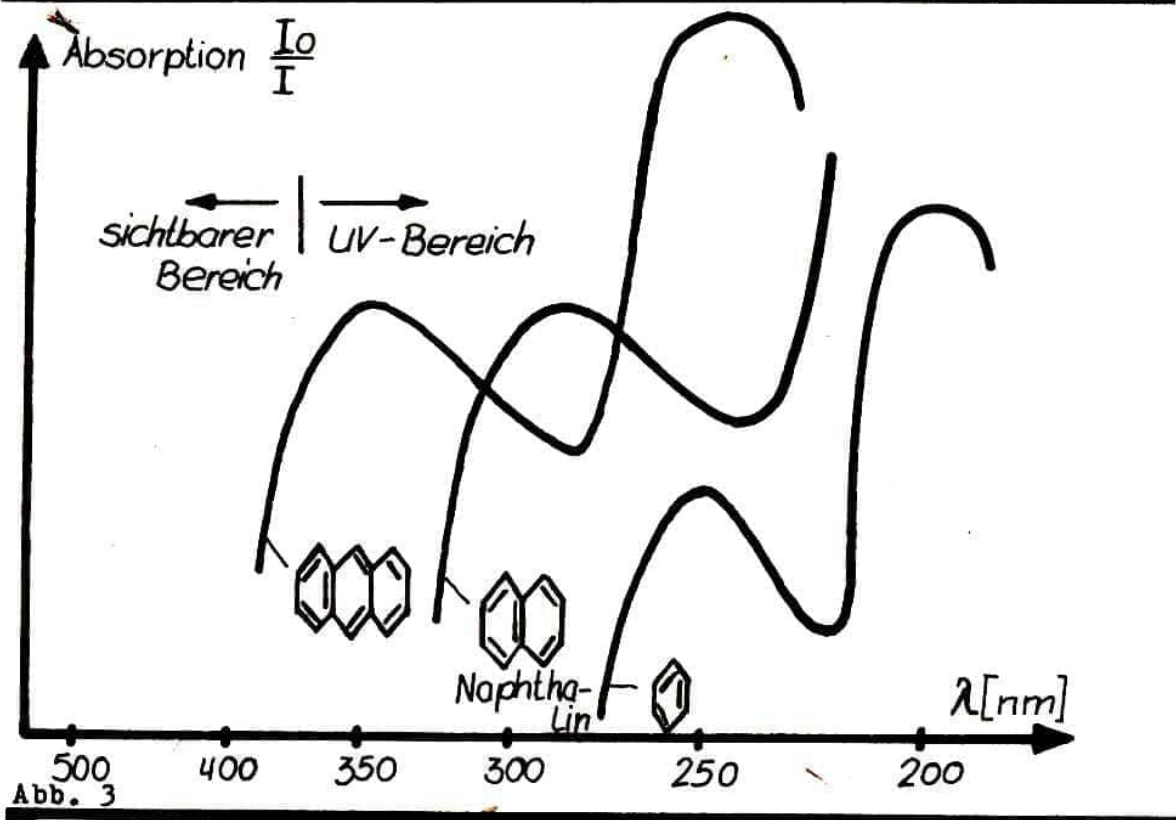


Abb. 2

Die Abb. 3 zeigt die Verschiebung der Absorptionsbanden im UV-Spektrum nach dem langwelligeren Bereich bei Vergrößerung des Konjugationssystems für Benzol, Naphthalin und Anthracen.

Auch durch Vergrößerung des Konjugationssystems, durch Anfügen von Substituenten mit Doppelbindungen (sogenannten Chromophoren) wird eine Verschiebung der Absorptionsbanden bis ins sichtbare Gebiet erreicht. Besonders gut sind die Absorptionsspektren der aromatischen Verbindungen untersucht, weil diese in der Farbstoffchemie eine große Rolle spielen.

Die hier beschriebene UV-Molekül-Absorptionsspektroskopie ist einmal eine wichtige Methode, um Aussagen über die Bindungsverhältnisse im Molekül, über Substituenteneinflüsse, über Assoziationen und Dissoziationen in Lösungen usw. zu erhalten. Zum anderen ermöglicht sie durch Anwendung des Lambert-Beerschen Gesetzes Konzentrationsbestimmungen von Lösungen.



K. Seele
Thüringenhausen

Mutationen

BIOLOGIE

Mutationen sind spontane oder durch mutagene Stoffe hervorgerufene Veränderungen des genetischen Materials. Solche mutagene Stoffe sind z.B. Röntgenstrahlen und radioaktive Strahlen, aber auch kosmische Strahlen aus dem

Weltraum. Weiterhin können bestimmte chemische Agenzien Mutationen bedingen. Mutationen äußern sich in der Entstehung von Individuen mit neuen Merkmalen (Mutanten). Sie werden vererbt. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nur, wenn die Keimzellen betroffen sind. Es werden verschiedene Mutationstypen unterschieden:

1. Chromosomenmutationen - Es treten größere Veränderungen innerhalb eines Chromosoms auf.
2. Genmutationen - Bei ihnen treten Veränderungen an einer Stelle des DNS-Moleküls (Gens) auf, z.B. durch Ausfall, Austausch oder Hinzufügung einer Base.
3. Genommutationen - Es finden Änderungen der Chromosomenzahl oder des ganzen Chromosomensatzes statt.

Mutationen können sich verschieden auf die betroffenen Individuen auswirken:

1. nützlich (begünstigend) → Überlebenschance wächst
2. indifferent (nicht beeinflussend) → ohne Bedeutung
3. schädlich (benachteiligend) → kann zum Tode führen .

Die meisten bekannten Mutationen sind entweder schädlich oder bestensfalls für den Organismus bedeutungslos.

Ein Beispiel für die wenigen nützlichen Mutationen ist der Industriemelanismus des Schmetterlings *Biston betularius*. Durch Einlagerung des Pigments Melanin in die Haut erhält der Schmetterling die dunkle Farbe, wie auch schon der Name "Melanismus" besagt. Das Melanin ist ein in Tieren regelmäßig auftretendes Stoffwechselprodukt, das meist ausgeschieden wird. Diese dunkle Färbung ist für das Leben des Schmetterlings in unserer heutigen Industriegesellschaft äußerst günstig.

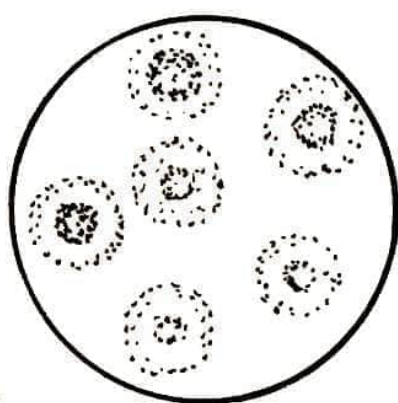
Die Phenylketonurie ist ein Beispiel für schädliche Mutationen. Der Kranke scheidet in seinem Harn große Mengen an

Titelbild: Spuren von Kernteilchen

Phenylketo-Verbindungen (Phenylbrenztraubensäure) aus. Die Substanz wirkt wie ein Gift insbesondere auf das Zentralnervensystem. Deshalb ist Schwachsinn das augenfälligste Symptom der unbehandelten Erkrankung. Die eigentliche Ursache ist das angeborene Fehlen eines Enzyms, der Phenylalanin-Hydroxylase. Dadurch wandelt ein normalerweise wenig ins Gewicht fallendes Enzym (Phenylalanin-transaminase) das Phenylalanin zum großen Teil in Phenylbrenztraubensäure um. Der Körper versucht somit auf einem Alternativweg das anfallende Phenylalanin zu beseitigen, auf diesem Wege vergiftet er sich aber selbst.

Eine schon seit vielen Jahrzehnten bekannte Erkrankung ist die Sichelzellanämie, welche besonders bei der farbigen Bevölkerung Afrikas auftritt. Ursache dieser angeborenen Blutarmut (Anämie), bei der die roten Blutkörperchen nicht rund, sondern sichelförmig sind und leicht zerfallen, ist der Austausch einer einzigen Aminosäure (Glutaminsäure) gegen Valin im Hämoglobinmolekül der Kranken.

Durch diesen Austausch einer sauren, ionisierbaren, hydrophilen Aminosäure gegen eine neutrale hydrophobe, haben sich die Eigenschaften des gesamten Hämoglobinmoleküls derartig verändert, daß es zu den Symptomen der Sichelzellanämie kommt.



a

In normalem Blut



b

Rote Blutkörperchen bei Sichelanämie

Es gibt noch andere abnorme menschliche Hämoglobine, welche jedoch nicht alle Ursache für eine schwere Krankheit sind.

*III Ausgewählte Aspekte der Wechselbeziehungen zwischen
der Philosophie und den Naturwissenschaften*

Allgemeinste Gesetze der Natur, der Gesellschaft und des Denkens auf der einen, einzelwissenschaftliche Forschungsergebnisse auf der anderen Seite - welche Konsequenzen ergeben sich hieraus für die Philosophie und die Naturwissenschaften?

Dem Marxismus-Leninismus ist als revolutionäre Wissenschaft jeglicher Dogmatismus fremd. Deshalb ist es logisch, daß die marxistisch-leninistische Philosophie kein fertiges und starres System entwickelt, in das die einzelwissenschaftlichen Erkenntnisse gezwängt werden. Das dialektische Denken versetzt uns stets in die Lage, zwischen Erkanntem und Unerkanntem zu unterscheiden, weil wir unsere Erkenntnisse als relativ, d. h. in der Entwicklung stehend betrachten. Ziel der engen Zusammenarbeit zwischen der Philosophie und den Naturwissenschaften ist es, das unvollkommene Wissen zu vervollkommen, wobei zu berücksichtigen ist, daß dieser Prozeß wegen der Unerschöpflichkeit der Materie und ihrer ständigen Bewegung unendlich ist.

Ausgehend von der materialistischen Beantwortung der Grundfrage der Philosophie - die Materie existiert unabhängig vom menschlichen Bewußtsein - stützt die marxistisch-leninistische Philosophie naturwissenschaftliche Hypothesen, wie z. B. die epochale wissenschaftliche Darstellung der "Entstehung des Lebens auf der Erde" des sowjetischen Biologen Alexander Oparin.

Jede idealistische Auffassung steht natürlich in krassem Gegensatz zu den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Übereinstimmung zwischen der marxistisch-leninistischen Philosophie und den Einzelwissenschaften, gerade auch in

der dargelegten Problematik, ist ein immens wichtiges Kriterium bei der Schaffung eines wissenschaftlichen Weltbildes.

Betrachten wir ein anderes Beispiel. Am Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts verzeichneten wir bedeutende einzelwissenschaftliche Erkenntnisse, wie beispielsweise die Entdeckung der Radioaktivität. Ohne Zweifel waren das wichtige Meilensteine auf dem langen Weg der Wissenschaftsentwicklung. Hierbei traten jedoch auch Probleme auf, die nur die marxistische Philosophie lösen konnte. Durch diese sensationellen Entdeckungen zweifelten nicht wenige Wissenschaftler daran, ob der Mensch überhaupt in der Lage ist, die Natur in seinem Bewußtsein richtig widerzuspiegeln, ob die Dinge wirklich real existieren oder ob das nicht doch nur subjektive Vorstellungen sind. Die Philosophie im allgemeinen und Lenin im einzelnen beantwortete diese Fragen, indem er die dialektisch-materialistische Materieauffassung weiterentwickelte. Er betonte, daß die Materialität der Welt nicht durch wissenschaftliche Erkenntnisse erschüttert werden kann. So meinte 1808 der Engländer Gren, daß kein Chemiker in der Lage wäre, organische Stoffe synthetisch herzustellen. 20 Jahre später bewies der deutsche Chemiker Friedrich Wöhler das Gegenteil, indem er Harnstoff aus anorganischen Stoffen herstellte. Damit war die These von einer besonderen "Lebenskraft" (vis vitalis), die für die Entstehung der organischen Verbindungen notwendig wäre, widerlegt. Gleichzeitig ist das eine Bestätigung für die Richtigkeit der philosophischen Auffassung, von der Unerschütterlichkeit der Materialität der Welt, denn auch zu Zeiten, als man von jener "Lebenskraft" zutiefst überzeugt war, existierte sie doch in Wirklichkeit nicht.

Führen wir ein letztes Beispiel an. Gerade auf dem Gebiet des Umweltschutzes zeigt sich, daß in der Zukunft Naturwissenschaftler, Mediziner, Techniker und Gesellschaftswissenschaftler noch enger als bisher zusammenarbeiten müssen, weil diese Problematik fast alle Bereiche unseres Lebens beeinflußt. Nur so werden wir der Umweltverschmutzung begegnen können. Biologen oder Chemiker im Alleingang vermögen das nicht mehr.

In unserer Beitragsserie konnten wir nur einfachste Probleme streifen. Anliegen war es, den entscheidenden Gesichtspunkt darzulegen, der darin besteht, zu erkennen, daß eine progressive Wissenschaftsentwicklung nur möglich ist, wenn die Philosophie und die Einzelwissenschaften eng zusammenarbeiten. Wenn wir behaupten, daß diese Verbindung noch viel enger als bisher gestaltet werden muß, dann heißt das nicht, daß wir wieder in antike Wissenschaftsformen (siehe Beitrag I) zurückkehren. Darin drückt sich nur eine neue Qualität, eine neue dialektische Einheit aus.

Auch auf dem VIII. Parteitag der SED schenkte man dem Problem der Zusammenarbeit zwischen Gesellschaftswissenschaften und Einzelwissenschaften eine große Beachtung. Genosse Erich Honecker sagte u. a. dazu: "Gerade angesichts der sich objektiv vollziehenden Differenzierung und Spezialisierung ... in der Wissenschaft, ist es die marxistisch-leninistische Gesellschaftswissenschaft, die als Grundlage der Fachwissenschaften wirkt, wobei vor allem die Bedeutung der marxistisch-leninistischen Philosophie unterstrichen werden muß."(1)

(1) Honecker, E.: Bericht des ZK an den VIII. Parteitag der SED, Dietz Verlag Berlin 1972, S. 95/96

Literaturhinweise

Autorenkollektiv: Grundlagen der marxistisch-leninistischen Philosophie, Dietz Verlag Berlin, 1971

Prof. Kurt Hager: Die entwickelte sozialistische Gesellschaft - Aufgaben der Gesellschaftswissenschaften nach dem VIII. Parteitag der SED, Dietz Verlag Berlin, 1971

Prof. Dr. Herbert Hörz:
Philosophie und Physik, in:
Urania-Universum, Bd. 14,
Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin

Schluß der Artikelserie

3. Elektromagnetische und Teilchenstrahlung, solar-terrestrische Erscheinungen

3.1. Ausstrahlung im sichtbaren und infraroten Bereich

Bevor wir zu den Störungen sowohl in der elektromagnetischen als auch in der Teilchenstrahlung der Sonne hervorgerufenen solar-terrestrischen Erscheinungen (genaue Erläuterung weiter unten) kommen, müssen wir uns zunächst mit der ungestörten Strahlung der Sonne beschäftigen. Diesbezüglich wird uns zuerst die elektromagnetische Strahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen interessieren.

Am besten bekannt ist das Sonnenspektrum im sichtbaren Bereich und im angrenzenden Infrarot bis etwa 2000 nm, da die Erdatmosphäre diese Strahlung relativ wenig absorbiert, so daß Beobachtungen von der Erdoberfläche aus möglich sind. Mit diesen wurde auch schon sehr früh begonnen. So wurde schon im vorigen Jahrhundert bekannt, daß dem kontinuierlichen Sonnenspektrum zahlreiche Absorptionslinien, die Fraunhoferschen Linien, überlagert sind. Bis heute sind mehr als 20 000 Fraunhofer-Linien bekannt geworden, jedoch weiß man erst von der reichlichen Hälfte, von welchen chemischen Elementen sie herrühren. Die durch die Absorptionslinien hervorgerufenen "Störungen" im Kontinuum geben wichtige Hinweise auf die chemische und physikalische Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre.

Einen Überblick über die spektrale Intensitätsverteilung im genannten Wellenlängenbereich gestattet Abbildung 5. Sie zeigt die Intensität der Sonnenstrahlung in Kilowatt pro Quadratmeter Empfängerfläche und pro Mikrometer in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Der charakteristische Sprung

bei knapp $0,4 \mu\text{m}$ entspricht dem Balmer-Sprung (Grenze der Balmer-Serie). Die meiste Energie strahlt die Sonne in der Gegend von $500 \text{ nm} \hat{=} 0,5 \mu\text{m}$ aus, also in dem Wellenlängenbereich, wo auch das menschliche Auge am empfindlichsten ist.

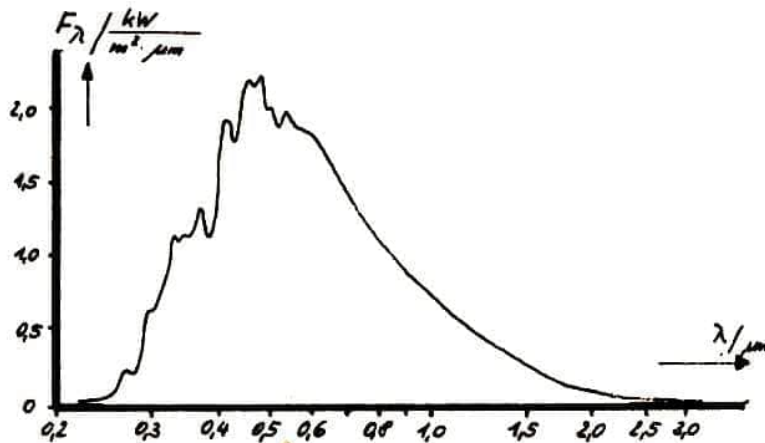


Abb. 5 Intensitätsverteilung im Sonnenspektrum. Aufgetragen ist die außerhalb der Erdatmosphäre gemessene Energie der Sonnenstrahlung pro Zeiteinheit, Einheit der Empfängerfläche und Wellenlängeneinheit in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

3.2. Ultraviolette Strahlung

Mit modernen Mitteln ist es mittlerweile auch möglich geworden, die ultraviolette und Röntgenstrahlung der Sonne, die von der Erdatmosphäre nicht bzw. kaum hindurchgelassen wird, zu messen. Dazu nutzt man Raketen und Satelliten, um die absorbierenden Schichten der Erdatmosphäre auszuschalten. Speziell der Sonnenforschung in den kurzwelligen Spektralbereichen dienen die fünf Satelliten der OSO-Serie, deren Einsatz 1962 begann.

Mit ihnen wurde das Sonnenspektrum zwischen $\lambda = 10^{-3} \text{ nm}$ und $\lambda = 400 \text{ nm}$ aufgenommen.

Das UV-Spektrum zeigt viele Linien, z. B. die Wasserstofflinien der Lyman-Serie, die Linien des Heliums und vieler hochionisierter schwererer Elemente. Jedoch erscheinen im

Unterschied zum sichtbaren Spektralbereich alle Linien in Emission. Das deutet darauf hin, daß diese Strahlung im wesentlichen nicht von der Photosphäre stammt, sondern von höheren Schichten der Atmosphäre, in denen die Temperatur nach außen wieder ansteigt. Das gilt, wie wir wissen, für die Chromosphäre und die sich daran anschließende Sonnenkorona.

3.3. Radiostrahlung

Nach der Betrachtung des kurzwelligen Spektralbereiches bleibt nun noch etwas über die Radiostrahlung der Sonne zu sagen. Diese beläuft sich zwar nur ungefähr auf den 10^{14} ten Teil der gesamten abgestrahlten Energie in Form von elektromagnetischen Wellen, kann aber trotzdem mit einem Radioteleskop nachgewiesen werden. Glücklicherweise ist die Erdatmosphäre vom Millimeterbereich bis etwa 25 m für elektromagnetische Strahlung wieder durchlässig ("Radiofenster"), so daß von der Erdoberfläche aus beobachtet werden kann.

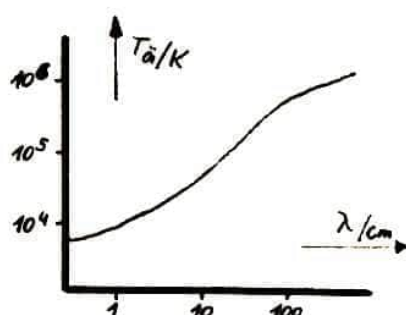


Abb. 6 Intensitätsverteilung im Radiobereich der Sonnenstrahlung.

Aufgetragen ist die der Intensität entsprechende Äquivalenttemperatur in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Die Radiofrequenzstrahlung der Sonne besteht aus einer Grundstrahlung, der sich zahlreiche z. T. sehr heftige Störungen überlagern. Die Intensitätsverteilung der ungestörten Strahlung ist in Abbildung 6 dargestellt. In der Radioastronomie gibt man oftmals keine Intensitäten an, sondern die ent-

sprechenden Temperaturen (siehe vorhergehenden Teil über Temperaturbestimmung). Daher ist in der Abbildung als Maß für die Stärke der Strahlung die Äquivalenttemperatur eingetragen, die Temperatur, die ein Schwarzer Strahler hätte, wenn er im gleichen Wellenlängenbereich mit der gleichen Intensität strahlen würde. Der kürzerwellige Anteil (Zentimeterbereich) stammt aus der Chromosphäre, während zu längeren Wellen hin die Strahlung in immer höheren und damit heißeren Schichten entsteht. Im Meterwellenbereich sind dann ausschließlich die hohen, heißen Schichten der Korona für die Ausstrahlung verantwortlich.

Die sich dieser Grundstrahlung überlagernden veränderlichen Störungen sind mit den Sonnenflecken mehr oder weniger stark korreliert. Außerdem kommt es häufig zu kurzzeitigen, Sekunden bis Stunden andauernden Strahlungsausbrüchen, die meist in Verbindung mit Eruptionen auftreten. Durch diese outbursts steigt die Radiostrahlung der Sonne zuweilen um mehrere Zehnerpotenzen an.

3.4. Sonnenwind

Neben der elektromagnetischen Strahlung geht von der Sonne auch ein ständiger Teilchenstrom mit Teilchengeschwindigkeiten von 400 bis 700 km/s aus, der schon erwähnte Sonnenwind. Er besteht hauptsächlich aus Protonen (Wasserstoffkernen), weiterhin aus Elektronen und teilweise auch aus Ionen schwerer Elemente. Außerdem "schleppen" diese Teilchen Magnetfelder mit. Oft wird dieses Plasma von der Sonne in Form von Wolken abgegeben.

Der Sonnenwind durchströmt den gesamten interplanetaren Raum, trifft also auch auf Mond und Erde. Da der Mond weder eine Atmosphäre noch ein Magnetfeld besitzt, gelangt der Sonnenwind ungehindert bis zur Mondoberfläche. Diese Tatsache wurde bei den Apollo-Unternehmen ausgenutzt, um mit einem denkbar einfachen Experiment Zahl und Energie der Teilchen des Sonnenwindes zu bestimmen. Dazu wurde einfach eine Metallfolie auf dem Mond entfaltet, auf die man den Sonnenwind einwirken ließ. "Zu Hause" konnte man dann aus

den Veränderungen in der Folie Rückschlüsse auf den Sonnenwind ziehen. Man fand, daß die Energie der aufgefangenen He^4 -Teilchen 3 keV betrug, was einer Geschwindigkeit von 400 km/s gleichkommt.

Bei der Erde verhalten sich die Dinge anders. Das Magnetfeld der Erde schirmt diese gewissermaßen vor dem Sonnenwind ab. Die Verhältnisse ähneln etwa denen, die man vorfindet, wenn "richtiger" Wind auf ein Hindernis (z. B. eine Sanddüne) trifft. Die dem Wind zugewandte Seite (Luv) würde der Richtung zur Sonne entsprechen, die windabgewandte Seite (Lee) der sonnenabgewandten Seite.

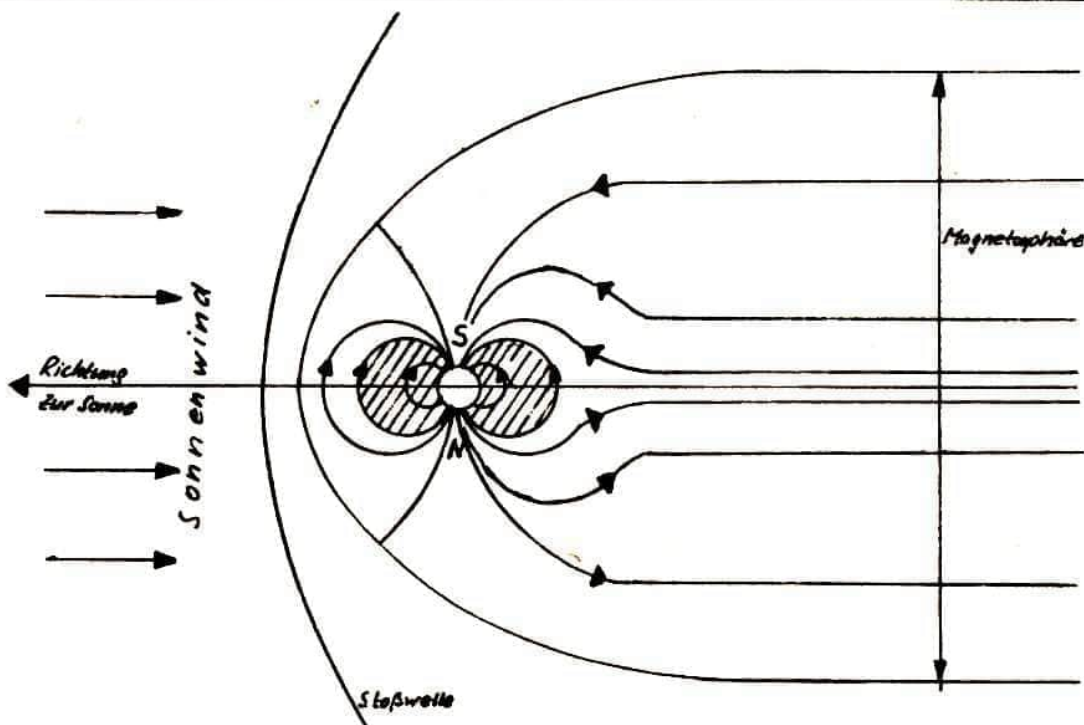


Abb. 7 Schematische Darstellung der Magnetosphäre unter dem Einfluß des Sonnenwindes. In den schraffierten Gebieten liegen die Strahlungsgürtel der Erde.

- Erde
- N - magnetischer Nordpol (beim geografischen Südpol)
- S - magnetischer Südpol (beim geografischen Nordpol)

Der Bereich um die Erde, in dem das Erdmagnetfeld mit dem

Sonnenwind (Teilchen und Magnetfelder) wechselwirkt, wird Magnetosphäre genannt. Es ist das äußere Gebiet der Erdatmosphäre. In der Abbildung 7 ist die durch den Sonnenwind entstehende Deformation des Erdmagnetfeldes, das sonst wie das eines Stabmagneten aussehen würde, schematisch dargestellt. In den schraffierten Gebieten liegen die Strahlungsgürtel der Erde.

Da die Teilchen des Sonnenwindes geladen sind, werden sie von Magnetfeldern beeinflusst. Das Erdmagnetfeld wirkt nun so, daß die Teilchen etwa dort, wo die magnetische Energie des Erdfeldes gleich der kinetischen Energie des Sonnenwindes wird, unter Bildung einer Stoßwelle (Front, auf die die Teilchen "auflaufen") abgebremst werden und die Tendenz haben, seitlich an der Magnetosphäre vorbeizuströmen. Sie können aber auch durch Unregelmäßigkeiten im Magnetfeld in die Magnetosphäre eindringen. Dann werden sie, und zwar bevorzugt im Bereich der beiden Strahlungsgürtel, "eingefangen" und pendeln zwischen Nord- und Südpol entlang der Feldlinien hin und her.

Es kann Tage oder Monate dauern, bis die Teilchen aus diesem Magnetkäfig - durch Zusammenstöße untereinander - wieder herauskommen.

Das Magnetfeld der Erde übt auf diese Weise eine wichtige Schutzfunktion für das Leben auf der Erde vor geladenen Teilchen aus. Manche Teilchen können jedoch auch (bevorzugt an den Polen) die Hochatmosphäre erreichen. Sie rufen dann die als Polarlichter bekannten Leuchterscheinungen hervor. Diese kann man verstärkt zu Zeiten der Sonnenaktivität beobachten.

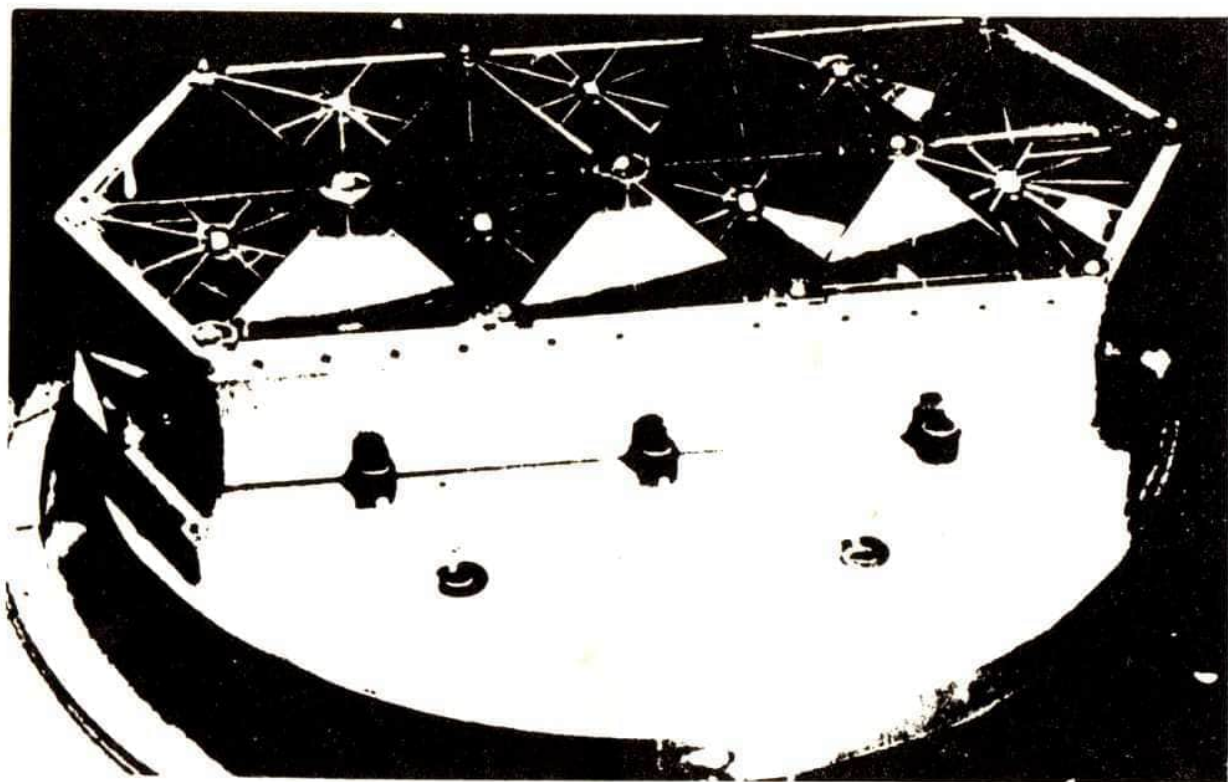
3.5. Sonnenaktivität

Unter Sonnenaktivität versteht man die lokalen, kurzzeitigen, veränderlichen Erscheinungen in der Sonnenatmosphäre, die zu Störungen sowohl der elektromagnetischen als auch der Teilchenstrahlung der Sonne führen können. Während wir bis hierher die Ausstrahlung der ungestörten, sogenannten "ruhigen" Sonne betrachtet haben, zeigt es sich eben, daß z. T. erhebliche Abweichungen von diesen Verhältnissen auftreten können ("aktive" Sonne). Diejenigen Erscheinungen, die Ur-

sache für diese Abweichungen sind, sind uns schon aus dem vorhergehenden Teil dieser Artikelserie bekannt, ohne daß dort allerdings explizit erwähnt wurde, daß es sich um Erscheinungen der Sonnenaktivität handelt. Deshalb seien sie hier noch einmal zusammengestellt: Es sind die Sonnenflecken, die Sonnenfackeln, die Sonneneruptionen (Flares) und die Protuberanzen. Wir hatten auch schon festgestellt, daß sie meist in denselben Gebieten auftreten, d. h. miteinander korreliert sind. Sie unterliegen auch alle einer 11-jährigen Häufigkeitsperiode wie die Sonnenflecken.

Ein Gebiet der Sonnenatmosphäre, in dem die genannten Erscheinungen zu finden sind, bezeichnet man als Aktivitätszentrum. In solchen Zentren treten neben Störungen der elektromagnetischen Strahlung und der Teilchenstrahlung (vor allem bei Eruptionen) auch solche der örtlichen Magnetfelder und der Form der Korona (Strahlen, Bögen und Kondensationen) auf.

Fortsetzung im nächsten Heft ~



Laser-Reflektor TL-2 des sowjetischen Mondfahrzeuges „Lunochod-1“



Chemische und bakteriologische Waffen (Teil 2 und Schluß)

Welche Wirkung hätten chemische Waffen auf die
Bevölkerung?

Wegen meteorologischer und anderer variabler Faktoren ist es unmöglich, allgemeine Schätzungen darüber anzugeben, welche quantitative Wirkung chemische Waffen auf die Bevölkerung hätten. Die Wirkung von Nervengift kann hier als Beispiel angeführt werden. Ein schwerer Angriff, bei dem ein schwer verdunstender flüssiger Nervenkampfstoff gegen geschützte Soldaten mittels in der Luft explodierender Munition versprüht würde, riefte eine äußerst gefährliche Konzentration des Gifts an der Erdoberfläche hervor. Nach einem Angriff, bei dem Tonnen von Sarin pro km^2 eingesetzt würden, wäre der Aufenthalt im Zielgebiet und im unmittelbar angrenzenden Gebiet, das im Winde liegt, für alle ungeschützten Menschen tödlich. Ein schwerer Überraschungsangriff, bei dem mittels Bomben, die im Zielgebiet explodieren, ein schwer flüchtiges Nervengas gegen eine völlig unvorbereitete Stadt eingesetzt würde, hätte eine hohe Zahl von Opfern zur Folge. Die Bevölkerungsdichte einer modernen Stadt kann bis zu 5 000 Menschen/ km^2 betragen. Wenn pro km^2 etwa 1 t Kampfstoff versprüht würde, könnte die Hälfte der Bevölkerung Vergiftungen erleiden, davon die Hälfte wiederum tödliche.

Welche Wirkung hätten bakteriologische (biologische)
Waffen auf die Bevölkerung?

Bis jetzt blieb der Menschheit jede Erfahrung moderner bakteriologischer (biologischer) Kriegsführung erspart, so daß

jede Diskussion darüber auf der Extrapolation von epidemiologischen Kenntnissen und Laborexperimenten beruht. Die wahrscheinlichste Form des Angriffs in einem bakteriologischen (biologischen) Krieg wäre die Verwendung von Aerosolwolken eines Kampfstoffs. Es könnte z. B. eine Lösung hergestellt werden, welche infektiöse Mikroorganismen in einer Konzentration von 10 000 Millionen pro Gramm enthält. Nehmen wir an, daß ein Flugzeug dieses Material zu versprühen hat, um eine Aerosollinie von 100 km Länge bei einer Windstärke von 10 km/h zu erzeugen. Wenn 10 Prozent der Erreger die Zerstäubung überleben und wenn die nachfolgenden Umweltbedingungen bewirken, daß je 5 Prozent pro Minute absterben, dann ist in einem etwa 5 000 km² großen Gebiet immer noch eine solche Konzentration vorhanden, daß 50 Prozent der ungeschützten Bevölkerung dieses Gebiets eine Dosis einatmet, die ausreicht, um sie zu infizieren (wenn wir annehmen, daß die Infektionsdosis rund 100 Mikroorganismen pro Person beträgt). Diese Schätzung trifft sowohl auf Erreger zu, die Tularämie und Pest hervorrufen, als auch auf einige Viren.

Wie ließen sich die Wirkungen von chemischen, bakteriologischen (biologischen) und Kernwaffen miteinander vergleichen?

In Anbetracht der großen Vernichtungskraft chemischer und bakteriologischer (biologischer) Kampfstoffe ist es ganz angebracht, sie mit der einer 1-Megatonne-Kernexplosion zu vergleichen, die bekanntlich ausreichen würde, um eine Einmillionenstadt völlig zu zerstören. Eine Kernexplosion von einer Megatonne würde sich u. U. auf ein 300 km² großes Gebiet auswirken, 15 t Nervenkampfstoff auf ein 60 km² großes Gebiet und 10 t eines bakteriologischen (biologischen) Kampfstoffs auf ein 100 000 km² großes Gebiet. Die maximale Quote der Verluste an Menschenleben beliefe sich bei einer Kernexplosion auf 90 Prozent und bei 15 t Nervenkampfstoff auf 50 Prozent; bei 10 t eines bakteriologischen (biologischen) Kampfstoffs betrüge die Quote der Erkrankungen 50 Prozent und die der Todesfälle bei fehlender ärztlicher Hilfe 25 Pro-

zent. Ferner würde eine Atombombe ein 2500 km² großes Gebiet 3 bis 6 Monate lang radioaktiv verseuchen, ein chemischer Kampfstoff würde ein Gebiet einige Tage bis mehrere Wochen lang verseuchen, und bakteriologische (biologische) Kampfstoffe würden eine Epidemie oder neue endemische Krankheitsherde hervorrufen.

Würden chemische und bakteriologische (biologische)
Waffen langfristige Auswirkungen haben?

Falls die Waffen jemals im großen Maßstab in einem Krieg eingesetzt werden, könnte niemand voraussagen, wie lange die Auswirkungen andauern und auf welche Weise sie die Struktur der Gesellschaft und der Umwelt, in der wir leben, beeinflussen würden. Doch stimmen die Fachleute darin überein, daß chemische Waffen z. B. großen Schaden durch Verseuchung der Luft, des Trinkwassers und des Bodens verursachen könnten. Bakteriologische (biologische) Waffen könnten neue epidemische Krankheiten hervorrufen oder alte wieder entstehen lassen, die so hohe Opfer an Menschenleben fordern könnten, wie die Pestepidemien des Mittelalters. Durch sie könnten auch neue natürliche endemische Herde entstehen, in denen die Infektion viele Jahre lang andauern könnte. Es besteht auch die Möglichkeit, daß chemische und bakteriologische (biologische) Waffen genetische Veränderungen verursachen. Solche genetischen Veränderungen, ganz gleich ob durch Chemikalien oder Viren verursacht, könnten Einfluß auf die Krebsentstehung haben. Selbst Militärangehörige, die irgendwo bei einer militärischen Operation chemische und/oder bakteriologische (biologische) Waffen einsetzten und durch Schutzmittel gesichert waren, würden nicht den sich ausbreitenden und länger andauernden Auswirkungen auf ihr Land entgehen können.

Wer kann chemische und bakteriologische (biologische)
Waffen herstellen?

Viele Länder, die eine gut entwickelte chemische Industrie haben, sind in der Lage, eine Vielzahl von chemischen Kampf-

stoffen zu produzieren. Auch die mikrobiologischen Fachkenntnisse, die man zur Züchtung der Erreger für eine bakteriologische (biologische) Kriegsführung braucht, sind in vielen Staaten vorhanden. Es besteht immer die Möglichkeit, daß ein Land sich unter Auswahl eines einzigen Kampfstoffes und eines einfachen Trägermittels relativ billig ausrüstet, um ein begrenztes Gebiet anzugreifen. Um aber ein umfassendes System für chemische und bakteriologische (biologische) Kriegsführung zu schaffen, wären besondere Forschungszentren, Testgebiete, Basen, Lager, Arsenale und Trügersysteme erforderlich. Dies würde die Staatsausgaben zusätzlich belasten. Die Entwicklung, der Erwerb und die Stationierung dieser Waffen sind eine große wirtschaftliche Belastung (2 bis 10 Milliarden Dollar).

Welchen Schutz gibt es gegen chemische und bakteriologische (biologische) Waffen, und bis zu welchem Grade kann dieser wirksam werden?

Ein ausreichendes Verteidigungssystem gegen chemische oder bakteriologische (biologische) Angriffe müßte Mittel und Maßnahmen zur Entdeckung und Warnung, zur schnellen Identifizierung der Kampfstoffe, zum Schutz der Atemwege und der Haut, zur Entgiftung, zur medizinischen Prophylaxe und zur Behandlung umfassen. Diese Maßnahmen sind sehr teuer und vielseitig. Die Gesamtkosten des zivilen Schutzes gegen diese Waffen beliefen sich für ein Industrieland mit 100 bis 200 Millionen Menschen auf mehr als 15 bis 25 Milliarden Dollar. Doch selbst wenn solch ein Programm geplant und durchgeführt würde, gäbe es keine Sicherheit, daß der volle Schutz erreicht wird. Wie teuer es auch immer sein mag, so kann kein Schutzprogramm einen absoluten Schutz bieten. Schutzmaßnahmen sind nur wirksam, wenn eine rechtzeitige Warnung vor einem Angriff möglich ist und wenn die Pläne für zivile Verteidigung sofort wirksam in Kraft treten. Mögen auch viele Bunker zur Verfügung stehen, so ist die Wahrscheinlichkeit doch sehr groß, daß sehr viele Menschen unterschiedlich betroffen werden und dringend der ärztlichen Hilfe bedürfen. Nach Einstellung der Feindseligkeiten wird es sehr viele chronisch Kranke und In-

validen geben, die einer Fürsorge, Unterstützung und Behandlung bedürfen und für eine Gesellschaft, die durch den Krieg bereits desorganisiert ist, eine schwere Bürde bedeuten. Was auch immer getan wird mit der Absicht, Menschenleben zu retten, so kann doch nichts von Bedeutung unternommen werden, um die Ernte, das Vieh, das Futter und die Lebensmittel zu schützen. Die chemische Verbindung, die unter der Bezeichnung Paraquat bekannt ist, kann z. B. fast alle einjährigen Pflanzen zerstören, Gemüse, Reis und Weizen mit einbegriffen. Gegenwärtig sind keine Mittel bekannt, um einige der Pflanzen, die mit Herbiziden in Berührung kamen, zu retten.

Stärkt der Besitz chemischer und bakteriologischer (biologischer) Waffen die Sicherheit einer Nation?

Wegen des Wirkungsradius und der potentiellen Vernichtungskraft der chemischen und bakteriologischen (biologischen) Waffen werden diese als Massenvernichtungswaffen angesehen. Allein durch ihre Existenz tragen sie zur Erhöhung der internationalen Spannungen bei, ohne einen militärischen Vorteil zu bieten. Sie erzeugen ein Gefühl der Unsicherheit nicht nur in den Ländern, die möglicherweise Krieg führen, sondern auch in den anderen, die keinen Krieg führen. Neutrale Länder könnten in Mitleidenschaft gezogen werden, vor allem wenn sie an kriegsführende Länder angrenzen, deren Truppen und deren Zivilbevölkerung in der Nähe der Grenze Angriffen mit chemischen und bakteriologischen (biologischen) Waffen ausgesetzt sind. Die Auswirkungen bestimmter bakteriologischer (biologischer) Waffen ließen sich nur unter großen Schwierigkeiten auf ein kleines Land begrenzen, wenn diese Waffen in großen Mengen eingesetzt würden. Aus welchen militärischen Gründen auch immer diese Waffen eingesetzt würden und ganz gleich, ob sie handlungsunfähig machen oder tödlich wirkten, so gäbe es immer ein bedeutendes Eskalationsrisiko nicht nur in bezug auf den Einsatz der gleichen Art von Waffen, sondern auch in bezug auf den anderer Waffenarten, wenn mit ihrem Einsatz erst einmal begonnen wurde. Somit kann die chemische und bakteriologische (biologische) Kriegsführung Feindseligkeiten Tür und Tor öffnen, die weni-

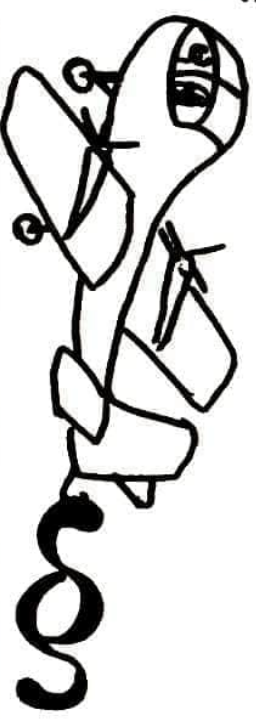
ger zu kontrollieren sind als sonst in einem Krieg der Vergangenheit. Unkontrollierbare Feindseligkeiten können jedoch nicht mit dem Begriff der militärischen Sicherheit in Einklang gebracht werden.

Was kann man tun, um Sicherheit zu verbreiten?

Alle Waffen vernichten Menschenleben, chemische und bakteriologische (biologische) Waffen aber nehmen insofern eine Sonderstellung ein, als sich ihre Wirkungen auf lebende Materie beschränken. Der Gedanke, daß bakteriologische (biologische) Waffen bewußt eingesetzt werden könnten, um Krankheiten zu verbreiten, ist entsetzlich. Die Tatsache, daß bestimmte chemische und bakteriologische (biologische) Kampfstoffe in ihrer Wirkung sowohl räumlich als auch zeitlich fast unbegrenzt sind, und daß ihre Anwendung im großen Maßstabe möglicherweise schädliche, nicht mehr rückgängig zu machende Auswirkungen auf das natürliche Gleichgewicht der Umwelt haben, vergrößert noch das Gefühl der Unsicherheit und der Spannung, das von der Existenz dieser Art von Waffen ausgeht.

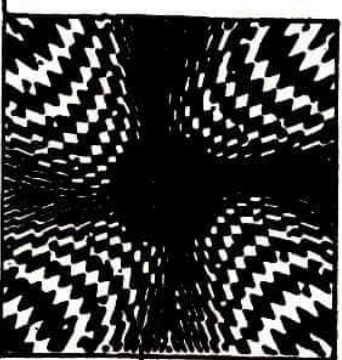
Das Wettrüsten wird sich bestimmt verringern, wenn man die Produktion chemischer und bakteriologischer (biologischer) Waffen wirksam und bedingungslos verbietet. Ihr Einsatz, der hohe Verluste an Menschenleben fordern würde, ist bereits durch internationale Abkommen, vor allem durch das Genfer Protokoll von 1925 und vor kurzem in Resolutionen der Vollversammlung der Vereinten Nationen verurteilt und verboten worden. Die Aussichten auf eine allgemeine und vollständige Abrüstung unter wirksamer internationaler Kontrolle und somit die Aussichten für den Frieden in der ganzen Welt würden bedeutend steigen, wenn mit der Entwicklung, Herstellung und Lagerung chemischer und bakteriologischer (biologischer) Kampfstoffe für Kriegszwecke Schluß gemacht würde und wenn sie aus allen militärischen Arsenalen entfernt würden.

"Steht irgendeine Bestimmung, die in diesem Flugschein enthalten ist oder auf die darin Bezug genommen wird, im Widerspruch zu einem Gesetz, einer Regierungsvorschrift, Verordnung oder Anordnung, über deren Anwendung sich die Parteien nicht einigen können, wird die Bestimmung solange in Kraft bleiben und als Bestandteil des Beförderungsvertrages betrachtet werden,



solange diese Bestimmung nicht im Widerspruch zu diesem Gesetz, dieser Regierungsvorschrift, Verordnung oder Anordnung steht. Durch die Ungültigkeit irgend-

einer Bestimmung wird die Gültigkeit der anderen Bestimmung nicht berührt."



Aus den "Vertrags-Bedingungen" der INTERFLUG
 "So, jetzt trink' ich meinen Schnaps!"
 "Hast du denn Durst?"
 "Nein, aber Schnaps!"

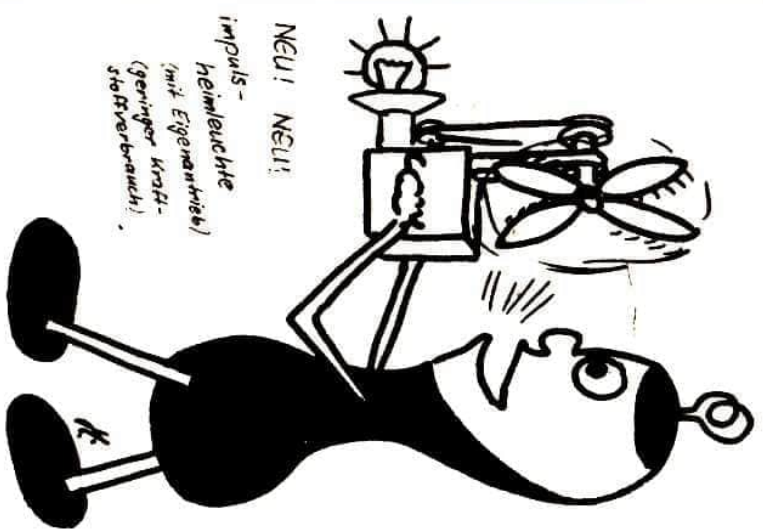
Klein - Udo zu seinem Vater: "Heute ist Elternabend im ganz kleinen Kreisl. Nur der Lehrer, der Direktor und du."

"Bei dieser Ziehung kommt die 32 raus, das ist meine Zahl." Und als er Gewinn, fragten ihn seine Freunde, ob er die Zahl geraten oder ein System hätte. Er sagte, er hätte ein System: "Nehme ich eine Zeitung und sehe zwei Sex - Bilder, so sage ich mir 6 mal 6 ist 32 und die Zahl ist richtig."

"Ich kann keine Nacht ruhig schlafen - immer wache ich von meinem eigenen Geschnarche auf!" räsionierte Schulze. Da kam ein Fußgänger des Weges und sagte: "Legen sie sich doch einfach in ein anderes Zimmer!"



WÄHREND DER OLYMPIA - FERNSEHZEIT NOTIERT
 "Du, Vati, oben an der Decke krabbelt eine Wespe!"
 "Tritt sie tot und laß mich in Ruhe."



Neu! Neu!
 impuls-
 heimleuchte
 (mit Eigenantrieb)
 (geringer Kraft-
 stoffverbrauch).



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

7. Jahrgang (1973/74)

Heft

10

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv
der DDR

Chefredakteur:
Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig

Redaktion:
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)
D. Heyne (Korrespondenz)
W. Hild (Gestaltung)
L. Günther (Fotografie, Astronomie)
L. Günther Astronomie,
Ausgestaltung

Anschrift: „Impuls 68“
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

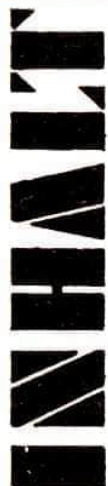
Bankkonto: Stadt- u. Kreisspar-
kasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presse-
amt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von
September bis Juni

Aus technischen Gründen
bitten wir um Sammelbe-
stellungen an unsere
Adresse.

Preis pro Heft: 0,40 M
Jahresabo.: 4,- M



Wissenschaft im Kreuzverhör	3
Wellenoptische Erscheinungen in der Umgebung des Brennpunktes von Sammellinsen	8
Organische photochrome Substanzen in der Polymer- chemie	11
LEXIKON	15
Sklavenerbeutung bei Ameisen	16
Liebe Leser	19
Die Sonne (Teil 5 und Schluß)	21
Unsere Leseprobe: Handbuch der Chemie	25

Wissenschaft im KREUZVERHÖR

Prof. Dr. G. Albrecht

Abteilungsleiter in der Sektion Physik der FSU Jena

"impuls 68": Herr Prof. Albrecht, Sie sind Leiter der Abteilung Detektorenphysik. Können Sie unseren Lesern einige Worte zur Begriffserklärung sagen?

Detektoren sind im allgemeinsten Sinne Nachweismittel. Wir beschäftigen uns speziell mit Problemen des Nachweises physikalischer Größen mit Hilfe supraleitender Dünnschichtsysteme. Dabei arbeitet das Nachweismittel bei extrem tiefen Temperaturen. Besonders Entwicklungen in den letzten 12 Jahren haben gezeigt, daß unter Ausnutzung der Supraleitung, speziell des Josephson-Effektes wichtige, grundsätzlich neuartige und extrem empfindliche Meßverfahren konzipiert und entwickelt werden können. Die große Bedeutung dieses Effektes kommt auch in der Verleihung des Nobelpreises 1973 an Josephson und Giaever sowie Osaki zum Ausdruck.

Die Nachweismöglichkeiten mit Hilfe des Josephson-Effektes beziehen sich vorrangig auf Messungen physikalischer Grundgrößen, wie magnetischen Fluß, magnetische Felder und alle Größen, die darauf zurückführbar bzw. in diese konvertierbar sind, wie zum Beispiel auch Strom und Spannung. Hinzu kommen Nachweismöglichkeiten für Strahlung, insbesondere im Mikrowellen- und fernen Infrarotbereich.

"impuls 68": Welches sind die wichtigsten und interessantesten Probleme in der Arbeit Ihrer Abteilung?

Die Probleme unserer Abteilung sind außerordentlich vielschichtig. Sie reichen von theoretischen Grundlagenuntersuchungen bis hin zu technisch-technologischen Problemen der Erzeugung dünner Schichten und insbesondere extrem dünner Schichten. Die wichtigsten physikalischen Probleme sind vor allen Dingen gekennzeichnet durch die faszinierende Erscheinung des Josephson-Effektes selbst, der zum ersten

Mal die Verkopplung der Phase von quantenmechanischen Wellenfunktionen mit meßbaren Größen darstellt. Die daraus abgeleiteten Aufgaben beziehen sich vorrangig auf die Untersuchung und Anwendung supraleitender Quanteninterferometer. Dabei wird ein Phänomen ausgenutzt, wie wir es ähnlich bei der Interferenz von Lichtwellen kennen, nur daß diese Interferenzen als Elektroneninterferenzen innerhalb des Festkörpers auftreten.

"impuls 68": Welche Entwicklungen sehen Sie persönlich für Ihr Fachgebiet gegenwärtig und in der Zukunft? Welche technischen Anwendungen sind zu erwarten?

Die supraleitenden Quanteninterferometer sind eine wichtige Grundlage für die bereits erwähnten Meßverfahren für magnetische und elektrische Grundgrößen extremer Empfindlichkeit. Ihrer Weiterentwicklung und Vervollkommnung kommt demzufolge besondere Bedeutung zu. Man kann mit ihnen die genannten physikalischen Größen um ca. zwei Größenordnungen empfindlicher messen, als das mit herkömmlichen Verfahren der Fall ist.

Darüberhinaus besteht die Möglichkeit der Ausnutzung von extrem schnellen Schalteffekten für Zwecke der Datenspeicherung und -verarbeitung. Es sind im internationalen Rahmen schon zahlreiche Untersuchungen durchgeführt worden, diesen schnellen Schalteffekt, der in kürzeren Zeiten als 10^{-10} Sekunden erfolgt, zu untersuchen und die Herstellung der dazu benötigten Bauelemente in die Wege zu leiten. Diese Probleme sind technisch von außerordentlich großer Kompliziertheit, weil es hier nötig ist, Isolatorbarrieren mit Dicken kleiner als $30 \text{ \AA}$ zu beherrschen. Wenn es gelänge, Informations-, Speicher- und Verarbeitungseinheiten auf der Grundlage des Josephson-Effektes herzustellen, wäre es möglich, die Operationsgeschwindigkeit von Datenverarbeitungsanlagen um mindestens zwei Größenordnungen zu verbessern, und dies bei gleichzeitiger Erhöhung der Speicherkapazität und Reduzierung des spezifischen Energiebedarfs gegenüber herkömmlichen Anordnungen. Abschätzungen zeigen, daß Speicher auf dieser Grundlage konkurrenzfähig werden, wenn eine Speicherkapazität von 10^7 bis 10^8 bit überschritten wird. Auf Grund

der möglichen Ausführung solcher Systeme in einer mikroelektronischen Dünnschichttechnik, wie sie heute schon in der Halbleiterindustrie üblich ist, hat man sehr gute Chancen, diesen kritischen ökonomischen Parameter, die Grenze von 10^8 bit, zu überschreiten.

Andere Anwendungen in der physikalischen Präzisionsmesstechnik wurden bereits erwähnt. Heute konzipiert man extrem empfindliche Voltmeter zur Messung kleinster Spannungen mit einer Nachweisgrenze von 10^{-14} bis 10^{-16} V. Eine in unserer Abteilung entwickelte Apparatur erreicht eine Nachweisgrenze von 10^{-15} V. Sehr interessant sind darüberhinaus Anwendungen, in denen nichtelektrische zu messende Größen in eine elektrische oder magnetische Größe umgewandelt wird. So kann man z.B. selbst Änderungen der Erdbeschleunigung durch eine solche Meßwertwandlung auf Änderungen des magnetischen Flusses in einem supraleitenden Quanteninterferometer zurückführen. Die grundsätzlich erreichbare Grenze zur Messung von Änderungen der Erdbeschleunigung liegt bei 10^{-12} g, die technische Grenze ist bisher noch um einige Größenordnungen schlechter. Auch hier ergeben sich wieder ganz neuartige und für die Physik der Erde wichtige Anwendungen, indem man im Prinzip mit extremer Empfindlichkeit kleine g-Änderungen über lange Zeiträume hinweg messen kann, um damit genaueren Aufschluß über Vorgänge innerhalb des Erdkörpers zu gewinnen. Diese kleinen Änderungen sind allerdings den großen Tiden überlagert, die durch die Bewegung des Mondes und der Wassermassen auftreten und 5 bis 6 Größenordnungen über den interessierenden Schwankungen liegen. Deshalb braucht man ein Nachweismittel, das über einen entsprechend großen Meßbereich verfügt. Gerade diese Verkopplung von großem Meßbereich und extremer Empfindlichkeit macht supraleitende Quanteninterferometer für Zwecke der Präzisionstechnik in Zukunft so besonders interessant.

Von großer Bedeutung ist auch der Spektralbereich im mittleren und fernen Infrarot. In ihm kann man mit Supraleitern Strahlungsnachweis betreiben. Allerdings ist der physikalische Mechanismus der Wechselwirkung zwischen Strahlungsfeld und Supraleitern noch teilweise sehr unklar. Auch diese

Probleme werden von unseren Theoretikern und Experimentatoren zur Zeit intensiv untersucht.

"impuls 68": In welcher Beziehung steht Ihr Gebiet der Physik zu anderen Wissenszweigen?

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten, die mit dem Begriff Präzisionsmeßtechnik umschrieben werden können, durchdringen natürlich weitgehend alle Bereiche der Physik wie auch der Nachbardisziplinen. So sind in der Sowjetunion und in den Vereinigten Staaten Untersuchungen durchgeführt worden, die sehr gut die Befruchtung von Nachbardisziplinen unter Beweis stellen. Durch die extrem empfindliche Nachweisbarkeit von magnetischen Feldern kann man z.B. etwas ähnliches machen wie Elektrokardiografie, nämlich Magneto-kardiografie. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, daß man völlig berührungslos Patienten überwachen kann. Man muß nur an bestimmten Körperstellen die zeitlichen Änderungen der Körperströme über den Umweg des Nachweises der von ihnen erzeugten Magnetfelder registrieren und hat damit ein vorzügliches Mittel, um, ohne den Patienten zu belasten, seine Körperfunktion zu überwachen. Das hat wahrscheinlich Bedeutung für die Überwachung von frisch operierten Patienten oder von sehr empfindlichen Neugeborenen, die unter besonderen Bedingungen aufgezogen werden müssen, um nur zwei Beispiele zu nennen.

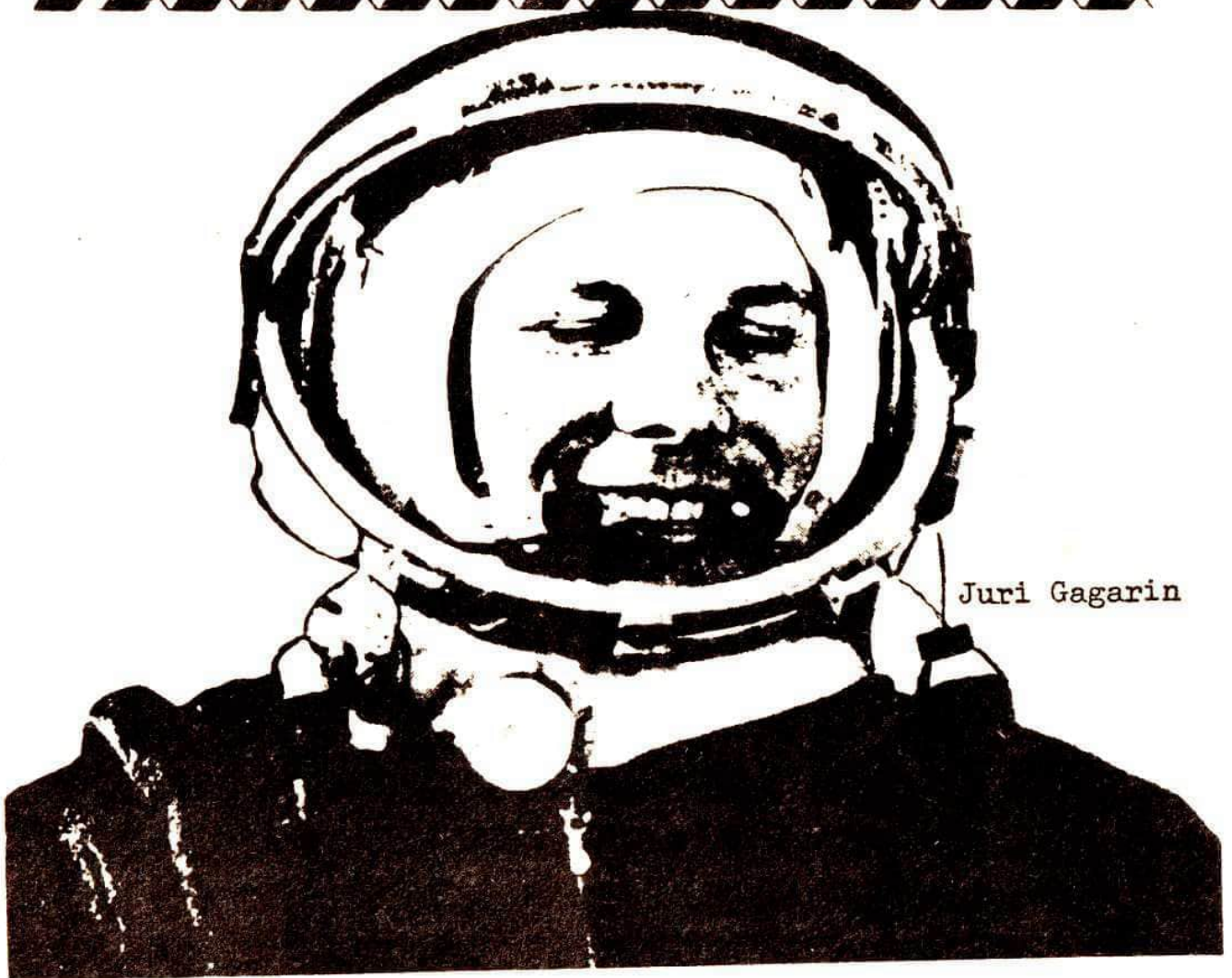
Abgesehen von den Nachbardisziplinen wie der Chemie, die mit großer Wahrscheinlichkeit die extrem empfindlichen Meßmöglichkeiten nutzen wird, werden technische Wissenschaften, z.B. die Informationsverarbeitungstechnik in den nächsten Jahren und Jahrzehnten möglicherweise von supraleitenden Grundlösungen in der Informationstechnik profitieren können.

"impuls 68": Welche Bedeutung haben internationale Kooperationen in Ihrer Arbeit?

Die internationalen Kooperationen auf unserem Arbeitsgebiet können nicht hoch genug bewertet werden, insbesondere die Kooperation mit Einrichtungen in der Sowjetunion und anderer sozialistischen Ländern, mit denen wir in den letzten Jahren enge freundschaftliche Beziehungen aufgebaut haben. Wir sind

glücklich darüber, daß wir in zunehmendem Maße arbeitsteilige Vorhaben durchführen, wobei längerfristige Arbeitsaufenthalte in den Labors der Partner im Vordergrund stehen. Dabei werden im Austausch unterschiedliche Meß- und Bearbeitungsmittel ausgenutzt; außerdem sind eine gute gegenseitige Ergänzung, vor allem aber eine wesentliche Belebung des wissenschaftlichen Lebens von besonderem Wert neben der Festigung freundschaftlicher Beziehungen. So werden bereits jetzt bei uns entwickelte supraleitende Quanteninterferometer in einigen Labors der sozialistischen Länder angewendet und erfreuen sich dort steigender Beliebtheit, während wir andererseits durch zahlreiche wichtige Anregungen seitens uns befreundeter sowjetischer Wissenschaftler in unserer Arbeit eine starke Förderung erfahren haben.

Herr Prof. Albrecht, wir bedanken uns sehr herzlich auch im Namen aller Leser für dieses Interview!



Juri Gagarin

W. Vater

VEB Carl Zeiss Jena

Diplom-Physiker

Wellenoptische Erscheinungen in der Umgebung des Brennpunktes von Sammellinsen

Es ist wohlbekannt, daß eine genauere Beschreibung der Lichtverteilung hinter Blenden nicht mit der geometrischen Optik durchgeführt werden kann. Beispielsweise finden wir im Schattenbild einer kreisförmigen Scheibe auch dort noch Licht (und bei manchen Punkten ganz beträchtlich), wohin nach der geometrischen Optik gar keines gelangen dürfte. In diesen Fällen müssen wir den Wellencharakter des Lichtes, und damit verbunden die Beugung, betrachten.

Rayleigh (1842 - 1919) und andere Physiker erkannten, daß man die Beugung aber auch beachten muß, will man die Lichtverteilung in der Brennebene einer Sammellinse und deren Umgebung berechnen. Die Beugung an meist kreisförmigen Öffnungen vor der Linse (oder im einfachsten Fall an der Linsenfassung selbst) bewirkt nämlich, daß sich die Lichtenergie nicht vollständig auf einen Punkt konzentrieren läßt. Sie wird vielmehr über eine bestimmte Fläche und auf eine ganz bestimmte Art und Weise in der Brennebene verteilt sein (Abb. 1).

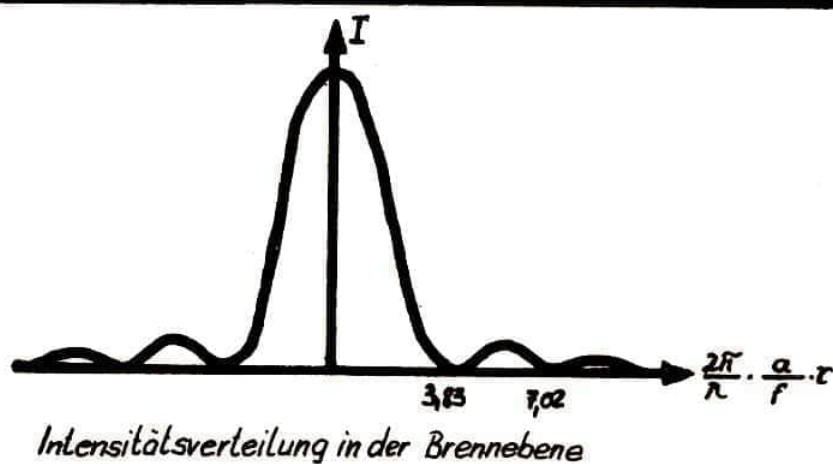


Abb. 1 a) λ : Wellenlänge

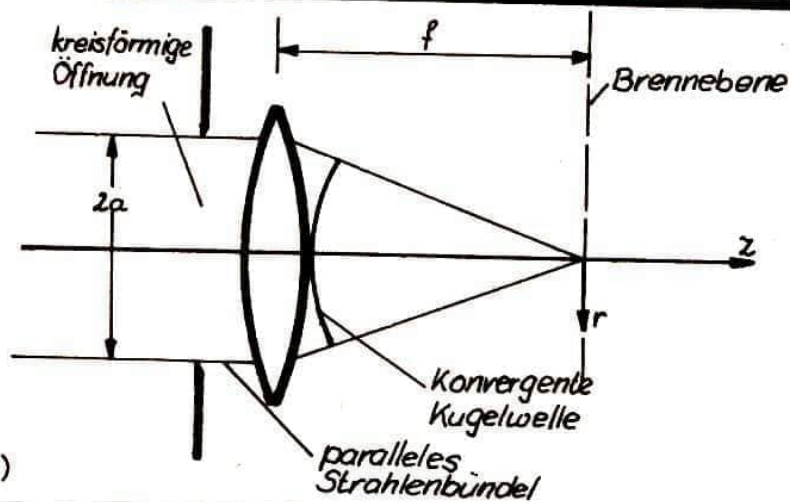


Abb. 1 b)

Die Intensitätsverteilung in der Brennebene ist also rotations-symmetrisch bzgl. der optischen Achse. Neben einem zentralen Beugungsscheibchen mit dem Radius

$$r_1 = 0,61 \cdot \lambda \cdot f/a \quad (1)$$

finden wir eine Reihe weiterer Beugungsringe, deren Helligkeit nach außen hin stark abnimmt.

Die Kenntnis von (1) ist von größter Wichtigkeit. Um zwei leuchtende Punkte, bspw. zwei Sterne, nach Abbildung mit einem optischen System noch getrennt wahrnehmen zu können, dürfen sich deren Beugungsbilder höchstens soweit überlagern, daß das erste Minimum des ersten Beugungsbildes mit dem Maximum des zweiten Beugungsbildes zusammenfällt (Abb. 2).

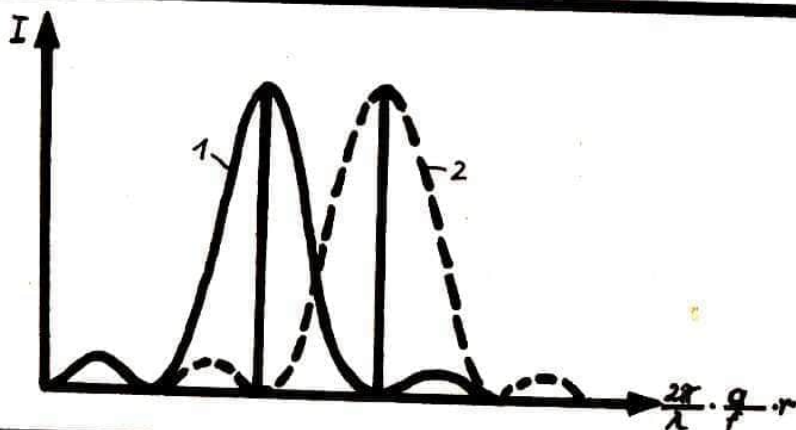


Abb. 2

Damit die beiden Beugungsbilder eng zusammenrücken können (dem entspricht ein Zusammenrücken der beiden leuchtenden Punkte), müssen wir r_1 sehr klein gestalten und wählen des-

halb immer größtmögliche Öffnungen $2a$.

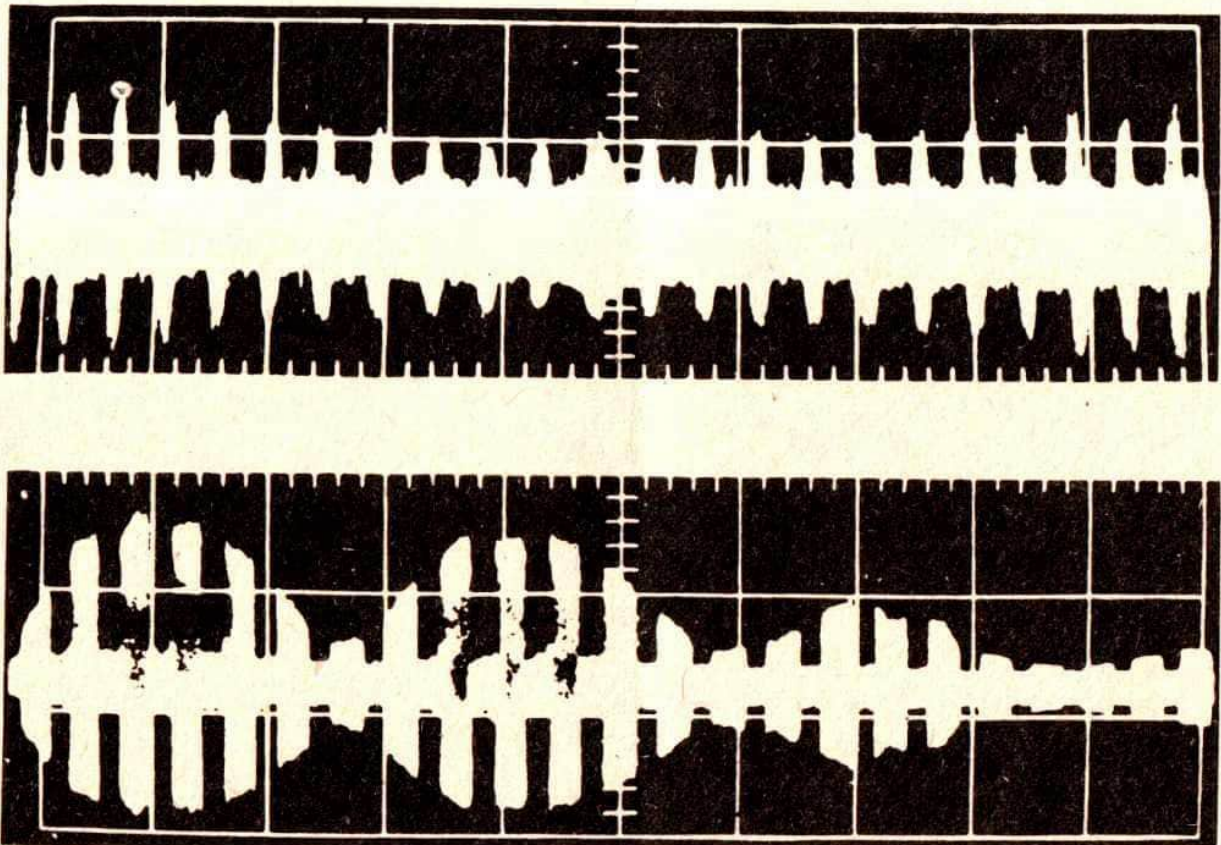
Die Beugung bewirkt aber auch, daß wir in der Umgebung des Brennpunktes auch außerhalb der Brennebene eine größere Zahl von Intensitätsmaxima- und -minima vorfinden, zu deren genauen Bestimmung man die moderne Rechentechnik einsetzen muß. So finden wir bspw. auf der optischen Achse links und rechts vom Brennpunkt Maxima bei

$$z = 0, \pm 3 \lambda (f/a)^2, \pm 5 \lambda (f/a)^2, \dots \quad (2)$$

Minima bei

$$z = \pm 2 \lambda (f/a)^2, \pm 4 \lambda (f/a)^2, \pm 6 \lambda (f/a)^2, \dots \quad (3)$$

Abbildungsfehler der Linse (bspw. spärliche Aberration) deformieren die hier aufgeführten Beugungserscheinungen. Man kann aber umgekehrt aus charakteristischen Deformationen des Beugungsbildes auf fehlerhafte Linsen schließen.



Oszillografische Aufzeichnung von Meßwertsignalen künstlicher Erdsatelliten. Oben Sputnik 1, unten Sputnik 2.

Organische photochrome Substanzen in der Polymerchemie

1. Definition der photochromen Substanzen

Photochrome Stoffe ändern bei Einwirkung von Licht bestimmter Wellenlänge die Farbe und kehren nach Abschalten der anregenden Lichtquelle reversibel in den Ausgangszustand zurück. Die Anregung der farbigen Form (Hirnreaktion) erfolgt immer unter Einwirkung von Licht, während die Rückreaktion optischer oder thermischer Natur sein kann. Der Farbwechsel kann schnell oder langsam erfolgen, wobei sehr verschiedene Farbvarianten auftreten. Die Photochromieerscheinungen werden in Festkörpern, Flüssigkeiten und Lösungen beobachtet.

2. Die Arten der photochromen Substanzen

Von der Vielzahl der photochromen organischen Stoffe sollen hier nur einige erwähnt werden:

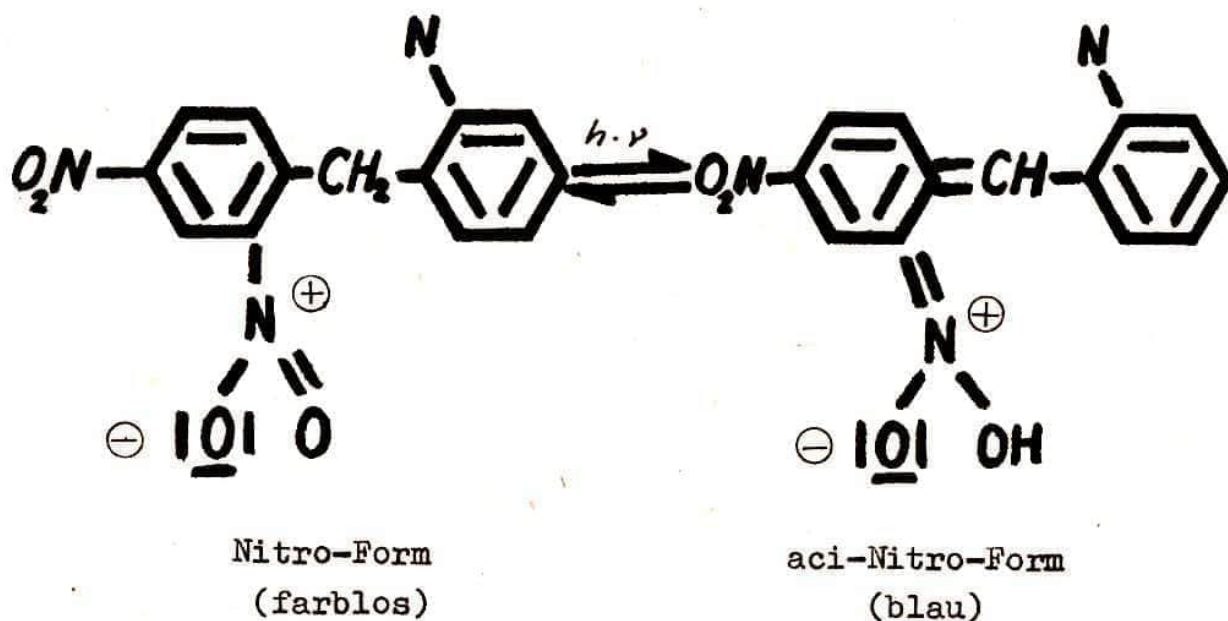
Gut bekannt sind die Spiropyrane, deren Farbwechsel zwischen farblos und blau liegt. Chlorophyll gibt einen Farbumschlag vom Grünen zum Farblosen. Azoverbindungen liefern Farbbänderungen, die von Gelb zu Rot oder von Rot zu Tiefrot gehen. Wichtige photochrome Stoffe sind weiterhin die ortho-Nitrobenzylverbindungen, deren Farbwechsel vom farblosen Ausgangszustand zum Blauen erfolgt.

3. Der Mechanismus der Photochromie

Der die Farbbänderung bewirkende Mechanismus kann sehr unterschiedlich sein. Es soll deshalb nur ein photochromer Mechanismus erläutert werden, der im Falle der ortho-Nitrobenzylverbindungen eine Photoisomerisierungsreaktion darstellt.

Unter Einwirkung von Licht wandelt sich die Nitro-Form dieser Verbindungen in die aci-Nitro-Form um, wobei ein

Proton von der CH_2 -Gruppe zur Nitro-Gruppe wandert (Nitro-aci-Nitro-Tautomerie) und sich das gesamte Doppelbindungssystem umlagert.



2 - (2',4' - Dinitrobenzyl) - pyridin

Im Ergebnis dieser Isomerisierung stehen jetzt sämtliche Doppelbindungen des Moleküls in Konjugation zueinander. (Bei der Nitro-Form umfaßte die Konjugation nur jeden Ring für sich.) Das Konjugationssystem hat sich also stark vergrößert, wodurch der Energieunterschied zwischen den Energieniveaus, bei denen ein Elektronenübergang möglich ist, geringer wird (vgl. Artikel UV-Spektroskopie). Während die Nitro-Form nur das energiereiche ultraviolette Licht absorbiert (weshalb sie farblos ist), absorbiert die aci-Nitro-Form bereits im sichtbaren Spektralbereich, nämlich gelbes Licht (weshalb sie eine blaue Farbe besitzt). Die Rückreaktion zur farblosen Nitroform findet entweder bei vorsichtigem Erhitzen statt bzw. bei Lagerung in der Dunkelheit. Die aci-Nitroform ist thermisch nicht stabil. Um die blaue Farbe längere Zeit zu stabilisieren, kann man kühlen oder bestimmte Lösungsmittel und Polymere zusetzen.

4. Verwendung photochromer Substanzen als Aufzeichnungsmaterialien

Aufzeichnungs- und Speichermaterialien werden in der heutigen

Zeit auf vielen Gebieten in zunehmendem Maße benötigt. Daraus ergibt sich die Forderung nach einfach zu handhabenden und billigen Materialien, die in genügend großen Mengen zur Verfügung stehen und mit denen Informationen und Datenmengen schnell und auf kleinstem Raum unterzubringen sind.

Wie allgemein bekannt, können z.B. Materialien auf der Grundlage von Silbersalzen nicht in unbegrenztem Ausmaß hergestellt werden. Es wird deshalb nach Ersatzstoffen gesucht, die die Eigenschaften und den Gebrauchswert von silbersalzhaltigen Schichten möglichst noch übertreffen. Photochrome Substanzen bieten die Möglichkeit, solche Materialien herzustellen. Zu diesem Zweck müssen die Substanzen in oder auf entsprechende Träger gebracht werden. Als Träger dienen häufig die verschiedensten Polymere, Gläser, Papiere und Metalle. Die Herstellung erfolgt durch Aufsaugen von Lösungen photochromer Substanzen durch Zellulose oder bestimmte Polymere, bzw. durch Mischung von Polymerlösungen mit Lösungen photochromer Stoffe. Die Mischung wird auf Glas, Quarz u.a. aufgetragen und das Lösungsmittel durch Verdunsten entfernt. Weiterhin lassen sich photochrome Stoffe einpolymerisieren. Man kann auch photochrome Monomere herstellen, die dann polymerisiert werden. Auf diese Weise entstehen Polymerkörper. Hier ist das photochrome System an die Polymerkette gebunden.

Zum Beispiel sind photochrome Spiropyran⁺copolymere bekannt, die sich bei radikalischer Copolymerisation⁺ des entsprechenden Spiropyrans⁺ mit Methylmethacrylat bilden.

Die photochromen Polymere haben gegenüber den vorher beschriebenen Mischungen aus Polymer- und photochromer Lösung den Vorteil, daß keine Entmischung oder ein Auskristallisieren der photochromen Substanz stattfinden kann. Demgegenüber steht eine oft sehr aufwendige Synthese der entsprechenden photochromen Monomeren.

Die auf diese Weise gewonnenen organischen photochromen Aufzeichnungsmaterialien besitzen beispielsweise den Vorteil, daß mit ihnen hergestellte Schichten einer direkten Verfär-

+) siehe "impuls 68"-Lexikon

bung zugänglich sind, ohne daß solche Arbeitsgänge wie Entwickeln und Nachbehandlung, die bei der Verwendung von silbersalzhaltigen Schichten erforderlich sind, erfolgen müssen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß solche Aufzeichnungsmaterialien ein hohes Auflösungsvermögen besitzen, was die Speicherkapazität wesentlich erhöht.

Diesen Vorteilen stehen aber auch Nachteile gegenüber. Hier ist vor allem die häufig noch geringe Strahlungsempfindlichkeit photochromer Schichten zu nennen. Jedoch kann durch Verwendung einer Laser-Aufzeichnung mit hohen Strahlungsintensitäten diesem Nachteil begegnet werden, so daß eine ausreichend hohe Schreibgeschwindigkeit erzielt werden kann.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, daß wegen der Reversibilität des Farbwechsels photochromer Substanzen solche Schichten mehrmals beschrieben werden können. Allerdings ist es bei den bisher bekannten Substanzen noch so, daß Speicher, die sehr oft neu beschrieben werden, durch irreversible Nebenreaktionen zu schnell unbrauchbar werden. (Sie "ermüden".)

Obwohl es sich bei der Photochromie, die sich mit der Synthese und Untersuchung solcher Substanzen beschäftigt, noch um ein sehr junges Forschungsgebiet handelt, gibt es bereits sehr interessante Resultate, und man darf in der Zukunft auf diesem Gebiet noch viel Neues erwarten.

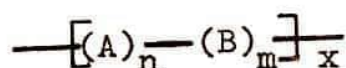
Einzigartige Fähigkeit in der Antarktis lebender Pinguine

Monatelange Versuche durch Wissenschaftler zeigten die einzigartige Fähigkeit in der Antarktis lebender Pinguine, je nach Bedarf ihre Blutgefäße zu erweitern oder zusammenzuziehen. Die Pinguine können dadurch die Blutzufuhr in ihren Füßen regulieren. Man nimmt an, daß sich hieraus Vergleichsmöglichkeiten für bestimmte Herzkrankheiten beim Menschen ergeben könnten.

Lexikon

Copolymerisation:

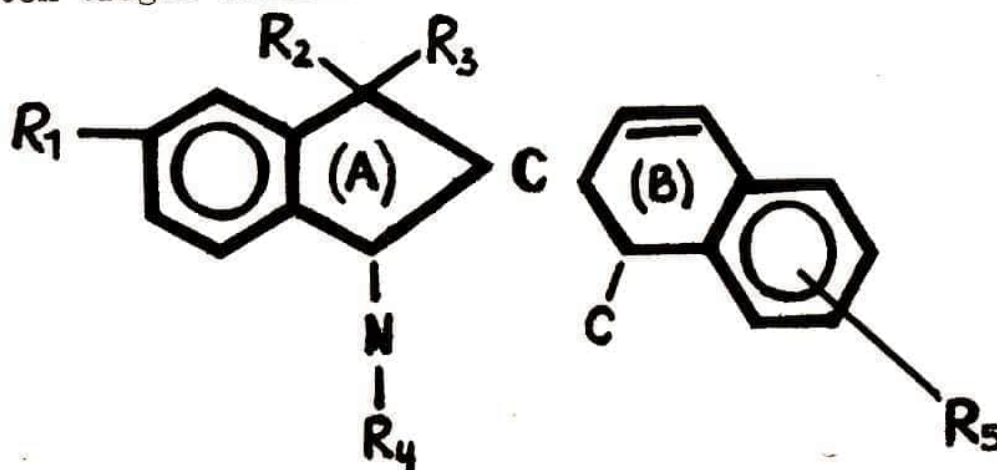
Copolymerisation liegt vor, wenn Monomere nicht nur mit Molekülen der eigenen Sorte Polymere bilden, sondern auch mit anderen Monomeren. Das entstehende Makromolekül enthält dann die jeweils eingesetzten Monomeren als Grundbausteine in einem bestimmten Verhältnis, das nicht identisch mit dem eingesetzten sein muß. Allgemein läßt sich die Struktur eines Copolymerisats folgendermaßen beschreiben, wobei



A und B verschiedene monomere Struktureinheiten darstellen sollen.

Spiropyrane:

Spiropyrane sind organische Verbindungen der angegebenen, allgemeinen Formel, wobei die Reste R verschiedene Substituenten tragen können.



Charakteristisch für diese Verbindungsklasse ist, daß die beiden Ringe A und B nur ein einziges Kohlenstoffatom gemeinsam haben.

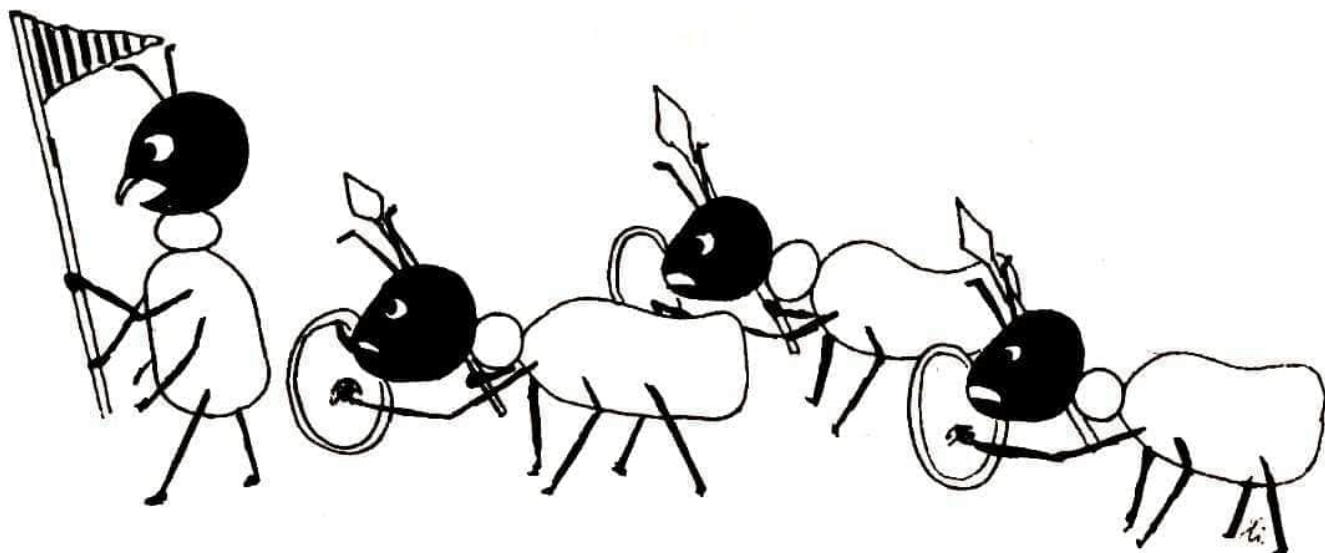
G. Kolditz
Sektion Biologie

Sklavenerbeutung bei Ameisen

Die Vorstellungen über Wesen und Aufbau eines Ameisenstaates waren bis vor etwa 150 Jahren noch völlig unklar. 500 Jahre vor unserer Zeitrechnung wußte der chinesische Gelehrte Pu Shang in der "Erh-ya", einer Enzyklopädie der ostasiatischen Kultur, über die Ameisen nur zu sagen: "Es treten verschiedene Sorten von Ameisen mit unterschiedlichen Namen auf. Ihre Jungen ruhen in Eiern, und man bereitet aus ihnen Soße." Heute haben wir bereits einen guten Einblick in den Aufbau und in die Vielgestaltigkeit des Staatenlebens. Es wurden die Erscheinungsformen der Koloniegründung, des Nestbaus, des Nahrungserwerbs, der Vielgestaltigkeit der Arbeiterinnenkaste, der Sklavenerbeutung, des Parasitismus u.a. bekannt.

In den Sommermonaten lohnt es sich, öfters eine Niststelle der Blutroten Raubameise (*Formica sanguina*) aufzusuchen. Diese Ameise baut kleine Hügelnester aus feiner Nadelstreu an Baumstümpfen auf sonnigen Waldlichtungen. Mit ein wenig Geduld kann man Augenzeuge einer höchst interessanten Erscheinung werden: Im Jagdgebiet der Raubameisen fallen plötzlich erst einige, dann mehr und mehr Arbeiterinnen über das Erdnest einer grauen Ameise, der *Formica fusca* her. Dessen Insassen kommen sofort in heftiger Erregung aus dem Nest gestürzt. Entweder nehmen sie sofort den Kampf auf oder sie ergreifen mit ihrer Brut die Flucht. Die inzwischen sehr zahlreichen Angreifer jagen den Fliehenden jedoch die Puppen ab, andere dringen ins Nest ein und vertreiben die restlichen Bewohner. Darauf werden die dort zurückgelassenen Puppenkokons ins eigene Nest gebracht. Für den Beutetransport bilden sich regelrechte Ameisenstraßen heraus. Wie läßt

sich dieses Verhalten erklären? Der Puppenraub-Instinkt, der den Jungköniginnen eigen ist, zeigt sich auch bei den Arbeiterinnen des *Formica sanguina*-Volkes. Mehrmals im Jahr überfallen die Blutroten Raubameisen ein *Formica fusca*-Volk und rauben ihm die Puppen. Sie durchstreifen dabei einzeln oder in kleinen Gruppen ihr Jagdgebiet, so wie sie es zur Nahrungssuche tun. Treffen Einzeltiere zufällig auf ein *fusca*-Nest, weichen sie zurück. Eine Gruppe beginnt jedoch den Angriff. Die Kämpfe veranlassen Gefährtinnen von allen Seiten der Umgebung zum Kampfplatz zu eilen. Diese Verhaltensweisen sind von den ersten Beobachtern mit den Worten "Kundschaftertrupps", "Senden nach Verstärkung", "Belagerung des Opfernestes" usw. beschrieben worden. Nähere Analysen des Verhaltens zeigten aber, daß die Raubzüge nicht in der gedachten Weise organisiert sind.



Im Nest entschlüpfen den geraubten Puppen die grauen *fusca*-Arbeiterinnen, die sich an der Seite der roten *sanguina*-Arbeiterinnen an allen sozialen Arbeiten im artfremden Volk beteiligen, genauso wie sie es in ihrem eigenen Volk getan hätten. Das muß man bedenken, wenn man den für sie geprägten Namen "Sklaven" hört. Die wissenschaftliche Bezeichnung für die Erscheinung des Puppenraubes ist "Dulosis". Das Volk der Blutroten Raubameisen bleibt durch den wiederholten Raub der Hilfsameisenart ständig eine gemischte Kolonie. Allerdings kann in zahlenmäßig starken Völkern der

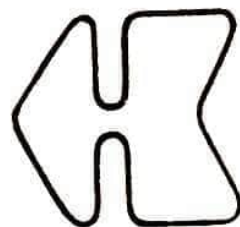
Raub von Hilfsameisen ganz unterbleiben - die Dulosis ist für die Blutroten Raubameisen nicht lebensnotwendig.

Obligatorische Dulosis kommt bei der puppenraubenden Amazonenameise *Polyergus rufescens* vor. Die Arbeiterinnen dieses Volkes sind in ihrer Instinktausrüstung so sehr auf das Erbeuten von Puppen eingestellt, daß sie zur Verrichtung jedweder anderer Arbeiten nicht mehr fähig sind. Ihre Oberkiefer sind als spezialisierte dolchförmige Raub- und Mordwerkzeuge ausgebildet. Die Amazonen-Arbeiterinnen sind nicht imstande, ihre Brut zu pflegen und zu füttern, ja nicht einmal selbständig Nahrung aufzunehmen. Ohne Hilfsameisen, von denen sie gefüttert werden, müssen sie verhungern, auch wenn ihnen reichlich Futter zur Verfügung steht.



Die Angriffe finden in den Nachmittagsstunden statt und werden durch erregtes Umherrennen einiger Amazonen auf der Nestoberfläche ausgelöst. Immer mehr Tiere schließen sich dieser Erregung an, bis sich aus der quirligen Masse ein 1 bis 3 m langer und etwa 20 cm breiter Raubzug formiert. Dieser Zug erreicht Geschwindigkeiten von ca. 100 m/h. Trifft der Zug auf ein ausbeutbares Nest, stürzen sich die Amazonen sofort in die Eingänge, um nach wenigen Minuten bereits mit Puppen beladen wieder zu erscheinen. Die Überfallenen wehren sich wenig. Sie flüchten und retten dabei soviel Brut wie möglich. Die Amazonen durchbohren allen fremden Ameisen, die ihnen vor die spitzen Dolchkiefer kommen, blitzschnell den Kopf. Das eroberte Nest wird noch am selben Tag oder an den Folgetagen wiederholt aufgesucht, bis alle Puppen ausgeräumt sind. Danach können die Geflüchteten samt der geretteten Brut in ihr geplündertes Nest zurückkehren.

iehe eser



Als wir zu Beginn dieses Jahrganges einen Wettbewerb um den besten Leserartikel ausschrieben, hatten wir nicht mit so einer starken Resonanz gerechnet. Uns sind inzwischen so viel Artikel eingegangen, daß wir nur etwa die Hälfte in diesem Jahrgang veröffentlichen konnten. In den meisten Fällen werden die Artikel so veröffentlicht, wie sie unsere Leser eingereicht haben. Nur in einigen Fällen mußten wir den Korrekturstift ansetzen, aber auch nur deshalb, weil das Niveau etwas zu hoch war. An dieser Stelle also nochmals allen Lesern und Mitautoren herzlichen Dank. Nach Veröffentlichung erhalten alle Autoren ihr Anerkennungs-"Honorar". Was den Titel "Bester Leserartikel" betrifft, so mußten wir ein salomonisches Urteil treffen - wir haben 2 erste Preise vergeben. Der eine ging für die Artikelserie "Relativistische Physik" an unseren Leser LEMKE aus Freiberg, der andere für die bereits erschienene Serie "Naturwissenschaft und Philosophie" an F. LEICHSENRING aus Culitzsch.

Auch für den 8. Jahrgang suchen wir den besten Leserartikel.

Bedingungen: a) nicht länger als 3 Schreibmaschinenseiten



b) Inhalt nach freier Wahl, aber "impuls 68" angepaßt

Preise:



a) Anerkennungs-"Honorar" bei Veröffentlichung bis zu 70,-- M

b) Am Jahrgangsende - Auszeichnung des besten Leserartikels mit 50,-- M

Bitte schicken Sie Ihre Themenvorschläge bis zum



30. J u l i 1974

an unsere Redaktion. Sie erhalten dann noch einige Hinweise.

Zum Schluß dieses Jahrganges (es war beinahe der letzte!) wünschen wir allen unseren Lesern frohe Ferien, schönes

Wetter (aber nicht zum Skifahren) und einen gelungenen Start in das Schuljahr 1974/75.

Gleichzeitig verabschiedet sich ein Teil der (ur)-alten Stammanschaft von "impuls 68" von seiner treuen Leserschar. Wir hoffen, daß die "Neuen" auch so schnell das Vertrauen der großen Zahl naturwissenschaftlich interessierter Leser in allen Ecken und Winkeln der DDR gewinnen. Lassen Sie uns zum Schluß eines versichern: Wir scheiden vor allem mit einem weinenden Auge.

Dipl.-Phys. H.D. J ä h n i g
Chefredakteur

Achtung! Sehr wichtig!



Falls die Bestellungen für den kommenden Jahrgang nicht bis zum 25. 9. 1974 geändert werden, laufen sie automatisch weiter.



Während des Fluges von Sojus 9:
Die Kosmonauten NIKOLAJEW und SEWASTJANOW auf dem großen Bildschirm im Flugleitzentrum.

3.6. Solar-terrestrische Erscheinungen

Die durch die Sonnenaktivität teilweise beträchtlich erhöhte Ausstrahlung wirkt sich auf die Erde aus und führt zu den solar-terrestrischen Erscheinungen, d. h. Erscheinungen auf der Erde, deren Ursprung auf der Sonne zu suchen ist. Bei vielen von ihnen äußert sich die Sonnenaktivität nur im Mittel durch ihre 11-jährige Häufigkeitsperiode, während bei anderen deutlich Beziehungen zu einzelnen Ereignissen auf der Sonne zu beobachten sind.

Zur ersten Art gehört die oft angeführte Wasserstandshöhe im Viktoria-See (Ostafrika). Bei ihm wird ein im 11-jährigen Rhythmus um etwa 1 m schwankender Pegelstand beobachtet, wobei die höchsten Werte zu Zeiten der Maxima der Sonnenaktivität gemessen werden. Dieser Effekt tritt nur wegen der günstigen meteorologischen und geologischen Bedingungen in dem Gebiet des Sees hervor. In unseren Breiten werden solche geringen Auswirkungen der Sonnenaktivität auf Temperatur und Regenmenge durch viel größere zufällige Änderungen des Wettergeschehens überdeckt.

Zur ersten Gruppe gehört auch die periodisch mit dem Fleckenzyklus wechselnde Breite von Baumringen, wie sie bei alten Bäumen vielfach nach dem Fällen festgestellt wurde. Da hierbei jedoch Standortbedingungen und das lokale Klima eine Rolle spielen können, muß sich eine Aussage in dieser Richtung auf eine statistische Auswertung einer sehr großen Anzahl von Bäumen aus verschiedenen Gegenden stützen. Deshalb muß die 11-jährige Breitenvariation der Baumringe noch zurückhaltend beurteilt werden, bis statistische Untersuchungen zu einem eindeutigen Ergebnis geführt haben.

Auffälliger, aber noch keineswegs theoretisch geklärt ist

der Zusammenhang der Sonnenaktivität mit physiologischen Vorgängen. Als Paradebeispiel wird in der Literatur die Takata-Reaktion angeführt, das ist die Eiweißausflockung aus dem Blutserum. Diese ist bei einem gesunden Menschen relativ konstant, steigt aber beim Durchgang großer Fleckengruppen durch den Zentralmeridian (die "Mitte") der Sonne stark an und erreicht zwei Tage nach dem Durchgang ihr Maximum. Ähnliches fand man auch bei anorganischen Reaktionen. Bei der Ausfällung von BiOCl zeigt die Fällungsgeschwindigkeit einen deutlichen Zusammenhang mit der Intensität der von der Sonne herrührenden sehr energiereichen Teilchenstrahlung. Der Zusammenhang verschwindet, wenn die Versuchsanordnung einen Faradayschen Käfig (in sich geschlossenes Metallgitter) abgeschirmt wird.

Neben diesen biologischen Einflüssen führt die Sonnenaktivität auch zu Veränderungen in der Ionosphäre. Das ist eine hohe Schicht der Erdatmosphäre, in der die Gasmoleküle durch die kurzwellige elektromagnetische und die Teilchenstrahlung der Sonne ionisiert werden.

Deswegen sind die Gase elektrisch leitend und zeigen ein anderes physikalisches Verhalten als die tieferen neutralen Atmosphärenschichten. So werden an der Ionosphäre Radiowellen bestimmter Frequenz ($\lambda \geq 10 \text{ m}$) reflektiert, wenn sie nicht zu "steil" einfallen. Diese Tatsache wird bei der Nachrichtenübertragung genutzt. Mit den durch Reflexion an der Ionosphäre entstehenden sogenannten Raumwellen lassen sich nämlich wesentlich größere Entfernungen überbrücken als mit den an der Erdoberfläche verlaufenden Bodenwellen. Durch mehrfache Reflexion wird es möglich, praktisch die gesamte Erde zu umspannen.

Da wir die kurzwellige Sonnenstrahlung (UV-Strahlung) als Ursache für die Ionisation und damit die Eigenschaften der Ionosphäre erkannt haben, die Strahlung aber sowohl einer täglichen Variation (Unterschied Tag-Nacht) als auch einer jährlichen (verschieden hoher Stand der Sonne zu unterschiedlichen Jahreszeiten) und schließlich einer 11-jährigen Variation durch den Zyklus der Sonnenaktivität unterliegt, ist

es nicht überraschend, daß die Höhe der Ionosphäre über der Erdoberfläche und ihre Reflexionseigenschaften ebensolche Schwankungen zeigen. Das äußert sich z. B. in einer Verschiebung der unteren Grenzwellenlänge der noch reflektierten Radiowellen.

Neben diesen langzeitigen periodischen Veränderungen können jedoch auch erhebliche, für Minuten oder Stunden andauernde Störungen des Nachrichtenempfanges eintreten, die durch die Sonnenaktivität verursacht werden. Wir wissen bereits, daß bei einer Sonneneruption z. B. sowohl die UV-Strahlung als auch die Teilchenstrahlung stark ansteigt. Diese Störstrahlung kann die Eigenschaften der Ionosphäre derart beeinflussen (Ausbildung einer dämpfenden, d. h. absorbierenden Schicht), daß Radiowellen mit kleinerer Wellenlänge als 10 km plötzlich nicht mehr reflektiert, sondern absorbiert werden (Mögel-Dellinger-Effekt). Die Folge ist ein teilweiser oder völliger Wegfall der reflektierten indirekten Funksignale (der Raumwelle), was zu einer erheblichen Empfangsverschlechterung führt. Der Effekt tritt wegen seiner Entstehungsursache nur auf der Tagseite der Erde auf, und zwar am deutlichsten dann, wenn die Sonne direkt "über" dem Reflexionspunkt steht, also senkrecht auf die Ionosphäre in der Umgebung des Reflexionspunktes strahlt. Für die superlangen Rundfunkwellen mit $\lambda > 10$ km tritt dagegen eine Empfangsverbesserung (Steigerung der Reflexionsfähigkeit der Ionosphäre) ein.

Neben der UV-Strahlung der Sonne wirkt auch die Teilchenstrahlung, wenn sie die oberen **Atmosphäreschichten** erreicht, ionisierend. Gleichzeitig werden die Atome und Ionen zum Leuchten in ihren charakteristischen Spektrallinien angeregt. Dann sind die schon erwähnten Polarlichter (Nordlichter) beobachtbar. Sie treten besonders bei erhöhter Teilchenstrahlung der Sonne auf, sind also mit der Sonnenaktivität gekoppelt.

Außer dieser optischen Folgeerscheinung intensiver Teilchenstrahlung treten auch Störungen des Magnetfeldes der Erde in

Stärke und Richtung auf (erdmagnetische Aktivität). Besonders große Schwankungen als Folge von starken Sonneneruptionen bezeichnet man als erdmagnetische Stürme; sie stehen in einer engen zeitlichen Beziehung zu den Polarlichtern. Weiterhin existieren auch periodische Schwankungen, sogenannte erdmagnetische Variationen, die mit den periodischen Veränderungen in der Ionosphäre zusammenhängen.

Alle beschriebenen Störungen auf der Erde durch die Sonnenaktivität treten in sehr hohen Atmosphärenschichten auf, so daß sie zumindest nicht direkt auf das Wettergeschehen (Temperatur, Wasserhaushalt) und das Leben einwirken. Wieso das Wetter und verschiedene biologische und chemische Vorgänge trotzdem auf die weiter oben beschriebene Art beeinflusst werden können, bleibt ein noch zu klärendes Problem der Sonnenforschung.

So frühzeitig sich der Mensch auch für die Sonne, diesem auffälligsten Objekt am Himmel, interessierte und ihre Physik allmählich erforschte - das "letzte Wort" ist noch nicht gesprochen.

Schluß der Artikelserie

CARL BOSCH

Seine Sammlerlust und die Apparate für seine wissenschaftlichen Experimente waren für ihn damals und später weit wichtiger als Kleidung, Wohnung und andere Äußerlichkeiten des Lebens. Als er in den Weihnachtsferien 1898 zu seinen Eltern nach Hause kam, vermißte die Mutter beim Auspacken den Frack, den kostbaren Staatsrock, der eigens für das Doktorexamen im Frühjahr "gebaut" worden war. Carl tröstete sie mit den Worten: "Der kommt noch." So war es auch. Einige Tage später kam ein Paket, in dem die zerbrechliche Hochvakuumpumpe sorgsam in den Frack eingewickelt war.

H a n d b u c h ⁺⁾
d e r
theoretischen und praktischen
C h e m i e
e n t w o r f e n

v o n

D. Johann Friedrich August Götting

Professor auf der Akademie zu Jena und Mitglied
mehrerer gelehrten Gesellschaften.

Erster systematischer Theil.

J e n a
in der akademischen Buchhandlung.

1 7 9 8.

- +) Vom Ministerium für Volksbildung nicht als Lehrbuch
der Allgemeinbildenden Polytechnischen Oberschule
und der Erweiterten Oberschule bestätigt.
Trotzdem sehr zu empfehlen während der Prüfungszeit
(als Entspannung).**

V o r r e d e.

Der entschiedene Einfluss, den die Kenntniss der Chemie auf die Medicin, die Physik, die Technik, Metallurgie, Oekonomie und überhaupt auf alle Zweige der Naturwissenschaft hat, verschafft ihr täglich mehr Verehrer, und Studirende, welche bey ihrer akademischen Laufbahn noch vor wenig Zeit diesen Kenntnissen gar keine Aufmerksamkeit schenkten, sind jetzt von ihrer Nothwendigkeit überzeugt.

Erster Abschnitt

Von der Chemie überhaupt und von den anzunehmenden einfachen Grundstoffen der Körper.

§. 1.

Was einen Raum erfüllt nennen wir Materie oder Körper. Wir sind von solchen Körpern allenthalben umgeben, sie sind uns zu unserer Fortdauer ganz unentbehrlich, und wir selbst sind darunter begriffen.

§. 2.

Wir bemerken daran große Verschiedenheiten, und hat diese Verschiedenheit ihren Grund in einer eignen Modification anzunehmender bewegender Grundkräfte, als der Anziehungs- und Zurückstossungskraft; ist man berechtigt ausser diesen Kräften noch mehrere anzunehmen, oder ist diesen Kräften noch etwas Materielles im Raume untergeordnet, worauf sie ihre Wirkung ausüben; sind Dinge die ausser den Grenzen unsers Wissens liegen, oder die der Chemiker füglich den Philosophen von Profession auszumachen überlassen kann,

§. 4.

Da sich die Bemühungen des Chemikers, nur auf todt oder leblose Körper erstrecken, so können wir leicht Mißgriffe thun, wenn wir davon allgemeine Anwendung auf die Funktionen der lebenden Körper machen, ob es gleich nicht an Wahrscheinlichkeit fehlt, daß mehrere davon wirklich chemische Prozesse sind,

§. 5.

Der Chemiker oder der Scheidekünstler beschäftigt sich dem gewöhnlichen Ausdruck nach, die Körper, die wir um uns erblicken, in ihre Bestandtheile zu zerlegen, und die Merkmale zu bestimmen, wodurch sich diese Bestandtheile von einander unterscheiden;

auch wo möglich ihr quantitatives Verhältniß gegen einander auszufinden. Er muß aber einzig von der Erfahrung ausgehen, und diese hat ihm Mittel kennen gelernt, welche im Stande sind, die Körper, bey der chemischen Einwirkung, in ganz andere Umstände zu versetzen, so daß wir in den mehrsten Fällen den Körper ganz vermiffen, auf den die chemischen Kräfte thätig waren,

§. 12.

Bey den Körpern also, welche nicht wieder in ihren vorigen Zustand dargestellt werden können, bleibt es demnach ungewiß, ob dasjenige, was wir bey der Zerlegung erhalten haben, als wirkliche Bestandtheile des zerlegten Körpers angesehen werden können, oder ob die eigentlichen Bestandtheile während der Zerlegung in eine neue Verbindung zusammentraten, und dasjenige bildeten, was man bey solchen Zerlegungen erhält.

§. 13.

Ist dieses der Fall, wie solches die neuern Untersuchungen über dergleichen Gegenstände hinlänglich beweisen, so sieht man leicht ein, mit welchen Schwierigkeiten man zu kämpfen hat, um auf die wahren Bestandtheile der Körper zu kommen.

Man hat bisher angefangen diesen einfachsten Grundbestandtheilen den Namen Stoffe zu geben und ich glaube, daß es nicht ganz unzweckmäßig ist, diese Benennung auch hier beyzubehalten. Hierunter versteht man die einfachste Wirkung der Naturkräfte nach einem zweckmäßigen Verhältniß, was sich immer gleich bleiben muß, wenn das Daseyn derselben Stoffe wieder bemerkbar werden soll.

§. 19.

Unter diese einfachen Stoffe zählt man jetzt, den Grundsätzen der neuern Chemie zufolge, den *Wärmestoff*, den *Lichtstoff*, den *Sauerstoff*, den *Wasserstoff*, den *Kohlenstoff*, den *Stickstoff*, den *Schwefel*, den *Phosphor*, die *Grundlagen verschiedener Mineralsäuren*, die *feuerbeständigen Alkalien*, die *Erden* und die *Metalle*.

§. 20.

Da nun von diesen einige darstellbar, andere nicht darstellbar sind, so scheint mir eben darin die Inconsequenz zu liegen, indem diese anzunehmenden einfachen Grundstoffe entweder alle das Prädicat der Darstellbarkeit oder Nichtdarstellbarkeit haben müssen. Dies ist nun auf einmal berichtigt, wenn wir einige von diesen angenommenen Stoffen, als den

Schwefel, den Phosphor, die Metalle nicht als ganz einfach betrachten, sondern solche aus eignen, nicht in Anschauung zu bringenden Grundlagen bestehen lassen, die hier mit der Ursache des Lichts verbunden sind. Zugleich macht es in der ganzen Erklärung keine Störung, wenn wir die Ursache des Lichts in alle diejenigen Körper setzen, die wir künftig verbrennliche nennen, und wozu denn auch der Phosphor, der Schwefel und die Metalle gehören

§. 21.

Unter allen diesen nach der neuern Chemie angenommenen Stoffen, ist der sogenannte Stickstoff, oder Salpeterstoff der problematichste, und da es nicht rathsam ist, die Zahl der einfachen Stoffe ohne Noth zu vermehren, so halte ich es für zweckmäßiger diesen Stoff künftig gar nicht mehr anzunehmen, zumal da wir ohne sein Vorhandenseyn alle Erscheinungen sehr gut erklären können.

§. 24.

Wärmestoff, Wärme (Calor.)

Ich lasse mich hier in keine Untersuchungen über die Materialität oder Immaterialität des Wärmestoffs oder der Ursach der Wärme ein, sondern nenne sie weil hierüber noch we-

nig ausgemacht werden kann, mit andern Wärmestoff, um hierdurch wenigstens die Erscheinungen, bey denen sie wirksam ist, zu bezeichnen. Der Wärmestoff oder die Urfach aller Wärme, ist bisher von den Naturforschern immer als eine zarte Flüssigkeit betrachtet worden, und ich halte es für zweckmäßig, dieses auch hier noch anzunehmen, ob man gleich von dem wahren Zustande derselben nichts sagen kann. Ich nehme ihn daher für eine Flüssigkeit an, welche alle Körper so leicht durchdringt, daß er eben deswegen für uns und vermittelst unserer Wäggeräthlichkeiten nicht wägbar ist, eben so wie wir nicht im Stande sind ihn in Gefäßen ohne daß er solche durchdringt, aufzuhalten. Daher auch jeder bis zu einem gewissen Grad erhitzte Körper an die ihn umgebenden Gegenstände einen Theil seiner Wärme abgibt, wenn solche nicht bis zu demselben Grade erhitzt sind, und welches so lange geschieht, bis sie sich ins Gleichgewicht gesetzt haben.

PS: Übrigens: Auch unsere Redaktion hat bei
"Eile mit Meile" mitgemacht!

Titelbild: Das Zentrum des Stengels
eines Schilfrohr-Querschnitts

das aktuelle foto:

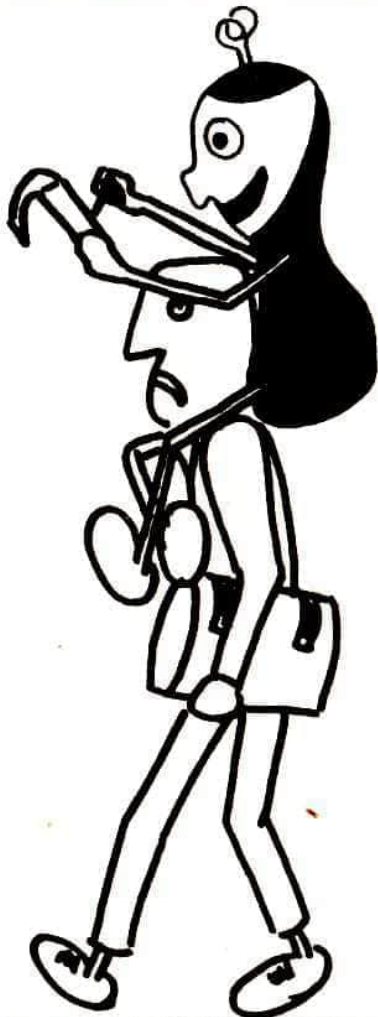
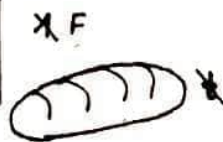
Bei der
Redaktionsarbeit:
Der Chefredakteur gibt
Anweisungen.



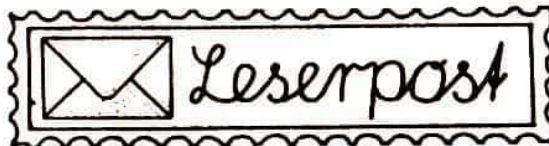
68

- 1 elektrischer Stromstoß
- 2 Anregung
- 3 plötzlicher Anstoß
- 4 Produkt aus Masse u. Geschwindigkeit
- 5 Denkanstoß
- 6 Produkt aus Kraft u. Zeit

Im dick umrandeten Feld erhält man
den Namen einer bekannten Schüler-
zeitschrift.



Die oft einzige Möglichkeit für die Gestaltung eines
Interviews demonstriert hier Jäger.



Lieber Redaktion!

Vor einigen Jahren haben Sie ein-
mal etwas Interessantes gebracht.
Ich weiß nicht mehr, was es war
und wenn es erschienen ist, aber
es hat mich interessiert.
Schicken Sie mir bitte die betreffende
Nummer.