Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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. Jähnig

Redaktion:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

	Seite
Verfahrenschemie – Studium	4
Wechselwirkung Strahlung – stoffl. Materie	7
Was ist Bionik?	13
Beugungsmethoden	15
Organismen auf anderen Planeten?	21
impuls-Mosaik	24
Schulen unter die Lupe genommen	25
Rutherfordstreuung	29

Auch in diesem Jahr ist »impuls 68« wieder »großer Käse«

... wenn Sie nur die Witze lesen. 5 Jahre wird das Kind alt, das ist ein Alter, in dem Kinder recht "albern" und lustig sind. Wir wollen es auch (etwas) sein, aber nur in zweiter Linie, denn an erster Stelle steht immer noch unser Leitspruch:

"Wir müssen lernen, daß wir immer lernen müssen."

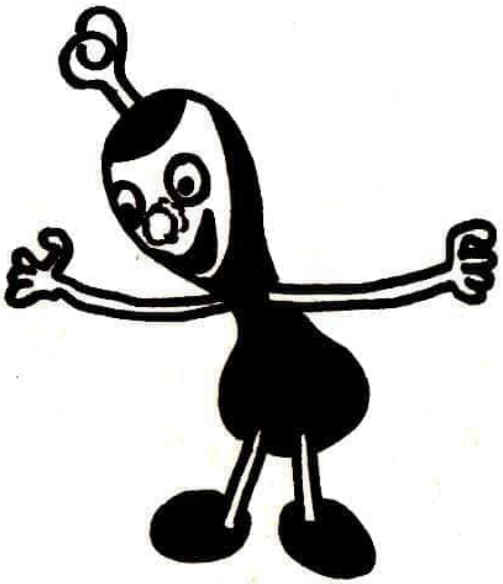
Es ist selbstverständlich, daß wir uns beim Jubiläumsjahrgang besonders viel Mühe geben. Trotzdem wollen wir keine Vorschußlorbeeren verteilen. Abwarten und .....

All unseren Lesern wünschen wir jedenfalls einen erfolgreichen Start ins neue Schuljahr und viel Freude mit

"impuls 68"

P.S. Für Wünsche und konstruktive Kritiken haben wir stets beide Ohren im Frequenzbereich 100 - 20000 hz offen.

Gestatten, mein Name ist Impi!
Mein Traum war es schon immer, von vielen Leuten gesehen zu werden. Deshalb bin ich ja nun auch in diesem Heft. Aber nicht nur in Heft 1. Nein, wenn Ihr Lust habt - und die Redaktion nichts dagegen - seht Ihr mich noch sehr oft in Impuls. Schreibt mir mal!



I. Karch
Diplomchemiker
Bereich Technische Chemie
M.-L.-Universität Halle

Die Verfahrenschemie, eine neue Richtung im Chemiestudium an der Martin-Luther-Universität Halle

Die chemische Industrie nimmt in unserer Volkswirtschaft einen hervorragenden Platz ein. Von ihrer Produktivität wird es in entscheidendem Maße abhängen, wie wir die volkswirtschaftlichen Zielstellungen des VIII. Parteitages in der nächsten Zeit erfüllen werden. Auch in der ökonomischen Auseinandersetzung mit dem Imperialismus steht unsere Chemieindustrie vor großen Aufgaben. Es kommt nun in erster Linie auf die optimale Gestaltung von Verfahren und die schnelle Überführung von neuen und weiterentwickelten Verfahren in die Produktion an, weil nur so die Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung für die Gesellschaft und für den Betrieb einen hohen Nutzen bringen. Auf diese Aufgaben bereitet das Studium der Verfahrenschemie die Absolventen vor.

Die klassische Chemieausbildung in Deutschland orientierte den Chemiker einseitig auf die Synthese oder die Isolierung neuer Stoffe und die Aufklärung ihrer Struktur. Diese sehr enge und stoffspezifische Ausbildung ist bei uns überlebt. An ihre Stelle ist die prozeßorientierte Ausbildung getreten, entsprechend den Bedürfnissen der Praxis.

Der in der Industrie arbeitende Chemiker, das sind in den hochentwickelten Industrieländern etwa 50 - 75 % der Chemiker, muß in erster Linie die Methoden zur Entwicklung chemischer Verfahren, zur Übertragung vom Labormaßstab in den technischen Maßstab kennen und beherrschen. Er benötigt als Chemiker auch solide Kenntnisse von den Stoffen, muß aber nicht unbedingt eine Fülle von Wissen und Können in der präparativen Chemie und in der Strukturaufklärung komplizierter Verbindungen bereit haben.

In diesen Fragen stützt sich der Verfahrenschemiker auf die Arbeit des Synthesechemikers. Aus der Vielzahl der präparativen Möglichkeiten werden dann die ökonomisch sinnvollen ausgewählt und für die Produktion vorbereitet.

Der Verfahrenschemiker soll nun aber nicht den Verfahrenstechniker ersetzen, sondern im Kollektiv mit ihm zusammenarbeiten. Er soll sich auf das stoffliche Geschehen orientieren und dabei in der Lage sein, dem ingenieurtechnischen Denken ein hinreichendes Verständnis entgegenzubringen. Dazu muß der Verfahrenschemiker Grundkenntnisse auf einigen ingenieurtechnischen Fachgebieten, der Betriebswirtschaft und Mathematik besitzen. Er muß sich eine kollektive Arbeitsweise zu eigen machen und in der Lage sein, kleine Kollektive anzuleiten, sich selbst aber auch in ein Kollektiv einordnen können.

Die zweijährige Ausbildung in der Fachstudienrichtung Verfahrenschemie beginnt nach dem zweijährigen Grundstudium, das für alle Chemiestudenten der DDR einheitlich ist.

Um den Studierenden frühzeitig den Zusammenhang von Forschung, Entwicklung und Produktion bewußt zu machen, werden diese mit Beginn des Fachstudiums den Forschungsgruppen zugeteilt.

An der Martin-Luther-Unversität (MLU) werden neben obligatorischen Vorlesungen, Übungen und Seminaren wahlobligatorische Lehrveranstaltungen geboten, um dem Forschungsprofil der MLU (Agrochemie, spezielle Probleme der Hochpolymeren- und Petrolchemie) Rechnung zu tragen. Die Festlegung der wahlobligatorischen Veranstaltungen erfolgt in individuellen Studienplänen in der jeweiligen Forschungsgruppe für jeden Studenten.

Obligatorische Veranstaltungen:

1. Marxismus - Leninismus

Der Inhalt dieser Veranstaltungen folgt zentraler Festlegung mit einer geeigneten Bezugnahme auf die Fachproblematik.

2. Mathematik und Ökonomie

Sie umfassen die für den Verfahrenschemiker notwendige Beherrschung von Differentialgleichungen, Algol-Programmierung und numerischer Mathematik. Ausbildung in Marxistisch-Leninistischer Organisationswissenschaft und sozialistischer Betriebswirtschaftslehre sowie Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik.

3. Verfahrenschemie

Diese Lehrveranstaltungen bilden das fachbezogene Kernstück in der Ausbildung der Verfahrenschemiker, in denen Kenntnisse der wichtigsten chemischen Verfahren, physikalisch-chemischen und technologischen Prinzipien des Aufbaus, der Kontrolle und Steuerung verfahrenschemischer Prozesse vermittelt werden.

Folgende Gebiete werden behandelt:

Chemische Thermodynamik und Kinetik, Chemische Technologie und Reaktionstechnik, Grenzflächenchemie, Herstellung und Eigenschaften von Hochpolymeren, BMSR-Technik und Werkstoffkunde. Operationen der chemischen Verfahrens- und Reaktionstechnik, sowie der BMSR-Technik werden in einem Komplexpraktikum vertieft.
Wahlobligatorische Veranstaltungen werden für die Gebiete der Agro-, Hochpolymeren - und Petrolchemie durchgeführt.

Damit ist die Ausbildung eines Verfahrenschemikers gewährleistet, der auf unser Forschungsprofil ausgerichtet ist, jedoch andererseits vielseitige Einsatzmöglichkeiten besitzt.

D. Mandler
Forschungsstudent
Sektion Physik

Wechselwirkung zwischen Strahlung und stofflicher Materie

PHYSIK

1. In der Optik werden physikalische Vorgänge wie Beugung und Interferenz durch die Wellennatur elektromagnetischer Strahlung erklärt. Zur Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischer Strahlung und stofflicher Materie, wie z.B. der Emission und Absorption von Strahlung durch Atome oder Moleküle, muß der elektromagnetischen Strahlung eine Teilchenstruktur zugeordnet werden. Welle und Teilchen sind somit Erscheinungsformen ein- und desselben Phänomens.

1.1. Photonen

Jedes Strahlungsteilchen, das man als Photon bezeichnet, besitzt eine Energie, die der Frequenz des entsprechenden Lichtes proportional ist.

$$\boxed{E = h\nu}$$

h ist eine universelle Naturkonstante mit dem Wert

$$h = 6{,}625 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec} \quad .$$

Andererseits leitete Albert EINSTEIN aus seiner Relativitätstheorie eine Beziehung zwischen der Energie und der Masse ab.

$$\boxed{E = m\,c^2}$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ($2{,}9979 \cdot 10^{10}$ $\text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}$). Setzt man die beiden Gleichungen für die Energie gleich, so erhält man die Masse eines Photons zu

$$\boxed{m = \frac{h\nu}{c^2}}$$

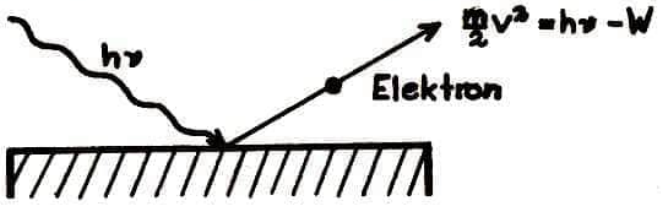
2. Nach diesen einleitenden Bemerkungen wollen wir uns jetzt mit WW-Prozessen zwischen Strahlung und stofflicher Materie beschäftigen.

Läßt man Licht mit hinreichend großer Frequenz auf einen festen Körper treffen (z.B. auf Metalle) so werden aus diesem Elektronen herausgelöst. Dieser als lichtelektrischer Effekt bezeichnete Sachverhalt läßt sich als Wechselwirkung zwischen Photonen und den in der Körperoberfläche gebundenen Elektronen beschreiben. Jedes Photon kann höchstens ein Elektron aus der Oberfläche herauslösen. Dem Elektron würde dabei eine kinetische Energie $\frac{m}{2} v^2$ erteilt.

Zwischen der Frequenz der eingestrahlten Photonen und der kinetischen Energie der ausgelösten Elektronen fand EINSTEIN die Beziehung

$$\boxed{\frac{m}{2} v^2 = h\nu - W}$$

W ist die Arbeit, die nötig ist, um ein Elektron aus einem speziellen Körper zu befreien.



Der lichtelektrische Effekt wird in den äußeren, den inneren und den Sperrschicht-Photoeffekt unterteilt.

2.1. Beim äußeren Photoeffekt werden Elektronen aus geschlossenen Oberflächen unter der Einwirkung von Photonen ausgelöst. Wenn wir annehmen, daß die Elektronen gerade noch die Oberfläche verlassen (im Grenzfall mit der Energie Null) erhielten wir

$$\boxed{W = h\nu}$$

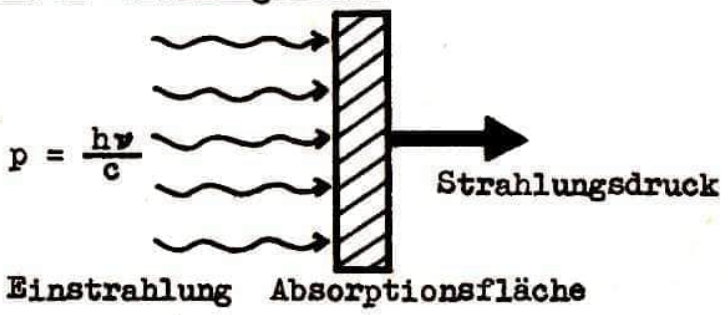
Aus dieser Beziehung kann der Wert der Austrittsarbeit zahlenmäßig bestimmt werden. Der äußere Photoeffekt findet in den sogenannten Alkaliphotozellen Anwendung.

2.2. Unter dem inneren Photoeffekt versteht man die Erscheinung, daß einige nicht leitende Kristalle und Halbleiter unter Lichtbestrahlung ihre elektrische Leitfähigkeit ändern. Die Elektronen bewegen sich dabei nur im Inneren der bestrahlten Substanz. Stoffe, die einen inneren Photoeffekt aufweisen, sind z.B. Selen und Germanium.

2.3. Der Sperrschicht-Photoeffekt unterscheidet sich vom inneren Photoeffekt dadurch, daß die ausgelösten Elektronen in ein anderes Medium übergehen. Eine auf dem Sperrschicht-Photoeffekt beruhende Photozelle wird als Photoelement bezeichnet. Auf die mehr technischen Fragen wollen wir hier aber nicht eingehen.

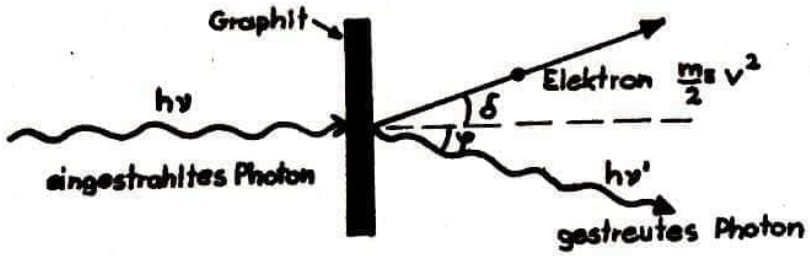
3. Da wir den Photonen eine Masse zugeordnet haben, muß außer der Energie auch ein Impuls übertragen werden. Jedes Photon besitzt einen Impuls $p = \frac{h \cdot \nu}{c}$

Dieser Impuls muß auf den absorbierenden Körper übergehen. Wird das absorbierte Photon wieder emittiert, so muß der emittierende Körper einen Rückstoß erleiden. Ein bestrahlter Körper erfährt dadurch einen sogenannten Strahlungsdruck



Auf der Erdoberfläche wird durch die Sonneneinstrahlung ein Strahlungsdruck von $9{,}81 \cdot 10^{-5}$ dyn $\cdot$ cm^{-2} hervorgerufen. In der Nähe der Sonne oder von Fixsternen würde der Strahlungsdruck wesentlich größer sein und auch physikalisch bedeutungsvoll werden.

4. Unter dem Compton-Effekt versteht man eine Wechselwirkung zwischen einem Photon und einem freien Elektron bzw. einem Elektron, das nur mit relativ niedriger Bindungsenergie an ein Atomgefüge (z.B. Graphit, Paraffin usw.) gebunden ist.



Bei dem Stoß zwischen einem Photon und einem Elektron wird dem Elektron aus dem Energiezustand des Photons eine kinetische Energie $\frac{m}{2} v^2$ erteilt, so daß sich die Energie des Photons auf den Wert $h\nu'$ erniedrigt.

$$h\nu = h\nu' + \frac{m}{2} v^2$$

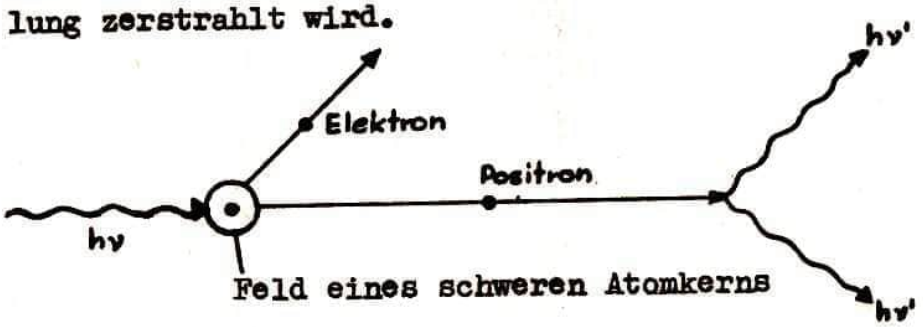
Außer den Photonen, die ungestreut durch die Probe hindurchgehen, beobachtet man Photonen, deren Frequenz sich gegen die eingestrahlte verschoben hat. Die Wellenlänge der Comptonstreustrahlung ist gegen die Primärstrahlung um

$$\boxed{\Delta\lambda = \frac{2h}{m_E c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}} \text{ verschoben .}$$

Um ein Gefühl für die Größe dieser Verschiebung zu geben, sei als Beispiel angegeben, daß bei $\varphi = 90^\circ$ zwischen Primär-und Streustrahlung eine Wellenlängendifferenz von $\Delta\lambda = 2{,}4 \cdot 10^{-14}$ cm besteht.

5. Ein anderer interessanter Wechselwirkungseffekt ist die Umwandlung eines energiereichen Photons ($E > 1$ MeV) im Feld eines schweren Atomkerns in ein positives (Positron) und negatives Elektron. Die Energie des Photons wird

den beiden Elementarteilchen übertragen; ein Teil als Ruheenergie und die übrigbleibende Energie als kinetische Energie. Das durch die Paarbildung erzeugte Positron hat nur eine sehr kurze Lebensdauer. Nachdem es seine kinetische Energie durch Stoßprozesse abgegeben hat, vereinigt es sich mit einem negativen Elektron, wobei die gesamte Masse in Form von Strahlung zerstrahlt wird.

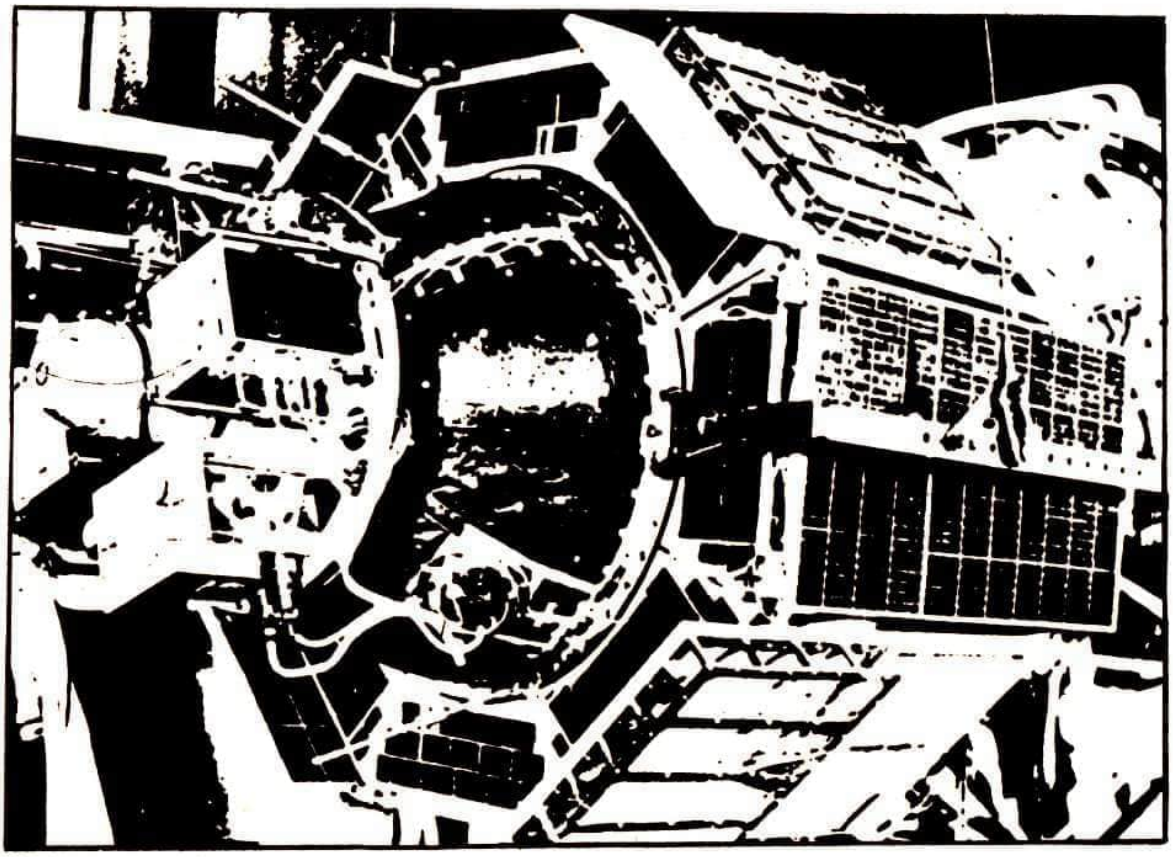


Im allgemeinen entstehen bei der Vereinigung von Positron und Elektron zwei Photonen. Die Erscheinung der Paarbildung demonstriert sehr eindrucksvoll die Gleichwertigkeit von Masse und Energie.

6. Beim Auftreffen elektromagnetischer Strahlung auf stoffliche Materie können einzelne Photonen von Atomen oder Molekülen absorbiert werden. Die einzelnen Atome können nur solche Photonen einer bestimmten Frequenz absorbieren, deren Gesamtenergie gerade eine Anregung des Atoms ermöglicht, d.h. die Anregungsenergie $h\nu$ des Photons muß gerade so groß sein, daß sie der Energiedifferenz von zwei Elektronenbahnen des Atoms entspricht. In einem Atom sind nicht alle Energieniveauübergänge erlaubt und man muß noch spezielle Auswahlregeln beachten, die streng erst in der Quantentheorie abgeleitet werden können. Der Umkehrprozeß zur Absorption ist die Emission von Photonen. Befindet sich ein Atom in einem angeregten Zustand (energetisch instabileren Zustand) so kann es,

um wieder in den Grundzustand zu kommen, die Energiedifferenz in Form eines Photons abgeben. Von einem angeregten Atom können also wiederum nur solche Photonen emittiert werden, deren Energien einem erlaubten Übergang entsprechen.

Wir haben es hier nur mit sehr einfachen Wechselwirkungsprozessen zu tun gehabt. Es sei nur darauf hingewiesen, daß es eine Vielzahl von Wechselwirkungen elektromagnetischer Strahlung mit stofflicher Materie gibt, die noch einer exakten physikalischen Deutung bedürfen.



Ein Satellit der INTERKOSMOS-Serie nach der Montage auf dem Prüfstand

D. Kröll

Was ist Bionik?

Diese Frage läßt sich mit einem Satz beantworten. Bionik ist eine Wissenschaft, die aus den Lösungen der Natur, die diese in Milliarden Jahren ihrer Entwicklung zustande gebracht hat, lernt.

Diese Definition muß man aber noch näher erläutern, um zu einem besseren Verständnis der Dinge zu gelangen. Die Bionik ist als Wissenschaft keineswegs eine sehr junge Wissenschaft. Obwohl man das auch wiederum differenziert betrachten muß.

Wahrscheinlich wäre der Mensch nie so schnell auf die Idee gekommen, fliegen zu wollen, wenn es keine Vögel oder Insekten gäbe. Genauso verhält es sich mit der Idee, aus Glas Vergrößerungslinsen zu fertigen, wenn nicht der chirurgische Eingriff am menschlichen Auge Pate gestanden hätte. Dieses und noch vieles andere war schon, im Sinne der Definition, Bionik, wenn auch keinesfalls in einer systematischen Form. Deshalb auch die Aussage, daß der Gegenstand der Wissenschaft Bionik keineswegs so neu ist. Erst in dem gegenwärtigen Zeitabschnitt begann man, die Natur nach Lösungsprinzipien planmäßig zu erforschen, und zwar mit dem Ziel, sie sachgemäß anzuwenden. Es wäre aber falsch, nun auszurechnen, daß das Ziel der Bionik im Nachbilden der Natur beruht. Hier geht es nicht um das Nachbilden, das hat sich in vielen Fällen als erfolglos herausgestellt, sondern um das Erkennen dessen, was möglich ist. Der Mensch sah die Vögel fliegen und wollte das auch. Der Versuch, es ebenfalls mit Flügeln zu tun, mißlang. Das führte schließlich über den Segelflug zur Erfindung der Luftschraube und des Düsenantriebes. In ähnlicher Weise verlief die Entwicklung des Heliokopters. Hier sah der Mensch den schwebenden und schwirrenden Kolibri als Vorbild an. Wir wollen noch ein weiteres, weniger bekanntes Beispiel heranziehen.

Sowjetische Wissenschaftler beobachteten die Lebensweise von Quallen und stellten dabei fest, daß diese Tiere das Herannahmen eines Sturmes schon 10 bis 15 Stunden vorher bemerkten. Es ergab sich die Frage, woher die Quallen das "wußten".

Jedem Sturm geht eine für das menschliche Ohr unhörbare Woge von Infraschall in der Frequenz von etwa 12 Hz voraus. Das "Quallenohr" enthält einen Detektor, der auf diese Frequenz abgestimmt ist. So ist es den Quallen möglich, sich rechtzeitig vor einem Sturm aus der für sie gefährlichen Uferzone zu entfernen. Diese Entdeckung brachte die sowjetischen Wissenschaftler auf die Idee, auf der Basis des Infraschalles ein Sturmwarngerät zu konstruieren, das zwar ganz anders aussieht als das Quallenorgan, aber bionisch nach dem gleichen Prinzip aufgebaut ist.

Hier noch ein interessantes Beispiel. Von den Fledermäusen lernten wir das Prinzip des Schallortungsverfahrens. Heute wird es vielfältig angewandt (Beispiel: Echolot). Wissenschaftlerteams in den entwickelten Industriestaaten sind ständig dabei, Neues aus der Natur zu lernen und es technisch anzuwenden.

Die hier aufgezeigten Beispiele sind keinesfalls vollständig. Sie sollten nur die Wissenschaft Bionik etwas illustrieren. Die Wissenschaft Bionik wird noch mit vielen Überraschungen und Entwicklungen, die uns das Leben erleichtern, in der Zukunft aufwarten.

Bildung von Rußpartikeln in Flammen

Die Entstehung und das Wachstum von Rußteilchen in Flammen kohlenstoffhaltiger Brennstoffe hängt von der Wechselwirkung zwischen gasförmigen und festen Kohlenwasserstoffen ab. Wie berichtet wurde, bilden sich zunächst sehr kleine primäre Rußteilchen, deren Oberfläche noch stark radikalähnliche Eigenschaften hat. Durch Chemisorption von ungesättigten Kohlenwasserstoffen, die sich anschließend zersetzen, wachsen die Rußteilchen.

G. Hüller
Sektion Chemie
4. Stdj.

Beugungsmethoden
5. Teil der Serie »Moderne Analysenmethoden«

CHEMIE

Den bisherigen Artikeln, die sich mit der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Stoff beschäftigten, lag ein energetischer Austausch zwischen Strahlungsquanten und Objekt zugrunde, nämlich ABSORPTION oder EMISSION eines Strahlungsquantes durch ein Atom oder Molekül. Zu diesen hier beschriebenen spektrometrischen Methoden zählen noch die im sichtbaren und ultravioletten Spektralbereich sowie die Röntgenspektrometrie, die nicht behandelt wurden.

In diesem Artikel soll eine Übersicht über Meßmethoden gegeben werden, die auf einer Wechselwirkung zwischen Strahlungsquant und chemischem Stoff o h n e energetischen Austausch beruhen und im Ergebnis derer eine R i c h t u n g s ä n d e r u n g des Quants unter Energieerhaltung ausgenutzt wird zur Messung. Es handelt sich hier um ein Analysenverfahren für Festkörper.

Diese Analysenverfahren beruhen auf der Möglichkeit, Strahlung beim Durchgang durch einen Kristall zur BEUGUNG bringen zu können. Es wird also die WELLENNATUR der Strahlung ausgenutzt.
Voraussetzung für das Auftreten des Interferenzbildes ist einmal, daß die Atomabstände in dem Kristallgitter in der Größenordnung der Wellenlänge liegen und daß die verwendete Strahlung kohärent ist (zur Kohärenz siehe Impuls-Lexikon, 4. Jg., H. 2) (vergl. Abb. 1).

Der Vorgang läßt sich so erklären: Ein Wellenzug trifft unter dem Winkel α auf das Atom 1 im Kristallgitter (Abb. 2) und wird gestreut. Gegenüber dem am Atom 2 ge-

streuten Wellenzug tritt in Richtung des Winkels α' der Gangunterschied auf.

$$P_0 - P' = d(\cos\alpha_0 - \cos\alpha')$$

Abb.1 Beugungs- und Interferenzerscheinungen in Abhängigkeit vom Verhältnis λ: d bei Wasserwellen

Für verschiedene α' wird auch P' verschieden sein. Für den Fall, daß der Gangunterschied zwischen den beiden Wellenzügen ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge λ darstellt, tritt Verstärkung und für $P' = \lambda/2$ Auslöschung auf.

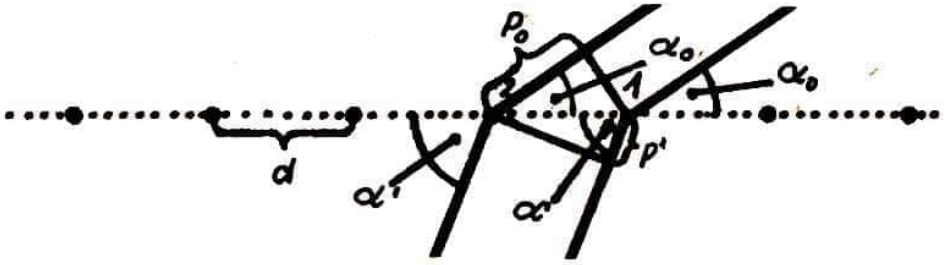


Abb.2 Eindimensionales Atomgitter

Unter welchen Winkeln α' Minima bzw. Maxima auftreten, hängt vom Gitterabstand d der Atome im Kristallgitter ab, so daß zwischen der Strukturgröße d und dem Beugungsbild ein Zusammenhang besteht.

Bedingung für Maxima: $n \cdot \lambda = d(\cos\alpha_0 - \cos\alpha')$

Bedingung für Minima: $n \cdot \frac{\lambda}{2} = d(\cos\alpha_0 - \cos\alpha')$

n = ganze Zahl

Da aber ein Kristall aus vielen Atomen besteht, die in einem räumlichen Gitter angeordnet sind, ist das durch einen Kristall erzeugte Interferenzbild durch Überlagerung vieler solcher oben beschriebener Einzelbilder entstanden.
Entsprechend kompliziert und mathematisch aufwendig ist dann auch die Auswertung, die darin besteht, a, b, c und α, β, γ der Elementarzelle des Gitters zu bestimmen.

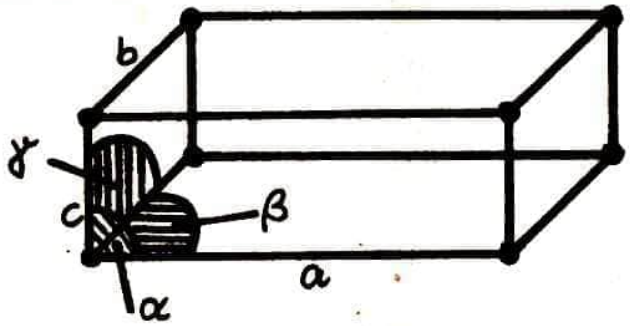


Abb. 3 Gitterkonstanten der Elementarzelle

Was ist das gemeinsame Grundprinzip aller Strukturanalysen durch Beugung?

Die Unterschiede bestehen in der Art der verwendeten Strahlung. Die Forderung, daß die Wellenlänge in vergleichbarer Größenordnung zum Atomabstand stehen muß, schränkt die Möglichkeiten ein. Geeignet sind RÖNTGENSTRAHLEN (sichtbares oder ultraviolettes Licht ist zu langwellig), aber auch ELEKTRONEN - oder NEUTRONENSTRAHLEN, denen entsprechend der de-Broglie-Beziehung die Wellenlänge

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

h = Plancksches Wirkungsquantum
m = Masse
v = Geschwindigkeit

zugeordnet werden kann, die wegen der größeren Masse der Elementarteilchen gegenüber den Photonen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sehr klein sein kann.

Dabei ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten:
Die aus Photonen bestehende Röntgenstrahlung wird an

der Elektronenhülle gestreut, während die schweren Neutronen am Atomkern gestreut werden; Elektronenstrahlen nehmen eine Zwischenstellung ein.

Die Auswertung der Röntgenbeugung liefert also Bilder der E l e k t r o n e n d i c h t e v e r t e i l u n g im Kristall, während Interferenzen mit Neutronenstrahlen die Bestimmung der L a g e d e r A t o m k e r n e im Kristall ermöglichen.
Das hat die Konsequenz, daß man mit Hilfe der Röntgenbeugung leichte Elemente neben schweren nur schlecht nachweisen kann. So ist es z. B. meist nicht möglich, die genaue Lage der Protonen in einem Molekül zu bestimmen (etwa die Unterscheidung von O und OH^- und die Orientierung von OH^- in einem Molekül). Das wird erst mit Hilfe der Neutronenbeugung erreicht. Damit ist in kurzen Zügen das Wesen der drei Strukturanalysenmethoden dargestellt.

Am weitesten verbreitet ist die Röntgenbeugung, da sie experimentell am leichtesten zu verwirklichen ist, denn es sind zwei Bedingungen zu erfüllen:

1. Die Strahlung muß mit genügender Intensität erzeugt werden können.
2. Die Absorption im Kristall muß so klein sein, daß die Züchtung eines Einkristalls entsprechender Größe durchführbar ist.

Beide Probleme sind bei der Anwendung von Röntgenstrahlung ohne besonderen Aufwand lösbar. Demgegenüber bereitet bei Verwendung von Neutronenstrahlung die Erzeugung genügend intensiver Strahlung Schwierigkeiten und es sind große Kristalle erforderlich, während bei Verwendung von Elektronenstrahlung die hohe Absorption außerordentlich kleine Kristalle und Arbeiten im Vakuum erfordert (Größenordnung von 100 Å = 10^{-8} m).

Wegen der größeren Verbreitung soll nun noch etwas zu den A N W E N D U N G S M Ö G L I C H K E I T E N

der R Ö N T G E N B E U G U N G gesagt werden.

Wichtigstes Anwendungsgebiet ist die Strukturanalyse, bei der die geometrische Anordnung der Atome und Moleküle im Festkörper (Bindungslängen und -winkel) und die Verteilung der Elektronendichte ermittelt wird (zu den einzelnen Verfahren s. Impuls 2. Jg. H.2 u. 3).

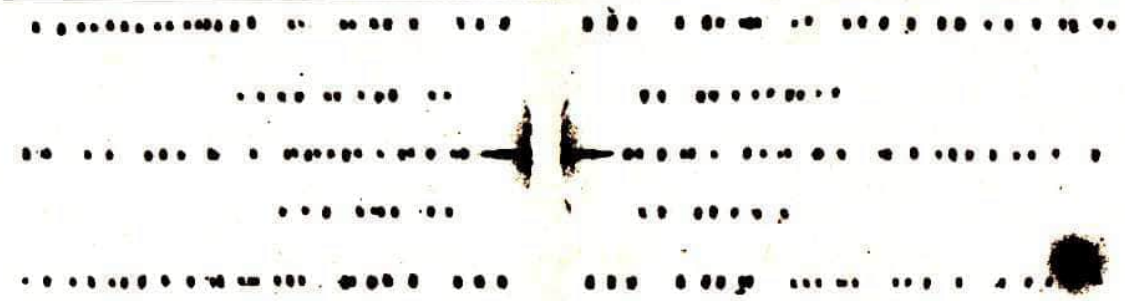


Abb. 4 Drehkristallaufnahme von Gips $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$

Abb. 4 zeigt ein im Drehkristallverfahren erhaltenes Beugungsbild und in Abb. 5 ist die durch Röntgenstrukturanalyse erhaltene Elektronendichteverteilung von α -Selen dargestellt.

Abb. 5 Struktur und Elektronendichte von α - Selen

Man erhält auf diesem Wege sowohl die Kristall- als auch die Molekülstruktur.
Zusatz zum Artikel Beugungsmethoden: (Seite 5)
Das zweite wichtige Anwendungsgebiet beruht auf der Tatsache, daß jeder Kristall eine ganz bestimmte Gitterkonstante (d) besitzt. Von einer großen Zahl von Kristallen sind Gitterkonstanten tabelliert, so daß es möglich ist, einen unbekannten Kristall durch Bestimmung seiner Gitterkonstanten aus dem Röntgen-Beugungsbild zu identifizieren. Auf diesem Gebiet hat die Röntgenbeugung die am weitesten verbreitete routinemäßige Anwendung gefunden.

Darüberhinaus können auch Aussagen über Verunreinigungen im Kristall gemacht werden, da die Gitterkonstanten a, b, c sehr stark von solchen Unregelmäßigkeiten abhängen (z. B. ist ein Gehalt von 0,1 bis 1 % Anhydrit ($CaSO_4$) im Gitter des NaCl nachweisbar).

Es können Aussagen gemacht werden, welche Modifikation eines Stoffes vorliegt, wobei auch Mischungsverhältnisse bei gleichzeitigem Vorliegen zweier Modifikationen angebbar sind.
Untersucht man keine Einkristalle, sondern Pulver, so erhält man verwaschene Maxima. Das ergibt die Möglichkeit, Aussagen über die Korngröße zu machen. Da der gleiche Effekt auch bei Deformation (Verformung) des Kristalls auftritt, sind auch Aussagen über den Deformationsgrad aus dem Beugungsbild möglich.
Damit sind einige Anwendungsgebiete der Röntgenbeugung kurz umrissen worden.

Mistel hemmt Krebs

Es ist gelungen, aus der Mistel einen Proteinkomplex zu isolieren, der zu den stärksten bisher bekannten krebshemmenden und toxischen Stoffen gehört. Allerdings sind diese Proteine außerordentlich empfindlich und werden leicht denaturiert.

H. Sanke, G. Müller-Löb

Können Organismen von einem Planeten auf einen anderen übertragen werden?

In letzter Zeit ist wieder mehr das Problem diskutiert worden, ob Leben, welches auf einem Planeten entstanden ist, sich auf natürliche Weise auch auf anderen Planeten ausbreiten kann. Dabei spielen aber zwei Probleme eine entscheidende Rolle:

1.) Können sich Organismen von ihren Planeten lösen?

2.) Wenn ja, sind solche Lebenskeime in der Lage, kosmische Bedingungen zu überdauern?

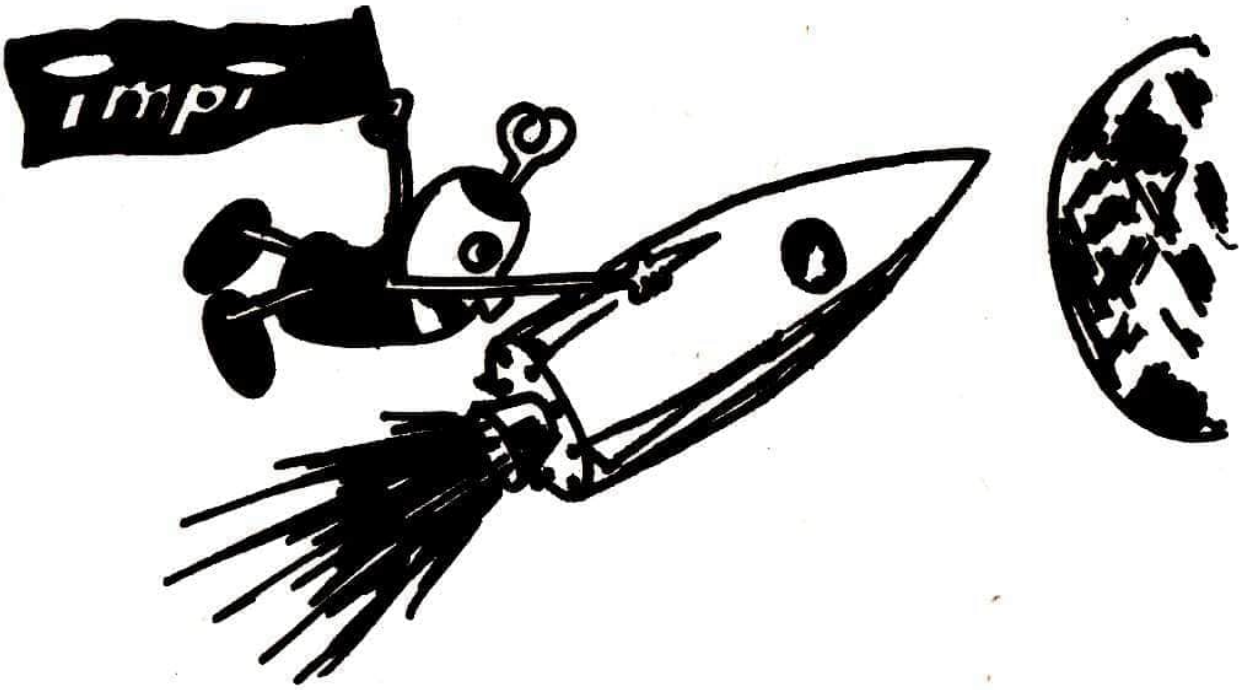
Für eine kosmische Übertragung kommen natürlich nur Mikroben in Frage. Sie könnten ihren Planeten eventuell durch eine streifende Meteoritenkollision, durch größere Vulkanausbrüche, durch Explosionen beim Aufschlag eines großen Meteoriten bzw. durch atmosphärische Turbulenzen verlassen.

Kosmische Bedingungen, das bedeutet für Organismen:

- Fehlen von Nahrung
- große Temperaturschwankungen
- extrem niedriger Druck und Partialdruck
- "kosmische" Strahlung

Ohne Schutz sind auch Dauerformen (Sporen) der primitivsten irdischen Lebewesen diesen Bedingungen nicht gewachsen. Aber schon im Inneren eines Meteoritenteilchens wären sie vor der tödlich wirkenden Strahlung und vor sehr hohen Temperaturen geschützt. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt aber die Zeit, in der Mikroorganismen in Anabiose (Ruhezustand) verweilen können. Durch Experimente eindeutig bewiesen ist eine Lebensfähigkeit von Bakteriensporen bis zu 200 Jahren. Da durch Versuche gezeigt wurde, daß irdische Bakterien unter Marsbedingungen lebensfähig

sind, besteht die sehr geringe Möglichkeit, daß einmal Organismen von der Erde auf den Mars gelangt sind und sich den dortigen Verhältnissen angepaßt haben. Die extremen Zeiträume einer kosmischen Reise zwischen den Planetensystemen dürften Lebenskeime nach unserem heutigen Wissen jedoch nicht überleben. Auch Bakteriensporen haben keine absolut hermetisch abschließende Außenwand und auch bei ihnen treten innerhalb sehr langer Zeitabschnitte Alterungsprozesse auf.



Aber trotzdem ist es heute nicht völlig auszuschließen, daß unser irdisches Leben kosmischen Ursprungs ist. Im Kap-Waal-Festlandsockel (Südafrika), dem ältesten bekannten Sediment der Erde, wurden fossile blaualgenähnliche Einzeller gefunden, die ein radiometrisch bestimmtes Alter von ca. $3{,}5 \cdot 10^9$ Jahren besitzen. Da diese Lebewesen schon einen Photosyntheseapparat aufzeigten, müssen sich die primitivsten Organismen schon viel früher entwickelt haben. Außerdem ist noch ein beträchtlicher Zeitraum für die vorbiologische Evolution der Makromoleküle einzuberechnen. Das Alter der Erde soll aber nur zwischen $4{,}5$ bis $5{,}0 \cdot 10^9$ Jahren

liegen. Es ergibt sich also die Frage, wann und wo sich die Urformen des Lebens entwickelt haben und die Möglichkeit, daß das irdische Leben vielleicht älter als die feste Erdkruste und eventuell älter als die Erde überhaupt ist. Unsere Kenntnisse über die frühe Entwicklung der Erde und des Lebens sind gegenwärtig relativ gering, aber eine Entstehung des irdischen Lebens auf der Erde erscheint doch weitaus wahrscheinlicher als eine Entstehung irgenwo im Kosmos.

In Zukunft ist jedoch auch an eine bewußte Verbreitung irdischer Organismen auf andere Planeten (besonders Venus) zu denken. Man könnte beispielsweise hitzeresistente Blaualgen mit geeigneten Raumtransportern in der Venusatmosphäre aussetzen. Bestimmte Arten dieser Pflanzen dürften in der Atmosphäre der Venus geeignete Umweltbedingungen vorfinden und so CO_2 und H_2O (in der Atmosphäre nachgewiesen) mit Hilfe der Sonnenenergie in Sauerstoff umwandeln. Innerhalb von ca. 1000 Jahren sollte sich die Atmosphärenzusammensetzung dann grundlegend geändert haben, und auch die Temperaturen müßten auf Werte unter 100°C absinken. Eventuell könnten auf diesem Wege sogar für Menschen günstige Bedingungen geschaffen werden. Heute ist ein solches Projekt jedoch kaum mehr als phantastische Zukunftsmusik.

Mikroorganismen könnten aber auch ungewollt auf andere Planeten verschleppt werden (z.B. ungenügende Sterilisation von Landeapparaten). Eine möglicherweise vorhandene Planetenvegetation würde somit verändert oder sogar vernichtet werden. Die Biologie wäre somit um die einmalige Gelegenheit gebracht worden, unabhängig von der Erde entstandenes Leben untersuchen zu können.

Ein natürlicher kosmischer Transport von lebender Materie liegt im Bereich des Möglichen, konnte aber noch nicht nachgewiesen werden. In Meteoriten wurden zwar schon organische Verbindungen (Aminosäuren) , aber keine Dauerformen von Organismen nachgewiesen.

impuls-MOSAIK

Chemischer Hochleistungslaser

Es wurde gefunden, daß die chemische Reaktion der Gase Wasserstoff und Uranhexafluorid Energie in Form von Licht freisetzt, das bei entsprechender Versuchsanordnung die Kohärenz eines Lasers aufweist. Die Energieausbeute dieser Anordnung war gering, doch stießen die Ergebnisse auf weltweites Interesse, weil sie einen sehr handlichen Laser ohne äußere Energiequelle in Aussicht stellen.

Viren übertragen Blutkrebs

In der experimentellen Krebsforschung ist es sowjetischen Wissenschaftlern gelungen, bei Menschenaffen durch Viren künstlich Blutkrebs zu erzeugen. Mensch und Affe sind stammesgeschichtlich so eng verwandt, daß sich später eventuell Schlußfolgerungen für die Bekämpfung des Blutkrebses ergeben, die durch passive und aktive Immunisierung erfolgen könnte.

Ultraschallmikroskop

In den USA ist mit Erfolg ein Ultraschallmikroskop entwickelt worden. Das Bild wird mit Hilfe eines Laserstrahls, der an den Ultraschallwellen gebeugt wird, sichtbar gemacht. Die interessanten Einsatzgebiete des Ultraschallmikroskops liegen auf dem Gebiet der Biologie.

Knochenabbau im Gipsverband

Es wurde beobachtet, daß ein längeres Ruhigstellen der Extremitäten im Gipsverband Schäden an den Knochen hinterlassen kann. Besonders bei Kindern wurden nach mehrwöchigem Ruhigstellen Abbauvorgänge röntgenologisch nachgewiesen.

Schulen unter die Lupe genommen

Erfahrungsgemäß ergeben sich für viele Oberschüler beim Übergang von der Schule zur Universität einige Schwierigkeiten. Unsere Artikelserie soll dazu beitragen, die Ursachen dafür aufzudecken und Vorschläge zur Erleichterung des Überganges zu machen.

Den heutigen Artikel gestalteten wir nach einer Unterhaltung mit Schülern der 12. Klasse der EOS Belzig im Bezirk Potsdam.

"impuls 68": Welches Interesse besteht bei Euch persönlich am naturwissenschaftlichen Unterricht?

Ulli: Ich habe großes Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht, besonders die Physik hat es mir angetan. Allgemein kann man sagen, daß in unserer Klasse ein sehr unterschiedliches Interesse an Naturwissenschaften vorhanden ist. Die Zahl derer, die nach dem Abitur ein naturwissenschaftliches Studium aufnehmen möchten, ist in unserer Klasse nicht sehr groß.

"impuls 68": Wurde das Interesse besonders durch die Schule geweckt oder spielen persönliche Erlebnisse eine Rolle?

Ulli: Bei mir wurde das Interesse an den Naturwissenschaften schon während der Schulzeit an der POS geweckt. Dort war ich in einer Arbeitsgemeinschaft für Physik tätig. Außerdem las ich viele Bücher über naturwissenschaftliche Entdeckungen und ähnliches. Während der Oberschulzeit wurde mein Interesse durch den Schulunterricht verstärkt.

"impuls 68": Gibt es Fächer, die von der Schule besonders gefördert werden?

Regina: Mathematik und Physik sind bei uns in der Schule Schwerpunktfächer. Neben dem planmäßigen Unterricht

existieren auf Schulebene allerdings keine Forschungseinrichtungen. Wir haben uns daher auf Klassenbasis Zirkel eingerichtet, die z.B. schwächeren Schülern Nachhilfe in Mathematik und Physik geben. Solche Zirkel gibt es in den meisten Klassen.

"impuls 68": Werden bei der Stoffvermittlung moderne Unterrichtsverfahren angewendet?

Ulli: Von den naturwissenschaftlichen Fächern möchte ich das nicht sagen, schon Schülerexperimente sind sehr rar. Zum Erlernen der Fremdsprachen steht uns ein Sprachkabinett zur Verfügung, das mit modernen Geräten ausgerüstet ist.

"impuls 68": Worauf legt man in Eurer Schule bei der Wissensaneignung besonderen Wert?

Regina: Unsere Lehrer weisen uns immer wieder darauf hin, wie wichtig das selbständige Arbeiten für uns ist. Sie versuchen, uns dabei zu unterstützen und uns das logische Herangehen an zu lösende Probleme beizubringen.

"impuls 68": Seht Ihr Möglichkeiten zur Verbesserung der Wissensaneignung im Unterricht?

Ulli: Wir haben uns schon oft über dieses Problem unterhalten. Wir würden uns mehr und bessere Schülerexperimente und Anschauungsmaterialien wünschen. Auch die Lehrbücher und die Arbeit mit ihnen im Unterricht könnten verbessert werden (präzisierter und für Schüler verständlicher).

"impuls 68": Werden die Interessen auf strukturbestimmende Fachrichtungen gelenkt?

Regina: Unsere Lehrer informieren uns darüber, welche Fachrichtungen in den nächsten Jahren strukturbestimmend sein werden und versuchen, uns dafür zu interessieren. Bei uns an der Schule wird besonders für das Lehrerstudium geworben.

"impuls 68": Werdet Ihr in diesem Zusammenhang über neue Studienrichtungen und über die Studienreform informiert?

Ulli: Man muß schon spezielle Fragen haben, dann wird man informiert.

"impuls 68": Wann und wodurch habt Ihr den Entschluß gefaßt, Euer Studium in der gewählten Fachrichtung aufzunehmen?

Regina: Bei mir besteht seit dem Ende der 9. Klasse besonderes Interesse an der pol. Ökonomie und Sprachen. Durch dieses Interesse und den Einfluß meines Vaters, entstand der Wunsch, Außenwirtschaft zu studieren.

Ulli: Ich möchte Physik studieren. Dieser Studienwunsch ist während der Oberschulzeit entstanden und hat sich durch den Physikunterricht und Unterhaltungen mit meinem Physiklehrer gefestigt.

"impuls 68": Ist Euch bekannt, ob Kontakte zwischen Eurer Schule und den zukünftigen Bildungsstätten bestehen?

Regina: Darüber wurden wir von unseren Lehrern nicht informiert, wir würden so etwas aber sehr begrüßen.

"impuls 68": Seht Ihr Möglichkeiten zur eventuellen Aufnahme und Vertiefung dieser Kontakte?

Ulli: Es müßte doch möglich sein, daß Vertreter bestimmter Hochschulen bei uns Vorträge über das Studium, neue Studienrichtungen und die Hochschulreform halten. Sicher wäre das auch für die Studienlenkung gut.

"impuls 68": Existieren naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften an Eurer Schule?

Regina: In den 9. und 10. Klassen gibt es Interessengemeinschaften für Physik und Chemie. Die Arbeit in diesen Interessengemeinschaften macht den Beteiligten großen Spaß.

"impuls 68": Seht Ihr ein Problem beim Übergang von der Schule zur Uni?

Ulli: Beim Übergang von der Schule zur Uni werden bestimmt einige Probleme auftreten. Man muß sich ja wieder einen völlig neuen Arbeitsstil angewöhnen, vor allem das selbständige Arbeiten ist bei uns sicher noch nicht stark genug entwickelt. Man muß sich auf neue Kameraden einstellen und auf neue Lernbedingungen, da man ja meistens in einem Wohnheim wohnen wird. Von ehemaligen Schülern, die jetzt studieren, erfuhren wir aber, daß diese Probleme nicht unlösbar sind.

"impuls 68": Vermittelt Euch der gesellschaftliche Unterricht Methoden zum wissenschaftlich-dialektischen Herangehen an naturwissenschaftliche Probleme? Verhilft Euch andererseits der naturwissenschaftliche Unterricht zum besseren Verständnis des materialistischen Weltbildes?

Regina: Die Verbindung zwischen Staatsbürgerkundeunterricht und naturwissenschaftlichem Unterricht ist bei uns kaum vorhanden. Einige Lehrer, z.B. unser Physiklehrer, bemühen sich, uns bei sich anbietenden Problemen den Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Entwicklungen und dem materialistischen Weltbild zu zeigen.

"impuls 68": Habt Ihr Vorstellungen über Euren späteren Einsatz?

Regina: Ich selbst habe über meinen späteren Einsatz schon Vorstellungen, da mir meine Schwester, die Volkswirtschaft studiert, darüber einiges erzählt hat. Die meisten meiner Mitschüler haben jedoch noch keine Vorstellungen über ihren zukünftigen Einsatz, da uns die Schule darüber sehr wenig informiert.

Das Interview wurde von Dagmar J a n i e t z , 2. Stdj. Bio - Diplom, geführt.

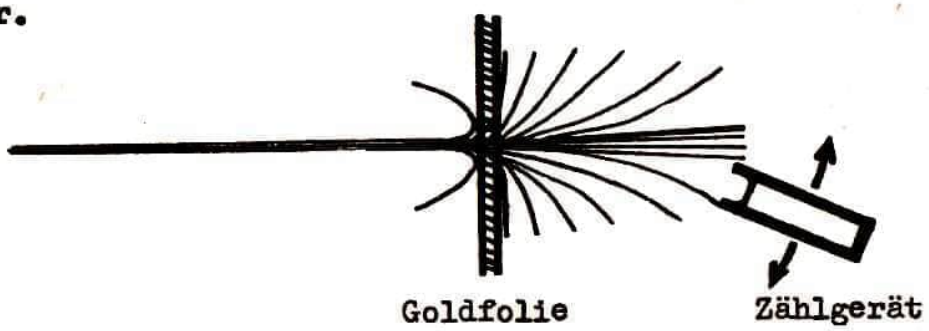
B. Heinz
Sektion Physik
3. Stdj.

Die Rutherfordstreuung

Der Nachweis der Atomkerne und die erste Abschätzung ihrer Größe gelang Rutherford sowie seinen Schülern Geiger und Marsden in den Jahren 1908 bis 1911 bei der Untersuchung der Streuung von α -Teilchen in dünnen Metallfolien, der nach ihm benannten Rutherfordstreuung. Die Identität der α -Teilchen mit dem Atomkern des Heliums (++) wiesen Rutherford und Royds in Versuchen mit radioaktivem Radon nach.

Diese Untersuchungen waren um 1911 der Anlaß zur Hypothese eines positiv geladenen schweren Atomkerns.

Worum geht es in diesen Streuexperimenten? Fällt ein Strahl von α -Teilchen, die von gewissen radioaktiven Elementen, wie z.B. Radium, ausgehen, auf eine Goldfolie, so beobachtet man, daß die überwiegende Zahl der Teilchen nahezu unabgelenkt hindurchtritt. Wenn man aber um die Auftreffstelle auf der Folie ein Zählgerät im Kreis herumführt, so beobachtet man doch einige α -Teilchen, welche die Folie unter größeren Winkeln gegen die Einfallsrichtung verlassen. Es kommen sogar Ablenkungen bis zu fast 180° vor.



Die α -Teilchen mit positiver Ladung und mäßiger kinetischer Energie werden durch das Coulombfeld des positiv geladenen Kerns des Metalls, also durch die elektrische

Abstoßungskraft ($F = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \cdot \frac{q_{\alpha} \cdot q_{Gold}}{r^2}$), abgestoßen, bevor sie den Kern erreicht haben. In diesem Fall kommt es nicht zu einem Kerntreffer wie bei der Kernreaktion, sondern zu einer Streuung der Teilchen nach den Regeln des elastischen Stoßes. Die Häufigkeit bzw. die Anzahl von gestreuten α-Teilchen nimmt mit wachsendem Ablenkungswinkel ab. Wenn das Zählgerät z.B. bei 15° zum Einfallsstrahl steht, registriert es z.B. 3500 α-Teilchen. Unter 150° trifft bei gleicher Intensität nur ein Teilchen auf. Oder von 8000 Teilchen wird angenähert ein α-Teilchen über 90° abgelenkt.

Aus diesen experimentellen Sachverhalten zog Rutherford folgende Schlüsse:
Das Atom besitzt einen schweren Kern positiver Ladung und, auf das gesamte Atom bezogen, geringer Größe.

Die Ablenkung der α-Teilchen, die eine relativ große kinetische Energie besitzen, erfolgt auf Hyperbelbahnen. Ursache dafür ist das den positiv geladenen Kern umgebende elektrische Feld. Für große Ablenkungen sind große Kräfte, wie sie das Kernfeld in der Nähe des Kerns erzeugt, nötig. Da aber der größte Teil der Teilchen ohne wesentliche Ablenkung durch die Folie tritt, muß der Atomkern räumlich, auf das Atom bezogen, sehr klein sein. Hieraus entstand das "Kernmodell" des Atoms, nach dem die Atome ähnlich dem Planetensystem aufgebaut sind: um einen kleinen, positiv geladenen Kern, in dem fast die gesamte Masse des Atoms konzentriert ist, kreisen in geschlossenen Bahnen die negativen Elektronen.

Weiter wurde festgestellt, daß die α-Teilchen, die fast bis 180° abgelenkt werden, ohne wesentlichen Geschwindigkeitsverlust sich weiterbewegen. Nach den Stoßgesetzen rechtfertigt das die Annahme, daß die Masse der Kernbausteine der Goldfolie groß gegen die der α-Teil-

chen ist. Die Begegnungen der α- Teilchen mit den Hüllenelektronen des Metallatoms tragen wegen der geringen Masse der Elektronen kaum zur Richtungsänderung bei. Verfeinerte Beobachtungen von Geiger und Marsden bestätigten die von Rutherford gefundenen Streugesetze und führten zur Erkenntnis, daß für den Kernradius folgende Formel relativ genau gilt:

$$r = 1{,}2 \cdot 10^{-13} \sqrt[3]{A} \quad [cm]$$

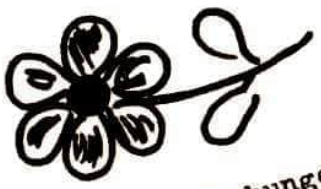
A → Atomgewicht

Außerdem gestatten die Streuversuche, die Kernladung zu messen.

Laboratorium eines Alchimisten.

Titelbild: Prähistorischer Abdruck des Urvogels Archaeopteryx

HERBST.



Daß man bei Grabungen tief im Erdreich einen Kupferdraht fand, beweist: unsere Vorfahren kannten schon das Telefon. Weitere Drähte fanden sich freilich nie. Dies beweist: sie kannten auch die drahtlose Telegrafie.

DER DRAHT
KEIN DRAHT

IMPULS sprach mit Prof. JOZEF FILSER Inschtituht für dähorehdische Füsig der tächnieschen Hochschuhle Aachen

Prof. Filser: "Das Brobläm was mir behahndeln isd gans driwial. Es hahndelt sich um die Schträuung von FOHNONEN in Griesdahlen. Mir ham im Gegenanteil die Sach-mit der Gwandendähori berechnet. Dabei ham mir für die Eischenostsilation den Ausdrug

$$u_i^m = e_i(q,\sigma)\,\frac{e^{iqR^m}}{\sqrt{N}}\,e^{-i\omega(q,\sigma)}$$

erhalde."

Das Salz des Witzes löst sich im Wasser seiner Erklärung.

Meinte da doch ein Schüler:
über das Kommen einiger Leute tröstet uns nichts als ---
die Hoffnung auf ihr Gehen.

Kälte, dozierte der Physiker und rückte näher an den Kamin, ist eigentlich nichts weiter als das Fehlen von Kalorien.

Der Comptonakt wird in der Nebelkammer sichtbar!

Herr Lehrer, wie vermehren sich eigentlich die Stachelschweine?

Vorsichtig, mein Junge, sehr vorsichtig.

Auf die These, daß dem Menschen alles vom Himmel zukomme, antwortete J. KEPLER: Natürlich, auch der Regen, sonst würden ja die Kühe an den Bäuchen naß!

Wie?

Herr K. wurde gefragt:
"Warum sehen sie so ernst drein?"
"Ich las soeben in einem humoristischen Blatt," war die Antwort.

B.B.

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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. Jähnig

Redaktion:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Zum Studienablauf am PI Güstrow 3
Pflanzliche Farbstoffe 7
Wir experimentieren 9
15 Jahre Weltraumfahrt 10
Probleme der Energiegewinnung der Zukunft 11
Aufruf zur Kopernikus-Ehrung 15
3°K-Strahlung und Entwicklung des Kosmos 17
Chemische Thermodynamik II 21
Neutrinos und Sternentwicklung I 29

Rainer Ehlert
Pädagogisches Institut Güstrow - Sektion Biologie/Chemie

Zum spezifischen Studienablauf von Direktstudenten am Pädagogischen Institut Güstrow

Anliegen des folgenden Beitrages soll es sein, einen Überblick über den spezifischen Studienablauf am Pädagogischen Institut Güstrow zu vermitteln. Dabei soll der Studiengang als Diplomlehrer betrachtet werden, ohne auf eine Fachkombination genauer einzugehen.

Am Pädagogischen Institut werden Diplomlehrer für die allgemeinbildende polytechnische Oberschule ausgebildet. Zur Zeit studieren zahlreiche Direktstudenten folgende Fachkombinationen, wobei das jeweils erstgenannte Fach als Hauptfach studiert wird:

- Mathematik/Physik
- Physik/Mathematik
- Chemie/Mathematik
- Biologie/Chemie
- Chemie/Biologie
- Deutsch/Russisch
- Russisch/Deutsch
- Polytechnik .

In beiden Fächern der Fachkombination erfolgt eine gleichwertige fachliche Ausbildung, die den Studenten zur Erteilung des Unterrichts in beiden Fächern bis zur 10. Klasse befähigt.

Der Ablauf und die Gliederung des Studiums werden bestimmt durch die Anforderungen, die die sozialistische Gesellschaft an eine Lehrerpersönlichkeit stellt. So heißt es im Staatsratsbeschluß über die Weiterführung der 3. Hochschulreform:
"Die Ausbildung und Erziehung der sozialistischen Lehrer ist eine strukturbestimmende Aufgabe unserer Universitäten und Hochschulen."

Das 4-jährige Direktstudium gliedert sich in ein 2-jähriges Grund- und in ein 2-jähriges Fachstudium. Im Grundstudium, das im 1. und 2. Studienjahr erfolgt, werden die Voraussetzungen für eine spätere erfolgreiche Unterrichtsarbeit in den beiden Fächern der Kombination geschaffen. Als besondere charakteristische und effektive Ausbildungselemente im Grundstudium sind die Grundkurse zu betrachten, die Hauptbestandteile des Diplomlehrerstudiums sind. In diesen Grundkursen werden unter Berücksichtigung der Integrationstendenzen der Wissenschaftsentwicklung allgemeine theoretische und methodische Grundlagen der einzelnen Wissenschaftsdisziplinen vermittelt, die zur Ausbildung eines festen Grundwissens bei den Studenten führen. Der Student erhält eine dementsprechende umfassende wissenschaftliche Ausbildung in allen Bestandteilen des Diplomlehrerstudiums. Er wird in zunehmendem Maße befähigt, im Studium des Marxismus-Leninismus, des Haupt- und Nebenfaches und der Erziehungswissenschaften sichere theoretische Kenntnisse (Fakten, Gesetze und Theorien) zu erwerben und sich wichtige Fähigkeiten einer Lehrerpersönlichkeit anzueignen. Durch die Kenntnis und Beherrschung der wesentlichsten allgemeinen und der für die Fächer spezifischen Arbeitsverfahren und Methoden und deren Anwendung in der Schulpraxis, bei der selbständigen Lösung von Aufgaben, werden die Studenten bereits im Grundstudium auf ihre spätere Lehrertätigkeit vorbereitet. So wird der Student durch die Unterstützung von Pionier- und FDJ-Gruppen während des 1. Studienjahres mit seinem späteren Aufgabenbereich vertrautgemacht. Eine weitere Möglichkeit der Anwendung des im Grundstudium erworbenen Wissens und Könnens besteht im Praktikum zur Sommerferiengestaltung nach dem 2. Semester. Durch diese angeführten Beispiele sollte die Einheit von Theorie und Praxis in der Diplomlehrerausbildung verdeutlicht werden. Neben diesen Ausbildungsformen erfolgt im Grundstudium die Erziehung und Ausbildung von Lehrerstudenten im Bereich der Allgemeinbildung. Um den Anforderungen an eine allseitig entwickelte sozialistische Lehrerpersönlichkeit gerecht zu werden, ist es notwendig, den Studenten über sein berufsspezifisches Studium hinaus auf bestimmten Gebieten zu

bilden und erziehen. Das Ziel der Ausbildung besteht darin, daß der Student die Kunst als aktive Kraft bei der Herausbildung des sozialistischen Bewußtseins erkennt und sie bei der Entwicklung sozialistischer Schülerpersönlichkeiten richtig nutzt. Deshalb nimmt jeder Lehrerstudent an einer der Formen der kulturell-künstlerischen Bildung und Erziehung (kulturell-künstlerisches Grundlagenstudium im 1. Studienjahr oder künstlerische Arbeitsgemeinschaften während mehrerer Studienjahre) teil. Außer der obligatorischen Teilnahme an der Körpererziehung erfolgt im 1. Studienjahr die weitere Ausbildung in einer Fremdsprache und die sprecherzieherische Grundausbildung, die die Voraussetzung für den zweckmäßigen und optimalen sprechtechnischen Gebrauch der Muttersprache als Unterrichtsmittel schafft. An das Grundstudium schließt das Fachstudium an, das mit der Hauptprüfung und dem Erwerb des 1. akademischen Grades (Diplomlehrer) das Studium abschließt. Im Fachstudium wird das im Grundstudium erworbene Wissen und Können in den einzelnen Fachdisziplinen angewandt, vertieft und erweitert. So wird beispielsweise das Studium in den Grundlagen des Marxismus-Leninismus, im Hauptfach und in den Erziehungswissenschaften fortgesetzt und die Methodikausbildung sowie das wahlweise-obligatorische Studium begonnen. Im Rahmen der Methodikausbildung werden die Studenten unter Anleitung von Mitarbeitern des Pädagogischen Instituts schrittweise an das Unterrichten in der sozialistischen Schule herangeführt. Auch hier besteht eine enge Beziehung zwischen dem in der Vorlesung, im Seminar und im Praktikum erworbenen Wissen und Können und der Schulpraxis.
Den Abschluß der praktisch-pädagogischen Ausbildung bildet das große Schulpraktikum im 8. Semester, das zugleich den Höhepunkt des Studiums bildet. Im Schulpraktikum steht die weitgehend selbständige Unterrichtsgestaltung durch den Studenten im Vordergrund, wobei die Aufgaben des sozialistischen Lehrers in ihrer Komplexität erkannt und gelöst werden müssen. Während die methodische Ausbildung

in beiden Fächern der Fachkombination annähernd gleich ist, erfolgt in Form des wahlweise-obligatorischen Studiums eine Differenzierung, die besonders der Entwicklung der Forschungstätigkeit dient. Das wahlweise-obligatorische Studium, bei dem die Studenten in Forschungskollektive einbezogen und an der Lösung von Forschungsaufgaben beteiligt werden, enthält besondere Potenzen für die Forschungstätigkeit der Studenten. Im Hauptfach, in der Pädagogik, in der Pädagogischen Psychologie und in der Methodik kann das wahlweise-obligatorische Studium erfolgen. In dieser Phase des Diplomlehrerstudiums wird in dem ausgewählten Fach an der Diplomarbeit gearbeitet und damit ein hoher Grad der selbständigen Aneignung wissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer Anwendung in der Praxis erreicht.

Die bestandene Hauptprüfung ist die Voraussetzung für die erfolgreiche Beendigung des Studiums als Diplomlehrer.

WISSENSWERTES

Gewinnung von hyperfluoriger Säure

Es gelang, die hyperfluorige Säure HOF zu gewinnen, die bisher für instabil gehalten wurde. Die Gewinnung erfolgte durch Überleiten von Fluor über Wasser bei niedrigem Druck und 0°C. Die Säure wurde durch Ausfrieren bei – 183°C erhalten. Mit einer Halbwertszeit von einer Stunde zersetzt sie sich bei Raumtemperatur. Es handelt sich bei dieser Säure um ein extrem starkes Oxidationsmittel, das selbst Bromat zu Perbromat oxidiert.

Steffi Hübner, Sektion Biologie

Pflanzliche Farbstoffe

Es gibt eine Vielzahl pflanzlicher Farbstoffe. Davon möchte ich genauer auf die Blütenfarbstoffe eingehen. Das Hauptreizmittel der Blumen sind Farbe und Duft. Die Form hat bei Insektenblumen eine geringere Bedeutung. Die Farbstoffe sind entweder im Zellsaft gelöst oder in Chromoplasten (das sind besondere Plastiden) eingelagert. Nur selten sind Zellmembranen gefärbt. Die wichtigsten Blütenfarbstoffe:

rot: Anthozyane in saurer Lösung, Karotinoide;
gelb: Karotine, Flavon, Flavonabkömmlinge, Krozin;
grün: Chlorophyll;
blau: Anthozyane in schwach alkalischer Lösung;
violett: Anthozyane in neutraler Lösung;
braun: Anthophalin u.a.

Die Farbwirkung einer Blüte ist jedoch nicht nur abhängig von den Farbstoffen, sondern hängt auch von deren Verteilung ab. Die Farbstoffe sind in der Epidermis eingelagert oder in der darunterliegenden Mesophyllschicht.

Ähnlich wie eine Aquarellfarbe ihre Leuchtkraft dem das Licht stark reflektierenden weissen Papier verdankt, beruht auch die Leuchtkraft von Blumenfarben zum Teil auf einer Reflexionsschicht. In den meisten Fällen ist das das Mesophyll. Das Licht geht durch die Farbschicht hindurch unter Absorption entsprechender Wellenlängenbereiche, kommt in das Mesophyll an die Grenzschichten Zellwand-Luft, Luft-Zellwand und wird hier gebrochen und zum Teil totalreflektiert. Diese Strahlen gehen erneut vor Austritt durch die Farbschicht hindurch. So kommt eine hohe Leuchtwirkung zustande.

Bei anderen Blüten kommt die Färbung durch das Zusammenwirken mehrerer verschiedener Farbstoffe zustande. Zum Beispiel sind auf den Blütenblättern vom Gartenmohn kleine Felder von roter und blauer Färbung. Bei der Kleinheit der Farbflächen kann sie das Auge nicht getrennt unterscheiden und man empfindet eine einheitliche Farbe. Man spricht in diesem Fall von Additionsfarben. Wir unterscheiden aber auch Subtraktionsfarben. Zum Beispiel entsteht der schwarze Fleck auf dem Blütenblatt des Feldmohns folgendermassen: Zwei verschiedene Farbstoffe liegen nicht neben-, sondern untereinander. Das einfallende Licht kommt zuerst in die obere Farbschicht und verliert hier die dem Farbstoff entsprechende Komponente. Auch in der zweiten Schicht wird der entsprechende Wellenlängenbereich absorbiert. Da beide Farbstoffe komplementär sein können, wird die eintretende Strahlung vernichtet und das Blatt bzw. eine Stelle erscheint schwarz. Das ist der Fall, wenn unter einer intensiv purpur gefärbten Epidermis zyanblaue Zellen liegen und beide Schichten die ganze Strahlung absorbieren.

Manche Blütenfärbungen werden durch Oberflächeneffekte, wie Glanz, unterstützt. Glanz entsteht durch unvollkommene reguläre Reflexion.

Die Auffälligkeit der Blüten ist also in erster Linie durch die entsprechenden Färbungen bedingt und dem Farbkontrast zur grünen Umgebung. Diese Färbungen spielen eine besondere Rolle bei der Bestäubung der Blüten. So wurde von vielen Tieren der Farbsinn untersucht. Davon ist am besten das Farbsystem der Honigbiene bekannt.

Die optische Fernwirkung der Blume beruht hauptsächlich auf dem Farbkontrast zur Umgebung.
Für die Nahwirkung kommen noch Feinheiten zur Geltung, z.B. Musterung und Zeichnung. So ist zum Beispiel bekannt, dass Hummeln spontan farblich gegliederte Flächen vor eintönigen vorziehen.

Näheres über die Chemie der Farbstoffe und ihre Wirkung auf die Insekten kann man nachlesen im Buch "Blütenökologie" von Hans Kugler, erschienen im Fischer-Verlag-Jena.

Forellen fressen Steine

In manchen Forellenzuchten kann man beobachten, daß Laichforellen Steine fressen. Man vermutet, daß diese "Unart" auf das Verabreichen von Trockenfutter zurückgeführt werden kann. Die Tiere prüfen wahrscheinlich die angebotene Nahrung nicht und nehmen versehentlich Steine zu sich.

Auflösung zum Versuch »Flüssigkeiten leuchten im Dunkeln«

Die Aussendung von sichtbaren Strahlen während einer chemischen Reaktion bezeichnet man als Chemilumineszenz. Ursache dafür ist das Auftreten angeregter Atome oder Moleküle, die ihren Energieüberschuß beim Übergang in den Grundzustand als Strahlung abgeben.

Chemilumineszenz tritt demzufolge nur bei exothermen Reaktionen auf, da nur hierbei Energie frei wird, die aber nicht wie üblich als Wärme sondern vollständig oder teilweise als Licht abgegeben wird.

Als Strahler können die bei der Reaktion sich umwandelnden Teilchen, Zwischen- oder Endprodukte auftreten. Die Zahl der Licht aussendenden Teilchen ist meist klein gegen die Gesamtteilchenzahl.

Leuchtprozesse treten oft bei der Oxydation organischer Substanzen aber auch bei der Neutralisation starker Säuren durch Basen auf.

Das Leuchten des weißen Phosphors im Dunkeln wird bedingt durch die langsame Oxydation des Phosphordampfes durch den Luftsauerstoff. Auch frische Schnittflächen von Kalium und Natrium leuchten im Dunkeln, besonders bei Anwesenheit gasförmiger Halogene.

15 Jahre Weltraumfahrt

Am 4. Oktober 1957 eröffnete die Sowjetunion mit dem Start von Sputnik 1 einen neuen Abschnitt in der Geschichte der Menschheit:

Das Zeitalter der Raumfahrt

Naturwissenschaften und industrielle Produktion vereinigen sich in der Raumfahrt, sie treten in Wechselwirkung miteinander. Höchste Anforderungen werden bezüglich Qualität und Leistungsfähigkeit an alle Produkte gestellt. Jeder wird einsehen, dass die Entwicklung der Weltraumfahrt von der Entwicklung der Wissenschaft und Technik abhängig ist. Die von der Raumfahrt gestellten extrem hohen Anforderungen an die Präzision aller Geräte und Teile hat zu einer nie dagewesenen Entwicklung aller Industriezweige geführt.
Die zukünftigen Weltraumunternehmen werden diese Entwicklung sogar noch beschleunigen, denn es stehen kompliziertere Missionen auf dem Plan: 1973 wird der Venus-Merkur-Flug durchgeführt, der besonders hohe Anforderungen an die Navigation stellt.
Auch die Jupitersonden - sowohl Pioneer 10, der noch 1973 sein Ziel erreicht, als auch Pioneer 11, dessen Start im Frühjahr desselben Jahres erfolgt - verlangen Äusserstes von der Technik. Die Sowjetunion wird ihrerseits die Planetenforschung vorantreiben; es werden zwei Marssonden auf den Weg geschickt und ebenfalls 1973 wird die Raumstation "Skylab-A" die Erde umkreisen.

T. Gemsa

(Redaktionsschluß 15.10.1972)

Wissenswertes

Bis heute erfolgte die Auswertung von Meerwasserproben hinsichtlich ihres Gehaltes an Plankton und Mikroteilchen in mühevoller und zeitraubender Handarbeit unter dem Mikroskop. Jetzt wurde ein Verfahren entwickelt, das darauf beruht, daß mit Laserlicht Beugungsfiguren kleiner Objekte erzeugt werden können, die typisch sind für verschiedene äußere Formen und deshalb zu deren Identifizierung benutzt werden können. Das Verfahren ist unempfindlich gegen Größe und Lage der Objekte.

Diplom-Physiker H.-D. lähnig, Sektion Physik

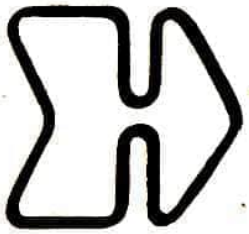
Probleme der Energiegewinnung der Zukunft

9. August 1945: Dröhnend nähert sich der japanischen Stadt Nagasaki ein schweres Bombenflugzeug der USA. Noch ahnen die Bewohner nicht, dass in wenigen Augenblicken Teile ihrer Stadt vom Erdboden verschwunden sein werden. Wenige Augenblicke später explodiert in 49o m Höhe über der Stadt eine Atombombe. Bis auf wenige stabile Gebäude ist im Umkreis von 2,5 km sofort alles zerstört. Die Temperatur im Zentrum der explodierenden Bombe betrug z.Zt. der Explosion etwa 1o Millionen Grad. Der sich schnell ausdehnende Feuerball hatte selbst bei einem Durchmesser von 1oo m noch eine Temperatur von etwa 7ooo Grad.(Das ist mehr als die Oberflächentemperatur der Sonne !) Bei dem grausamsten Beweis für die Möglichkeiten der Anwendung der Atomenergie durch die USA fanden schätzungsweise 75 ooo Menschen den Tod, etwa gleich hoch war die Zahl der Verletzten, aber genaue und zuverlässige Angaben gibt es nicht. Die USA investierten in diese schreckliche Waffe die phantastische Summe von 2 Milliarden Dollar. Die 2 auf Japan abgeworfenen Atombomben waren militärisch völlig bedeutungslos und hatten mit dem Ausgang des Krieges nichts mehr zu tun. 9 Jahre später:

27. Juni 1954: In der UdSSR wird das erste Atomkraftwerk der Welt in Betrieb genommen, das ausschliesslich der Elektroenergieerzeugung, also friedlichen Zwecken, dient. Es besitzt eine Leistung von 5ooo kW und wurde vor allem auch deshalb erbaut, um wissenschaftliche und ingenieurtechnische Erfahrungen zu sammeln. Seit diesem historischen Tag hat die UdSSR konsequent den Weg der Energieerzeugung mit Hilfe der Atomenergie weiterbeschritten. Doch dazu soll in einem späteren Artikel noch etwas gesagt werden.

Die Energiesituation bis zum Jahre 2000

Nach dieser kurzen Einstimmung auf diesen und folgende Artikel wollen wir uns zunächst die Frage nach dem Energiebedarf stellen. Im Jahr 2000 hat sich die Weltbevölkerung gegenüber 1960 schätzungsweise verdoppelt, der Energieverbrauch wird aber auf das Fünffache gestiegen sein. Hauptenergieträger ist nach wie vor die Kohle. Expertenschätzungen haben ergeben, dass die Vorräte auf der Erde noch 60 bis 65 Jahre reichen werden, wenn man nur die Lagerstätten bis 900 m Tiefe einbezieht. Insgesamt betragen die Steinkohlenvorräte schätzungsweise 2300 Milliarden Tonnen, wovon im Zeitraum 1960 bis 1999 etwa 450 Milliarden Tonnen verbraucht werden. Es reicht also für das nächste Jahrhundert! 1975, so wird angenommen, wird der Energiebedarf gedeckt sein zu



42 - 43 % aus Kohle
41 - 42 % aus Erdöl
etwa 9 % aus Erdgas
9 % aus Wasserkraft
2,5 - 5 % aus Atomenergie und
1 - 2 % aus verschiedenen anderen Energieträgern.

Die obigen Zahlenangaben geben aber noch keine Auskunft über die spezifische Energiesituation einzelner Länder, z.B. der DDR. Da zahlreiche Länder sehr arm an Energiereserven aus eigenem Aufkommen sind, sehen die Proportionen daher schon etwas anders aus. So rechnen z.B. einige Länder damit, dass sie 1976 14 % und 1980 bereits 25 % ihres Energiebedarfs mittels Atomenergie decken. Doch weil wir gerade bei Zahlen sind, noch schnell die Abschätzungen für das Erdöl. Der Weltvorrat wird auf 270 Milliarden Tonnen (mit einem erheblichen Unsicherheitsfaktor nach oben) geschätzt. Davon sind erst etwa 40 Milliarden Tonnen gefördert. (Von dieser geförderten Menge hat bisher die Chemieindustrie nur etwa 5 % verbraucht, das Erdöljahrhundert beginnt also erst !) Aus diesen globalen Abschätzungen lässt sich zunächst folgender überraschender Schluss ziehen: Die besonders in den fünfziger Jahren gestellten optimistischen Prognosen

bezüglich der Nutzung der Atomenergie haben sich nicht bestätigt, da die natürlichen Vorkommen an Energieträgern erheblicher sind, als angenommen. Bis zur Jahrtausendwende wird die Atomenergie im Gesamtmaßstab gesehen "nur" als Ergänzung zu betrachten sein. Und trotzdem werden in den **führenden** Industrieländern die Forschungen forciert vorangetrieben. Neue Kernkraftwerkstypen sind im Entstehen. Auch hier ist die SU führend. Die wichtigsten Vertreter wollen wir betrachten.

Kernspaltung mit langsamen und schnellen Neutronen

Bekanntlich wird in einem Atomreaktor in der Regel Uran gespalten. Das in der Natur vorkommende Uran setzt sich zu 99,28 % aus $^{238}_{92}U$ und zu o,72 % aus $^{235}_{92}U$ zusammen. Sogenannte thermische (langsame) Neutronen, die sich etwa so schnell bewegen, wie Luftmoleküle bei Zimmertemperatur (daher auch der Ausdruck: thermisch), können das ^{235}U spalten, z.B. in:

$$^{235}_{92}U + n \longrightarrow {}^{140}_{55}Cs^{*} + {}^{94}_{37}Rb^{*} + 2n$$
$$\longrightarrow {}^{145}_{56}Ba^{*} + {}^{88}_{36}Kr^{*} + 3n$$
$$\longrightarrow {}^{145}_{57}Ca^{*} + {}^{87}_{35}Br^{*} + 4n$$

(Der Stern bedeutet, dass diese Atome radioaktiv sind und weiter zerfallen).

Die bei der Spaltung gewonnene Energie steckt zu 9o % als kinetische Energie in den Bruchstücken. Durch Abbremsung kann damit z.B. Metall (in vielen Fällen flüssiges Natrium) erhitzt werden. Dieses gibt die Wärme an Wasser ab, es bildet sich Wasserdampf unter hohem Druck, womit dann stromerzeugende Generatoren betrieben werden. So etwa in Kurzfassung das Prinzip eines "langsamen" Kernkraftwerkes. Aus einem kg ^{235}U lassen sich nach diesem Verfahren etwa 2o Mill. kW Strom erzeugen. Wollte man die Leistung mit herkömmlichen Kraftwerken erzeugen, benötigt man immerhin 2000 t Steinkohlen. Da zur Spaltung der ^{235}U-Gehalt beträchtlich höher als im natürlichen Vorkommen, also o,72 %,

sein muss, gehen der eigentlichen Spaltung kostspielige Anreicherungsverfahren voraus. Von den geförderten Uranmengen werden daher tatsächlich nur etwa 1 % genutzt. Wenn man bedenkt, dass von der erzeugten Energiemenge wiederum nur rund 1/3 verwertet wird, so ist das doch eine etwas ernüchternde Tatsache. Dieses Negativum wird aber u.a. dadurch kompensiert, dass die bei Kernprozessen freiwerdende Energie 1 000 000 mal grösser ist als bei chemischen, also z.B. bei Verbrennungsprozessen. Aus den eben genannten Gründen hat man sich schon rechtzeitig überlegt, mit welchen Verfahren das Uran rationeller gespalten werden kann. Die Lösung fand man in den sogenannten schnellen Brütern.

Kernspaltung mit schnellen Neutronen

Die schnellen Brüter werden mit Neutronen betrieben, die eine Geschwindigkeit von etwa 10^9 cm/s haben. Dadurch kann auch das billigere, weil in grösseren Mengen vorkommende, Uran 238 gespalten werden. Bei der Spaltung entsteht ein neues spaltbares Produkt, Plutonium.

$$^{238}U + n \rightarrow {}^{239}U \xrightarrow{\beta} {}^{239}Np \rightarrow {}^{239}Pu \qquad {}^{239}Pu + n \rightarrow {}^{240}Pu$$

Aus z.B. 1,1 t "billigem" Uran 238 erhält man o,75 t Spaltprodukte und o,35 t überschüssiges Plutonium. Nach etwa 8 Jahren hat sich soviel spaltbares Plutonium angesammelt, dass damit ein neuer Reaktor betrieben werden kann. Es sind also neue Spaltprodukte "ausgebrütet" worden.

Zusammenfassung: Die schnellen Brüter verwerten das minderwertigere Uran 238 und brüten gleichzeitig neue spaltbare Produkte aus. Daher sind diese Kernkraftwerkstypen wesentlich rationeller als die sogenannten thermischen. Ihnen gehört zweifelsohne die Zukunft, obwohl noch zahlreiche Schwierigkeiten zu überwinden sind. Die auf der Erde existierenden Uranvorkommen können, so zeigt eine Abschätzung, mit den schnellen Brütern rund 2oo ooo mal besser ausgenutzt werden. Mit anderen Worten, die Vorräte sind für unsere Begriffe unbegrenzt. Zum Schluss sei der Entdecker der Kernspaltung, Otto Hahn, zitiert, der den Wunsch aller friedliebenden

Menschen in einem Satz zusammenfasste: "Möchten die ungeheuren Möglichkeiten, die mit der Verwertung der Kernumwandlungen verbunden sind, zum Segen der Menschheit und nicht zu ihrer Vernichtung führen !"

Aufruf zur Vorbereitung schöpferischer Kopernikus-Ehrungen

Am 14.2.1473 wurde der grosse polnische revolutionäre Naturwissenschaftler **Nikolaus Kopernikus** geboren.
Unter dem Protektorat der UNESCO und der Internationalen Union der Geschichte der Wissenschaftsphilosophie wurde das Jahr 1973 zum Kopernikus-Jahr erklärt.
In aller Welt bereitet sich die fortschrittliche Menschheit auf Ehrungen zur Erinnerung an den Begründer des nach ihm genannten Weltbildes, dem grossen Pionier der Wissenschaften und Sieger über die finstere Nacht des Aberglaubens vor.
Wir rufen die Schulen unserer Republik, die Zirkel und Klubs der Freien Deutschen Jugend auf, mit Begeisterung und Schöpfertum an den **Kopernikus-Ehrungen** teilzunehmen.
Er ist uns Vorbild an Mut, Kühnheit des Denkens, Liebe zur wissenschaftlichen Wahrheit, der schöpferischen Verknüpfung der Pflichten des Staatsbürgers mit den Pflichten des Forschers, des Patrioten und gesellschaftlich aktiven Menschen.
Wir wollen **Kopernikus** Leben und Werk studieren und von ihm lernen. Wir wollen durch ihn natur- und gesellschaftswissenschaftliche Probleme unserer Zeit noch besser begreifen.

Wir wenden uns an alle Lehrlinge, Schüler und Pädagogen !

Beteiligt Euch aktiv an der Vorbereitung und Durchführung von Ausstellungen, wissenschaftlichen Konferenzen und Exkursionen zur Ehrung **Nikolaus Kopernikus**.

Der Klub junger Philosophen Schwedt

Bemerkungen zu: 3°K-Strahlung und Entwicklung des Kosmos

Im folgenden Artikel werden wir den Begriff des Schwarzen Körpers verwenden. Damit wird in der Physik ein Körper bezeichnet, der alle auffallende Strahlung absorbiert und in anderen Wellenlängenbereichen wieder emittiert. Die Strahlungsintensität I eines solchen Körpers ist eine Funktion der Wellenlänge λ und der Temperatur T des Körpers.

$$I = I(\lambda, T)$$

Dadurch ist es uns möglich, einem bestimmten Intensitätsverlauf irgendeiner Strahlung über der Wellenlänge eine definierte Temperatur zuzuordnen.

Dabei muß man jedoch berücksichtigen, daß der ideale Schwarze Körper in der Natur realisiert ist und unser Vorgehen daher stets eine Näherung darstellt. Es handelt sich deshalb immer um eine Temperatur, die ein absolut Schwarzer Körper haben müßte, damit er den beobachteten Intensitätsverlauf liefern würde.

Wußten Sie schon, daß nicht alle Menschen im wahrsten Sinne des Wortes den gleichen Geschmack haben?

Das Geschmacksempfinden bezüglich einiger Substanzen ist erblich bedingt, d. h. einige Menschen können diese Substanzen schmecken, andere schmecken sie nicht. Z. B. wird Phenylthioharnstoff (auch als Phenylthiocarbamid = PTC bekannt) von einigen Leuten als stark bitter empfunden, während andere auf Grund ihrer genetischen Konstitution diese Substanz gar nicht schmecken können. - Dieses Merkmal benutzt man zu populationsgenetischen Untersuchungen.

Forschungsstudent W.-D. Zimmer, Sektion Physik

3° K-Strahlung und Entwicklung des Kosmos

In den Jahren 1964/65 arbeiteten zwei Mitarbeiter der amerikanischen "Bell Telephone Laboratories" an dem Problem der Nachrichtenübermittlung mit Hilfe von Satelliten auf der Wellenlänge 7,3 cm. Bei ihren Untersuchungen über mögliche Störungen stießen sie auf einen zunächst unerklärlichen Strahlungshintergrund, der von allen Seiten gleichmäßig kam. Angeregt durch die Arbeiten von R.H. DICKE an der Princeton-Universität (1964), der auf die Existenz einer kosmischen Reststrahlung aus den Frühstadien der kosmischen Entwicklung hingewiesen hatte, berichteten sie von einer 3° K-Strahlung.

Nachfolgende Untersuchungen einer Princetoner-Gruppe von Wissenschaftlern führten zu dem Ergebnis, daß die Intensität dieser Strahlung, aufgetragen über der Wellenlänge, der Emission eines Schwarzen Körpers bei einer Temperatur von ungefähr 3° K entspricht (s. Abb. 1).

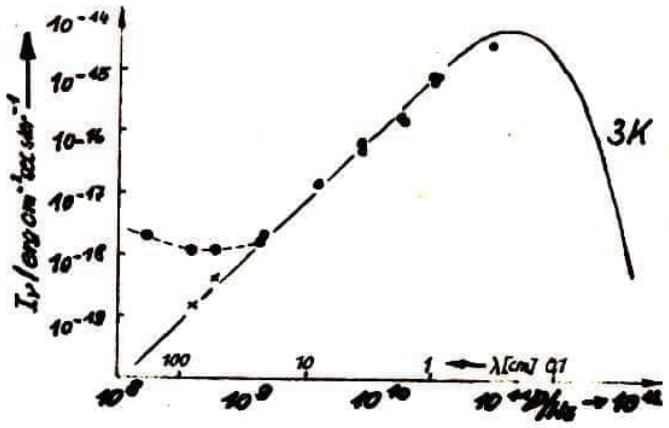


Abb. 1 Spektrum der Hintergrundstrahlung

Infolge der atmosphärischen Absorption ist jedoch eine vollständige Beobachtung des Intensitätsverlaufes von der Erde aus nicht möglich. Erschwerend wirkt sich auch der Einfluß der

Strahlung von Radiogalaxien und der thermischen Radiostrahlung des interstellaren Staubes aus.

Bei der Wellenlänge λ = 2,6 mm konnte auf indirektem Wege eine Aussage über die kosmische Hintergrundstrahlung gewonnen werden. Dabei wurde die Anregung des Rotationsenergieniveaus J = 1 des Cyan-Radikals CN im interstellaren Gas durch die Photonen der 3° K-Strahlung ausgenutzt. Das Verhältnis N_1/N_o der Anzahl der CN-Moleküle im 1. angeregten Rotationszustand J = 1 und im Grundzustand J = o ist ein Maß für die Intensität der Strahlung. Dieses Verhältnis wiederum kann man aus dem Absorptionsspektrum eines Sterns erhalten, dessen Licht eine interstellare Gaswolke durchquert. Je nachdem in welchem Zustand sich das CN-Radikal befindet, wird das Sternlicht bei etwas verschiedenen Wellenlängen (λ_o = 3874,00 x 10^{-10} m) absorbiert. Aus der relativen Stärke der Absorptionslinien kann man dann auf das Verhältnis N_1/N_o schließen (vgl. auch Abb. 2). Mit Hilfe dieses "Molekülthermometers" wurden mehrere Sterne untersucht, und man fand eine Intensität der anregenden Strahlung, die der Strahlung eines Schwarzen Körpers bei einer Temperatur von 3° K entspricht.

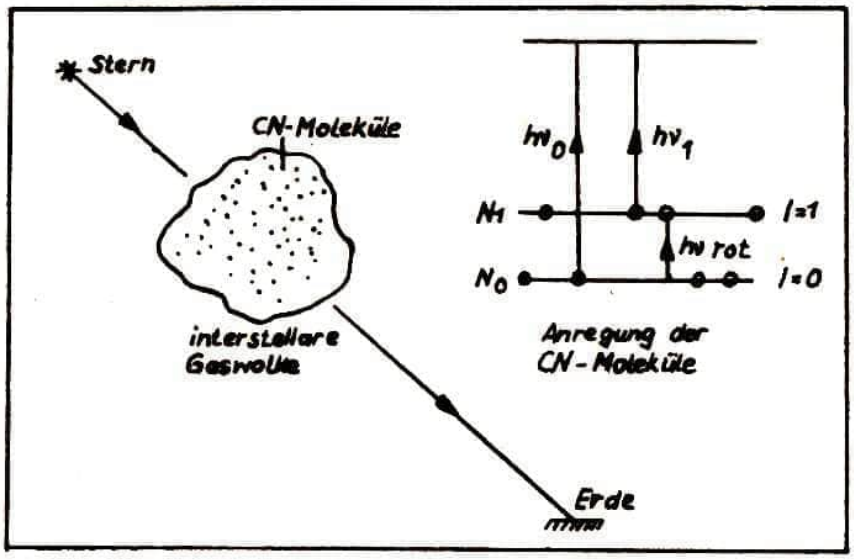


Abb. 2 Anregung der CN-Moleküle durch die Photonen der 3° K-Strahlung bei λ = 2,6 mm

Die astrophysikalische Bedeutung der kosmischen Hintergrundstrahlung kann man unter zwei Gesichtspunkten sehen.

Der eine betrifft ihren Zusammenhang mit frühen Stadien der Entwicklung des Kosmos. Nach der sogenannten "big bang"-Theorie befand sich das Universum vor etwa 7×10^9 Jahren in einem extrem heißen und dichten Zustand von Strahlung und Materie und explodierte dann zum expandierenden Kosmos ("big bang").

Gestützt wird diese Theorie vor allem durch die Lösungen der Gleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie, die der sowjetische Wissenschaftler A.A. FRIEDMANN gefunden hat, und die als HUBBLE-Effekt von den Beobachtungen der modernen Astronomie bestätigt wurden (vgl. Lexikon).

Aus den Betrachtungen der Wärmelehre im Kosmos in Verbindung mit der allgemeinen Relativitätstheorie folgt, daß mit Beginn der kosmischen Expansion die Energiedichte und die Temperatur des ursprünglich sehr heißen "Photonengases" ständig abnehmen.

Voraussetzung dafür ist, daß seit einem Zeitpunkt, der nicht weit von dem der maximalen Verdichtung entfernt lag, kein kosmologisch bedeutsamer Austausch zwischen Ruheenergie, Strahlungsenergie und thermischer Energie stattgefunden hat. Mit anderen Worten, die Umwandlung der Energiearten ineinander kann innerhalb kosmischer Dimensionen vernachlässigt werden.

Wenn man berücksichtigt, daß es keine Wechselwirkung der Photonen untereinander gibt und die Anzahl der Photonen N im gesamten Kosmos als konstant annimmt, dann folgt aus dem Energiesatz für die Strahlungsenergie

$$N_\nu \cdot h \cdot \nu \cdot R = \text{const}$$

Hierbei ist N_ν die Anzahl der Photonen im Frequenzintervall $\nu \ldots \nu + \Delta\nu$ und R der "Weltradius".

---

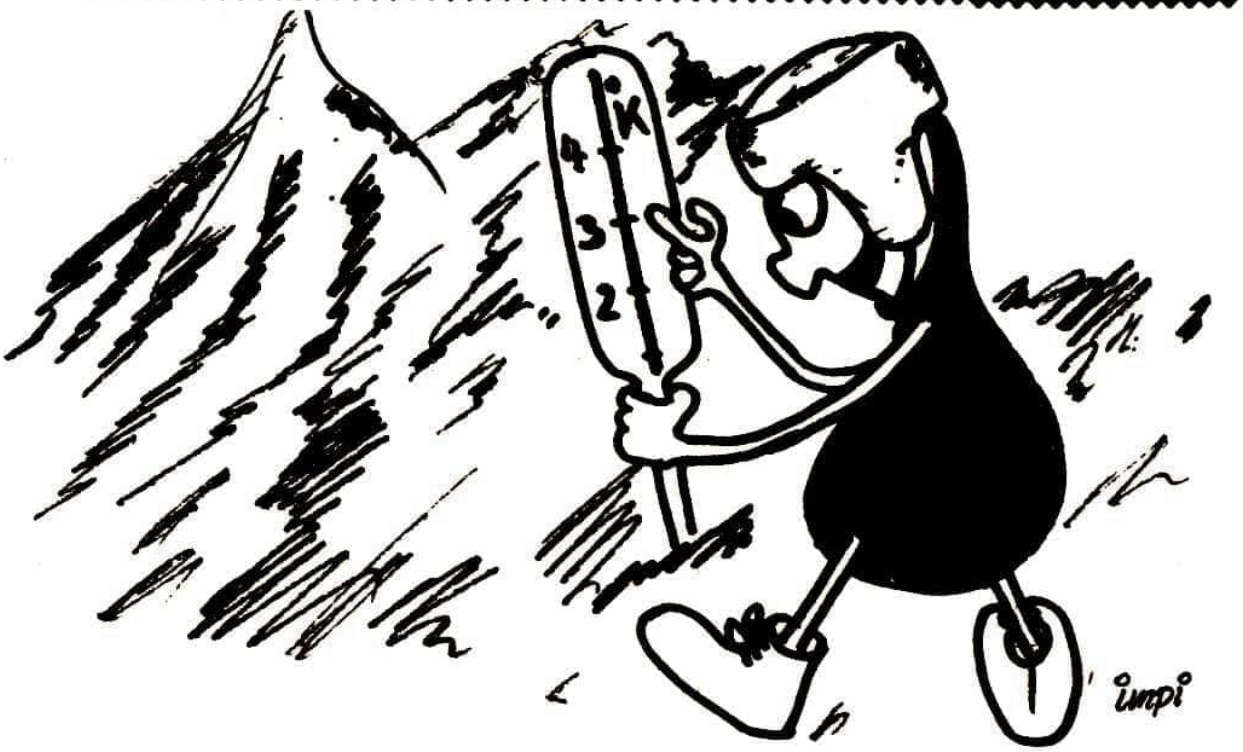
* (bzw. $_1 = 3874{,}61 \cdot 10^{-10}$ m

Für die Strahlungstemperatur T_s ergibt sich

$$R \cdot T_s = \text{const.}$$

Die Strahlung des "Urzustandes" unseres Universums hat sich also infolge der Expansion des Weltalls (d.h. mit zunehmendem R) sehr stark abgekühlt. Sie müßte demzufolge heute noch als isotrope (d.h. von allen Seiten gleichmäßige) kosmische Schwarze Körperstrahlung von allerdings nur einigen Grad Kelvin beobachtbar sein. Nichts liegt also näher, als diese Reststrahlung mit der 1965 entdeckten isotropen 3° K-Strahlung zu identifizieren.

Der zweite Gesichtspunkt des astrophysikalischen Interesses an dieser Strahlung betrifft einmal die Wechselwirkung der 3° K-Photonen mit der kosmischen Teilchenstrahlung. Zum anderen sollte es durch die Ausnutzung dieses isotropen Strahlungshintergrundes als Ruhesystem möglich sein, lokale Bewegungen unseres Sonnen- und sogar Milchstraßensystems innerhalb großräumiger Strukturen des Universums festzustellen.



H. Lich, G. Hüller, Sektion Chemie - 4. Stdj.

Chemische Thermodynamik (Teil II)

CHEMIE

Der erste Teil über Chemische Thermodynamik beschäftigte sich mit dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik. Er erschien im vorigen Jahrgang im Heft 7. Dieses Heft kann von Interessenten noch bei der Redaktion bestellt werden.

Druckfehlerkorrektur im Artikel Chemische Thermodynamik I : Auf Seite 23 oben lautet die Gleichung zur Abb. 3 richtig :

$$\Delta_R u + \Delta_R u_2 = \Delta_R u_1$$

Der 2. Hauptsatz

Während die Anwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik auf chemische Reaktionen Energiebilanzen liefert, erhält man unter zusätzlicher Benutzung des 2. Hauptsatzes Aussagen über die Richtung einer chemischen Reaktion. (Zur physikalischen Bedeutung des 2. Hauptsatzes siehe "impuls 68" 1. Jg., H.4, 2. Jg., H. 8,9). Der 2. Hauptsatz, der wie der erste auf Erfahrung beruht, besagt, daß in einem abgeschlossenen System (kein Energie- und kein Stoffaustausch mit der Umgebung) die Entropie bei irreversiblen Vorgängen einem Maximum zustrebt, während bei reversiblen Vorgängen keine Entropieänderung stattfindet. Er läßt sich demnach so formulieren

$$\Delta s \geq 0 \qquad (1)$$

wobei das Ungleichheitszeichen im Fall der Irreversibilität, das Gleichheitszeichen im Fall der Reversibilität gilt. (siehe Impuls-Lexikon). Die Entropie ist definiert durch den Quotienten aus bei der Temperatur T reversibel ausgetauschter Wärme und dieser Temperatur:

$$\Delta s = \frac{\Delta q_{rev}}{T} \qquad (2)$$

Da chemische Systeme im allgemeinen nicht abgeschlossene Systeme (Energie- und Stoffaustausch) sind, ist es notwendig, eine Formulierung des 2. Hauptsatzes zu gewinnen, die für ein solches System gilt. Hierbei muß man davon ausgehen, daß dieses System nur Teil eines großen abgeschlossenen Systems ist, für das Gl. (1) gilt. (Abb.1)

Im folgenden sollen zur Vereinfachung die Wände des nicht abgeschlossenen Systems zwar für Energie, aber nicht für Stoff durchlässig sein.

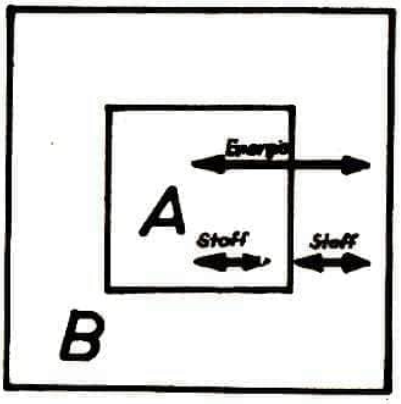


Abb. 1

In Abb. 1 soll das System A eine kalorimetrische Bombe darstellen, die stofflich und volumenmäßig abgeschlossen ist, deren Wände aber für Wärme durchlässig sind. Das System B ist das Wasserbad (die Umgebung des Systems A), das mit der kalorimetrischen Bombe in Wärmeaustausch steht. Beide zusammen ergeben das abgeschlossene System, für das Gl. (1) gilt.

Um nun eine Beziehung zu gewinnen, die nur für das System A gilt, muß der erste mit dem zweiten Hauptsatz kombiniert werden. Der 1. Hauptsatz für eine chemische Reaktion lautet:

$$\Delta_R u = \Delta q + \Delta a \qquad (3)$$

Fordert man, daß der Vorgang unter <u>Temperatur-Konstanz reversibel</u> abläuft, so kann man Gl. (2) in Gl. (3) einset-

zen, wobei wegen der Forderung nach Reversibilität (T = konstant, $\Delta q = \Delta q_{rev}$) die umgesetzte Arbeit gleich der <u>maximal gewinnbaren Arbeit</u> wird:

siehe Seite 28

$$\Delta_R u - T\Delta_R s = \Delta_R f \qquad \text{(freie Energie)}$$

$$\Delta_R h - T\Delta_R s = \Delta_R g \qquad \text{(freie Enthalpie)} \qquad (5)$$

Zur zweiten Gleichung von (5) gelangt man, indem man auf jeder Seite den Ausdruck für die Volumenarbeit addiert:

$$\Delta_R u + p\Delta v - T\Delta_R s = \Delta_R f + p\,\Delta v$$

$$\Delta_R h - T\Delta_R s = \Delta_R g$$

Soll in Δa_{max} nur die maximal gewinnbare Nutzarbeit enthalten sein, so muß das Volumen konstant gehalten werden ($p\,\Delta v = 0$) oder anstelle der inneren Energie die Enthalpie verwendet werden:

$$\Delta a = \Delta a_{max} + \Delta a_{vol} = \Delta a_{max} - p\,\Delta v = \Delta_R f$$

$$\Delta a_{max} = \Delta_R f + p\,\Delta v = \Delta_R g$$

Für die maximal gewinnbare Nutzarbeit erhält man also

$$\Delta a_{max} = \begin{cases} \Delta_R f & v, T \text{ konstant} \\ \Delta_R g & p, T \text{ konstant} \end{cases} \qquad (6)$$

Diese Gleichung gilt nach Voraussetzung (s. oben) nur dann, wenn die <u>chemische Reaktion reversibel abläuft</u>.

Wir wollen das Gesagte an einem Beispiel erläutern, wobei wir auch die zu Gl. (6) äquivalente Formulierung für irreversible Vorgänge erhalten werden.

Es soll die Redoxreaktion

$$Zn + Cu^{++} \longrightarrow Zn^{++} + Cu$$

betrachtet werden. Für diese Reaktion wurde nach Gl. (5) aus tabellierten molaren Reaktionsenthalpien und -entropien ($T = 298^{o}K$) die molare freie Reaktionsenthalpie berechnet:

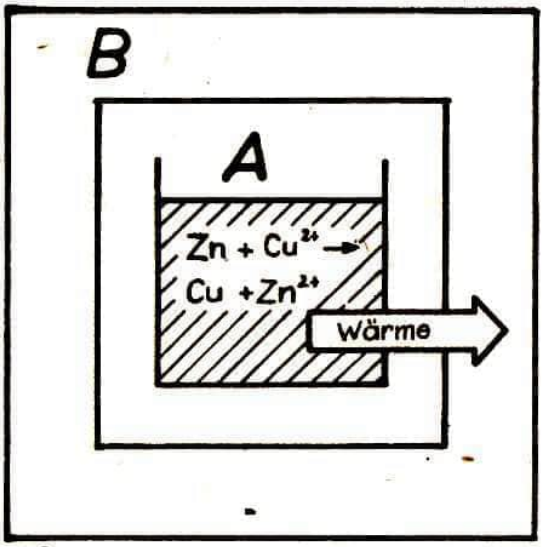
$$\Delta_R G = -51 \text{ kcal/Mol}$$ [1)]

(Dieser Wert gilt nur für bestimmte Konzentrationsverhältnisse, da $\Delta_R G$ von den Konzentrationen der Reaktionspartner abhängt; diese Abhängigkeit soll erst im nächsten Artikel behandelt werden.)

Zuerst soll die Reaktion so durchgeführt werden, daß sich Kupfersulfatlösung in einem Becherglas befindet, in das Zinkstaub gegeben wird. (Diese Reaktion können Sie selbst durchführen.) Wir beobachten eine spontan ablaufende Reaktion, wobei an die Umgebung <u>keine Arbeit</u> sondern <u>nur Wärme</u> abgegeben wird. (Das Becherglas erwärmt sich.) (Abb. 2)

$\Delta_R G$ wird bei dieser Versuchsdurchführung nicht in Form von Arbeit sondern in Form von Wärme irreversibel an die Umgebung abgegeben. Deshalb läßt sich dieser Vorgang auf gleichem Weg nicht zurückführen; er ist irreversibel. Für diesen Fall gilt:

$$\Delta g_{gas} = \Delta_R G < 0 \qquad (7)$$



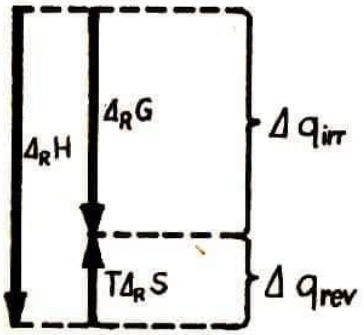


Abb. 2

1) Werden thermodynamische Größen mit großen Buchstaben bezeichnet, so beziehen sie sich immer auf die Stoffmenge von einem Mol.

Führen wir diese Reaktion elektrochemisch in einer galvanischen Kette durch (Abb. 3) (diese Reaktion liegt dem Kupfer-Zink-Element zugrunde), so ergibt sich auf Grund der Tatsache, daß zwischen elektromotorischer Kraft und freier Enthalpie folgende Beziehung existiert

$$\Delta_R G = nCE \qquad (8)$$

n = Zahl der bei einem Elementarschritt ausgetauschten Elektronen

C = Faraday-Konstante C = 96500 As/Mol

für die EMK dieser Kette

$$-51 \text{ kcal/Mol} = -214230 \text{ Ws/Mol} \quad (1 \text{ cal} = 4{,}19 \text{ Ws})$$

$$E = \frac{-214230 \text{ VAs/Mol}}{2 \cdot 96500 \text{ As/Mol}} = -1{,}11 \text{ V}.$$

In diesem Fall gibt unser System A an die Umgebung Arbeit ab. Doch auch in diesem Fall ist der Vorgang irreversibel, da noch ein Teil der freien Enthalpie in Wärme und nicht in Arbeit umgewandelt wird.

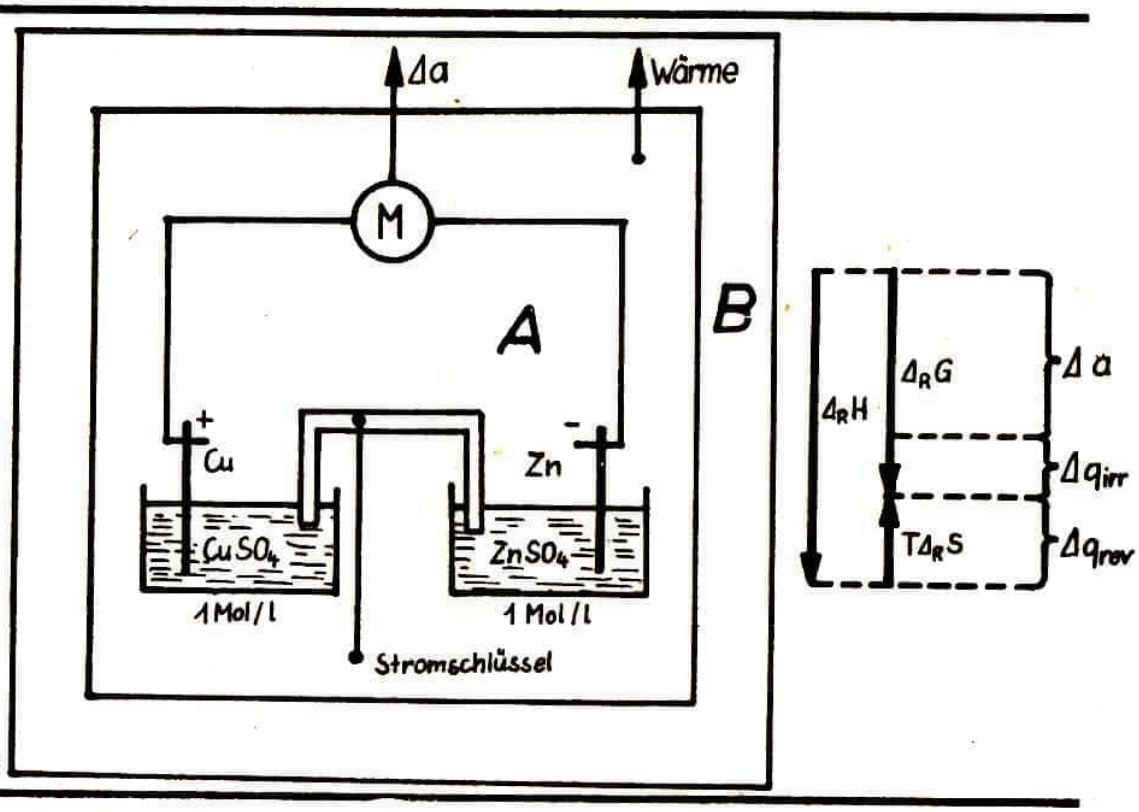


Abb. 3

Schalten wir dieses Element jedoch so in einen Stromkreis, daß über ein Potentiometer durch eine zweite Stromquelle einen Gegenspannung angelegt werden kann, so wird der freien Reaktionsenthalpie unseres Systems durch die Gegenspannung eine zweit freie Enthalpie Δg aufgeprägt (Abb. 4).

In diesem Fall ist es möglich, durch entsprechende Einstellung der Gegenspannung den Vorgang in jede beliebige Richtung laufen oder im Gleichgewicht zu lassen, je nachdem ob $E \gtreqless U$ ist:

$E > U \quad \Delta_R G + \Delta g' < 0: \quad Cu^{++} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{++}$ (galv.Elem.)

$E = U \quad \Delta_R G + \Delta g' = 0: \quad Cu^{++} + Zn \rightleftharpoons Cu + Zn^{++}$ (Gleichgew.)

$E < U \quad \Delta_R G + \Delta g' > 0: \quad Cu^{++} + Zn \longleftarrow Cu + Zn^{++}$ (Elektrolyse)

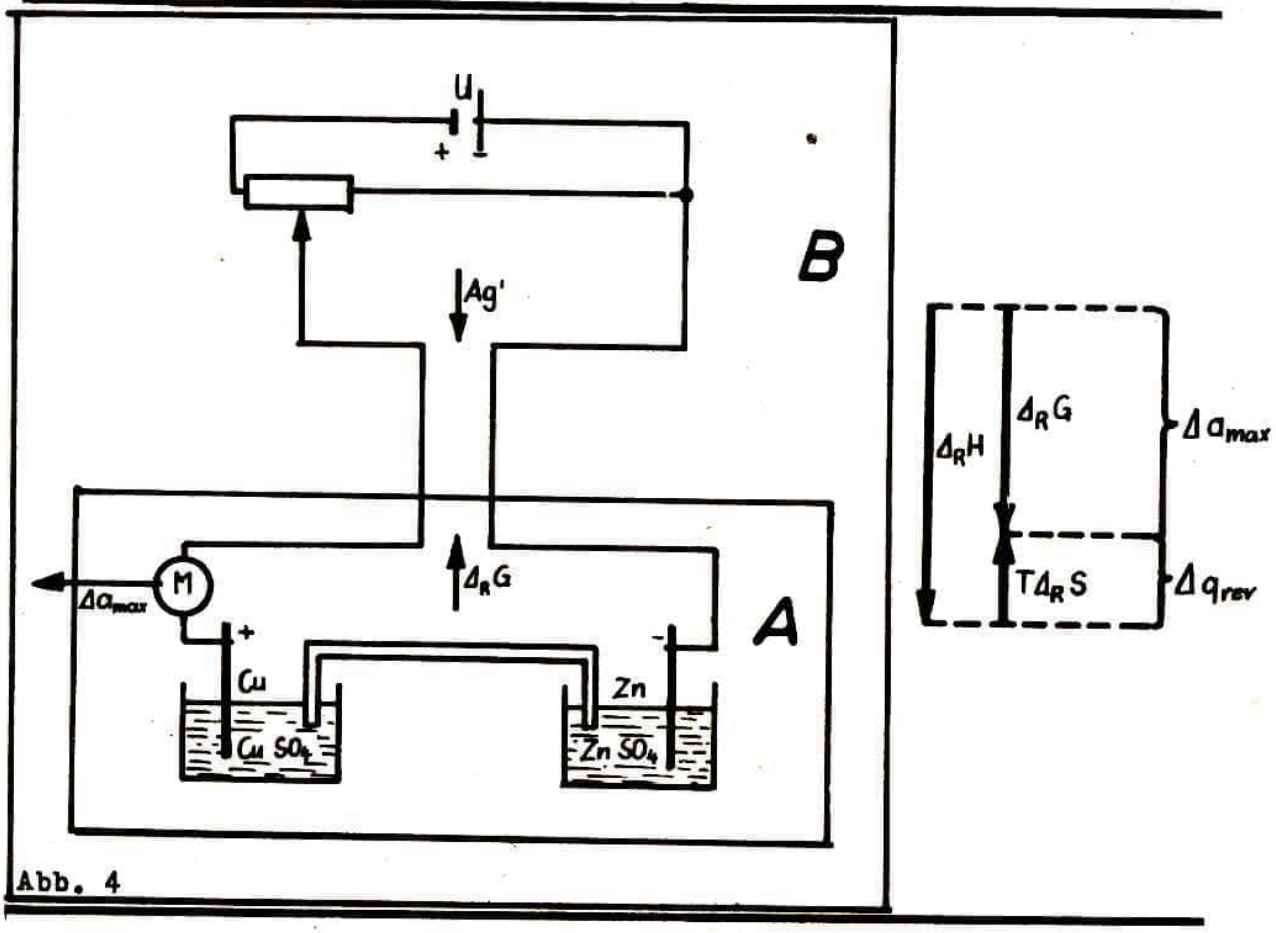


Abb. 4

Da jetzt der Vorgang in jedem Punkt des Ablaufens im Gleichgewicht gehalten oder umgekehrt werden kann, ist die Reversibilitätsbedingung erfüllt. Bei langsamer stufenweiser Zurücknahme der Gegenspannung ist es jetzt möglich, die maxi-

male Nutzarbeit zu gewinnen. Es wird also

$$\Delta_R G = \Delta a_{max}$$

wobei in jedem Punkt des Ablaufens gilt

$$\Delta g_{ges} = \Delta_R G + \Delta g' = 0 \qquad (9)$$

Diese am Beispiel des Kupfer-Zink-Elementes erläuterten Gesetzmäßigkeiten gelten für jede beliebige chemische Reaktion. Sie sollen noch einmal zusammengefaßt werden:

p,T konstant	v,T konstant
$\Delta g < 0$	$\Delta f < 0$

diese Reaktion läuft freiwillig und irreversibel ab (sie kann nur durch eine geeignete Versuchsführung in einen reversiblen Ablauf gezwungen werden - s.o.),

$\Delta g = 0$	$\Delta f = 0$

die Reaktion befindet sich im Gleichgewicht (10)

$\Delta g > 0$	$\Delta f > 0$

die Reaktion kann nur erzwungen werden; freiwillig läuft sie in die umgekehrte Richtung.

Berechnet man also für eine Reaktion die freie Enthalpie (Energie), so läßt sich aussagen, in welche Richtung die Reaktion ablaufen wird und welche Nutzarbeit bei geeigneter Prozeßführung maximal gewonnen werden kann.

Abschließend soll noch auf einen wichtigen Aspekt hingewiesen werden, der sich aus dem Zusammenhang von freier Enthalpie und EMK ergibt.

Gegenwärtig ist eine weitgehende Annäherung an die reversible Prozeßführung und damit die Gewinnung von Nutzarbeit direkt aus einer chemischen Reaktion nur auf elektrochemischem Wege möglich. (Im lebenden Organismus wird in den Muskelzellen die freie Energie chemischer Reaktionen unmittelbar in mechanische Arbeit umgewandelt. Die Übertragung dieses Vorganges könnte eine weitere Möglichkeit der unmit-

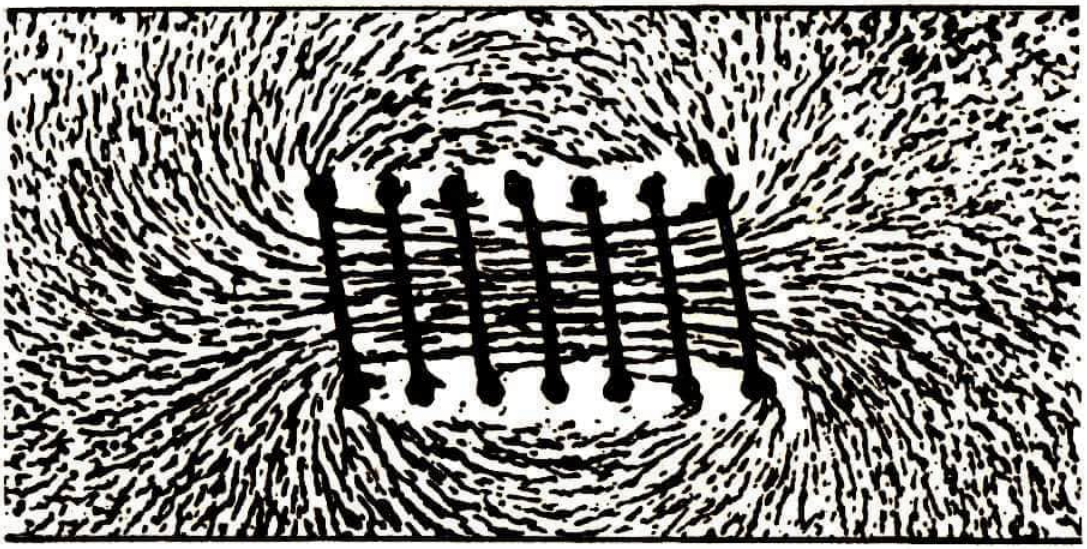
telbaren Arbeitsgewinnung aus chemischen Reaktionen darstellen.) Gelingt es also, eine chemische Reaktion elektrochemisch ablaufen zu lassen (was nur begrenzt möglich ist), so kann dadurch elektrische Arbeit gewonnen werden.

Wird also z.B. die Oxydation von Kohlenstoff zu Kohlendioxid (oder die von Wasserstoff zu Wasser) elektrochemisch in einer "Brennstoffzelle" durchgeführt, so ist es möglich, den Wirkungsgrad der Energiegewinnung aus Kohle gegenüber dem traditionellen (indirekten) Weg zu erhöhen. Solche Brennstoffzellen existieren bereits. Z.B. wird die Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser zur Energiegewinnung in Weltraumschiffen ausgenutzt, und es existieren auch Versuchsautos, die Brennstoffzellen als Energiequelle für den Antrieb ausnutzen. Ob die Brennstoffzelle allerdings die Energiequelle der Zukunft darstellen wird, bleibt abzuwarten, da die Schwierigkeiten bei einer technischen Nutzung recht erheblich sind.

$$\Delta_R u = \Delta q_{rev} + \Delta a_{max} = T\,\Delta_R s + \Delta a_{max}$$

$$\Delta a_{max} = \Delta_R u - T\,\Delta_R s \qquad (4)$$

Für die rechte Seite in Gleichung (4) definiert man neue Funktionen:



R. Rost, Sektion Physik

Neutrinos und Sternentwicklung (Teil I)

Die Neutrinos (ν) und Antineutrinos ($\bar{\nu}$) wurden bereits 1932 von PAULI zur Gewährleistung der Energie- und Drehimpulserhaltung beim β-Zerfall

$$n^0 \rightarrow p^+ + \beta^- + \nu$$

mit der Umkehrreaktion

$$p^+ \rightarrow n^0 + \beta^+ + \bar{\nu}$$

vorausgesagt. Erst 1959 konnten jedoch diese neuen Elementarteilchen experimentell sicher nachgewiesen werden. Seitdem hat man sich auch intensiv mit ihrem Einfluß auf die Sternentwicklung beschäftigt.

Neutrinos bewegen sich immer mit Lichtgeschwindigkeit, haben also keine Ruhemasse. Ihre Energie hängt vom Entstehungsprozeß ab und liegt in der Größenordnung von MeV [1] - entspricht also der Energie von γ-Quanten. Die interessanteste Eigenschaft der Neutrinos ist ihr großes Durchdringungsvermögen durch Materie infolge der sehr geringen Wechselwirkung. Neutrinos durchdringen ungehindert die Erde, die Sonne und sogar Sterne mit einer weitaus größeren Masse.

Worin aber besteht ihr astrophysikalische Bedeutung?

Im Sterninnern werden durch thermonukleare Reaktionen große Energiemengen freigelegt, die vorwiegend in Form elektromagnetischer Strahlung (Photonen) abgestrahlt werden. Dabei wird genausoviel Energie abgestrahlt, wie im Sterninnern freigesetzt wurde (Gleichgewicht). Die bei Kernfusionen miteinander reagierenden Kerne müssen eine hohe kinetische Energie besitzen, um die zwischen ihnen wirkenden Abstoßungskräfte überwinden zu können. Weil sich das Sternplasma

---

[1] MeV (Mega-Elektronenvolt) - Maßeinheit der Energie; 1 MeV entspricht der kinetischen Energie eines Elektrons nach dem Durchlaufen einer Potentialdifferenz (Spannung) von 10^6 V

physikalisch wie ein ideales Gas verhält, hängt die (mittlere!) kinetische Energie nur von der Temperatur ab

$$\frac{m}{2} v^2 = \frac{3}{2} k T.$$

Derartige Kernprozesse laufen also erst bei hohen Temperaturen ab; bei Temperaturen, die zu Beginn des "aktiven Lebens" eines Sternes nur in zentralen Gebieten auftreten. Der Stern besteht noch vorwiegend aus Wasserstoff, der bei $T \approx 10^{7}$°K in Helium umgewandelt wird. Wenn der Wasserstoff im Zentrum verbraucht ist, erlischt das Kernbrennen und Temperatur und Gasdruck im Zentrum beginnen zu sinken. Nach der idealen Gasgleichung gilt ja

$$p \sim T.$$

Der Stern kontrahiert, da das Gewicht der äußeren Gasmassen größer wird, als die nach außen wirkende Druckkraft. Druck und Temperatur erhöhen sich infolge der freiwerdenden Gravitationsenergie wieder, bis bei 10^{8}°K mit dem "Zünden" des Helium-Brennens ein neuer Gleichgewichtszustand erreicht wird. Jetzt wird Helium in Kohlenstoff und Sauerstoff umgewandelt. Für das darauffolgende Kohlenstoff-Brennen sind bereits Temperaturen von 10^{9}°K notwendig.

Charakteristisch für die Sternentwicklung ist also ein sukzessives Ansteigen der Temperatur im Sterninnern.

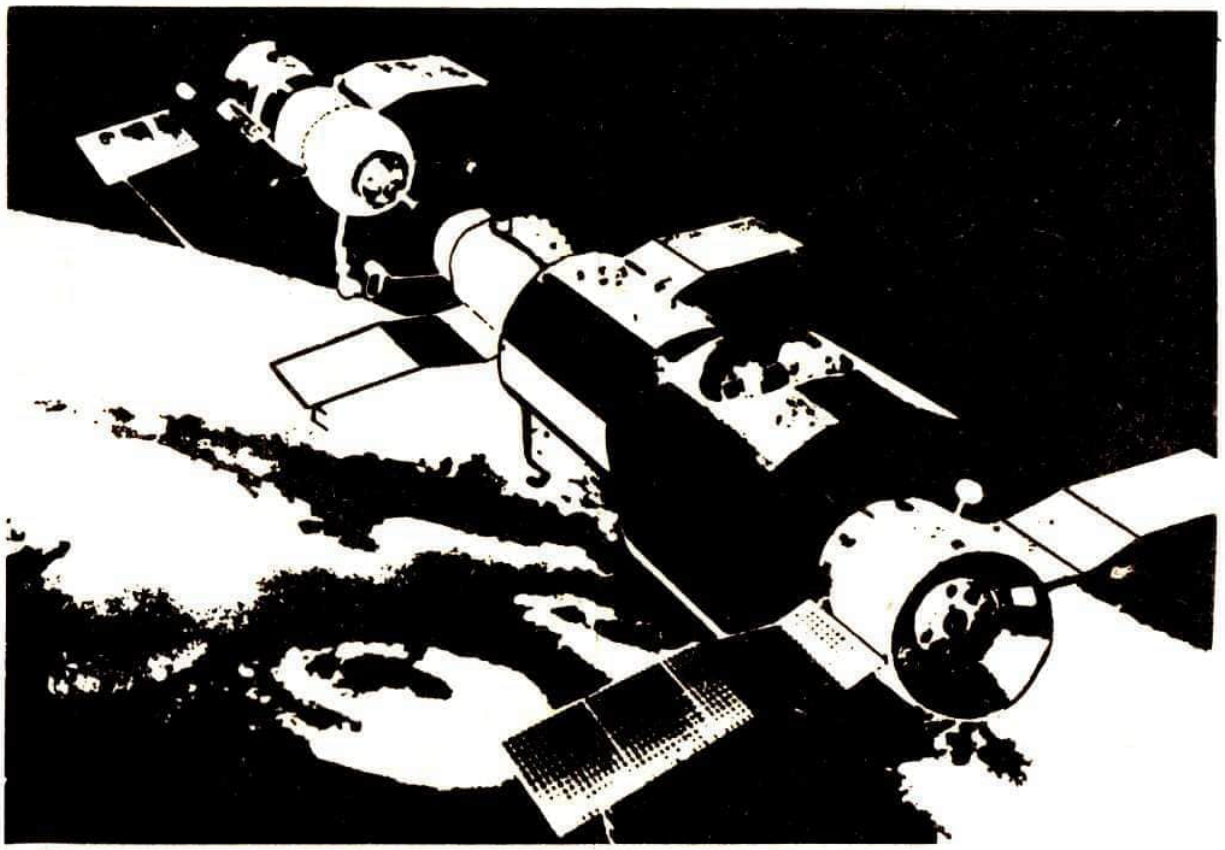
Dieser, bei genauerer Untersuchung äußerst komplizierte Entwicklungsweg kann bis zur Bildung von Eisen theoretisch verfolgt werden. Darüber hinaus verläuft der Elementaraufbau jedoch zunehmend endotherm und es ist kaum Sicheres bekannt.

Dieses Bild verändert sich nun wesentlich, wenn man die im Sterninneren entstehenden Neutrinos in der Energiebilanz berücksichtigt. Die Elementarsynthese geht in

mannigfaltigen Reaktionsketten und -zyklen vor sich, die zahlreiche β -Zerfallsprozesse enthalten. Dabei entsteht ein Spektrum von Neutrinos mit verschiedenen Energien.

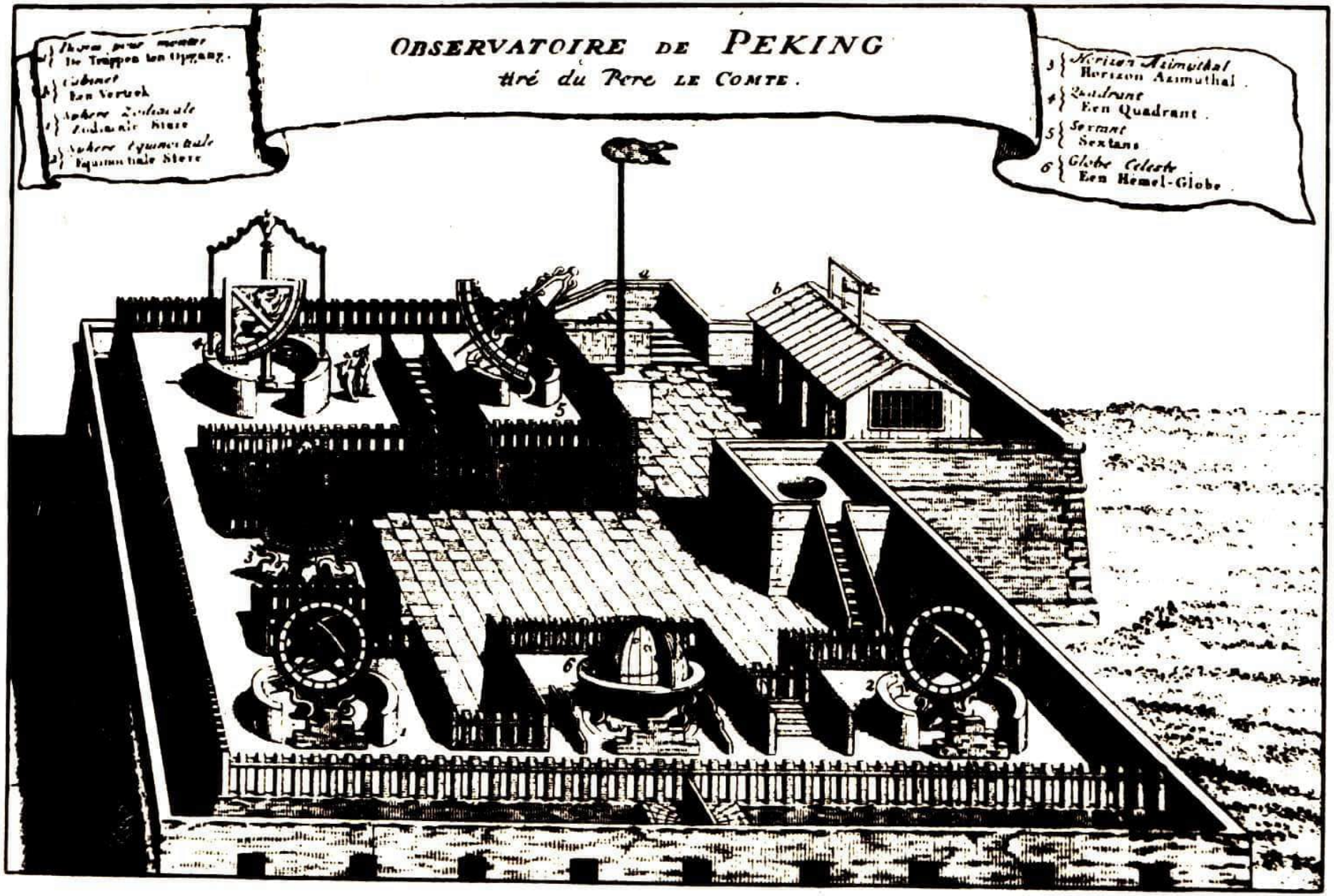
Insgesamt beträgt die Energie dieser Neutrinos allerdings nur einige Prozent der freigesetzten Gesamtenergie und beeinflußt die Entwicklung nicht merklich. Immerhin beträgt die Zahl der Sonnenneutrinos am Ort der Erde noch rund 10^{10} pro cm^2!

Einschneidend wirken sich dagegen - vor allem in fortgeschrittenen Phasen der Sternentwicklung (hohe Zentraltemperaturen!) - direkte $\beta^- - \gamma$ - Prozesse aus, die zur Entstehung von Neutrinos führen und in erster Linie temperaturabhängig sind. Ihre Bedeutung soll in einem zweiten Teil näher betrachtet werden.



Grundstein für die Errichtung großer Orbitalstationen: Kopplung von Salut 1 und Sojus 11 (Juni 1971)

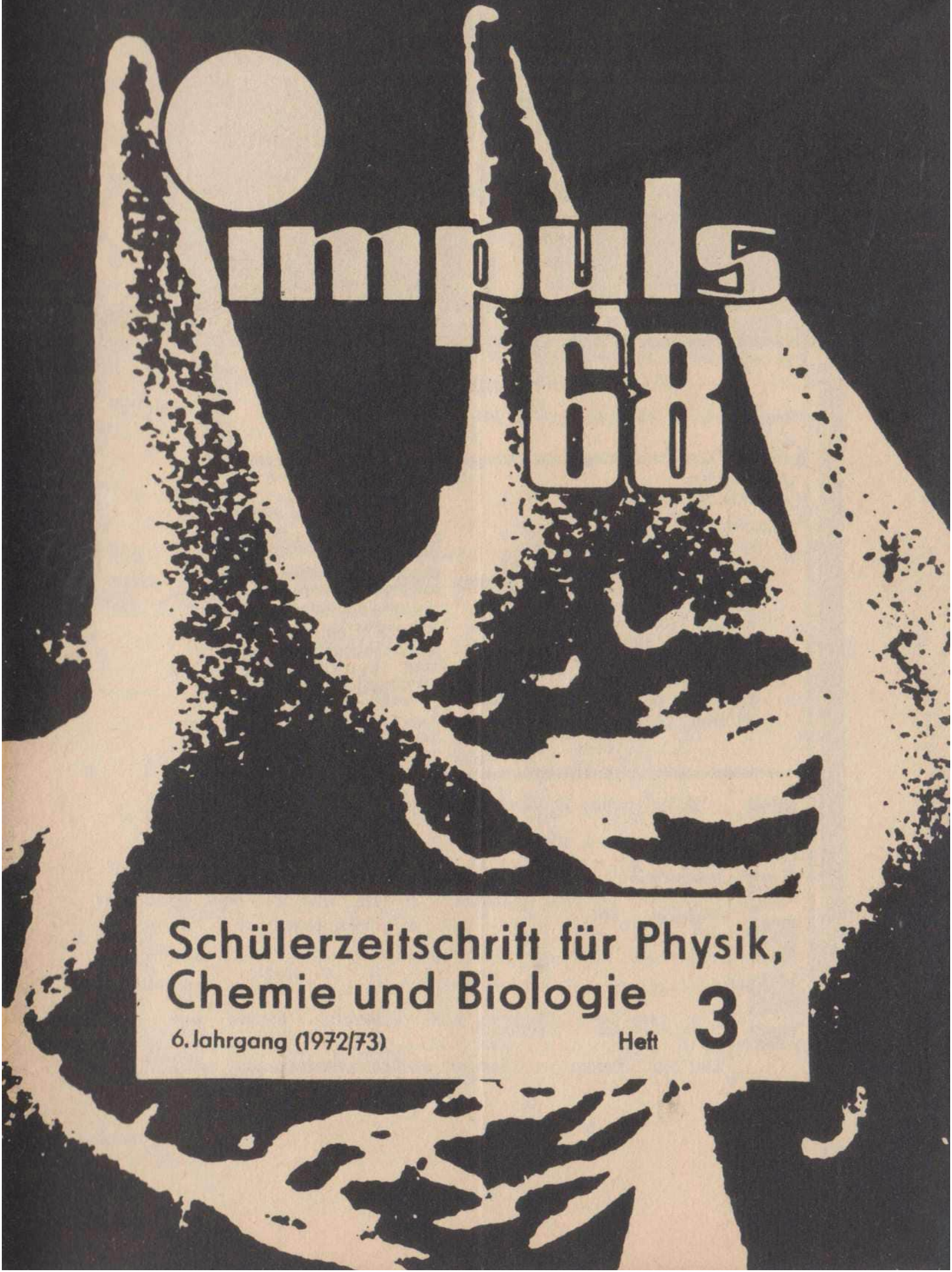
Titelbild: Die Landekapsel der sowjetischen Raumsonde Venus 8 geht am Fallschirm nieder



Alte chinesische Sternwarte zu Peking

Nach einem Kupferstich zur „Histoire des Voyages" vom Jahre 1747

impuls 68



Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

WTF-Delegation in Vietnam 3
Neues aus dem All 12
Kernfusion 13
Molekularsiebe 17
Elektrischer Strom als Gefahrenquelle 20
Büchermarkt 23
Sozialverhalten im Tierreich 25
Der große Freiberger Chemiker Clemens Winkler 29

Delegation der Weltföderation der Wissenschaftler (WTF) in Vietnam

Vom 17.12.197o bis 2.1.1971 besuchte eine Delegation der Weltförderation der Wissenschaftler die DRV, der u.a. auch Wissenschaftler aus den USA und England angehörten. Im folgenden veröffentlichen wir einen gekürzten Bericht dieser Delegation, den wir aus der Zeitschrift "Wissenschaftliche Welt", 6/1971, entnommen haben.

Die Delegation wurde vom Ministerpräsidenten Pham Van Dong empfangen und führte mit ihm ein höchst informatives Gespräch über die Probleme seines Landes, über die Arbeit der vietnamesischen Wissenschaftler und über die Möglichkeiten ausländischer Organisationen, Hilfe zu leisten. Alle Mitglieder der Delegation waren von der Persönlichkeit Pham Van Dongs beeindruckt, von seiner Freundlichkeit, seinem Humor und seiner ruhigen Überzeugung, dass ganz gleich, wie gross die Schwierigkeiten sind, die amerikanischen Eindringlinge gezwungen sein werden, Indochina zu verlassen.

Während eines Besuchs in der Stadt Nam Dinh und in der Provinz Nam Ha konnte die Delegation einen Eindruck von den wahllosen Bombardierungen der Amerikaner gewinnen. Nicht nur Städte, sondern auch viele kleine Dörfer sind betroffen; Schulen, Krankenhäuser und Wohnhäuser sind zerstört. Die Delegation hatte auch lange Unterredungen mit der Kommission für Kriegsverbrechen, sie hatte vor allem Gelegenheit, mit Dr. Pham Van Bach, Vorsitzender der Kommission, und seinen Mitarbeitern über die medizinischen Probleme zu diskutieren, die durch die amerikanischen Bombardierungen, durch die

Entlaubung und die verwendeten Chemikalien entstehen. Die Delegation konnte mit Opfern der Luftangriffe sprechen und erbeutete Waffen besichtigen, die die Entwicklung der jetzt von den Amerikanern verwendeten Schrapnells veranschaulichen.

Allgemeine Eindrücke

Der Hauptzweck des Besuchs, nämlich die Unterstützung des Kampfes unserer vietnamesischen Kollegen durch die WFW zu demonstrieren und eine Vorstellung von den Erfordernissen des Wiederaufbaus der Schulen, Institute und Universitäten zu erlangen, wurde sicherlich erfüllt. Ausserdem kamen alle Mitglieder der Delegation mit einem viel besseren Verständnis für die Lage in Vietnam und einer viel grösseren Hochachtung für das Volk und die leitenden Funktionäre der Demokratischen Republik Vietnam (DRV) zurück.

Die Lage in der DRV ist schwierig. Die Luftangriffe verursachten grosse Schäden. Das trifft vor allem auf die ländlichen Gebiete zu. Hanoi selbst wurde durch die Bombardierungen nicht sonderlich zerstört, obwohl Splitterbomben abgeworfen wurden. Die meisten Eindrücke von den Auswirkungen der Luftangriffe gewannen wir bei der Reise, die uns in den Süden, in die Stadt Nam Dinh und in die Provinz Nam Ha, führte. Dem Bericht des Russell-Tribunals und den Statistiken, die wir von unseren Gastgebern erhielten, ist zu entnehmen, dass weite ländliche Gebiete von den gleichen Verwüstungen betroffen sind, die wir auf der Reise sahen. Wie amerikanische Pressemitteilungen feststellten, wurden grosse Schäden an Strassen und Brücken verursacht; diese hatte man rasch provisorisch repariert. Viele wichtige Fabriken, die Waren für den zivilen Bedarf herstellten, wurden zerstört. Die grosse Textilfabrik in Nam Dinh, die früher 13 000 Arbeiter beschäftigte, wurde beinahe vollständig vernichtet, und dieses Beispiel scheint typisch für das ganze Land. Anfangs wurden die Luftangriffe am Tage durchgeführt und galten militärischen oder industriellen Zielen. Später kamen die Bomber nachts und liessen ihre Bomben offenbar wahllos fallen. Die römisch-katholische

Kathedrale in Nam Dinh, die von eventuellen militärischen Zielen weit entfernt ist, wurde dreimal von schweren Sprengbomben getroffen und ist jetzt eine Ruine. In ihrer Nähe wurde eine ganze Strasse mit Wohnhäusern vernichtet, und dabei kamen viele Menschen um. In dem kleinen Dorf Lieu De, das wir besuchten, wurde die Oberschule teilweise und das Krankenhaus völlig zerstört.

Hohe Moral

Wir mussten uns auf die Aussagen unserer Gastgeber verlassen, dass das ganze Land von solchen Verwüstungen betroffen ist. Aber jedesmal, wenn wir Gelegenheit hatten, ihre Angaben zu überprüfen, fanden wir sie völlig zutreffend; dies ist eine Feststellung, die auch das Russell-Tribunal machte. Wir sahen kaum ein Zeichen von Wiederaufbau. Behelfsmässige Reparaturen werden durchgeführt, aber an einen umfassenden Wiederaufbau wird offensichtlich erst nach dem Kriege gedacht.
Trotz der Schwierigkeiten bleibt die Moral ausserordentlich hoch. Das konnten wir bei jedem erkennen, mit dem wir zusammentrafen, angefangen bei Pham Van Dong und General Vo Nguyen Giap bis zu den einfachen Leuten, mit denen wir während unseres Besuchs in Schulen, Instituten und Fabriken oder auf der Strasse sprachen. Alles scheint sehr gut organisiert. Reis und Fleisch sind rationiert, Fisch ist nicht rationiert. Die Versorgungslage scheint ausreichend, aber sie erfordert eine sorgfältige Kontrolle.

Es ist schwierig in einem Bericht wie diesem die im Lande vorhandene Stimmung wiederzugeben. Trotz des Krieges und der Not ist Hanoi keine abstossende Stadt. Gepflegte Parks, Teiche mit Pagoden am Ufer oder auf kleinen Inseln und die überall vorhandenen Blumen bieten trotz der Massen, die zu Fuss oder auf Rädern unterwegs sind, einen friedlichen Anblick. Sogar die privaten und öffentlichen Luftschutzbunker passen in diese Stimmung ruhiger Zuversicht. Man begegnet nur wenig Soldaten, und es gibt keinen merklichen Mangel an

Jugendlichen im wehrdienstfähigen Alter. Auf Sicherheit wird sehr ungezwungen geachtet. Wir wurden gelegentlich gebeten, nicht in einer bestimmten Richtung zu photographieren. Autos, die das Stadtgebiet verlassen, werden zur Überprüfung ihrer Papiere an Kontrollstellen zum Halten veranlasst, aber Leute, die zu Fuss, mit dem Rad oder mit dem Ochsenkarren unterwegs sind, kommen und gehen ungehindert. Die Raketenstation der Luftabwehr, die wir besuchten, war von keinem Zaun umgeben und wurde nur von wenigen Posten bewacht. Kinder gingen dort ein und aus.

Das kulturelle Leben

In der Stadt herrscht ein reges Kulturleben, bei dem der Krieg still gegenwärtig ist. Es fand eine Ausstellung von Kunstwerken aus dem Süden statt, auf der eine unglaubliche Vielfalt von Stilen und Fertigkeiten vom Schaffen vieler Laienzirkel zeugte. Ein Bild war auf die aufgeklebten Seiten eines Hefts gemalt. Durch die ständige Verwendung von Blumen selbst in Darstellungen von Kriegsszenen wurden sacht die Stimmungen von Mut und Entschlossenheit betont.

Im historischen Museum waren viele archäologische Ausstellungsstücke Nachbildungen, weil die Originale an sicheren Orten aufbewahrt werden. Im Revolutionsmuseum betrachteten wir Kriegsaufnahmen und erblickten unter den Gefangenen eines Saigoner Gefängnisses den Kurator Pham Huy Thong, der uns durch die archäologischen Sammlungen geführt hatte.

Plakate auf den Strassen kündigten ein Bachkonzert an, zeigten auf Karten den neuesten Stand der Kampfhandlungen, enthielten Losungen zur Unterstützung des Südens, gaben die Zahl der abgeschossenen amerikanischen Flugzeuge an und dienten der hygienischen Aufklärung. Ein Kino zeigte einen Film über das Ballett des Bolschoi-Theaters.

In der Provinz Nam Ha berichteten uns die leitenden Funktionäre vom Widerstandskampf; sie waren sehr stolz, dass sie mit dem Abschuss von 98 amerikanischen Flugzeugen

während der Bombardierungen einen Rekord erzielten und dass unter der Losung "Unser Singen übertöne das Krachen der Bomben" die Laiengruppen für Gesang, Dichtung und Schauspiel einen ungeheuren Aufschwung nahmen.

Später besichtigten wir ein unterirdisches Einkaufszentrum und Restaurant (das nach dem Sieg ein feines Café sein wird); dort befand sich an jeder Biegung des Tunnels ein neuer Verkaufsstand, und Blumen gab es ebenfalls, als ob sie sagen wollten: "Die Bombardierungen haben unseren Kampfwillen nicht geschwächt, sie konnten die Weiterentwicklung unserer Schulprogramme nicht aufhalten, und sie haben nicht einmal die Schönheit ausgelöscht."

Kriegsverbrechen

Das Komitee für die Untersuchung der Kriegsverbrechen hat natürlich eine furchtbare Aufgabe. Von Kugeln zerfetzte Wirbelsäulen von Kindern, Bilder von Leichen, Proben von napalmverbrannter Haut, Röntgenaufnahmen, die geschmolzene Knochen zeigten, und Ausstellungsstücke, die die Entwicklung unmenschlicher Waffen veranschaulichen, welche mit harmlosen Namen, wie z.B. "Schmetterling", "Guajave", "Orange", "Ananas" usw., versehen wurden, machten den Besuch schwer. Der Anblick der Verletzten wäre ganz unerträglich gewesen, wenn sie einfach passive Opfer wären. Aber sie waren es nicht. Jeder von ihnen kam freiwillig aus dem Krankenhaus, um uns zu sehen, obwohl eine Frau fast ständig unter den Schmerzen litt, die von Kugeln verursacht werden, welche nicht herausoperiert werden können. Bui Van Vat erzählte uns von seinem Dorf in der Nähe von Da Nang, das von Amerikanern am Tage bombardiert wurde. Eine Phosphorrakete hatte ihm Verbrennungen zugefügt. Vier Dorfbewohner trugen ihn auf der Strasse nach Da Nang, um ihn ins amerikanische Hospital zu bringen, aber sie wurden von einer Streife von 12 Amerikanern gestoppt. Diese töteten die vier, enthaupteten sie und versuchten, auch Vat den Kopf abzuschneiden. Er wurde für tot gehalten, neben der Strasse liegengelassen, am nächsten Abend von der NLF gerettet, einige Monate lang

von ihr gepflegt und dann nach dem Norden gebracht. Wir fragten ihn, warum dies geschah und ob die Amerikaner einen besonderen Zorn auf ihn hatten. Er antwortete, dass sie ihn nie zuvor gesehen hatten, dass sie aber alle Leute in diesem Gebiet als Vietcong ansehen. Wir fragten, ob dies stimme. Vat antwortete, dass sie keine Partisanen waren, aber natürlich alle Patrioten seien.

Weitblick

Die Vietnamesen sehen weit voraus. Sie machen sich bereits jetzt Gedanken über die Eindämmung der Umweltverschmutzung, die Industrien hervorrufen werden, welche noch nicht existieren. Obwohl sie wissen, dass die in der Aufbauphase befindlichen sozialistischen Länder lange Zeit einen Arbeitskräftemangel haben werden, blicken sie über dieses Stadium hinweg und denken an Familienplanung. Sie sehen den Anstieg der Bevölkerungsziffer in Saigon als Teil des Krieges, aber auch als Teil der Gesundung einer korrupten Stadt nach dem Kriege.

Da die Gesellschaft so gut organisiert scheint und die Moral trotz der Zerstörung so hoch bleibt, scheint die Möglichkeit für amerikanische Bombardierungen verschwindend gering, entscheidende Resultate zu erzielen, obwohl durch den Abwurf von Bomben mit Schrapnellwirkung zweifellos viele Zivilisten getötet und viel Leid und Elend verursacht werden können. Man nimmt diese Sache sicherlich ernst, und man ist dabei, in grosser Zahl Luftabwehrraketen in Stellung zu bringen. Da ein so grosser Teil der Industrie jedoch bereits zerstört ist und bessere Lebensbedingungen erst im Entstehen begriffen sind, werden weitere Bombenangriffe schwerlich sehr zerrüttend wirken. Der allgemein verbreitete Standpunkt scheint der von Pham Van Dong zu sein, der erklärt, dass das Volk seit 25 Jahren kämpft und, wenn es sein muss, weitere 25 Jahre kämpfen kann.

Man ist über die Lage im Süden beunruhigt, besonders über das schreckliche Dasein der Dorfbewohner, die nun in

"Konzentrationsräume" gepfercht werden. (11 Prozent der Bevölkerung im Süden leben schon in solchen Gebieten.) Dennoch beurteilt man die Entwicklung im Süden recht günstig. Besonders in den Städten scheint sich die Lage ungünstig für die USA und die Marionettenregierung zu entwickeln.

Errungenschaften

Die bedeutendsten innenpolitischen Leistungen hat die DRV auf den Gebieten der Volksbildung und des Gesundheitswesens aufzuweisen. Es gibt praktisch keine Analphabeten mehr. Alle Kinder bsuchen mindestens eine Vierklassenschule. Etwa ein Drittel besucht eine Siebenklassenschule, und 10 Prozentbesuchen die Zehnklassenschule (Grundplus Oberschule). Vgl. dies mit der Meldung des "Observer" vom 10. Januar 1971, wonach weniger als die Hälfte der Kinder in Südvietnam zur Schule gehen.

Auf dem Gebiet des Gesundheitswesens wurden grosse Fortschritte bei der Herstellung eigener Impfstoffe erzielt. Es gibt keine Epidemien. Die Säuglingssterblichkeit liegt mit 3,5 Prozent ausserordentlich niedrig. Die durchschnittliche Lebenserwartung von 65 Jahren ist für diesen Teil der Welt sehr hoch.

Das Staatliche Komitee für Wissenschaft und Technik ist für viele Fragen der wissenschaftlichen Entwicklung und der Institute zuständig und wird sich wahrscheinlich zu einer Akademie der Wissenschaften entwickeln. Es gibt kaum so etwas wie eine vietnamesische Tradition auf naturwissenschaftlichen Gebiet, und deshalb müssen wichtige und folgenschwere Entscheidungen darüber gefällt werden, welches Gebiet von Wissenschaft und Technik in den Anfangsstadien mehr Unterstützung erhalten soll. Über diese Frage führten wir zahlreiche Gespräche mit Wissenschaftlern, die im Staatlichen Komitee arbeiten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegt in der Wissenschaft und Technik das Schwergewicht auf der Unterstützung der Landwirtschaft und der Leichtindustrie. Der Entwicklung der Schwerindustrie wird nur dann Bedeutung beigemessen, wenn es den Erfordernissen der Landwirtschaft und

der Leichtindustrie entspricht. Wir besichtigten z.B. ein Werk für Dieselmotoren; es geniesst hohen Vorrang, weil die Landwirtschaft diese Maschinen braucht. Die Schwerindustrie wird zu einem späteren Zeitpunkt an die Reihe kommen.

Wir interessierten uns für den Bedarf der Forschungsinstitute und der Bildungsstätten an Büchern und wissenschaftlichen Geräten. Die Apparate, die bisher gespendet wurden, werden sehr geschätzt, aber ihre Zahl ist im Verhältnis zum Bedarf zu gering. Wir brachten Listen der von verschiedensten Instituten dringend benötigten wissenschaftlichen Geräte mit. Die Wissenschaftler stellten diese Listen sehr bereitwillig zur Verfügung. Sie haben fast keine Devisen, und bei der Ausstattung ihrer Laboratorien sind sie fast ganz auf eine solche Hilfe angewiesen.

Einige der besten wissenschaftlichen Institute scheinen die für Biochemie und verwandte Gebiete zu sein; sie wurden dem Ministerium für Gesundheitswesen unterstellt. Zweifellos hängt die ausgezeichnete Gesundheitsfürsorge mit der starken Entwicklung der medizinischen Wissenschaft zusammen.

Es gibt mehr als 30 Hochschulen in der DRV; Universitäten, technische Hochschulen und Lehrerbildungsanstalten. Es gibt einen grossen Wissensdurst, und ein Problem besteht darin, dass zu viele Studenten eine akademische Ausbildung geniessen, während ein grösserer Bedarf an praktischen Technikern besteht. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, wird dem Hochschulsektor nicht gestattet, sich in den nächsten drei Jahren auszudehnen.

Damit wir einen Eindruck von der Arbeit gewinnen, die die wissenschaftlichen Gesellschaften leisten, wurden uns einige Auskünfte über die Physikalische Gesellschaft erteilt. Deren Hauptaufgaben bestehen darin, alle Physiker zusammenzufassen und sie zu veranlassen, sowohl Forschungsaufträge für die Produktion, die Verteidigung usw. durchzuführen als auch unter der Bevölkerung das Verständnis für die Physik

und deren Anwendung zu fördern. Zu den Mitgliedern zählen Hochschullehrer, Oberschullehrer und Physiker, die entweder an Instituten, in der Industrie oder in der Landwirtschaft tätig sind. Nach der Augustrevolution war die Zahl der Physiker sehr gering. Jetzt hat die Gesellschaft rund 3000 Mitglieder.

Kürzlich hielten das Ministerium für Hochschulwesen, das Staatliche Komitee für Wissenschaft und Technik und die Physikalische Gesellschaft einen physikalischen Kongress mit 600 Teilnehmern ab. 111 Referate wurden gehalten; die meisten behandelten die in Vietnam durchgeführte Arbeit, einige Referate wurden aber auch von vietnamesischen Physikern gehalten, die im Ausland tätig sind. Ministerpräsident Pham Van Dong war länger als eine Stunde auf dem Kongress anwesend und forderte die Physiker auf, sich noch aktiver für die Nutzanwendung ihrer Arbeitsergebnisse einzusetzen. Eine Zeitschrift für Physik und Mathematik wird gemeinsam mit der Mathematischen Gesellschaft in vietnamesischer Sprache herausgegeben, die Zeitschrift "Acta Physica" erscheint dagegen fremdsprachig.

1945 bezeichnete Ho Chi Minh den Kampf gegen Unwissenheit, Hungersnot und Aggressoren als Aufgaben an der kulturellen Front, die miteinander zusammenhängen. Bis 1957/58 wurde das Analphabetentum im ganzen Lande überwunden. Die von den Franzosen eingeführte latinisierte vietnamesische Sprache erleichterte diese Kampagne erheblich.

Später war die Entfaltung der Ober- und Hochschulbildung Schwerpunkt. Bei einer rund 20 Millionen zählenden Gesamtbevölkerung besuchen in der DRV 6 Millionen Menschen verschiedene Arten von Schulen. Die Zahl der Hochschulstudenten (72 000) ist noch nicht hoch, sie liegt aber viel höher als zur Zeit der französischen Vorherrschaft, in der die Universität Hanoi mit 700 Studenten die einzige Hochschule in ganz Indochina war.

Die Anwendung der Muttersprache wird auf allen Gebieten von Bildung und Erziehung als sehr wichtig angesehen. Die Erwachsenenbildung ist umfassend entwickelt. Nachdem Erwachsene das Lesen und Schreiben erlernt haben, besuchen viele zweimal in der Woche Abendkurse.

NEUES AUS DEM ALL

Projekt BASch

In Jakutien, wo stabile atmosphärische Bedingungen bestehen, wird ein umfassender Komplex zur Untersuchung von atmosphärischen Schauern (BASch) aufgebaut. Die Messergebnisse werden durch die EDV-Anlage "Nairi" verarbeitet.

Die atmosphärischen Schauer bestehen aus sehr energiereichen Teilchen der Sekundärstrahlung, die bei der Umwandlung der primären kosmischen Strahlung in der Erdatmosphäre entsteht.
Die atmosphärischen Schauer stellen eine wichtige Informationsquelle dar: Die Aufschlüsselung von Informationen über Reaktionen mit der Erdatmosphäre, mit interplanetarer Materie und auf Magnetfelder soll Anhaltspunkte für die Entstehung und Entwicklung des Weltalls und Daten über Prozesse im Planetensystem geben.

Wird die Sonne zum Atommüllplatz ?

Um die gefährlichen radioaktiven Abfälle von Kernreaktoren für immer zu beseitigen, schlagen amerikanische Wissenschaftler vor, diese Substanzen direkt in die Sonne zu schiessen.
Gegenwärtig prüft die amerikanische Atomenergiebehörde bereits die Anwendung des Verfahrens in der Zukunft. Die Realisierung dieses nicht billigen Vorschlages setzt aber eine absolut betriebssichere Raumfähre voraus, an der die NASA arbeitet.

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

H.-I. Meyer
Diplomand
W.-D. Zimmer
Forschungsstudent
Sektion Physik

Kernfusion – Physikalische Grundlagen und technische Realisierung

PHYSIK

Wir wollen uns in einem sehr einfachen Modell den Atomkern des Isotops ${}^{n+p}_{p}X$ aus p Protonen und n Neutronen aufgebaut denken. Von Protonen und Neutronen bilden wir uns weiter die grobe Vorstellung, daß es strukturlose Grundbausteine der stofflichen Materie sind, die sich durch ihre Masse und ihre Ladung charakterisieren lassen.

	Masse/$kg^{-1} \cdot 10^{27}$	Ladung/e
Proton	$M_p = 1{,}6725$	$Q_p = 1$
Neutron	$M_n = 1{,}6748$	$Q_n = 0$

e = Elementarladung

(1)

Die am Kernaufbau beteiligten Protonen und Neutronen bezeichnen wir im folgenden als Nukleonen.
Mit extrem genauen physikalischen Analysemethoden gelingt es zu zeigen, daß die Masse des Atomkernes ${}^{n+p}_{p}X$ $M(p,n)$ ein wenig kleiner ist als die Summe der Nukleonenmassen. Es gilt also folgende Formel

$$\Delta M = p\,M_p + n\,M_n - M(p,n) > 0 \qquad (2)$$

Der Physiker bezeichnet das Auftreten einer solchen Massendifferenz als Massendefekt. Diese Massendifferenz können wir mit Hilfe der berühmten EINSTEINschen Energie-Masse-Beziehung in eine Energie umrechnen.

$$E_B = \Delta M c^2 \qquad (3)$$

Wir bezeichnen E_B als Bindungsenergie. Formel (2) und (3) interpretierend, können wir sagen, daß die Bindungsenergie

eines Atomkerns die Energiemenge ist, die beim Aufbau eines Kerns aus seinen Bestandteilen frei wird, bzw. umgekehrt beim Zerlegen eines Kerns in seine Bestandteile aufgewendet werden muß.

Zur besseren Berechnung von Massendefekten ist es günstig, Formel (2) etwas abzuändern:

$$\Delta M = p\, M_p + n\, M_n - M(n,p) + p\, M_e - p\, M_e$$

$$\Delta M = p\, (M_p + M_e) + n\, M_n - (M(n,p) + p\, M_e)$$

$$\Delta M = p\, M_{{}^1_1H} + n\, M_n - M_{{}^{n+p}_{p}X} \qquad (4)$$

Dabei ist M_e die Elektronenmasse, $M_{{}^1_1H}$ die Masse des Wasserstoffisotops ${}^1_1H$ und $M_{{}^{n+p}_{p}X}$ die Masse des Isotops ${}^{n+p}_{p}X$

(Ein Atom mit p Protonen hat auch p Elektronen, daher: $p\, M_e$ für das gesamte Atom).

Um nun die Bindungsenergie unterschiedlicher Kerne besser vergleichen zu können, definieren wir:

$$e_B = \frac{E_B}{A} \qquad (5)$$

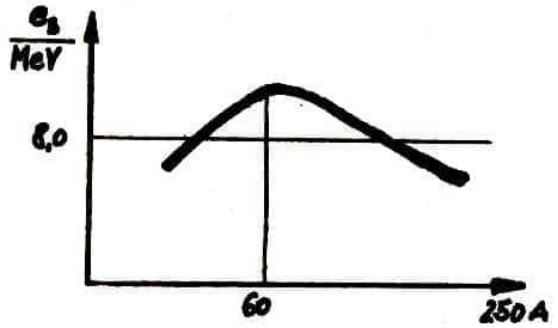
Dabei ist A die Anzahl der Nukleonen im Kern

$$A = n + p \qquad (6)$$

Mit e_B verbindet sich die Vorstellung einer mittleren Bindungsenergie pro Nukleon. Uns interessiert die Funktion

$$e_B = e_B(A) \qquad (7)$$

Die Messungen dieser Größe liefern den folgenden Verlauf:



(8)

Es waren BETHE und WEIZSÄCKER, denen es gelang, unter Annahme komplizierter Wechselwirkungsmechanismen zwischen den Nukleonen, diesen Verlauf auch theoretisch zu begründen. In diesem Rahmen ist es nicht möglich, die theoretische Begründung zu geben.

Wir wollen nun aus dem Verlauf von e_s (A) einige Schlüsse ziehen. Unter dem Aspekt einer Energiegewinnung müssen wir nach Kernreaktionen suchen, die uns in Gebiete höherer Bindungsenergie pro Nukleon führen. Dem Maximum von e_s (A) können wir uns von zwei Seiten nähern, was den beiden uns bekannten Wegen zur Gewinnung von Kernenergie entspricht:

1. Spaltung schwerer Kerne: $A > 66$
   in leichtere Kerne $A \approx 60$ und

2. Verschmelzung oder Fusion leichter Kerne
   zu schwereren Kernen mit $A \approx 60$.

Wir nähern uns also dem Maximum in (8) einmal von rechts und einmal von links. In jedem Fall wird Bindungsenergie frei! (siehe nochmals Def. der Bindungsenergie). Im folgenden wollen wir uns mit der letzteren Variante befassen.

In unseren bisherigen Betrachtungen hatten wir immer stillschweigend angenommen, daß sich Kerne zerlegen bzw. aufbauen lassen, hatten also die Möglichkeit von Kernreaktionen vorausgesetzt. Es erhebt sich die Frage, ob solche Kernreaktionen in der Natur auftreten oder sich technisch realisieren lassen.

Ein Hinweis auf die Existenz natürlicher Kernreaktionen ist die Radioaktivität. Eine bewußte Ausnutzung von Kernreaktionen zur technischen Gewinnung von Kernenergie setzt voraus, daß wir etwas über die Bedingungen wissen, unter denen solche Kernreaktionen, bei uns sind es speziell Fusionen, ablaufen.

Dem aufmerksamen Leser wird nicht entgangen sein, daß sich im Kern auf kleinstem Abstand p positiv geladene Protonen

befinden. Ein Kern würde also wegen der elektrostatischen Abstoßung instabil sein. Wir müssen also schließen, daß im Kern zusätzliche Kräfte zwischen den Nukleonen wirken, die die erwähnten COULOMBschen Kräfte kompensieren.

Die Untersuchung der Natur dieser Kräfte ergibt als wichtigstes Ergebnis, daß es äußerst kurzreichweitige Kräfte sind. Ihre Reichweite, d.h. der Abstand, nach dem sie praktisch Null sind, beträgt $\approx 10^{-13}$ cm. Sie sind damit wesentlich kurzreichweitiger als die COULOMB-Kräfte.

Wollen wir also zwei Kerne verschmelzen, müssen wir sie gegenseitig in den Einfluß ihrer Kernkräfte bringen, d.h. auf Abstände von 10^{-13} cm.

Fortsetzung folgt!

"Er muß irendwo sein. Er hat mir vorhin geholfen, aufzubauen!"

I. Karch
Sektion Chemie
Martin-Luther-Universität
Halle

Molekularsiebe

CHEMIE

Seit einigen Jahren haben die zeolithischen Molekularsiebe ein breites Anwendungsgebiet, das von der Trocknung, Reinigung und Trennung gasförmiger und flüssiger Gemische über die Erzeugung von Hochvakuum bis zur Verwendung als Katalysatoren und Katalysatorträger reicht, gefunden. Mit ihrer Hilfe erreichte man eine Vereinfachung der Technologie mit gleichzeitiger Rationalisierung vieler Prozesse.

Die Zeolithe sind dreidimensional vernetzte Alumosilikate, die über einheitliche innerkristalline Hohlräume verfügen. Diese Hohlräume sind mit Wassermolekülen gefüllt, die durch Erhitzen ausgetrieben werden können. Die entwässerten Kristalle sind hochporös und stellen ein sehr gutes Adsorbens mit spezifischen Adsorptionseigenschaften dar.

Zeolithe kommen zwar in der Natur in grossen Mengen vor, aber selten in reiner Form. Daher sind die natürlichen Zeolithe für viele technische Prozesse ungeeignet.

Anfangs wurden die synthetischen Zeolithe analog ihrer natürlichen Entstehung unter Druck und hoher Temperatur synthetisiert; heute werden sie bei etwa 100° C unter Normaldruck aus wässrigen Lösungen von Alkali, Silikaten und Aluminaten hergestellt. Das feinkristalline Zeolithpulver, das dabei anfällt, wird für den technischen Einsatz mit 10 - 20 % tonartigen Bindemitteln vermischt und zu Strängen oder Kugeln verformt. Unter den zahlreichen synthetischen Zeolithen sind die Typen A, X, Y und Mordenit die wichtigsten.

Titelbild **Elektronenmikroskopische Aufnahme der Oberfläche eines Pollenkornes.**

Alle Zeolithe können durch die Formel

$$(Me_2^{I}, Me^{II})\ O \cdot Al_2O_3 \cdot n\ SiO_2 \cdot m\ H_2O$$

beschrieben werden.
Darin sind n, m Molzahlen und Me^{I}, Me^{II} einwertige bzw. zweiwertige Kationen.
Die Zeolithkristalle sind aus SiO_4 und $[AlO_4]^-$-Tetraedern aufgebaut, die untereinander über Sauerstoffionen verbunden sind. Aus der unterschiedlichen Anordnung der Tetraeder resultieren die verschiedenen Zeolithtypen. Die negative Überschussladung der $[AlO_4]^-$-Tetraeder wird durch Kationen (meist Alkali- oder Erdalkaliionen) ausgeglichen, die sich in den Hohlräumen des anionischen Gitters befinden. Diese Kationen befähigen die Zeolithe zum Ionenaustausch. Der Aufbau eines Zeolithes und die sich aus der Kristallstruktur ergebenden Molekularsiebeigenschaften sollen am Beispiel des A-Typs erläutert werden. 12 SiO_4 und 12 $[AlO_4]^-$-Tetraeder sind zu einem Kubooktaeder aufgebaut. Setzt man 8 Kubooktaeder zu einer Würfelform zusammen, so erhält man eine Struktureinheit des Zeoliths Typ NaA, in deren Zentrum sich ein nahezu kugelsymmetrischer Hohlraum befindet, der einen Durchmesser von 11,4 Å besitzt (s. Abb. 1). Diese Hohlräume sind durch 4,2 Å grosse Porenöffnungen verbunden. Durch Ionenaustausch der beweglichen Kationen können diese Porenöffnungen in gewissen Grenzen variiert werden.

Um ein Molekül in einem Hohlraum zu adsorbieren, muss es zuerst durch diese Porenöffnungen hindurchtreten. Das ist aber nur für die Moleküle möglich, deren kritischer Durchmesser $\leq$ der Porenöffnung ist. Auf diese Weise können z.B. die normal-Kohlenwasserstoffe von den verzweigten und **ziklischen** abgetrennt werden.

Die n-Kohlenwasserstoffe werden vom Molsieb adsorbiert, während die iso-Verbindungen wegen ihres grösseren Durchmessers die Porenöffnungen nicht passieren können.

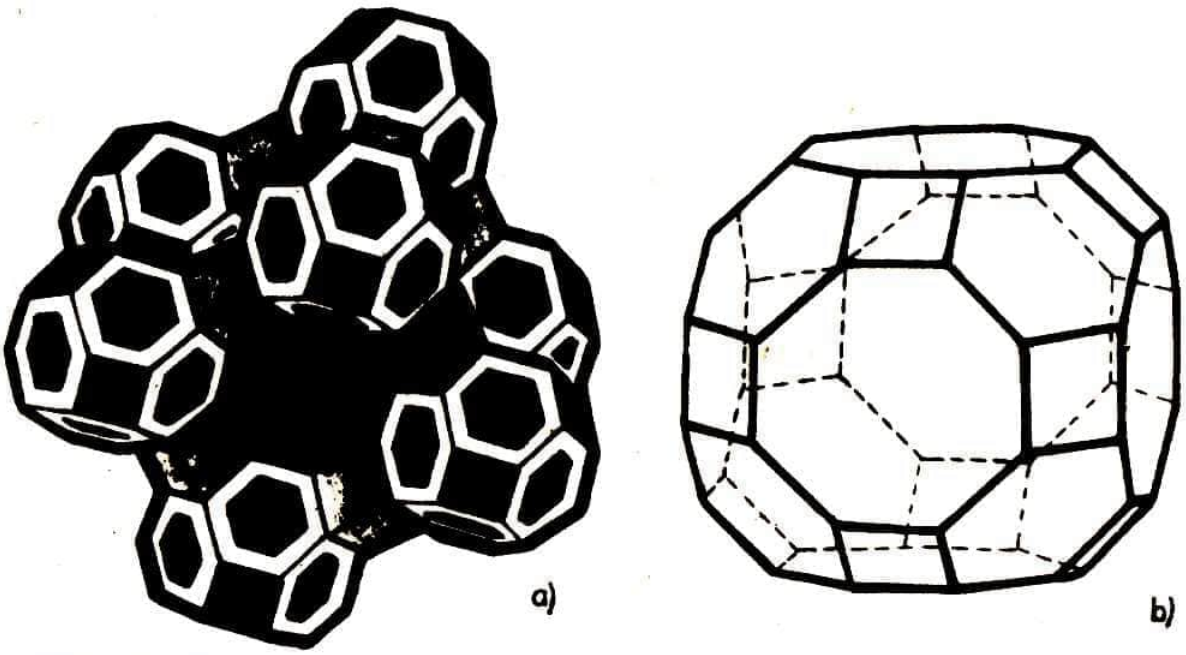


Abb. 1: Struktur des Zeoliths Typ A
a) Anordnung der Kubooktaeder in der Struktureinheit des Zeoliths
b) grosser Hohlraum des Zeoliths

Im Parex-Verfahren, das im VEB Petrolchemischen Kombinat Schwedt aufgebaut wurde, wird dieser Siebeffekt der Zeolithe ausgenutzt, und die n-Paraffine aus Erdölfraktionen am Molsieb 5 AM (Na-Mg-Form des Typs A) adsorbiert und von den anderen Kohlenwasserstoffen abgetrennt. Diese n-Paraffine werden anschliessend aus dem Molekularsieb wieder desorbiert und vielseitig weiterverwendet.
Infolge der starken Polarität der Molekularsiebe werden polare und polarisierbare Moleküle bevorzugt adsorbiert. Besonders für Wasser ist die Adsorptionskapazität bereits bei niedrigen Partialdrücken oder Konzentrationen sehr hoch. So werden z.B. 2o g Wasser von loo g verformter Zeolith 4 A bei 2o° C und 1 Torr Wasserdampfpartialdruck adsorbiert. Aus diesem Grunde lassen sich die Zeolithe für viele Feintrocknungsprozesse von Gasen und Flüssigkeiten erfolgreich einsetzen (Trocknung von Erdgas, organische Lösungsmittel).
Eine weitere Anwendung haben die Molekularsiebe in der analytischen Chemie zur Trennung der Wasserstoff-Formen

und -Isotope, Edelgase und Kohlenwasserstoffe unter Verwendung der Gaschromatographie.

Erwähnt werden muss ebenfalls der Einsatz der Zeolithe in der heterogenen Katalyse, die spezifische katalytische Reaktionen **ermöglicht.**

Das war nur ein kleiner Einblick in das Einsatzgebiet der Molekularsiebe. Zur Zeit werden weitere Anwendungsbereiche erschlossen, so dass die Bedeutung der Molekularsiebe weiter wachsen wird.

PHYSIK

Thomas Quaas
Student der
Medizin. Akademie
Dresden

Elektrischer Strom als Gefahrenquelle für den Menschen

Obwohl man sich den elektrischen Strom aus unserem Leben kaum noch wegdenken kann, sind wir uns über seine Gefahren nicht immer im klaren. Die gleichzeitige Berührung von 2 Punkten verschiedenen Potentials kann zum Stromunfall führen. Bei geerdeten Anlagen kann der Unfallstromkreis durch Berührung eines stromführenden Leiters geschlossen werden. Bestimmend für die Gefährdung sind:

a) Stromstärke, b) Einwirkungsdauer,
c) Stromart, d) Stromweg.

Je nach Beteiligung dieser Faktoren tritt eine Schädigung durch eine der beiden grundsätzlichen Stromeinwirkungen auf den Organismus in den Vordergrund:

1. Erregung der erregbaren Strukturen; dabei ist die Haupt-

gefahr eine Reizung des Reizleitungssystems des Herzens mit den Folgen: Kammerflimmern und Herzstillstand.

2. Wärmeentwicklung (Hitzeschädigung)

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \cdot f$$

a) <u>Stromstärke:</u> sie ist der wesentliche Faktor und abhängig von der Spannung und vom Körperwiderstand (s. Abb. 1). Der Körper stellt einen <u>komplexen Widerstand = Impedanz</u> dar. Die Kapazitäten werden vorwiegend durch Hautschichten gebildet (s. ABb. 2). Der Hauptwiderstand ist die Epidermis; dicke Hornhaut erhöht den Widerstand beträchtlich.
Weiterhin besteht eine starke Abhängigkeit von der Hautfeuchtigkeit. Überschreitet die Spannung eine bestimmte Grösse, wird die "Hautisolierung" durchschlagen.

Bei Wechselspannung 22o V:

Hautwiderstand 8oo - 2ooo Ω
resultierende Stromstärke o,25 - o,11 A.

Wirkung verschiedener Stromstärkebereiche (Stromverlauf Arm zu Arm): Ab ca 1 m A: unangenehmes Gefühl durch Nervenreizung; ca 1o m A: Kontraktion der Arm- und Brustmuskeln; 2o - 25 m A: heftiger Schmerz, Loslassen nicht mehr möglich, Atmung behindert; über 5o m A: vorübergehender Herzstillstand, Rhythmusstörungen; 1oo - 4oo m A: bei Einwirkungsdauer von o,3 sec Herzkammerflimmern. 1oo m A ist die allgemein tödliche Stromstärke bei 5o - 6o Hz. Über o,4 - 4 A nimmt die Gefahr des Kammerflimmerns ab. Über 3 - 1o A Herzstillstand; oft spontan reversibel. Verbrennungen je nach Einwirkungsdauer (Denaturierung von Eiweiss, Bildung von Toxinen, Tod).

b) <u>Einwirkungsdauer:</u> sie ist physikalisch und physiologisch sehr wichtig. Einwirkungsdauern von o,1 sec relativ ungefährlich. o,3 sec Einwirkung von o,1 - 4 A: Kammerflimmern, Herzstillstand, wenn das Herz sich in der Strombahn befindet. Lange Einwirkungen grosser Stromstärken: schwere Verbrennungen.

c) <u>Stromart:</u> Hauptgefahrenquelle: Wechselstrom von 22o V und 5o (oder 6o) Hz; Hautwiderstand für Gleichstrom nur bei niedrigen Spannungen etwas grösser als für Wechselstrom. Bei Niederspannung (1oo - 1ooo V) Herzschädigung, bei Hochspannung (über 1ooo V) Verbrennungen im Vordergrund.

d) <u>Stromweg:</u> am gefährlichsten ist der Verlauf von Arm zu Arm (führt über das Herz). Durchströmung Fuss zu Fuss: keine Herzschädigung.

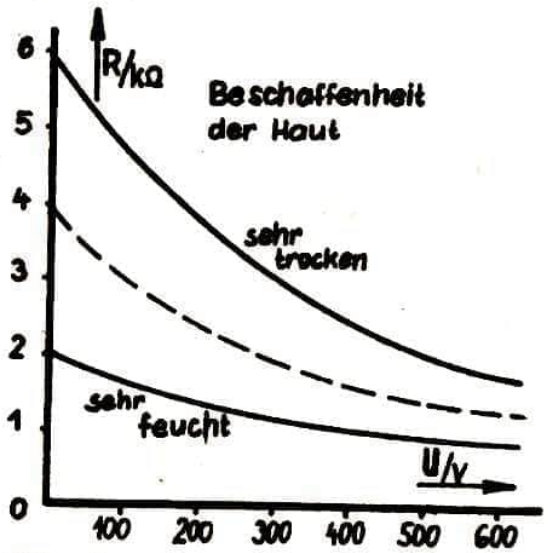


Abb. 1

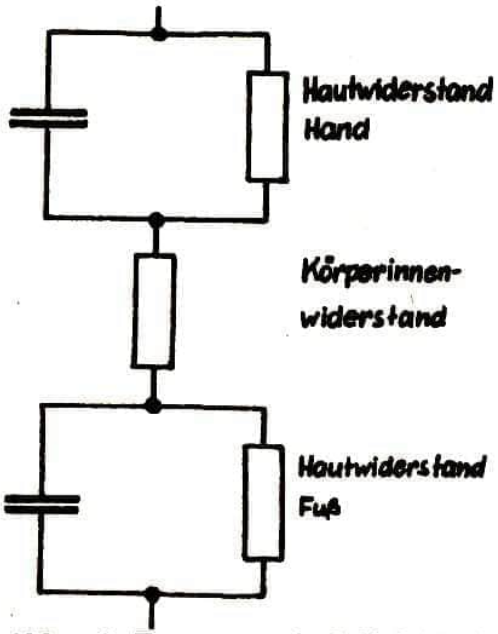


Abb. 2 Ersatzschaltbild des Körperwiderstandes

Versuche mit der Grünalge Scenedesmus obliquus bestätigten, daß Algen-Trockenfutter tierisches Eiweiß bei der Karpfenmast ersetzen kann. Man hielt die Karpfen in einem 22 °C warmen Aquarium und gab ihnen eine Futtermischung von 3/4 Algenpulver und 1/4 Weizenschrot.

Ergebnis: nach 2 Jahren 2 kg Gewicht
Normalgewicht gleichaltriger Karpfen 400 g(!)

Das gute Ergebnis ist zurückzuführen auf ein ausgeglichenes Aminosäuren-Spektrum und auf einen hohen Vitamingehalt der Algen.

WISSENSWERTES

Gravitationsstrahlung - langperiodisch?

Angeregt durch die Messungen des Amerikaners J. Weber zum Nachweis kosmischer Gravitationsstrahlung hat A.J. Anderson von der Universität Upsala Schwankungen in der Bahnbewegung der Marssonde Mariner 6 nachzuweisen versucht, die möglicherweise durch Gravitationswellen ausgelöst werden könnten. Der Effekt wurde mittels Dopplerverschiebung von Radiowellen mit einer Genauigkeit von 10^{-12} gemessen.
Anderson registrierte insgesamt 4 Ereignisse, von denen mindestens zwei seiner Meinung noch als gesichert betrachtet werden können. Die Geschwindigkeitsänderung betrug 3 mm/sec.
Die zwei als sicher betrachteten Ereignisse fallen zeitlich mit den von Weber registrierten zusammen.

S. Engels, A. Nowak
"Auf der Spur der Elemente"; 305 S., 32.00 M

BÜCHERMARKT

Dieses Buch bringt uns in leicht verständlicher Weise und in ansprechender Form das Wissen über die Entdeckung der bekannten chemischen Elemente näher. Die Autoren machen uns mit den Entdeckern bekannt und mit den Menschen, die nach einem Ordnungsprinzip suchten.
Der Bogen der Schilderung spannt sich vom Ursprung der Kultur bis in die jüngste Zeit und führt den Leser auf abwechslungsreichen Wegen durch die Jahrhunderte des historischen Geschehens. Die Verfasser verstehen es meisterhaft, geschichtliche und naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Fakten auf dem Gebiet der Chemie mit der Entwicklung der Technik und der Gesellschaft in ihrem Buch zu verflechten. Der Text wurde bereichert durch eine breite Auswahl von Fotografien und Zeichnungen, die das Lesen dieses Buches zu

einem Vergnügen machen. Jedem chemisch Interessierten sei es hiermit empfohlen.

W. Eisenhuth / A. Lingelbach
»Kleine Chemie«
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie
245 Seiten, 133 Abb., 9.80 M

Mit diesem Buch versuchen die Autoren den jungen Leser näher mit der Materie Chemie vertraut zu machen. Dazu berichten sie über die Eigenschaften, Reaktionen und die Darstellung der wichtigsten Elemente und Verbindungen. Aber nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch wird der Leser an die einzelnen Verbindungen herangeführt. Dazu ist eine reiche Palette an praktisch durchführbaren Versuchen angegeben. Am Endes jedes Abschnittes werden Übungsfragen gestellt, um so das erworbene Wissen besser zu fundieren. Dieses Buch empfiehlt sich also gleichzeitig als ein Lehrbuch für die Schüler der 10. und 11. Klasse. Eine große Zahl von Zeichnungen im Text stellt dem Leser die wichtigsten chemischen Apparaturen in der Technik vor, deren Grundprinzip er so leichter im Zusammenhang erkennen kann.

Seit geraumer Zeit werden an mehreren Institutionen Versuche zur Verständigung zwischen Mensch und Tier durchgeführt. Ein beachtenswertes Ergebnis konnte dabei mit Schimpansen erreicht werden.

Auf Grund des unterschiedlichen Stimmapparates ist eine Verständigung durch die vokale Sprache nicht erreichbar (vier Worte in sechs Jahren Lehrzeit). Durch Erlernen einer gemeinsamen Zeichensprache hingegen konnte erreicht werden, daß das Versuchstier am Ende des dritten Versuchsjahres satzähnliche Kombinationen formuliert (z. B. „bitte schnell öffnen" u. ä.). Dabei ist ein Ende der Lernfähigkeit noch keineswegs erreicht. (per)

U. Steckel
Sektion Biologie

Sozialverhalten im Tierreich

In der Ethologie, der vergleichenden und physiologischen Verhaltensforschung unter dem Gesichtspunkt der biologischen Untersuchung des Verhaltens, gewann das Studium des Sozialverhaltens im Tierreich in den letzten Jahren verstärkt an Interesse. Im Hinblick auf den Menschen ist die Soziologie vor allem der Säugetiere bedeutungsvoll. Daß dennoch so relativ wenig darüber bekannt ist, liegt an methodischen Schwierigkeiten. Nur Freilandbeobachtungen geben einen umfassenden Einblick in das Gemeinschaftsleben einer Tierart und ihre Abhängigkeit von der Umwelt. Derartige Freilanduntersuchungen, besonders bei höheren Primaten, tragen Wesentliches zur Beurteilung der Entstehung des menschlichen Sozialverhaltens bei. Sie gewinnen damit zugleich Einfluß auf das Selbstverständnis des Menschen, wie er heute ist.

Unter Sozialverhalten verstehen wir bei Tieren die Tendenz, bestimmte oder alle Verhaltensweisen in Nähe anderer Individuen oder auf diese bezogen abzuhandeln. Dabei sind theoretisch folgende Bezugsformen möglich: Männchen zu Männchen, Weibchen zu Weibchen, Männchen zu Weibchen, Männchen zu Jungen, Weibchen zu Jungen, Junges zu Jungen, Artgenosse zu Artgenosse, Gruppe zu Gruppe, Einzelgänger zu Gruppe, Individuum zu Gruppe und zwischenartliche Beziehungen.
In jüngster Zeit war man insbesondere durch anglo-amerikanische und japanische Felduntersuchungen darauf aufmerksam geworden, daß Unterschiede im Lebensraum von höheren Primaten zu erheblichen Differenzierungen im Sozialverhalten

führen können. Die Studien ergaben, daß das Verhaltensmuster von vorwiegend in offener Landschaft lebenden und weniger eng an einen dichten Waldbiotop angepaßten Affen (Makaken, Paviane u.a.) keineswegs im vollen Umfang erblich, also arttypisch fixiert ist, sondern einen ganz erheblichen Spielraum für spezielle Anpassungen des Verhaltens an den jeweiligen Lebensraum offen läßt. Genauere Untersuchungen zeigten aber, daß anscheinend den ökologischen Bedingungen des Wohnareals nicht die Hauptrolle bei der Entstehung der auffallenden Variabilität und Flexibilität in den sozialen Strukturformen höherer Primaten zufällt, sondern daß vor allem die psychische Evolutionshöhe diese freie Differenzierbarkeit hervorbringt.
Spezielle soziale Verhaltenstendenzen sind der triebhafte Zusammenhalt der Individuen unabhängig vom jeweils aktivierten speziellen Verhalten, der Trieb, zu einer Gruppe zurückzukehren oder sich ihr anzuschließen und die Beeinflussung des Verhaltens durch die Gruppe, soziale Verständigung, die Tendenz zur Bildung sozialer Hierarchien (Rangordnung), die erhöhte Tendenz, Individuen einer Gruppe persönlich zu kennen und die Tendenz zur Steigerung der Kommunikationsformen.
Zum Problem wird das Zusammenleben von Artgenossen nicht so sehr bei den Familien, Gruppen und Herden bildenden Pflanzenfressern, sondern eher bei den in Rudel lebenden Fleischfressern, die einen eßbaren oder zumindest konkurrierenden Artgenossen leben lassen, weil man zu mehreren doch letztlich eher überlebt als allein. Von entscheidender Bedeutung sind hierbei soziale Verständigungen und Bildung von sozialen Hierarchien.
Die Rangordnung im Tierreich ist der Ausdruck der unterschiedlichen sozialen Stellung von Individuen, die in einer Gemeinschaft leben. Sie ist für die Sozietät positiv, weil sie aggressives Verhalten zwischen deren Angehörigen einschränkt und das Zusammenleben (Integration) der sozialen Hierarchie fördert. Sie wirkt sich vor allem auf das Paarungs- und Be-

gattungsverhalten, das Revierverhalten sowie auf die Nahrungsaufnahme aus und ist nur bei Wirbeltieren typisch entwickelt, bei denen sie meist durch Auseinandersetzungen zwischen den Beteiligten für längere Zeit bestimmt wird. Die Ausbildung einer Rangordnung setzt individuelles Bekanntsein der vergesellschafteten Tiere untereinander voraus. Unter Hühner bildet sich eine regelrechte "Hackordnung" heraus, innerhalb derer die Höhergestellten respektiert werden, während diese alle unter ihnen Stehenden hacken und vom Futter verdrängen. Das ranghöchste Tier, auch als Despot bezeichnet, scheint seine Umgebung zu tyrannisieren.
Der Freizügigkeit des Ranghöchsten stehen auch erhöhte Pflichten gegenüber. Das ranghöchste Tier beobachtet und sichtet schärfer und muß die Nahrungsaufnahme öfter unterbrechen. Ranghohe Tiere locken zur Nahrung und lassen sich (etwa bei Affen) mit Erfolg anbetteln.
Dominanzverhalten läßt sich in Vorstufen bei einigen Insekten und Krebsen erkennen, gut entwickelt ist es bei Fischen, kaum aber bei Lurchen. Unter den Kriechtieren zeigen Eidechsen und Schildkröten soziale Abstufungen. Die bestuntersuchten und häufigsten Fälle liefern jedoch Vögel und Säuger.

Eine wesentliche Voraussetzung für das soziale Zusammenleben von Tieren ist die soziale Verständigung oder Kommunikation, die vorübergehende oder dauernde Kontaktnahme mit einem oder mehreren Tieren derselben Art, einer fremden Art, dem Menschen oder auch bestimmten Objekten. Kommunikationsmittel sind taktile, chemische, optische und akustische Reize. Zu den taktilen Mitteln der Kommunikation gehören die Handlungen sozialer Körperpflege, zu den chemischen die Sekrete aus Duftdrüsen, Duftmarken, die an bestimmten Stellen, etwa als Wegspurung der Ameisen, abgesetzt werden, wie es auch bei Säugetieren zur Markierung des Territoriums häufig vorkommt. Optische Kommunikationsmittel sind bestimmte Bewegungen (Gebärden), oft verbunden mit bestimmten Farben und Formen. Die sozialnegativen, diffus wirkenden Farben und Bewegungen sind,

da sie auf größerer Entfernung wirken müssen, oft viel auffälliger, großflächiger und großräumiger als die sozialpositiven, affinen, die dafür feiner differenziert sind (Mimik). Ähnliches gilt auch für die akustischen Kommunikationsmittel. Generell lassen sich dabei zwei Gruppen unterscheiden: a.) Signale, die mit summativer Wirkung einen angeborenen Auslöse-Mechanismus ansprechen und die Art oder das Geschlecht kennzeichnen und b.) die gestalteten Reizmuster, die vollständig oder gar nicht wirken, der Individualkennzeichnung dienen und damit über angeborene gestaltbildende Mechanismen auf obligatorische Lernvorgänge bezogen sind.

So ergibt sich eine gewissen Übereinstimmung im Aufbau der Lautäußerungen verschiedener Arten aus gleichen funktionellen Anforderungen: Laute, welche leicht zu lokalisieren sind und so den Ort des Senders verraten, stehen meist im Dienste der Balz und der Jungenfürsorge. Laute, welche dagegen schwer lokalisierbar sind, eignen sich besonders als Warnrufe oder werden benützt, um den anschleichenden Räuber zu verwirren; solche Warnrufe bestehen meist aus langgezogenen, reinen Tönen ohne ausgeprägten Anfang oder Ende, erlauben auch nicht viel Variation und werden oft von verschiedenen Tierarten verstanden. Die zuerst genannten, gut lokalisierbaren Laute dagegen beginnen und enden abrupt, sie sind oft obertonreich und werden nicht selten zu Gesängen aneinandergereiht; die praktisch unbegrenzten Kombinationsmöglichkeiten machen solche Rufe besonders für das Erkennen des Artgenossen oder eines bestimmten Individuums geeignet. Über sie lernen Kinder, ihre Eltern nicht mit anderen Artgenossen zu verwechseln, Eltern ihre Kinder, Fortpflanzungspartner einander, Angehörige einer Sozietät sich wechselseitig zu erkennen.

Die Gesamtheit der Kommunikationsmittel kann man als Ausdrucksverhalten zusammenfassen. Mit ihnen werden für die Arterhaltung wichtige Reaktionen ausgelöst (z.B. Fütterung der Jungen), Stimmungen übertragen (z.B. Wanderstimmung),

und Informationen über bestimmte Umweltgegebenheiten übermittelt (z.B. Ort und Art einer Trachtenquelle bei Bienen).

Das Ausdrucksverhalten ist im allgemeinen angeboren, kann jedoch durch Erlerntes erweitert werden. Das Vorhandensein eigens der sozialen Verständigung dienender Verhaltensweisen läßt auf ein hohes stammesgeschichtliches Alter der sozialen Strukturen schließen.

Überschallflugzeugabgase zerstören Ozon

Bisher hat man geglaubt, daß die Überschallflugzeuge in erster Linie durch den in ihren Abgasen enthaltenen Wasserdampf auf die Stratosphäre einwirken. Vor kurzem konnte jedoch nachgewiesen werden, daß die Stickoxide, die in den Abgasen enthalten sind, eine viel größere Gefahr darstellen. Sie könnten einen Teil des Ozonschutzschirms abbauen. Damit könnte energiereichere Strahlung in die tiefere Atmosphäre eindringen.

CHEMIE

D. Szabados, Dipl.-Chem.
Deutsches Brennstoffinstitut Freiberg
L. Dunch, Fo.-Student
Sektion Chemie
Bergakademie Freiberg

Der große Freiberger Chemiker Clemens Winkler (1838-1904)

Den Gästen einer Chemikertagung in Freiberg 1893 schilderte Clemens Winkler den Entwicklungsstand der chemischen Forschung an der Bergakademie mit folgenden Reimen:

Zwar ist's rein anorgan'scher Boden,
Allwo Du stehst und wo du gehst mit jedem
Schritt und Tritt,
Und die sublimsten chem'schen Moden,
Die kennt man nicht und nennt man nicht
und macht sie hier nicht mit.

Von Alkoholen einem nur
Kam man in Freiberg auf die Spur.
Der tut der Kehle wenig wohl,
Der Schwefelalkohol.

Mit Radikalen und Valenzen,
Mit Hydroxyl und Carboxyl, sowie auch mit Struktur
Pflegt Bergmanns Weisheit nicht zu glänzen,
Dieweil Methan, wohl auch Äthan, ihn gründlich
äffen nur.

Doch hat er aus der Berge Schacht
Zwei Elemente neu gebracht,
Dass felsenfest die Lehre steht
Der Periodizität.

Von diesen beiden Elementen, Indium und Germanium, wies Winkler letzteres in dem Silbermineral Argyrodit nach und trug somit zur Vervollkommnung des von D. I. Mendelejeff aufgestellten Periodensystems der Elemente bei. Das neue Element besass die Eigenschaften des Mendelejeff'schen Ekasiliziums. Seine Entdeckung brachte Winkler die Anerkennung seiner Fachkollegen im In- und Ausland ein und war der Ausgangspunkt seiner tiefen Freundschaft zu Mendelejeff. Es wäre aber verfehlt, nur diese Leistung im Schaffen Clemens Winklers herauszustreichen. So versuchte er zum Beispiel, die in der Teerfarbenindustrie benötigte rauchende Schwefelsäure durch katalytische Oxydation des im Röstgas enthaltenen SO_2 herzustellen und legte damit den Grundstein des Schwefelsäurekontaktverfahrens nach KNIETSCH. Die technische Nutzung der Röstgase löste das Problem der Vegetationsschäden, die durch den Hüttenrauch verursacht wurden. Es zeigt sich hierin deutlich die Praxisbezogenheit der Forschung Winklers. Ausserdem hat er sich, wenn

man so will, bereits damals mit Fragen des Umweltschutzes beschäftigt. Die Breite seines Arbeitsgebietes lässt sich an seinen 141 Veröffentlichungen erkennen, die sich vor allem mit Themen aus der analytischen und anorganischen Chemie befassen. Umfangreiche Arbeiten führten zu einem Aufschwung in der Entwicklung der chemischen Gasanalyse, die in der Hütten- und chemischen Industrie wertvolle Dienste leistete. Seiner grossen Experimentierkunst verdanken wir zahlreiche Laborgeräte, die heute aus keinem chemischen Labor mehr wegzudenken sind und von denen besonders die Platindrahtnetzelektrode, die Winklersche Tonesse, der Dreiwegehahn und die Winklersche Gasbürette genannt werden müssen. Der von Winkler ausgearbeitete "Freiberger Aufschluss" ermöglichte neue Mineralanalysen, die nicht zuletzt die Entdeckung des Germaniums begünstigten. In seiner letzten Veröffentlichung im Jahre 19o4 nahm Winkler zu Fragen der Radioaktivität Stellung und zeigte Möglichkeiten der chemischen Forschung auf diesem Gebiet im 2o. Jahrhundert auf.

Für seine wissenschaftlichen Leistungen wurde Clemens Winkler auf vielfältige Weise geehrt. In diesem Zusammenhang ist auf seine Mitgliedschaft in zahlreichen Akademien, die Verleihung der Ehrendoktorwürde der TH Charlottenburg und die Ernennung zum Vizepräsidenten der Deutschen Chemischen Gesellschaft hinzuweisen.
An den grossen Chemiker erinnern heute in Freiberg eine Gedenktafel an dem alten chemischen Institut in der Brennhausgasse, ein im Jahre 191o errichtetes Denkmal, eine nach ihm benannte Strasse und der Clemens-Winkler-Bau, der einen grossen Teil der Arbeitsräume der Sektion Chemie der Bergakademie Freiberg beherbergt. Die Chemische Gesellschaft der D D R verleiht für besondere Leistungen auf dem Gebiet der anorganischen Chemie die "Clemens-Winkler-Medaille".

Das Schaffen Winklers wurde in einer Anzahl von Veröffentlichungen gewürdigt, zuletzt in einer Ausstellung über die Anfänge der Chemie in Freiberg im Rahmen der Chemiedozententagung 1971.

Vollbierinhaltstrinkstoffkomponentenanalyse *)

Amerikanische Chemiker untersuchten Bier mit Hilfe eines gaschromatografischen Verfahrens. Hier ist das Ergebnis:

Dimetylsulfid (ein in reiner Form penetrant riechendes Öl)
Methanal
Äthanal
Methanol
Äthanol
Iso- und n - Propanol
Iso-, sek. und n - Butanol
Iso- und n - Amylalkohol
3 - Methylbutanol-(2)
Methansäure
Äthansäure
Propansäure
Butansäure
Iso - Pentansäure
Hexansäure
2 - Hydroxy - Propansäure
Caprylsäureäthylester
vier verschiedene Ester
acht weitere, nicht identifizierbare Substanzen.

PROST!

*) Siehe auch "impuls 68" 5. Jg. Heft 10 !

"Kannst du mir bis morgen zehn Mark borgen?"
"Habe leider kein Geld bei mir."
"Und zu Hause?"
"Danke, alle gesund!"

Wissen Sie noch was ?

Wir nicht !

Sie sind also der Bäckermeister Müller, Vater von zwölf Kindern?

Nein, ich bin nur sein Helfer!

Rat an alle Raucher unter 18 Jahren! Die Zigarette nie hinters Ohr stecken. Sie wird sonst feucht.

"Der Arzt hat meiner Frau ausdrücklich das Kochen verboten."

"Ist sie denn krank?"

"Nein, ich!"

Die Kosmetik hat ihr schwarzes Werk getan: Die Brünette wurde zur Blondine.

an der grenze der geduld beginnen die konflikte.

Ich fragte mal einen, der für seine langatmigen Referate berüchtigt war, ob es ihn denn nicht aus dem Konzept bringe, wenn die Leute anfangen, auf die Uhr zu schauen. "Nein", meinte er, "erst wenn sie sie an die Ohren halten, um festzustellen, ob sie noch gehen. Dann muß ich mich ein bischen kürzer fassen."

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

	Seite
Liebe Leser	3
Sowjetische Studenten in Jena	5
Wissenschaftliche Kooperation mit der SU	6
Studentenaustausch Jena–Minsk	9
Neue fotografische Materialien	11
Minsker Physikstudenten in Jena	14
Entwicklung der Kernkraftwerke	16
Wirkungsgrad der Sonne	20
Venusforschung	24
Die schaffende Mikrobe	27

Liebe Leser

Der Anlaß zur Herausgabe dieses Sonderheftes ist der 50. Jahrestag der Gründung der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken.
Die Haltung zur SU ist der Prüfstein im Handeln eines jeden fortschrittlich denkenden Menschen. Die SU vermittelt als Pionier des gesellschaftlichen Fortschrittes allen sozialistischen Ländern grundlegende, reiche Erfahrungen für die sozialistische Umgestaltung, sie leistet den größten Beitrag für die Stärkung und Festigung des sozialistischen Weltsystems auf ökonomischem, politischem und militärischem Gebiet, für den Schutz der Errungenschaften der Völker und für die Sicherung des Weltfriedens. Die SU unterstützt nicht nur die sozialistischen Staaten, sondern alle revolutionären Kräfte der Welt. Die KPdSU als Avantgarde der internationalen kommunistischen Bewegung leistet den größten Beitrag zur Anwendung, Weiterentwicklung und Verteidigung des Marxismus-Leninismus. Auch im Rahmen der sozialistischen Integration spielt die SU die entscheidende Rolle. Das widerspiegelt sich gerade auch in der wissenschaftlichen Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten. Viele Wissenschaftler der sozialistischen Bruderländer nutzen die Möglichkeit, die Erfahrungen der Sowjetwissenschaft an Ort und Stelle kennenzulernen und sie für ihre zukünftige Arbeit anzuwenden.
Wir, die Seminargruppe 3 des 3. Studienjahres der Sektion Physik wollen zeigen, wie sich die Freundschaft zur Sowjetunion aus der Sicht der Studenten darstellt. Es ist zur Tradition geworden, daß zwischen der Sowjetunion und der DDR ein Studentenaustausch stattfindet, der zur Befruchtung der wissenschaftlichen Beziehungen unser beiden Länder beiträgt. Jährlich kommen aus der Partneruniversität Minsk sowjetische Kommilitonen zur Weiterführung ihres Studiums

nach Jena. Am Verhältnis zu den sowjetischen Studenten widerspiegelt sich unter anderem unsere Haltung zur Sowjetunion. Neben der staatlichen Leitung der Sektion und der Universität sowie der gesellschaftlichen Organisationen haben auch wir Studenten einen großen Anteil an der Betreuung der sowjetischen Kommilitonen, indem wir ihnen bei der Überwindung von auftretenden Schwierigkeiten helfen Das Studium an der Partneruniversität ist aber nicht die einzige Form des Studentenaustausches. Jährlich fährt ein Seminargruppe unserer Sektion für 4 Wochen nach Minsk, um sich dort über Studium und Ausbildungsziele in der Sowjetunion zu informieren und dort an Praktikas teilzunehmen. Umgekehrt kommt jedes Jahr eine Seminargruppe der physikalischen Fakultät der Minsker Universität nach Jena.
Eines der Arbeitsgebiete von "impuls 68" ist die Korrespondenz mit Universitäten aus der Sowjetunion, insbesonde mit Minsk. Es ist vorgesehen, dadurch die Leser unserer Zeitschrift mit der Sowjetwissenschaft vertraut zu machen und Artikel von sowjetischen Studenten zu veröffentlichen Natürlich ist es uns nicht möglich, die Vielfalt der Beziehungen zur SU umfassend darzustellen, da das den Rahmen dieses Heftes sprengen würde. Wir hoffen aber, Euch an einigen wenigen Beispielen, auch aus der Sicht des Lehrkörpers, einen Einblick in das Verhältnis unserer beiden Länder geben zu können.

WISSENSWERTES

Sowjetische Wissenschaftler haben ein "Wörterbuch" der Delphine erarbeitet. Es handelt sich dabei um eine Karte, auf der die Signale der Tiere klassifiziert sind. Jedes Signal entspricht einer besonderen Situation. Die qualitative und auch quantitative Charakteristik der Delphinlaute und ihre Verbindung mit der jeweiligen Aktivität der Tiere wurde von den Wissenschaftlern festgestellt.

UdSSR 50

Sowjetische Studenten in Jena

Im Dezember 1972 begingen wir den 50. Jahrestag der Gründung der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken. Die Völker der Sowjetunion und die gesamte fortschrittliche Menschheit feierten dieses große Fest. Wir sowjetischen Studenten bereiteten uns auf diesen Tag zusammen mit unseren Kommilitonen vor. Zur Zeit sind wir weit weg von unserer Heimat. Aber wir sind in einem Freundesland und begingen den Tag zusammen mit unseren Freunden. Sicherlich hätten wir dieses große Fest auch gern zu Hause gefeiert, doch wir sind froh, daß wir in der DDR studieren dürfen. So fällt uns die Trennung nicht allzu schwer

Die Tatsache, daß viele sowjetische Studenten in den sozialistischen Ländern studieren und unsere Freunde andererseits in der UdSSR studieren können, ist ein Beispiel echter freundschaftlicher und brüderlicher Beziehungen zwischen den sozialistischen Ländern. Oft wird uns die Frage gestellt: "Warum studieren Sie im Ausland?" Diese Frage kann man nicht sofort klar und eindeutig beantworten. Wir wollten das Land und seine Menschen kennenlernen, unter denen es viele berühmte Persönlichkeiten gab und gibt. Da die Möglichkeit bestand, in der DDR zu studieren, zögerten wir nicht länger. Wenn wir ehrlich sind, so müssen wir sagen, daß wir mit etwas gemischten Gefühlen in Euer Land fuhren. Wie würden uns die deutschen Studenten empfangen,und wie würden wir unter den neuen Bedingungen arbeiten? Unsere Bedenken waren jedoch umsonst. Von Anfang an kümmerten sich die deutschen Studenten mit großer Aufmerksamkeit um uns. Wir wohnen mit ihnen in Studentenwohnheimen. Sie halfen uns, die anfänglichen sprachlichen Schwierigkeiten zu überwinden. Die deutschen Studenten gaben uns zu verstehen, daß wir unter Freunden sind und uns mit jeder Frage an sie wenden

können. Trotz allem war das Studium für uns nicht einfach. Gründe dafür waren unter anderem bestimmte Unterschiede im Bildungswesen und sprachliche Schwierigkeiten. Jedoch diese Startschwierigkeiten sind überwunden, und das Studium bereitet uns jetzt große Freude. Das Leben im Wohnheim ist sehr interessant. Wir haben schon viele schöne Abende mit unseren Freunden verbracht. Dabei gab es oftmals interessante Diskussionen über das Leben, das Studium und unsere Heimat. Wir haben enge Verbindungen zu gesellschaftlichen Organisationen, so zum Beispiel zur FDJ, zur DSF, der Urania des VEB Carl Zeiss JENA und zum Internationalen Club. Diese Abende und Zusammenkünfte verliefen in freundschaftlicher Atmosphäre. Jeder von uns kann sagen, daß er während seines Aufenthaltes in der DDR viel Interessantes gesehen und erlebt hat, was bei uns einen tiefen Eindruck hinterließ. Wir möchten uns daher bei allen Professoren, Hochschullehrern und Mitarbeitern der Sektion für ihre Hilfe bedanken. Die Jahre des DDR-Studiums werden wir niemals vergessen.

Die sowjetischen Studenten
der Sektion Physik

Dozent
Dr. B. Wilhelmi,
Direktor für Forschung
der Sektion Physik

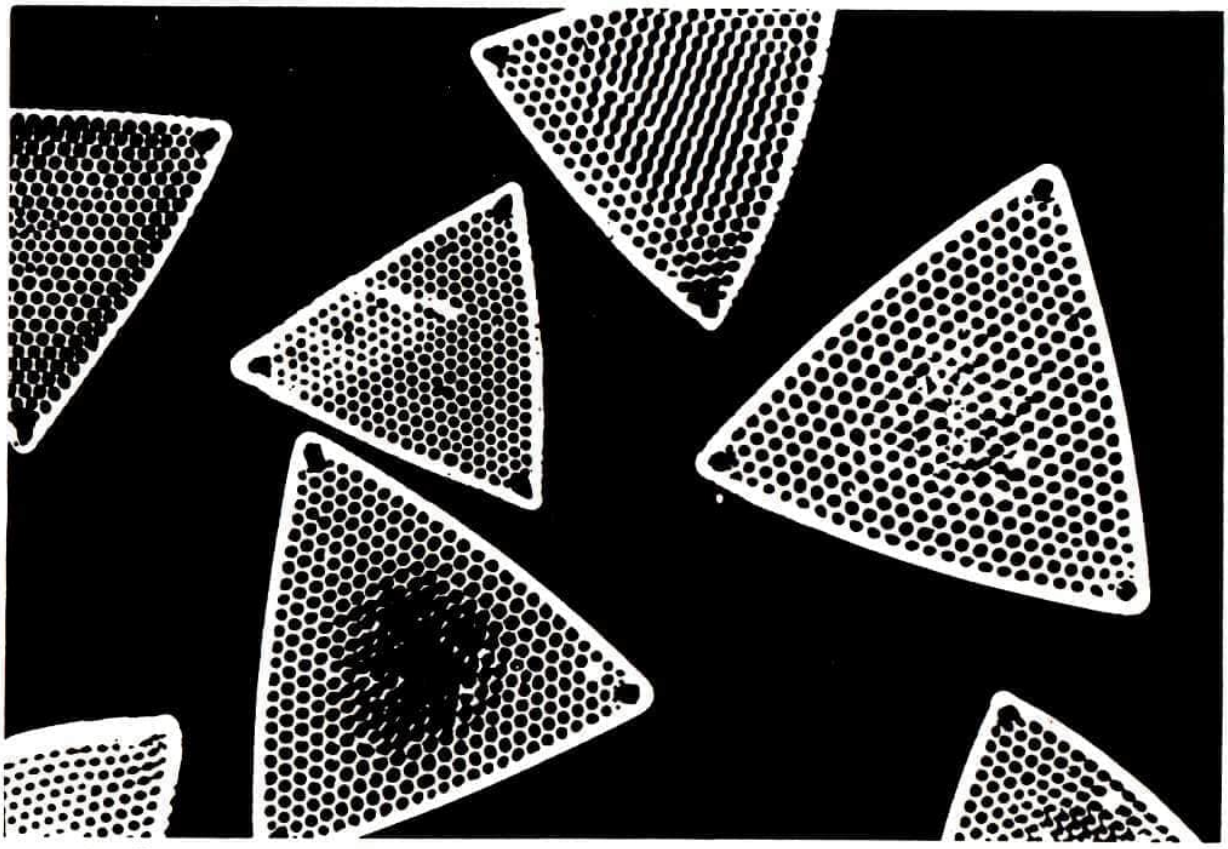
Wissenschaftliche Kooperation mit der UdSSR

In der Forschung der Sektion Physik unserer Universität werden schwerpunktmäßig ausgewählte Gebiete der physikalischen Hauptrichtungen Festkörperphysik und Quantenelektronik/Optik bearbeitet. Diese Forschungen bilden die Grundlage für unsere Ausbildung und sind gleichzeitig orientiert auf die Schaf-

fung von wissenschaftlichem Verlauf für wichtige Zweige unserer Volkswirtschaft: den wissenschaftlichen Gerätebau, die Bauelementeindustrie und die Datenverarbeitungsindustrie. (Bekanntlich werden die meisten unserer Studenten mit Spezialkenntnissen in diesen Hauptrichtungen ausgebildet und dementsprechend in den genannten Industriezweigen eingesetzt).

Die Richtungen Festkörperphysik und Quantenelektronik/Optik werden international wegen ihrer wissenschaftlichen und ökonomischen Bedeutung außerordentlich intensiv bearbeitet und befinden sich in einer stürmischen Entwicklung. Deshalb ist die Frage naheliegend, wie wir auf solchen Gebieten mit vergleichsweise schwachen Ausbildungs- und Forschungspotentialen in der DDR gegen eine starke internationale "Konkurrenz" bestehen und unsere Aufgaben gegenüber der Gesellschaft erfüllen können. Die Antwort ist eindeutig: das ist in der Gegenwart und erst recht in der Zukunft nur möglich, weil die DDR mit der wissenschaftlichen Großmacht Sowjetunion verbündet und weil dieses Bündnis von Möglichkeiten zu vielfältigen Formen der Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen der Sowjetunion gilt.
Die Forschungskollektive aus den Partnerinstituten und aus unserer Sektion tauschen Erfahrungen und Ergebnisse aus, unterstützen sich gegenseitig, stimmen ihre Aufgaben ab, stellen gemeinsame Pläne auf, nutzen gemeinsam Geräte und tauschen Mitarbeiter und Studenten aus. (An dieser Stelle sei bemerkt, daß die gute Vorbereitung der Zusammenarbeit bereits beim gründlichen Studium der russischen Sprache und bei der gründlichen Auswertung der sowjetischen Fachliteratur durch alle Mitarbeiter und Studenten beginnt.
Am Vorabend des 50. Jahrestages der Gründung der UdSSR können wir voll Freude feststellen, daß wir in unserem Bemühen, gute Forschungsleistungen zu erbringen, so starke Verbündete besitzten wie die Physikalischen Fakultäten der Universitäten Minsk und Tbilissi, die Radiophysikalische Fakultät Kiew, das Lebedev-Institut in Moskau, das Joffe-

Institut in Leningrad und die Physikinstitute in Akademgorodok. Mit diesen Einrichtungen verbinden uns nicht nur fachliche Vereinbarungen und Verträge sondern auch zahlreiche persönliche Kontakte und Freundschaften. Jeder Austausch, jeder Besuch ist mit seinen politischen, fachwissenschaftlichen und persönlichen Diskussionen ein lebendiger Beweis deutsch-sowjetischer Freundschaft.
Von diesen international führenden Forschungskollektiven konnten wir bereits viele wertvolle Erfahrungen und Ergebnisse zur Erfüllung unserer Hauptaufgaben übernehmen; mit einem gewissen Stolz können wir aber auch sagen, daß Kollektive unserer Sektion an dieser Zusammenarbeit gute Beiträge geleistet haben. Unser Sektionskollektiv sieht es auch weiterhin als seine Bündnispflicht an, in diesem Prozeß der internationalen sozialistischen Kooperation alle ihm übertragenen Aufgaben termingerecht und mit hoher Qualität zu erfüllen.



Eine Gattung der Meereskieselalge mit flachen, dreieckigen mit einer Sechseckfelderung verzierten Schale.

G. Hüller
Sektion Chemie

Studentenaustausch Jena - Minsk 1972

Für einen Teil der Studenten der Sektion Chemie in Jena ist er schon beinahe fester "Bestandteil" der Ausbildung geworden, der Besuch der Sowjetunion im Rahmen des Studentenaustausches, und es ist durchaus nicht ungewöhnlich, wenn man in dem einen oder anderen Labor der chemischen Fakultät in Minsk nach Kommilitonen aus Jena gefragt wird. Und das erlebt man in einem Land, in dem vor 50 Jahren noch etwa 80 % der Bevölkerung Analphabeten waren !
Es ist erstaunlich, welche Entwicklung seitdem stattgefunden hat. Während einer Woche Aufenthalt in Moskau sahen wir nicht nur die Pracht alter Baudenkmäler, an der Spitze der Kreml, sondern in der Tretjakow-Galerie auch zahlreiche Bilder, auf denen wir Ausschnitte aus dem Leben im alten Rußland betrachten konnten.
Sind wir dort hauptsächlich mit der Geschichte des alten Rußland konfrontiert worden, so war es in Minsk die nach der Jahrhundertwende: Die Anfänge nach der Oktoberrevolution, die beginnende Industrialisierung und wieder die beinahe totale Zerstörung alles Geschaffenen im 2. Weltkrieg, von der zwar nichts mehr zu sehen war, deren Ausmaß uns aber in den errichteten Gedenkstätten und Museen vor Augen geführt wurde.
Erstaunt und erfreut hat uns die Aufgeschlossenheit und Gastfreundschaft, die uns entgegengebracht wurde, mußten wir doch daran denken, daß durch deutsche Soldaten in Belorussland 2,5 Millionen Menschen (das ist ein Viertel der Bevölkerung!) ums Leben kamen.
Doch das Kennen- und Verstehenlernen des Landes war nur ein Teil des Besuchsprogramms.

Im zweiten Teil lernten wir die Labors der chemische Fakultät und des Instituts für anorganische Chemie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR kennen und besichtigten das größte (erst neu erbaute) Kunstfaserwerk Europas in Mogilev, wo man durch Hallen läuft, deren Ausdehnung man sich hierzulande kaum vorstellen kann.
Bei dem Besuch in den Labors zeigte man uns moderne Meßgeräte, von denen wir uns in Jena einige bestenfalls wünschen könnten.
Darüber hinaus lernten wir einige Probleme und Ergebnisse der Forschungsarbeit kennen, von denen uns am meisten die neuen Fotomaterialien (s. den entsprechenden Artikel in diesem Heft) beeindrucken. Der Lehrstuhlleiter zeigte uns ein dickes Buch voller Fotos dieser neuen Art und wir konnten erneut zu dem Schluß kommen, daß die Notwendigkeit, ein bekanntes Verfahren durch ein völlig anderes zu ersetzen, zu Entwicklungen führen kann, die vorher ungeahnte Möglichkeiten eröffnen.
Nicht minder erstaunt waren wir, in einem anderen Labor Kakteen und andere Zierpflanzen zu sehen, die in eine gelbe körnige Substanz eingepflanzt waren und offenbar prächtig gediehen. Später erfuhren wir, daß es sich bei der Substanz um Ionenaustauscher handelt. (vergl. Kurzartikel „Künstliche Böden"
Natürlich trafen wir auch Chemiestudenten, mit denen wir uns ausgiebig über Fragen des Studiums und des späteren Einsatzes in der Industrie "unterhielten" (denn es war ein "Gespräch", das zwar in Russisch, aber unter Zuhilfenahme von Händen, Papier und Bleistift und was es dergleichen noch gibt, geführt wurde), konnten feststellen, daß es viele ähnliche Probleme gibt, aber daß noch manches bleibt, was wir voneinander lernen können.
Als wir nach drei Wochen abreisten und uns auf die heimatlichen Gefilde freuten, hatten wir das Gefühl, Freunde kennengelernt zu haben, denen wir jederzeit willkommen sind.

G. Hüller
Sektion Chemie

Neue fotografische Materialien

Das Wesen des fotografischen Prozesses besteht in der Abscheidung winziger Silber-Keime durch kurze Lichteinwirkung auf eine Silberbromid-Schicht (Bildung des latenten Bildes) und anschließender Behandlung mit einem geeigneten Reduktionsmittel (Entwickler), das weiteres Silber an den Keimen zur Abscheidung bringt dergestalt, daß ein Bild entsteht.

Infolge der breiten Anwendung der Fotografie ist der Bedarf an fotografischen Materialien so groß geworden, daß bei ausschließlicher Verwendung von Silbersalzen damit zu rechnen ist, daß die Silber-Vorräte der Erde in etwa 20 Jahren erschöpft sein werden. Deshalb wird versucht, andere Fotomaterialien zu entwickeln. Sowjetische Wissenschaftler hatten dabei bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen. Sie gingen davon aus, daß einzig für die Keimbildung eine lichtempfindliche Substanz erforderlich ist und daß im Entwicklungsprozeß an diesen Keimen jedes beliebige andere Metall abgeschieden werden kann. Entwprechend kann die Menge lichtempfindlicher Substanz (z.B. AgBr) wesentlich verringert werden, wenn eine geeignete Verbindung eines zweiten Metalls mit eingesetzt wird.

Zuerst wurde als Keimbildner AgBr und als Zweitmetall Kupfer in Form von $CuCl_2$ eingesetzt, daß sich mit Formaldehydlösung (HCHO) an den Silber-Keimen abscheiden läßt. Hiervon ausgehend wurde auch versucht, den Keimbildner AgBr durch eine Verbindung eines anderen Metalls zu ersetzen. Es konnten tatsächlich einige Kombinationen von Verbindungen gefunden werden, die sich für fotografische Zwecke eignen: (Der Übersichtlichkeit wegen seien nur die Metalle

und nicht die eingesetzten Verbindungen angegeben. Das erste Metall fungiert als Keimbildner, das zweite wird an ihm während des Entwicklungsprozesses abgeschieden.)

Cu/Cu
Pd/Cu
Pd/Ni
Pd/Co
Ni/Fe

Man mag sich wundern, daß solch ein relativ teures Metall wie Palladium verwendet wird, um das Silber in der Fotografie zu ersetzen. Doch es ist so, daß für die Keimbildung nur außerordentlich geringe Mengen benötigt werden. So benötigt man z. B. zur Herstellung von 10 000 m^2 Fotomaterial nur einen Liter 0,1 normaler Pd-Salzlösung. (Außerdem wird Palladium - im Gegensatz zum Silber in der Industrie kaum verwendet.)
Bei der Untersuchung dieser Systeme ergab sich nicht nur, daß ein Weg, das Silber in der Fotografie zu ersetzen, gefunden wurde, sondern daß zugleich auch eine ganze Reihe neuer Möglichkeiten gefunden wurden.
Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den Silber-Salzen besteht darin, daß es sich bei diesen neuen Systemen um wasserlösliche Verbindungen handelt, so daß es beispielsweise genügt, gewöhnliches Papier mit dieser Lösung zu tränken, um ein fotografisches Material zu erhalten. (Als andere Trägermaterialien können ebensogut Cellophan und Glas verwendet werden.) Hierdurch ist es wesentlich leichter, eine gleichmäßige Verteilung der lichtempfindlichen Substanz zu erreichen als es bei dem schwerlöslichen Silberbromid der Fall ist.
Darüber hinaus ergaben Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop, daß die Größe der Keime (etwa des Palladium) wesentlich kleiner ist als beim Silber: Während sich beim Silber auf einer Länge von einem Milimeter etwa 5000 Keime bilden können, so sind es beim Palladium etwa 80 000.
Das ergibt die Möglichkeit ein wesentlich größeres Auf-

lösungsvermögen als bei Verwendung von Silberschichten zu erzielen. Theoretisch ist ein Auflösungsvermögen von 2000 Linien pro Millimeter möglich, was bei Dokumentenaufnahmen eine 80 - 100 fache Verkleinerung zulassen würde. Das wiederum wäre für die Herstellung von Mikrofilmen von großer Bedeutung. Ein A4-Blatt würde z. B. auf dem Mikrofilm nur die Größe von etwa 2x3 mm besitzen. Bisher hat man ein Auflösungsvermögen von 500 Linien je Millimeter erzielen können.
Eine weitere interessante Möglichkeit bietet sich bei Verwendung des Systems Ni/Fe als lichtempfindliche Schicht, da man hier ein Bild erhält, das zugleich ferromagnetisch ist, so daß sich hier der Einsatz in der elektronischen Datenverarbeitung anbietet. Diesen hier nur angedeuteten Vorteilen und neuen Möglichkeiten stehen aber auch einige Nachteile gegenüber. Sie bestehen vor allem in einer geringeren Lichtempfindlichkeit als bei AgBr-Schichten, die aber bei industrieller Nutzung unwesentlich ist, da hier der Einsatz entsprechender Apparaturen möglich ist (z.B. wegen der ausgeprägten UV-Empfindlichkeit der Einsatz von Quarzlampen und Quarzoptiken). Darüber hinaus sind diese Materialien bisher noch nicht für künstlerische Zwecke verwendbar. Das ist aber ein Mangel, der sicher noch beseitigt werden kann.

Uhus als »Kammerjäger«

Die Jäger des Gebietes Tomsk bekamen den Auftrag, eine größere Anzahl von Uhus für den Export zu fangen. In einigen europäischen Ländern, wo die Raubvögel fast völlig vernichtet wurden und Nagetiere sich sehr stark vermehrten, sollen die Uhus mithelfen, das gestörte Gleichgewicht der Natur wiederherzustellen.

Minsker Physikstudenten in Jena

Sommer 1971. Aus der Sowjetunion war eine Delegation der mit uns befreundeten Minsker Universität in Jena zu Gast. Das Programm der sowjetischen Kommilitonen sah Abteilungsbesichtigungen unserer Sektion, der Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität, Praktika, Besichtigung der Stadt und ihrer Umgebung und einen vielfältigen Erfahrungsaustausch vor. Dabei ergab sich der Stoff für interessante Gespräche von selbst. Man sprach über neue Erkenntnisse der unterschiedlichsten naturwissenschaftlichen Fachgebiete, über Studienorganisationen, über die gesellschaftlichen Aufgaben der beiden Universitäten usw. Das Ergebnis dieser Gespräche lag in dem besseren Verständnis der Probleme der sowjetischen Freunde und in der Vermittlung eigener bereits gesammelter Erfahrungen.

In einer Aussprache mit Mitgliedern der Komsomolleitung der physikalischen Fakultät der Minsker Universität beratschlagten wir, welche Möglichkeiten es gibt, den Studentenaustausch zwischen unseren Ausbildungsstätten und damit verbunden die freundschaftlichen Beziehungen der Studenten untereinander zu vertiefen.

Dabei gingen unsere Gedanken in Richtung einer Patenschaft zwischen einer Seminargruppe aus Jena und einer aus Minsk. Diese Gruppen sollten in Briefwechsel treten, sich dabei kennenlernen und gegebenenfalls die gegenseitige Betreuung bei einem Studentenaustausch übernehmen.

Die Wahl fiel dabei auf eine Gruppe des 4. Studienjahres in Minsk, die sich bereits durch besondere Aktivitäten empfohlen hatte und auf eine FDJ-Gruppe des 2. Studienjahres, die um den Titel "Sozialistisches Studentenkollektiv" kämpft.

Inzwischen schreiben wir das Jahr 1972. Die Korrespondenz mit den sowjetischen Freunden ist zum festen Bestandteil des FDJ-Lebens unserer Seminargruppe geworden. Die sowjetischen Kommilitonen nehmen aktiven Anteil an der inhaltlichen Gestaltung von "impuls 68", indem sie uns mit Fach-

artikeln ihrer spezifischen Fachrichtungen versehen.
Neben der Korrespondenz über die Seminargruppen interessierende Probleme haben einige Kommilitonen direkte Verbindung zu sowjetischen Freunden aufgenommen und tauschen sich über ihre Hobbys usw. aus.
Das Übersenden von Glückwünschen und kleinen Geschenken zu den Feiertagen beider Länder ist zur guten Tradition geworden. Zur Zeit bereiten sich Mitglieder unserer Gruppe auf einen Praktikumsaufenthalt in Minsk vor. Wir freuen uns darauf, unsere sowjetischen Freunde endlich persönlich kennenzulernen. Doch wir wollen nicht mit leeren Händen vor unseren Minsker Kommilitonen stehen. In Vorbereitung auf diese Zusammenkunft ist ein Diavortrag über Jena, ein kleines Kulturprogramm und ein koordiniertes Aufenthaltsprogramm in Minsk geplant. Jeder Student widmet sich dabei neben seiner fachlichen Arbeit einem genau umrissenen Gebiet des gesellschaftlichen Lebens und berichtet darüber nach seiner Rückkehr.
Wir glauben, daß es nicht das letzte Zusammentreffen von Mitgliedern unserer Gruppen sein wird und hoffen, einige unserer Freunde im Sommer 73 zu den X. Weltfestspielen wiederzusehen.

Grusinische Wissenschaftler haben festgestellt, daß sich Mikroben vorzüglich zum Bau von Staudämmen eignen. Undichte Böden, auf denen normalerweise keine Staudämme errichtet werden, können nach folgender Methode behandelt werden: Eine Erdschicht wird abgetragen, darauf kommen Stroh, Heu oder Maisstengel, die wieder mit Erde bedeckt werden. Das Wasser dringt später bis zu dieser Schicht vor und fördert die Entwicklung von Anaerobien, also Bakterien, die ohne Sauerstoff der Luft existieren können. Diese Mikroben ändern die Bodenstruktur, so daß eine wasserdichte Schicht entsteht.

Die Entwicklung der Kernkraftwerke

Der Sonderberichterstatter der Zeitschrift "Sowjetunion", Jossif NECHAMKIN, interviewte den Chefingenieur der Hauptverwaltung Atomenergie, Staatspreisträger Georgi JERMAKOW. "Ich möchte zunächst auf eine Äusserung Albert Einsteins zurückgreifen. Es heisst, er habe, als er von den realen technischen Möglichkeiten der Freilegung der Kernenergie erfuhr, gesagt: ' Zum erstenmal in der Geschichte werden die Menschen eine Energie nutzen, die nicht von der Sonne herrührt'. Ist es wirklich so notwendig, von den klassischen Arten der Energie zur Kernenergie überzugehen ?"

"Beginnen wir mit Einstein. Bis zum 27. Juni 1954, d.h. bis zur Inbetriebnahme des ersten Atomkraftwerkes in der Sowjetunion und in der Welt, war unsere Sonne tatsächlich der alleinige Schöpfer aller Energieressourcen des Planeten. Der Sonne haben wir die gewaltigen Vorräte an Kohle, Erdöl, Torf und Erdgas im Schosse der Erde zu verdanken. Ihre Strahlen sind es, die das Verdunsten des Seewassers und mithin die Speisung der Flüsse bewirken. Es ist die Energie der Sonne, die sich in den Pflanzen akkumuliert, es ist ihre Wärme, die die Winde in der Atmosphäre entstehen lässt. Wuchs der Energieverbrauch in der Vergangenheit stetig, aber langsam, so ist er im 2o. Jahrhundert sprungartig in die Höhe geschnellt. In den letzten Jahren verdoppelt sich die Weltenergieproduktion alle zehn Jahre.
Diese Lage gibt natürlich Grund zu Besorgnis. Laut Angaben der Weltkonferenz der Energiefachleute kommen die rentablen Vorräte an organischem Brennstoff unseres Planeten 3.5oo Milliarden Tonnen Kohle gleich. Obwohl das eine enorme Menge ist, muss man doch damit rechnen, dass diese Vorräte in hundert Jahren praktisch erschöpft sein werden. "

"Sie haben wahrscheinlich durchschnittliche Zahlen und Fristen genannt. Die Verteilung der brennbaren und anderen Bodenschätze ist aber sehr ungleich ... "

"Ja, gerade deshalb importieren schon heute manche Länder verschiedene Arten von Brennstoff, weil sie keinen eigenen haben, während andere Länder, darunter die Sowjetunion, ihn bereitwillig exportieren. Schon allein die erschürften Vorräte an organischem Brennstoff sind bei uns kolossal."

"Wie denken darüber die sowjetischen Fachleute ?"

"Um ihre Auffassung zu verstehen, müssen wir uns dem realen Bild der Energetik unseres Landes zuwenden. Da es sich um ein enormes Territorium handelt, ist dieses Bild sehr bunt. Die Energieressourcen sind bei uns sehr ungleich verteilt. Überlegen Sie selbst:
Auf den europäischen Teil der UdSSR kommen 11 %, auf den Ural 2 %, auf den asiatischen Teil 87 % unserer Energiequellen.
Berücksichtigt man, dass die beiden erstgenannten Gebiete in den nächsten Jahren etwa 75 % des Brennstoffs und 7o % der Elektroenergie brauchen werden, so wird klar, vor welch komplizierter Aufgabe die sowjetischen Energetiker stehen. Allerdings wird der Bedarf des europäischen Teils des Landes bis zu einem gewissen Masse durch die Energietransporte aus Sibirien und anderen östlichen Bezirken gedeckt werden. Aber schon das Gesagte zeigt, dass es gerade im europäischen Teil der Sowjetunion schon heute wirtschaftlich ist, Kernenergetik zu nutzen.
Für ein Atomkraftwerk mit der Leistung des Nowoworenesher (4 Blocks) würde man täglich 14.ooo Tonnen Kohle brauchen. Das sind 5 Eisenbahnzüge mit Grossraumwagen. Die Leistung des ersten AKW der Welt (bei Moskau) betrug 5.ooo kW. Man schrieb damals das Jahr 1954 ... "
" Ja, das war damals. Heute aber haben selbst einzelne Blocks für die AKWs eine Leistung von 4oo.ooo kW und mehr. Was die Zukunft betrifft, halten wir Atomreaktoren mit einer Leistung von einer Million kW und mehr für durchaus real.

Es ist die Aufgabe der Wissenschaft und Technik der nächsten Jahre, die Produktion mächtiger Reaktoren mit schnellen Neutronen und aller erforderlichen Ausrüstungen dazu in Fluss zu bringen.
Was den wirtschaftlichen Aspekt betrifft, werden die AKWs schon heute konkurrenzfähig gegenüber den Kohlekraftwerken. Wenn wir z.B. einen Vergleich zwischen dem Uglegorsker Wärmekraftwerk und dem bereits genannten Nowoworonesher ziehen, müssen wir feststellen, dass eine "atomare" Kilowattstunde weniger kostet als eine durch Kohle erzeugte. Fassen wir das Ganze zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Die Baukosten eines AKW sind vorläufig etwas höher als die eines herkömmlichen Kraftwerks, deshalb kommt die Energie, die die ersten AKW-Blocks erzeugen, höher zu stehen; aber die folgenden Blocks können mit ihren ökonomischen Kennziffern den herkömmlichen Kraftwerken erfolgreich Konkurrenz bieten, so dass die Gestehungskosten der AKW-Energie niedriger sein können als die der Energie, die in den herkömmlichen Kraftwerken produziert wird."

"Also ist es vorteilhafter, mehrblöckige Atomkraftwerke zu bauen, in denen die Leistung sich mit der Inbetriebnahme der weiteren Blocks nach und nach erhöht ?"
"So ist es. In der Sowjetunion werden immer mehr AKWs mit sogenannten Wasser-Wasser-Reaktoren bei immer höherer Leistung jedes einzelnen Blocks gebaut. Gerade auf diese Erfahrungen stützen sich die sowjetischen Wissenschaftler und Ingenieure, wenn sie ausländischen Kollegen diese Art des AKW-Baus empfehlen. Experten aus der DDR, Bulgarien, Ungarn, wo mit sowjetischer Hilfe AKWs gebaut wurden und gebaut werden, haben diese Empfehlungen gebührend gewürdigt. Was unsere Perspektiven betrifft, möchte ich hinzufügen, dass wir unter anderem bereits den Entwurf eines Atomkraftwerks mit Energieblocks ausarbeiten, deren Reaktoren eine Leistung von je einer Million Kilowatt haben sollen. Der Bau von AKWs mit solchen und noch leistungsstärkeren Blocks ist bei uns für das kommende Jahrzehnt geplant."

"Die Atomenergetik basiert aber doch auch auf dem aus der Erde geförderten Brennstoff, wenn es auch nicht der herkömmliche ist. Die Vorräte an Uran und Thorium in der Erde sind ja nicht unbegrenzt..."

"Das stimmt, aber nicht ganz. Es hängt davon ab, was man unter Vorräten versteht. Meint man die üblichen prospektierten Lagerstätten, so ist ihre Zahl tatsächlich gar nicht so hoch. Die Vorräte an spaltbarem Material auf unserem Planeten sind aber wahrhaftig unbegrenzt, wenn man in Betracht zieht, dass Uran z.B. in fast allen Gesteinen vorkommt und in enormen Mengen im Seewasser enthalten ist. Auf dem VII. Kongress der Weltkraftkonferenz (Moskau, August 1968) rief die Mitteilung englischer Experten grosses Interesse hervor, wonach die Ausgaben für die Gewinnung eines Kilogramms Uranoxyd aus Seewasser selbst während der ersten Versuche 13o Dollar ausmachten. Das ist sechs- bis siebenmal soviel wie die Gestehungskosten des Urans, das aus den Vorkommen gewonnen wird. Man muss jedoch bedenken, dass das die ersten Versuche waren, und darum kann man mit Sicherheit sagen, dass die Atomenergetik der Welt für lange Zeit mit Brennstoff versorgt ist."

"Schon heute haben über 35 Länder ihre eigenen Programme für die Entwicklung der Kernenergetik. Betrug die Gesamtleistung aller AKWs der Welt im Jahre 1965 = 7 Millionen kW, so werden es im Jahre 198o voraussichtlich 15o bis 2oo Millionen kW sein. Es wäre noch zu sagen, dass die Sowjetunion nicht nur als erstes Land den Weg in die Atomenergetik beschritten hat, sondern ihn auch erfolgreich weitergeht. In unserem Land, in dem der erste Reaktor mit schnellen Neutronen geschaffen wurde, sind jetzt Grossreaktoren dieses Typs in Bau; unsere Fachleute haben Anlagen für die direkte Umwandlung der Energie konstruiert, die ersten dieses Typs in der Welt.

Die Erschliessung und Auswertung der atomaren Energetik zerstreut bei den Völkern der Welt die Angst, die die Explosionen in Hiroshima und Nagasaki hervorgerufen haben. Die Menschen werden sich immer mehr davon überzeugen, dass

das Atom keine "böse" Kraft ist, dass nur gewisse Hände sie zu einer solchen gemacht haben. Und je mehr die Menschen über die Atomenergie wissen, je mehr sie ihre Wohltaten nutzen werden, um so verhasster wird ihnen schon allein der Gedanke an die Möglichkeit eines Missbrauchs dieser Energie zum Bösen sein.
Die Sowjetunion verwirklicht nunmehr seit 2o Jahren konsequent ein umfassendes Programm des atomenergetischen Aufbaus. Wir sind an der Entwicklung solcher Programme in allen Ländern der Welt interessiert, denn wir wissen, dass die energetische Ausrüstung der Produktion den Fortschritt gigantisch antreiben kann. Wir helfen allen, die sich für unsere Erfahrungen und unsere Kenntnisse interessieren, und tun alles, damit das Atom stets ein friedliches und gutes Atom bleibt."

Aus "Sowjetunion" 12/1969 gekürzt.

Wie erhöht man den Wirkungsgrad der Sonne?

Die Sonne ist die Quelle der wichtigsten Energiearten, über die die Menschheit verfügt. Die Wasserkraft ist letzten Endes ein Resultat der Wasserverdunstung, die Kraft des Windes rührt von der ungleichmässigen Beleuchtung der Erdoberfläche durch die Sonne her; die bei der Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas entstehende Energie ist umgewandeltes Sonnenlicht, das die Pflanzen und Mikroorganismen in vielen Millionen Jahren aufgespeichert haben. Wir können indes unserer Himmelsleuchte auch ohne diese Vermittler Energie abgewinnen. Es sind Methoden der Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Kraft mit einem Wirkungsgrad von lo % bekannt. Das ist natürlich ein sehr kleiner Wir-

kungsgrad. Man darf jedoch nicht vergessen, dass man selbst dies noch kürzlich für unerreichbar hielt, obwohl die Heliotechnik eine der ältesten Wissenschaften der Welt ist.

Die Sonnenstrahlung erzeugt keine hohen Temperaturen. Sie erhitzt zwar Metalle bis zu einer Temperatur, bei der man sich, wenn man sie berührt, die Finger verbrennt. Aber das reicht nicht aus, um einen effektiven Motor in Gang zu setzen. Dazu bedarf es mächtiger Konzentratoren der Sonnenenergie. Die Sonne scheint mit Unterbrechungen, der Energiebedarf jedoch ist beständig und steigt häufig gerade dann, wenn die Sonne nicht da ist.

In vielen Ländern sind z.B. Sonnenwassererhitzer in Betrieb. Es wurde errechnet, dass ein Quadratmeter eines solchen Wassererhitzers bis zu 2oo kg Brennstoff jährlich einspart. In Frankreich ist ein Sonnenofen mit einer Leistung von 1ooo kW erbaut worden.

In der Sowjetunion reichen die systematischen Forschungen auf dem Gebiet der Solarenergetik bis in das Jahr 1926 zurück. Im Jahre 1949 wurde im Krshishanowski-Institut für Energetik ein heliotechnisches Labor unter der Leitung von W. B a u m gegründet, das viele Arbeiten auf dem Gebiet der Heliotechnik auf die Produktion ausrichtete. Heute besitzt die Sowjetunion vier Zentren, die sich mit Problemen der Sonnenenergienutzung befassen.

Dass die Forschungen auf dem Gebiet der Solarenergetik gerade in Mittelasien und Armenien intensiv betrieben werden, ist leicht zu verstehen. In der Gegend von Taschkent oder Aschchabad z.B. ist der Sonnenenergiestrom, der um die Mittagszeit auf einen Quadratkilometer fällt, der Leistung des Dneprkraftwerks fast gleichwertig.

Kürzlich wurde ein Perspektivplan zur Erschliessung der Wüsten bestätigt, in dem den Sonnenenergieanlagen eine bedeutende Rolle zugewiesen wird. Die Karte der Verteilung der Sonnenstrahlung in den südlichen Republiken der UdSSR zeigt, dass die Wasserversorgung dort der Sonne übertragen werden kann. Man braucht dazu nur Entsalzer und Wasserheber

zu bauen, die durch Sonnenenergie betrieben werden. Ein Solarentsalzer, der seit zwei Jahren im turkmenischen Sowchos "Bacharden" funktioniert, liefert z.B. Wasser zu einem Preis von 1,5 bis 2 Rubeln je Kubikmeter.
Die Erfahrung zeigt, dass, wenn die Entfernung von den Süsswasserquellen mehr als 4o km beträgt, die Entsalzung der unterirdischen Salzwasser mit Hilfe der Sonnenstrahlung vorteilhafter ist als jede andere Methode der Wasserversorgung. Es ist bereits ein wirtschaftlicher Solarwasserheber erarbeitet worden, der das Wasser noch mehr verbilligen wird, (in manchen Bezirken Turkmeniens z.B. kostet das herbeigeschaffte Wasser bis zu 1oo Rubel je Kubikmeter).

Schätzung der Energieressourcen der Erde
(in 1ooo Milliarden kWh)

I. Versiegbare Quellen	
(Gesamtreserve)	
a) Atomkernenergie	547.ooo
b) Erdgas, Erdöl, Kohle	55.ooo
c) Erdwärme	134
II. Unversiegbare Quellen	
(jährlich)	
a) Sonnenenergie	58o.ooo
b) Energie der Gezeiten	7o.ooo
c) Windenergie	1.ooo
d) Energie der Flüsse	18

Aber nicht nur in der Wüste lernt die Sonne neue "Berufe". Beim Bau des Tscharwaker Wasserkraftwerks in der Nähe von Taschkent ist eine 82 m^2 grosse Wassererwärmungsanlage errichtet worden. Im Sommer wird sie die Baustelle, die Kantine und die Duschanlage mit Wasser versorgen, im Winter die Räume beheizen. Mit Hilfe der Sonne werden aber auch niedrige Temperaturen erzeugt. Klimaanlagen in "Solaraus-

führung" kommen fünf- bis sechsmal billiger zu stehen als die elektrischen: Je stärker die Sonne brennt, desto mehr Kälte liefern sie. Es ist ein Projekt für ein "Solarhaus" mit vielen Wohnungen erarbeitet worden, das sich nur durch das Dach von anderen Häusern unterscheiden wird. Auf dem Dach sollen nämlich flache Solarwasserwärmer gebaut werden.

Es gibt bereits einen Entwurf für ein Solarkraftwerk, das jährlich 2,5 Millionen kWh und 2o.ooo t Dampf erzeugen wird. Natürlich kann sich eine solche Anlage nicht mit den modernen Grosskraftwerken vergleichen, aber sie ist imstande, billige Energie zu liefern. Noch wirtschaftlicher wird ein Kraftwerk sein, in dem das Wasser in flachen Solarerhitzungselementen mit hohem Absorptionskoeffizienten fast bis zur Siedehitze gebracht wird. Diese Elemente werden die Wärme an eine Flüssigkeit mit niedrigem Siedepunkt abgeben, deren Dampf einen Generator antreiben soll.

Ein anderes interessantes Gebiet ist die Entwicklung von Kraftwerken, die die Energie der Sonne direkt in elektrische Energie umwandeln werden. Die Raumforschung hat uns bekanntlich die wunderbaren Eigenschaften der Halbleiter, der Thermoelemente und der Fotozellen aufgedeckt.

Alle anderen Energiequellen müssen von der Erde mitgeführt werden, die Sonnenenergie aber ist allgegenwärtig.

Natürlich müssen noch viele schwierige technische Probleme gelöst werden, ehe man Halbleiter und Fotozellen zur Erzeugung elektrischer Energie - nicht nur in kleinen Mengen, d.h. für Sputniks und Raumschiffe, sondern auch in grossem Ausmass, in Solarkraftwerken der Erde - wird verwenden können.

Aus"Sowjetunion"7/1970 gekürzt.

Titelbild Erklärtes Ziel der sowjetischen Weltraumforschung - Eroberung des Kosmos zum Nutzen des Menschen. Seit über 15 Jahren verwirklicht die UdSSR dieses Programm. Unser Bild zeigt die Startvorbereitung eines Raumschiffes vom Typ "Sojus".

Stand der Venusforschung
Ergebnisse von Venus 8

Die interplanetare Station Venus 8 (Start 27.3.1972), deren Ziel die weitere Erforschung des erdnächsten der inneren Planeten unseres Sonnensystems war, hat ihre Mission erfolgreich beendet. Schon während des Fluges wurden Messungen im interplanetaren Raum vorgenommen.
Am 22. Juli 1972, nach 117 Flugtagen, löste sich beim Eintritt in die Venusatmosphäre der Landeapparat von der Station und ging an einem Fallschirm mit einer Geschwindigkeit von 25o m/s auf der beleuchteten Planetenseite nieder. Die Geräte des rund 4oo kg schweren Landeapparates nahmen bis 5o Minuten nach der Landung Druck-, Temperatur- und andere Untersuchungen vor. Die Ergebnisse, deren Auswertung bereits im Gange ist, wurden im Laufe einer Stunde von der Venus zur Erde übertragen.

Zu den Aufgaben von Venus 8 zählte auch, die Beleuchtungsstärke auf der Planetenoberfläche zu messen. Mit Hilfe der dabei gewonnenen Daten ist es möglich, eine Vorstellung davon zu erhalten, wie die Erwärmung der Venusatmosphäre durch die Sonnenstrahlung auf die extrem hohen Temperaturen vor sich geht. Nach den bisherigen Venusmissionen wissen wir, dass die Temperaturen an der Oberfläche unseres Nachbarplaneten bei +475(± 2o)° C liegen. Die Dichte der Atmosphäre beträgt etwa das 6o-fache der irdischen und dürfte auch der Hauptfaktor für die geringen Temperaturunterschiede zwischen der Tag- und der Nachtseite der Venus sein. An der Oberfläche wurden Drücke von 9o ± 15 atm registriert.

Über die Zusammensetzung der Atmosphäre lieferten die Sonden bisher folgende Angaben: Kohlendioxid 93-97 %, Stickstoff und andere reaktionsträge Gase 2-5 %, Sauerstoff o,4%. Der geringe relative Wasserdampfgehalt der Venusatmosphäre, der 1 % nicht überschreitet, ist eines der Rätsel, die die Wissenschaftler gegenwärtig beschäftigen.

Die Venus ist von einer 5-1o km dicken Wolkenschicht einge-

hüllt. Eine darüberliegende 3oo km hohe Ionosphäre besteht überwiegend aus Helium- und Wasserstoffionen. Weiter ist bekannt, dass die Venus keinen Strahlungsgürtel und kein Magnetfeld hat.

Mit dem Landeapparat von Venus 8 konnten erstmals Angaben über den Charakter des Gesteins gewonnen werden. Es wird eine stark zerklüftete Oberfläche mit Höhenunterschieden von 12 - 14 km angenommen.
Durch Radarmessungen von der Erde aus konnten bereits auf der Nordhalbkugel zwei Gebirgszüge von 37oo bzw. 4ooo km Länge festgestellt werden.

Die vom Landeapparat übermittelten Signale befinden sich noch in der Auswertung und es werden gewiss noch neue aufschlussreiche Ergebnisse veröffentlicht.

1975 begrüßen sich Kosmonauten und Astronauten im All!

;ronauten im All !

Noch vor 2 Jahren war es science fiction; vor 1 Jahr Spekulation und heute ist es eine Realität: Die Zusammenarbeit der Sowjetunion mit den USA bei der Erforschung des Kosmos auf bemanntem Gebiet.
Der Vorsitzende des Ministerrats der UdSSR, Alexei Kossygin, und der Präsident der USA, Richard Nixon, signierten am 24. Mai 1972 das historische Abkommen zwischen der UdSSR und den USA über die Zusammenarbeit in der Erforschung und Nutzung des Weltraums zu friedlichen Zwecken.
In dem Vertrag heisst es: " Die Sowjetunion und die USA werden die Zusammenarbeit auf dem Gebiete der kosmischen Meteorologie, in der Erforschung der Umwelt, der Untersuchung des erdnahen Weltraums, des Mondes und der Planeten, in der kosmischen Biologie und Medizin entwickeln. "

Seit 197o treffen sich Spezialisten der UdSSR und den USA regelmässig zu Beratungen in Moskau und Houston. Sie legten

u.a. auf folgenden Gebieten eine Zusammenarbeit fest:

- Austausch von Mondgestein
- Austausch von Daten, die Wettersatelliten beider Länder einbringen
- Gemeinsame Auswertung verschiedener wissenschaftlicher Informationen (vor allem auf dem Gebiet der Weltraummedizin)
- Vereinheitlichung der Kopplungssysteme von Raumschiffen und -stationen, so dass für in Not geratene Raumfahrer von beiden Staaten Hilfe geleistet werden könnte.
- Durchführung gemeinsamer bemannter Raumflüge zur Erprobung der Kopplungssysteme.

Die ersten 3 Punkte werden bereits aktiv praktiziert. So übergab die Sowjetunion Mondproben von Luna 16 und 2o sowie Fotos vom Landeort der Stationen und diverser Gesteinsproben. Die USA revanchierten sich mit Proben und Fotos von Apollo-Unternehmen. Als Frank Borman, Kommandant von Apollo 8 die Sowjetunion besuchte, befand sich unter seinen Geschenken auch ein 4oo g schwerer Stein, den die Apollo-11-Besatzung mit zur Erde gebracht hatte.

Seit November 1971 besteht zwischen dem sowjetischen Auswertungszentrum und dem Jet Propulsion Laboratory in Pasadena ein heisser Draht. Entsprechend den Vereinbarungen übermitteln sich beide Staaten die neuesten Forschungsergebnisse vom roten Planeten, die sie von ihren Marssonden erhalten.
Nach der Weltraumkatastrophe von Apollo 13 waren beide Seiten bestrebt, so schnell wie möglich ihre Kopplungssysteme zu vereinheitlichen, so dass im Notfall von beiden Staaten Hilfe geleistet werden kann.

Am 24. Mai 1972 wurde nun das Abkommen unterzeichnet. Es sieht zunächst einen gemeinsamen bemannten Raumflug vor. Für den ersten 14-tägigen Gemeinschaftsflug im Juni 1975 wurde von der gemischten Expertenkommission folgender Flugplan vorgeschlagen:
1. Start eines Sojus-Raumschiffes mit dreiköpfiger Besatzung

2. Start eines Apollo-Raumschiffes mit Kopplungssektion durch eine Saturn-1 B
3. Kopplung Apollo-Sojus
   gemeinsame wissenschaftliche Arbeiten;
   gegenseitige Besuche.

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

Die schaffende Mikrobe

Die erste Fabrik für die Erzeugung von Futtereiweiß aus Erdölprodukten - die erste dieser Art in der Welt - nahm in der Sowjetunion die Produktion auf. Damit wurde ein bedeutender Schritt auf dem Wege zur Lösung des überaus wichtigen Problems - der Überwindung des Eiweißmangels - getan.
Darüber berichtet der Leiter der Hauptverwaltung für mikrobiologische Industrie beim Ministerrat der UdSSR, W. B e l j a j e w .

Frage: Gegenwärtig wird in der Welt sehr viel über das Eiweißproblem gesprochen und geschrieben. Bitte sagen Sie, worin besteht dieses Problem und wie ist es entstanden?

Antwort: Kurz gesagt, das Eiweißproblem ist eine der wichtigsten Fragen des gesamten Problems der Ernährung der Weltbevölkerung. Bekanntlich erlebt die Welt in den letzten Jahrzehnten ein stürmisches Wachstum der Bevölkerung, das man häufig als "demographische Explosion" bezeichnet. Aus dieser Tatsache ergibt sich für die Menschheit die Aufgabe einer rapiden Vergrößerung der Lebensmittelproduktion.

Das Eiweiß spielt aber in unserer Ration eine besondere Rolle. Es ist nämlich der wichtigste "Baustoff" für den

Organismus, und der Mangel an Eiweiß in der Ernährung kann durch nichts ersetzt werden. Für die normale Lebenstätigkeit des Menschen sind täglich bekanntlich ungefähr 100 g Eiweiß nötig, vor allem in Form von Fleisch, Milch, Ei und Quark, also von tierischen Produkten. Das tierische Eiweiß, das seinem Aufbau nach den Eiweißstoffen des menschlichen Organismus am nächsten kommt, spielt demnach eine wichtige Rolle bei der Eiweißversorgung des Menschen. Das pflanzliche Eiweiß, das z.B. im Brot, in Reis und Hülsenfrüchten enthalten ist, unterscheidet sich vom tierischen Eiweiß durch seinen Aminosäurebestand und ist nicht so wertvoll wie jenes. Die erwähnte Eiweißnorm muß zu 60 bis 70 Prozent aus tierischem Eiweiß bestehen. Heute gibt es aber in der Welt sehr viele Menschen, deren Ernährung nicht die nötige Menge tierischer und auch pflanzlicher Eiweißstoffe enthält, d.h. daß in vielen Ländern der Welt, insbesondere in den Entwicklungsländern, ein bedeutender Eiweißmangel herrscht.

Laut den Angaben der UNO-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) ist dieser Mangel so groß, daß ein Drittel der Erdbevölkerung akut darunter leidet.

Frage: Welche Maßnahmen sind möglich und nötig, um diesen Mangel zu beseitigen?

Antwort: Selbstverständlich muß man in erster Linie die Lebensmittelproduktion durch die traditionellen Methoden vergrößern, d.h. durch die Steigerung der Ertragfähigkeit der Kulturen und der Produktivität der Viehzucht wie auch durch die landwirtschaftliche Nutzung von Brachland und dgl. mehr. Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion erfordert aber große Bodenflächen und hängt in allen Fällen von der Fruchtbarkeit der Böden, den Klimabedingungen und vielen anderen Faktoren ab. Aus diesem Grund ist es unbedingt nötig, neben der Entwicklung der landwirt-

schaftlichen Produktion nach grundsätzlich neuen Wegen der Gewinnung von Lebensmitteln, vor allem aber von Eiweiß, zu forschen. Einer dieser grundsätzlich neuen Wege besteht in der Gewinnung von Eiweißen der Mikroorganismen.

Frage: Hier kommen wir wohl unmittelbar an das uns interessierende Problem heran. Was könnten Sie unseren Lesern über dieses Mikroorganismeneiweiß mitteilen?

Antwort: Mikroorganismen, namentlich Hefepilze, Bakterien und Algen, besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die es erlauben, sie als sehr aussichtsreiche Eiweißquellen zu betrachten. Sie zeichnen sich durch eine enorme Wachstums- und Vermehrungsgeschwindigkeit aus. Hier ein Beispiel: Einen Stier muß man mindestens 12 Monate mästen, bis er ein Gewicht von 500 kg erreicht; eine Industrieanlage liefert die entsprechende Menge von Eiweiß mit Hilfe von Mikroorganismen im Laufe von 15 bis 20 Minuten. Ein ganzer Stier binnen einer Viertelstunde! Dabei ist zu berücksichtigen, daß Rindfleisch mittlerer Qualität bis zu 20 Prozent und Hefe 50 bis 60 Prozent Eiweiß und außerdem eine bedeutende Menge wichtigster Vitamine der Gruppe B enthält.

Besonders wichtig ist jedoch der Umstand, daß Hefe- oder Bakterieneiweiß im Industrieverfahren in beliebigen Mengen gewonnen werden kann, und zwar mit Hilfe verhältnismäßig billiger Rohstoffe. Die Gewinnung von Mikrobeneiweiß ist an keine großen Ländereien gebunden und hängt in keiner Weise von den Klimabedingungen ab. Professor Daniel Wang, ein bedeutender amerikanischer Fachmann auf diesem Gebiet, sagte zum Beispiel: "Eine große Mikrobeneiweißfabrik kann selbst in der Wüste arbeiten, wobei für ihre Bedienung nur wenige qualifizierte Mitarbeiter nötig sind."

Frage: Sie sagten, daß Mikroorganismen mit Hilfe verhältnismäßig billiger Rohstoffe zu züchten sind. Welche Rohstoffe sind das?

Antwort: Zur Gewinnung von Hefe- oder Bakterieneiweiß können verschiedene Industrieabfälle verwendet werden: Melasse, Holz, Maiskolbenstiele, Samenschalen der Sonnenblumen, Baumwollkapseln usw. Aus diesem Rohstoff werden gegenwärtig in der UdSSR über 250.000 t Hefe produziert, die zur Anreicherung des Viehfutters dienen. Die Ressourcen dieser Art Rohstoffe sind jedoch verstreut und die Möglichkeiten ihrer wirtschaftlich rentablen Konzentration ziemlich gering. Daher gilt es, neben ihrer Nutzung auch nach anderen Rohstoffquellen zu forschen. Eine der größten und aussichtsreichsten Quellen dieser Art bildet das Erdöl, genauer gesagt, die im Erdöl enthaltenen Paraffine.

Frage: Die Mikroorganismen sind doch Lebewesen. Können sich denn Lebewesen von Erdöl ernähren?

Antwort: Ja, eben! Das wurde bereits Anfang unseres Jahrhunderts festgestellt. Viele Mikroorganismen, Bakterien, Hefepilze und andere können sich von Erdölprodukten ernähren. In der ganzen Welt versucht man heute, diese Gelegenheit zu nutzen, um die für die Menschheit lebenswichtige Aufgabe der Gewinnung von Futtereiweiß zu lösen und in der Zukunft auch die Eiweißproduktion für Ernährungszwecke einzuleiten. Die Erdölvorräte der Welt sind groß genug, um den Eiweißbedarf der Menschheit, selbst bei einer stürmischen Bevölkerungszunahme, auf weite Sicht hin zu decken.

Frage: Wie weit sind die Forschungen auf dem Gebiet der Eiweißgewinnung aus Erdölprodukten?

Antwort: Den Publikationen nach zu urteilen befassen sich im Ausland mit diesem Problem über 40 Organisationen und Firmen.
Bei uns im Lande arbeiten auf diesem Gebiet mehrere Forschungsstätten. Ihre Arbeiten ermöglichen die industrielle Produktion von Futtereiweiß aus vorgereinigten flüssigen Erdölparaffinen. Bereits Anfang 1968 nahm bei uns die erste Fabrik der Welt für die Gewinnung

von Hefeeiweiß aus diesem Rohstoff die Produktion auf. Die Jahresleistung dieses Betriebs beträgt 12.000 t . Das gewonnene Produkt zeichnet sich durch hohe Reinheit und vorzügliche Futtereigenschaften aus. Wir können schon heute sagen, daß diese Produktion wirtschaftlich gesehen sehr aussichtsreich ist.
Das ist ein großer Erfolg der sowjetischen Wissenschaft. Viele ausländische Gesellschaften erklärten zwar, daß sie ähnliche Betriebe bauen wollen, was bisher jedoch noch nicht geschehen ist.

Bei uns werden Verfahren einer industriellen Gewinnung von Futtereiweiß unmittelbar aus Gasölen erarbeitet, und zwar unter Ausnutzung der im Gasöl enthaltenen flüssigen Paraffine. Dieses Verfahren ermöglicht die gleichzeitige Gewinnung von zwei wertvollen Produkten - Futterhefe und Gasöl (Dieselkraftstoff) höchster Qualität.

Frage: Sie sagen Futtereiweiß und Futterhefe. Zu Anfang unserer Unterhaltung sprachen wir aber vom Eiweiß für die Ernährung des Menschen, wie vereinbart sich das miteinander?

Antwort: Ja, aus Erdölprodukten wird tatsächlich Futtereiweiß gewonnen. Doch das durch Eiweiß angereicherte pflanzliche Futter trägt zur Steigerung der Viehzuchtproduktivität bei und bietet folglich die Möglichkeit, das für den Menschen so nötige tierische Eiweiß in größeren Mengen zu gewinnen. Das ist auch unsere erstrangige Aufgabe.

Frage: Sie sprachen vom Mikrobeneiweiß als von einem vollwertigen Eiweiß. Ist es im Prinzip möglich, dasselbe unmittelbar für die Ernährung des Menschen zu nutzen?

Antwort: Das ist eine Frage der Zukunft. Hier müssen noch viele wissenschaftliche Probleme gelöst werden. Eines steht immerhin fest: Die Errungenschaften der modernen Mikrobiologie bieten die Möglichkeit, die Lebensmittelressourcen der Menschheit zu vermehren.

Aus "Sowjetunion" 8/1970

Die Redaktion wünscht allen Lesern ein gesundes und erfolgreiches Jahr **1973!**

Trotz auftretender Schwierigkeiten werden wir uns die größte Mühe geben.

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)

Anschrift: „impuls 68"
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Lehrerstudium (Mathe/Physik) an der FSU 3
Kernfusion 8
Chemische Thermodynamik III 11
Wie viele Menschen kann die Erde ernähren? 17
Albert Einstein 23
Chemie im Haushalt 25
Lexikon 30
Büchermarkt 31

Das Lehrerstudium der Fachkombination Mathematik/Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Wir wenden uns heute an Sie persönlich in einer für Ihre weitere Entwicklung bedeutsamen Angelegenheit. In absehbarer Zeit wird sich für Sie die Frage der Berufswahl immer dringlicher stellen. Unser Anliegen ist es, Ihnen dabei zu helfen. Wir wollen Ihnen durch einige Informationen über Ausbildung und Aufgaben des Fachlehrers für Mathematik und Physik diesen schönen und verantwortungsvollen Beruf näher bringen. Erlauben Sie uns zuerst einige grundlegende Bemerkungen.

Die entwickelte sozialistische Gesellschaft in der DDR stellt an Bildung und Erziehung der jungen Generation ständig wachsende Anforderungen. Unser sozialistisches Bildungssystem beeinflußt immer stärker das Tempo und die Qualität der Entwicklung aller Teilbereiche des gesellschaftlichen Lebens. Zu einem entscheidenden Faktor der Wirksamkeit des sozialistischen Bildungssystems ist die Erziehung und Ausbildung der künftigen Lehrer geworden. An dieser verantwortungsvollen Aufgabe haben die Mathematik und die Naturwissenschaften einen hervorragenden Anteil. Die Qualität des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts mit seinem Beitrag für die politische, moralische, ästhetische, intellektuelle Bildung und Erziehung hängt in entscheidendem Maße von den moralischen fachlich-methodischen Qualitäten des Lehrers ab. So ist der Beruf eines Fachlehrers für Mathematik und Physik ein hochinteressanter, den ganzen Menschen und die ganze Schöpferkraft fordernder Beruf, der gekennzeichnet ist durch eine besonders hohe Verantwortung für die sozialistische Bildung und Erziehung. Im folgenden sollen Sie einige Einzelheiten erfahren.

1. Anforderungen an den Studienbewerber

Für die Aufnahme des Studiums ist das Abitur Voraussetzung. Zur Zeit besteht für Schüler der Vorbereitungsklassen der EOS und Absolventen der POS die Möglichkeit, in einem Jahr in einem Vorkurs die Studienberechtigung für das Fachlehrerstudium Mathematik/Physik zu erwerben.

Unsere Erfahrungen mit dieser Form der Vorbereitung auf das Hochschulstudium lehren, daß anfängliche Unterschiede in den Vorkenntnissen durch systematisches und zielstrebiges Arbeiten unter der Anleitung erfahrener Pädagogen schnell beseitigt werden konnten. Dabei zeigte es sich, daß die oft vorhandenen Vorbehalte gegenüber den Fächern Mathematik und Physik sich als nicht gerechtfertigt erweisen.

Wir erwarten von Ihnen gute Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in Mathematik und Physik, aber auch in allen anderen Fächern sollten gute und zufriedenstellende Leistungen vorhanden sein. Was Sie mitbringen müssen, ist Interesse an den Studienfächern und am Lehrerberuf; Liebe zu den Kindern und Freude an der Arbeit mit ihnen sind Kennzeichen für diesen Beruf. Ihre frühzeitige Entscheidung, Lehrer zu werden, hilft Studium und spätere Tätigkeit vorzubereiten. Zu dieser Vorbereitung gehören insbesondere die verstärkte Aktivität im Unterricht, Beteiligung an mathematischen oder physikalisch-technischen Arbeitsgemeinschaften, Studium mathematisch-physikalischer Schülerzeitschriften wie "Wurzel" und "Impuls". Aus den vorangestellten Ausführungen konnten Sie die große Bedeutung der politisch-ideologischen Arbeit des Lehrers erkennen. Durch eine aktive Mitarbeit bei der Lösung gesellschaftlicher Aufgaben sollten Sie als zukünftiger Lehrer Vorbild sein.

2. Charakteristik des Studienganges

Wir wollen Ihnen jetzt einige wesentliche Etappen und Bestandteile Ihres zukünftigen Studiums aufzeigen.

Das Studium dauert vier Jahre und schließt mit der Verleihung des 1. akademischen Grades "Diplomlehrer" ab. Unabhängig von der Wahl der Fachrichtung werden Sie eine umfassende Ausbildung in Marxismus-Leninismus, den Erziehungswissenschaften (Pädagogik, Psychologie) und Methodiken sowie in Fremdsprachen und Sport erhalten.

Die Ausbildung im Fach Mathematik umfaßt ein zweijähriges Grund- und zweijähriges Fachstudium. Sie erhalten ein gut fundiertes Grundlagenwissen in Analysis, Algebra und Arithmetik, Geometrie und Numerischer Mathematik. Dieser Grundkurs schafft für Sie eine wesentliche Voraussetzung für die Erteilung eines modernen wissenschaftlich-fundierten Unterrichts. In den ersten zwei Jahren werden Sie in die Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens eingeführt und lernen für die Mathematik und Physik typische Denk- und Arbeitsverfahren kennen. In den Vorlesungen werden Ihnen Grundkenntnisse über umfangreichere Stoffgebiete vermittelt und typische Probleme behandelt.

Die Übungen dienen der Klärung, Festigung und Vertiefung des in der Vorlesung behandelten Stoffes. Die Proseminare dienen besonders der Entwicklung Ihrer wissenschaftlich-produktiven Tätigkeit. Nach Abschluß des Grundstudiums werden Sie die Gebiete der Schulmathematik unter exakten mathematischen Gesichtspunkten sehen und den Stoff selbst beherrschen.

Das Fachstudium umfaßt einen obligatorischen und einen wahlweise obligatorischen Teil. Der obligatorische Teil umfaßt die Numerische Mathematik und Rechentechnik, Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, Grundlagen der Mathematik und Geschichte der Mathematik.

Diese Disziplinen sollen Ihnen tiefere Einsichten in mathematische Begriffsbildungen ermöglichen und moderne Entwicklungstendenzen aufzeigen. Im Rahmen des Fachstudiums findet ein vierwöchiges Fachpraktikum statt. Hier sollen Sie Ihr erworbenes Wissen selbständig und schöpferisch anwenden. Im wahlweise obligatorischen Teil beschäftigen Sie sich dann mit einem speziellen Gebiet.

Das Studienprogramm im Fach Physik wurde in den letzten Jahren durch eine zentrale Fachkommission völlig neu festgelegt. Wesentlicher Gesichtspunkt war dabei das Ziel, den Studenten das Studium bei hohem Niveau zu erleichtern. Als Hauptbestandteil dieses Physikstudiums erwartet Sie ein Grundkurs in Physik, der sich über die ersten zwei Studienjahre erstreckt. In diesem Lehrgang werden einerseits die Beziehungen zu dem in der Schule behandelten Stoff hergestellt, um Übergangsschwierigkeiten zu beseitigen. Andererseits werden schon Verbindungen zur theoretischen Physik gezogen, um auch hier ein leichtes Eindringen in die Problematik zu ermöglichen. Die theoretische Physik, die als selbständige Disziplin im neuen Studienplan verkürzt wurde, schließt sich an den Grundkurs an. Letzterer ist eng mit einem Praktikum verbunden, in dem Sie Gelegenheit haben, durch eigene Untersuchungen das in den Vorlesungen Gelernte zu vertiefen. Im 3. Studienjahr schließt sich parallel zur Methodikausbildung ein Praktikum "Physikalische Schülerexperimente" an, in dem Sie die Geräte der Schule kennenlernen und auch viele Anregungen zur eigenen schöpferischen Tätigkeit erhalten. Wir versuchen, Sie bei Ihrer Ausbildung durch ständige Verbesserung der Lehr- und Lernhilfsmittel möglichst weitgehend zu unterstützen(z.B. programmierte Lernhilfen, kybernetische Hilfsmittel).

Während des Fachstudiums hospitieren Sie und erteilen selbst die ersten Unterrichtsstunden. Ein Höhepunkt Ihrer Ausbildung ist das Große Schulpraktikum. Hier

werden Sie unter Anleitung erfahrener Mentoren lernen, die erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten schöpferisch im Unterrichtsprozeß anzuwenden.

Den Abschluß Ihres Studiums bildet eine Diplomarbeit. Hier werden Sie auch Gelegenheit haben, sich bei der Entwicklung moderner Lernhilfsmittel für Schule und Hochschule zu beteiligen.

3. Aufgaben und Arbeitsgebiete des Absolventen

Nach Beendigung Ihres Studiums werden Sie in der Regel Ihren Dienst in einer polytechnischen Oberschule beginnen.

Man erwartet von Ihnen, daß Sie auf der Grundlage der Weltanschauung der Arbeiterklasse Ihre Schüler zu klassenbewußten Staatsbürgern erziehen. Sie müssen in der Lage sein, die Anforderungen der Lehrpläne mit hoher Effektivität zu realisieren und den Unterricht modern zu gestalten. Als Mitglied eines sozialistischen Lehrerkollektivs werden Sie sich aktiv an der Lösung entscheidender Aufgaben zur weiteren Verwirklichung des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems beteiligen.

Liebe Schülerinnen und Schüler, liebe Abiturienten!

Wir wollten Ihnen durch diese Information einen Einblick in die Ausbildung der Fachlehrer für Mathematik und Physik geben und Sie auf einige Aufgaben als Lehrer orientieren. Sicher haben Sie noch viele Fragen und Probleme. Wir wollen Ihnen gern helfen. Schreiben Sie uns deshalb. Wir würden uns freuen, Sie als Lehrerstudenten an unserer Universität begrüßen zu können.

Wußten Sie schon, daß Abbildungen wilder Tiere als Reklame an Autobahnen, Autofahrer unbewußt zur Aggressivität verleiten?

H.-I. Meyer
Diplomand
W.-D. Zimmer
Forschungsstudent
Sektion Physik

Kernfusion - Physikalische Grundlagen und technische Realisierung (Teil II)

PHYSIK

Nur in sehr kleinen Abständen, in der Größenordnung von 10^{-13} cm, wirken die Kernkräfte (Teil I). Um alsoKernverschmelzungen zu erhalten, ist es erforderlich, die Teilchen auf einen derart kleinen Abstand zu nähern.
Dies ist unter normalen Bedingungen nur äußerst selten möglich. Kompliziert wird das Problem noch dadurch, daß wir z.B. bei Protonen zusätzlich die elektrostatische Abstoßung überwinden müssen. Glücklicherweise gibt es in der Natur Stoffe, die für eine Fusion geeignet sind, so die schweren Wasserstoffisotope Deuterium (D) und Tritium (T), sowie das leichte Lithiumisotop (^{6}Li). Die Frage hierbei ist, wie es uns gelingt, den Kernen entsprechende Geschwindigkeiten zu verleihen, bzw. Bedingungen zu schaffen, bei denen eine Annäherung auf den erforderlichen Abstand stattfindet. Dann können wir folgende Reaktionen erwarten

$$D + D \longrightarrow {}^{3}He + n \quad \text{oder} \longrightarrow T + H$$
$$D + T \longrightarrow {}^{4}He + n \quad \text{oder} \longrightarrow {}^{3}He + 2n$$
$$D + Li \longrightarrow 2\,{}^{4}He \quad \text{oder} \longrightarrow 2\,{}^{3}He + 2n$$
$$\text{oder} \longrightarrow {}^{3}He + {}^{4}He + n$$

Die dabei freiwerdenden Neutronen nehmen einen großen Teil der Reaktionsenergie auf. Ihr Erscheinen kann als Beweis für den Ablauf der Kernfusion gewertet werden.
Eine prinzipielle Möglichkeit wäre,ionisierte Deuteronen und Tritonen in einem Teilchenbeschleuniger aufeinanderzuschießen. Allerdings wäre hier der Nutzeffekt gering. Die Zahl der sich tatsächlich ereignenden Fusionen stände in keinem Verhältnis zur aufgewandten Energie.

Einen höheren Nutzeffekt erreichen wir, wenn wir ein ent-

sprechendes Teilchengemisch auf sehr hohe Temperaturen erhitzen. Dann erlangen die Kerne Geschwindigkeiten, deren Mittelwert wir mit Hilfe der kinetischen Gastheorie berechnen können. Danach gilt:

$$\frac{m}{2} v^2 = \frac{3}{2} k T'$$

m - Masse der Kerne
v - Geschwindigkeit
k - Boltzmann-Konstante
T' - Temperatur

Damit Fusionen in ausreichender Menge stattfinden können, muß die Temperatur im thermonuklearen Reaktor ungefähr 10^8 K betragen. Erst dann hat ein hinreichend großer Anteil von Kernen die erforderliche Geschwindigkeit.

Die bei diesen hohen Temperaturen stattfindenden Stöße führen dazu, daß ein Gemisch freier Elektronen und positiv geladener Teilchen, das sogenannte heiße Plasma, entsteht.

Mit einer ähnlichen Erscheinung haben wir es in der Sonne zu tun, nur daß in diesem Fall die ungeheuer starke Gravitationskraft (infolge der großen Masse) das heiße Plasma über Milliarden von Jahren erhält.

Bei einer kleinen Masse ist natürlich die Gravitationskraft geringer. Die Folge ist, daß sich das Plasma ausdehnt, dabei abkühlt und so nur wenige der gegeneinander stoßenden Kerne miteinander reagieren können.

Wollen wir nun eine positive Energiebilanz erzielen, dann müssen wir dafür sorgen, daß das heiße und hinreichend dichte Plasma eine Zeit T zusammengehalten wird.

Die Rechnung ergibt, daß für eine Temperatur von ungefähr 10^8 K nur dann eine positive Energiebilanz erreicht wird, wenn die Ungleichung

$$nT > 10^{14} \text{ sec} \cdot \text{cm}^{-3}$$

n - Teilchendichte
T - Zeit

erfüllt ist.

Bereits im Jahre 1950 hatten sowjetische Physiker die Meinung vertreten, daß es möglich sein müßte, mit Hilfe von Magnetfeldern das heiße Plasma vor dem Zerfall, d.h. seiner Ausdehnung und Abkühlung, zu bewahren. In den vielfältigsten Experimenten zeigte sich jedoch, daß das Plasma unerwartet

viele Instabilitäten aufwies.

Beachtliche Erfolge konnten schließlich mit dem sowjetischen "Tokamak"-System erzielt werden. Man erzeugte im Plasma von $5 \cdot 10^{13}$ Teilchen pro cm^3 bei einer Lebensdauer von $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ Sekunden. Allerdings sind auch diese Ergebnisse noch nicht ausreichend. Die erhaltene Energie ist immer noch um den Faktor 10^8 kleiner als die aufgewendete.
Eine ganz andere mögliche Lösung des Problems geht auf den Vorschlag des sowjetischen Plasmaphysikers N.G. BASOV zurück.
Wenn nämlich die Lebensdauer des Plasmas infolge der Instabilitäten im umschließenden Magnetfeld zu gering ist, können wir doch einfach versuchen, einen kurzzeitigen thermonuklearen Impuls zu erzeugen, bevor sich das Plasma verflüchtigt hat. Dabei nimmt natürlich die Zeit T erheblich ab. Jedoch könnten wir dies durch eine höhere Teilchendichte n wieder kompensieren. Setzen wir für n die Dichte eines Festkörpers von 10^{23} cm^{-3} ein, dann erhalten wir die notwendige Bedingung $nT > 10^{14}$ s cm^{-3} bei einer Lebensdauer des Plasmas von 10^{-9} Sekunden.

Die feste Ausgangsphase ließe sich dadurch erzeugen, daß wir ein Deuterium-Tritium-Gemisch bis zum Gefrierpunkt abkühlen oder eine Verbindung von Deuterium und Lithium verwenden, die bei Raumtemperatur fest ist.

Zu beachten ist dabei, daß die zur Aufheizung notwendige Energie in einem Zeitraum zugeführt werden muß, der wesentlich kürzer als T ist. Dies ist notwendig, damit ein Teil des Lithiumdeuterids augenblicklich in ein Hochtemperaturplasma übergeht. Wir können mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die moderne Lasertechnik diese Aufgabe lösen kann. Dann wäre mit dieser Methode ein Kernfusionsreaktor im Impulsbetrieb möglich.

Vergleichen wir die Tokamak-Anlage mit einer Dampfmaschine, in der die Verbrennung kontinuierlich abläuft, dann ist der von BASOV vorgeschlagene laserinduzierte Impulsreaktor mit einem Verbrennungsmotor zu vergleichen, indem wir ja auch eine Serie kurzzeitiger Brennstoffexplosionen nutzen.

H. Lich
G. Hüller
Sektion Chemie

Chemische Thermodynamik (III)
Das chemische Gleichgewicht

CHEMIE

Der letzte Artikel über chemische Thermodynamik beschäftigte sich mit der Richtung einer chemischen Reaktion. Diese Aussagen sollen nun präzisiert werden, was auf die Behandlung des chemischen Gleichgewichtes führt.
Es wurde gesagt, daß der Wert der freien Enthalpie (g) bzw. freien Energie (f) ein Kriterium dafür darstellt, ob ein Vorgang in die vorgesehene Richtung freiwillig abläuft, ob er erzwungen werden muß (d.h. er würde freiwillig in die umgekehrte Richtung laufen), oder ob nichts geschieht, d.h. das System befindet sich im Gleichgewicht. Die Kriterien hierfür lauten:

	p, T konstant	v, T konstant	
	$\Delta g < 0$	$\Delta f < 0$	
	freiwillig ablaufende Vorgänge		
	$\Delta g = 0$	$\Delta f = 0$	(1)
	Gleichgewicht liegt vor		
	$\Delta g > 0$	$\Delta f > 0$	
	Vorgang kann nur unter Zwang realisiert werden; er läuft in die umgekehrte Richtung freiwillig ab.		

Um genauere Aussagen machen zu können, müssen wir uns überlegen, von welchen Größen die Funktionen f und g abhängen. Infolge der Definitionen

$$\Delta f = \Delta u - T\Delta s \qquad (2)$$
$$\Delta g = \Delta h - T\Delta s$$

werden f und g von denselben Parametern abhängen wie u, h und s, also von p bzw. v, T und der Stoffmenge.
Deshalb ist es auch für die Größen f und g sinnvoll, molare Standardgrößen (s. Impuls-Lexikon) einzuführen, die sich auf ein und denselben Zustand (Standardzustand) beziehen und deshalb Konstanten darstellen.

Da u, h und s von der vorhandenen Stoffmenge abhängen und bei chemischen Reaktionen Stoffumsätze erfolgen, werden sich die freie Energie bzw. Enthalpie während des Ablaufs einer Reaktion ändern (jedoch nicht die Standardgrößen). In der folgenden Betrachtung sollen bei einem festgelegten p,T bzw. v,T nur die Veränderungen von f und g untersucht werden, die aus Konzentrationsänderungen während des (isobaren bzw. isochoren) Ablaufs der Reaktion resultieren. Die hierfür geltende Gesetzmäßigkeit wollen wir am Beispiel der Wassergasreaktion entwickeln. Die Reaktionsgleichung lautet:

$$H_2O + CO \longrightarrow H_2 + CO_2 \qquad (3)$$

Wir wollen die Reaktion modellmäßig beschreiben, wobei die Reaktionspartner gasförmig vorliegen sollen.

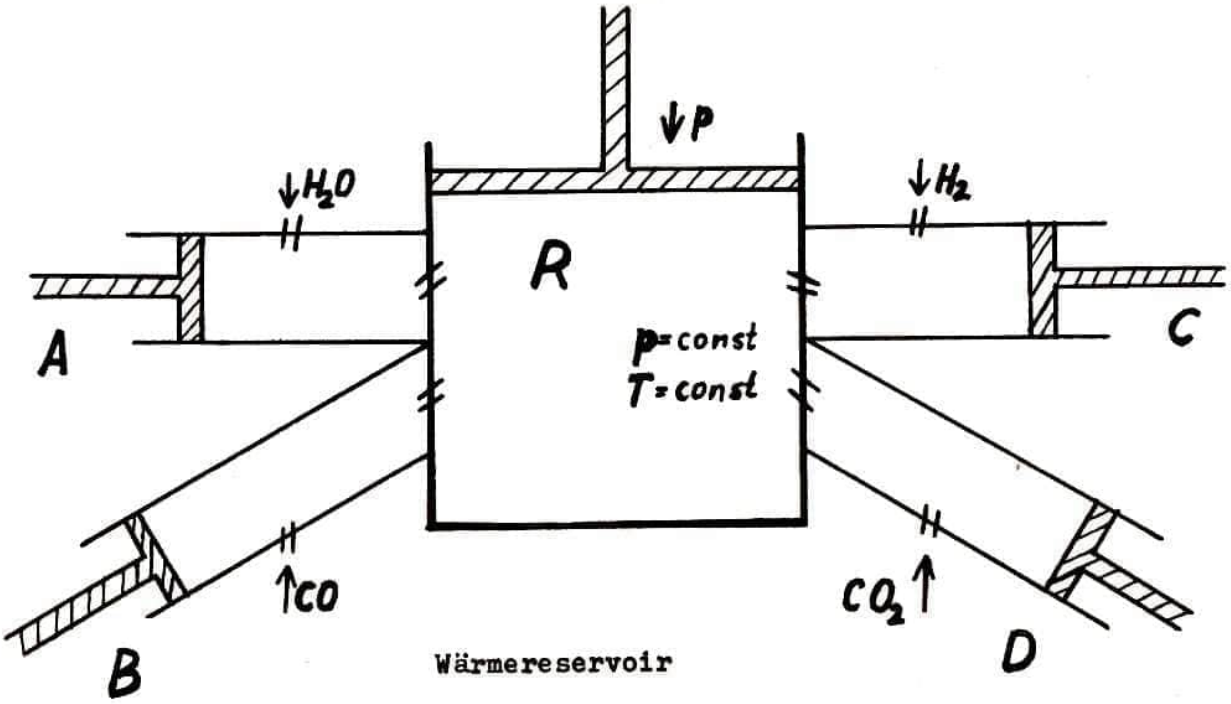


Abb. 1

In Abb. 1 ist das Modell dargestellt. In der Mitte befindet sich der Reaktionsraum (R), der eine bewegliche Wand besitzt, so daß während der Reaktion der Gesamtdruck konstant bleibt (wir müssen also die freie Enthalpie verwenden). Die Temperatur soll ebenfalls konstant gehalten werden, was durch das den Reaktionsraum umgebende Wärme-

reservoir erreicht wird. Rechts und links des Reaktionsgefäßes befinden sich vier Zylinder, in denen eine bestimmte Menge der Reaktionspartner (H_2O, CO, H_2, CO_2) vorgelegt werden kann. Durch die Kolben können nun die genau definierten Konzentrationen der Reaktionspartner ($p_i v = n_i RT \curvearrowright \frac{n_i}{v} = c_i = \frac{p_i}{RT}$) in das Reaktionsgefäß gebracht werden.
Mit Hilfe der Spektroskopie(IR, UV) können wir die Konzentrationsänderungen messend verfolgen. Findet keine Übersetzung mehr statt, so ist die Reaktion beendet und wir messen ganz bestimmte Konzentrationen für H_2O, H_2, CO und CO_2. So sehr wir auch in weiteren Versuchen die eingesetzten Konzentrationen verändern, am Ende messen wir immer dieselben Konzentrationen für die einzelnen Stoffe.
Die Reaktion läuft also in Abhängigkeit von den Konzentrationen der eingesetzten Stoffe entweder in die eine oder andere Richtung oder - wenn wir die Endkonzentrationen wählen - es geschieht überhaupt nichts.
Auf diese Beobachtungen wollen wir die allgemein gültigen Beziehungen (1) anwenden. Setzen wir genau die Endkonzentrationen ein, so geschieht nichts, das System befindet sich also im Gleichgewicht und es muß gelten:

$$\Delta_R G = 0 \qquad (4)$$

Setzen wir mehr H_2O und CO ein, so wird die Reaktion in die vorgesehene Richtung ablaufen bis wieder Gleichgewicht herrscht. Hier muß

$$\Delta_R G < 0 \qquad (5)$$

sein. Setzen wir demgegenüber mehr H_2 und CO_2 ein, so läuft die Reaktion bis zum Gleichgewicht in die umgekehrte Richtung. In diesem Fall ist also

$$\Delta_R G > 0 \qquad (6)$$

Dieser Zusammenhang zwischen $\Delta_R G$ und den eingesetzten Konzentrationen der Reaktionspartner wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\Delta_R G = \Delta_R G + RT \cdot \ln \frac{c_{H_2} \cdot c_{CO_2}}{c_{H_2O} \cdot c_{CO}} \qquad (7)$$

Die c_i sind die in den Zylindern vorgelegten Konzentrationen der Reaktionspartner, $\Delta_R G$ ist die molare freie Standardreaktionsenthalpie, die eine Konstante darstellt. Da diese Gleichung für jede beliebige Reaktion gilt, kommen wir zu folgender wichtiger Aussage: Jede chemische Reaktion führt immer nur bis zu einem Gleichgewichtszustand. Die Aussage, in welche Richtung eine chemische Reaktion verläuft, ist also nur eine Aussage darüber, auf welcher Seite der Reaktionsgleichung das Gleichgewicht liegt. Selbst die Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser läuft nur auf einen Gleichgewichtszustand und keineswegs vollständig ab ($c_{H_2} = c_{O_2} = 0$). Im Wasserdampf sind - wenn auch nur sehr kleine - Spuren von Wasserstoff und Sauerstoff enthalten.

In Abb. 2 ist Gl (7) grafisch dargestellt (schematisch), wobei $\Delta_R G$ gegen den Umsetzungsgrad α (prozentualer Anteil der umgesetzten Stoffmenge gegenüber der eingesetzten) aufgetragen wurde.

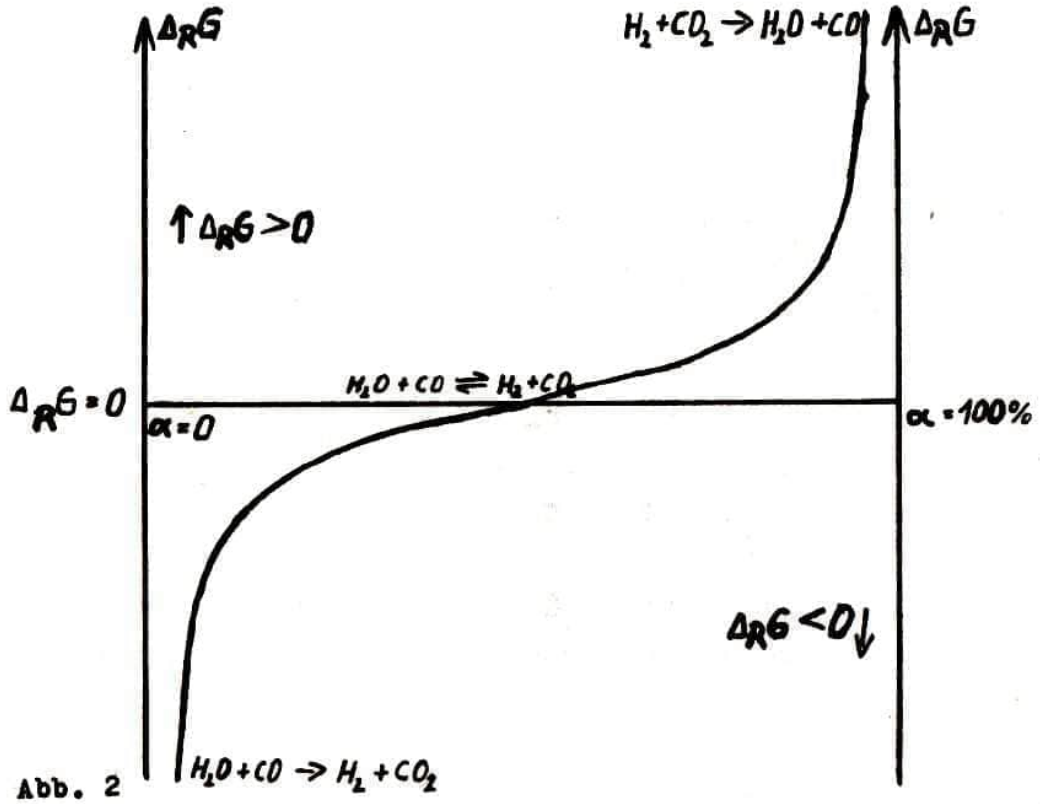


Abb. 2

Für $\alpha = 0$ ist $\Delta_R G = -\infty$, für $\alpha = 100\%$ ist $\Delta_R G = +\infty$. Der Schnittpunkt mit der α-Achse ($\Delta_R G = 0$) gibt die Gleichgewichtslage an. Die Pfeile entlang der Kurve sollen die Reaktionsrichtung andeuten.

Für den Gleichgewichtszustand gilt: (in allgemeiner Form)

$$\Delta_R G = 0 = \Delta_R G + RT \cdot \ln \frac{c_C^c \cdot c_D^d}{c_A^a \cdot c_B^b} = \Delta_R G + RT \cdot \ln K \quad (8)$$

für die Reaktion

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

wobei K wegen der Konstanz von $\Delta_R G$ ebenfalls eine Konstante - die Gleichgewichtskonstante ist. Aus dieser Gleichung folgt also das Massenwirkungsgesetz. Da $\Delta_R G$ die Gleichgewichtslage bestimmt ($\Delta_R G$ gibt an, nach welcher Seite die Auslenkung aus dem Gleichgewicht erfolgt ist.), ist es möglich, aus tabellierten Werten nach Gl (2) die molare freie Standardreaktionsenthalpie und daraus den Wert für die Gleichgewichtskonstante zu berechnen:

$$\ln K = -\frac{\Delta_R G}{RT} \quad (9)$$

Bereits aus dem Wert von $\Delta_R G$ läßt sich sagen, auf welcher Seite der Reaktionsgleichung das Gleichgewicht liegt:

$\ln K > 0$ wenn Zähler > Nenner ($K > 1$) $\rightarrow \Delta_R G < 0$

$\ln K = 0$ wenn Zähler = Nenner ($K = 1$) $\rightarrow \Delta_R G = 0$

$\ln K < 0$ wenn Zähler < Nenner ($K < 1$) $\rightarrow \Delta_R G > 0$

Mit diesen Aussagen über das chemische Gleichgewicht soll der kurze Exkurs durch die chemische Thermodynamik beendet werden. Abschließend soll jedoch noch ein Überblick über ihre Bedeutung gegeben werden. Sie folgt unmittelbar aus ihren Aussagemöglichkeiten:

1. Ist eine Reaktion exo- oder endotherm und wie groß ist der Energieumsatz. Wie muß das Reaktionsgefäß bei der technischen Durchführung konstruiert sein, damit die erforderliche Energiemenge während der Reaktionszeit zu- oder abgeführt werden kann, daß also bei einem

Dauerbetrieb weder eine Aufheizung noch eine Abkühlung erfolgt.

2. Auf welcher Seite liegt das Gleichgewicht (auch die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Druck und Temperatur ist Gegenstand der Thermodynamik). Ist die Synthese überhaupt durchführbar und ist die Ausbeute so groß, daß das Verfahren wirtschaftlich vertretbar ist. Beispielsweise wurde die Synthese von Ammoniak aus den Elementen erst dadurch ermöglicht, daß WILD durch thermodynamische Berechnungen nachwies, daß das Gleichgewicht auf der Seite des Ammoniaks liegt und daß somit nur die kinetische Hemmung des Stickstoffs (z.B. durch einen geeigneten Katalysator) überwunden werden muß.
3. Die Thermodynamik kann allerdings nichts über den zeitlichen Ablauf einer chemischen Reaktion aussagen. Hierüber gibt die Reaktionskinetik Auskunft.
4. Die Gesetzmäßigkeiten der chemischen Thermodynamik lassen sich auch auf Phasengleichgewichte anwenden. Das liefert beispielsweise die Grundlagen für die Berechnung der Anzahl der Glockenböden eines Fraktionierturmes für die Erdölverarbeitung.

WISSENSWERTES

Die bekannte Erscheinung der Durchfallerkrankung in Folge einer Reise wurde kürzlich von britischen Wissenschaftlern untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß durch den Mund aufgenommene Colibakterien (ein symbiontischer Darmbewohner des Menschen) eines in der Heimatgegend des Erkrankten nicht vorkommenden Stammes (es gibt derer mehrere tausend) die Ursache dafür sind.

Den besten, allerdings unfreiwilligen Beweis dafür lieferte ein mit einem solchen Stamm arbeitender Techniker. Durch unvorsichtiges Arbeiten infizierte er sich damit und erkrankte daraufhin prompt an "Reisedurchfall". (per)

Aus »Sowjetunion« 10/1969 (gekürzt)

Wie viele Menschen kann die Erde ernähren?

Harrison B r o w n (USA, Geophysiker):

"In 14o Jahren werden wir bereits 5o Milliarden sein ... Wir werden nur dadurch existieren können, dass wir zu unserer Ernährung alle Ressourcen nutzen, die in den Mineralien, der Luft und dem Ozean enthalten sind; wir werden uns hauptsächlich von Algen und Hefe ernähren".

William und Paul P a d d o c k (England) in ihrem Buch "Hunger 1975":

"Es ist heute bereits zu spät, den Hunger abzuwenden oder seine Ausmasse auch nur zu begrenzen".

Paul E h r l i c h (USA, Professor an der Biologischen Fakultät Stanford):

"In der Zeit von 197o bis 1985 werden in der Welt ausgedehnte Hungerherde entstehen, und hunderte Millionen Menschen werden Hungers sterben, es sei denn, dass qualvolle Existenzbedingungen, thermonukleare Bomben oder andere Vernichtungsmittel sie nicht schon früher dahinraffen."

Haben diese düsteren Voraussagen etwas Wahres an sich ?

Bevor wir diese Frage beantworten, wollen wir einige statistische Daten anführen.

- Auf dem Erdball leben 3.42o.ooo.ooo Menschen. Die Erdbevölkerung vergrössert sich täglich um durchschnittlich 5o.ooo. Im Jahre 2ooo wird ihre Zahl 6 bis 7 Milliarden erreichen.

- Die Biosphäre der Erde liefert heute 83 Milliarden Tonnen organischer Stoffe, davon 53 Milliarden die Kontinente und 3o Milliarden die Meere und Ozeane.
- Von der gesamten Festlandsfläche (13.57o.ooo.ooo ha) entfallen auf den Ackerbau weniger als 11 %. Weniger als 2o % werden als Weideland genutzt. Im grossen und ganzen ist weniger als ein Drittel des Festlandes dem Ackerbau und der Viehzucht erschlossen.

Soweit die Ansichten, soweit die Tatsachen. Sie zu kommentieren, baten wir Professor I. Sinjagin, einen prominenten Forscher, Vizepräsident der Unionsakademie der Agrarwissenschaften der UdSSR.

Die obengenannten Zahlen drängen uns vor allem zwei Schlussfolgerungen auf. Die erste: Das Problem des Hungers auf der Erde ist wirklich vorhanden, schon heute hat die Menschheit nicht genug zu essen. Allein in den Entwicklungsländern leiden rund 5oo Millionen Menschen an Hunger, und etwa 1.5oo Millionen sind unterernährt. Die zweite Schlussfolgerung: Die Menschheit hat im Kampf gegen den Hunger nicht einmal den zehnten Teil der Mittel genutzt, die die Erde ihr zur Lösung dieses Problems anbietet.

Lassen sich diese Mittel vollständiger ausnutzen?
Die Paddocks, Ehrlich und viele andere westeuropäische und amerikanische Demographen streiten das ab.

Wo sollen wir den Ausweg suchen? Ehrlich hat das Wort "Thermonuklearbombe" fallen lassen. Er schlägt übrigens auch eine rigorose Geburtenregelung und dazu ein ganzes System von Massnahmen vor.
Ehrlich und seine Adepten sind die heutigen Wortführer der Lehre des englischen Priesters Robert M a l t h u s, der Ende des 18., Anfang des 19. Jahrhunderts lebte. Malthus hat der Menschheit schon vor anderthalb Jahrhunderten den Hungertod prophezeit. Unterdessen ist die Erdbevölkerung

erheblich gewachsen, der Lebensstandard der Menschen hat sich erhöht, aber die Lebensmittelproduktion ist hinter dem Bevölkerungswachstum nicht zurückgeblieben, ja sie ist ihm sogar etwas zuvorgekommen. Die Geschichte gibt uns folglich allen Grund zum Optimismus. Worauf es ankommt, ist: Alle Erkenntnisse der modernen Wissenschaft und Technik, die in den letzten Jahren einen noch nie dagewesenen Auftrieb erhalten haben, zu nutzen. Dann würde - ich bin davon überzeugt - jede Hungergefahr gebannt sein.

Die moderne Wissenschaft bietet uns Mittel und Wege zur Erschliessung und Berieselung der Wüsten, zur Nutzung steiler Bergeshänge, zur Trockenlegung von Sümpfen, zur Entsalzung von Salzböden und zur grundlegenden Melioration der ertragarmen Böden. Es besteht aller Grund zu der Annahme, dass der Weltacker sich bis zum Ende des Jahrhunderts mindestens verdoppeln und eine Fläche von 3 bis 3,5 Milliarden Hektar einnehmen wird. Dabei werden noch erhebliche Reserven übrigbleiben.

Von besonders grosser Bedeutung ist die Beregnung. Laut Angaben der UNO-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) nimmt die Fläche der beregneten Böden der Welt heute etwa 21o Millionen ha ein. Bei den vorhandenen Süsswasserressourcen könnte man diese Fläche mindestens verdreifachen. Dazu sei gesagt, dass der Ertrag eines Hektars beregneten Feldes doppelt oder dreimal so hoch ist (in ausgesprochenen Dürregebieten sogar 5- bis 6mal so hoch) wie der Ertrag einer gleich grossen unberegneten Fläche.

Damit sind wir beim zweiten Aspekt der Erhöhung der Produktivität der Landwirtschaft, der Steigerung des Ertragsvermögens aller landwirtschaftlichen Kulturen, angelangt. Der sowjetische Forscher Konstantin M a l i n hat errechnet: Würde der allgemeine Stand des Ertragsvermögens auf den mittleren Wert gebracht, der in den Ländern mit entwickelter Agrarproduktion bereits erreicht ist, könnte die Erde etwa 9,5 Milliarden Menschen ernähren, also 2,5 Milliarden mehr, als die Demographen für das Jahr 2ooo

voraussagen.
Den Ausschlag geben die Düngemittel. In Europa werden 1,5 bis 2 t Stickstoffdünger je Hektar in den Boden eingebracht, in Indien und Indonesien nur einige Kilogramm. Durch bessere Düngung könnte man die Reisproduktion mindestens verdreifachen, und zwar nicht nur in Asien, sondern auch in Afrika und Südamerika, wo die Erträge gleichfalls sehr niedrig und der Nahrungsmittelbedarf enorm ist.

Grosse Perspektiven tut die Selektion in der Landwirtschaft auf. Früher ergab z.B. die Sonnenblume bei guten Zuchtverhältnissen 1o bis 12 Dezitonnen Samen je Hektar, aus denen 2,5 bis 3,5 Dezitonnen Öl gewonnen wurden. Dank den Bemühungen eines sowjetischen Selektionärs ist die Ertragfähigkeit der Sonnenblume auf das Doppelte erhöht worden.

Die Erfahrungen der Sowjetunion zeigen, dass sich gute neue Weizensorten in kurzer Zeit - in etwa 2 bis 3 Jahren - zum Gemeingut von Tausenden Wirtschaften machen lassen. Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Selektion kann den Entwicklungsländern massgeblich helfen, die Produktion von Getreide und anderen Agrarerzeugnissen zu steigern.
Die Menschheit erleidet bis auf den heutigen Tag gewaltige Verluste durch verschiedene Schädlinge: Insekten, Milben, Nager, krankheitserregende Pilze und Bakterien. Annähernde (eher zu tief angesetzte) Schätzungen zeigen, dass die Schädlinge in der Welt eine Nahrungsmittelmenge vernichten, die für ein Land mit 2oo bis 3oo Millionen Bewohnern ausreichen würde.

Die Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln macht schnelle Fortschritte. Neben chemischen Präparaten werden auch biologische Methoden angewandt. Zum Kampf gegen die Schädlinge werden ihre natürlichen Feinde genutzt, die Verbreitung schädlicher Arten wird aufgehalten.

Die Agrarwissenschaft erschliesst auch der Viehzucht grosse Perspektiven. Die Verbesserung der bestehenden Rassen und die Schaffung neuer, die ausgiebige Nutzung des Heterosis-

effekts (verstärkte Entwicklung der hybriden Nachkommenschaft), die Verbesserung der Fütterungsmethoden und der Tierhaltung ergeben einen enormen Zuwachs an allen Arten der animalischen Produktion.

Auch die Industrie spielt eine grosse Rolle bei der Steigerung der Nahrungsmittelproduktion. Die Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft hängt, wie die internationalen Erfahrungen zeigen, nicht zuletzt davon ab, wie die Landwirtschaft mit den notwendigen industriellen Erzeugnissen - Maschinen und Düngemitteln - versorgt wird. Die Entwicklung der Industrie, die für die Landwirtschaft arbeitet, ist folglich eine sehr wichtige Voraussetzung für die Erhöhung der Nahrungsmittelproduktion.

Schliesslich sei noch eine andere Seite der Hilfe genannt, die die Industrie der Nahrungsmittelversorgung erweist. Die technischen Agrarrohstoffe werden immer mehr von Kunststoffen verdrängt. Die Farbstoffpflanzen sind von den Feldern verschwunden, der Kunstkautschuk verdrängt den Naturkautschuk, die Chemiefasern machen den Pflanzenfasern den Rang streitig. Mit der Zeit wird man Millionen Hektar, auf denen jetzt Kautschuk, Sisal, Hanf, Kenaf, Jute und andere Kulturen dieser Art gezogen werden, für den Obst- und Gemüsebau, für Weizen, Reis und dergleichen mehr verwenden können.

Die Menschheit verfügt über ausreichende materielle Mittel, um die Fruchtbarkeit der Erde um das Drei- bis Vierfache zu steigern, man muss sich nur dazu entschliessen, den Haushalt umzuplanen im Sinne einer Verkürzung der horrenden Rüstungsausgaben. Was die NATO-Länder binnen eines einzigen Monats für Rüstungen verausgaben, würde reichen, um die ganze riesige Wüste Sahara zu bewässern.

Die realen Reserven der Erde zur Erhöhung der Lebensmittelproduktion sind ausreichend. Das ist jedoch nicht nur ein technisches und biologisches, sondern wohl eher und vor allen Dingen ein soziales Problem. Um eine rasche Steigerung der Agrarproduktion und der Investitionen in der Landwirt-

schaft zu sichern, muss man die soziale Struktur der Gesellschaft verbessern.

Ich blaube, all das zeigt genügend klar, dass nicht Krieg, nicht Verringerung der Bevölkerung auf künstlichem, mitunter grausamen Wege und nicht die Eroberung fremder Territorien die Gefahr des Hungers von der Menschheit abwenden können. Diese Gefahr wird nur dann gebannt werden, wenn die Gesellschaft sich vervollkommnet und ihren Garten unter kundiger Anwendung aller Errungenschaften menschlichen Verstandes und menschlicher Hände bestellen wird.

Volker Bergfeld
Hettstedt

Albert Einstein

Albert Einstein wurde am 14.3.1879 in Ulm geboren. In den Jahren 1895 - 1914 war er vorwiegend in der Schweiz (Zürich) tätig, 1914 - 1933 war er Leiter des ehemaligen Kaiser-Wilhelm-Instituts in Berlin. 1933 wurde er durch den Faschismus vertrieben und emigrierte in die USA. Am 18.4. 1955 verstarb er dort in Princeton.
A. Einstein entdeckte die Quantenstruktur der elektromagnetischen Strahlung und klärte ihre Statistik (Bose-Einstein-Statistik). Er deutete den lichtelektrischen Effekt (1905) und wandte (1907) die Quantenhypothese auf die spezifische Wärme fester Körper an. Durch diese Arbeiten zählt A. Einstein zu den Pionieren der Quantentheorie.
In späteren Jahren nahm er jedoch nicht nur zu ihrer positivistischen Deutung, sondern auch zur Quantentheorie selbst eine ablehnende Haltung ein. Seine Arbeiten bereicherten auch die statistische Physik sehr. Hierzu gehört ausser der

Bose-Einstein-Statistik die Erklärung der Brownschen Bewegung (1905). Einstein schuf die spezielle Relativitätstheorie, deren Konsequenzen (1905) sich als ausserordentlich wichtig für die physikalische Forschung erwiesen. Eine spezielle Folgerung ist die berühmte Einsteinsche Gleichung $E = mc^2$, nach der die Äquivalenz von Energie und Masse festgestellt wurde, durch die die Bindungsenergie der Kerne aus dem Massendefekt erklärt werden konnte.

Mit seiner allgemeinen Relativitätstheorie (1915) deckte A. Einstein u.a. den Zusammenhang zwischen Gravitation und der Struktur von Raum und Zeit auf. Später unternahm er Versuche einer einheitlichen Feldtheorie von Gravitation und Elektrodynamik.
A. Einstein hinterliess mehrere hundert Publikationen, durch die er das Profil der modernen Physik wesentlich mitbestimmte. Er war einer der fortschrittlichsten Wissenschaftler seiner Zeit. Er gehörte zu den wenigen deutschen Gelehrten, die sich nach dem Ausbruch des ersten imperialistischen Weltkrieges gegen den deutschen Chauvinismus und Militarismus wendeten. Er schloss sich als einer der ersten dem kriegsgegnerischen "Bund Neues Vaterland" an, der von K. Liebknecht und R. Luxemburg gefördert wurde. Er trat für freundschaftliche Beziehungen zur Sowjetunion ein und verehrte W.I. Lenin, den er einen "Hüter und Erneuerer des Gewissens der Menschheit" nannte. Er unterstützte moralisch und materiell den Kampf gegen den Faschismus in seiner Heimat. Die Mißstände des kapitalistischen Wirtschaftssystems in den USA prangerte A. Einstein in einer 1949 erschienenen Schrift "Warum Sozialismus ?" an. Nach dem II. Weltkrieg warnte A. Einstein eindringlich vor dem Missbrauch der naturwissenschaftlichen Errungenschaften zu kriegerischen Zwecken und setzt sich wiederholt für das Verbot der Kernwaffen ein.

Wenn auch A. Einstein weltanschaulich in manchen idealistischen Gedanken befangen blieb, z.B. in Fragen der Gesellschaftsauffassung, so glaubte er im Gegensatz zum Posi-

tivismus an die Realität der Aussenwelt und deren Erkennbarkeit und war vom wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt der Menschheit überzeugt.
Er erhielt 1921 den Nobelpreis für Physik für die Entwicklung der Relativitätstheorie und die Deutung des lichtelektrischen Effekts.

Nachweis von doppelt negativ geladenen Ionen

Negative Ionen sind negativ geladene Atome, deren Elektronenzahl in der Atomhülle größer als die Ordnungszahl ist.

Bisher konnten nur einfach negativ geladene Ionen nachgewiesen werden. Solche Ionen kommen z.B. in oberen Atmosphärenschichten und in Gasentladungen vor.

Bei Untersuchungen an einer Ionenquelle zur Erzeugung negativer Ionen ist es H. BAUMANN und anderen gelungen, zweifach negativ geladene Ionen nachzuweisen.

Der Nachweis solcher Ionen ist schwierig.
Bei Ablenkung eines doppelt negativ geladenen Ions im Magnetfeld verhält sich dieses wie ein einfach geladenes Ion mit der halben Masse. Außerdem ist es schwierig, gewisse Störungen, die durch das Vakuumsystem, in dem sich die Ionen befinden, entstehen, auszuschließen.

Erst durch zusätzliche Ablenkung in einem elektrischen Feld konnten doppelt negativ geladene Ionen der Elemente O, F, Cl, Br, Te, J und Bi eindeutig nachgewiesen werden.

Der Nachweis dieser Ionen geschah in 2-m-Entfernung von ihrem Erzeugungsort. Daraus konnte auf eine Mindestlebensdauer von -10^{-7}s geschlossen werden.

Es zeigte sich, daß bei Elementen mit großer Atomhülle das Auftreten von doppelt negativ geladenen Ionen wahrscheinlicher ist, als bei leichten Elementen.

H. Schenk
Sektion Chemie

Chemie im Haushalt
Plaste

In diesem Artikel wollen wir uns den Haushalt einmal genauer ansehen, um zu entdecken, welche Gegenstände aus Plast bestehen oder bei welchen Plast mit verarbeitet wurde. Bereits in der Küche wimmelt es nur so davon, Löffel, Obstmesser, Zuckerzangen, Brotbüchsen, Butterdosen, Teile des Kühlschrankes, die Borsten der Besen, Schrubber und Bürsten; selbst der Wasserhahn ist nicht mehr aus Messing. Am Staubsauger sind kaum noch Metallteile zu finden. Fußbodenbelag, Tischdecken, Vorhänge, Eimer, Frischhaltebeutel und vieles andere mehr sind synthetische Stoffe.
Auch im Wohnzimmer sind die synthetischen Materialien weit verbreitet. Da sind Teppich, Möbelstoff der schaumgummigepolsterten Schalensessel und die Gardinen. Auch die Tischplatten und Blumenständerplatten sind entweder aus Plast oder wenigstens mit einem Überzug aus diesem Werkstoff versehen. Auch ein großer Zeit unserer Schreibgeräte wie Füllhalter, Kugelschreiber, auch Schreibunterlage, Bleistiftspitzer, Federschalen, Mappen, Schutzhüllen, Lineale, Dreiecke, selbst der Papierkorb bestehen aus Plast.
Urlaub, Sport, Sommerfreude - ohne Plast undenkbar! Angelruten, Angelschnüre, Schachfiguren, Kegelkugeln, Strand- und Tischtennisbälle, Badekappen- und Schuhe, in letzter Zeit sogar superleichte Sportboote werden aus Plast gefertigt.

Prinzipiell unterscheiden wir zwei Gruppen: veredelte Naturprodukte und synthetische Polymere. Zur ersten Gruppe gehören solche wie Gummi, der in der Natur in dieser Form nicht vorkommt, sondern

aus dem Naturkautschuk bei der Umsetzung mit Schwefel hervorgeht. Aus dem klebrigen, in der Wärme plastischen Stoff wird dabei ein hochelastisches Produkt mit hoher Festigkeit gebildet. Ebenfalls veredelte Naturprodukte sind alle Abkömmlinge der Zellulose, wie das hornartige Zelluloid, die feste Vulkanfiber, das durchsichtige Zellglas (Zellophan) und die Viskosekunstseide. Auch das aus Leinöl gewonnene "Linoxyn", das zur Herstellung von Linoleum verwendet wird, gehört in diese Gruppe.
Die Zahl der Plaste in der zweiten Gruppe synthetischer Polymere, die aus Kohle-, Erdöl- oder Erdgasprodukten gewonnen werden, ist viel größer. Hierzu gehören die scheuer- und abriebfesten Polyamide, die auch als Formartikel Verwendung finden, nicht nur als Kunstfasern wie Dederon und Nylon. Dazu kommen Hunderte von Polyvinylverbindungen, von denen wir hornartige lederartig-zähe oder weichgummiartige Produkte und auch zähflüssige Öle und klebrige Weichharze kennen. Hier finden wir das Polystyrol neben Pheno- und Aminoplasten. Dabei ist eine Begriffsklärung notwendig.
In der DDR werden Kunststoffe in Kunstfasern und Plaste eingeteilt. Bei Plasten unterscheidet man weiter nach dem Verhalten beim Erwärmen in Thermoplaste und Duroplaste.
Thermoplaste (grch. thermos=Wärme) werden beim Erwärmen auf bestimmte Temperatur plastisch und lassen sich dann bei Anwendung von Druck verformen. Beim Abkühlen auf Zimmertemperatur und Nachlassen des Druckes werden sie wieder fest. Zu dieser Gruppe gehören die Vinylpolymeren. Anderes Verhalten zeigen die Duroplaste (lat. durum=hart), sie werden beim Erhitzen nicht mehr plastisch. Hierzu gehören z. B. Aminoplaste, Phenoplaste, Epoxidharze und Polyesterharze. Fertigteile aus Duroplast kann man nicht durch mechanisches Verformen unter

Erwärmen erhalten, man muß vielmehr ein zunächst plastisches Harz in die Form bringen und dieses dann entweder in der Hitze oder durch Zusatz von sogenannten Härtern bei normaler Temperatur härten, wobei ein unschmelzbares, unlösliches Produkt entsteht.
Über die Struktur einiger weniger Plaste wollen wir uns nun einen kurzen Überblick verschaffen:

1. Polyvinylverbindungen

Zu den leicht polymerisierbaren Vinylverbindungen zählen Vinylchlorid $CH_2 = CHCl$, Vinylidenchlorid $CH_2 = CCl_2$, Vinyläther $CH_2 = CH\text{-}OR$ und Vinylacetat $CH_2 = CH\text{-}OCOCH_3$. Die Polymerisate des Vinylchlorides zählen zu den wichtigsten Thermoplasten.
Die Polymerisation wird radikalisch unter Bildung von festem Polyvinylchlorid durchgeführt:

$$n\,CH_2{=}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH} \longrightarrow \left[-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-\right]_n$$

Dieses wird für die Herstellung von Platten, Rohren, Ventilen, Hähnen usw. benutzt. Setzt man Weichmacher, z. B. Phthalsäureester hinzu, erhält man Weich-PVC mit einer Elastizität, die es zur Fabrikation von Kunstleder, Regenmänteln, Fußbodenbelag und Schläuchen geeignet macht.

2. Polystyrol

entsteht durch Polymerisation von Styrol in Gegenwart von Radikalbildnern.

$$n\,C_6H_5-CH{=}CH_2 \xrightarrow{H_2O} \ldots \underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}-CH_2-\left[-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}-CH_2-\right]-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}-CH_2- \ldots$$

Polystyrol ist das älteste Polymerisationsprodukt und wird als Spritzgußmasse und als elektrisches Isoliermaterial verwendet.

3. *Aminoplaste*

Als Ausgangsstoff dient in der Technik vor allem Harnstoff, der mit Formaldehyd polymerisiert wird. Diese Harnstoffharze bauen sich aus folgenden Kettenmolekeln auf

$$--NH-CO-NH-CH_2-NH-CO-NH-CH_2-NH-CO-NH-CH_2-NH--$$

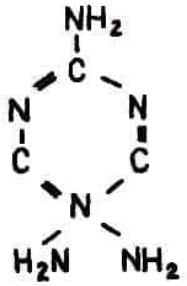
Durch überschüssiges Formaldehyd lassen sich solche Ketten noch vernetzen.

Als Ausgangsverbindungen für die Aminoplaste können außer Harnstoff $NH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NH_2$ auch

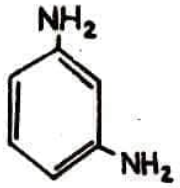
Thioharnstoff $NH_2-\underset{\underset{S}{\|}}{C}-NH_2$

Dicyandiamid $H_2N-\underset{\underset{NH}{\|}}{C}-NH-C{\equiv}N$

Melamin



m-Phenylendiamin

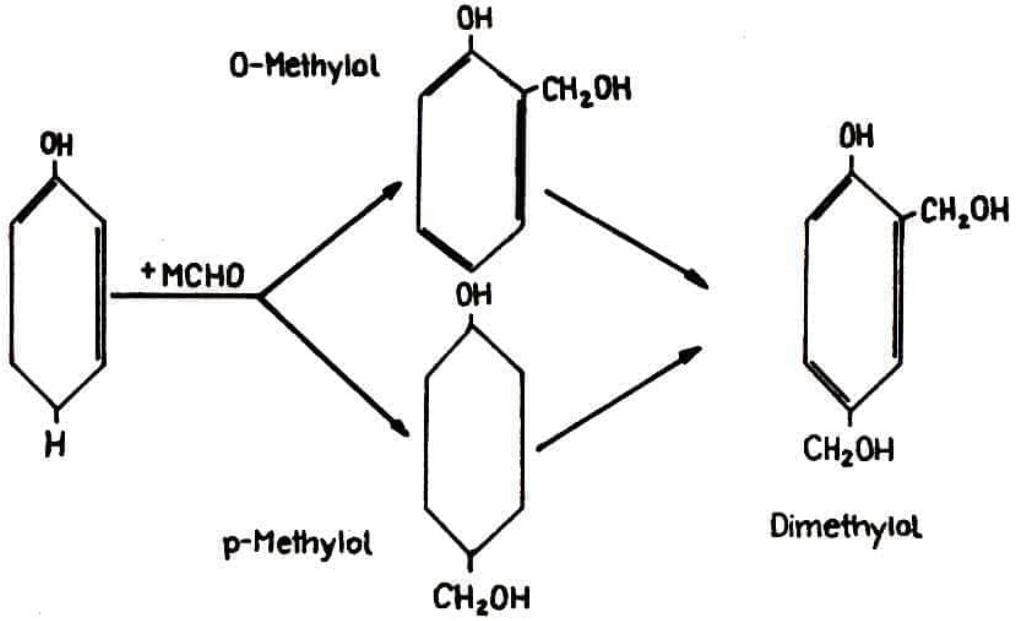


dienen.

4. *Phenoplaste*

Phenoplaste sind ebenfalls Polykondensationsprodukte, die nach ihrem Entdecker BAKELAND (1909) als Bakelite bezeichnet wurden. Ausgangsstoffe sind Phenol und seine Homologen (die Kresole und Xylenole) und Formaldehyd. Die Kondensation kann sauer oder basisch vorgenommen werden. Die basische Kon-

densation verläuft über drei Stufen. Zunächst entsteht ein leicht schmelzendes lösliches Harz A (Resol), das bei weiterem Kondensieren durch Erwärmen in das Harz B (Resitol) übergeht, das nicht mehr löslich ist, aber sich in der Wärme noch verformen läßt. Als dritte Kondensationsstufe entsteht das Harz C (Resit), das ein unlöslicher nichtschmelzbarer Duroplast ist.
Die saure Kondensation führt zu linearen, löslichen und schmelzbaren Kondensaten, die als Novolacke bezeichnet werden und sich noch härten lassen.



(Die Mono- und Dimethylole können dabei auch mit Phenol oder miteinander zu Dihydroxydiphenylmethanen bzw. deren Derivaten weiter kondensieren).
Das Wachstum der Ketten erfolgt durch überschüssigen Formaldehyd unter Eintritt neuer CH_2OH und Ausbildung weiterer Methylenbrücken. Bei der Härtung der Harze vernetzen die Ketten räumlich, wobei neben Methylen auch Ätherbrücken vom Typ $-CH_2-O-CH_2-$ auftreten können.

5. *Polyester*

Sie werden auch Alkydharze genannt und durch Polykondensation mehrwertiger Alkohole mit aliphatischen

bzw. aromatischen Dicarbonsäuren oder deren Anhydriden dargestellt.
Diese Polyester spielen als Grundstoffe in der Lackindustrie eine bedeutende Rolle. Die Polyester, die mit Glasfasern als Füllstoffe verarbeitet werden, stellen ungesättigte Ester dar, d. h. sie enthalten noch Doppelbindungen in Kettenmolekülen, die aus Glycol $OHCH_2-CH_2OH$, Phthalsäure und Maleinsäure als zweite Säurekomponente bestehen. Diese Doppelbindungen dienen später zur Vernetzung der Ketten und damit zur Härtung der Harze.

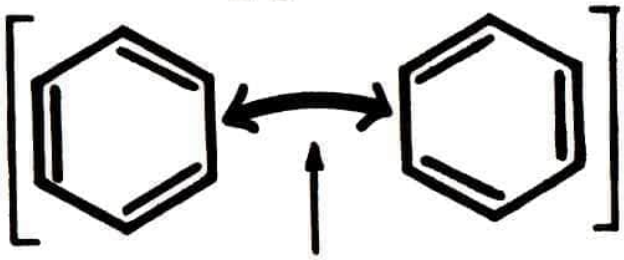
impuls LEXIKON

Mesomerie

Die gleiche chemische Verbindung läßt sich durch mehrere sogenannte Grenzstrukturen beschreiben (mesomere Formen). Der wirkliche Bindungszustand wird sich zwischen diesen Grenzstrukturen befinden.

Es handelt sich hier nicht um ein chemisches Gleichgewicht, sondern um das Unvermögen, eine Bindung im Molekül bildhaft richtig nach der **Valenzschreibweise darzustellen. Mesomerie tritt z.B. auf, wenn konjugierte Doppelbindungen vorliegen.**

Beispiel: Benzol C_6H_6



"Mesomeriepfeil"

BÜCHERMARKT

Horst Heynert: **Einführung in die allgemeine Bionik**
VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften,
Berlin, 1972, 160 S., 9.80 Mark

Bionik - dieser Name wurde 1958 das erstemal geprägt. Ziel dieser neuen Wissenschaft ist es, optimale Konstruktions- und Funktionslösungen, die sich in der lebenden Natur während eines Jahrmillionen dauernden Prozesses von Mutation und Selektion herausgebildet haben, zu erforschen und für den Menschen nutzbar zu machen.
Der Verfasser, Prof. Dr. Horst Heynert, verdeutlicht an einigen sehr interessanten Beispielen, welche Potenzen es zu nutzen gilt, um auf vielen Gebieten von Wissenschaft und Technik die Entwicklung weiter voranzutreiben. Man erfährt von der zweckmäßigen Konstruktion einer Alge, deren Studium den Bau riesiger, freitragender Kuppelbauten ermöglichte. Man lernt die erstaunliche Fähigkeit bestimmter Schlangen kennen, noch Temperaturschwankungen von 0,003°C wahrzunehmen, oder liest von den Riechzellen des Maulbeerseidenspinners, die sogar auf ein einziges Molekül eines bestimmten Lockstoffes reagieren.
Die Bionik gilt als Mittler zwischen den verschiedensten wissenschaftlich-technischen Disziplinen und der Biologie. Das bewirkte wiederum eine Spezialisierung innerhalb der Bionik. Nach Heynert entwickeln sich gegenwärtig aufgabenorientierte Spezialdisziplinen: Gestaltungsbionik, Energetobionik, Informationsbionik, Neurobionik und Chemobionik.
In seinem Buch gibt Prof. Heynert zuerst einen guten Überblick über die Unterdisziplinen der Bionik, und stellt dann hauptsächlich Probleme der Informations- und Neurobionik in den Mittelpunkt seiner Ausführungen.

Titelbild: Dünnfilmschaltung eines Multivibrators

Erich wird vom Lehrer nach den Elementen gefragt: "Wasser, Luft, Feuer und Bier." "Wie kommst du denn auf Bier?" "Meine Mutti sagt immer, wenn Vati einen trinkt: 'Jetzt bist du wieder in deinem Element!'"

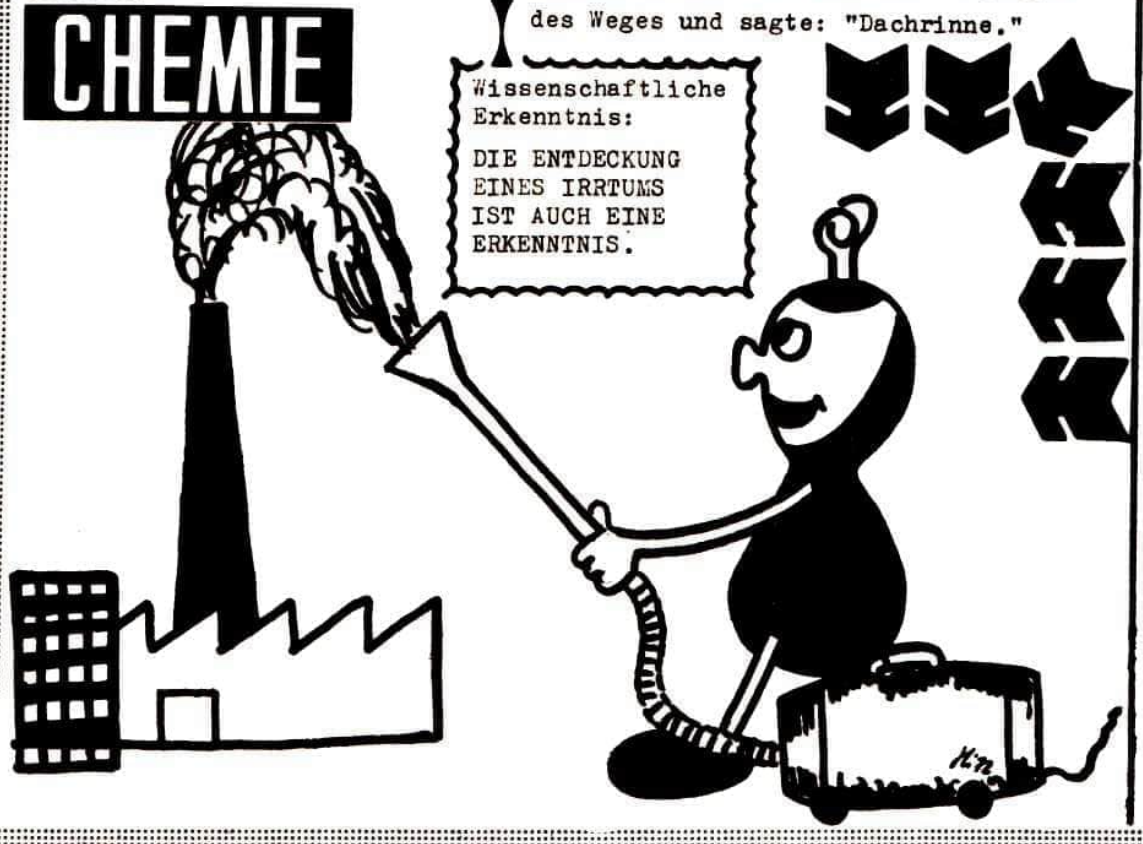
In einem höheren Lehrbuch für Chemie findet sich folgender Satz im Kapitel über Salzsäure: "Meistens aber verwendet der Chemiker an Stelle seiner Zunge blaues Lackmuspapier."

Im Physikunterricht fragte der Lehrer: "Wie heißt das Gerät, mit dem die atmosphärischen Niederschläge aufgefangen werden?" Da kam ein Fußgänger des Weges und sagte: "Dachrinne."

Woran erkennt man einen Chemiker?

Sie haben einen Chemiker vor sich, wenn

1. eine Seite seines alten Pfeifenkopfes mehr als die andere abgebrannt ist (vom Anzünden am Bunsenbrenner),
2. wenn er nach dem Umrühren seines Kaffees mit der Spitze des Kaffeelöffels die Innenseite der Tasse berührt (quantitative Analyse),
3. wenn er ein Glas beim Füllen auf Augenhöhe hebt,
4. wenn er zu Hause Erlenmeyer und Bechergläser als Vasen und Karaffen benutzt und Abdampfschalen als Aschenbecher!



Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)
L. Günther (Foto, Korrektur)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Nikolaus Kopernikus 3
Das Biophysik-Fachstudium 8
Messung der Lichtgeschwindigkeit 11
Sirius B 16
Interview mit Prof. Taubeneck 19
Differentialthermoanalyse 23
Jugendarbeitsgruppe „Kosmos" 26
Büchermarkt 28
Neutrinos und Sternentwicklung (Teil II) 30

R. Rost
Fo.-Student
Sektion Physik

NIKOLAUS KOPERNIKUS- Der Begründer unseres astronomischen Weltbildes

"Und so habe ich dann unter Annahme der Bewegungen, welche ich im nachstehenden Werke der Erde zuschreibe ... endlich gefunden, daß, wenn die Bewegungen der übrigen Wandelsterne auf den Kreislauf der Erde übertragen und dieser dem Kreislauf jedes Gestirns zugrunde gelegt wird, ... die Gesetze und Größen der Gestirne und all ihrer Bahnen ... so zusammenhängen, daß in keinem ... Teile ohne Verwirrung der übrigen Teile und des ganzen Universums irgend etwas verändert werden könnte."

Diese Worte schrieb der große polnische Mathematiker und Astronom NIKOLAUS KOPERNIKUS, dessen Geburtstag sich im Februar diesen Jahres zum 500. Male jährte, in der Einleitung seines Hauptwerkes "De Revolutionibus Orbium Coelestium" (sinngemäß: Über die Kreisbewegungen der Himmelskörper). Er sprach darin die nach jahrtausendealten Vermutungen von ihm wissenschaftlich begründete Erkenntnis der Richtigkeit eines heliozentrischen Weltbildes aus und half so entscheidend mit, das zu einem Dogma erstarrte kirchliche Weltbild zu überwinden und die Naturwissenschaft von seinem hemmenden Einfluß zu befreien. Wir wollen den Jahrestag zum Anlaß nehmen, um kurz auf die Entstehung und Bedeutung des kopernikanischen Weltbildes einzugehen; insbesondere auf den langen Erkenntnisprozeß, auf dem KOPERNIKUS beim damaligen Stand der Naturwissenschaft und Philosophie dahin kam.

Titelbild:

Aufnahme der Erde durch die sowjetische Sonde 5 auf dem Rückflug vom Mond zur Erde (Aufnahmeentfernung etwa 50 000 km)

Das geozentrische Weltbild

Das vom Altertum bis ins Mittelalter als unfehlbar und - wie die Bibel verkündet - philosophisch unantastbar geltende geozentrische Weltbild des PTOLEMÄUS (100-178 n. u. Z.) hatte schon lange vor KOPERNIKUS seine Schwächen gezeigt. Es muß dazu gesagt werden, daß PLOLEMÄUS in seinem "Almagest" nicht nur eine qualitative geozentrische Beschreibung der Planetenbewegungen gab, sondern daß es ihm auch gelungen war, mit Hilfe zusammengesetzter Kreisbewegungen (den sogenannten Epizykeln - siehe Anhang!) eine quantitative Berechnung der Planetenörter am Himmel zu geben. Das war bei der geringen Beobachtungsgenauigkeit und den unvollkommenen mathematischen und physikalischen Grundlagen eine geniale Leistung. Da PTOLEMÄUS jedoch von der grundsätzlich falschen Annahme einer ruhenden Erde ausgegangen war, konnte auch seine sehr komplizierte Theorie nicht verhindern, daß sich bereits im frühen Mittelalter deutliche Abweichungen der gemessenen von den berechneten Planetenörtern ergaben. Korrekturen brachten natürlich nur zeitweilig Verbesserungen, und insbesondere die Abweichung der Länge des tropischen Jahres vom Kalenderjahr führte Ende des 15.Jahrhunderts zu einer Kalenderungenauigkeit von 10 Tagen.

Der junge Kopernikus

In diesen Zeitraum - genauer 1491 - 1505 - fällt das in seiner Universalität (Mathematik, Astronomie, Philosophie, Theologie, Medizin und Jura - also alle damals erschlossenen Wissensgebiete) und Tiefe (Promotionen in Philosophie und Medizin, mathematische und astronomische Ausbildung bei berühmten Lehrern) für seine Zeit wahrscheinlich einzigartige Studium des jungen KOPERNIKUS. In dieser Zeit entstanden mit Sicherheit auch seine ersten Zweifel am geozentrischen Weltbild. Noch lange nach seinem Studium jedoch war er stark in der idealistischen Naturphilosophie seiner Zeit befangen, die noch häufig fehlendes Wissen durch spekulative

philosophische Leitsätze ersetzen mußte. Das wird besonders deutlich an den zahlreichen Berührungspunkten seiner Lehre mit PTOLEMAUS. So ging auch er später von den damals noch als einzig möglich angesehenen, gleichförmig durchlaufenen Kreisbahnen aus und mußte schließlich wie sein Vorgänger mit Epizykelbahnen arbeiten. Allerdings hatten seine Epizykel nur die erst von KEPLER entdeckten ungleichförmigen Bewegungen auf Ellipsenbahnen zu erklären, nicht aber wie bei PTOLEMAUS zusätzlich die auf die Planetenbahnen projizierte Erdbewegung auszugleichen. Gerade das hat die geozentrische Theorie äußerst kompliziert, was KOPERNIKUS zusammen mit der Vermutung, daß sich die Erde viel leichter um die - wie schon im Altertum bekannt war - weitaus größere Sonne bewegen müßte als umgekehrt, wahrscheinlich zuerst auffiel.
Hinweise auf eine mögliche Rotation und Revolution der Erde fand er außerdem bereits bei den Philosophen des Altertums und erwähnt sie auch ausdrücklich.

Die wissenschaftliche Begründung und historische Deutung des heliozentrischen Weltbildes

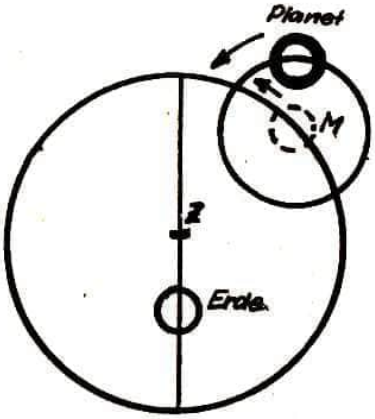
Indem KOPERNIKUS konsequent von der Beobachtung der Naturvorgänge auf die Theorie schloß und erstmalig der Naturwissenschaft den Vorrang über veraltete und dogmatisch gewordene philosophische Regeln gab, gelang es ihm, die heliozentrische Annahme durch exakte Berechnungen und neue Beobachtungen zu beweisen. Der Weg dahin war jedoch äußerst schwierig und lang, denn einerseits mußte er sich gegen die übermächtige Autorität der Kirche und ihre idealistische Philosophie durchsetzen - ein Kampf, der selbst bei richtigen und beweiskräftigen Ergebnissen sehr gefährlich für ihn werden konnte - und andererseits standen ihm fast anderthalb Jahrtausende nach PTOLEMAUS keine wesentlich verbesserten Beobachtungsgeräte zur Verfügung - typisch für den hemmenden Einfluß des"fertigen" kirchlichen Weltbildes, das sich jeder wissenschaftlichen und damit auch technischen

Entwicklung in den Weg stellte. So ist es zu verstehen, daß KOPERNIKUS im wesentlichen die Beobachtungen des PTOLEMÄUS übernehmen konnte und nur relativ wenige Beobachtungen selbst durchführte.
Die Überlegenheit der kopernikanischen Lehre bestand also anfangs weniger in einer numerisch genaueren Vorausberechnung der Planetenörter als vielmehr in ihrem qualitativ höheren Wahrheitsgehalt. Mit seiner neuen Lehre vollzog sich in der Entwicklung des menschlichen Denkens im Ergebnis quantitativer Abänderungen des geozentrischen Weltbildes gesetzmäßig ein Umschlagen in die qualitative Änderung dieses Weltbildes. Das machte den Weg frei für die Entwicklung nicht nur des naturwissenschaftlichen Denkens, sondern darüber hinaus der geistigen Auseinandersetzung mit der idealistischen Weltanschauung des Mittelalters überhaupt, die ohne KOPERNIKUS zweifellos langsamer verlaufen wäre. Er bereitete den Weg für die Erkenntnis KEPLERs, daß die Bewegung der Planeten ungleichförmig auf Ellipsenbahnen erfolgt, und für das Gravitationsgesetz NEWTONs. Diese Entdeckungen verhalfen zugleich seiner Lehre zum Durchbruch, denn die Gegner - unter ihnen sogar Naturwissenschaftler wie TYCHO BRAHE, die infolge der noch geringen quantitativen Genauigkeit keinen wissenschaftlichen Fortschritt sehen konnten - waren zahlreich und mächtig. KOPERNIKUS ließ deshalb sein Werk erst nach seinem Tode veröffentlichen - mehrere Jahrzehnte nach der Vollendung! Von der wissenschaftlichen Richtigkeit seiner Lehre überzeugt, wandte er sich jedoch am Schluß der Einleitung mit scharfen Worten gegen seine weltanschaulichen Gegner:

> "Wenn aber vielleicht Schwätzer kommen, die, obgleich in allen mathematischen Wissenschaften unwissend, dennoch sich ein Urteil darüber anmaßen und es wagen sollten, wegen einer Stelle der Schrift (gemeint ist die Bibel - d. Verf.), die sie zugunsten ihrer Hypothese übel verdreht haben, dieses mein Werk zu tadeln oder anzugreifen: aus denen mache ich mir nichts, daß ich sogar ihr Urteil als ein dummdreistes verachte."

Epizykel

PTOLEMÄUS mußte in seiner geozentrischen Theorie der Planetenbewegungen die Unregelmäßigkeiten ihrer scheinbaren Bahnen mit beschreiben, obwohl er ihre physikalischen Ursachen noch nicht kannte. In erster Linie mußte er den Einfluß der Erdbewegung ausgleichen, der sich zum Beispiel bei den äußeren Planeten in einer scheinbaren Schleifenbewegung in Oppositionsnähe äußert. Außerdem arbeitete er, wie später auch KOPERNIKUS, mit gleichförmig durchlaufenen Kreisbahnen. Tatsächlich bewegen sich ja alle Planeten nach dem 1.KEPLERschen Gesetz auf Ellipsenbahnen, die entsprechend dem 2.KEPLERschen Gesetz in Sonnenferne langsamer durchlaufen werden als in Sonnennähe.



PTOLEMÄUS postulierte nun eine Planetenbewegung, die sich aus zwei gleichförmigen Kreisbewegungen zusammensetzt. Der Planet soll dabei auf einer Kreisbahn - dem EPIZYKEL - einen mittleren Planetenort M, der sich seinerseits auf einer exzentrischen Kreisbahn um die ruhende Erde bewegt, laufen. Damit erreichte er eine für die damalige Zeit recht gute Übereinstimmung der Theorie (Vorausberechnung der scheinbaren Planetenbahnen) mit der Beobachtung, und auch KOPERNIKUS benutzte die Epizykeltheorie noch, um die durch die KEPLER-Bewegung hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten auszugleichen.

Formamid im Weltall entdeckt

Astronomen und Chemiker haben unlängst eine sensationelle Entdeckung gemacht. Sie fanden in der sogenannten Stygian-Gaswolke im Zentrum unserer Galaxis eine Radiostrahlung mit der Wellenlänge von 6 cm. Diese Radiostrahlung ist kennzeichnend für Schwingungen im Molekül Formamid (NH_2CHO). Diese Entdeckung ist insofern von Wichtigkeit, da dieses Molekül die Vorstufe des Aufbaues von Aminosäuren und somit der Proteine sein könnte.

U. Kunter
Humboldt-Uni Berlin
Sektion Biologie

Das Biophysik-Fachstudium

Die Entwicklung der Biologie in den letzten Jahren ist gekennzeichnet durch eine immer stärkere Einbeziehung von Denk- und Arbeitsweisen der Mathematik und Physik in die moderne biologische Forschung. Dadurch gelangt die Biologie aus einer rein beschreibenden Phase in eine Phase der Entwicklung zur exakten Naturwissenschaft, in deren Verlauf sich neue Wissenschaftsgebiete entwikkeln, die sich der mathematisch-physikalischen Denk- und Arbeitsweisen in besonderem Maße annehmen und dadurch interdisziplinären Charakter tragen. Dazu gehört neben der Biochemie und der Biomathematik auch die Biophysik. So wird es möglich, biologische Phänomene von mehreren Seiten zu betrachten, um so zu tieferen Einsichten in den Forschungsgegenstand der Biologie, das lebende System, zu gelangen.

Dieser besondere Charakter der Biophysik erfordert nun auch besondere Formen in der Lehre. Bedingt durch die mathematisch-physikalische Betrachtungsweise ist es möglich, das Fachstudium Biophysik nach einem Grundstudium der Biologie oder der Physik aufzunehmen. Zur Zeit ist es für Biologen nur an der Humboldt-Universität zu Berlin möglich, ein Fachstudium für Biophysik aufzunehmen.

Was enthält nun das Fachstudium im Einzelnen?
Aufbauend auf einem Grundstudium der Biologie müssen in das Fachstudium bestimmte Gebiete der Physik, Mathematik und Physikochemie einbezogen werden, um die für die Biophysik typische Denk- und Arbeitsweise zu entwickeln. So beginnt das Fachstudium mit einem mathematischen Intensivkurs und dem Studium einiger elektronischer Grundlagen.

Es schließen sich Komplexe an, die die Behandlung von Aspekten der Struktur und Wechselwirkung von Makromolekülen als Grundlage für deren funktionelle Bedeutung, biophysikalische Aspekte supramolekularer Strukturen, thermodynamische Berechnungen elementarer biologischer Phänomene und anderes zum Inhalt haben.

Folgende Abschnitte bilden den Inhalt des Ausbildungsprogrammes:

1. Mathematische Grundlagen
2. Einige elektronische Grundlagen
3. Physikochemische Probleme der Biophysik
   - statistische Thermodynamik
   - Viskosität und Brown'sche Molekularbewegung
   - Elektrolyte und Potentialdifferenzen von Phasengrenzflächen
4. Spektroskopische Methoden
5. Kinetik und Compartmentanalyse
   - Populationskinetik
   - Compartmentanalyse
   - Kinetik und Regelung enzymatischer Prozesse
   - Rückkopplung und Regelung
6. Thermodynamik

Zur Ausbildung gehört auch der Besuch einer zweijährigen Mathematikvorlesung. Weiterhin finden Spezialvorlesungen über bestimmte Spezialgebiete der Biophysik statt, z.B. die Vorlesungsreihen "Strahlenbiologie" und "Struktur von biologischen Makromolekülen". Die Vermittlung des Stoffes geschieht vorwiegend in Form des angeleiteten Selbststudiums, dessen Effektivität durch Vorlesungen über besonders komplizierte Probleme gesteigert wird. Das dadurch gewonnene theoretische Wissen findet im Praktikum Anwendung und wird mit Hilfe der durchgeführten Versuche vertieft und erweitert. Eine weitere Möglichkeit

der Wissensvertiefung ist in den Seminaren zu den einzelnen Themen gegeben. Mit Hilfe dieser Seminare, der Versuchsprotokolle und gerechneter Übungsaufgaben ist eine Einschätzung des Leistungsstandes eines jeden Studenten möglich. Auch während der Ausbildung im Fachstudium wird natürlich ein intensives Studium des Marxismus-Leninismus von jedem Studenten durchgeführt, haben doch gerade philosophische Fragen für die der Biophysik charakteristischen Forschungsprobleme aus dem Grenzgebiet zwischen belebter und unbelebter Materie besondere Bedeutung.

Jeder Student fertigt im 3. Studienjahr in einem 6-wöchigen Ausbildungsabschnitt eine Arbeit wissenschaftlichen Charakters an. Das Thema dieser Arbeiten ist immer ein Teilthema des Forschungsprogrammes, das von der Lehrgruppe bearbeitet wird. Dadurch erhalten die von den Studenten gefundenen Ergebnisse erhöhte Bedeutung. Im 4. Studienjahr wird die Diplom-Arbeit geschrieben. Auch hier stammen die Themen aus dem Forschungsprogramm der Lehrgruppe.

Die Fortführung des Studiums in Form des Forschungsstudiums ist für Studenten mit sehr guten gesellschaftlichen und fachlichen Leistungen möglich. Ein Einsatz nach dem Diplom ist in der Medizin, Landwirtschaft, biologische Grundlagenforschung, Bionik, Umweltschutz u.a. möglich.

WISSENSWERTES

Neues Mittel gegen Karies

Durch künstliche Veränderung des Zahnschmelzes mit Hilfe eines Kohlendioxid - Lasers gelang eine wirksame Kariesprophylaxe. Die Zahnoberfläche wird durch Impulse gewissermaßen glasiert, so daß die von Natur aus vorhandenen Mikroporen verschlossen werden.

A. Feuerpfeil
2. Stdj.
Sektion Physik

Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit

In der Physik nimmt die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes als Naturkonstante eine besondere Stellung ein. Sie ist, wie der geniale Physiker Albert Einstein in seiner speziellen Relativitätstheorie folgerte, die grösstmögliche Geschwindigkeit, mit der ein Masse- oder Energietransport erfolgen kann. Er zeigte ausserdem, dass die Energie E und die Masse m eines Körpers mit dem Wert der Lichtgeschwindigkeit c in der Gleichung

$$\boxed{E = m \cdot c^2}$$

verknüpft sind und dass jeder Körper bei Annäherung an die Lichtgeschwindigkeit seine Masse vergrössert. Unter Kenntnis des genauen Wertes von c ist es in der Astrophysik möglich, über die Effekte der Aberration des Fixsternlichtes und dem Dopplereffekt Relativgeschwindigkeiten zwischen der Erde und anderen Himmelskörpern festzustellen und darüber hinaus bestimmte Theorien über die Entstehung und Entwicklung unserer Galaxis zu begründen. Hierzu ist es aber nötig, den Wert der Lichtgeschwindigkeit experimentell zu ermitteln.

Die ersten Versuche zur Bestimmung von c waren astronomischer Art. Der dänische Astronom Olaf Römer entdeckte 1676, dass sich die Zeitintervalle der Verfinsterung der Jupitermonde vergrössern, wenn sich die Erde vom Jupiter entfernt, und umgekehrt, dass sie sich verringern, wenn Erde und Jupiter einander wieder annähern. Er führte diese Erscheinung auf eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes zurück und deutete somit das beobachtete Phänomen mit Hilfe

der Zeit, die das Licht braucht, um sich fortzupflanzen. Auf der Grundlage des Zeitunterschiedes der Verdunklung der Jupitertrabanten bei Opposition und Konjunktion der Erde zum Jupiter und der Kenntnis des ungefähren Erdbahndurchmessers bestimmte Olaf Römer die Lichtgeschwindigkeit mit 214.000 km . s^{-1}.

Somit war der Wert von c das erste Mal grössenordnungsmässig richtig bestimmt worden, obwohl er noch recht ungenau war. Ebenfalls mittels astronomischer Beobachtungen führte 1727 der Astronom Bradley über den Effekt der Fixsternaberration eine Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes durch. Hierbei ist unter Aberration das Folgende zu verstehen:

Beobachtet man einen von einem Fixstern ausgehenden Lichtstrahl mit einem sich senkrecht zu diesem Lichtstrahl bewegenden Fernrohr, so verschiebt sich das Fernrohr um eine gewisse Strecke, bis der Lichtstrahl im Fernrohr eintrifft.

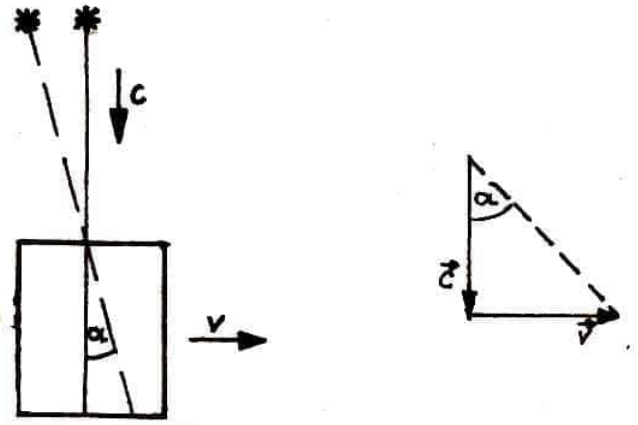


Abb. 1

Die Fixsterne werden also von der sich bewegenden Erde aus nicht an ihrem wahren Platz beobachtet, sondern um den sogenannten Aberrationswinkel verschoben. Da die Erde aber im Verlauf eines Jahres einmal in der einen, einmal in der dazu entgegengesetzten Richtung eine Relativbewegung zu den Fixsternen ausführt, ist das Doppelte des Aberrationswinkels und somit der Aberrationswinkel selbst bestimmbar. Aus dem Vektordiagramm der Lichtgeschwindigkeit c und der Fernrohrgeschwindigkeit v lässt sich leicht der Zusammenhang dieser Grössen mit dem Aberrationswinkel α herleiten.

$$\tan \alpha = \frac{v}{c}$$ (Abb. 1)

Sind also α und v bekannt, lässt sich unmittelbar c errechnen. Bradley erhielt bei seinen Messungen für den Aberrationswinkel die Grösse α = 2o,6 ", und da sich die Erde mit einer Geschwindigkeit von v = 29,77 km . s^{-1} auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt, einen Wert von 297.7oo km . s^{-1} für die Lichtgeschwindigkeit. Dieses Ergebnis war schon wesentlich genauer als das von Römer.

1849 machte der Franzose Fizeau erstmalig den Versuch der terrestischen Bestimmung von c durch den Vergleich der Lichtgeschwindigkeit mit Geschwindigkeiten auf der Erde. Er schickte einen Lichtstrahl durch ein sich drehendes Zahnrad auf einen im bestimmten Abstand aufgestellten Spiegel, wobei der Spiegel das Licht genau in die Einfallsrichtung zurückwarf und beobachtete den zurückkehrenden Strahl, währendessen die Rotationsgeschwindigkeit des Zahnrades verändert wurde. Bei einer bestimmten Drehzahl des Zahnrades trat eine Verdunklung des zurückkehrenden Lichtes auf, da nämlich während der Zeit, die das Licht zur Bewegung vom Zahnrad bis zum Spiegel und zurück benötigte, an die Stelle der Zahnlücke, durch die das Licht hindurchging, ein Zahn getreten war. Kennt man die Zähnezahl z und die Drehzahl U des Zahnrades sowie dessen Abstand s zum Spiegel, ergibt sich die Lichtgeschwindigkeit c nach der Formel

$$c = 4 \cdot z \cdot s \cdot U,$$

wie man sich leicht selbst überlegen kann.
Fizeau erhielt mit seiner Apparatur: c = 313.29o km . s^{-1}.
Später verbesserte man dieses Verfahren, indem das Licht nicht auf mechanischem Wege, sondern auf elektrischem Weg mit einer Kerrzelle unterbrochen wurde. Dadurch war eine Erhöhung der Frequenz der Lichtunterbrechung und deren genauere Bestimmung möglich, was zu einer wesentlichen Erhöhung der Messgenauigkeit führte. Mit einer solchen verbesserten Messanordnung bestimmte E. Bergstrand 195o den

Wert der Lichtgeschwindigkeit mit (299.792,7 ± 25)km . s^{-1}.
Ein weiteres Verfahren der Ermittlung von c wurde von dem Franzosen Focault erstmalig 1838 ausgeführt. Es lässt sich wie folgt kurz beschreiben: Ein Lichtstrahl läuft durch einen Spalt auf einen rotierenden Spiegel, wird von dort senkrecht auf einen feststehenden Spiegel geworfen und von ihm zurück auf den sich drehenden. Da sich dieser aber mittlerweile um einen gewissen Betrag weitergedreht hat, wird er das Licht nicht in die ursprüngliche Einfallsrichtung des Lichtstrahls, sondern etwas abgelenkt reflektieren.

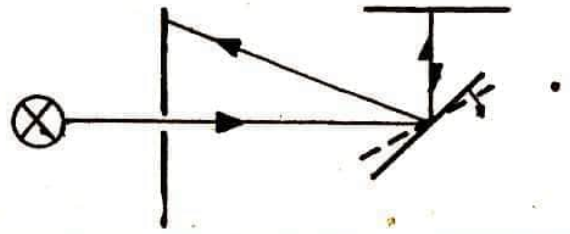


Abb. 2

Bei bekannter Drehgeschwindigkeit des Spiegels sowie Laufstrecke des Lichtes kann man mit dem gemessenen Wert der Lichtablenkung die Lichtgeschwindigkeit errechnen.
Focault bestimmte c mit 300.900 km . s^{-1} in seinem Versuch.
Später wurde auch diese Messanordnung verbessert, da die Ablenkung des Lichtes bei Focault nicht einmal 1 mm betrug und ihre Messung mit einem grossen Messfehler behaftet war.
A. Michelson vereinigte später die Vorteile der Fizeauschen und der Focaultschen Methode, indem er sie kombinierte.
Er verwendete ausserdem statt des sich drehenden Spiegels ein achtflächiges Glas- oder Nickelprisma, wodurch die Messgenauigkeit vergrössert wurde und führte die Messungen in einem evakuiertem Rohrsystem aus, das atmosphärische Einflüsse ausschaltete. Aus etwa 1900 Einzelmessungen erhielt Michelson 299.774 km . s^{-1} für c.
Die modernsten Bestimmungsarten der Lichtgeschwindigkeit beruhen auf der Anwendung sogenannter Hohlraumresonatoren, die eine moderne Variante des Hertzschen Senders sind.
Man ermittelt die Frequenz f sowie die Wellenlänge der Schwingung eines solchen Resonators gleichzeitig und kann die Lichtgeschwindigkeit über die Grundgleichung

elektromagnetischer Wellen, die auch für das Licht als elektromagtetischer Vorgang gilt, bestimmen:

$$c = \lambda \cdot f$$

Diese Methode ist sehr genau und stellt die präziseste aller bisherigen dar. Mit ihrer Hilfe bestimmte man die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes (im Vakuum) mit:

$$c = (299.793 \pm 0{,}3)\ km \cdot s^{-1}$$

welches der zur Zeit akzeptierte Zahlenwert der Lichtgeschwindigkeit ist.

Der neue Vorbereitungslehrgang ist da!

Eine Arbeitsgruppe von "impuls 68" hat den "Vorbereitungslehrgang zum Physikstudium" auch in diesem Jahr überarbeitet und zum Druck gebracht. Folgende Ziele haben wir uns gestellt:

- Wir wollen die Oberschüler bei der Berufswahl unterstützen, indem wir sie über einzelne Aspekte des Physikstudiums informieren.
- Den künftigen Physikstudenten und anderer naturwissenschaftlich - technischer Fachrichtungen geben wir die Möglichkeit, sich langfristig auf den Studienbeginn - der sehr entscheidend ist - vorzubereiten.

Im ersten Teil unseres "Vorbereitungslehrgangs" finden Sie zunächst einige allgemeine Bemerkungen zur heutigen Physik und zur "Technologie des Studierens". Der folgende Teil stellt eine Anregung zur Wiederholung des Oberschulstoffes dar und gibt einen Einblick in die gestellten Anforderungen zu Beginn des Studiums. Im dritten und vierten Teil

wird in ausgewählten Beispielen wichtiger und bekannter Stoff aus Mathematik und Physik überblicksmäßig dargestellt. Darüber hinaus finden auch die meisten der Bewerber neuen Stoff, der ohnehin in der ersten Zeit auf die Studenten zukommt. Im zweiten und vierten Teil haben wir Aufgaben gestellt, an denen Sie Ihren Kenntnisstand messen können. Ein Teil des Stoffes ist in programmierter Form abgefaßt.
Sie erhalten ein oder auch mehrere Exemplare des "Vorbereitungslehrgangs", wenn Sie sich an

Dr. Eckhart Förster, Sektion Physik, 69 Jena,
Max - Wien - Platz 1

wenden.

Pro Exemplar zahlen Sie bitte 1,- M auf das Konto 4472 - 31 - 3331 der Stadt- und Kreissparkasse Jena ein.
(Umfang des Vorbereitunglehrganges etwa 70 Seiten!)

L. Günther
Sektion Physik
2. Stdj.

Sirius B - ein Stern mit ungewöhnlichen Eigenschaften

Schon seit über hundert Jahren ist bekannt, daß Sirius - der hellste Stern unseres Himmels - ein Doppelstern ist. Sein Begleiter, Sirius B, ist ein sogenannter weißer Zwerg mit nur geringen Ausmaßen (vergleichbar denen der Erde), hoher Temperatur (einige zehntausend Grad an der Oberfläche) und übergroßer Dichte. Diese ist zehntausendmal größer als die des Wassers.

Dieser Stern befindet sich relativ nahe bei der Sonne (etwa 8,5 Lichtjahre), besitzt etwa deren Masse (1,02 Sonnenmassen) und seine scheinbare Helligkeit beträgt ungefähr $+10^m$. Seine Erforschung wird jedoch durch die Nähe des hellen Siri-

us A erschwert. 1961/62 entfernte sich Sirius B infolge der Orbitalbewegung von seinem hellen Begleiter auf die größtmögliche Winkeldistanz, so daß es erstmalig möglich wurde, "saubere" Spektren von Sirius B zu erhalten. Ende 1971 wurden die Auswertungen der Spektren beendet.

Die effektive Temperatur beträgt 32 000 ^{o}K, der Radius 5 400 km (das entspricht 85 % des Erdradius). Die Schwerebeschleunigung an der Oberfläche des Sterns übertrifft mit einem Wert von $4{,}5 \cdot 10^{8}$ cm/s^{2} die Erdbeschleunigung 1,2 Millionen mal! Die mittlere Dichte des Sirius B ist mit $3{,}0 \cdot 10^{6}$ g/cm^{3} ebenfalls außerordentlich hoch. Offensichtlich besteht dieser merkwürdige Stern vollständig aus Helium.

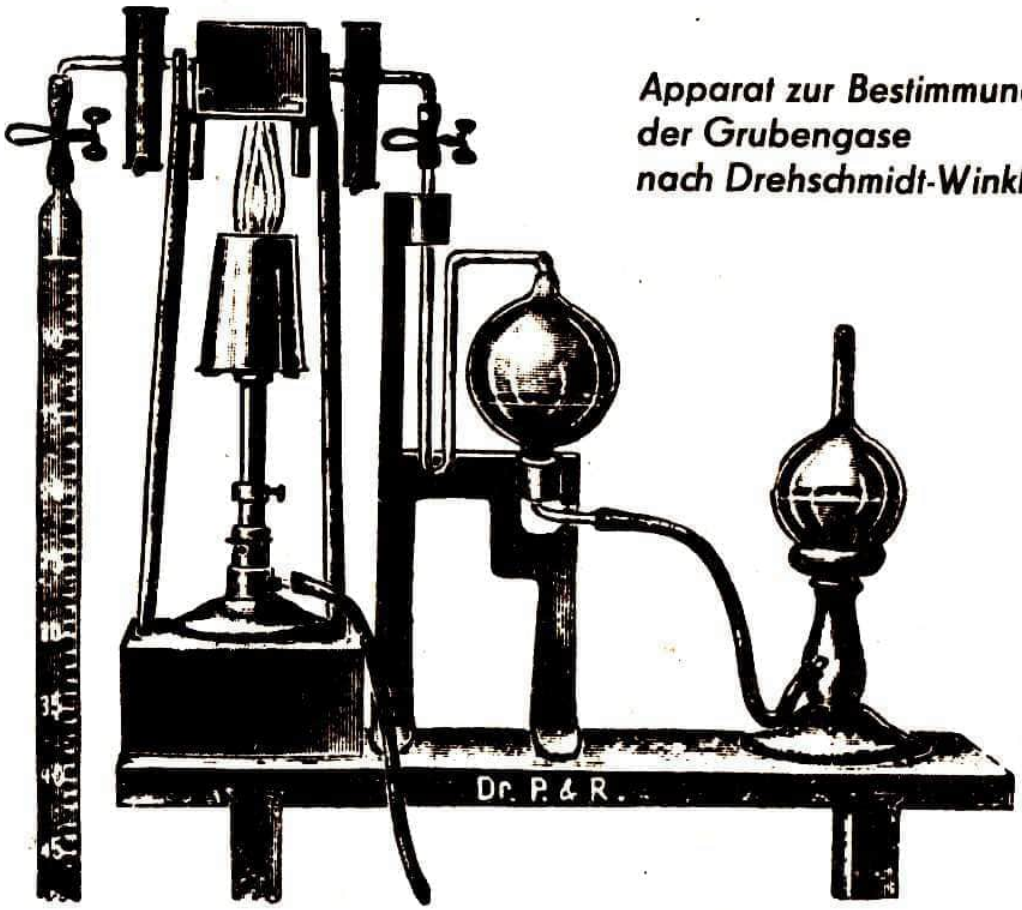
Sirius B wurde auch als Probekörper zum Nachweis des Effektes der Gravitations - Rotverschiebung benutzt, die durch die allgemeine Relativitätstheorie vorhergesagt wurde. Das Wesen dieses Effektes besteht in der Verringerung der Frequenz der Photonen des ausgestrahlten Lichtes in einem starken Gravitationsfeld. Im Falle des Sirius B entspräche die Frequenzverringerung einer scheinbaren Fluchtbewegung des Sterns mit einer Geschwindigkeit von 83 km/s. Die sorgfältige Auswertung der Lage der H - Linien im Spektrum von Sirius B ergab eine Verschiebung dieser Linien zum roten Teil des Spektrums hin, die einer Fluchtgeschwindigkeit von (81 ± 6) km/s entspricht. Das zeigt im Bereich der möglichen Fehlergrenzen eine gute Übereinstimmung mit der Theorie.

Beseitigung von Cyanidabfällen

Auf Grund der hohen Giftigkeit von nicht komplex gebundenen Cyaniden ist es notwendig, sie zu zerstören, ehe man sie dem Abwasser zuführt. Dazu wurde ein sehr einfaches Verfahren entwickelt, bei dem das Cyanid in Ammoniak und Formiat (Salz der Ameisensäure) überführt wurde. Das Verfahren besteht darin, Cyanidabfälle mit Wasser in einer Druckapparatur auf etwa 2oo^{o} C zu erhitzen.

Beseitigung von SO_2 aus Abgasen mit Zitronensäure

SO_2 ist einer der wichtigsten Schadstoffe, die zur Luftverunreinigung beitragen. Zur Entfernung aus industriellen Abgasen wird möglichst ein Verfahren angestrebt, das mit einer Gewinnung des anfallenden Schwefels verbunden ist. Es wurde ein Verfahren beschrieben, bei dem Zitronensäure als Absorptionsmittel verwendet wird. Beim Einleiten von SO_2 in die wässrige Zitronensäurelösung bildet sich ein Bisulfit - Zitrat - Komplex, der durch Schwefelwasserstoff zerstört wird. Der zur Zerstörung des Komplexes benötigte Schwefelwasserstoff wird durch Reduktion eines Teils des Schwefels mit Methan (Erdgas) hergestellt. Diese Umsetzung von S zu H_2S läuft mit AL_2O_3 als Kontakt in guter Ausbeute ab. Auf diese Weise lässt sich als Endprodukt Schwefel gewinnen. Der Reinigungseffekt liegt bei 9o bis 95 %.



Apparat zur Bestimmung der Grubengase nach Drehschmidt-Winkler

Interview mit
Prof. Taubeneck
Deutsche Akademie
der Wissenschaften

Mikroorganismen - nur Feinde der Menschheit?

Herr Prof. Taubeneck vom Zentralinstitut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie Jena der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin beantwortete für "impuls 68" Fragen zu dieser Problematik.

"impuls 68": Neben Bakterien, die als Krankheitserreger schädlich sind, kennt man heute bereits eine Vielzahl nützlicher Formen. In welchen Gebieten können sie Anwendung finden ? Welche besonderen Merkmale bedingen die Vielseitigkeit der Anwendung ?

Prof. Taubeneck: Mikroorganismen können in vielen Bereichen angewendet werden. Sie haben Bedeutung in den Stoffkreisläufen der Natur, in direkter und indirekter Weise für die Ernährung und in der medizinischen Praxis, beispielsweise zur Gewinnung von Impfstoffen.

Mikroorganismen unterscheiden sich wesentlich von höher entwickelten Lebewesen durch die Vielfalt der bei ihnen zu beobachtenden Stoffwechsel- und Ernährungstypen. Bestimmte Ernährungsformen, wie beispielsweise die Chemolithotrophie, kann man nur bei ihnen beobachten. Sie können unter extremen Bedingungen bei hohem Druck oder hoher Temperatur leben und dadurch Pionierdienste bei der Besiedlung neuer Lebensräume leisten. Diese genannten Fähigkeiten bedingen die Vielseitigkeit der Anwendungsmöglichkeiten der Mikroorganismen. Sie lassen auch daran denken, dass in unserem Planetensystem Leben vom Typ der Mikroorganismen ausserhalb der Erde nicht auszuschliessen ist.

"impuls 68": Welche Bedeutung kommt den Mikroorganismen in unserer Umwelt zu ? Wie können sie zum Umweltschutz eingesetzt werden ?

Prof. Taubeneck: Durch die Mikroorganismen werden die Stoffwechselkreisläufe in der Natur aufrecht erhalten. Beispielsweise beträgt die CO_2-Konzentration in der Luft o,3 %. Durch die Fotosynthese werden 1,6 Milliarden t Kohlenstoff aus der Luft in Zellulose umgewandelt. Das hätte zur Folge, dass in 2o - 3o Jahren der gesamte Kohlenstoff in organischen Verbindungen festgelegt wäre, würde er nicht durch die Mikroorganismen ständig wieder freigesetzt. Das Gleiche gilt im Prinzip auch für die Elemente Stickstoff, Schwefel und Phosphor.
Neben diesen spontanen Prozessen kann ein gezielter Einsatz von Mikroorganismen in der Umwelt erfolgen. Die Grundlage dafür bildet die schon angedeutete physiologische Vielseitigkeit. Durch steuerbare mikrobiologische Ökosysteme sind schwerwiegende Probleme lösbar. Die Mikroorganismen können physiologische und unphysiologische Substrate, beispielsweise Phenole, abbauen. Sie spielen deshalb eine zunehmende Rolle bei der Abwässerreinigung und bei der schnellen Beseitigung von Industriegiften. Von besonderer Bedeutung bei der Lösung des Umweltproblems ist aber die Zusammenarbeit aller Staaten. So wären alleinige Massnahmen der DDR zur Verhinderung einer weiteren Verschmutzung der Ostsee wirkungslos, würden sich nicht die anderen Anliegerstaaten beteiligen. In diesem Zusammenhang soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass der Ausschluss der DDR von der in Stockholm stattgefundenen Umweltkonferenz eine unverständliche Massnahme ist.

"impuls 68": Zunehmend werden Bakterien zur Lösung von Ernährungsproblemen eingesetzt. Wo liegen die Möglichkeiten des Einsatzes, werden von Bakterien gebildete Produkte "Nahrungsmittel der Zukunft" sein ?

Prof. Taubeneck: Bei der Bedeutung der Mikroorganismen für die Ernährung gibt es zwei Hauptaspekte: Die Nahrungsproduktion durch die Mikroorganismen und die Verhinderung des Verlustes von Nahrung. Letzteres hat eine nicht zu unterschätzende Bedeutung, wenn man bedenkt, dass in tropischen Gebieten bis zu 4o - 5o % der Obsternten jährlich von Mikroorganismen vernichtet

werden.
Die Mikroorganismen selbst können als Eiweissquelle dienen. Es ist dazu keine landwirtschaftliche Nutzfläche erforderlich, die Produktion ist in drei Dimensionen möglich und saisonunabhängig. Die Produktion ist automatisierbar und deshalb technisch besonders günstig. Dies läset erkennen, dass der Vorteil der Mirkoorganismen gegenüber den höher entwickelten in einer intensiveren Produktionsleistung besteht. Allerdings müssen die erhaltenen Eiweissfraktionen noch ausreichend toxikologisch überprüft werden, ehe sie als Nahrungsmittel Verwendung finden können. Sie werden in der Zukunft neben den gebräuchlichen Nahrungsmitteln existieren, sie aber nicht ersetzen. Deshalb werden auch in der Landwirtschaft grosse Anstrengungen unternommen, um besonders eiweissreiche Getreidearten zu züchten.

Ein weiterer Vorteil der Mikroorganismen besteht darin, dass sie ihre Zellsubstanz aus Abfallprodukten der Petrolchemie und aus Erdgas aufbauen können. Die Fähigkeit Kohlenwasserstoffe zu assimilieren haben nur die Mikroorganismen.

"impuls 68": Welche Bedeutung hat die Anwendung der Mikroorganismen in der Chemotherapie ? Werden in der Zukunft Antibiotika nur synthetisch hergestellt werden ?

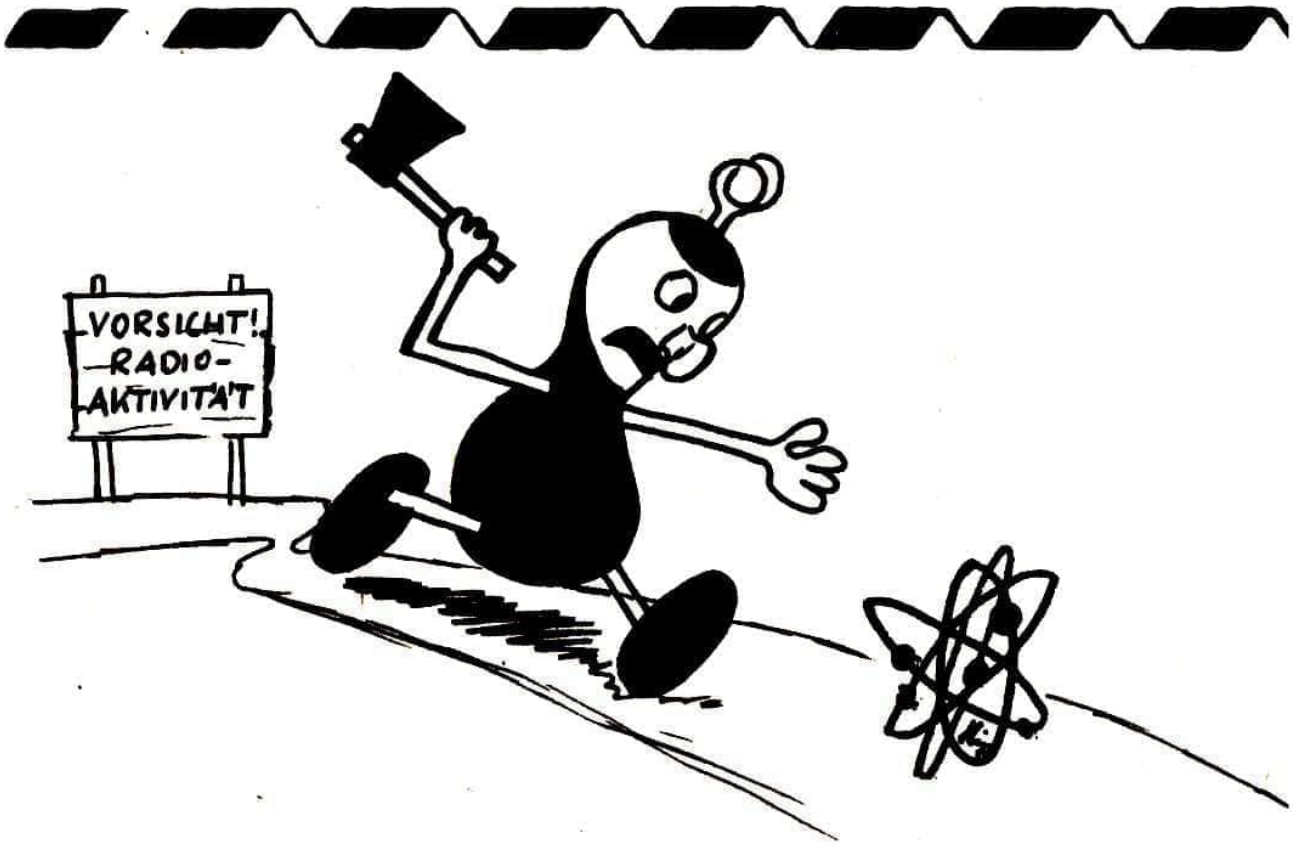
Prof. Taubeneck: Mit der Produktion der Antibiotika wurde die Technische Mikrobiologie entwickelt. Heute ist praktisch jedes Primär- Sekundärstoffwechselprodukt der Mikroorganismen herstellbar. Die Antibiotika haben neben der Bedeutung in der Medizin einen festen Platz bei der Aufzucht von Tieren. Ohne Medizinalfutter zur Verhinderung von Infekten wären grosse Tierbestände bei der industriellen Produktion, besonders von Kälbern und Geflügel, nicht aufrecht zu erhalten. Antibiotikazusätze zum Futter führen auch zu einer schnelleren Gewichtszunahme.
Das Resistenzproblem in der Medizin zwingt zur Suche nach immer neuen Antibiotika oder zur chemischen Abwandlung der schon bekannten. Theoretisch könnte man alle Antibiotika rein synthetisch herstellen, so bald ihre Struktur bekannt ist. Das wird sich aber nur bei Stoffen mit einfacher Struktur rentabel

gestalten lassen; wie z.B. beim Chloramphenicol. Die kompliziert aufgebauten Antibiotika wird man weiterhin biologisch produzieren, zumal da man in den Kohlenwasserstoffen ein sehr billiges Ausgangsmaterial hat.

"impuls 68": Erkenntnisse der Mikrobiologie wurden immer wieder auch gegen die Menschheit, zu ihrer Vernichtung, eingesetzt. Worin liegt die besondere Gefahr mikrobiologischer Waffen ?

Prof. Taubeneck: Anfang des Jahres 1972 wurde auf Initiative der Sowjetunion eine Vereinbarung zur Nichtweiterentwicklung und Vernichtung biologischer Waffen unterzeichnet. Dies ist von grosser Bedeutung. Die besondere Gefahr liegt in der einfachen und unkontrollierbaren Herstellung und in der Erzeugung immer neuer Varianten der verwendeten Erregerstämme, so dass Abwehrmassnahmen gegen bakteriologische oder virologische Waffen kaum getroffen werden können.

"impuls 68": Im Namen unserer Leser danken wir für dieses Interview.



Vorwort

Alle bisherigen Artikel in der Serie der modernen Analysenverfahren beruhten auf der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung und dem zu untersuchenden Objekt, den Atomen oder Molekülen. Mit dem folgenden Artikel möchten wir ein Analysenverfahren vorstellen, bei dem die Wechselwirkung mit thermischer Energie (Wärme) genutzt wird. Die thermodynamischen Grundbegriffe, die zum Verständnis dieses Artikels erforderlich sind, sind im Artikel "Chemische Thermodynamik I - Chemische Energetik" ("impuls 68", H. 7 des 5. Jg.) dargestellt

CHEMIE

R. Häfer
Sektion Chemie
Forschungsstudent

Thermische Analysenmethoden: Differentialthermoanalyse

Für alle thermischen Analysenmethoden ist charakteristisch, daß ein physikalischer Parameter eines Stoffes in Abhängigkeit von der Temperatur untersucht wird. Dabei kann es sich sowohl um ein Element als auch um eine Verbindung oder ein Gemisch handeln.
Verfolgt man eine Eigenschaft eines Stoffes (z.B. Volumen oder Masse) als Funktion der Temperatur, so können bei bestimmten charakteristischen Temperaturbereichen sprunghafte oder diskontinuierliche Änderungen dieser Eigenschaften auftreten. Diese Änderungen werden in der Regel durch Strukturänderungen innerhalb des Stoffes verursacht.
Vier der wichtigsten selbständigen thermischen Analysenmethoden sind folgende:

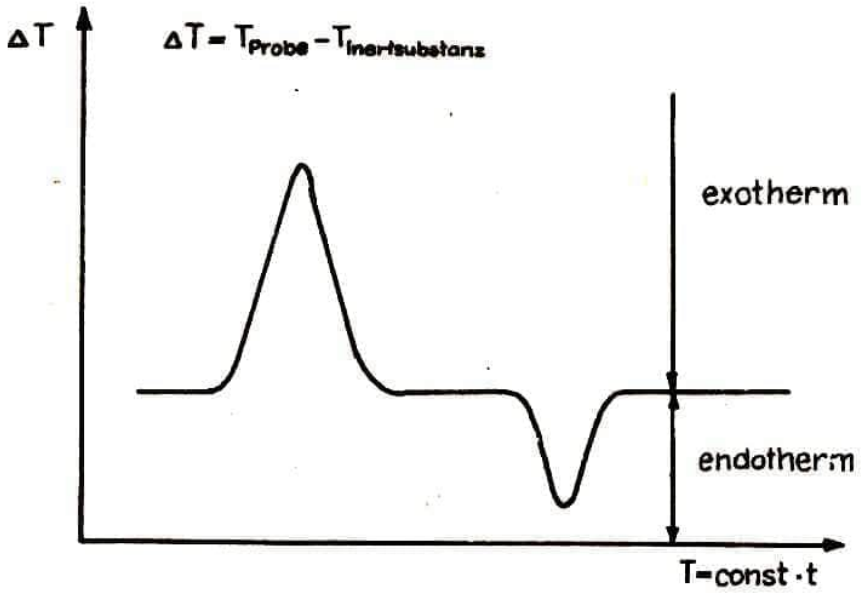
- Differentialthermoanalyse (DTA, gemessen wird die Temperaturdifferenz zwischen Probe und Vergleichssubstanz)
- Thermogravimetrie (TG, gemessen wir die Massenänderung der Probe)
- Dilatometrie (gemessen wird die Volumenänderung der Probe)
- Heiztischmikroskopie (das mikroskopische Aussehen wird beobachtet).

Die bei jedem Verfahren gemessenen Größen sind die oben erwähnten "physikalischen Parameter".

Die Differentialthermoanalyse (DTA) soll als ein Beispiel der thermischen Analysenmethoden etwas näher betrachtet werden. Bei der DTA (richtiger sollte sie Differenzthermoanalyse heißen) wird die Temperaturdifferenz über der Temperatur oder Temperatur und Temperaturdifferenz über der Zeit aufgetragen, und zwar die Temperaturdifferenz zwischen der zu untersuchenden Probe und einer Inertsubstanz, die in dem zu untersuchenden Temperaturbereich keine thermischen Besonderheiten (Diskontinuitäten) aufweist. Probe und Inertsubstanz wird z.B. in einem Ofen Wärme zugeführt, so daß - wie es in den meisten Fällen geschieht - die Temperatur annähernd linear mit der Zeit gesteigert oder vermindert wird. Die Temperatur und die Temperaturdifferenzen werden mittels Thermoelementen gemessen und auf einem Schreiber registriert. Tritt nun infolge Schmelzens, einer Modifikationsumwandlung o.ä. eine thermische Umwandlung ein, so bewirkt dieser Vorgang eine Temperaturdifferenz zwischen Probe und Inertsubstanz.

In Falle des Schmelzens wird die zum Schmelzen erforderliche Wärmemenge von der Probe aufgenommen. Das bedeutet eine relative Abkühlung der Probe gegenüber der Inert-

substanz, die während des Schmelzvorganges in der Probe weiter mit der entsprechenden Aufheizgeschwindigkeit erwärmt wird. Es tritt also die oben genannte Temperaturdifferenz zwischen der Probe und der Inertsubstanz auf, die in diesem Falle durch eine sogenannte endotherme Umwandlung hervorgerufen wurde. Ist der Schmelzvorgang beendet, dann gleichen sich die Temperaturen beider Substanzen einander wieder an, (s. Abb.). Im Falle einer exothermen Reaktion wird sich die Probe gegenüber der Inertsubstanz erwärmen und der thermische Effekt wird jenseits der Grundlinie erscheinen.



Welche Aussagemöglichkeiten hat die DTA? Die gewonnenen Angaben lassen sich auf eine ganze Reihe physikalischer und chemischer Veränderungen in der untersuchten Substanz zurückführen (z.B. Modifikations- und Phasenumwandlungen, Adsorption und Desorption, Zersetzungs- und Oxydationsreaktionen, Entwässerungen u.a.).

Bei einer qualitativen Auswertung eines durch die DTA erhaltenen Thermogramms folgen zunächst aus der Lage des thermischen Effektes die Umwandlungs- oder Reaktionstemperatur und das Vorzeichen desselben (endo- oder exotherm).

Bei einer quantitativen Auswertung des Thermogramms kann man solche Daten wie die Umwandlungs- bzw. Reaktionswärme, die Molwärme oder auch die Reaktionsgeschwindigkeit und die Aktivierungsenergie erhalten. Auf die Art und Weise der Ermittlung dieser Daten soll hier jedoch nicht eingegangen werden.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die DTA zwar thermische Effekte registriert, daß aber mit dieser Methode allein nichts über die Ursache dieser Effekte, also die strukturellen Veränderungen in der Probe, ausgesagt werden kann. Aus diesem Grunde wird die DTA oft gemeinsam mit strukturaufklärenden Methoden wie z.B. der Röntgenbeugung oder der Infrarotspektroskopie gekoppelt.

»impuls 68« stellt vor:
Die Jugendarbeitsgruppe »Kosmos« der Astronautischen Gesellschaft der DDR

Venus 8, weit über 500 Kosmossatelliten, der Mensch auf dem Mond, neue Ergebnisse der Marsforschung und viele weitere solcher sensationeller Meldungen und Berichte lenken unsere Aufmerksamkeit immer wieder auf die Astronomie und Weltraumfahrt. Wer von uns hat sich nicht schon mit einem der faszinierendsten Gebiete der Gegenwart beschäftigt?
In aller Welt existieren astronautische Arbeitsgruppen, in denen sich auch junge Leute zusammengeschlossen haben. So gibt es in der DDR seit Juni 1971 auf überregionaler Ebene ebenfalls eine astronautische Jugendgruppe, die JAG "KOSMOS" der Astronautischen Gesellschaft der DDR. Ihre Mitglieder sind u. a. junge Wissenschaftler, Studenten, Lehrlinge und Schüler; sie kommen aus allen Berufszweigen.

Um eine konstruktive Arbeit zu gewährleisten, können die Mitglieder auf verschiedenen Gebieten aktiv werden:

- Arbeitsgruppe "Dokumentation und Information der Astronautischen Gesellschaft der DDR"
- Arbeitsbereich "Wissenschaftliche Themen"
- Arbeitsbereich "Raketenmodellbau"
- Arbeitsbereich "Astronautische Arbeitsgemeinschaften"

Die Jugendarbeitsgruppe "KOSMOS" zeigt auf allen Gebieten sehr große Aktivitäten und bietet jedem Mitglied vielerlei Vorzüge. So werden von ihr in jedem Jahr 4 Fachtagungen durchgeführt. Ein eigenes Informationsblatt unter dem Titel "KOSMOS-KURIER" bringt die neuesten astronautischen Meldungen, berichtet über die Aktivitäten der JAGK und wird jedem Mitglied kostenlos zugestellt.

Besonderes Schwergewicht wird neben der populärwissenschaftlichen Tätigkeit aber auf die wissenschaftliche Arbeit gelegt: Sommerpraktika wurden und werden an verschiedenen Einrichtungen des In- und Auslandes, z. B. auf den Gebieten der Satellitenbeobachtung, der Meteoritenforschung und auch der stellaren Forschung durchgeführt. Des weiteren wurden 1971 und 1972 Studienfahrten in die CSSR und VR Polen organisiert. Auch diese Reisen werden in den kommenden Jahren fortgesetzt. 1973 ist eine Fahrt nach Moskau und Baku vorgesehen.

Das war ein kleiner Einblick in die Arbeit der Jugendarbeitsgruppe "KOSMOS". Ihr seht, hier ist eine ganze Menge los. Wer möchte, merke sich schon heute den 5. Mai 1973 (erster Tag der Frühlingsferien) vor. An diesem Tag wird in Jena die VIII. Tagung der JAGK durchgeführt, die, und das kann heute schon mit ziemlicher Bestimmtheit gesagt werden, wieder hochinteressant wird.

Also nicht vergessen: 5. Mai 1973 !!!

- "impuls 68" wird Euch exklusiv über Programm und Tagung gesondert berichten ! -

BÜCHERMARKT

Danzer: »R. W. Bunsen und G. R. Kirchhoff«

In der Reihe "Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker" der Teubner - Verlagsgesellschaft erschien die Biographie der Begründer der Spektralanalyse Robert W. Bunsen und Gustav R. Kirchhoff von Dr. Klaus Danzer.
Wenn auch die Entdeckung der Spektralanalyse die bekannteste Leistung dieser Wissenschaftler ist, so besitzen auch ihre anderen wissenschaftlichen Arbeiten bleibende Bedeutung. Es sei verwiesen auf Bunsens Wasserstrahlpumpe, das Bunsenelement und natürlich auf den Bunsenbrenner, wie auch auf die Kirchhoffschen Gesetze für den verzweigten Stromkreis. Diese Ergebnisse der Forschung Bunsens und Kirchhoffs gehören auch heute noch zu den Grundlagen aller werdenden Chemiker und Physiker und ließen beide Wissenschaftler auch ohne ihre Spektralanalyse zu den Größten ihres Fachs im vorigen Jahrhundert zählen.

Die Biographie gibt einen Überblick über die Entstehung der wissenschaftlichen Arbeiten Bunsens und Kirchhoffs und über ihr Leben, in welchem sie trotz ihrer großen wissenschaftlichen Leistungen immer bescheiden blieben. Es wird der Anteil der Forschungsergebnisse Bunsens und Kirchhoffs für die Entwicklung der Produktion im damaligen Deutschland gezeigt. Ihre Arbeit selbst schuf mit die Voraussetzungen, daß die Produktivkraft Wissenschaft in die Produktion einziehen konnte.
In die Methodik der Arbeitsweise Bunsens und Kirchhoffs, die sich in dem gegenseitigen Ergänzen des praktischen Chemikers und des theoretischen Physikers ausdrückt, vermittelt die Biographie einen Einblick.
Das Heft, das viele Anregungen für den Unterricht in den Naturwissenschaften vermittelt, ist all denen zu empfehlen, die sich für die wissenschaftliche Forschung interessieren oder selbst einmal wissenschaftliche Arbeit leisten möchten.

Danzer, K.: "Robert W. Bunsen und Gustav R. Kirchhoff"
95 S., kartonniert, 5,- M

»impuls 68« lädt ein zur VIII. Tagung der Jugendarbeitsgruppe »Kosmos« der Astronautischen Gesellschaft der DDR

Am 5. Mai 1973 findet in Jena in der Sektion Physik, Max-Wien-Platz 1, in Zusammenarbeit mit der Urania-Gesellschaft und "impuls 68" die VIII. Tagung der JAGK statt. Tagungsbeginn ist 10.00 Uhr. Soweit es die Planung bis zu diesem Zeitpunkt zuläßt, werden drei Vorträge von namhaften Wissenschaftlern des In- und Auslandes gehalten. Dr. Woitzek (VR Polen) spricht über ein Thema der Planetenforschung, Dr. Letfus (CSSR) über Auswertung und Interpretation von Satellitenmeßwerten, Dr. Dorschner (DDR) über neueste Ergebnisse der Marsforschung. Eventuell steht noch ein vierter Vortrag über Untersuchungen von Mondgestein in der DDR auf dem Programm. Ferner wird ein Film über die Venus gezeigt. Am Nachmittag kann das Planetarium besucht werden.

Interessenten an dieser Tagung melden sich schriftlich an bei:

Jochen Rose
69 Jena
Naumburger Str. 105/I/85

Ihnen geht dann eine Einladung zu.

Nützliche Schwarzmeeralge

11.000 km^2 groß ist die Ansiedlung der Rotalge Phyllophora an der rumänischen Schwarzmeerküste, stellten Wissenschaftler aus Konstanza nach umfangreichen Kartierungen fest. Das Vorkommen wird auf 5 bis 6 Millionen Tonnen geschätzt. Aus der Rotalge werden Jod und vor allem eine Gelatine gewonnen, die für Medikamente sowie in der Lebensmittel- und Textilindustrie angewendet wird.

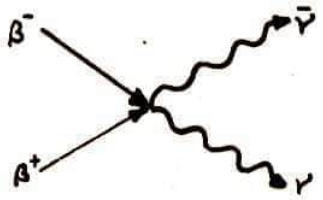
Fortsetzung aus Heft 2:
R. Rost, Sektion Physik

Neutrinos und Sternentwicklung (Teil II)

Im folgenden soll der Einfluß direkter Elementarteilchenwechselwirkungen unter Neutrino-Freisetzung auf den Verlauf der Sternentwicklung untersucht werden. Zwei Prozesse seien als Beispiel erläutert:

1) Paarvernichtungs-Neutrinos $\beta^- + \beta^+ \longrightarrow \nu + \bar{\nu}$

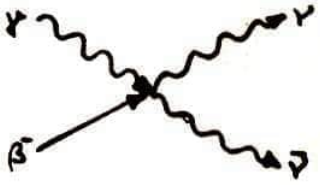
Die Elektron-Positron-Paare entstehen bei Stoßprozessen von Photonen mit anderen Teilchen bei sehr hohen Temperaturen.



Der darauffolgende Vernichtungsprozeß in ein $\nu - \bar{\nu}$ - Paar ist stark temperaturabhängig und verläuft bei hohen Temperaturen (etwa vom Kohlenstoff-Brennen an) sehr intensiv.

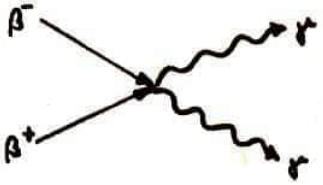
2) Neutrino-COMPTON-Prozeß $\gamma + \beta^- \longrightarrow \beta^- + \nu + \bar{\nu}$

Das ist eine dem gewöhnlichen COMPTON-Prozeß analoge Streuung des Photons an einem Elektron, bei der anstelle eines frequenzverschobenen Photons ein $\nu - \bar{\nu}$ - Paar entsteht.



Diese Prozesse laufen in Konkurrenz zu den entsprechenden Photonenentstehungsprozessen ab, also in unseren Beispielen parallel zur

Paarvernichtung: $\beta^- + \beta^+ \rightarrow \gamma + \gamma$



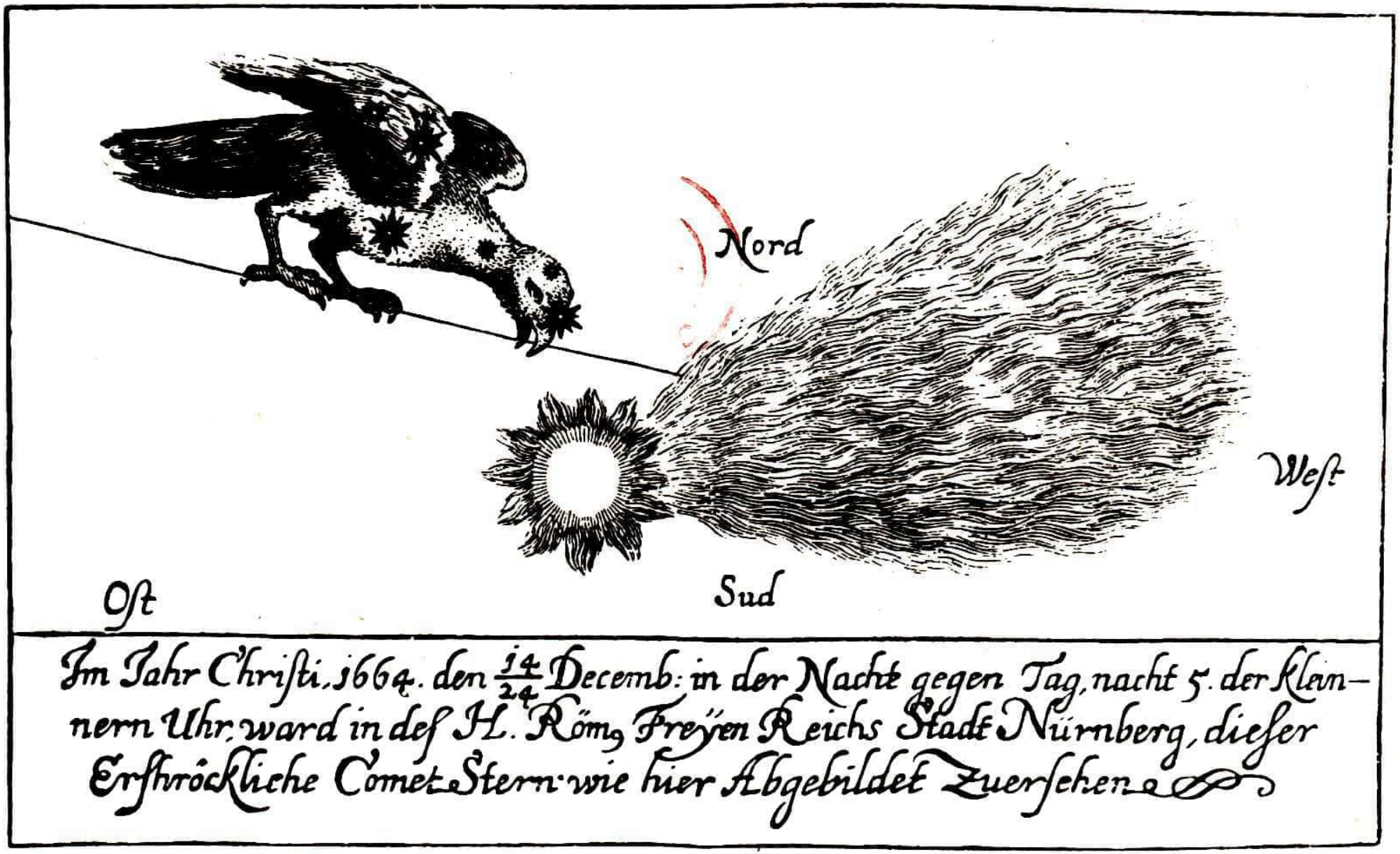
und zur

COMPTON-Streuung: $\gamma + \beta^- \rightarrow \gamma + \beta^-$

Die Photonenprozesse gehen im Sterninnern sogar mit viel größerer Wahrscheinlichkeit, also häufiger vor sich. Dennoch können die entsprechenden Neutrino-Reaktionen die Sternentwicklung qualitativ beeinflussen. Das liegt vor allem daran, daß sie unabhängig von den Kernreaktionen ablaufen und sehr stark temperaturabhängig sind. Die Energie der Neutrinos ist mit der Energie der bei den Kernreaktionen freigesetzten Photonen vergleichbar und diese Energie wird infolge des großen Durchdringungsvermögens der Neutrinos direkt aus dem Stern transportiert. Es kommt also zu einem unmittelbaren Energieverlust für den Stern. Die Photonen werden dagegen so stark im Sternplasma gestreut und absorbiert, daß von 10^{12} im Mittel nur eines die Sternoberfläche erreicht. Eine intensive Neutrino-Entstehung kann damit zu einer wirksamen "Kühlung" des Sterninnern führen und könnte insbesondere in Kontraktionsphasen nach einer erloschenen Kernfusion das Einsetzen des nächsten Brennens verhindern. Damit wäre die im ersten Teil kurz erläuterte Theorie der Elementarentstehung prinzipiell in Frage gestellt. Außerdem führen die Neutrino-Verluste zu einer Beschleunigung der Sternentwicklung in fortgeschrittenen Entwicklungsphasen, was eine geringere beobachtbare Häufigkeit der Sterne des entsprechenden "Alters" zur Folge hätte, als ohne Neutrinoverluste.

Das Alter eines Sternes, d.h. sein innerer Zustand äußert sich ja nach der Theorie des Sternaufbaus eindeutig in äußeren Zustandsgrößen, wie Oberflächentemperatur, Spektrum und Leuchtkraft.

Erste Vergleiche der zu erwartenden Häufigkeiten mit beobachteten liegen für spezielle Sterntypen bereits vor und sprechen für das Auftreten direkter β^- - ν - Prozesse. Diese Ergebnisse sind sehr wichtig, weil der anfangs erwähnte experimentelle Nachweis bisher nur für "künstliche" Reaktor-Neutrinos und für solare Neutrinos, deren Ursprung β -Zerfallsprozesse beim Wasserstoff-Brennen sind, sicher gelang.



Phantastische Kometen-Darstellung aus dem Jahre 1664

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) Heft 7

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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)
L. Günther (Foto, Korrektur)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Leserpost 3
Chromatographische Methoden (II) 5
Speisepilze – selbst gezüchtet 10
impuls - Lexikon 12
Radioaktive Isotope (I) 13
Hinweise zur Vorbereitung des Biologie-Studiums 18
Stand der Marsforschung 21
Grippe – eine Viruskrankheit 22
Rationelles Lernen 24
Röntgen - Laser 26
Büchermarkt 30

In einem Brief der Schüler der Klasse 12 c der EOS Herzberg wurden wir gefragt: "Bei der Behandlung der Photosynthese kam die Frage auf, warum das Blatt nicht die gelb-grünen Lichtteile absorbiert. Liegt das an der grünen Farbe des Chlorophylls ? Ist das Chlorophyll deshalb grün, weil vielleicht seine Moleküle den Abstand haben, der so groß ist, wie die Wellenlänge des gelb-grünen Lichtes ?Unser Physiklehrer glaubt, daß das Chlorophyll nur Licht mit ganz bestimmten Wellenlängen aufnehmen kann, also kein grünes."
Prof. H. Augsten, Sektion Biologie der Friedrich-Schiller-Universität beantwortet die Fragen:

1. Der Bereich des elektromagnetischen Spektrums- der von Bedeutung für die Pflanzen ist - erstreckt sich von 320 nm (nahe UV) bis 800 nm (nahes Infrarot). Lichtquanten aus diesem Spektralbereich (rotes Licht ist etwa um 1/3 energieärmer als blaues Licht) können in der Pflanze nur von einigen Molekültypen absorbiert werden. Diese sind durch ausgedehnte Elektronensysteme charakterisiert ("konjugierte Doppelbindungen" - bestimmte Elektronen erfahren durch Quanteneinwirkung eine Verlagerung ihres Niveaus; siehe auch den Artikel "Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Polymerchemie"), z. B. Chlorophylle, β-Karotin oder Phytochrome. Die meisten Moleküle, die in der pflanzlichen Zelle vorkommen, Wasser, Proteine, Nukleinsäuren, Lipoide, Kohlenhydrate, können in diesem Spektralbereich keine Absorption durchführen, die eine elektronische Anregung zur Folge hat.

2. Die Farbigkeit von Substanzen beruht bekanntlich auf ihrer Fähigkeit, aus dem Spektrum des sichtbaren Lichtes, welches gemischt den Farbeindruck weiß ergibt, einen Teil zu absorbieren; wird beispielsweise nur eine Farbe

des Spektrums absorbiert, so erscheint sie dem Auge i der Komplementärfarbe (z.B. Chlorophyll: rot-grün). Der Physiklehrer hat also recht.

3. Die im Bereich des roten Lichtes (ca. 600 nm bis ca. 700 nm) durch das Chlorophyll aufgenommener Lichtquanten liefern im Verlaufe des Photosynthesevorganges chemische Energie für Stoffwechselprozesse.

Wie alt ist unser Planetensystem?

Zur Altersbestimmung von Gesteinen und Meteoriten wird bekanntlich der radioaktive Zerfall von bestimmten Atomkernen genutzt. Mehrere Gruppen amerikanischer Kernphysiker haben diese Methode auf sehr langlebige radioaktive Isotope angewandt. So z. B. auf Rubidium 87, das in 71×10^9 Jahren zu Strontium 87 zerfällt.
Damit gelang es ihnen für 7 basaltische Meteorite, die von verschiedenen Fundorten stammen, ein Alter von $4{,}46 \times 10^9$ Jahren abzuleiten. Die maximale Altersdifferenz zwischen den 7 Meteoriten beträgt 20×10^6 Jahre. Für irdisches Blei vom Meeresgrund erhielten die Kernphysiker ein Alter von $4{,}7 \times 10^9$ Jahren. Für Apollo-Mondproben bestimmten sie mit dieser Methode ein Alter von $4{,}67 \times 10^9$ Jahren. Mit anderen Worten also scheinen diese Materialien, die von verschiedenen Körpern unseres Planetensystems stammen, alle vor etwa $4{,}6 \times 10^9$ Jahren entstanden zu sein.
Aus Zerfallprodukten von Plutonium wurde weiterhin ermittelt, daß die schwereren Elemente vor etwa $11{,}6 \times 10^9$ Jahren entstanden sind. Dieser Wert ist interessanterweise in guter Übereinstimmung mit dem Alter des Universums, welches man aus der Rotverschiebung (s. Hubble-Effekt) der Spektrallinien von extragalaktischen Sternsystemen zu 13×10^9 Jahren ableiten kann.

Rudolf Dennstedt
Fo-Student
Sektion Chemie

Chromatographische Methoden in der Chemie

CHEMIE

Unter den modernen Untersuchungsverfahren in der Chemie haben die chromatographischen Methoden eine wichtige Stellung eingenommen, weil mit ihrer Hilfe nicht nur analytische sondern auch präparative Aufgabenstellungen gelöst werden können, und weil es durch die Vielfalt der Methoden möglich ist, nahezu alle Gebiete der chemischen Forschung zu durchdringen. Eine versuchsweise vollständige Darstellung aller heute bekannter Arten der Chromatographie würde den Rahmen des Artikels sprengen. Deshalb soll zunächst eine Übersicht von Grundlagen und Prinzipien gegeben werden, die allgemeinen Charakter tragen, während am Beispiel der Gaschromatographie eine Methode näher vorgestellt werden soll. Ziel aller chromatographischen Methoden ist die Trennung und der Nachweis von Substanzen.

Grundprozesse in der Chromatographie

Die chromatographischen Methoden beruhen auf Gleichgewichtsprozessen, die sich im chromatographischen System abspielen. Sie können theoretisch durch die Gleichgewichtslehre beschrieben werden und sind sowohl temperatur- als auch zeitabhängig. Folgende Arten von Gleichgewichten spielen eine Rolle:

- Verteilungsgleichgewichte, (1)
- Adsorptionsgleichgewichte, (2)
- Austauschgleichgewichte. (3)

Diese Gleichgewichte stellen sich zwischen verschiedenen

Phasen ein, wie z.B. flüssig/flüssig (1) flüssig/gasförmig (1), gasförmig/fest (2) (3), flüssig/fest (2) (3). Die Auswirkung dieser Gleichgewichte auf den chromatographischen Prozeß soll am Beispiel der Verteilung gezeigt werden.
Dem Verteilungsprozeß liegt der NERNST'sche Verteilungssatz zugrunde, der besagt, daß

> das Verhältnis der Konzentrationen eines Stoffes in zwei sich berührenden und nicht miteinander mischbaren Phasen bei konstanter Temperatur und konstantem Druck für das jeweilige Phasensystem und den bestimmten Stoff konstant ist.

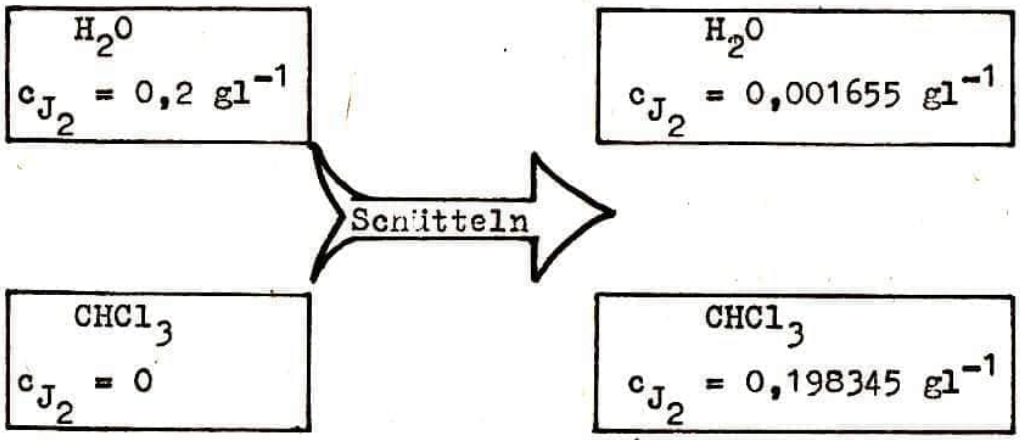
$$\boxed{\frac{c_1}{c_2} = K_{A_{1/2}}}$$

c_1 = Konzentration des Stoffes A in der Phase 1

c_2 = Konzentration des Stoffes A in der Phase 2

$K_{A_{1/2}}$ = Verteilungskoeffizient des Stoffes A zwischen den Phasen 1 und 2

Das soll am Beispiel der Verteilung von Jod zwischen Wasser und Chloroform verdeutlicht werden. Der Verteilungskoeffizient $K_{Jod_{H_2O/CHCl_3}}$ hat den Wert 1/120.

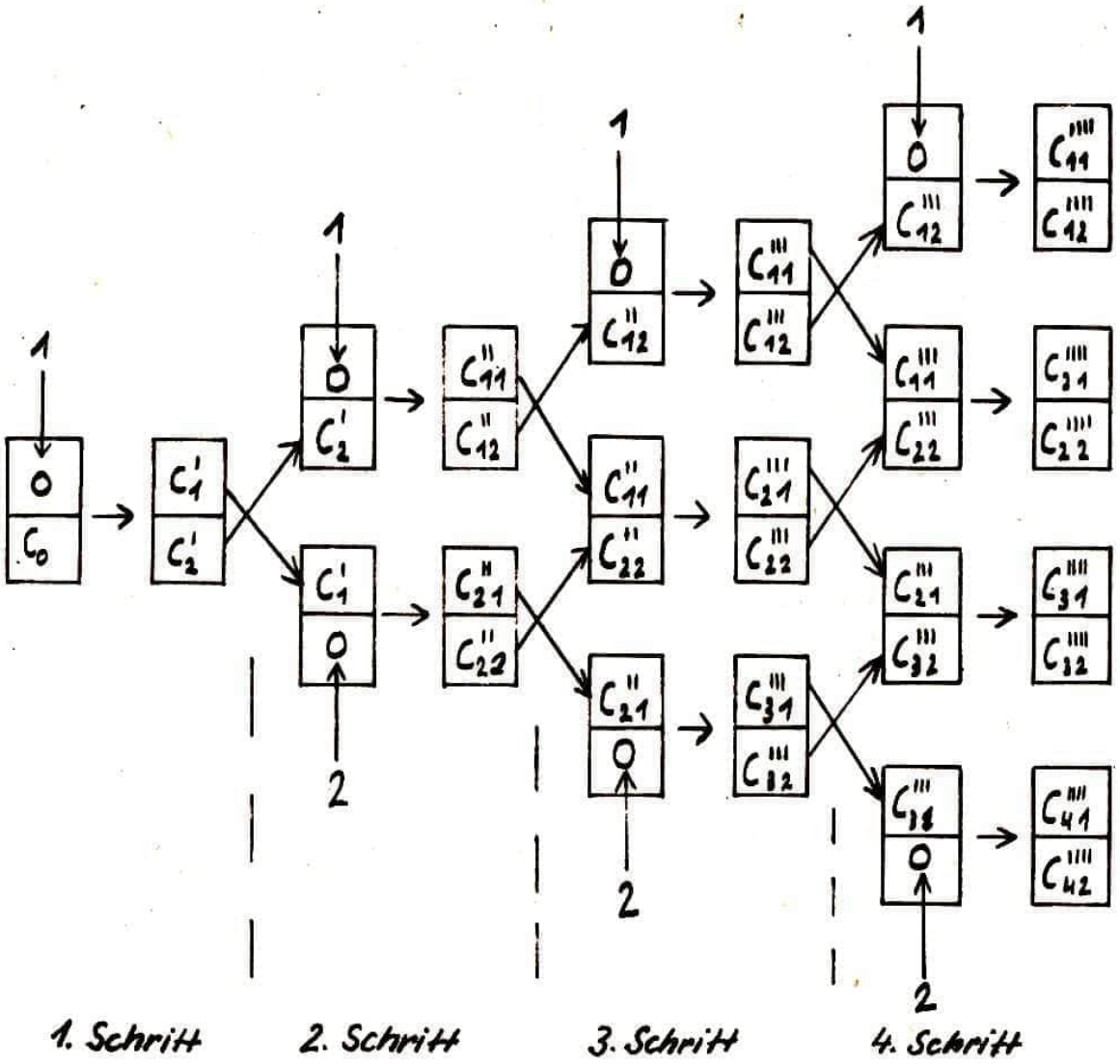


Vor der Verteilung — Nach der Verteilung

Führt man die Verteilung mehrfach (multiplikativ) aus, so

führt dieses Verfahren zum Wandern des Stoffes in beiden Phasen. Die Wanderungsgeschwindigkeit hängt dabei vom Wert des Verteilungskoeffizienten ab. Zwei Stoffe mit unterschiedlichem Verteilungskoeffizienten werden also verschieden schnell wandern. Somit kann man zwei Stoffe trennen, die vorher im gleichen Lösungsmittel gelöst waren.

Prinzip der multiplikativen Verteilung



1 = frisches Lösungsmittel 1
2 = frisches Lösungsmittel 2

Durch ähnliche Konzentrationsverhältnisse sind auch Adsorptionsgleichgewichte und Austauschgleichgewichte charakterisierbar.

In der praktischen Chromatographie verfährt man nun so, daß man zwei nicht mischbare Phasen kontinuierlich miteinander in Berührung bringt, wobei die eine Phase feststehend (stationär) und die andere beweglich (mobil) ist. In der mobilen Phase sind die zu trennenden Stoffe gelöst. Bei der Bewegung der mobilen Phase über die stationäre kommt es durch das oben beschriebene Grundprinzip zur Auftrennung, wenn sich die Verteilungskoeffizienten hinreichend genug unterscheiden und wenn genügend viele Gleichgewichtsschritte durchgeführt wurden. Diese Parameter lassen sich durch die Wahl und Gestaltung des chromatographischen Systems beeinflussen.

Klassifizierungsmöglichkeiten Chromatographischer Methoden

Zur Einteilung der chromatographischen Methoden bieten sich im wesentlichen drei Möglichkeiten an.

1. Nach dem Wirkprinzip
   - Adsorptionschromatographie
   - Verteilungschromatographie
   - Austauschchromatographie
2. Nach den beteiligten Phasen
   - Gas/fest-Chromatographie
   - Gas/flüssig-Chromatographie
   - flüssig/fest- Chromatographie
   - flüssig/flüssig-Chromatographie
3. Nach dem Anwendungszweck
   - analytische Chromatographie
   - präparative Chromatographie

Diese Klassifizierungsmöglichkeiten werden meist im Komplex angewandt.

Detektionsprinzipien

Die Auftrennung eines Stoffgemisches im chromatographischen System ist nach außen nicht ohne weiteres sichtbar (wenn die gelösten Stoffe nicht gerade farbig sind), so daß eine wich-

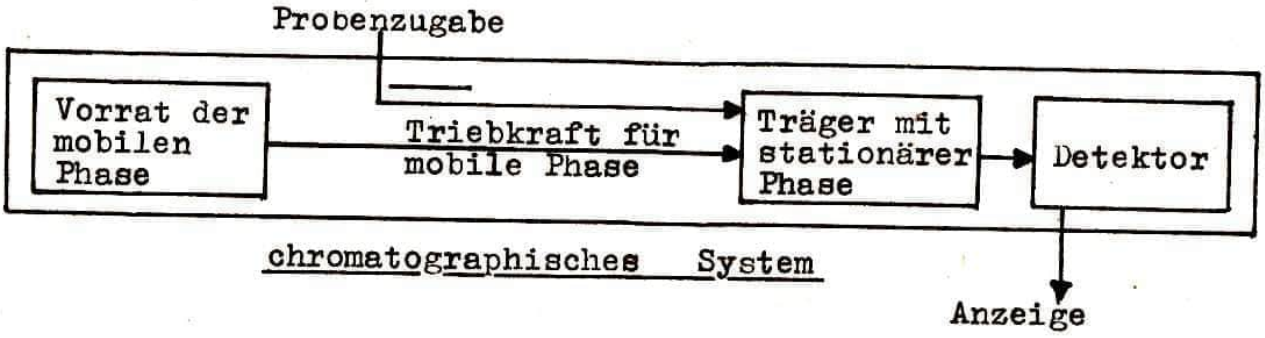
tige Aufgabe in der Chromatographie im Nachweis (Detektion) der gelösten und getrennten Stoffe besteht. Das Vorhandensein eines Stoffes in der mobilen Phase macht sich durch seine Konzentration bemerkbar, so daß alle Nachweismethoden letztendlich auf eine Konzentrationsbestimmung hinauslaufen. Es eignen sich daher alle Messungen physikalischer Eigenschaften zum Nachweis, die der Konzentration eines Stoffes proportional sind, bzw. von denen eine genaue Zuordnung Meßgröße ⟶ Konzentration bekannt ist. Als solche Meßgrößen kommen in Frage:

Wärmeleitfähigkeitsvermögen
Stromstärke bei der Flammenionisation
Eigenradioaktivität
Ionisationsstrom durch Fremdbestrahlung
Absorptionsintensität im ultravioletten, sichtbaren und infraroten Spektralbereich

Der Detektor (Nachweisgerät) kann unmittelbar an das Trennsystem angeschlossen oder räumlich von ihm getrennt sein.

Charakterisierung chromatographischer Systeme

Der Begriff "chromatographisches System" wurde bisher schon mehrfach benutzt. Was man darunter zu verstehen hat, soll die nachfolgende Skizze zeigen.



Über die Anzeige erhalten wir Auskunft über die qualitative (Art der Stoffe) und quantitative (Menge der Stoffe) Zusammensetzung der Probe. Wie gut diese Informationen über

die Probe sind (d.h. inwieweit sie die realen Verhältnisse in der Probe widerspiegeln), hängt vom chromatographischen System ab. Solche Faktoren wie Trennschärfe, Trennleistung, Empfindlichkeit und Selektivität können zur Charakterisierung chromatographischer Systeme herangezogen werden. Während die ersten beiden Faktoren nur durch die Beschaffenheit des Trennsystems (Dimensionierung, Art der Phasen) bestimmt werden, werden die letztgenannten wesentlich vom Detektor beeinflußt.

G. Müller-Löb
Diplomand
Sektion Biologie

Speisepilze selbst gezüchtet

Gegenwärtig steht die Beliebtheit in keinem Verhältnis zum Angebot an Wald- und Kulturpilzen. Deshalb zielten viele Versuche darauf ab, eine Kultivierung von Pilzen auf Kleingärtnerbasis zu ermöglichen. Noch keine 10 Jahre ist es her, daß VEB Champignonzucht Dieskau eine Pilzart fand, die sich unter einfachsten Bedingungen anbauen läßt. Es handelt sich um den Rotbraunen Riesenträuschling (Stropharia rugoso anulata). Dieser zeichnet sich durch besondere Wüchsigkeit aus. Er ist reich an Vitamin B-Komplex und anderen wertvollen Inhaltsstoffen. Der Gehalt an Niacin, das eine positive Wirkung auf Nervensystem und Verdauungsorgane zeigt, übertrifft einige Gemüsearten (Kohl, Gurke, Tomate) um das 10-fache.

In den Versuchsjahren (1966-1969) wurden 15 000 kg des Pilzes verzehrt, was die Menge des natürlichen Vorkommens in der DDR bei weitem übertrifft. Einige Vorteile gegenüber der Champingnonzucht sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Champignon		Riesenträuschling
• fordert nährstoffreiches Substrat (Pferdedung)	–	gedeiht auf unkompostiertem Substrat (z.B. Stroh, muß nur angefeuchtet werden)
• festes Gebäude als Kulturraum nötig, Freilandanbau sehr unsicher, klimat. Schwankungen werden schlecht vertragen	–	Freilandanbau, gute Hitzeverträglichkeit
• Fruchtkörper sind sehr madenanfällig	–	geringe Madenanfälligkeit

Seit 1970 ist die sogenannte Träuschlingsbrut in Rollenform im Handel käuflich zu erwerben. 1 Rolle ist ausreichend für 1–1,5 m^2 Beetfläche. Die Brut kann für das betreffende Anbaujahr bis Ende Januar beim Versandhaus für Kleingärtner, 501 Erfurt, PSF 745 bestellt werden. (1 Rolle – 5,10 M.) Die Auslieferung erfolgt im Mai. Der Anbau geschieht ohne große Mühe an einer möglichst windgeschützten, leicht schattigen Ecke:

I. Vorbereitung: (Juni)
- Grube ausheben 1 m x 1 m, 0,30 m tief
- ausfüllen mit "Gärstroh" (am besten mit Stroh aus vorjähriger Kartoffelmiete)
- 4 Wochen lang begießen und festtreten

II. Beimpfung: (Juli)
- haselnußgroße Stücke der Rollenbrut 3–5 cm tief ins Stroh stecken
- mit einer Schicht Gartenerde abdecken und durch leichtes Gießen vor Austrocknung schützen.

III. Ernte: (Sept.:/Okt.)

Also dann, versuchen Sie's mal. Viel Erfolg bei der Zucht und eine ertragreiche Ernte !!

impuls LEXIKON

Reversibilität, Irreversibilität in der Thermodynamik

Ein Vorgang ist dann reversibel, wenn er beim Ablaufen in jedem Punkt umkehrbar ist und auf demselben Weg zurückgeführt werden kann. Der Betrag der Arbeit, die beim Durchlaufen zwischen zwei bestimmten Punkten umgesetzt wird, ist in jeder Richtung gleich gross. Läuft also ein Vorgang unter Abgabe von Arbeit bis zu einem bestimmten Punkt, so ist er dann reversibel, wenn er beim Zurücklaufen zum Ausgangszustand (auf demselben Weg) die vorher abgegebene Arbeit wieder aufnimmt.

Ein irreversibler Vorgang ist dadurch gekennzeichnet, dass er nicht in jedem Punkt umgekehrt werden kann und dass beim Zurücklaufen immer mehr Arbeit verbraucht wird als vorher abgegeben wurde. Hierbei ist es oft so, dass ein Zurücklaufen auf demselben Weg unmöglich ist. Jeder in der Natur freiwillig ablaufende Vorgang ist irreversibel. Streng reversible Vorgänge gibt es nicht. Es ist lediglich möglich, durch geeignete Prozessführung eine weitgehende Annäherung an einen reversiblen Prozess zu erzielen. Deshalb ist es nicht möglich, eine Maschine zu konstruieren, die nach einmaliger Energiezuführung unendlich lange weiterläuft, obwohl sie dabei keine Arbeit abgibt. Die Laufzeit einer solchen Maschine wäre ein Mass für den Grad der Reversibilität, der erreicht worden ist.

Titelbild

Kernteilchenspuren (die Spiralen stammen von langsamen Elektronen)

Ch. Bräutigam
W. Nowick
1. Stdj.
Sektion Physik

Radioaktive Isotope (Teil 1)

In der folgenden Artikelserie wollen wir den Lesern einen Einblick in das Gebiet der Isotopie geben. Die Artikel werden sich mit dem Begriff des Isotops, Isotopieeffekten, dem Nachweis von Isotopen und deren Anwendung beschäftigen.

1. Der Begriff des Isotops

Der Begriff "Isotop" ist uns heute so geläufig und wird so selbstverständlich angewandt, dass man sich kaum vorstellen kann, dass er erst vor 5o Jahren eingeführt wurde.
Man entdeckte um die Jahrhundertwende, dass Elemente mit einer Ordnungszahl grösser als 83 radioaktiv bzw. instabil sind. Es wurde festgestellt, dass der radioaktive Zerfall dieser Elemente nach einem charakteristischen Gesetz über Zwischenelemente in ein stabiles Element erfolgt. Die Untersuchung von radioaktiven Substanzen zeigte, dass es einige Paare von ihnen gibt, die sich chemisch nicht voneinander unterscheiden, aber unterschiedliche radioaktive Zerfallseigenschaften aufweisen.
Der englische Chemiker Frederick Soddy stellte im Jahre 191o fest, dass Uran, Thorium und Aktinium das gleiche Endprodukt Blei ergeben, aber dass Uranblei, Thoriumblei und Aktiniumblei unterschiedliche Atomgewichte haben. Z. B. wurde für Thoriumblei ein Atomgewicht von etwa 2o7,74 und für Uranblei etwa 2o6,o8 erhalten, während das natürliche Blei ein Atomgewicht von etwa 2o7,21 besitzt. Soddy nannte solche Elemente Isotope.
Isotope sind Atomkerne mit derselben Ordnungszahl, aber unterschiedlicher Massenzahl, d.h. mit gleicher Anzahl von

Protonen, aber unterschiedlicher Anzahl von Neutronen im Kern. Die Bezeichnung "Isotop" umfasst stets einen Vergleich von Kernen, die zum gleichen Element gehören. Für eine einzelne Kernart ist diese Bezeichnung sinnlos. Die Isotope eines Elements besitzen die gleichen chemischen Eigenschaften und stehen an der gleichen Stelle des PSE. Man muss aber hier bemerken, dass die chemischen Eigenschaften nur so lange gleich sind, wie ihre Massen nicht merlich in chemische Reaktionen eingehen. Aus Atomgewichtsbestimmungen folgte der erste direkte Beweis für die Existenz von Isotopen. Die erste Beobachtung der Isotopie bei einem leichten Element, das nicht mit der Erscheinung der Radioaktivität verbunden ist, gelang Thomson im Jahre 1912. Sein Verfahren beruhte auf der Grundlage der Ablenkung eines Strahls geladener Neon-Ionen durch magnetische und elektrische Felder. Thomson wies nach, dass das Edelgas Neon aus 2 Isotopen (Massenzahlen 2o und 22) besteht, und es gelang ihm eine schwache Trennung der beiden Isotope, in dem er das Neon mehrmals durch ein Tonrohr diffundieren liess. Er nutzte das Gesetz der kinetischen Gastheorie, dass die Diffussionsgeschwindigkeit eines Gases umgekehrt proportional zur Quadratwurzel seines Molekulargewichts ist, aus. Demzufolge musste das leichtere Isotop schneller hindurchdiffundieren. Und so erhielt Thomson die 2 Neon-Fraktionen.

1919 nutzte Aston das von Thomson entwickelte Gerät zur magnetischen und elektrischen Ablenkung von Ionen in verbesserter Form. Dieses Gerät wurde Massenspektrograph genannt. Mit Hilfe dieses Massenspektrographen stellte Aston fest, dass viele Elemente Gemische von Isotopen sind, deren Massen stets annähernd ganze Zahlen auf der Atomgewichtsskala sind. Diese Elemente werden Mischelemente genannt. Es gibt nur 22 Elemente, die nicht als Gemische mehrerer Isotope in der Natur vorkommen.

Die Isotope kann man hinsichtlich ihrer Stabilität in stabile und instabile Isotope einteilen.

Der Begriff stabil hat aber nur relativen Charakter.
Mit den heutigen Methoden ist man in der Lage, die Zerfallszeiten instabiler Isotope zu messen, deren Grössenordnung von 10^{-7} s ($^{212}_{84}$Po) bis 10^{17} Jahre ($^{209}_{83}$Bi) differiert.
Die Entstehung der Isotope kann man sich durch den zusätzlichen Einbau von Neutronen in den Kern erklären.
Ob ein Isotop stabil oder instabil ist, hängt im wesentlichen vom Verhältnis der Protonen und Neutronen im Kern ab.
Wir kennen drei Zerfallsmöglichkeiten für instabile Isotope.

1. Zerfall unter Elektronenemission (β^--Zerfall)
   Dabei wandelt sich innerhalb des Kerns ein Neutron in ein Proton um unter Freisetzung eines Elektrons. Solche Reaktionen kennen wir aus der Umwandlung von Uran - 238 in den Kernbrennstoff Plutonium:

2. Zerfall unter Positronenemission (β^+ - Zerfall)
   Dabei wandelt sich im Kern ein Proton in ein Neutron um unter Abgabe eines Positrons. Bekannte Beispiele sind der Zerfall von Phosphor - 30 und von Mangan - 51:

3. Zerfall durch K-Einfang unter γ -Emission (ein Elektron der K-Schale wird vom Atomkern eingefangen, so dass sich im Kern ein Proton in ein Neutron umwandelt, ohne dass Teilchen (wie bei den Fällen 1. und 2.) emittiert werden. Der nunmehr freie Platz auf der K-Schale wird durch ein Elektron einer energetisch höher gelegenen Schale besetzt, wobei die freiwerdende Energie in Form eines γ -Quants ausgesendet wird (z.B. $^{55}_{26}Fe \longrightarrow ^{55}_{25}Mn + \gamma$).
   Die am Ende der Zerfallsreihen entstehenden Isotope sind stabil.

Eine gewisse Anzahl von Kernen besitzt eine besondere Stabilität. Nach Heisenberg kann man die Kerne aller Isotope nach der Anzahl ihrer Protonen und Neutronen in gerade Kerne

(gerade Massenzahl) und ungerade Kerne (ungerade Massenzahl) einteilen. Bereits 1917 hat W.D. Harkins darauf hingewiesen, dass Kerne mit geraden Protonen- oder Neutronenzahlen stabiler als diejenigen mit ungeraden Zahlen sind.
Von den natürlichen Elementen besitzen 23 Elemente mit ungerader Ordnungszahl und ein Element mit gerader Ordnungszahl (Beryllium) nur ein stabiles Isotop, Helium und Kohlenstoff, die eine gerade Ordnungszahl besitzen und 15 Elemente mit ungerader Ordnungszahl haben 2 stabile Isotope. Die übrigen Elemente, die nur noch gerade Ordnungszahlen besitzen, haben mehr als 2 stabile Isotope. Xenon und Zinn halten den Rekord mit 9 stabilen Isotopen.
Elemente mit gerader Ordnungszahl kommen in der Natur viel häufiger vor als Elemente mit ungerader Ordnungszahl.

Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Kerne, deren Neutronenzahl N = A - Z (A = Massenzahl, Z = Protonenzahl) gleich einer der Zahlen 2,8,14,2o,28,5o,82,126 ist, eine besondere Stabilität besitzen. Diese Zahlen nennt man "magische Zahlen". Von den Kernen mit Z und N gleich 2, 8 oder 14 (He^4, O^{16}, Si^{28}) ist bereits seit langem bekannt, dass sie stabiler als ihre Nachbarn sind. Solche Kerne werden als "doppelt magisch" bezeichnet. Es liegt der Gedanke nahe, in Nachbildung des Bohrschen Modells von der Atomhülle für den Kern ein ähnliches zu schaffen. Es müsste dann auch im Kern abgeschlossene Schalen von Neutronen geben, welche durch eine Anzahl von Neutronen, die gleich einer magischen Zahl ist, gebildet werden.
Kerne, die eine magische Anzahl von Neutronen besitzen, weisen eine besonders hohe Bindungsenergie auf. Erst in jüngster Zeit konnte man durch eine starke Spin-Bahn-Kopplung unter den Nukleonen eine Darstellungsmöglichkeit der magischen Zahlen finden.
Hier zwei Beweise für die besondere Stabilität der Kerne mit magischer Neutronenzahl:

1. Die natürlichen Zerfallsreihen der schweren Elemente enden sämtlich bei einem Bleiisotop (Z = 82) mit einer

Neutronenzahl von N = 126 ($^{208}_{82}$Pb).

2. Damit ein Kern ein Neutron emittieren kann, muss er zunächst zu einer Energie angeregt werden, deren Betrag grösser ist als die Bindungsenergie des Neutrons im Kern (etwa 7 - 8 MeV). Solche angeregten Kerne entstehen oft als Ergebnis eines radioaktiven Zerfalls, jedoch werden Anregungsenergien von 7 - 8 MeV nicht erreicht. Trotzdem wird bei den Kernen ^{87}Kr (N = 51) und ^{137}Xe (N = 83), wenn sie durch β^- -Zerfall von ^{87}Br bzw. ^{137} entstehen, spontan ein Neutron emittiert, das besonders lose gebunden war, d.h. es entstehen "magische Kerne".

Die Isotope des Wasserstoffs und des Urans sind von besonderer Bedeutung. 1932 entdeckten amerikanische Wissenschaftler das Isotop des Wasserstoffs $^{2}_{1}$H oder auch $^{2}_{1}$D (Deuterium) genannt.
Der Anteil des $^{2}_{1}$D im gewöhnlichen Wasser beträgt o,o15 %. Es kann in grösseren Mengen gewonnen werden und der Preis wurde von der Genfer Atomkonferenz mit 65 Dollar / l angegeben. Neben dem Deuterium existiert noch ein drittes Isotop, das Tritium ($^{3}_{1}$T). Dieses ist radioaktiv mit einer Halbwertzeit von 12,3 Jahren. In der Atmosphäre kommt es nur in äusserst geringen Spuren (schätzungsweise insgesamt 3 g) vor.
Im natürlichen Uran sind 3 Isotope ^{238}U und ^{235}U und ^{234}U enthalten, daher beträgt die relative Häufigkeit 99,274 %; o,72 % und o,oo52 %. Das für die moderne Kerntechnik wichtigste Material ^{235}U dürfte etwa loo ooo M/kg kosten (im Gegensatz zum Preis des Uranmetalls, der mit 4o Dollar / kg angegeben wird). Die Zerfallszeiten liegen etwa bei 10^{10} a, 10^{9} a und 10^{5} a. Heutzutage schätzt man die Anzahl der bekannten Isotope auf 15oo, wobei etwa 3oo davon stabile Isotope sind.
Im kommenden Artikel werden wir auf Isotopieeffekte, d.h. auf diejenigen physikalischen und chemischen Erscheinungen, die durch den relativen Massenunterschied von Isotopen hervorgerufen werden, eingehen.

Prof. Dr. H. Augsten

Einige Hinweise zur Vorbereitung auf das Studium der Biologie

Die Voraussetzung für die Aufnahme eines Biologie-Diplomstudiums oder eines Biologie-Diplomfachlehrerstudiums ist das Reifezeugnis einer Erweiterten Oberschule oder das Abschlusszeugnis einer vergleichbaren Bildungseinrichtung. Besonders wichtig sind gute bis sehr gute Leistungen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern (vor allem in Biologie, Mathematik, Physik und Chemie) sowie in Staatsbürgerkunde und in den sprachlichen Disziplinen.
Die Vorbereitung auf das Studium sollte rechtzeitig einsetzen und zielstrebig geführt werden

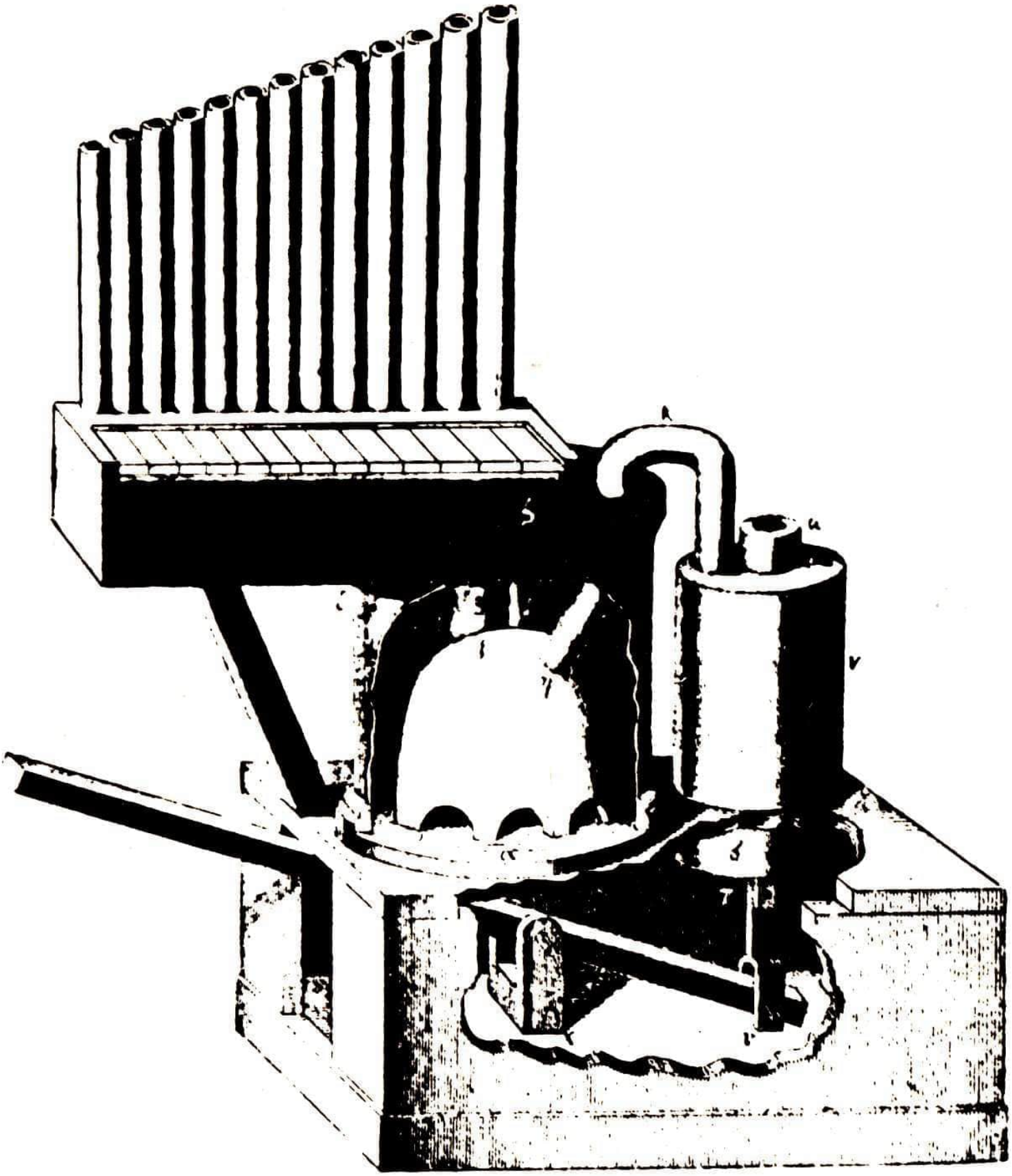
- durch die Mitarbeit in naturwissenschaftlichen Arbeits- bzw. Interessengemeinschaften im Rahmen der Schule, des Deutschen Kulturbundes oder der Jugendorganisation
- durch das Lesen populärwissenschaftlicher Zeitschriften (Urania, Wissenschaft und Fortschritt u.a.)
- durch die Tätigkeit als ehrenamtlicher Naturschutzhelfer
- oder auch durch eine Ausbildung in einem der Biologie nahestehenden Beruf (Gärtner, Laborant, landwirtschaftlicher Facharbeiter u.a.).

Schon als angehender Student sollte man wissen, dass die Biologie in den letzten Jahren und Jahrzehnten eine sehr stürmische Entwicklung erfahren hat. Von der descriptiv-morphologischen Betrachtungsweise ausgehend orientierte man zunächst auf die quantitative Erfassung der Tatbestände, und die Frage nach dem "Warum" trat in den Vordergrund. Heute werden mit Hilfe von Erfahrungen und Methoden der Mathematik, Physik und Chemie die Kausalzusammenhänge analysiert und mit Erfolg ist man bereits in die Substruktur der Zelle sowie in die molekulare Ebene zahlreicher Lebensprozesse vorgedrungen. Obwohl in den letzten Jahren entscheidende Einblicke gewonnen wurden, sind auch für die nächste Zeit noch viele spektakuläre Befunde und Erkenntnisse zu erwarten. Schon in den kommenden Jahren dürften

brennende Fragen der Menschheit einer Lösung näher gebracht werden; zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Erweiterung der bekannten und die Entdeckung neuer Nahrungsquellen, die Verhütung und Bekämpfung von Krankheiten und ihrer Bedingungen sowie die Bewältigung des Problems Umweltverschmutzung und Umweltschutz.
Schliesslich muss auch schon dem künftigen Studenten bewusst sein, dass im Berufsleben eines Biologen fundiertes Fachwissen auf dem Gebiete der Biologie allein nicht ausreicht, um allen gesellschaftlichen Erfordernissen zu entsprechen. Der Biologe und Biologie-Fachlehrer eines sozialistischen Staates braucht auch gründliche Kenntnisse auf dem Gebiete des Marxismus-Leninismus, will er seiner Verantwortung und Verpflichtung als Mensch, Akademiker und Erzieher allseitig und umfassend gerecht werden.

Entwicklungstendenzen im Fernsehsenderbau

1930 gelang Manfred von Ardenne die Darstellung von Halbtonbildern mittels einer Braunschen Röhre.
Vier Jahre später nahm in Berlin-Witzleben der erste öffentliche Fernsehsender den Betrieb auf.
Dieser Sender hatte eine geringe Leistung (um 100 W).
Besonders der Raumbedarf der Senderentwicklung war zu diesem Zeitpunkt noch sehr groß. Erst in den fünfziger Jahren gelang es, in der zweiten Generation den Raumbedarf vieler Bauelemente beträchtlich zu verkleinern. Etwa zur Mitte der sechziger Jahre brachte der Einzug der Transistortechnik in den Senderbau wesentliche Fortschritte. Der Raumbedarf verkleinerte sich auf ein Viertel der Sender der ersten Generation. In der dritten Fernsehsendergeneration sind heute Leistungen von 1 bis 20 kW üblich. Um das sehr aufwendige System der vielen nötigen Sender lösen zu können, werden bereits heute Entwicklungen betrieben, die einmal einen direkten Empfang über Satelliten ermöglichen.



Stand der Marsforschung

Mit den Starts der sowjetischen Sonden Mars 2 und 3 sowie der amerikanischen Station Mariner 9 im Mai 1971 begann eine neue Etappe bei der Erforschung unseres Nachbarplaneten. Erstmals gelang es, Sonden auf eine Marsorbitalbahn zu bringen und einen Landeapparat auf der Planetenoberfläche abzusetzen.

Mit Hilfe der Marsorbiter wurde die wissenschaftliche Ausbeute gegenüber der früher angewandten Vorbeiflugmethode enorm vergrössert. So übersandte Mariner 9 bis Anfang Juli 6900 Fotos, mit denen mehr als 85 % der Marsoberfläche erfasst wurden. Die Bilder zeigen z.T. Oberflächenstrukturen, deren Entstehung noch nicht endgültig geklärt ist.

Die Krater werden in zwei Haupttypen unterteilt: 1. Grosse, stark verwitterte Krater mit flachen Böden und 2. kleinere, mit relativ gut erhaltenen Wällen und tiefen Böden.

Einige Fotos zeigen Rillen, die aber mit den sogenannten Marskanälen nicht identisch sind.

Es wurden auch zahlreiche Informationen über die Beschaffenheit der Polargebiete gesammelt. Die Temperaturen liegen wahrscheinlich zwischen-110 und -130° C. Bedingt durch die dünne Atmosphäre des Mars treten in den Polgegenden Temperaturschwankungen bis zu 100° auf. Man nimmt an, dass die Polkappe aus einem Gemisch von Kohlendioxid- und Wassereis besteht.

Die Untersuchungsergebnisse von Mariner 6 und 7 in Bezug auf die Atmosphäre konnten im wesentlichen bestätigt werden. Nach den jetzigen Informationen besteht die Marsatmosphäre zu ca 95 % aus CO_2. Es wurden auch geringe Mengen CO und Wasserdampf nachgewiesen. In der Hochatmosphäre sind Wasserstoff- und Sauerstoffatome in geringer Konzentration vorhanden.

Weitere aufschlussreiche Messwerte lieferte Mariner 9 über die Wolkenzirkulation. Bei ruhigem Wetter bewegen sich die Wolken mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 40 km/h, bei Sturm mit 90 km/h. Während des schweren Sandsturmes bei der Ankunft von Mariner 9 wurden sogar Spitzengeschwindig-

keiten um 25o km/h erreicht.
Der Luftdruck an der Oberfläche des Mars liegt bei Werten von 4,5 bis 1o mbar.
Der Mars ist an den Polen überraschend stark abgeplattet. Der Äquatorradius beträgt 34oo km; der Polradius 3373 km. Ausserdem wurde festgestellt, dass auf dem Planeten Massekonzentrationen existieren. Dabei handelt es sich vermutlich um Einschlüsse von Materie hoher Dichte, die sich relativ dicht unter der Oberfläche befinden.
Messungen haben gezeigt, dass täglich etwa 38ooo l Wasser aus dem Planeteninneren entweichen.
Die amerikanische Station Mariner 9 übermittelte die ersten Fotos der Marsmonde Phobos und Deimos. Phobos (22,5 x 18 km) zeichnet sich durch seine irreguläre "Kartoffel"-Gestalt aus und weist zahlreiche Krater auf, die einen Durchmesser bis zu 6 km aufweisen. Deimos hat ebenfalls eine irreguläre Gestalt, ist aber erheblich "runder" als Phobos (13,5 x 12 km). Auch seine Oberfläche ist von Kratern übersät.

Mit freundlicher Genehmigung des Informationsblattes der Astronautischen Arbeitsgemeinschaft Potsdam "Weltall 72"

Ch. Bernheim
Bio-Student

Grippe - eine Viruskrankheit

Seit Jahrhunderten sind Seuchenzüge der Virusgrippe (Influenza) bekannt. Auch heute noch kommt ihr größte sozialhygienische Bedeutung zu.
Erstmalig wurde das Influenzavirus 1933 in bakterienfrei gefiltertem Sputum und dem Gurgelwasser von Grippekranken entdeckt und auf Frettchen übertragen, die sich als Versuchstiere für Untersuchungen mit Influenzaviren besonders gut eignen. Wenn man Mäuse narkotisiert und ihnen virushaltige Flüssigkeit auf die Nasenöffnungen träufelt, erkranken diese ebenfalls, und man kann das Grippevirus isolieren. Weitere Zuchtmöglichkeiten sind das bebrütete Hühnerei und Kulturen menschlicher Embry-

onalzellen und Affennierenzellen.
Man hat Grippevirusstämme in den verschiedensten Teilen der Welt isoliert, es zeigen sich hier jedoch Unterschiede, die sich im Krankheitsbild der Grippe ausdrücken. Daher war es nötig, die Grippeviren in verschiedene Typen einzuteilen: in die Grippetypen A, B und C. Die 3 Typen werden weiterhin in eine eng begrenzte Anzahl von Gruppen unterteilt, z. B. QA, PR8 und das Asia-Virus bei dem Typ A. Die Einteilung geschieht nach serologischen Gesichtspunkten. Alle Viren dieser 3 Typen gehören zu den Myxoviren, die sich durch die Fähigkeit auszeichnen, auf der Oberfläche der Erythrozyten festzusitzen und durch die Verbindung mit den Blutkörperchen diese zu agglutinieren. Die Größe der Viren liegt bei 80 bis 120 nm (nm = 10^9 m).
In letzter Zeit war besonders der Typ A für die Grippeepidemien verantwortlich. Er befindet sich in der Schleimhaut des Nasen-Rachenraumes, der Trachea, der Bronchien sowie selten der Lunge und wird durch Sprechen, Husten und Niesen ausgeschleudert.

Die Widerstandsfähigkeit des Virus gegenüber Umwelteinflüssen ist groß: auf Bettwäsche können beispielsweise noch 2 Wochen lang angetrocknete Viren nachgewiesen werden; im Zimmerstaub hält sich das Virus bis zu 5 Wochen!
Die Inkubationszeit ist kurz, im allgemeinen 2 - 4 Tage.
Das Virus kann das typische Krankheitsbild einer Grippe normalerweise nur dann hervorrufen, wenn es mit der Atemluft direkt in den Respirationstrakt und in die Lunge hineingelangt - das Virus ist pneumotrop. Wird das lebende Grippevirus an anderen Körperstellen eingespritzt, so ist im allgemeinen keine Grippe-Erkrankung zu erwarten.
Durch serologische Untersuchungen ließ sich feststellen, daß der Mensch durch den häufigen Kontakt mit Grippeinfektionen in seinem Leben eine gewisse Immu-

nität erwirbt. Mit fortschreitendem Alter verbreitert sich das Antikörperspektrum seines Serums gegen die verschiedenen Teilantigene der unterschiedlichen Grippevirusstämme. Jedoch schützt eine durchgemachte Grippe nur vor dem Grippevirus, welches die Erkrankung hervorrief. Da die Grippeviren aber ständig verändert auftreten, stößt man bei jeder neuen Grippewelle fast stets auf einen etwas veränderten Erreger. Dies macht den Schutz vor der Grippe so schwierig.

G. Hüller
Sektion Chemie

Rationelles Lernen mit einer Lernkartei

Wer hat beim Vokabel-Lernen schon beobachtet, daß er nach häufigen Versuchen zwar die Vokabeln in bestimmter Reihenfolge wie ein Gedicht auswendig konnte, ohne jedoch deren Bedeutung zu kennen (oder wußte, an welcher Stelle die im Text auftauchende Vokabel steht, aber nicht, was sie bedeutet)?
All jenen (und nicht nur jenen) möchte ich ein Verfahren erläutern, mit dem sich Fakten beliebiger Art (also auch Vokabeln) leichter und rationeller einprägen lassen.

Das Verfahren ist ganz einfach: Man schreibt das, was zu lernen ist, auf Kärtchen dergestalt, daß auf der einen Seite die Frage (die Vokabel) und auf der anderen die Antwort (die deutsche Bedeutung) steht. Bereits hierbei lernt man ein bißchen. (Wem dies zu aufwendig erscheint, der braucht nicht erst ein Heft oder Blatt zu benutzen, sondern schreibt die Vokaben sofort auf diese Karten - etwa während des Unterrichts, wenn sie erklärt werden.)

Nun braucht man einen Kasten, den man sich leicht aus Karton

basteln kann und in dem sich fünf Fächer mit den Abmessungen 1, 2, 5, 8, 14 cm befinden.
Die beschriebenen Kärtchen kommen in das erste Fach, das rasch gefüllt ist. Nun schaut man sich die Karten an und überprüft, ob man die Bedeutung noch kennt. Dabei nicht krampfhaft nachdenken (lernen soll Spaß machen!) - wenn es einem nicht einfällt, die Karte herumdrehen und nachschauen. Diese Karte steckt man ins Fach 1 zurück - aber an das Ende des Kartenstößchens.
Weiß man eine Vokabel, wandert sie ins Fach 2. Hat man auf diese Weise das Fach 2 gefüllt, beginnt man - in kleinen Portionen - mit dem Wiederholen. Was man noch weiß, wandert in Fach 3, was vergessen wurde, zurück in Fach 1. Und so fort.

Das Verfahren ist weniger aufwendig, als es scheint (wenn man den Kasten erst einmal hat) und bietet wesentliche Vorteile:

- Was man weiß, wird ausgeschieden, unnötige Wiederholungen werden also vermieden.
- Alles Gelernte wird nach längerer Zeit - wenn nämlich die einzelnen Fächer voll sind - wiederholt, und zwar so oft, bis man es kann.
- Durch das Aussortieren wird die Reihenfolge immer verändert. Man lernt also kein Vokabelgedicht.

Das Vokabel-Lernen kann dabei nahezu "nebenbei" erfolgen, denn zu jeder Tageszeit, wenn fünf Minuten da sind, mit denen man nichts anzufangen weiß, kann man sich ein paar Karten ansehen - und hat wieder etwas gelernt (je kleiner die Portion und je häufiger, desto besser).
Nun verbleibt nichts weiter, als zu empfehlen, daß jeder es selbst einmal ausprobieren möge. S. LEITNER, der dieses Verfahren in seinem Buch "So lernt man lernen. Angewandte Lernpsychologie - ein Weg zum Erfolg" (Verlag Herder) beschrieben hat, schreibt hierzu: "Die Lernkartei ist kein hochnäsiges, sondern ein recht williges Mädchen. Basteln Sie - nur mal zur Probe - eine Lernkartei und schreiben Sie einige Lernkarten... und probieren Sie mal, nur so aus Neugier!"

W. Dänhardt
Sektion Physik

Röntgen-Laser

Über den Laser, seine prinzipielle Wirkungsweise, seine Eigenschaften und Anwendungsgebiete sind bereits in unserer Zeitschrift einige Artikel erschienen.
In diesem Artikel sollen einige wesentliche Gesichtspunkte des Röntgenlasers dem Gaslaser gegenübergestellt werden, ohne dass dabei noch einmal auf die Wirkungsweise des Gaslasers eingegangen wird. Nachdem bereits heute Laser, die elektromagnetische Strahlung in einem Bereich von etwa o,1 μm bis 1oo μm erzeugen, im Impuls- oder Dauerbetrieb in Wissenschaft und Technik eingesetzt werden, wird ein Röntgenlaser, der kohärente Strahlung im Röntgengebiet (etwa o,o1 nm bis 1o nm) erzeugt, eine grosse Bedeutung für viele Bereiche der Röntgenphysik haben. Bis jetzt ist es jedoch noch nicht gelungen, einen Röntgenlaser zu entwickeln. Aktive Medien und entsprechende Pumpprozesse, die es ermöglichen, die Elektronen auf bestimmte energetische höhere Bahnen zu heben, sind noch nicht bekannt.
Wir wissen, dass der Verstärkungseffekt eines Lasers auf der induzierten Emission beruht. Einstein bereits hat einen Zusammenhang abgeleitet, der es erlaubt, die Übergangswahrscheinlichkeit W_{nm}, hervorgerufen durch eine elektromagnetische Strahlung der gleichen Frequenz ν_{nm}, für Elektronen vom oberen (angeregten) zum unteren Niveau zu bestimmen:

$$dW_{nm} = \varrho \frac{c^3}{4\pi h \nu_{nm}} A_{nm}\, dt .$$

Hier bedeuten ϱ die Stärke der einfallenden elektromagnetischen Strahlung mit der Frequenz ν_{nm}, c die Lichtgeschwindigkeit, h das Plancksche Wirkungsquantum und A_{nm} eine

statistische Verteilungsfunktion, die hier nicht näher erläutert wird. Je grösser dW_{nm} ist, desto günstiger wird der Verstärkungseffekt durch die induzierte Emission sein. Man sieht auch sofort, dass die Übergangswahrscheinlichkeit für die induzierte Emission dW_{nm} für langwellige Strahlung grösser ist als für kurzwellige Strahlung.

Vergleicht man nun beispielsweise Röntgenstrahlung mit einer Wellenlänge von λ_1 = o,1 nm mit der Strahlung, die ein Helium-Neon-Laser erzeugt, (λ_2 = 632,8 nm), so erkennt man sofort, dass die Übergangswahrscheinlichkeit für eine induzierte Emission im Röntgengebiet um den Faktor $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ kleiner sein wird. Daraus folgt bereits, dass es fast unmöglich erscheint, mit den bisherigen Vorstellungen der induzierten Emission einen Röntgenlaser aufzubauen.

Schwierigkeiten gibt es auch noch bei der Suche nach einem geeigneten Pumpprozess, der es ermöglicht, die Elektronen von den kernnahen Bahnen auf energetisch höhere kernentfernte Bahnen zu heben. Da die Energie der Röntgenstrahlung ($E = h \cdot \nu$) wesentlich grösser ist als die der Strahlung eines Lasers, der im optischen Bereich arbeitet, wird auch die Pumpenergie bei einem Röntgenlaser wesentlich grösser sein.
Über mögliche Resonatoranordnungen hat man sich schon Gedanken gemacht.
Bei den Gaslasern wird der Resonator durch zwei Spiegel gebildet, deren Reflexionsgrade und Brennweiten vom jeweiligen Lasertyp bestimmt werden. Zwischen den Spiegeln befindet sich die Gasentladungsröhre mit dem aktiven Medium.
Die Abschlussfenster der Röhre haben eine bestimmte Neigung zur Laserröhre ("Brewsterwinkel").

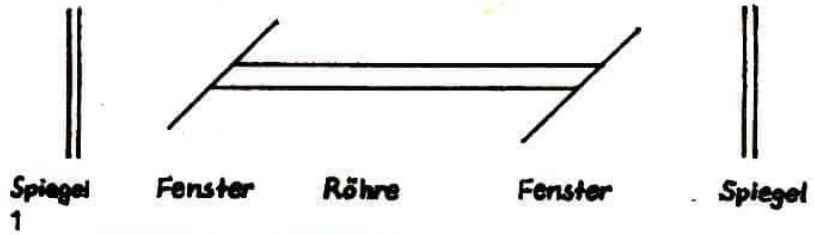


Abb. 1

Durch diese Anordnung der Fenster erreicht man, dass nur Strahlung einer bestimmten Polarisationsrichtung den Resonator verlässt.

Die Röntgenstrahlung kann weder an diesen Spiegeln reflektiert noch auf solche Weise polarisiert werden. Man kann jedoch Netzebenen in Kristallen (z.B. Silizium, Natriumchlorid) zur Reflexion und auch zur Polarisation ausnutzen. Eine solche Reflexion tritt jedoch nur dann auf, wenn die sogenannte "Braggsche Gleichung"

$$2 d \sin \theta = \lambda$$

erfüllt ist. In dieser Gleichung sind d der Netzebenenabstand, der sich in der Grössenordnung von einigen Angström bewegt (1 Å = o,1 nm), θ der Einstrahlwinkel, gezählt zwischen Netzebene und Einstrahlrichtung, und λ die verwendete Wellenlänge.

Die Abbildung 2 zeigt, dass man nun eine für Röntgenstrahlung reflexionsfähige Anordnung aufbauen kann, die beispielsweise dem Resonator des Gaslasers äquivalent ist.

Abb. 2 guter Kristall dünner guter Kristall

Aus Gleichung (2) folgt, da $\theta = 90°$, für die Reflexionsbedingung $2d = \lambda$

Es ist natürlich noch nicht gelungen, in einer solchen Resonatoranordnung Röntgenstrahlung zu erzeugen, die dann durch induzierte Emission verstärkt werden kann.

In Los Angeles wurde eine Straßenstrecke von nahezu 30 km mit Kunststoffbäumen und -pflanzen "bepflanzt". Diese künstliche Vegetation löste jedoch den Unmut zahlreicher Bürger aus, die viele Bäume in Brand setzten und andere absägten.

Eine weitere Kristallanordnung zeigt, wie man polarisierte Strahlung erhalten könnte.

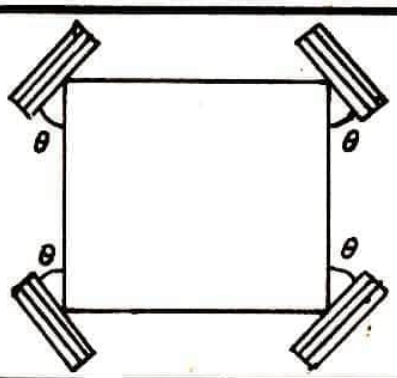


Abb. 3

Ist die Bedingung $\Theta = 45^{\circ}$ erfüllt, dann wird nur die zur Strahlebene senkrechte Strahlungskomponente reflektiert.

Einige Schwierigkeiten, die beim Aufbau eines Röntgenlasers zu überwinden sind, wurden aufgezeigt.
Neue Effekte zu finden ist deshalb Voraussetzung für die Entwicklung dieses Lasers, ohne dabei im einzelnen zu wissen, aus welchen Gebieten der Physik sie kommen.

Untersuchungen an den Helmen der Astronauten von Apollo 8 und 12 haben gezeigt, daß zahlreiche hochenergetische Partikel aus der kosmischen Strahlung diese durchschlagen haben und bis in die Hirnschalen vorgedrungen sein müssen. Mit 1,5 Teilchen pro cm^2 ist die Zahl allerdings noch niedrig und gibt keinen besorgniserregenden Anlaß. Problematisch wird es allerdings schon bei zukünftigen längeren Weltraumflügen, etwa der Flug zum Mars mit einer Gesamtdauer von rund 2 Jahren. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß bei einem solchen Flug 0,5 % der Netzhaut, 0,12 % der Gehirnzellen und mehr als 1,6 % der Riesenzellen des übrigen Körpers für immer zerstört werden würden, falls es nicht bis dahin gelingt, wirksame Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Die Stärke der Metallschicht (Raumkörperwandung) hat praktisch keinen Einfluß auf die Teilchendichte, da die Partikel fast ungehindert durchfliegen.

BÜCHERMARKT

N. I. Wilenkin: »Unterhaltsame Mengenlehre«

Wie schon der Titel sagt, stellt dieses Bändchen des Teubner - Verlags Leipzig kein Lehrbuch im bekannten Sinne dar. Es ist vielmehr ein Versuch, die Mengentheorie durch allgemeinverständliche Schilderungen einem breiten Leserkreis zugänglich zu machen.
Ziel ist nicht die Erlangung von exaktem Fachwissen, sondern - wie der Autor sagt - einen Anstoß für besonders interessierte Schüler und Studenten zu geben, sich intensiver mit dem Stoff zu beschäftigen. Wilenkin wendet sich besonders an die Jugend, indem er an verschiedenen Stellen Beispiele bringt, die mit der Romangestalt John Tichy des bekannten utopischen Schriftstellers Lem verbunden sind.
Neben diesen in lockerer Form geschilderten Problemen, wie z.B. "nasse Punkte", werden aber auch genaue Definitionen angeführt, die besonders gekennzeichnet sind.
Es gibt natürlich auch Abschnitte, die speziellen Problemen gewidmet und deshalb schwieriger verständlich sind.
Sie sind besonders gekennzeichnet und so im Text angeordnet, daß auch beim Überlesen dieser Stellen das Allgemeinverständnis nicht leidet.
Am Ende des Büchleins sind einige Werke angegeben, die die genannten Probleme genauer erfassen und erklären. Es sind auch einige Aufgaben zur Mengenlehre gestellt, die vom Leser nach der Lektüre gelöst werden können.
Als Einführung in die Mengentheorie, die z.B. als Grundlage der allgemeinen Algebra angesehen wird, bzw. als preisgünstige Zusammenfassung, stellt dieses Heft einen wertvollen Bestandteil der Reihe "Mathematische Schülerbücherei" dar.

Wilenkin, N.J.: "Unterhaltsame Mengenlehre"

184S., kartonniert, 6,50 M

Albert Einstein – anekdotisch

Als sich Einsteins Ruhm auszubreiten begann, registrierte man dies in der Geburtsstadt Ulm mit Aufmerksamkeit. Man erwog, eine Straße nach Einstein zu benennen. Da den Stadtvätern aber die allzu rasche Berühmtheit nicht zu Unrecht ein "G'schmäckle" an sich zu haben schien, wandten sie sich vorsichtshalber an die Landesuniversität Tübingen mit der Bitte um Auskunft, ob Einsteins Theorien auch im schwäbischen Sinne als etwas Solides gelten könnten.

Bei einem Aufenthalt in Wien, wo er wie in vielen anderen Städten vor Tausenden von Zuhörern über seine Relativitätstheorie vortragen mußte, wohnte Einstein im Hause von Felix Ehrenhaft. Als Einstein nur mit einem einzigen weißen Kragen ankam, fragte Frau Ehrenhaft erstaunt: "Haben Sie vielleicht etwas zu Hause vergessen?" Einstein aber antwortete: "Durchaus nicht, ich habe alles was ich brauche." Sie ließ ihm als gute Hausfrau eine von den mitgebrachten Hosen beim Schneider bügeln. Aber sie mußte zu ihrem Entsetzen feststellen, daß er zum Vortrag dann gerade die andere, ungebügelte, angezogen hatte.

In der Annahme, er habe seine Hausschuhe zu Hause vergessen, kaufte sie ihm neue, bemerkte aber, als sie ihn vor dem Frühstück in der Halle traf, daß er trotzdem barfuß ging.

An Laue schrieb Einstein über die großen Schwierigkeiten, die Geheimnisse der Natur zu enträtseln: "Schließlich hat man es mit der Sphinx zu tun und nicht mit einem willigen Straßenmädchen."

Als man sich in der ganzen Welt um Einstein riß und ehrenvolle Berufungen in alle möglichen wissenschaftlichen Ämter an ihn gelangten, scherzte er: "Ich komme mir bald vor wie eine Reliquie in einer alten Stiftskirche. Man kann zwar mit dem alten Knochen nichts anfangen, aber haben will man ihn doch."

Wer mit dem Aufklären seiner Kinder zu lange wartet, muß sich auf einen Erfahrungsaustausch vorbereiten.

Manche Mädchen studieren lieber Mediziner als Medizin.

"Na, Hänschen, du bist ja so artig!"
"Ja, Tante, jeder Mensch hat mal seine schwache Stunde."

"Sei nicht mehr so kindisch!" ermahnte der Vater seine Tochter.
"Schließlich ist es jetzt über 15 Jahre her, seit dich der Klapperstorch gebracht hat."

JEDES ALTER HAT SEINE ALTERSSCHWÄCHE.

Erika gab ein Hauskonzert für ihren neuen Freund. "Das war Siegfrieds Tod", erklärte sie nach ihrem Klavierspiel. Da kam ein Fußgänger des Weges und sagte: "Das verstehe ich."

"Die Ehe von Professor B. soll über alle Maßen glücklich sein", erzählten sich die Nachbarn. Da kam ein Fußgänger des Weges und sagte: "Kein Wunder; er ist Mathematiker und sie ist unberechenbar!"

MANCHER GLAUBT MIT 15 JAHREN WEIL ER FLOTT UND RECHT ERFAHREN HIER UND DA EIN MÄDCHEN KÜSST, DASS ER DAMIT MÜNDIG IST.

Das Leben ist nicht immer das, was man so denkt, daß es das ist.

Schönheit ist kein Verdienst, aber manchmal die Voraussetzung dazu.

"Nun, Brigitte", fragt Lilo, "wie gefällt dir mein neuer Strohhut ?"
"Gerade, als wenn er dir aus dem Kopf herausgewachsen wäre!"

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) Heft 8

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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)
L. Günther (Foto, Korrektur)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Goethe und die Naturwissenschaften (I) 3
Leserpost 5
Comtoneffekt 7
Moderne Methoden in der Chemie 8
Leuchterscheinungen im Tierreich 12
Brennstoffzellen 15
Wie wichtig ist die Biologie? 19
Radioaktive Isotope (Teil II) 23
LEXIKON 26
Weltäthertheorie 29

M. Kahler
Nationale Forschungs- und Gedenkstätten Weimar

Goethe und die Naturwissenschaften
Teil I

Johann Wolfgang Goethe als einen unserer größten Dichter der Vergangenheit kennt wohl jeder, Zehntausende von Besuchern aus der DDR, Zehntausende aus aller Welt kommen jährlich nach Weimar, um seine Lebens- und Wirkungsstätte und die seiner Weimarer Zeitgenossen kennenzulernen, um zu sehen, wo der "Faust" geschrieben wurde, um zu erleben, in welcher Atmosphäre seine Gedichte, z. B. "An den Mond" oder der "Erlkönig" entstanden sind. Wer aber, der es nicht weiß, würde vermuten, im Hause des Dichters zahlreichen Gegenständen zu begegnen, die auf naturwissenschaftliche Beschäftigung hindeuten? Sei es in seiner ersten Wohnstätte im Gartenhaus am Park oder im geräumigen Haus am Frauenplan. Da entdeckt man im Arbeitszimmer des Gartenhauses Tabellen über das Tier- und das Mineralreich und Sammlungsschränke für Mineralien. Im Haus am Frauenplan füllen Sammlungsschränke mit Mineralien fast alle Wände des Arbeitsvorzimmers aus. Und ein aufmerksamer Blick in das Arbeitszimmer selbst läßt meteorologische Meßgeräte, Aststücke, eine Glaskugel im Pappgestell, Papphalbkugeln und andere merkwürdige Gegenstände aufnehmen, die zur Frage herausfordern, wozu der Dichter diese Dinge aufbewahrt oder gebraucht habe. Es sind keine zufälligen Geschenke an den Dichter von Verehrern oder Bewunderern, es sind Zeugnisse seiner naturwissenschaftlichen Studien. Im Goethe-Museum ist ein Raum ausschließlich seinen Naturstudien gewidmet, und im Naturwissenschaftlichen Kabinett des Museums kann der Gast einen Einblick in seine vielfältigen naturwissenschaftlichen Sammlungen nehmen oder auch Experimente zur Farbenlehre kennenlernen.

In Goethes Leben nahmen Naturstudien einen gewichtigen Platz ein. Wer sich um eine nähere Begegnung mit dem Leben dieses universalen Mannes bemüht, wird immer wieder auf dessen vielseitige naturwissenschaftliche Studien stoßen,

die sich auf alle Bereiche der Natur bezogen: auf Steine und Pflanzen, Tiere und Menschen, Farben und Wolken, Elektrizität und Magnetismus, auf das Wettergeschehen und das sich Verbinden und Trennen von Elementen. Zu seinen Veröffentlichungen zählen Beiträge zur Geologie und Mineralogie, zur Botanik und Anatomie, zählen seine umfangreichen Arbeiten zur Farbenlehre. Er stand mit zahlreichen Naturforschern, nicht nur Deutschlands, in persönlichem und brieflichem Kontakt, z. B. mit Alexander von Humboldt, den Chemikern Döbereiner und Berzelius, den Physikern Seebeck und Lichtenberg, den Medizinern Blumenbach, Sömmerring und Carus. Mehr als dreißig naturwissenschaftliche Gesellschaften oder Akademien und Vereine ernannten ihn zu ihrem Mitglied oder Ehrenmitglied.

Vielfach sind die Hinweise, die Goethe seinen Zeitgenossen gab, warum er der Natur so große Aufmerksamkeit schenkte, denn so manchem erschien diese Tätigkeit als seinem "übrigen Lebensgange fremd." Wir wollen hier nicht alle Gründe aufführen, nicht auf die Rolle der Aufklärung und der sich entwickelnden kapitalistischen Produktionsweise im allgemeinen eingehen, sondern nur zwei Aspekte hervorheben, die Goethe selbst betonte: "Aus Neigung und zu praktischen Zwecken." Die "Neigung" weist auf sein starkes Bedürfnis nach wahrem Wissen und Welterkenntnis hin, so wie er als junger Mann seinen Faust sagen läßt: "daß ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält, schau alle Wirkungskraft und Samen und zu nicht mehr in Worten kramen ..." "In der Kindheit hatte ihn sein wacher Sinn und ein starkes Empfindungsvermögen auf manches Geheimnisvolle in der Natur aufmerksam gemacht: auf das Entstehen der Abend- und Morgenröte, des Regenbogens, auf Blitz und Donner, farbige Schatten, die seltsamen Eigenschaften des Magneten, aber auch auf die Bildung der Blüten, des Federkleides der Vögel u. a. m. Aber es mußte ihm rätselhaft bleiben, denn es wurde in seiner Zeit - Goethe ist 1749 geboren worden - "nicht daran gedacht, Naturgeschichte zu lehren". Er erhielt weder Kenntnisse über die drei Reiche der Natur noch wurde er in

die Naturlehre eingeweiht. Vieles hätte man ihm auch an Erklärungen schuldig bleiben müssen, denn noch herrschte in der Naturwissenschaft das Sammeln vor, d. h. die große Bestandsaufnahme der Naturprodukte. Man analysierte und klassifizierte. Die Naturvorgänge betrachtet man mechanistisch, die Naturprodukte als unveränderlich.

Leserpost

J. Schneider aus Oelsnitz fragte uns, wie der Mechanismus der Lichtreflexion zu erklären ist. Hier unsere Antwort:

Das Licht kann man sich bekanntlich als elektromagnetische Welle vorstellen, die sich etwa durch den elektrischen Feldvektor $\mathfrak{E}$ (Lichtvektor) charakterisieren läßt:

$$\mathfrak{E} = \mathfrak{E}_0 e^{-i(\omega s_0 - \omega t)}$$

$\mathfrak{E}_0$ - Amplitude
s_0 - Einheitsvektor
ω - Frequenz

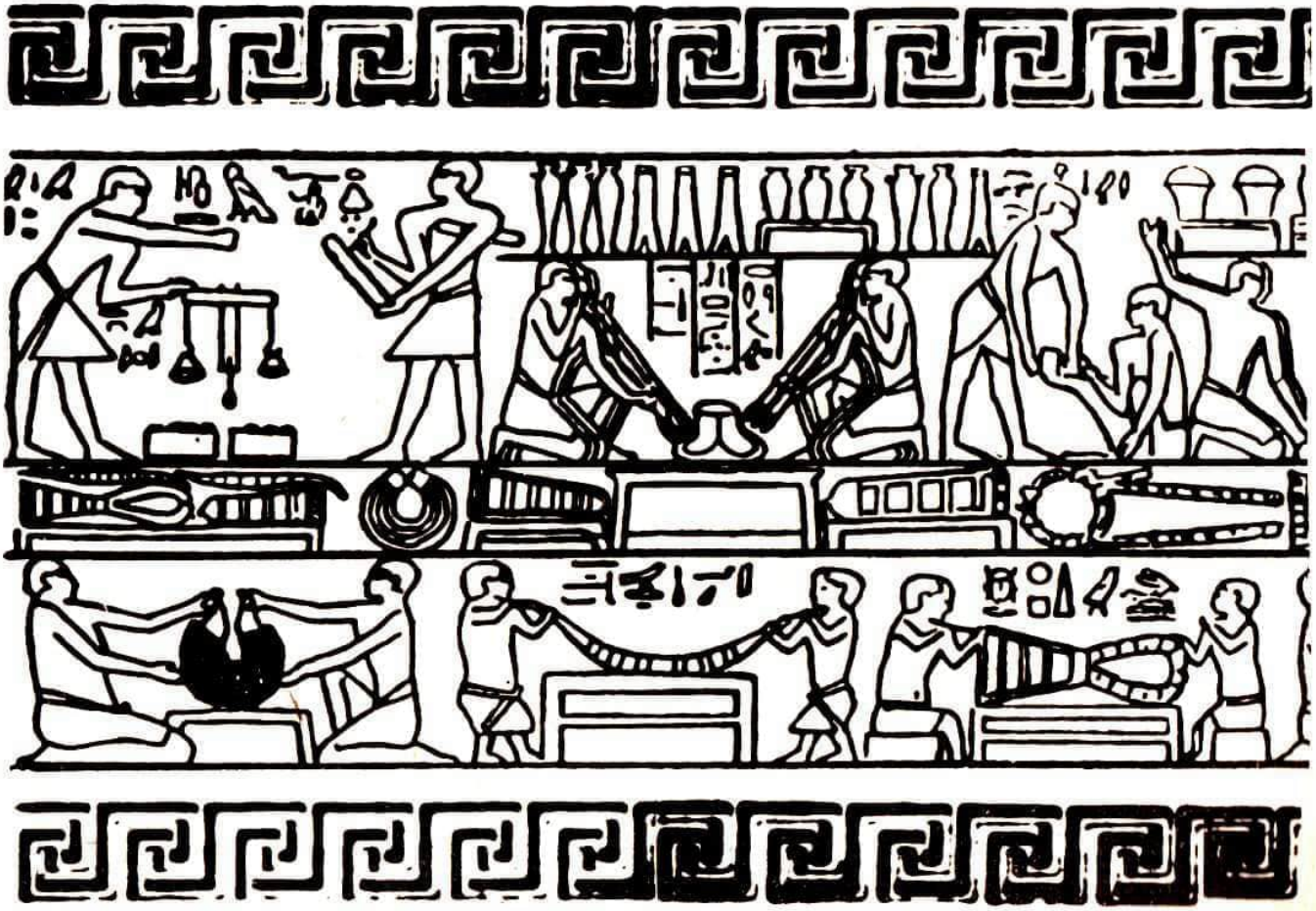
Trifft diese Welle auf ein Medium, so wird nach der elektronentheoretischen Auffassung der Reflexion auf Ladungsträger (Elektronen der Atome) eine Kraft ausgeübt, so daß sich diese Ladungsträger verschieben. Da das elektrische Feld $\mathfrak{E}$ periodisch wechselt, wechselt auch die durch dieses auf die Elektronen ausgeübte Kraft $\mathfrak{K}_e = q\mathfrak{E}$ mit derselben Periode, und die Elektronen werden in periodische Schwingungen derselben Frequenz versetzt. Das Magnetfeld, das auf Ladungsträger (bewegte) eine Kraft $\mathfrak{K} = q\,\mathfrak{v} \times \mathfrak{B}$ (Lorentzkraft) ausübt, wirkt in gleicher Weise wie das elektrische Feld.

Nun ist ein schwingendes Elektron als schwingender Dipol (Spezialfall des Hertzschen Oszillators) aufzufassen, der nach dem Gesetz

$$S = \frac{\pi^2 r^4}{2 \varepsilon_0 c^3 r^2} p_0^2 \sin^2 \vartheta$$

elektromagnetische Strahlung aussendet. Ein solcher Oszillator strahlt wegen der ϑ-Abhängigkeit nicht in und maximal senkrecht zur Schwingungsrichtung. Durch Überlagerung der ausgestrahlten Elementarwellen aller Elektronen entsteht nun der reflektierte Lichtstrahl, der dann dieselbe Schwingungsfrequenz hat wie der eingefallene. Wenn das einfallende Licht aus mehreren Frequenzen bestand, dann sind alle diese je nach Reflexionsvermögen des Stoffes für diese Frequenz mit mehr oder minder großer Intensität auch im reflektierten Strahl zu finden; eine Quantelung tritt nicht auf.

Wir konnten hier die Theorie nur in den allereinfachsten Grundzügen wiedergeben, hoffen aber, Ihre Frage damit nach Wunsch beantwortet zu haben.



Ägyptische Goldschmiedewerkstatt

Compton-Effekt

Schießt man Röntgenstrahlen auf irgendwelche Materie, so kann das Röntgenlicht durch die in den Stoffen anwesenden Elektronen in alle möglichen Richtungen gestreut werden. Dabei wird folgendes beobachtet:
Die Wellenlänge des gestreuten Röntgenlichts ist abhängig vom Winkel zwischen der Richtung des einfallenden Röntgenstrahles und des gestreuten Röntgenstrahles. Bei einem Streuwinkel von 90° findet man eine Wellenlängendifferenz vom Streustrahl zum Primärstrahl von $\Delta\lambda = 0{,}024$ Å.
Dieses $\Delta\lambda$ ist unabhängig von der Wellenlänge des Primärstrahles und unabhängig von der Art der streuenden Substanz.
Dieser Effekt wird Compton-Effekt genannt. Er läßt sich sehr einfach dadurch erklären, daß man das Röntgenlicht als einen Photonenstrom auffaßt, wobei man dem einzelnen Photon die Energie $E = h \cdot \nu$ und den Impuls $p = \frac{h\nu}{c}$ zuordnet.
Man stellt sich nun vor, daß das einlaufende Röntgenphoton ein Elektron stößt, und diesem beim Stoß einen Teil seiner Energie übergibt. Dadurch erhöht sich die kinetische Energie des gestoßenen Elektrons, während bei diesem unelastischen Stoßprozeß sich die Energie des Photons verringert. Eine Abnahme der Energie des Photons ist mit einer Verringerung seiner Frequenz oder einer entsprechenden Vergrößerung der Wellenlänge des Röntgenlichts verbunden. Mit dieser Vorstellung erhält man für die Vergrößerung der Wellenlängen des Streustrahles gegenüber dem Primärstrahl folgende Winkelabhängigkeit:

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

m_0 = Masse des Elektrons, h = Plancksches Wirkungsquantum, c = Lichtgeschwindigkeit, ϑ = Winkel zwischen Streustrahl und Primärstrahl.
Für $\vartheta = 90^{\circ}$ ergibt sich daraus $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} = 0{,}024$ Å. Das theoretische Ergebnis stimmt ausgezeichnet mit dem experimentell ermittelten Wert bei 90°-Streuung überein. Der Compton-Effekt stellte einen wichtigen Beweis für die Richtigkeit eines korpuskularen Bildes der Röntgenstrahlen dar.

Dr. W. Wintruff
Sektion Chemie

Kombinierter Einsatz moderner Methoden in der Chemie (Teil I)

CHEMIE

Dieser Beitrag wird die Artikelserie "Moderne Methoden der analytischen Chemie" abschließen, in der schon die Bedeutung der einzelnen Meßmethoden für die chemische Analytik herausgearbeitet wurde. Für die Bearbeitung eines bestimmten analytischen Problems können nun aber auch immer nur ganz bestimmte Meßmethoden eingesetzt werden. Wir möchten uns in diesem Artikel nur mit dem Problem befassen, wie man die Struktur einer monomeren organischen Verbindung durch den kombinierten Einsatz verschiedener Meßmethoden bestimmen kann, Sie wissen, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Moleküls ganz wesentlich durch die Art der Verknüpfung und der geometrischen Anordnung der einzelnen Atome oder Atomgruppen (funktionelle Gruppen) bestimmt werden und deshalb die Strukturaufklärung für den Chemiker von erstrangiger Bedeutung ist.
Die Strukturanalyse hat die vollständige Beschreibung der Art der Verknüpfung und der geometrischen Anordnung der Atome und Atomgruppen innerhalb eines Moleküls zum Gegenstand, d. h. hierunter würde auch die Bestimmung solcher Parameter wie der genauen Bindungsabstände und Bindungswinkel fallen.

Methoden der Strukturanalyse

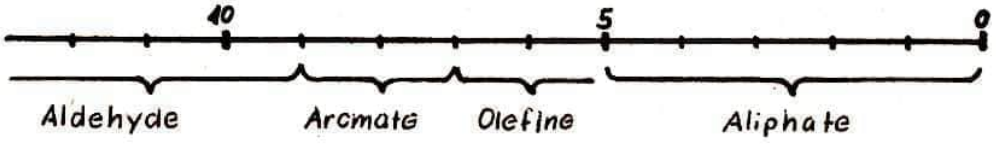
Der eine Weg, um eine vollständige Strukturanalyse durchzuführen, ist die Röntgenstrukturanalyse. Mit dieser kann ein genaues Abbild der Molekülstruktur mit den genauen Bindungswinkeln und -abständen der Atome im Molekülverband erhalten werden. Diese Methode weist aber auch einige wesentliche Nachteile auf:

1. Die Probe muß in Form eines Einkristalls vorliegen.
2. Atome mit niedriger Ordnungszahl (z.B. Wasserstoff) können nur begrenzt lokalisiert werden. Dieser Nachteil kann durch die Neutronenbeugung ausgeschlossen werden.
3. Der Arbeits- und Auswerteaufwand ist sehr hoch. Trotz Anwendung moderner Rechenmaschinen kann eine Strukturaufklärung mehrere Wochen bis Monate in Anspruch nehmen.

Deshalb wird meist der zweite Weg der Strukturaufklärung beschritten. Dieser besteht in dem kombinierten Einsatz mehrerer Meßmethoden. Besonders häufig wird die IR-Spektroskopie gekoppelt mit der hochauflösenden Kernresonanz (NMR) und der Massenspektrometrie. In ihrer Anwendungshäufigkeit folgen danach die Elektronenspektroskopie, die Elektronenspinresonanz (ESR) und die Ramanspektroskopie. Die Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Methoden bei der Strukturaufklärung.
Alle spektroskopischen Methoden liefern nur Aussagen über Teilstrukturen, die zur Gewinnung der Gesamtstruktur kombiniert werden müssen. Bei der optischen Spektroskopie und der magnetischen Resonanzspektroskopie lassen sich Strukturaussagen aus allen Spektrenparametern (Signallage, Signalform und Intensität) gewinnen. Bei der <u>IR-Spektroskopie</u> unterscheidet man im Spektrum mehrere Abschnitte. Der Bereich von 3700 bis 1550 cm^{-1} erlaubt verhältnismäßig sichere Aussagen über funktionelle Gruppen (z. B. OH, NH, CN, C=O, C≡N u. a.). Der Bereich 1550 bis 900 cm^{-1} wird von den Eigenschaften des gesamten Moleküls bestimmt. Im Bereich 900 bis 400 cm^{-1} können Substitutionstypen an aromatischen Ringen und auch Schweratomsubstitutionen erkannt werden. Als Faustregel gilt für die IR-Spektroskopie:
Das Fehlen einer charakteristischen Bande für eine Strukturein heit ist ein sicherer Beweis für ihre Abwesenheit, während das Auftreten der Bande erst dann der Beweis ist, wenn auch andere charakteristische Frequenzen dieser Gruppierung nachgewiesen werden können.
Die <u>NMR-Spektroskopie</u> liefert die Anzahl der Protonen und ihr Verhältnis zueinander in den einzelnen Struktureinheiten, Diese Information wird aus der Signalintensität und der

Linienzahl der einzelnen Multipletts gewonnen. Darüber hinaus gewinnt man Informationen aus der Lage der Signale und ihrem Aufspaltungsbild (Auf das Zustandekommen der Aufspaltung der Signale soll hier nicht eingegangen werden). Für die Lage der Signale gilt die empirisch gefundene δ-Skala. Die δ-Werte werden in ppm (10^{-6}) gemessen und sind dimensionslos. (δ berechnet sich aus der magnetischen Feldstärke H_0, bei der das Signal auftrifft und wird chemische Verschiebung genannt.)

Einen Überblick über die Lage der Signale für bestimmte Verbindungstypen gibt die Abb.



Grobskala der δ-Werte organischer Verbindungen

Die empirischen Tabellen geben dann die Möglichkeit, die Signale ganz bestimmten funktionellen Gruppen zuzuordnen.
Die Massenspektrometrie gibt als Information das Molekulargewicht und die Summenformel. Aussagen über Strukturelemente bekommt man aus den empirischen Tabellen der typischen Massenzahlen und der charakteristischen Massendifferenzen.
Im Ergebnis des kombinierten Einsatzes mehrerer Methoden ist es nicht immer möglich, einen eindeutigen Strukturvorschlag zu machen. Deshalb sind meist noch eine Reihe von Zusatzinformationen erforderlich, wie z. B. die Kenntnis der qualitativen Elementarzusammensetzung, des Schmelz- und Siedepunktes, der Viskosität, des Brechungsindex usw.
Der große Vorteil des kombinierten Einsatzes mehrerer Meßmethoden besteht darin, daß nicht alle Informationen aus allen Spektren gewonnen werden müssen. Dadurch wird die Analysenzeit fast immer wesentlich verkürzt. Außerdem steigt die Sicherheit der Strukturbestimmung, da einzelne Aussagen mit verschiedenen Verfahren unabhängig voneinander mehrmals gewonnen werden.

Tab. 1 Zusammenfassung der wichtigsten strukturanalytischen Methoden

Methode	Probe	Information
Röntgenstrukturanalyse 1) Neutronenbeugung	Einkristall 1 - 10 mg 0,1 - 1 g	Bestimmung der vollständigen Molekülstruktur; räumliche Anordnung der Atome (Abstände, Winkel)
IR-Spektroskopie 2)	fest, flüssig gasf., Lösung 1-10 mg	Molekülgerüste und funktionelle Gruppen, Isomerie, Konfigurations- und Konformationsaussagen
NMR-Spektroskopie 3)	flüssig, Lösung 5-100 mg	strukturelle Anordnung magnetisch aktiver Kerne (^{1}H, ^{19}F, ^{13}C, ^{24}Si, 31P,) und ihrer Nachbargruppen, Isomerie-, Konfigurations- und Konformationsaussagen; Bestimmung des $^{1}H^{-}$ Gehaltes chemischer Verbindungen und Gruppen.
Massenspektrometrie 4)	fest, flüssig gasförmig 0,1 mg	Molekulargewicht; Summenformel; Erkennen von Heteroatomen aufgrund der natürlichen Isotopenhäufigkeit; strukturspezifische Abbauprodukte
Elektronenspektroskopie 5) (UV und sichtbar)	fest, flüssig gasförmig 0,1-10 mg verd.Lösungen	Aussagen über Verbindungen mit Doppelbindungen, insbesondere konjugierte Olefine, Aromaten, Heterocyclen mit aromatischem Charakter; Substitution an solchen Gerüsten.
ESR-Spektroskopie 6)	f., fl., Lösung 5-100 mg	Struktur und Elektronenverteilung freier Radikale
Raman-Spektroskopie 7)	f., fl., Lösung 50 mg -10 g	wie IR-Spektroskopie unter Berücksichtigung der hier geltenden Auswahlregeln

Artikel zu den einzelnen Methoden: 1) 6. Jg., H.1; 2) 5.Jg.,H.5 und 6; 3) 5. Jg., H.8 und 9; 4) 1. Jg., H.4 und Impuls-Lexikon; 5) 5. Jg., H.5 (speziellere Artikel hierzu sind in Vorbereitung); 6) 5. Jg., H.8; 7) 4. Jg., H.4

F. Sander
Sektion Biologie

1. Lichterscheinungen im Tierreich

2. Tierwanderungen

BIOLOGIE

1. Jeder kennt die im Sommer auftretenden "Glühwürmchen", die in der Abenddämmerung und in der Nacht durch ihr Leuchten auf sich aufmerksam machen. Nun ist diese Erscheinung verbreiterter, als man allgemein annimmt, daher sollen hier einige Gesichtspunkte dieser Leuchterscheinungen betrachtet werden.

Das Leuchten von Organismen wird allgemein als Bioluminesszens bezeichnet. Es handelt sich dabei um einen fermentativ gesteuerten Oxydationsprozess, bei dem 80 - 90 % kaltes Licht und ca. 10 % Wärmestrahlung frei werden. Die Farbe des Lichtes ist ein fahles Blaugrün, wie wir es von Leuchtkäfern kennen. Andersartige Farben entstehen durch abschirmende Schichten, die der Lichtquelle aufgelagert sind.

Im Tierreich kann man drei Arten der Bioluminesszens unterscheiden. Bei der intrazellulären Lumineszens können im Körper befindliche Leuchtquellen das Licht erzeugen, sie ist z. B. bei Leuchtkäfern realisiert.

Extrazelluläre Lumineszens findet man bei vielen Krebsen und Tiefseekopffüßern. Dabei werden die chemischen Komponenten, die zu der lichterzeugenden Reaktion notwendig sind, in Oberhautdrüsenzellen gebildet; bei Absonderung kommt es zu Leuchtwolken.

Lichterscheinungen können auch durch Symbiose mit Leuchtbakterien hervorgerufen werden. Auf diese Weise leuchtende Tiere besitzen an bestimmten Körperstellen kleine Säckchen, die die Leuchtbakterien beherbergen. Dieser Typ ist nur bei im Meer lebenden Hohltieren, Würmern, Weichtieren, Fischen usw. anzutreffen.

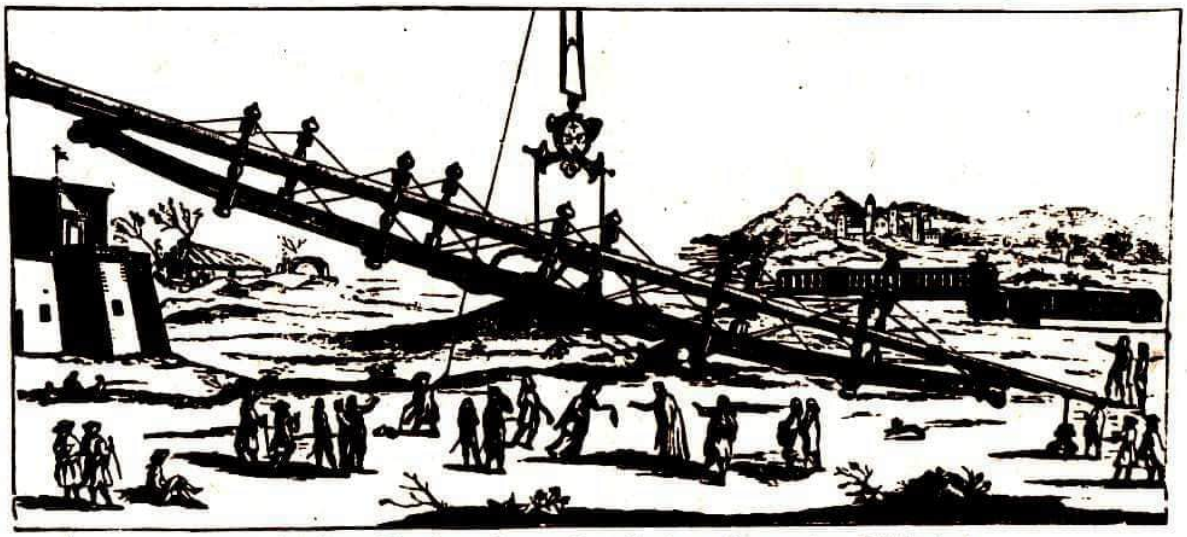
Bei Leuchtkäfern ermöglichen die Lichteffekte (die artlich

sehr spezifisch sind!) die Geschlechterfindung. Bei anderen Tieren können die oft recht auffällig geformten Leuchtorgane als Köder zum Nahrungserwerb verwendet werden. Die oben erwähnten Leuchtwolken mancher Krebse dienen als Schutz vor angreifenden Feinden.

2. Eine sehr interessante Erscheinung im Tierreich ist die Tatsache, daß viele Tiere, gemessen an ihren Fortbewegungsmöglichkeiten, aktiv recht erhebliche Entfernungen zurücklegen, was als Wanderung bezeichnet wird. Diese Wanderungen können periodisch oder aperiodisch sein, das heißt, sie können in regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitabständen auftreten. Es ist üblich, unterschiedliche Wanderungstypen zu unterscheiden, die nach ihrer Ursache bezeichnet werden.
Als Nahrungswanderungen werden sie bezeichnet, wenn ungünstige Nahrungsverhältnisse als auslösendes Moment in Frage kommen. Selbstverständlich spielen hier vielfach klimatische Bedingungen eine nicht unwesentliche Rolle. Durch die Ortsveränderung weichen die Tiere ungünstigen Bedingungen aus und suchen geeignetere Örtlichkeiten*) auf. Unter vielen anderen Beispielen wären hier zu nennen:
die Wanderungen von Großtieren wie Hirschen, Rentieren usw., Wanderungen der Kohlweißlingsraupen, vieler Fische wie Schellfisch und Kabeljau und das Aufsuchen nahrungsreicher Wälder von Pflanzenfressern, wie es z.B. beim Siebenschläfer auftritt.
Ortsveränderungen, die mit der Fortpflanzung im Zusammenhang stehen, werden als Fortpflanzungswanderungen bezeichnet. So suchen viele Fische die Nähe von Küsten auf, Seeschildkröten gehen zur Fortpflanzung ans Land, Landkrabben dagegen gehen in das Meer. Amphibien suchen zur Laichzeit Süßwasseransammlungen auf, dabei sind sie so ortstreu, daß sie auch noch zu diesen Stellen kommen, wenn diese längst nicht mehr existieren.*)
Ein dritter Typ sind die klimatisch bedingten Wanderungen, bei denen Winterquartiere aufgesucht werden. Das kann bei

vielen Insekten, Fledermäusen und den Zugvögeln beobachtet werden. Beim Vogelzug spielen jedoch auch noch andere Faktoren wie Nahrung und Fortpflanzung eine Rolle, allerdings ist er streng jahreszeitlich gebunden.
Die Gesamtproblematik des Vogelzuges ist sehr interessant, doch auch sehr kompliziert, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden kann.
Zum vierten kann eine Wanderung ausgelöst werden, wenn eine außerordentlich starke Vermehrung erfolgt ist, und die Tiere zwecks Auflockerung der Besiedlungsdichte fortziehen. Man spricht in diesem Falle von populationsdynamisch bedingten Wanderungen. Bei den Insekten kennen wir diesen Typ z. B. bei Libellen, Schmetterlingen (Wanderfalter!) und vor allem bei Heuschrecken. Bekannt ist das Beispiel der Wanderheuschrecke, die in "die Sonne verdunkelnden Schwärmen" (nach Literaturangaben bis über 100 Milliarden Tiere pro Schwarm) auftritt und riesigen wirtschaftlichen Schaden angerichtet hat. Die Tiere können eine Distanz von etwa 200 km zurücklegen. Auch die Massenwanderungen der Lemminge (Säuger) sind populationsdynamisch bedingt.
Es bleibt noch darauf hinzuweisen, daß besonders bei kleinen Tieren Witterungseinflüsse die Wanderungen beeinflussen können. So ist z. B. die Ausbreitung des Kartoffelkäfers wesentlich durch Westwinde unterstützt worden.

(Die mit x) versehenen Stellen sind ungewollte Aprilscherze der Biologiegruppe!)



Zeitgenössische Ansicht eines „langen Fernrohrs" aus dem vorigen Jahrhundert.

G. Hüller
Sektion Chemie

Brennstoffzellen - eine Energiequelle der Zukunft?

CHEMIE

Im Artikel "Chemische Thermodynamik II" (Impuls, H. , 6.Jg.) wurde gezeigt, dass zwischen der freien Reaktionsenthalpie und der elektromotorischen Kraft einer galvanischen Kette ein unmittelbarer Zusammenhang besteht. Daraus wurde abgeleitet, dass es in begrenztem Masse möglich ist, freiwillig ablaufende Reaktionen in den elektrochemischen Bereich zu übertragen und zur Gewinnung elektrischer Energie zu nutzen. Diese Möglichkeit soll im folgenden genauer untersucht werden.
Zunächst ist die Frage zu klären, welche Arten von Reaktionen galvanisch durchgeführt werden können. Es ist leicht einzusehen, dass es sich nur um Reaktionen handeln kann, bei denen Elektronen ausgetauscht werden, also um Redoxreaktionen. Die klassischen Beispiele hierfür sind die bekannten galvanischen Elemente, bei denen immer eine Komponente oxydiert (z.B. das Zink im Kupfer-Zink-Element) und eine reduziert wird (das Kupfer in unserem Beispiel).

Von der grossen Zahl bekannter Redox-Reaktionen, deren elektrochemische Durchführung prinzipiell möglich ist, gibt es einige, die besonders interessieren. Es sind dies alle bekannten Verbrennungen mit Sauerstoff, denn es bietet sich hier die Möglichkeit, herkömmliche Brennstoffe (z.B. Kohlenstoff) zur direkten Gewinnung von Energie zu benutzen. Das ist deshalb besonders attraktiv, weil hier bei weitgehend reversibler Prozessführung die gesamte freie Reaktionsenthalpie in Nutzarbeit umgewandelt werden kann, was bei den traditionellen Verfahren prinzipiell unmöglich ist. In der Tat ist es bereits gelungen, solche Reaktionen

elektrochemisch in einer "Brennstoffzelle" durchzuführen und in begrenztem Masse auch technisch zu nutzen.
Diese Nutzungen beschränken sich jedoch im wesentlichen nur auf Weltraumflugkörper, bei denen einmal nach Betriebsdauer und benötigter Energiemenge noch nahezu "labormässige" Bedingungen herrschen und zum anderen die Frage der Wirtschaftlichkeit unwesentlich ist.
Drei Reaktionen, auf deren Basis Brennstoffzellen konstruiert wurden, seien hier genannt:

Kohleverbrennung	$C + O_2 \longrightarrow CO_2$
Knallgasreaktion	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
Hydrazinverbrennung	$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$

Technisch genutzt werden (z.B. in Weltraumschiffen) die Brennstoffelemente der letzten beiden Reaktionen.
Als Beispiel soll das Knallgaselement kurz erläutert werden. (s. Abb.) Wasserstoff und Sauerstoff gelangen über die Zuleitungen in die Behälter E unter einem Druck von etwa 42 - 46 atm und werden gleichzeitig auf etwa 14o - 24o° C aufgeheizt. Durch die Poren der Nickel-Elektroden gelangen die Gase zum Elektrolyten (27 %-ige Natronlauge). An der Oberfläche der Elektroden läuft die "Verbrennung" in Form folgender Reaktionen ab:

Anode: 1) $H_2 + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O + 2e^-$

Kathode: $1/2\,O_2 + H_2O \longrightarrow 2OH^- - 2e^-$

Die an der Anode vom Reduktionsmittel (Wasserstoff) abgegebenen Elektronen fliessen unter Arbeitsleistung durch den äusseren Stromkreis zur Kathode und werden dort vom Oxydationsmittel (Sauerstoff) aufgenommen.
An diesem Beispiel erkennen wir drei Probleme, deren technische Lösung bei allen Brennstoffzellen Schwierigkeiten bereitet:

1. Die Brennstoffe müssen ständig zugeführt und rückstandsfrei entfernt werden, um eine Vergiftung der Elektroden zu verhindern. (Während beim Knallgaselement Wasser ent-

steht, das mit dem Elektrolyten leicht abgeführt werden kann, bereitet dies beim Kohle-Element erhebliche Schwierigkeiten, da bei jeder Kohleverbrennung - ausgenommen reiner Kohlenstoff wie etwa Graphit - Schlacke zurückbleibt.)

2. Innerhalb des Elektrolyten muss ein ausreichender Stofftransport gewährleistet sein, damit die Reaktion ungehindert ablaufen kann. (Beim Knallgaselement OH^- von der Kathode zur Anode und Wasser von der Anode zur Kathode).

3. Es sind meist teure Materialien (hier Nickel) zum Bau einer Brennstoffzelle erforderlich, und es müssen relativ teure Brennstoffe eingesetzt werden (Wasserstoff, Hydrazin), was ein ökonomisches Problem darstellt. (Auf Kohlebasis konnte noch kein technisch einsatzfähiges Brennstoffelement konstruiert werden).

Das sind drei wesentliche Gründe dafür, dass gegenwärtig keine Brennstoffzellen grosstechnisch zur Energiegewinnung genutzt werden. Ob es in der Zukunft möglich sein wird, bleibt fraglich. Immerhin gibt es solche interessanten Möglichkeiten wie z.B. die Oxydation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid bei der Schwefelsäure - Gewinnung, die gleichzeitig zur Energieerzeugung genutzt werden könnte, indem die Reaktion in einer Brennstoffzelle durchgeführt wird nach dem Schema

Anode: $SO_2 + 6H_2O \longrightarrow SO_4^{--} + 4H_3O^+ + 2e^-$

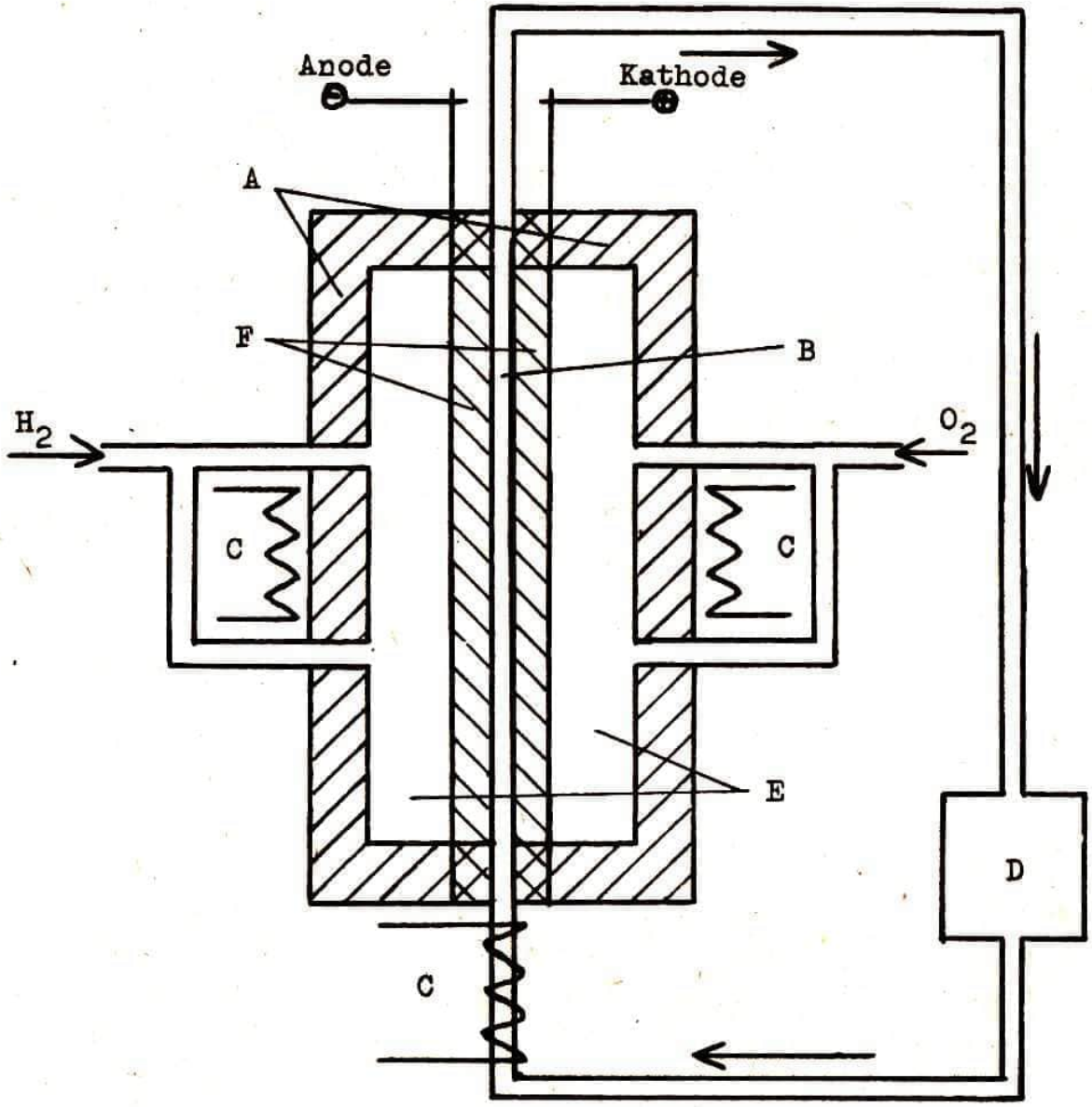
Kathode: $O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4OH^- - 2e^-$

Doch das dürfte auch in absehbarer Zeit nur eine theoretische Möglichkeit bleiben.

Fussnote:

1) In der Elektrochemie werden die Elektroden gewöhnlich nach dem ablaufenden chemischen Vorgang eingeteilt. Anode ist die Elektrode, an der eine Oxydation statt-

findet (hier Wasserstoff zu H^+), und die Kathode ist die Elektrode, an der eine Reduktion vor sich geht (hier Sauerstoff zu O^{--}).



A schwerer nickelplattierter Stahldeckel
B Elektrolyt
C Heizungen
D Vorratsbehälter für den Elektrolyten
E Gasdruck etwa 42 - 56 atm
F Poröse Zweischichten - Ni - Elektroden

Knallgaselement nach Bacon

Titelbild: Schnitt durch fossile Pflanzenüberreste

Ch. Nitzsche
K. Fensch
Sektion Biologie
4. Stdj.

Wie wichtig ist die Biologie?

Schon von jeher haben sich die Menschen mit biologischen Problemen beschäftigt. Erst im 18. Jahrhundert jedoch wurde die Biologie zur selbstständigen Wissenschaft. Zu dieser Zeit begannen sich Landwirtschaft und Industrie, besonders Nahrungs- und Arzneimittelindustrie, für die Ergebnisse der biologischen Forschung zu interessieren. Mit der ständig steigenden Bevölkerungszahl wurde es nötig, mehr Mittel einzusetzen, um Hungersnöte und Seuchen zu bannen.

In der Philosophie begannen die Fortschritte der Biologie, insbesondere die Ideen DARWINS, zur Herausbildung eines wissenschaftlichen Weltbildes beizutragen. Zu Beginn des 2o. Jahrhunderts waren auch andere Einzelwissenschaften, wie Physik und Chemie, soweit entwickelt, dass sie der Biologie sowohl neue Hilfsmittel, z.B. das Elektronenmikroskop, als auch neue Forschungsmethoden, z.B. mathematische Statistik und chemische Analysenmethoden, liefern konnten. Nur auf Grund der engen Zusammenarbeit mit den anderen Einzelwissenschaften konnten solche Erfolge erzielt werden, wie z.B.

- in der Medizin: Herstellung synthetischer Antibiotika, erfolgreiche Bekämpfung von Seuchen und Anwendung der plastischen Chirurgie,
- in der Ernährungswissenschaft: Entdeckung und Strukturaufklärung der Vitamine,
- in der Nahrungsmittelindustrie: Anwendung moderner Konservierungsmethoden und
- in der Landwirtschaft: Züchtung besonders ertragreicher virusresistenter Nutzpflanzen, Anwendung hochwirksamer

Schädlings- und Unkrautbekämpfungsmittel, Ertragssteigerung durch künstliche Düngemittel.

Ein Zweig der Biologie, der sich hauptsächlich in den letzten 2o Jahren sehr stark entwickelte, ist die Mikrobiologie. Sie enthüllt die Geheimnisse des Lebens der kleinsten Organismen und dringt sogar bis in molekulare Bereiche vor. Im Mittelpunkt der heutigen Forschung steht da die Beziehung zwischen der Eiweißsynthese und den Nucleinsäuren. Den Anstoss dazu gaben auch hier wieder Medizin, Industrie und Landwirtschaft. Die Fortschritte der Mikrobiologie der letzten 2o Jahre geben jetzt schon dem Menschen immer bessere Möglichkeiten, seine Umwelt nach eigenem Willen zu gestalten. Die Biologie befindet sich gegenwärtig in einer revolutionären Phase, die der Situation in der Physik zu Beginn dieses Jahrhunderts entspricht.
Neben der Physik ist die Biologie heute wegen ihrer Komplexität eines der interessantesten Forschungsgebiete, denn sie reicht von der Molekularbiologie bis zur Biologie der höheren Organismen.
Gleichzeitig ist jedoch der Charakter der Anwendung neuer biologischer Erkenntnisse heute stärker als je zuvor abhängig von der Gesellschaftsordnung, in der sie gewonnen werden. So kann z.B. die Vielseitigkeit der Mikroorganismen einerseits zur Herstellung von Heilmitteln, andererseits aber auch zur Produktion biologischer Kampfstoffe dienen.
Besonders wichtig und erfolgversprechend sind folgende Anwendungsgebiete der biologischen Forschung:

1. <u>Landwirtschaft</u>
   Um hohe Erträge zu erzielen, müssen die Landwirte das Wissen in Bodenkunde, Ökologie und Pflanzenphysiologie in der Praxis anwenden können. Ausserdem versucht man bereits heute durch gesteuerte Vererbung neue Futterpflanzenarten für alle Klimabereiche zu züchten.

2. <u>Nahrungsmittelindustrie</u>

Um die Ernährungsgrundlage der Bevölkerung auch in Zukunft sichern zu können, beginnt man Hefe-, Pilz- und Algenkulturen als neue Nahrungsquellen zu erschliessen.

3. Medizin

Durch gesunde Lebensweise und prophylaktische Hygienemassnahmen sollen Krankheiten verhütet und der Medikamentenbedarf gesenkt werden. Grosse Fortschritte hat auch die Chirurgie auf dem Gebiet der Organtransplantation zu verzeichnen. Bei der Bekämpfung ansteckender Krankheiten und des Krebses waren Ärzte und Forscher in letzter Zeit sehr erfolgreich. Man versucht auch in ständig steigendem Masse Erbkrankheiten zu heilen, die weiter verbreitet sind als allgemein angenommen wird, denn ca 4 % aller Neugeborenen kommen mit erblichen Fehlern zur Welt.

4. Humangenetik

Die Erkenntnisse der Vererbungsforschung können durch Verfahren zur gerichteten Veränderung der Erbinformation praktisch genutzt werden. Was bei Viren und Bakterien - mit ihren Besonderheiten der Fortpflanzung und Vererbung - in bescheidenem Masse bereits möglich ist, wird für die höheren Organismen einschliesslich des Menschen zur Jahrtausendwende erwartet. Damit steigt die Verantwortung der Wissenschaftler gegenüber der Gesellschaft. Sie ist besonders dann schwerwiegend, wenn es um Menschen geht, weil hier in starkem Masse moralische Fragen berührt werden. Wohin Verantwortungslosigkeit auf diesem Gebiet führen kann, zeigen die Vorstellungen, die in einigen kapitalistischen Ländern existieren. Es soll ein künstlicher, synthetisierter "Übermensch" gezüchtet werden, der alle günstigen Eigenschaften in sich vereint. Die Auslese soll nach solchen Gesichtspunkten wie Gesundheit, körperliche Schönheit, manuelle Geschicklichkeit, Intelligenz und spezielle Begabung erfolgen. Die Lenkung soll auf staatlicher Ebene durch Geburtenkontrolle geregelt werden.

Derartige Pläne bürgerlicher Wissenschaftler und Ideologen haben natürlich hauptsächlich das Ziel, die Klassengesellschaft durch die Züchtung "vollkommener" Herrenmenschen einerseits und einseitig manuell oder geistig begabter Menschen- willfährige Arbeitswerkzeuge - andererseits zu festigen. Solche Vorstellungen wären darüber hinaus auch in unserer Gesellschaftsordnung sehr problematisch, denn sie haben ja zum Ziel, den Menschen an seine selbst geschaffenen Lebensumstände biologisch anzupassen. Wir sind aber der Meinung, dass sich der Mensch die Lebensumstände nach seinen Bedürfnissen gestalten muss.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass die biologische Forschung heute in erster Linie vor den folgenden drei Problemkomplexen steht:

1. Überprüfung der Gültigkeit der für Bakterien und Viren gefundenen Ergebnisse der Molekularbiologie auch für höhere Organismen.
2. Entwicklung einer vom molekularbiologisch-kybernetischen Ansatz ausgehenden Theorie, die die Individualentwicklung durch Aktivierung und Repression der Genaktivitäten erklärt.
3. Zusammenfassung der Ergebnisse der biologischen Teilgebiete zu einer allgemeinen biologischen Theorie auf der Grundlage des dialektischen Materialismus.

Eiswürmer

Die etwa 2 cm langen, schwarzen Würmer leben tagsüber 15 - 30 cm tief im harten Eis. Nachts kommen sie zur Oberfläche und kriechen in die Erde. Wahrscheinlich ernähren sie sich von Flagellaten. Alle Gletscher, in denen diese Würmer (Mesenchytraeus solifugus) beobachtet wurden, hatten eine Temperatur, die nur wenig um den Nullpunkt schwankte.

Ch. Bräutigam
W. Nowick
Sektion Physik
1. Stdj.

Radioaktive Isotope
Teil 2

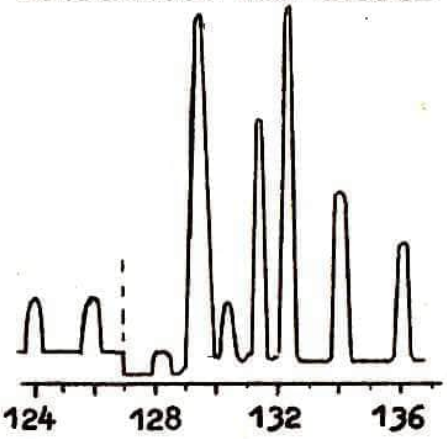
PHYSIK

Die Isotope zeigen in ihren physikalischen, physikalisch-chemischen und chemischen Eigenschaften im wesentlichen Übereinstimmung bis auf feine Unterschiede. Diese werden als Isotopie-Effekte bezeichnet. Isotopie-Effekte werden zum Isotopennachweis, zur Bestimmung der Isotopenzusammensetzung sowie zur Isotopentrennung ausgenutzt.

1.1. Isotopie-Effekte

Wie wir schon im vorhergehenden Artikel gehört haben, werden die Ionenstrahlen der Isotope in elektrischen oder magnetischen Feldern verschieden stark abgelenkt. Wir erfuhren, daß Thomson und Aston mit einer speziellen Anordnung, der Parabelmethode, erstmalig der Nachweis, daß stabile chemische Elemente ein Gemisch verschiedener Isotope sind, glückte.

Betrachten wir einmal das Massenspektrum von Xenon.



Massenspektrum von Xenon

(die Linien entsprechen den neun stabilen Xe-Isotopen, links von der gestrichelten Linie sind sie 10 - fach vergrößert)

Zu erkennen sind mehrere "Gipfel", die Kerne bestimmter Massenzahl anzeigen.

Diese"Gipfel" werden 'Peaks'genannt. Die relative Höhe der Peaks entspricht dem Prozentgehalt des Isotops in der Probe. In den Bandenspektren der Moleküle und in der Hyperfeinstruktur [1] der Atomspektrallinien treten auch Isotopie-Effekte auf. Der Isotopie-Effekt in der Hyperfeinstruktur beruht darauf, daß die Spektrallinien von

Isotopen eines Elementes wegen der unterschiedlichen Kernmassen ein wenig gegeneinander verschoben sind. Dieser Isotopie-Effekt nimmt mit wachsender Massenzahl ab und ist nur bei den leichteren Elementen beobachtbar.
Bei Phasenumwandlungen sowie bei Stoffumwandlungen äußern sich physikalisch-chemische und chemische Isotopie-Effekte. Beim Verdampfen reichert sich z. B. das leichte Isotop in der Gasphase an.
Die Moleküle mit den leichten Isotopen eilen im Durchschnitt den schweren Molekülen bei der Diffussion durch poröse Wände oder Spalte voraus.
Bei der elektrolytischen Zerlegung von Wasser werden die Moleküle mit schwerem Wasserstoff im Rückstand angereichert.
Genaue Untersuchungen chemischer Reaktionsgleichgewichte zeigten, daß auch die Gleichgewichtskonstanten für die Isotope eines Elementes kleine Unterschiede aufweisen.
Z. B. reichert sich beim Austausch zwischen gasförmigem Stickstoffoxid und flüssiger Salpetersäure das leichte Stickstoffisotop (N^{14}) im NO an, während in der Säure ein Überschuß von N^{15}-Kernen gefunden wird.
Der Massenunterschied der Isotope ist die wesentliche Ursache dieser Effekte. Mit den Methoden der statistischen Physik ist eine genaue theoretische Beschreibung dieser Effekte möglich.
Nach einer Faustregel reichern sich die leichten Isotope in der flüchtigeren Phase an (manchmal tritt aber auch der umgekehrte Effekt auf.) Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind die Isotopie-Effekte sehr klein und führen in einem Schritt höchstens zu Verschiebungen der Isotopenzusammensetzung um Promille.

1.2. Isotopie-Effekte in der Natur

Die relativen Atommassen von Elementen mit mehreren stabilen Isotopen in der Natur sind wegen kleiner Verschiebungen in der Isotopenzusammensetzung nicht konstant, sondern hängen von der Vorgeschichte und vom Fundort ab. Z.B. sind im Regen- und Grundwasser die leichten Nuklide H-1 und O-16 angereichert, während im Meerwasser ein Überschuß

an schweren Nukliden H-2 und O-18 angetroffen wird. Durch den Kreislauf der Stoffe in der org. Natur fand eine allmähliche Aufspaltung der einheitlich zusammengesetzten "Urelemente" statt. Durch die Analyse von Schwefel in Sulfiden und Sulfaten von Sedimenten verschiedenen geologischen Alters konnte man sogar ermitteln, daß die Entmischung des Urschwefels vor mehr als 10^9 Jahren begonnen hat, als sich das Leben in den Urozeanen erstmals wesentliche entwickelte. Schlüsse auf die Meerestemperatur zur Zeit der Bildung der Ablagerungen lassen sich aus dem Gehalt von Kohlenstoff-13 in den Karbonaten alter Sedimente ziehen.
Das schwere Element Blei weist meßbare Unterschiede in der Isotopenzusammensetzung auf, die zur geologischen Altersbestimmung benutzt werden.

In Spektrographen mit hohem Auflösungsvermögen bestehen die meisten Spektrallinien nicht aus einer einzelnen, sondern aus mehreren benachbarten Spektrallinien. Diese Feinstruktur wird durch die verschiedenen Einstellmöglichkeiten des Spins der Hüllenelektronen in dem durch ihren Umlauf um den Atomkern erzeugten inneren Magnetfeld verursacht.
Eine zusätzliche, viel feinere Aufspaltung, die von Eigenschaften des Atomkerns herrührt, ist die Hyperfeinstruktur. Der Kernspin stellt sich auf verschiedene Weise in dem durch den Umlauf der Hüllenelektronen und durch deren Spins erzeugten Magnetfeldern ein. Es kommt zur nochmaligen Aufspaltung der Feldlinien.

Auch Fische lieben Bier!

Experimente in Bangui (Zentralafrikanische Republik) zeigten, daß sich die Abwässer von bierherstellenden Betrieben gut für die Fischzucht eignen. Zahl und Gewicht der Fische nahmen bedeutend zu. So wurden in gewöhnlichen Teichen ein durchschnittlicher Fangertrag von 300 kg auf einem Hektar Wasseroberfläche erzielt, in den Experimentierteichen dagegen eineinhalb bis zwei Tonnen!

Der Standardzustand in der Chemischen Thermodynamik

Die thermodynamischen Funktionen u, f (innere und freie Energie), h, g, (Enthalpie und freie Enthalpie) und s (Entropie) hängen vom jeweiligen Zustand (p, T, ...) des Stoffes ab. Deshalb müssen bei einer thermodynamischen Berechnung alle Werte auf den gleichen Zustand bezogen werden. Aus diesem Grunde hat man den Standardzustand definiert: Ein Stoff befindet sich dann im Standardzustand, wenn folgende Bedingungen vorliegen:

1. 25°C (prinzipiell sind andere Temperaturen möglich)
2. bei Gasen ideales Verhalten unter einem Druck von 1 atm
3. kondensierte Stoffe (Flüssigkeiten, Festkörper) in reiner Form unter ihrem Dampfdruck bei der jeweilig definierten Temperatur (in der Regel 25°C)
4. gelöste Ionen in idealer Lösung bei der Konzentration 1 Mol/Liter.

Die thermodynamischen Funktionen, die sich auf den so definierten Standardzustand beziehen, werden durch ein hochgestelltes $\ominus$ gekennzeichnet: $\Delta_R H^\ominus$ ist z.B. die molare Standardreaktionsenthalpie.

Die molare Standardbildungsenthalpie $\Delta_B H^\ominus$ ist die Reaktionsenthalpie für die Bildung eines Stoffes aus seinen Elementen (unter Standardbedingungen), wobei die Elemente in ihrem bei Standardbedingungen stabilen Zustand vorliegen müssen (z.B. Wasserstoff als H_2, Kohlenstoff als Graphit) und der stöchiometrische Faktor des gebildeten Stoffes in der Reaktionsgleichung muß 1 sein.

z.B.: $1/2 O_2 + H_2 \longrightarrow H_2O$, $\Delta_R H^\ominus = \Delta_B H^\ominus$

Die Konvention bedingt, daß die molare Standardbildungsenthalpie für Elemente im stabilen Zustand (O_2, H_2, Graphit ...) gleich Null ist.
Molare Standardbildungsenthalpien für eine große Anzahl von Verbindungen sind tabelliert. Unter Beachtung des oben gesagten ist es deshalb möglich, molare Standardreaktionsenthalpien für beliebige Reaktionen zu berechnen. Darüber hinaus spielt der Standardzustand bei der Herleitung thermodynamischer Beziehungen eine große Rolle. (s.a. Artikel Chemische Thermodynamik I und II).

B. Schubert

Bedeutet die Chemisierung Aussterben der Tier- und Pflanzenwelt?

Die stärker werdende Industrialisierung der Städte und Landwirtschaft führt zu immer neuen Problemen, nämlich, was geschieht mit der Abgabe der nicht entgifteten Abwässer und Abfallprodukte, die in gewaltigen Mengen in die Flüsse, Seen und Meere entlassen werden ?
Ist das Leben der Pflanzen- und Tierwelt, der Vogelwelt und des Menschen dadurch nicht bedroht ?
Noch in viel zu geringem Maße werden die Abfälle entgiftet bevor sie die Industriebetriebe verlassen.
Die Zeitschrift "Naturwissenschaften" (7/72) veröffentlicht hierzu, daß beispielsweise im Gebiet Mannheim-Ludwigshafen täglich 2 550 t gelöste organische Schmutzstoffe in den Rhein gelangen, von denen sich in den Sommermonaten bis zu 80 % als ungelöste Substanzen absetzen.
Zu den Schmutzstoffen gehören unter anderem Verbindungen, wie Paraffine, Olefine, Alkohole, Fettsäuren, zahlreiche chlo-

rierte und nitrierte Substanzen und ringförmige Kohlenwasserstoffe. Die biologische Selbstreinigung, d. h. Mineralisierung der Abfallstoffe zu Wasser und Kohlendioxyd durch Mikroorganismen, reicht nicht aus, um diese ungeheuren Mengen an Schadstoffen abzubauen. Wie Untersuchungen an Flußfischen ergaben, wurden fünfmal mehr Chlor, gebunden in kettenförmigen Kohlenwasserstoffen, in der Fettsubstanz gefunden, als bei Untersuchungen an Bodenseefischen. Quecksilber, eines der gefährlichsten Umweltgifte, wurde ebenso in hohem Maße gefunden. Sein Gehalt im Muskelgewebe des Fisches betrug im Raum Mannheim das 2,5 fache des für den menschlichen Genuß gerade noch zulässigen Grenzwertes. Manche Fische, die so erheblich mit Quecksilber vergiftet sind, werden oft Beute von See- und Fischadlern, die dann verenden. Nicht selten sterben Jäger, zu deren Ernährung der Fischfang gehört, durch den Genuß der gefangenen Fische.
In der Zeitschrift "Der Falke" (4/72) ist zu lesen, daß die Sterbequote von Vögeln infolge von Quecksilbervergiftungen gestiegen ist. Die Hauptursache liegt in der Verwendung von gebeizten Saatgut mit Quecksilberverbindungen, Das gebeizte Saatgut wird von Vögeln aufgenommen. Werden diese Vögel von anderen Tieren erbeutet, reichert in deren Körper das Gift an. Oftmals sind es schwächere und kränkliche Beutetiere die bevorzugt werden und meist am stärksten vergiftet sind. Die Folge ist das Sterben der Vögel (Eulen, Habichte usw). Versuche mit radioaktiv markiertem Methylquecksilbernitrat ließen erkennen, daß sich Quecksilber besonders im Eileiter, Eiweiß und Gehirn anreichert.
Wenn nicht schnellstens Maßnahmen getroffen werden, wird ein Absinken der Populationsdichte als auch eine Abnahme der Artenvielfalt unausbleiblich sein.

Gegenwärtig hat die Sowjetunion begonnen, im Festlandsockel des Eismeeres nach Erdöl zu bohren. Sowjetische Wissenschaftler vermuten in diesem Gebiet mehr als die Hälfte der gesamten Erdölvorkommen auf der Erde.

Mauersberger
Reinhardt
Sektion Physik
3. Stdj.

Die Weltäthertheorie

PHYSIK

Das 18. Jahrhundert war das Jahrhundert der Mechanik und des mechanistischen Weltbildes. Die Mechanik feierte ihre Erfolge nicht nur in der Wissenschaft. Die Auswirkungen reichten bis auf das Gebiet der Philosophie. Der mechanische Materialismus stützte sich bei der Interpretation der Welt auf die Erkenntnisse der Mechanik. Seine Schranken bestanden darin, daß er alle Bewegungsformen der Materie, also auch Leben und Bewußtsein, auf mechanische Prozesse reduzieren zu können glaubte.

Äther und Feld

Das mechanistische Weltbild setzte sich aus zwei Komponenten zusammen: dem von Materie leeren Raum und den sich in diesem Raum bewegenden diskontinuierlichen materiellen Körpern. Für viele Berechnungen waren die Gesetze der Newtonschen Mechanik völlig ausreichend, aber vom erkenntnistheoretischen Standpunkt aus offenbarte sich in diesem Weltbild eine klaffende Lücke. Die materiellen Körper bewegen sich im leeren Raum und wirken hier aufeinander aus riesigen Entfernungen ein. So zieht z.B. die Sonne die Erde an, obgleich beide Körper durch einen Zwischenraum von 150 Millionen km getrennt sind. Wie kann aber ein Körper dort wirken, wo er sich gar nicht befindet?
Als sich Descartes um die Mitte des 17. Jahrhunderts mit dieser Sachlage auseinandersetzte, nahm er die alte Idee des Aristoteles, das All sei von einem kontinuierlichen materiellen Medium erfüllt, wieder auf. Über Wirbel und Trichter, die sich unsichtbar in einem derartigen Medium, dem Äther, bilden, könnten die Kräfte und damit die Wirkung von einem Körper auf den anderen übertragen werden.

Bei einer genaueren Betrachtung stößt man aber auf die Schwierigkeit, daß Wirbel und Trichter im Äther nur möglich sind, sofern der Äther selbst eine Struktur ähnlich den Flüssigkeiten oder Gasen besitzt, also aus Teilchen besteht, die durch leere Räume voneinander getrennt sind. Die Fernwirkungstheorie war also nicht aufgehoben. Außerdem zeigten Berechnungen, daß ein Stoff wie der Äther, der das Licht mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/s dahintragen soll, Eigenschaften besitzen müßte, die so unterschiedlicher Natur sind, daß sie nach dem heutigen Erkenntnisstand völlig unvereinbar miteinander wären.

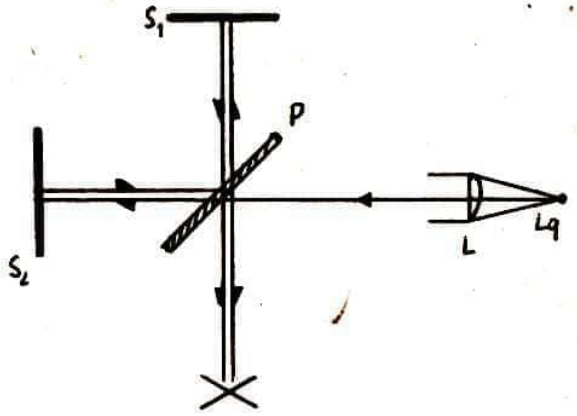
Die eigentliche Krise der Weltäthertheorie begann, als die ersten Versuche unternommen wurden, tiefer in das Wesen der elektromagnetischen Erscheinungen einzudringen. Die Faradayschen Versuche führten zur Entdeckung einer völlig neuen physikalischen Kategorie, des elektromagnetischen Feldes. Der Mensch ist nicht fähig, das Feld unmittelbar wahrzunehmen, er erfährt von seiner Existenz nur durch die vom Feld hervorgerufenen Wirkungen, durch die Bewegung der mit dem Feld verbundenen Körper. Das Licht als elektromagnetische Welle war in der Lage, sich im Vakuum fortzupflanzen durch die ständige Erzeugung von elektrischen und magnetischen Feldern. Der Äther als Träger einer elektromagnetischen Welle war damit hinfällig geworden.

Der Michelson-Versuch

Die Vertreter der Äthertheorie unternahmen noch lange Zeit Versuche, ihre Theorie aufrechtzuerhalten. Er wurde eine Reihe von Versuchen unternommen, das elektromagnetische Feld als eine mechanische Überlagerung besonderer Teilchen (des Äthers) darzustellen. Man versuchte, die 1864 von Maxwell formulierten Gesetze der Struktur des Feldes aus der Newtonschen Mechanik herzuleiten. Am Ende der 80-er Jahre des vorigen Jahrhunderts mußten diese Versuche endgültig aufgegeben werden. Die physikalischen Vorgänge im Innern des Feldes ließen sich mit den Bewegungsgesetzen der klassischen

Mechanik nicht beschreiben.
Einen der letzten Versuche zum Nachweis des Äthers führte Michelson im Jahre 1881 durch. Er ging von folgenden Überlegungen aus: Ein ruhender Äther, den die Erde mit einer Geschwindigkeit von 3o km/s durchfliegt, müßte auf ihr einen Ätherwind verursachen, der die Lichtgeschwindigkeit in seiner Richtung gegenüber der dazu senkrechten beeinflussen müßte. Durch eine Kombination von Spiegeln lenkte Michelson das Licht in die gewünschten Richtungen ab. Michelsons Apparatur, ein Interferometer (siehe Abbildung), war so genau, daß sich ein Unterschied von 2 km/s hätte bemerkbar machen müssen. Die Versuche fielen jedoch negativ aus.
Es entstand eine ungewöhnliche Situation, deren Kern das Rätsel der Addition der Geschwindigkeiten war. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine Konstante, deren Wert nicht von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Lichtquelle oder des Beobachters abhängt.
Mit der Aufstellung der Speziellen Relativitätstheorie im Jahre 19o5 wurde dieses Rätsel gelöst.
Durch äußerst genaue und technisch sehr aufwendige Versuche weiß man heute, daß ein Ätherwind, wenn er doch existieren sollte, nur eine Geschwindigkeit von kleiner als 5 m/s hätte.
Um mit Einstein zu schließen: Der Äther ist nicht nachweisbar, nicht wahrscheinlich und nicht nötig.

Michelson-Interferometer



Lq: Lichtquelle
L: Linse
S_1: Spiegel
S_2: Spiegel
P: halbdurchlässige Platte

Mittelalterliche phantastische Darstellung des Weltsystems

Nach Flammarions „Astronomie"

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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. Jähnig

Redaktion:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)
L. Günther (Foto, Korrektur)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Goethe und die Naturwissenschaften (II) 3
Radioaktive Isotope in der Chemie (I) 7
Erdmagnetfeld 11
Alternsforschung 15
Radioaktive Isotope (III) 16
Grundelemente des Verhaltens 23
Meßmethoden der Chemie (II) 27
Wir experimentieren 31

M. Kahler
Nationale Forschungs- und Gedenkstätten Weimar

Goethe und die Naturwissenschaften Teil II

Goethe nutzte manche Gelegenheit, über die Natur etwas zu erfahren und auf eigene Weise in die Geheimnisse des Werdens und Wachsens, der Kräfte und Bildungsgesetze, des Lebens besonders, einzudringen, sei es durch die Teilnahme an naturwissenschaftlichen Vorlesungen und Gesprächen während seiner Studienjahre in Leipzig und Straßburg, sei es durch die Lektüre von Büchern über die Natur. Vorübergehend zogen ihn Werke von Alchemisten in ihren Bann, so daß er sich selbst ein kleines Labor einrichtete und experimentierte. Diese Bemühungen schildert Goethe sehr anschaulich in seinem autobiographischen Roman "Dichtung und Wahrheit". Den eigentlichen Beginn seines Forschens setzte Goethe in Weimar an. Mit seinem Einzug in diese Stadt im Jahre 1775 "vertauschte" er "Stadt- und Stubenluft mit Land-, Wald- und Gartenatmosphäre." Jetzt lebte er in engstem Kontakt mit der Natur, sei es in seiner ersten Wohnstätte, im Gartenhaus an der Ilm, sei es auf den Jagdausflügen mit dem jungen Herzog und den übrigen Jagdgefährten, und zahlreiche Naturbeobachtungen erweckten das Bedürfnis nach Wissen und Verstehen. Als Staatsmann aber, der verschiedene politische Aufgaben verantwortlich übernimmt, sah er die Natur noch mit anderen Augen, nämlich unter dem Gesichtspunkt des Nutzens für die menschliche Gesellschaft. So erregte die politische Tätigkeit, z. B. das Wirken für den Ilmenauer Bergbau oder die Anteilnahme an Problemen der Forst- und Landwirtschaft, ebenfalls das Bedürfnis nach Wissen, Einsichten und Erkenntnis. Der einsetzende Kontakt mit Wissenschaftlern und Fachleuten der verschiedensten Gebiete erleichtere ihm das Eindringen in die Wissenschaft. Wie stark diese beiden Aspekte zusammenwirkten, zeigt sich auch in der Äußerung über seine mineralogischen Studien in einem Brief vom Jahre 1784: "Es ist eine Liebhaberei, wozu mich die Aufsicht über den neuen Bergbau in Ilmenau berechtigt ..."

Einen großen Vorteil sah Goethe darin, daß er "gleichzeitig mit großen Entdeckungen gewesen" sei. Zu seinem Sekretär J. P. Eckermann äußerte er am 1. 2. 1827, daß durch sein ganzes Leben eine große Entdeckung der anderen folgte, wodurch er nicht allein früh auf die Natur hingeleitet, sondern auch später immerfort in der bedeutendsten Anregung erhalten wurde. Wer weiß, worauf sich Goethe hier beziehen mag ? Gab es denn überhaupt in seiner Zeit "große Entdekkungen" ? Wir vergessen leicht über den großartigen wissenschaftlichen Leistungen in den letzten hundert Jahren, daß bereits im 18. Jahrhundert Bausteine für unser wissenschaftliches Weltbild, für eine Beherrschung der Natur durch den Menschen gelegt wurden.
Goethe nennt die Elektrizität, die kurz vor seiner "Geburt neues Interesse erregte", die Lehre Franklins und dessen Erfindung der Blitzableiter, die für die Menschen eine wahre Wohltat war. Er nennt die folgenreiche Entdeckung des Galvanismus und die großartige Bestätigung der Vermutung, daß Magnetismus und Elektrizität aufs engste zusammenhängen, verwandte Erscheinungen sind, durch den Physiker Oerstedt, der mittels einer stromdurchflossenen Spule eine Magnetnadel ablenkte. Goethe hat immer wieder Gelegenheiten genutzt und gesucht, diese physikalischen Erscheinungen kennenzulernen, ihr Wesen zu begreifen, sie einzuordnen in das Naturganze. Zahlreiche Versuche, z. T. mit Wissenschaftlern aus Jena, u. a. mit dem Begründer der Elektrochemie J. W. Ritter, wurden angestellt. Die im Goethe-Nationalmuseum aufbewahrten Gerätschaften zeugen noch davon. Mit Freunden wie Schiller diskutierte er über die allgemeine philosophische Bedeutung der wahrgenommenen Gesetzmäßigkeit der Polarität, die er später als ein "Triebrad der Natur" bezeichnete. Goethe hat sogar versucht, seine gewonnenen Kenntnisse und Einsichten in Vorträgen mit Experimenten in der sogenannten Mittwochsgesellschaft Weimarer Damen weiterzugeben. Die Vortragsdispositionen dazu sind erhalten. Sie werden wie aller schriftlicher Nachlaß im Goethe- und Schiller-Archiv in Weimar aufbewahrt.
Bei den großen Entdeckungen dachte er aber auch an die der

Chemiker. Sie "klärten die Natur der verschiedenen Luftarten auf", entdeckten den Sauerstoff und widerlegten die Lehre vom Phlogiston (die Annahme, daß bei der Verbrennung ein Stoff, Phlogiston, entweicht).

Mit welcher Freude hat Goethe z. B. seinen Gästen im Haus am Frauenplan Versuche mit Stickluft (Kohlendioxyd) vorgeführt, die er sich in Flaschen aus der "Dunsthöhle" von Pyrmont mitgebracht hatte. Besonders große Anteilnahme hatte die Entdeckung der Luftballone erregt, von der er sagte, daß er einigen Verdruß hatte, es nicht selbst entdeckt zu haben. Mit dem geglückten Auflassen von Heißluftballons in Frankreich war es im Jahre 1783 erstmals Menschen gelungen zu fliegen. Dieses Ereignis hat Goethe unerhört bewegt. Nicht nur, daß er mit den Luftschiffern um

ein gutes Gelingen des gefahrvollen Fluges bangte, nicht nur, daß er seinen Zögling Fritz von Stein nach Frankfurt (Main) zu seiner Mutter schickte, damit er den Aufstieg des Franzosen Blanchard im Jahre 1785 erleben sollte, er spielte auch in seinen Briefen und Aufsätzen in dieser Zeit wiederholt auf die Ballonflüge gleichnishaft an. Aufmerksame Leser werden in Goethes "Faust" I. Teil unschwer eine deutliche Reflektion dieser sensationellen Entdeckung finden (Verse 2063 - 2072). Goethe spricht an anderer Stelle von "der Sehnsucht in so viel tausend Gemütern", an solchen "längst vorausgesetzten, vorausgesagten, immer geglaubten und immer unglaublichen, gefahrvollen Wanderungen teilzunehmen." Er, der während eines Besuches im Oktober 1783 in Kassel bei einem Ballonversuch des Anatomen Sömmerring als "Gehilfe" fungiert hatte, war nicht nur Zeuge von Ballonaufstiegen in Weimar, sondern ließ selbst Ballons auf. In Weimar unternahm der Apotheker Buchholz als erster Ballonversuche nach Art der Brüder Montgolfier. In diesem Mann, der allem Neuen der Wissenschaft aufgeschlossen gegenüber stand und um sich Experimentierfreudige zu scharen wußte, besaß Goethe einen vortrefflichen Anreger und Verbündeten für seine naturwissenschaftliche Tätigkeit.

Leben ohne Wasser

Amerikanische Wissenschaftler bewiesen experimentell, daß Leben im Weltall auch ohne Wasser entstehen kann. Sie synthetisierten unter Laborbedingungen Aminosäuren nur aus chemischen Verbindungen, die im Weltraum vorhanden sind. Die Rolle des Wassers übernahm flüssiges Ammoniak. Bei der Mischung von Ammoniak, Methylalkohol und Ameisensäure entstand eine farblose Flüssigkeit. Diese wurde mit Ultraviolettstrahlen behandelt, um das Licht der Sterne zu ersetzen. Nach 25 Tagen waren im ursprünglichen Gemisch einige Aminosäuren entstanden, u. a. Glutaminsäure und Aminoessigsäure. Diese Aminosäuren befinden sich in der lebenden Zelle und stellen Aufbausteine der Eiweißmoleküle dar.

G. Michaelis
Sektion Chemie
Fo.-Studentin

Anwendung radioaktiver Isotope in der Chemie

Teil I: Aufklärung von Reaktionsmechanismen

CHEMIE

Radioaktive Isotope besitzen auch in der Chemie eine große Bedeutung. In diesem und einem weiteren Artikel sollen zwei wichtige Anwendungsgebiete herausgegriffen und vorgestellt werden. Das ist einmal die Tracer- oder Indikatormethode, die der Aufklärung von Reaktionsmechanismen dient, und zum anderen die radioaktive Aktivierungsanalyse, die im nächsten Artikel kurz betrachtet werden soll.

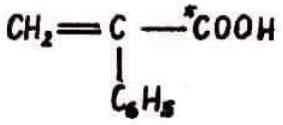
Bei der Tracer- oder Indikator - Methode wird ein bestimmtes Atom einer Verbindung durch das radioaktive Isotop ersetzt. Es wird "markiert". So kann man beispielsweise in einer Verbindung anstelle des Kohlenstoffatoms das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C einführen und kann dann den Weg dieses Isotops während einer Reaktion verfolgen, indem man die Radioaktivität der Zwischen- und Endprodukte mißt. Auf diese Weise erhält man den Weg, den dieses Kohlenstoffatom während der Reaktion durchläuft. (Man kann diese Methode mit dem Beringen eines Vogels vergleichen, wodurch es möglich ist, die Stationen seines Fluges z.B. nach dem Süden zu verfolgen.) Die Verbindungen, die das interessierende radioaktive Isotop enthalten, kann man durch drei verschiedene Verfahrensweisen herstellen:

1. klassisch präparativ
2. biosynthetisch
3. radiochemisch

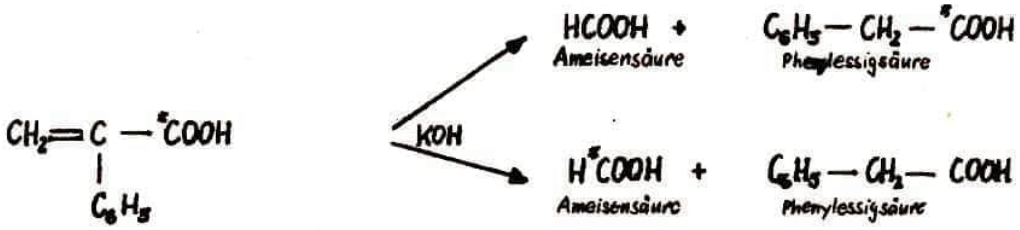
Heute wird zumeist noch die klassisch-präparative Methode angewendet. Dabei ergeben sich oft umständliche und lange Synthesewege, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. (Beim ^{14}C z.B. geht man meist von $Ba^{14}CO_3$ aus, erzeugt daraus $^{14}CO_2$, das als Ausgangsprodukt für die Synthese einer

Reihe von organischen Verbindungen dienen kann, die dann das ^{14}C-Isotop enthalten.)

Andere verwendete Isotope sind z.B. ^{3}H (Tritium) und ^{35}S. Wichtig für die Verwendung von radioaktiven Isotopen zu diesem Zweck ist aber, daß die radioaktive Strahlung keine chemischen Veränderungen der Reaktanden hervorruft. (Darüber hinaus muß auch beachtet werden, daß jede Verbindung unwägbare Mengen von radioaktiven Verunreinigungen enthält.)
Ein Beispiel für die Aufklärung eines Reaktionsmechanismus ist die Spaltung einer ungesättigten Carbonsäure mit geschmolzenem KOH.
Als Substanz wurde die 2-Phenylacrylsäure verwendet, deren Säuregruppierung mit ^{14}C markiert wurde:



Es standen zwei Reaktionswege zur Auswahl, nach denen die austretende Ameisensäure einmal aus der Säuregruppierung oder zum anderen aus der Methylengruppe gebildet werden kann:



Die Untersuchung ergab, daß die Phenylessigsäure und nicht die Ameisensäure radioaktiv war, so daß man eindeutig auf den ersten Weg schließen konnte, d.h. die Ameisensäure entstand aus der Methylengruppe.
Auf diese Weise konnten schon viele Reaktionsmechanismen aufgeklärt werden, wodurch es möglich wurde, einen Einblick in das molekulare Geschehen vieler Reaktionen zu erhalten.
Abschließend soll noch bemerkt werden, daß man anstelle der radioaktiven Isotope auch stabile Isotope wie z.B. ^{15}C, ^{15}N und ^{18}O einsetzen kann. Hierbei ist es jedoch wesentlich

komplizierter, das Isotop in einem der Endprodukte festzustellen, da es keine radioaktive Strahlung aussendet. Man weist diese Isotope mit Hilfe spektroskopischer Mittel, z.B. Massenspektroskope oder IR-Spektren, nach.

L. Günther
Sektion Physik
2. Stdj.

Materieregen auf Neutronenstern

Im Jahre 1967 wurde am südlichen Sternhimmel, an der Grenze der Sternbilder Altar und Skorpion, eine intensive Röntgenstrahlungsquelle entdeckt. Sie erhielt die Bezeichnung Ara XR - 1. 1969 wurde mit Hilfe einer Höhenrakete ein Spektrum dieser Quelle gewonnen, das kürzlich von Mitarbeitern der kalifornischen Universität analysiert wurde. Das Spektrum erwies sich als kontinuierlich und entspricht gut der Strahlung eines "schwarzen Körpers" mit einer Temperatur von 15 Millionen ^{o}K!

Das ist die erste Quelle harter Röntgenstrahlung mit einer derartig hohen Temperatur. Bei Kenntnis des Strahlungsflusses der Quelle, ihrer Entfernung (sie beträgt etwa 13 000 Lichtjahre) und ihrer Temperatur kann man den Durchmesser berechnen - er beträgt insgesamt nur 15 km! Solche Abmessungen können nur Neutronensterne besitzen, in denen die Materie bis auf phantastisch hohe Dichten komprimiert ist, vergleichbar mit den Dichten von Atomkernen.

Heiße und dichte Neutronensterne müßten schnell erkalten, so daß die Aussendung harter Röntgenstrahlen durch solche Körper etwa nur ein Jahr dauern könnte. Jene Quelle emittiert Röntgenstrahlen seit mindestens 1965. Es ist möglich, daß die anomale "Lebensfähigkeit" der Quelle durch einen dauernden "Regen" umgebender Materie auf die Oberfläche des Neutronensterns erklärt werden kann. Diese Hypothese erfordert allerdings noch zusätzlicher Nachprüfungen.

BÜCHERMARKT

Peter Marler | William I. Hamilton

Verhaltensforschung

Akademie-Verlag 1972

Vor kurzem erschien im Akademie-Verlag ein Standardwerk einer relativ jungen Forschungsdisziplin - der Verhaltensforschung. Zwei Amerikaner, Peter Marler und Williams J. Hamilton sind die Autoren. Prof. Dr. G. Tembrock, der führende Verhaltensforscher unserer Republik schrieb dazu ein Vorwort indem es u. a. heißt:

> "Phylogenetische und ontogenetische Erfahrungen wirken in einem komplexen Wechselspiel zusammen und schaffen jene Fülle von Erscheinungsformen des Verhaltens bei den einzelnen Tierarten, die den Fernerstehenden ebenso verwirren kann wie die Vielfalt der Gestalten. Längst aber wurde bekannt, daß allgemeingültige Gesetze hinter der Vielfalt stehen, und sie zu durchschauen ist heute eine vorrangige Aufgabe der Verhaltenswissenschaften" (S. 5)

Die vorgelegten Ergebnisse werden interessant und lebendig dargestellt. Sie bieten jedem eine Fülle von neuen teilweise überraschenden Einsichten. Allerdings verlangen sie komplexes, besser gesagt: dialektisches Denken am jeweils konkreten Beispiel. Alle wesentlichen und sicheren Resultate der Verhaltensforschung werden gut gegliedert und verständlich mitgeteilt, an Beispielen werden bereits durchschaute Gesetzmäßigkeiten vorgeführt aber alle voreiligen theoretischen Deutungsversuche vermieden. So ist dieses Buch auch frei von spekulativen Versuchen, vordergründige Analogien zwischen dem Verhalten von Tieren und Menschen aufzustellen. Das Buch wird bestimmt jeden biologisch Interessierten viel Freude bereiten. Allerdings, es ist ein Standardwerk und kostet 84 Mark., doch werdet ihr es sicher bald in allen öffentlichen Bibliotheken finden.

H. Mauersberger
Sektion Physik
3. Stdj.

Das Magnetfeld der Erde

PHYSIK

Die Geschichte der Erklärung des Erdmagnetfeldes ist durch eine Vielzahl von Theorien gekennzeichnet. Im folgenden wird auf einige Hauptpunkte der vermutlichen Entstehung und Wirkung des Erdmagnetfeldes eingegangen werden.

Das Erdmagnetfeld kann näherungsweise als das Feld eines magnetischen Dipols, der sich im Erdmittelpunkt befindet, angesehen werden. In Form lokaler und regionaler Anomalien treten Störungen dieses Hauptfeldes auf. Solch eine Störung ist beispielsweise die Kursker Anomalie. Unter lokalen Anomalien versteht man räumliche Schwankungen des Magnetfeldes in einem Bereich von meist 100 km Durchmesser. Abweichungen in Form sehr weit ausgedehnter Zusatzfelder werden als regionale Anomalien bezeichnet. Sieht man von kürzeren zeitlichen Schwankungen ab, so findet man eine von Ort zu Ort verschiedene zeitliche Änderung, die wegen ihres langsamen, über viele Jahre einseitig verlaufenden Ganges als Säkularvariation bezeichnet wird. Der zeitliche Ablauf der Säkularvariation ist nicht vorhersehbar. Nach langer Zeit konstanten Verhaltens an einem Ort springt sie innerhalb weniger Jahre auf einen ganz anderen Wert. Die Ursache für die zeitliche Änderung des Magnetfeldes konnte bisher nicht befriedigend geklärt werden und ist daher noch Gegenstand der Forschung.

In den meisten Fällen haben die lokalen Anomalien ihre Entstehungsursache in oberflächennahen magnetischen Gesteinen. Die Quellen des Hauptfeldes liegen weit unterhalb der Erdkruste und damit außerhalb desjenigen Bereiches, in dem eine ferromagnetische Gesteinsmagnetisierung denkbar ist. Im Erdkern, dessen Oberfläche in etwa 2900 km Tiefe liegt und der aus einer Art flüssigen Metalls besteht, vermutet

man die Ursache des Hauptfeldes in Form ausgedehnter elektrischer Stromsysteme, deren Außenfeld wir an der Erdoberfläche beobachten. Aufgrund dieser Annahme könnte eine bei den regionalen Anomalien beobachtete Westdrift als Flüssigkeitsbewegung innerhalb des Erdkerns interpretiert werden.

Das Erdmagnetfeld hat eine Vielzahl von Wirkungen auf die Erde und den erdnahen kosmischen Raum. Ohne Magnetfeld würde beispielsweise ein Teil der atmosphärischen Gase in den interplanetaren Raum entweichen, da einige Atome und Moleküle eine von der Erdoberfläche weg gerichtete thermische Geschwindigkeit haben, die größer als die Fluchtgeschwindigkeit ist. Auf ihrem Weg stoßen sie jedoch mit anderen Teilchen zusammen und ionisieren. Geladene Teilchen - und ihre Zahl wird mit zunehmender Höhe prozentual immer größer - werden durch die Lorentzkraft $F = e \cdot v \cdot B \cdot \sin \vartheta$ gezwungen, den in sich geschlossenen Kraftlinien des Erdmagnetfeldes zu folgen und können daher den Bereich der Erde nicht verlassen. Ungeladene Teilchen könnten dagegen ungehindert in den interplanetaren Raum entweichen. In der hohen Atmosphäre gibt es geladene Teilchen sehr hoher Energie, deren Bewegung fast ausschließlich durch das Erdmagnetfeld bestimmt wird. Ihre Bewegung besteht aus drei Komponenten.

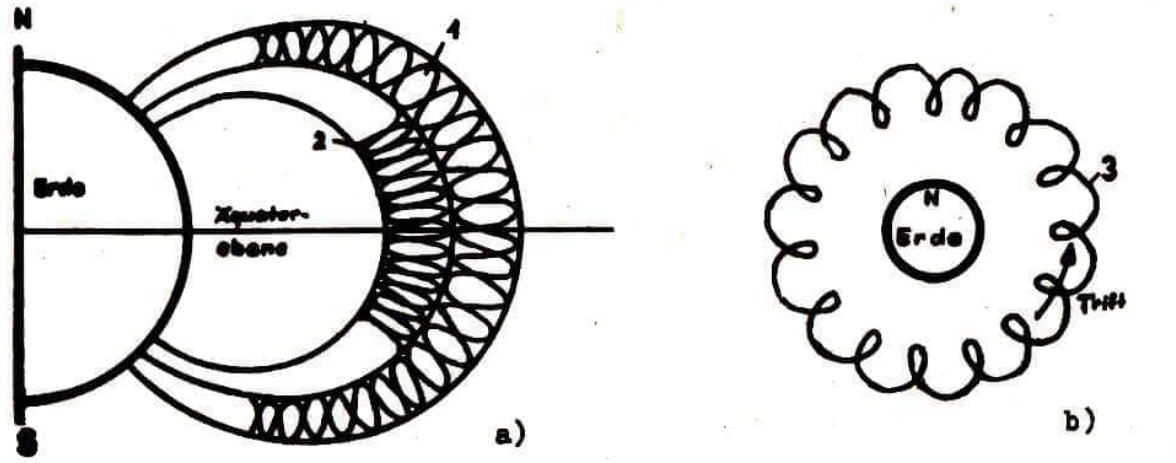


Abb. 1 Bewegung von geladenen Teilchen im Strahlungsgürtel
a) in einer Ebene durch die magnetischen Pole,
b) von einem Punkt über dem Pol aus gesehen. Die Maßstäbe der beiden Darstellungen sind verschieden. Die Bahnradien der Teilchen sind aus Gründen der Darstellung weit übertrieben.

1. Sie oszillieren zwischen Nord- und Südhalbkugel in sichelförmigen Röhren, deren Achsen der Krümmung der Magnetfeldlinien folgen.

2. Sie bewegen sich mit Radien von einigen hundert Metern spiralförmig um die erdmagnetischen Kraftlinien

3. Sie driften im Laufe der Zeit quer zum Magnetfeld um die Erde herum.

Die Form der gesamten Erdatmosphäre ist durch die Wechselwirkung Sonnenwind - Erdmagnetfeld bestimmt. Unter Sonnenwind versteht man einen Strom von geladenen Teilchen, der von der Sonne ausgeht und ein eigenes Magnetfeld besitzt. Durch die Wechselwirkung zwischen Sonnenwind und Erdmagnetfeld kommt es zu einer Abbremsung und seitlichen Ablenkung des Sonnenwindes am Erdmagnetfeld, sowie zu einer Verzerrung des Erdmagnetfeldes.

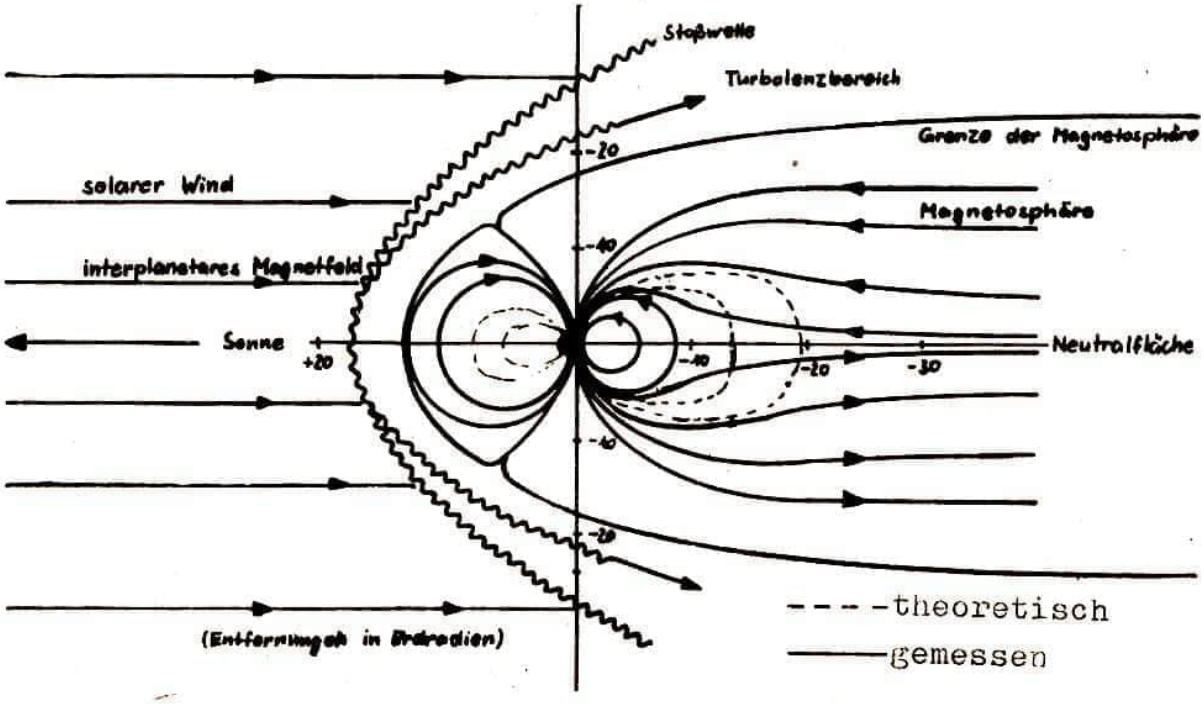
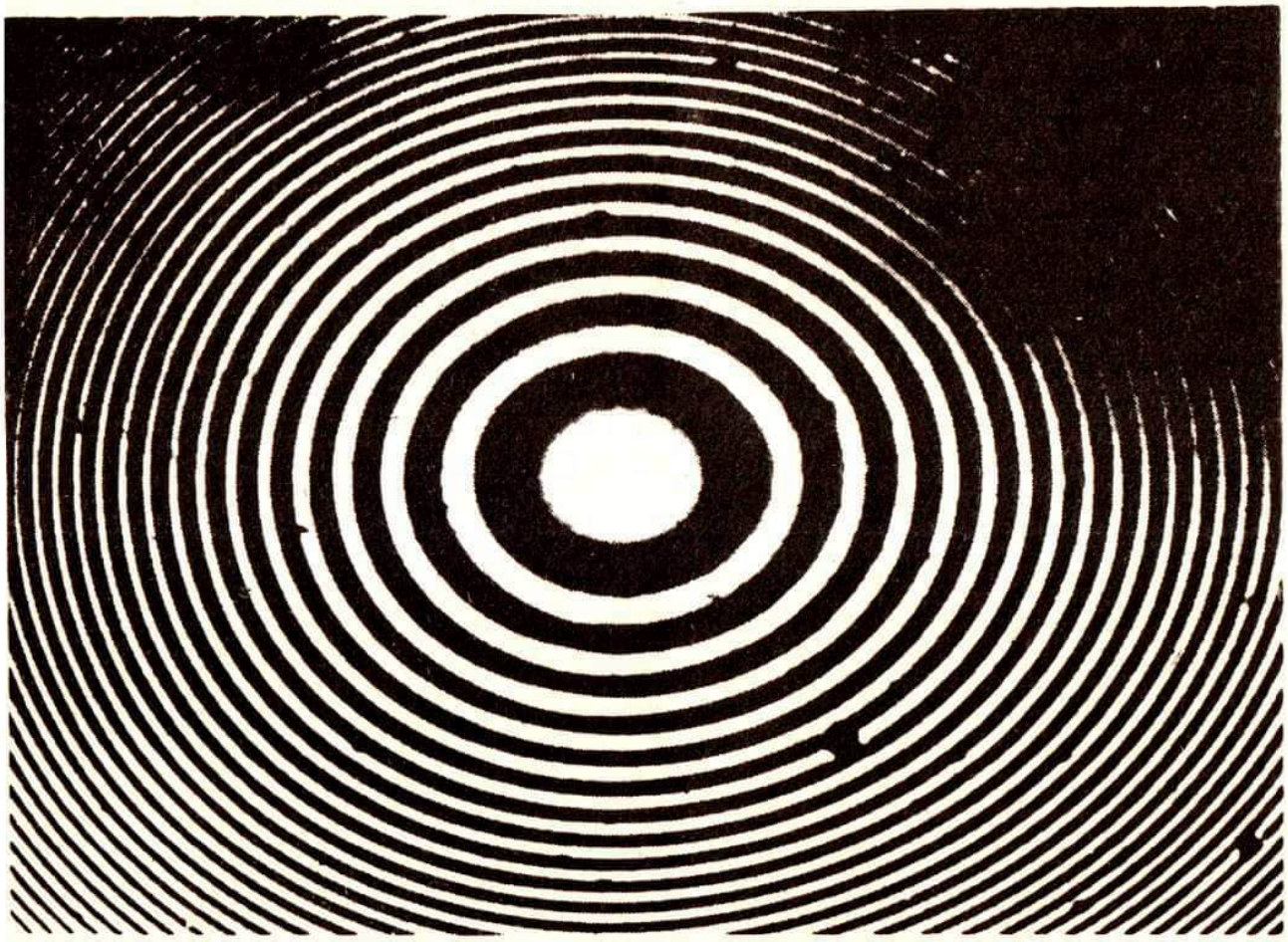


Abb. 2 Projektion des Magnetverlaufs auf die Ebene des Mittagsmeridians

Aus diesem Grunde kann das Magnetfeld der Erde nur bis zu einer Entfernung von vier Erdradien vom Erdmittelpunkt als Dipolfeld angesehen werden. Bei größeren Abständen vom Erdmittelpunkt wird es vom Sonnenwind verzerrt. Durch die Ab-

lenkung des Sonnenwindes kommt dem Erdmagnetfeld eine Schutzfunktion zu, d.h. es schützt den menschlichen Organismus vor der energiereichen kosmischen Teilchenstrahlung. Durch Untersuchungen des Gesteinsmagnetismus konnte festgestellt werden, daß in der Vergangenheit eine mehrmalige Umpolung des Magnetfeldes stattgefunden hat, d.h. daß es Phasen in der Entwicklung der Erde gegeben hat, in denen die Erde ohne Magnetfeld war. Inwieweit sich solche Phasen auf die Entwicklung des Lebens auf der Erde ausgewirkt haben, konnte noch nicht endgültig geklärt werden.



Die Wärmeregulierung beim Elefanten erfolgt hauptsächlich mit Hilfe seiner Ohren. Die Innenfläche eines Elefantenohres ist mit einer dünnen Haut versehen, die ein Netzwerk von Arterien und Venen schützt. Mit Hilfe dieses Kapillarsystems wird ein großer Teil der durch Stoffwechsel erzeugten Körperwärme abgeführt.

G. Tenner
Sektion Biologie
Diplomandin

Probleme der Alternsforschung

Vollendet ein Bürger unseres Landes sein 100. Lebensjahr, wird sein Name in der Presse vermerkt. 150-jährige aus Gebirgsrepubliken der UdSSR erregen Erstaunen und Bewunderung. Wie heißt der Schlüssel zu diesem Alter ?
Bekannte Wissenschaftler sprechen von einem nicht unerreichbaren Ziel, das Durchschnittsalter der Menschen dem Jahrhundert zu nähern. Was sind die Grundlagen solcher phantastisch anmutenden Vorstellungen ?
Die Gerontologie (Wissenschaft von den Vorgängen des Alterns) ist ein Wissensgebiet, das gerade heute im Zeitalter des Herzinfarkts und der "Wohlstandskrankheiten" an Aktualität gewinnt. Eine führende Position in der Weltforschung nimmt das Kiewer Institut ein. Unter der Leitung von Prof. Dr. D. F. Tschebotarjew, führender Gelehrter der Sowjetunion in diesem Fach, arbeiten 600 Mitarbeiter an wichtigen Problemen der Alternsforschung.
Professor Tschebotarjew sieht vier Wege zum möglichen Ziel, die Verlängerung des menschlichen Lebens.

1. Bekämpfung der chronischen Krankheitsprozesse, unter denen besonders alternde Menschen zu leiden haben. (Arterioklerose, Krebs, Hypertonie)
2. Optimierung der Umweltfaktoren (Senkung der Luftverunreinigung, des Lärms, Kampf gegen Überanspannung des Nervensystems)
3. Entwicklung biologisch - medizinischer Maßnahmen und Mittel, die eine Kontrolle über den Prozeß des Alterns ermöglichen (regelmäßige, angemessene Bewegungsaktivität und richtige Ernährungs- und Lebensweise)
4. die Einwirkung auf den genetischen Apparat, was vorläufig noch eine Prognose für Forschungen der Zukunft ist.

Großzügige Forschungsprogramme und internationale Zusammen-

arbeit sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Tätigkeit. Die Vorstellung vom Altern als einer ständigen Krankheit ist eine irre Annahme. Diese Annahme demobilisierte die Ärzte lange genug.
Die Gerontologie ist eine sehr junge Wissenschaft, aber ihre Bedeutung nimmt rasch zu. Es gilt, ihre Erkenntnisse so schnell wie möglich in die Praxis zu überführen.

Ch. Bräutigam
W. Nowick
Sektion Physik
1. Stdj.

Radioaktive Isotope Teil 3

PHYSIK

2. *Isotopentrennung - Massenseparatoren*

2.1. *Verfahren der Isotopentrennung*

Für die kernphysikalische Forschung und für Zwecke der Isotopenanwendung wurden auf der Basis der Isotopieeffekte Trennverfahren zur Isotopenerzeugung bzw. Anreicherung entwickelt. Wegen der Kleinheit der Isotopieeffekte muß der Trennvorgang u. a. in vielen nacheinanderfolgenden Stufen wiederholt werden.
Das Verfahren von G. Hertz (Diffusionsverfahren) beruht auf der Diffusion der zu trennenden Substanz im gasförmigen Zustand durch poröse Tonzylinder. Hinter der Tonwand werden die leichteren Isotope angereichert. Durch Pumpen werden die leichteren und schwereren Isotope in weitere Tonzylinder geleitet, so daß eine weitgehende Entmischung erreicht wird.
In den führenden Kernenergieländern wurden Diffusions-

trennanlagen gebaut, in denen das Isotop U-235 angereichert oder isoliert wird, welches als Spaltstoff für Reaktoren und Atombomben benutzt wird. Man benutzt dabei die Uranverbindung Uranhexafluorid UF_6.

Bei der elektrolytischen Zerlegung von H_2O kann man bereits in wenigen Stufen eine Abscheidung von fast reinem schweren Wasser erreichen. Der Nachteil dabei ist der große Wasserverbrauch. Neuerdings wird schweres Wasser durch Tieftemperaturdestillation von verflüssigtem Wasserstoff gewonnen.
Durch eine Ultrazentrifuge werden außen die schweren Isotope, in Achsennähe aber die leichteren angereichert. Dieses Verfahren dient vor allem der Uran-235-Gewinnung.
Der elektromagnetische Massentrenner, den wir im folgenden näher besprechen wollen, ermöglicht eine vollständige Trennung der Isotope in einem Arbeitsgang.

2.2. Massenseparator

Ein massenspektroskopischer Apparat besteht aus vier Funktionselementen, die folgende Aufgaben zu erfüllen haben: 1. Probenzuführung, 2. Isotopenerzeugung, 3. Massentrennung, 4. Ionennachweis. Die Wirkungsweise der qualitativen und quantitativen Substanzanalyse ist aus der Abbildung 1 zu erkennen

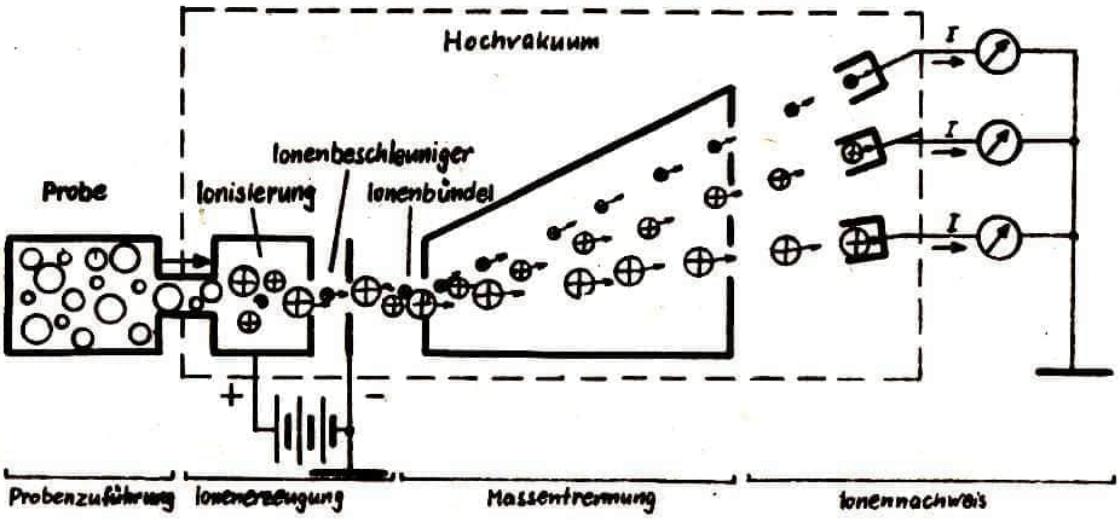


Abb. 1 Grundprinzip eines massenspektroskopischen Apparates

Die zu analysierende Substanz wird einer Ionenquelle zugeführt, die sich im Vakuum befindet.
In der Ionenquelle werden die Atome oder Moleküle der Substanz ionisiert, es werden ein oder mehrere Elektronen aus der Elektronenhülle entfernt. Die Teilchen werden also positiv geladen (es besteht auch die Möglichkeit der negativen Aufladung durch Anlagern von Elektronen an die Teilchen). In einem elektrostatischen Feld werden die Ionen beschleunigt, es entsteht ein Bündel aus schnellen Ionen der zu analysierenden Probesubstanz. Jetzt wird klar, daß an diesem gerichteten Bündel geladener Teilchen elektromagnetische Kräfte wirken, welche zur Trennung von Teilchen unterschiedlicher Massen benutzt werden können. Durch Ablenkung der Ionen in einem Magnetfeld werden mehrere separate Bündel von Teilchen gleicher Masse erzeugt. Diese einzelnen Teilchenströme werden getrennt aufgefangen, die Ladung wird an die Auffangplatte abgegeben. Bei den Massenseparatoren sind in der Auffangebene mehrere Austrittsspalte angebracht, durch welche die getrennten Ionenbündel in sogenannte "Taschen" fallen. Es lagert sich infolge des Materietransports durch die Ionenströme in diesen Taschen Material gleicher Masse an. Damit ist die Möglichkeit gegeben, getrennte Isotope zu erzeugen. Auch kann man durch Messung der Stromstärken der einzelnen Bündel die relative Häufigkeit der Isotope in einer Probe bestimmen.
Im folgenden werden die grundlegenden Funktionselemente, die die Isotopentrennung ermöglichen, näher erleutert.
Da elektrische oder magnetische Kräfte nur auf geladene Teilchen wirken, müssen die zu trennenden Atome bzw. Moleküle zunächst ionisiert werden.
Da es u. a. leichter möglich ist, positive Ionen zu erzeugen, werden diese meistens in der Massenspektroskopie verwendet. Hierbei werden größten-

teils die Elektronenstoß-Ionisierung, die thermische Oberflächenionisierung oder die Funkenionisierung ausgenutzt.
Die Elektronenstoß-Ionisierung erfolgt gemäß der Gleichung $A + e^- \rightarrow A^+ + 2_e-$ (A - Gasatom).
Dabei tritt die zu ionisierende Substanz im gasförmigen Zustand auf. Der Ionisierungsprozeß tritt aber erst bei einer bestimmten Energie der stoßenden Elektronen auf. Man bezeichnet diese mit "Auftrittsenergie". Diese Auftrittsenergie ist identisch der Ionisierungsenergie der Atome. Bei Erhöhen der Elektronenenergie steigt die Ionisierungswahrscheinlichkeit anfangs linear mit der Überschußenergie der Elektronen. Bei etwa 50-80eV tritt ein Maximum auf, das bei weiteren Erhöhen wieder langsam abfällt. Man betreibt also Elektronenstoß-Ionenquellen mit etwa 70eV um eine maximale Ausbeute an Ionen zu erhalten.

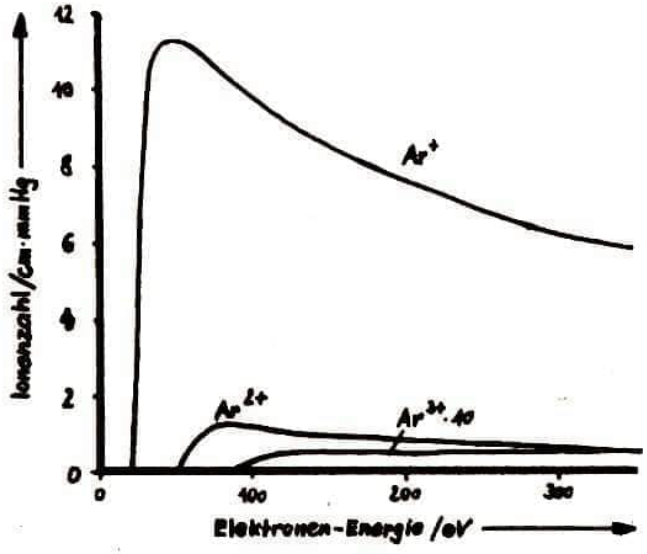


Abb. 2 Differentielle Ionisierung für Argon in Abhängigkeit von der Energie der stoßenden Elektronen

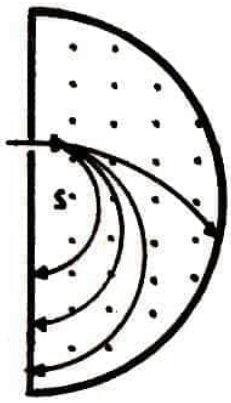
Ein Beispiel für diesen Ionisierungsprozeß soll Argon sein. Die Ionisierungsenergie beträgt 15,77eV, bei Energien ab 43,6eV treten auch zweifach positiv geladene und ab 88,4eV dreifach geladene Argonionen auf, gemäß den Gleichungen:

$Ar + e^- \rightarrow Ar^{++} + 3\,e^-$ und $Ar + e^- \rightarrow Ar^{3+} + 3\,e^-$.

Zweifach bzw. dreifach geladene Ionen verhalten sich im Massenanalysator wie einfach geladene Ionen mit der Hälfte bzw. einem Drittel ihrer wirklichen Masse, wie bei der Erklärung der Massentrennung noch zu sehen sein wird. Argon besitzt Isotope mit den Massenzahlen 36, 38 und 40. Bei einer Elektronenenergie von 100eV besteht das Massenspektrum aus 3 Linien für Ar^{+} bei den Massenzahlen 40, 38, 36, aus 3 Linien für Ar^{++} bei 20,19 und 18 und 3 Linien bei $13\frac{1}{3}$ $12\frac{1}{3}$ und 12 für Ar^{3+}. Die relativen Intensitätsverhältnisse bei den Ar^{+}, Ar^{++}, Ar^{3+}-Ionen stimmen genau überein mit der relativen Häufigkeit der Argonisotope in der Probesubstanz (bei atmosphärischem Argon gilt: ^{36}Ar: ^{38}Ar: ^{40}Ar = 0,337 : 0,063:99,60.

Wenn die Elektronenstoß-Ionisierung große Vorteile bei der Analyse von Substanzen bietet, die im gasförmigen Zustand untersucht werden können, so soll hier noch erwähnt werden, daß eine andere Methode, die thermische Oberflächenionisierung, die durch den Austritt von Ionen aus heißen Metalloberflächen hervorgerufen wird, Vorteile bei der Untersuchung von kleinsten Substanzmengen bietet. Wenn diese Substanzen in fester Form vorliegen, kann man mit etwa 10^{-4} bis 10^{-12}g auskommen. Das gilt besonders für die Untersuchung von künstlich erzeugten Kernreaktionsprodukten wie auch für zahlreiche isotopengeologische Untersuchungen.

An die Ionisierung der Probesubstanz schließt unmittelbar die Aufspaltung des Ionenstromes in Ströme von Teilchen gleicher Masse an. Der Ionenstrom tritt durch den Spalt S. Unmittelbar im Anschluß daran besteht ein homogenes magnetisches Feld der Kraftflußdichte B, dessen Feldlinien senkrecht auf der Zeichnungsebene stehen. Auf die Ionen wirkt eine Ablenkungskraft L (Lorentzkraft), die senkrecht zur Bewegungsrichtung der Ionen und senkrecht zur Magnetfeldrichtung orientiert ist (ist der N-Pol unterhalb der Ebene, der S-Pol oberhalb, dann ist die Kraft nach rechts gerichtet, s. Skizze).



In Richtung der Geschwindigkeit der Ionen wirkt keine Kraft; der Absolutbetrag v der Ionengeschwindigkeit bleibt also erhalten. Die Ionen bewegen sich daher auf einer Kreisbahn mit dem Radius r. Die Gleichheit von Lorentzkraft und Zentrifugalkraft bestimmt den Radius der Kreisbahn. Es gilt: $e \cdot B \cdot v = \frac{m \cdot v^2}{r}$ (e-Elementarladung m-Masse d. Teilchens)

$$r = \frac{m \cdot V}{e \cdot B}$$

Wenn man die Beziehung $e \cdot U = \frac{1}{2} m \cdot V^2$ verwendet, kommt man zur Bestimmungsgleichung von r:

$$r = \frac{1}{B} \quad \frac{2m\,U}{e}$$

Die Beziehung $eU = \frac{1}{2} m v^2$ resultiert aus der Umwandlung der potentiellen Energie e·U, die das Ion bei der Ionisierung unter Einfluß des Potentials U erhält, in kinetische Energie. e ist dabei die Ladung des Ions, die gleich der elektrischen Elementarladung ist, bei einfach geladenen Ionen. Unter Einfluß des elektrischen Feldes in der Ionisationskammer bewegen sich die Ionen in Richtung des niedrigeren Potentials, dabei verringert sich die potentielle Energie. Verläßt das Ion den Spalt S, also auch das Feld der Ionisationskammer, ist das elektrische Potential gleich Null, damit auch die potentielle Energie e·U. Diese hat sich vollständig in kinetische Energie umgewandelt und es gilt $e \cdot U = \frac{m}{2} V^2$.

Die Tatsache, daß das magnetische Feld eine Trennung der Teilchen unterschiedlicher Masse hervorrufen kann, beruht darauf, daß Ionen verschiedener Masse, aber auch verschiedener Energie e.U und verschiedener Ladung e, das Magnetfeld mit verschiedenen Bahnradien durchlaufen. Ionen mit gleicher Energie und gleicher Ladung, aber unterschiedlicher Masse, haben nach einer Ablenkung von 180° ihren größten Abstand voneinander. Die Masse kommt in der Gleichung für r nur in der Kombination $\frac{m}{e}$ vor. Daher verhalten

sich Ionen mit doppelter oder dreifacher Elementarteilung wie Ionen mit der Hälfte bzw. einem Drittel der Masse eines einfach ionisierten Atoms. Da die Ionen mit mehreren Elementarladungen im Massenspektrum relativ leicht identifiziert werden können, haben sie u. a. keinen Einfluß auf die Massenanalyse. Von Bedeutung ist aber, daß die Ionen ausreichend monoenergetisch sind.
Die durch das Magnetfeld entstehenden Teilchenströme von gleicher Masse können nun je nach Verwendungszweck aufgefangen und analysiert werden.
In Massenspektrometern normaler Bauart sind Ströme von max. 10^{-8}A erzeugbar. Man brauchte gemäß dem Faradayschen Gesetz etwa 3 Jahre, um bei einem Strom von 10^{-8}A auch nur 1 mg eines Isotops der Massenzahl 100 abzutrennen.
Aus diesem Grund wurden tatsächlich elektromagnetische Massentrenner mit Ionenstromstärken bis zu 1 A gebaut.
Durch die Entwicklung der elektromagnetischen Isotopentrennung ist es möglich geworden, auch solche stabile Reinisotope zu erzeugen, welche nach keinem anderen der bekannten Verfahren wirtschaftlich gewonnen werden konnten.

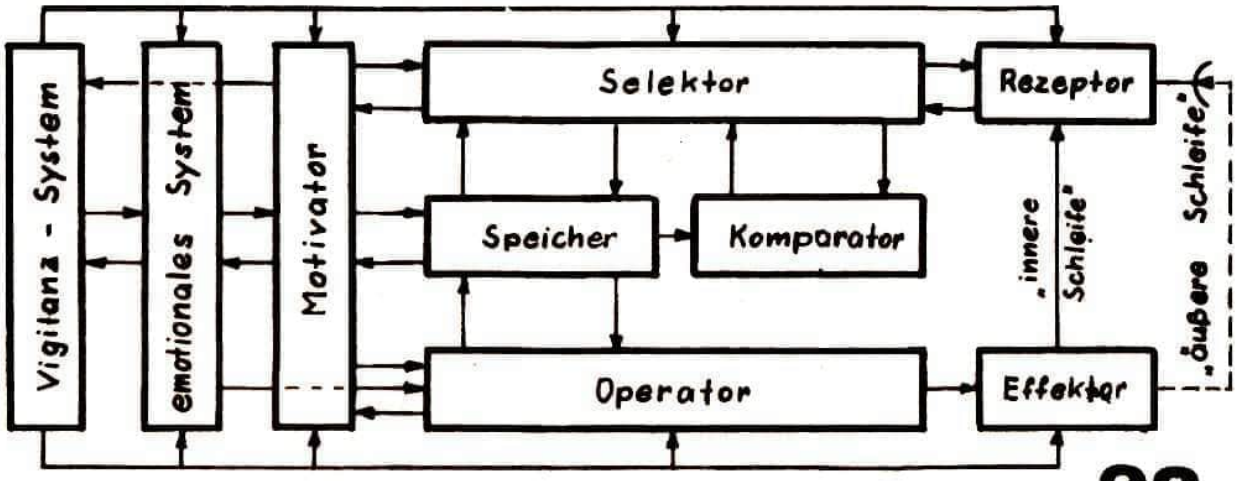
Der Chefredakteur beim Anhören von Leserbeschwerden

C. Brod
K. Zellner
Sektion Biologie
3. u. 4. Stdj.

Biologische Grundelemente des Verhaltens

Mit dem Begriff "Verhaltensforschung" (Ethologie) wird sich für viele Leser zuerst die Vorstellung vom Beobachten und Beschreiben tierischen Verhaltens verbinden. Die moderne Verhaltensforschung beschränkt sich aber nicht darauf, für einzelne Tierarten charakteristische Verhaltenskataloge aufzustellen, sondern im Mittelpunkt ihrer Untersuchungen steht die Frage: Welche allgemeingültigen Wirkungsmechanismen liegen dem Verhalten zugrunde? Dazu ist es erforderlich, daß sich die Ethologie auch der Erkenntnisse nicht-biologischer Wissenschaftszweige, wie beispielsweise Kybernetik, Nachrichtentechnik oder Informationstheorie, bedient, um biologische Zusammenhänge aufzuklären.

So stellte Professor Tembrock, Leiter des Bereiches Verhaltenswissenschaften an der Humboldt-Universität Berlin, auf einem Vortrag über "Aktuelle Probleme der Verhaltenswissenschaften" im November 1972 in Jena u. a. ein auf informationstheoretischer Grundlage basierendes Modellschema vor. Dieses enthält die entscheidenden biologischen Elemente, die für das Zustandekommen des Verhaltens verantwortlich sind, und zeigt ihr wechselseitiges Zusammenwirken.



Der Organismus ist in der Lage, mittels der Rezeptoren der Sinnesorgane Reize aufzunehmen. Die Rezeptoren bilden also die Eingangsseite des dargestellten Systems. Auf der Ausgangsseite befindet sich der Effektor. Er wird vorrangig von der Muskulatur gebildet und liefert das eigentliche, das klassische Verhalten (so bewirkt beispielsweise die Ziliarmuskulatur bei einem plötzlichen, starken Lichtreiz eine Verengung der Pupille).

Allen Handlungen, die vom tierischen Organismus ausgeführt werden, liegt eine ganz bestimmte Motivation zugrunde. Solche Motivationen oder Grundantriebe sind:

1. Ernährung
2. Fortpflanzung
3. Entwicklung
4. Schutz und Körpererhaltung
5. räumliche und zeitliche Orientierung

Jede Motivation ist mit spezifischen Verhaltensabläufen verbunden; die dafür erforderlichen Programme hält der Operator bereit. Nach Anregung durch den Motivator werden die Programme, die der jeweiligen Motivation zugeordnet sind, vom Operator abgelesen und gelangen über den Effektor zur Ausführung. Lautet die aktuelle Motivation z.B. Ernährung, also "Hunger" bzw. "Durst", so stehen dem Organismus Programme zur Verfügung, die sein Verhalten beim Nahrungserwerb, bei der Nahrungsaufnahme, dem Nahrungsverbergen, -verteidigen, -verteilen oder -weitergeben bestimmen. Diese Programme können entweder ganz starr ablaufen oder in gewissen Grenzen variieren, da aber jede Tierart spezifische Programme besitzt, bedingen diese ein arttypisches Verhalten.

Im engen Zusammenhang mit dem Motivator steht auch die Funktion des Selektors. Er ist dafür verantwortlich, daß aus dem großen Angebot an Reizen diejenigen ausgewählt werden, die im Rahmen der gerade vorherrschenden Motivation für das Tier von Bedeutung sind (das können z.B. die Rufe

der Jungen sein, die von den Eltern aus der Vielzahl der ringsum ertönenden Laute "herausgehört" werden).

Es kann vorkommen, daß sich Motivationen überlagern: wird beispielsweise ein Tier bei der Nahrungssuche von einem Feind überrascht, so tritt die Motivation "Ernährung" zurück, und das Schutzverhalten gewinnt die Oberhand. Ob das Tier aber sofort von der Nahrungssuche abläßt oder ob es bestrebt ist, diese trotz der erkennbaren Gefahr noch fortzusetzen, hängt vom jeweiligen emotionalen Zustand ab, d.h., das emotionale Verhalten bestimmt die Intensität, mit der an einer Motivation festgehalten wird.

Demgegenüber entscheidet das Vigilanz-System über die Geschwindigkeit, mit der der Organismus auf Reize anspricht ("Wachheitsgrad"). Dieser "Wachheitsgrad" weist einen Tagesrhythmus auf; sinkt er unter einen Grenzwert ab, so liegt Schlaf vor.

Zur Kontrolle des Verhaltens dienen der Speicher und der Komparator. Der Komparator vergleicht die Rückmeldung über eine ausgeführte Handlung mit dem Programm für diese Handlung, welches im Speicher hinterlegt wurde. (Dreht das Tier seinen Kopf, so wird der entsprechende Befehl gespeichert und anschließend mit dem Betrag verglichen, um den sich das Umweltbild auf der Netzhaut verschoben hat. Stimmen beide überein, so hat sich die Umwelt nicht verändert, ermittelt der Komparator hingegen eine Differenz, dann muß sich die Umgebung ebenfalls bewegt haben). Auf dieser Basis ist es dem Organismus auch möglich, Lage- und Bewegungskorrekturen auszuführen. Da der Speicher imstande ist, Erfahrungen anzusammeln, schafft er auch die Voraussetzung für Gedächtnis und Lernleistungen des Tieres.

Die beiden Hauptwege des Informationsflusses werden durch die innere und die äußere Schleife dargestellt. Der Informationsfluß vollzieht sich entweder nur innerhalb des tierischen Organismus (innere Schleife) und dient der Selbst-

kontrolle (z.B. unbewußtes Überwachen der Beinbewegungen beim Laufen), oder aber er verläuft über die Umwelt des Tieres (äußere Schleife), wobei es u.a. auch zum Austausch von Signalen zwischen den einzelnen Individuen kommen kann (Biokommunikation).

Abschließend sei noch für die Leser, die sich eingehender mit der hier nur kurz umrissenen Problematik beschäftigen wollen, auf das folgende Buch verwiesen:

TEMBROCK, G.: Tierpsychologie. Neue Brehm-Bücherei 455
A.-Ziemsen-Verlag, Wittenberg 1972

impuls LEXIKON

Radikale

sind Atome oder Moleküle, die ein oder mehrere ungepaarte Elektronen besitzen. Sie treten bei chemischen Prozessen als reaktionsfähige Zwischenprodukte auf und können durch

Strahlungsenergie
Wärmeenergie
mechanische Energie und
chemische Energie

erzeugt werden.
Wenn bestimmte Bedingungen vom Bau des Moleküls her erfüllt sind, können Radikale sogar isoliert werden.

Literatur: "Organikum"
VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften
Berlin 1970

Dr. W. Wintruff
Sektion Chemie

Kombinierter Einsatz moderner Meßmethoden in der Chemie (Teil 2)

CHEMIE

Nachdem im 1. Teil ein Überblick über die Messmethoden gegeben wurde, die für die Strukturaufklärung einer unbekannten Verbindung eingesetzt werden können, soll nun die Anwendung an einem Beispiel erläutert werden.

Die Aufgabe lautet:
Bestimmen Sie die Struktur einer unbekannten monomeren organischen Verbindung, von der das IR - Spektrum, das ^{1}H - NMR - und das Massenspektrum vorliegen. Die drei Spektren sind in den Abb. 1 bis 3 zusammengestellt.
Welche Teilinformationen liefern nun die einzelnen Spektren?
Massenspektrum: $^{m}/_{e}$ = 198 Das Molekulargewicht beträgt 198;

wegen der Dreiwertigkeit des Stickstoffs gilt: kein oder geradzahlige Anzahl N

$^{m}/_{e}$ = 199 M^{+} + 1 (Isotopenpeak ^{13}C)

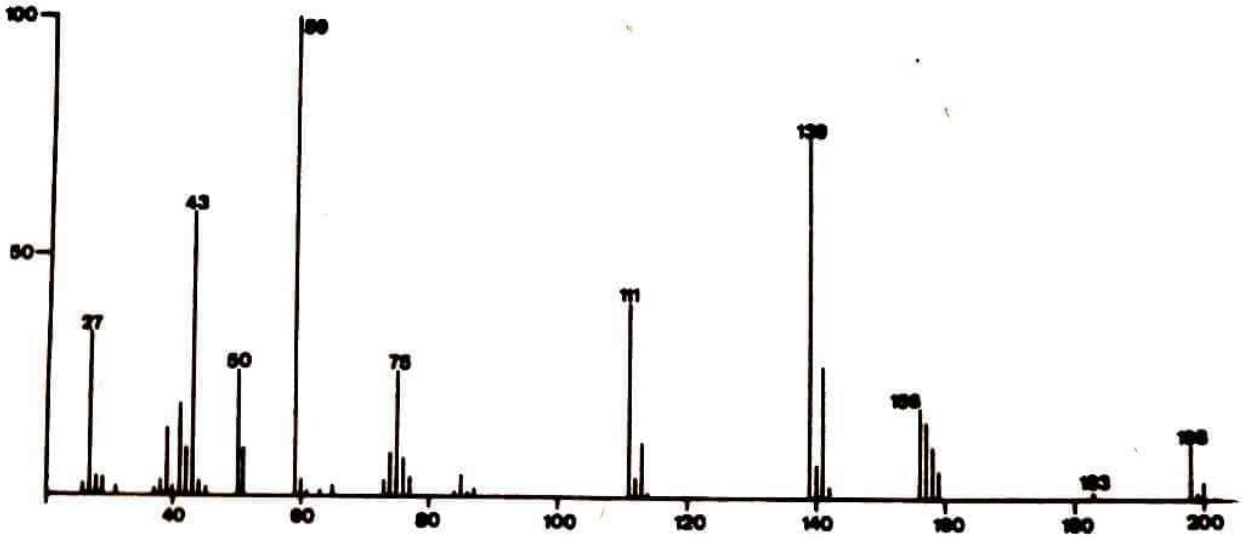


Abb. 1 Massenspektrum der Verbindung (Abszisse: m/e, Ordinate: prozentualer Anteil)

aus dem Intensitätsverhältnis der Peaks (M^+ und $M^+ + 1$) folgt: ungefähr 1o C-Atome enthält die Verbinduhg

$^m/_e$ = 2oo $M^+ + 2$; das Intensitätsverhältnis $^{198}/_{2oo}$ spricht für 1 Cl-Atom

$^m/_e$ = 183 $(M^+ - 183) = 15$; kann die CH_3 - Gruppe sein.

Die Massenzahlen 39, 51, 65, 77 weisen auf eine aromatische Verbindung hin.

IR:

172o cm^{-1}	C = O	Ester $-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-O-\overset{\mid}{\underset{\mid}{C}}-$
128o cm^{-1}	C - O - C	
111o cm^{-1}	C - O - C	
16oo cm^{-1}	Aromat	(Hinweise auf den Aromat gab auch schon das Massenspektrum)
15oo cm^{-1}		
36o cm^{-1}	para - substituierter Aromat	

NMR:

δ - Werte (chemische Verschiebung)

	7,2 - 8,2 ppm	5,3 ppm	1,4 ppm
Intensitätsverhältnisse (Fläche unter den Peaks)	4	1	6

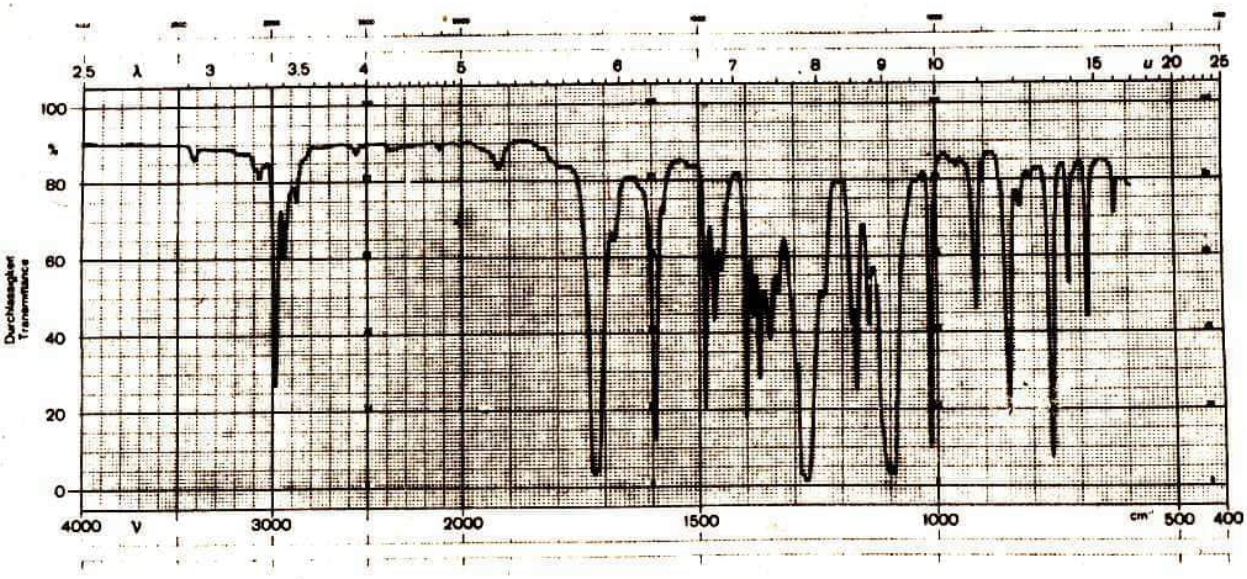
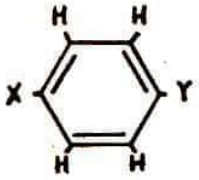


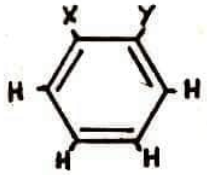
Abb. 2 IR - Spektrum der Verbindung

Die Intensitätsverhältnisse geben die Anzahl der Protonen in den einzelnen Gruppen an.

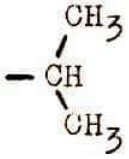
- Die symmetrische Signalgruppe bei 7,2 - 8,2 ppm deutet von der Lage her auf einen Aromaten, vom Aufspaltungsbild her auf einen zweifach substituierten der Gestalt



oder



- das Septett bei 5,3 ppm und das Dublett bei 1,4 ppm deuten, unter Berücksichtigung der Intensitätsverhältnisse, auf



da zwei CH_3 - Gruppen 6 Protonen enthalten und im Bereich von 1 ppm auftreten sollten, während das Signal bei 5,3 ppm auf eine CH - Gruppe in Nachbarschaft einer elektronegativen Gruppe deutet.

Nach Zusammenfassung aller Resultate würden folgende Informationen und Strukturelemente vorliegen:

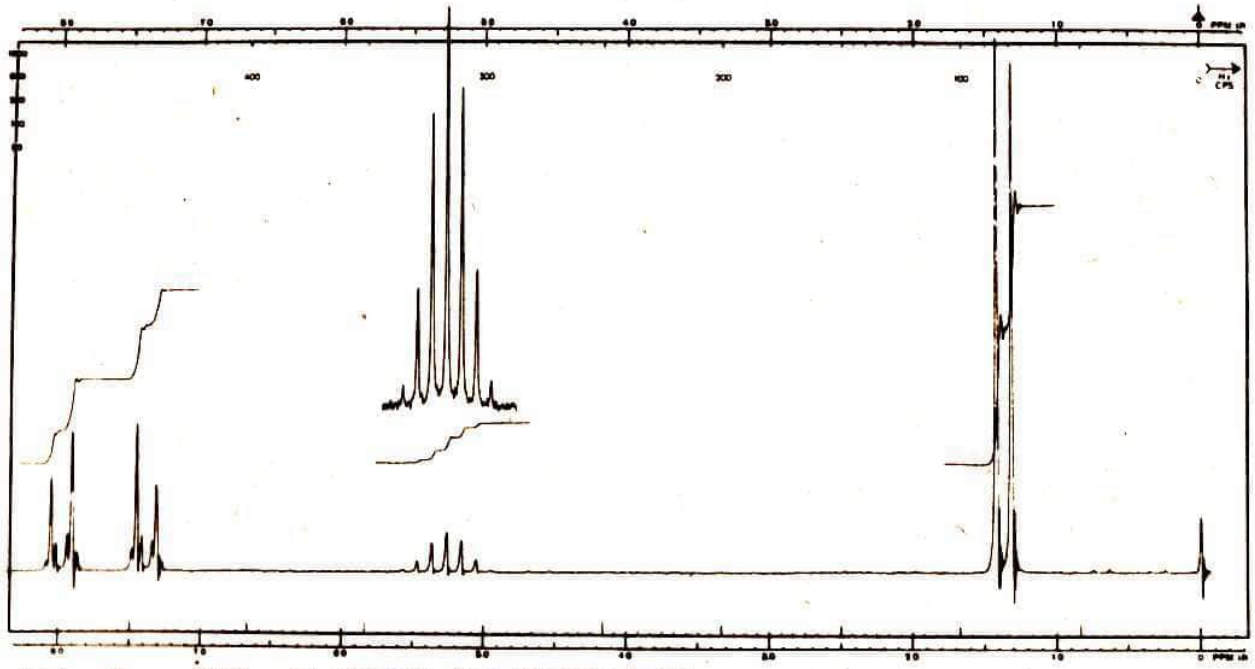
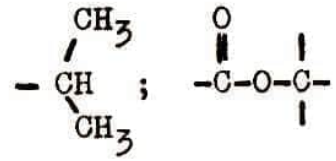
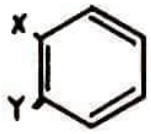
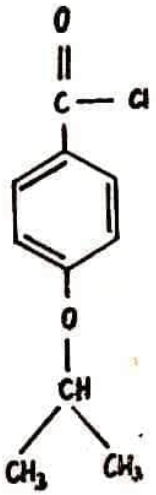


Abb. 3 NMR - Spektrum der Verbindung (Die Kurve über den Peaks gibt die Fläche unter den Signalen an.)

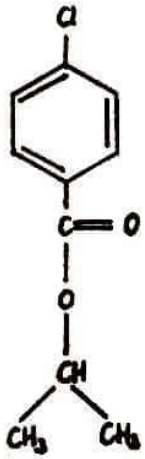
Molekulargewicht = 198 ; Cl ;  ;

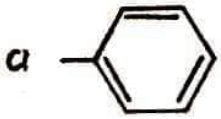


Die ortho - substituierte Aromat - Struktur wird auf Grund des Massen- und IR - Spektrums ausgeschlossen.
Diese Strukturelemente müssen nun zu einer Struktur der Summenformel $C_{10}H_{11}O_2Cl$ zusammengestellt werden. Es kann zwei Strukturvorschläge geben:

I) 

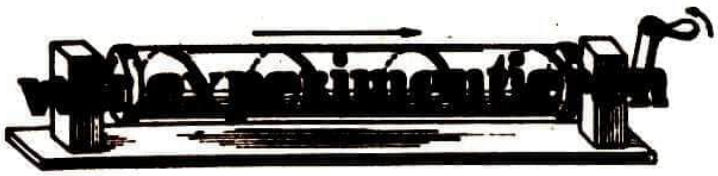
oder

II) 

Die Verbindung I lässt sich ausschliessen auf Grund
1. des IR-Spektrums (es wurden die Banden eines Esters gefunden; die Bande bei 1090 cm^{-1} entspricht )

2. der Fragmentierung im Massenspektrum.

So entspricht die Verbindung II der gesuchten Struktur.
Wie Sie sehen, kann mit einer teilweisen Auswertung der einzelnen Spektren die Struktur eindeutig bestimmt werden.



Quellungsdruck

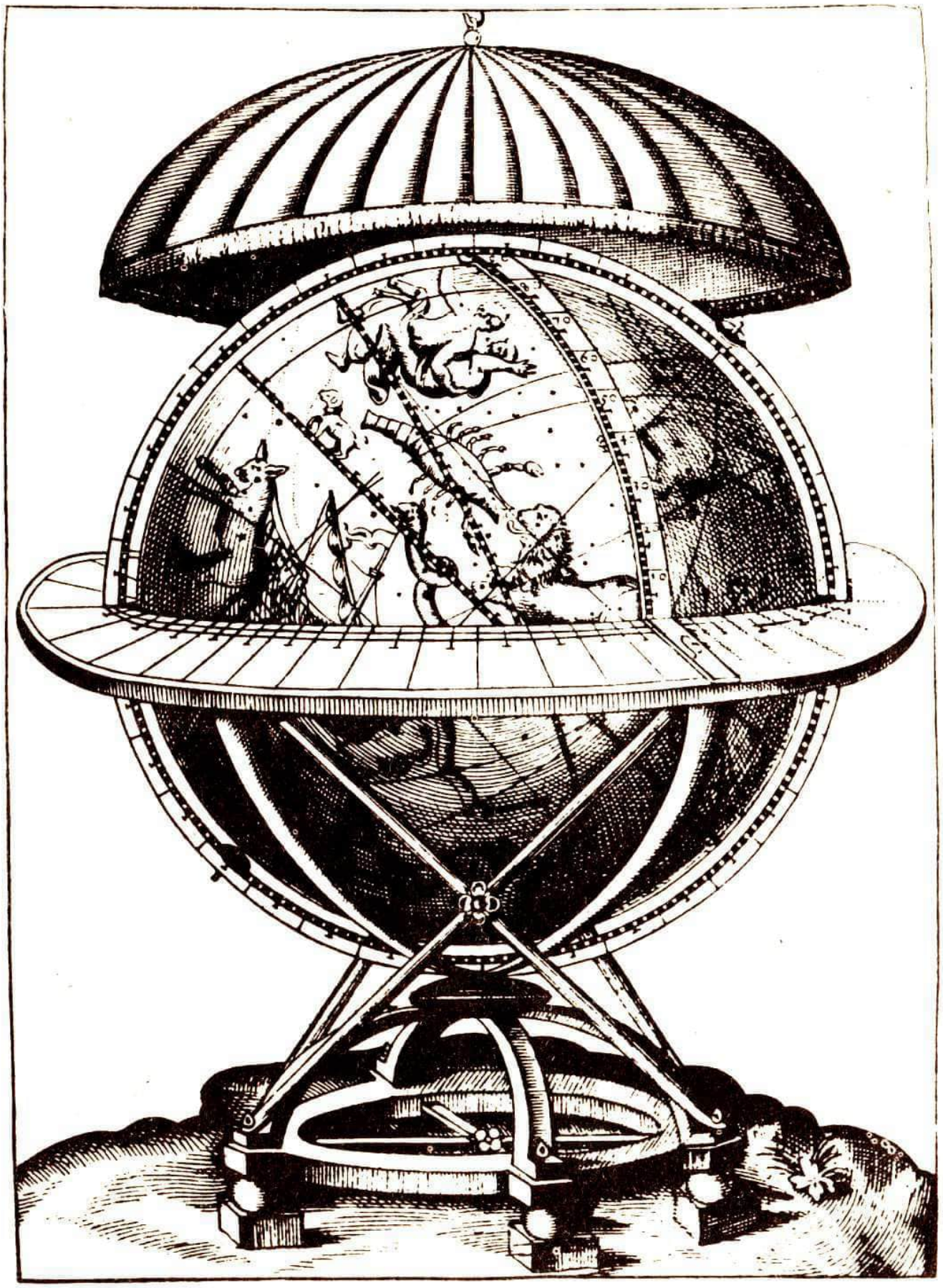
Quellung bedeutet eine mit Volumenvergrößerung verbundene reversible Wassereinlagerung in eine feste Substanz. Sowohl lebende als auch nichtlebende Körper können diesen Prozeß in gleicher Weise vollziehen und rückgängig machen. Der Vorgang besteht darin, daß sich Wassermoleküle im quellbaren Körper zwischen die makromolekularen Bausteine schieben, die dabei auseinanderweichen und sich mit Hydratisierungshüllen umgeben. Diese Wasseranziehung erfolgt auf Grund chemischer Gruppen innerhalb der Moleküle bzw. Molekülaggregate der quellfähigen Substanzen. Die Wasseranziehungskräfte sind zum Teil sehr hoch. Man kann diesen Druck mit quellenden Samen demonstrieren:

Ein Glastrichter wird mit Filterpapier ausgelegt und zur Hälfte mit Gipsbrei beschickt. Nachdem man die Oberfläche mit trockenen Erbsen bestreut hat, wird der Trichter vollständig mit Gipsbrei ausgefüllt. Nach dem Erstarren nimmt man den Gipskegel heraus und stellt ihn in einen Teller mit Wasser. Der Kegel springt nach gewisser Zeit.

Auswertung

Samen brauchen sehr viel Wasser, um keimen zu können. Zunächst muß eine Wasseraufnahme durch Quellung erfolgen, die anfangs sehr rasch und mit großer Intensität erfolgt. Dabei entwickelt sich ein erheblicher Quellungsdruck von mitunter mehreren hundert Atmosphären. Die quellenden Erbsen werden viel größer und können einen Gipskegel sprengen.

Titelbild: Sporen eines Schimmelpilzes



Himmelsglobus aus dem Jahre 1584

Nach Tycho Brahes „Astronomiae instauratae Mechanica" vom Jahre 1602

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

6. Jahrgang (1972/73) 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:
D. Gröll (Stellv. Chefredakteur)
Dipl.-Phys. W. Dänhardt (Physik)
Dipl.-Chem. I. Pfaff (Gesellschaftswiss.)
W.-D. Zimmer (Interview, Astronomie)
G. Hüller (Chemie)
Dipl.-Phys. R. Rost (Gesellschaftswiss.)
J. Kleinschmidt (Physik)
B. Schubert (Biologie)
D. Heyne (Kultur, Korrespondenz)
W. Hild (Ausgestaltung)
L. Günther (Foto, Korrektur)

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

Bankkonto: Stadt- u. Kreissparkasse Jena 4472-39-2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates d. DDR

Erscheint monatlich von September bis Juni

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

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

INHALT

Goethe und die Naturwissenschaften (III) 3
5 Jahre „impuls 68" – ein Rückblick 5
Impi auf Abwegen 6
„impuls 68" war geboren 9
„impuls 68" stellt sich vor 12
Interview mit Prof. E. Schmutzer 15
„Mein Weg zur Quantenchemie" 20
Als Botaniker in Ost-Himalaja 23
Chromatografische Methoden (II) 25
Radioaktive Isotope in der Chemie 29
Stilblüten 32

M. Kahler
Nationale Forschungs- und Gedenkstätten Weimar

Goethe und die Naturwissenschaften - Teil III

Der Chemie hielt Goethe zugute, daß "sie sich von grenzenlosestem Einfluß aufs Leben erweist". Ist es doch der Chemiker, der uns lebensnotwendige und -erleichternde Dinge zu verschaffen vermag, aber er gewinnt vor allem auch Einblicke in die Geheimnisse der Lebensvorgänge und hilft, sie aufklären. Goethe erlebte die erste Synthese eines organischen Stoffes, die Harnstoffsynthese Wöhlers (1828), die völlig neue Bahnen des Denkens und Handelns eröffnete und die Frage nach der Möglichkeit der künstlichen Erzeugung von Leben, ja von Menschen auf die Tagesordnung brachte. Goethes Haltung dazu ist in die Homunkulushandlung des "Faust" II. Teil eingeflossen. Auch bei der Gestaltung des Romans "Die Wahlverwandtschaften" ist der Einfluß chemischer Studien und die übertragene Anwendung der erkannten Gesetzmäßigkeit von der Affinität der Stoffe zu übersehen.

Neben der besonderen Anteilnahme an den vielfältigen Versuchen und Untersuchungen der Chemiker, besonders von Döbereiner in Jena, z. B. zur Zuckergewinnung, Leuchtgasherstellung, Stahlverbesserung sind es seine mineralogischen, Pflanzen- und Farbenstudien, die ihn immer wieder mit der Chemie in Berührung bringen, obwohl ihn auch Kristallisationsversuche, bei denen er die Vorgänge der Gestaltung verfolgen konnte, in ihren Bann zogen.
Wenn wir Briefe Goethes aus den Jahren zwischen 1780 und 1790 lesen, werden wir staunen, mit welcher Leidenschaft er sich auf die "neu betretene Laufbahn" (die des Naturforschers) begab und mit welcher Freude er anderen seine Fortschritte, seine Entdeckungen und neuen Einsichten mitteilte, Sei es nun die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen im Jahre 1784, die die Gewißheit von der "nächsten Verwandtschaft" des Menschen mit dem Tier verschaffte und damit die Bestätigung von der Harmonie der Natur (Einheit und Zusammenhang). Sei es das Gewahrwerden der gesetz-

mäßigen Wandlungsfähigkeit des Blattes. Diese Einsicht wurde zum Schlüssel für die Aufklärung des Gestaltwandels (Metamorphose) der Pflanzen und half in der Botanik das starre, mechanistische Denken überwinden.
Wieviele Beobachtungen des Pflanzenwachstums, der Wechselwirkung zwischen Pflanzenform und Umweltbedingungen, wieviele Unterschungen an Pflanzensamen und Keimversuche mit Samen trugen zu Goethes Entdeckung des Gesetzes der Metamorphose der Pflanzen bei. Er unternahm im Jahre 1796 Experimente mit Pflanzen, um den Einfluß des Lichtes, auch verschiedenfarbigen Lichtes, auf die Entwicklung der Pflanze zu studieren. Wenn er um 1790 noch annahm, daß wahrscheinlich die Verfeinerung der Säfte die Metamorphose bewerkstellige, so notierte er später, daß man die Verschiedenheit der Stoffe, welche die Pflanze, von Knoten zu Knoten fortschreitend, sich aus der Umwelt zueignet und ausarbeitet, in Betracht ziehen müsse, worüber die Chemie nähere Auskunft verspricht. (In unserer Zeit hat man entdeckt, daß für die Blühperiode z. B. Hormone verantwortlich sind).
Wenn wir die Betrachtungen hier beenden, ohne auf Goethes Wetterstudien, die mineralogisch-geologischen und Farbenstudien eingegangen zu sein, dann deshalb, weil so vielleicht am ehesten die Lust zu eigenem Kennenlernen und Auseinandersetzen mit diesem universalen Mann und seiner Zeit angeregt wird. Sicher ist deutlich geworden, daß Goethe nicht nur der Naturwissenschaft größtes Interesse entgegengebracht, sondern selbst zu Fortschritten beigetragen hat und das vor allem, weil er auf das Verstehen der wirkenden Kräfte aus war, den Prozessen und Gesetzen in der Natur nachspürte und so das statische Denken überwinden half.

++

<u>Berufseignung</u>

Welches Tier hat Talent zum Apotheker?
Die Ziege, sie frißt Kräuter und dreht Pillen.

5 Jahre »impuls« - ein Rückblick

Eigentlich hatten wir uns da auf eine ziemlich unüberschaubare, ja fast riskante Angelegenheit eingelassen. Die Herausgabe einer regelmäßig monatlich einmal erscheinenden Zeitschrift - das ist schließlich für eine Handvoll Studenten, die auf diesem Gebiet absolute Laien waren und sich mit einer solchen Aufgabe natürlich auch nur in ihrer Freizeit beschäftigen konnten, sicherlich kein alltägliches Projekt. Was hatte uns damals dazu veranlaßt, wie kam es vor nunmehr 5 Jahren zur Gründung von "impuls 68" ?

Das erste Mal tauchte die Idee auf einer FDJ-Konferenz im Frühjahr 1967 auf. Die Bewerberzahl für ein Physikstudium hatte in jenen Jahren eine etwas rückläufige Tendenz. Konnten wir FDJ-Studenten an diesen Zustand effektiv etwas ändern? Auf den ersten Blick kaum vorstellbar, aber trotzdem - einen gewissen Beitrag für eine bessere Studien-

//

5 JAHRE

IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68
IMPULS 68

Prof. Dr. M. Steenbeck, Vorsitzender des Forschungsrates der DDR:

"Aus Anlaß des nunmehr bevorstehenden 5 jährigen Bestehens wünsche ich "impuls 68" für die Zukunft weitere schöne Erfolge und einen noch größeren Leserkreis."

//

werbung und -vorbereitung könnten wir schon leisten: eine Schülerzeitschrift gründen - das wäre doch eine Möglichkeit!

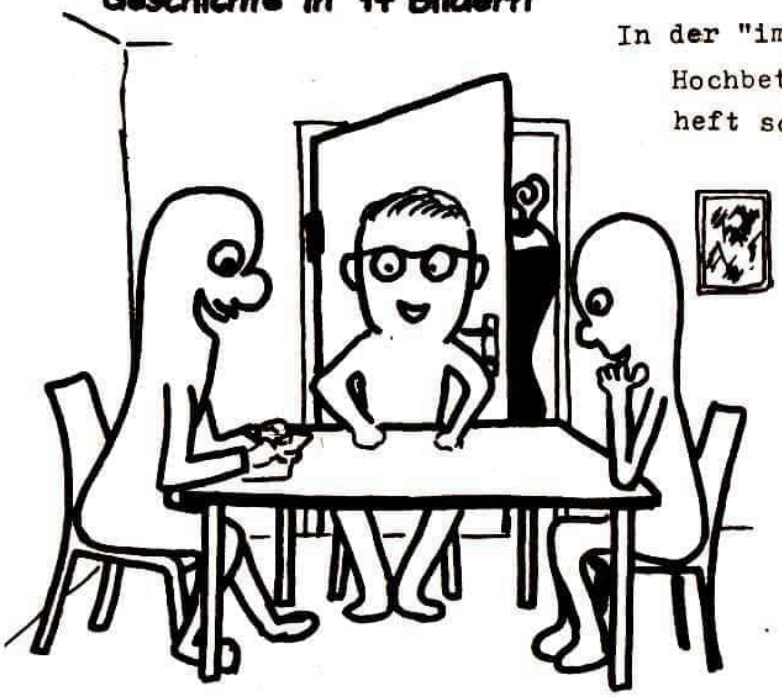
Etwa ein halbes Jahr später kam es dann zu den ersten Aktivitäten zur Verwirklichung dieses Vorschlages. Im Herbst 1967 kamen 8 Studenten, die sich zur Mitarbeit an der Zeitschrift bereit erklärt hatten - das erste Mal zusammen. Ehrlich gesagt hatte ich nach jener ersten Zusammenkunft ein etwas flaues Gefühl im Magen. Hatten wir uns mit dieser Aufgabe nicht übernommen ? Würde das ganze Unternehmen nicht schon nach den ersten Schwierigkeiten zusammenbrechen? Das waren Fragen, auf die erst in der Praxis eine Antwort gefunden werden konnte. Also machten wir uns mit Feuereifer und dem Bewußtsein, uns für eine gesellschaftlich nützliche Sache einzusetzen, an die Arbeit. Wir erarbeiteten eine inhaltliche Konzeption für die Zeitschrift. Die ersten Artikel wurden teils von uns selbst, teils auch von anderen Studenten und Mitarbeitern der Sektion ge-

---

impi auf abwegen

Geschichte in 14 Bildern

Text: L. GÜNTHER
Bild: W. HILD



In der "impuls" - Redaktion herrschte Hochbetrieb, denn das Jubiläumsheft sollte zusammengestellt werden. Da gab es für Impi nichts zu tun, und niemand kümmerte sich um ihn.

schrieben.

Für die erste Nummer wünschten wir ein Geleitwort eines sehr bekannten Jenaer Wissenschaftlers, wozu wir Prof. Dr. Steenbeck, Vorsitzender des Forschungsrates der DDR, gewannen.

Im Januar 1968 war es dann soweit: die erste Nummer von "impuls 68" erschien. Wir verschickten sie als Werbeexemplar an verschiedene Oberschuler und warteten gespannt auf eintreffende Bestellungen. Zunächst kamen sie nur vereinzelt, dann plötzlich in relativer Dichte. Der Start war uns also gelungen !Unser Projekt sprach sich an der Sektion Physik schnell herum. Neue Mitglieder stießen zur Redaktion, unter ihnen der jetzige Chefredakteur H.-D. Jähnig, der sich bald durch sein Engagement für die Zeitschrift hervor tat.
Wir nahmen Verbindung mit der Sektion Chemie und einige Zeit später auch mit der Sektion Biologie auf, um das Profil der Zeitschrift, wie geplant, auf die anderen Naturwissenschaften auszuweiten. Die Zeitschrift begann sich stetig zu ent-

Aus lauter Langeweile schlich Impi in die Bibliothek und vergrub sich hinter dicken Wälzern. Und da hatte er eine Idee . . .

wickeln. Sicherlich gab es noch viele Schwierigkeiten technischer als auch inhaltlicher Art, bei deren Überwindung wir stets die Unterstützung der FDJ-Sektionsleitung und auch der Hochschulgruppenleitung fanden. Aber insgesamt stand das Unternehmen bereits auf relativ solider Grundlage.

Im Sommer 1968 nahte sich das Ende meines Studiums. Da ich von der Sektion für eine Auslandsaspirantur vorgeschlagen war, übergab ich im Juni die Leitung der Redaktion an H.-D. Jähnig. Im August saß ich dann bereits im Zug nach Moskau, von nun an die weitere Entwicklung der Zeitschrift nur noch aus der Ferne beobachtend.

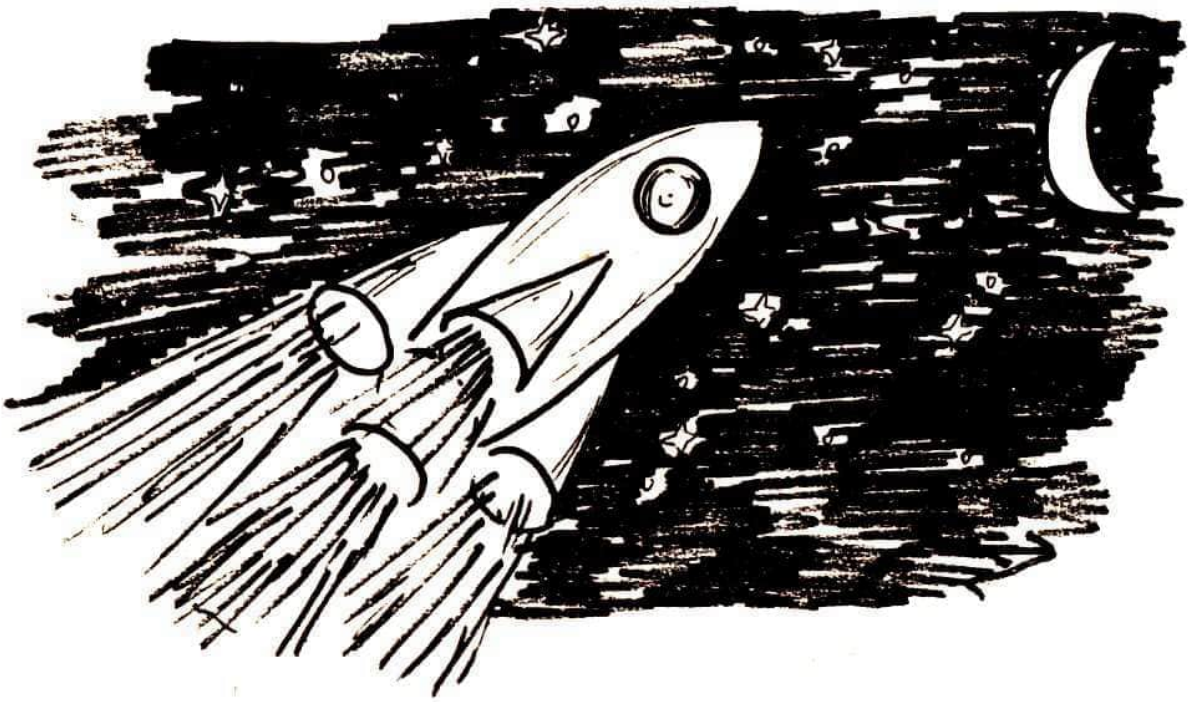
Dr. A. Herrmann
Chefredakteur der ersten Stunde von „impuls 68"

Unlängst erhielten wir eine Postkarte, die uns auf originelle Art und Weise bewies, wie populär "impuls 68" ist. Die Adresse lautet: VEB Impuls 69 Jena - mehr nicht! Ein großes Dankeschön an die findige Post.

Wer Impi bei der folgenden Arbeit beobachtet hätte, wäre zunächst sicher nicht hinter den Sinn des Ganzen gekommen. Aber Impi wußte, was er wollte!

Das Kind »impuls 68« war geboren und wuchs heran

Im Sommer 1968 übernahm ich also die Bürde des Chefredakteurs. Das Kind "impuls 68" war zwar geboren, wir ahnten aber noch nicht, daß es doch noch zahlreiche Kinderkrankheiten überstehen mußte. Die erste Schwierigkeit bestand darin, eine DDR-Lizenz zu erhalten, die wir dann schließlich auch erhielten. Damit war die Zukunft von "impuls 68" (Papierkontingent, Druck usw.) weitgehendst gesichert. Wir begannen, langfristige inhaltliche Konzeptionen aufzustellen, gründeten eine Ausgestaltungsgruppe und versuchten, die Zeitschrift nach "modernen Gesichtspunkten" aufzubauen. Daß unser Weg richtig war, bewies die steigende Abonnentenzahl. Mit etwa 7 500 Abonnenten sind wir wohl die größte "Amateurzeitschrift" der DDR. Und trotzdem gab und gibt es immer wieder Probleme. Ein wichtiges besteht darin, daß



wir bis heute ein regelmäßiges Erscheinen nicht sichern konnten. Würde der Leser einmal hinter die"Kulissen" schauen, so sähe das wie folgt aus:

1. Grund: Eine völlig verzweifelte Redaktion, weil unsere erste (ehrenamtlich arbeitende) Sekretärin ein Baby erwartet und die zweite schon 4 Wochen lang krank ist. Folge: Die Manuskripte für die Druckerei werden nicht fertig.
2. Grund: Schon wieder eine verzweifelte Redaktion. Das Fahrzeug für den Transport von der Druckerei in Rudolstadt nach Jena und von der Sektion Physik zur Post ist defekt. .. Ersatzteile ... Ersatzteile ...

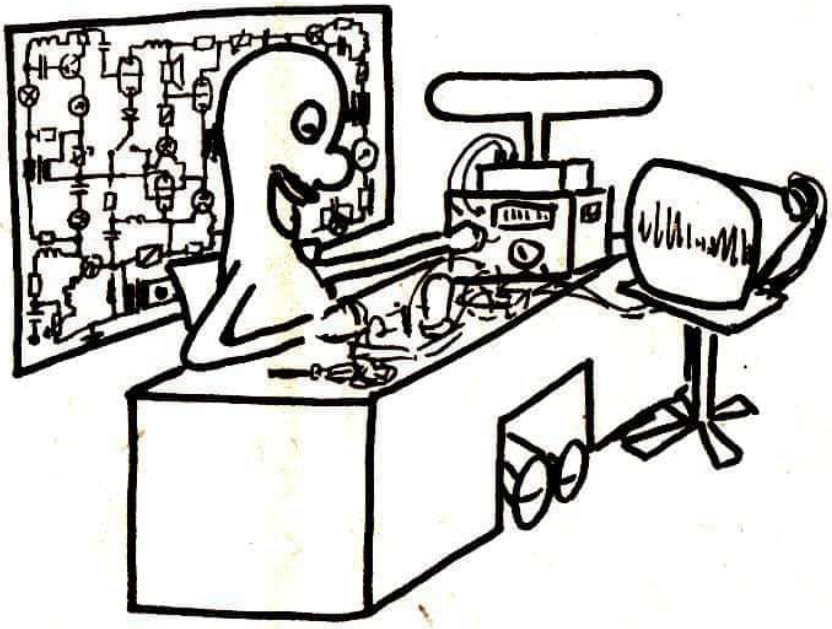
Es gäbe noch zahlreiche andere Gründe. Zum Glück haben wir bis jetzt noch einigermaßen verständnisvolle Leser. An dieser Stelle nochmals recht herzlichen Dank an alle Leser, die uns so treu zur Seite standen und stehen. In einigen weiteren Beiträgen wollen wir uns in diesem Jubiläumsheft noch etwas genauer vorstellen.

Die Nachricht von Impi's Start ins Weltall schlug in der Redaktion wie ein Blitz ein. Alle waren sehr betrübt, denn was ist schon "impuls 68" ohne Impi? Plötzlich erinnerte sich der Chef redakteur, daß er früher . . .

Zum Schluß ein Wort in eigener Sache. Fast fünf Jahre Chefredakteur der wohl, größten Amateurzeitschrift" der DDR zu sein, ist eine sehr schwere und nicht immer dankbare Aufgabe. Ich konnte mich aber immer auf einen zuverlässigen Mitarbeiterstamm und einen treuen Leserkreis verlassen, dem ich an dieser Stelle nochmals für die geleistete Arbeit und die zahlreichen Ratschläge und Hinweise danken möchte. Insbesondere auch Dank an die vielen Mitarbeiter, die nach Beendigung ihres Studiums auch die Redaktion verließen. Den Dank möchte ich mit der Verpflichtung verbinden, auch in Zukunft alles für die qualitative Verbesserung unserer "impuls 68" zu tun.

Hans-Dieter Jähnig
(Chefredakteur)

. . . einmal Physik studiert hatte. Sofort fing er an, einen Sender nach völlig neuem Prinzip zu bauen, um mit dem fernen Impi Verbindung aufzunehmen.



»impuls 68« stellt sich vor:

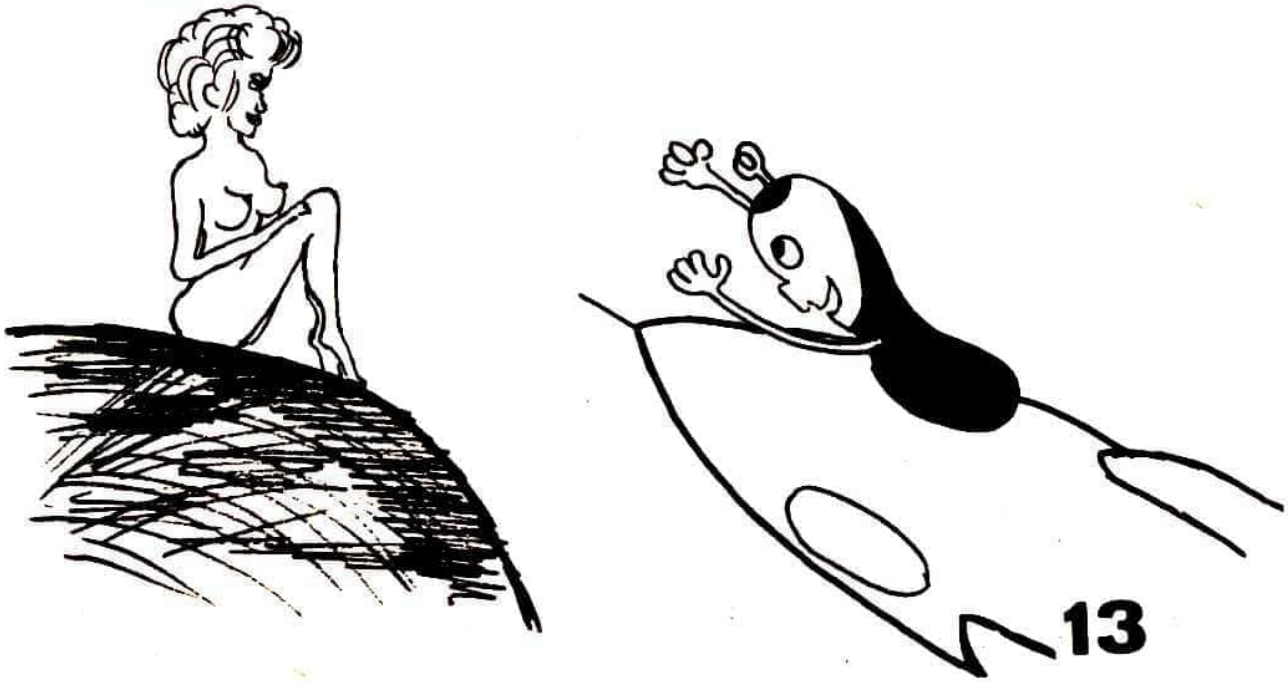
Nach fünf Jahren wird es höchste Zeit, daß die Mannschaft von "impuls 68" sich einmal kurz vorstellt. Zwar kommen jedes Jahr neue Mitarbeiter hinzu, andere beenden ihr Studium, aber über 2-3 Jahre hinweg bleibt doch ein gewisser Stamm zusammen. (Wir befinden uns also z.Z. in der dritten Generation!) lassen wir jedoch den Damen den Vortritt. Bei uns haben sie Schlüsselpositionen inne (Frauenförderungsplan), Z.B. der, Finanzminister: Bärbel Voigtsberger, Studentin im 4. Studienjahr. Sie verwaltet bei uns sämtliche Finanzen, macht die Abrechnung, schreibt (und erhält)Mahnungen, Rechnungen, bearbeitet die Ab- und Bestellungen, hat immer gute Laune, trotz der vielen Mahn- und Drohbriefe, - kurz: die Frau im Hintergrund mit den entscheidenden Fäden in der Hand. Da sie sowieso schon genug Arbeit hat, ist sie nicht unmittelbar in der Redaktion.

Aber zunächst wußte Impi nichts davon, und er fuhr seelenruhig auf dem Mond spazieren. Aber: Augen auf, auch dort wird die Verkehrsdichte immer größer!

In der Redaktion arbeiten 3 weitere weibliche Mitarbeiterinnen mit: Bärbel Schubert, wissensch. Assistentin der Sektion Biologie, Abt. Mikrobiologie, Tenner, Diplomandin im 4. Studienjahr, Sektion Chemie.
Dazu kommen dann noch (neuester Stand): W. Dänhardt, wissensch. Assi, Sektion Physik, D. Heyne, 3. Studienjahr Physik, W. Hild, 2. Studienjahr Physik, L. Günther, 2. Studienjahr Physik, G. Hüller, Forschungsstudent, Sektion Chemie und H.-D. Jähnig, wissensch. Sekretär der Sektion Physik. Dieser Stamm bemüht sich, Monat für Monat eine niveauvolle Schülerzeitschrift herauszugeben.
Eine Zeitschrift entsteht nun wiefolgt:
Nachdem die Jahreskonzeption erarbeitet und beschlossen wurde, schwärmen alle Fachredakteure aus, um entsprechende Aufträge für die Artikel an den Mann zu bringen. Das geht oft nicht so einfach, wie das hier zu lesen ist. Jeder Autor erhält einen Betreuer aus der Redaktion. Das große Problem besteht immer darin, den Artikel zur rechten Zeit fertig zu bekommen. Ist das auch geschafft, wird der

---

Viel reizvoller erschien da die Venus, zumindest Impi's Vorstellung nach. Doch während er auf dem Flug dorthin noch die schönsten Vortstellungen von diesem Planeten hatte . . .



Artikel vom Chefredakteur nochmals korrigiert, wird geschrieben (druckreif) und geht zur Ausgestaltungsgruppe. Sind die Artikel eines Heftes geschrieben, wird das Heft zusammengestellt (meist sind mehr Artikel da, als Platz vorhanden) und zum "Feinschliff" nochmals in die Ausgestaltungsgruppe (Titelblatt, Seitenzahlen, Überschriften, Lückenfüller usw.), Druckfehler ausgebessert und das Heft, ehe es in die Druckerei geht, nochmals vom Chefredakteur kontrolliert. Aus der Druckerei in Rudolstadt zurück, werden die Hefte durch eine Seminargruppe des 2. Studienjahres der Sektion Physik verpackt und zur Poststelle gebracht. Erst dann atmet alles auf und wartet auf die ersten Mahnbriefe und Hinweise auf schlechte Verpackung etc. Und die kommen bestimmt !

. . . sah es nach der Landung gar nicht rosig aus. 500°C und 100 atm Druck machten selbst dem widerstandsfähigen Impi das Leben schwer. Nichts wie weg !

Wissenschaft im KREUZVERHÖR

Interview mit Prof. Dr. Ernst Schmutzer (Sektion Physik)

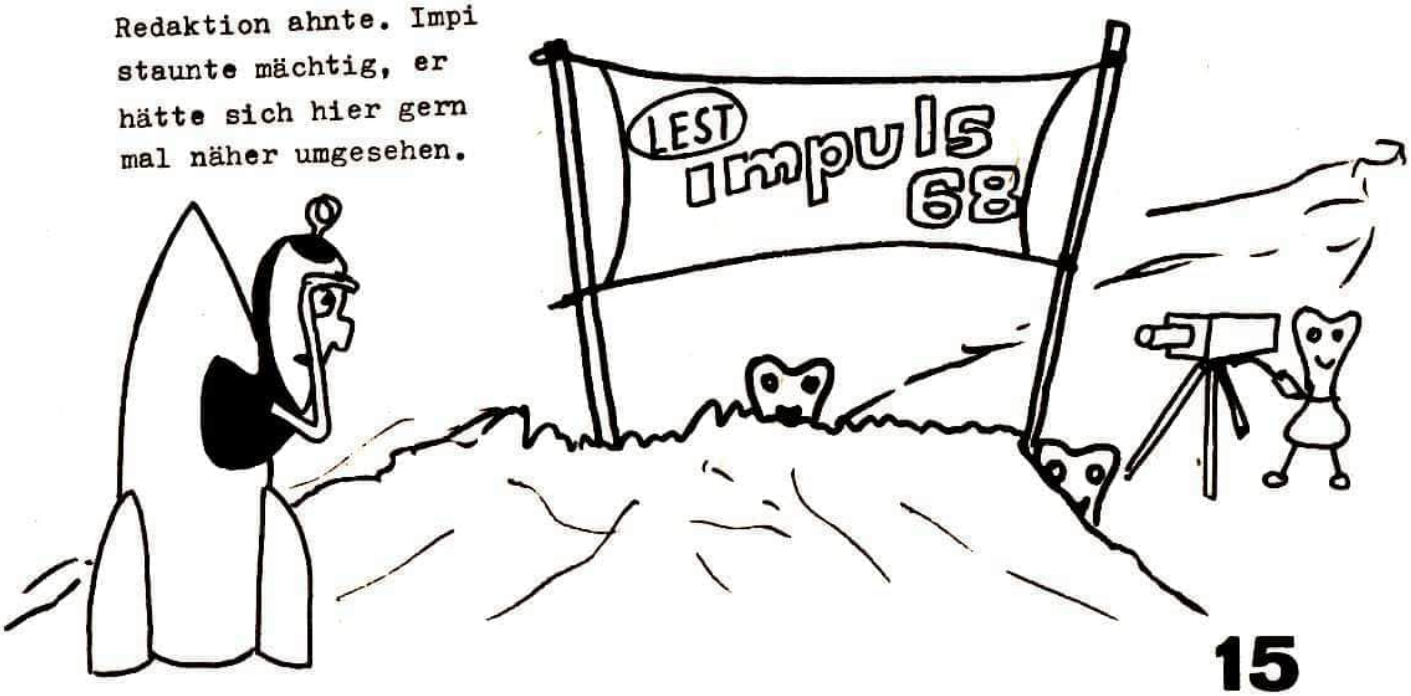
"impuls 68": Sehr geehrter Herr Prof. Schmutzer, was würden Sie einem Oberschüler auf die Frage, **was theoretische Physik ist, antworten ?**

IMPULS 68 Mit welchen Methoden arbeiten die theoretischen Physiker, wie ordnet sich dieses Spezialgebiet in den Gesamtkomplex Physik ein ?

Prof. Schmutzer: Der Gesamtkomplex Physik **teilt** man sinnvollerweise ein in:
Theoretische Physik, die mit Hilfe mathematischer Methoden und Formalismen in die innere Struktur der physikalischen

---

Der Mars war zwar angeblich ein öder Planet, aber anscheinend waren die "impuls" - Leser doch weiter verbreitet, als die Redaktion ahnte. Impi staunte mächtig, er hätte sich hier gern mal näher umgesehen.



Naturgesetze eindringt und dabei Naturzusammenhänge aufspürt, entdeckt und schließlich mathematisch formuliert. Weiter hat die Theoretische Physik die Aufgabe, theoretische Erkenntnisse für die Experimentelle Physik aufzubereiten.

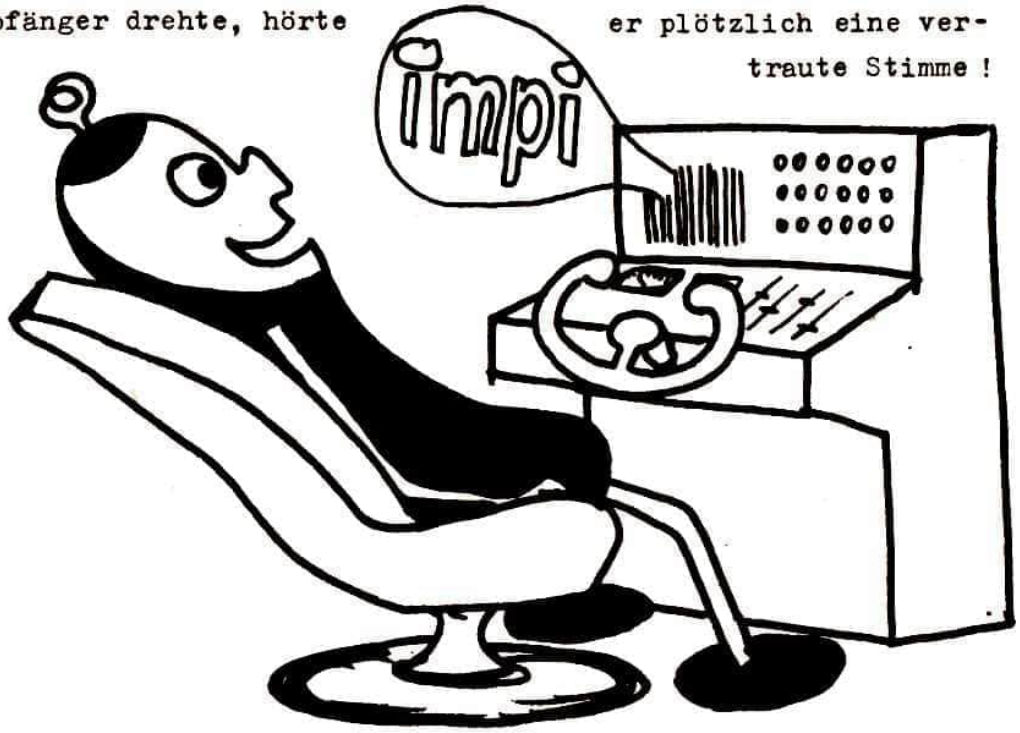
Experimentelle Physik, die in enger Zusammenwirkung mit der Theoretischen Physik theoretische Thesen durch Experimente stützt oder widerlegt. Sie bildet die empirische Basis der Physik.

Technische Physik, die die durch die theoretische und experimentelle Forschung gefundenen Naturgesetzmäßigkeiten für die Belange der Technik und schließlich Produktion auswertet.

Die Theoretische Physik und Experimentelle Physik stellen eine untrennbare Einheit dar. Sie befruchten sich gegenseitig und arbeiten teilweise mit induktiven und teilweise mit **deduktiven** Methoden. Es gibt historische Beispiele für das Vorauseilen der Theoretischen Physik vor der Experimental-

---

Schließlich zog es ihn doch weiter in die Ferne. Aber als er mal an seinem Empfänger drehte, hörte er plötzlich eine vertraute Stimme !



physik und umgekehrt. Ein Experimentator ohne theoretische Basis ist ein blinder Empiriker, der nur zufällig neue Erkenntnisse gewinnen kann. Ein Theoretiker ohne Bezugnahme auf die Erfahrung verliert sich in Hypothesen.

IMPULS 68 Welche Fragen gilt es Ihrer Meinung nach in der theoretischen Physik heute vorrangig zu lösen?

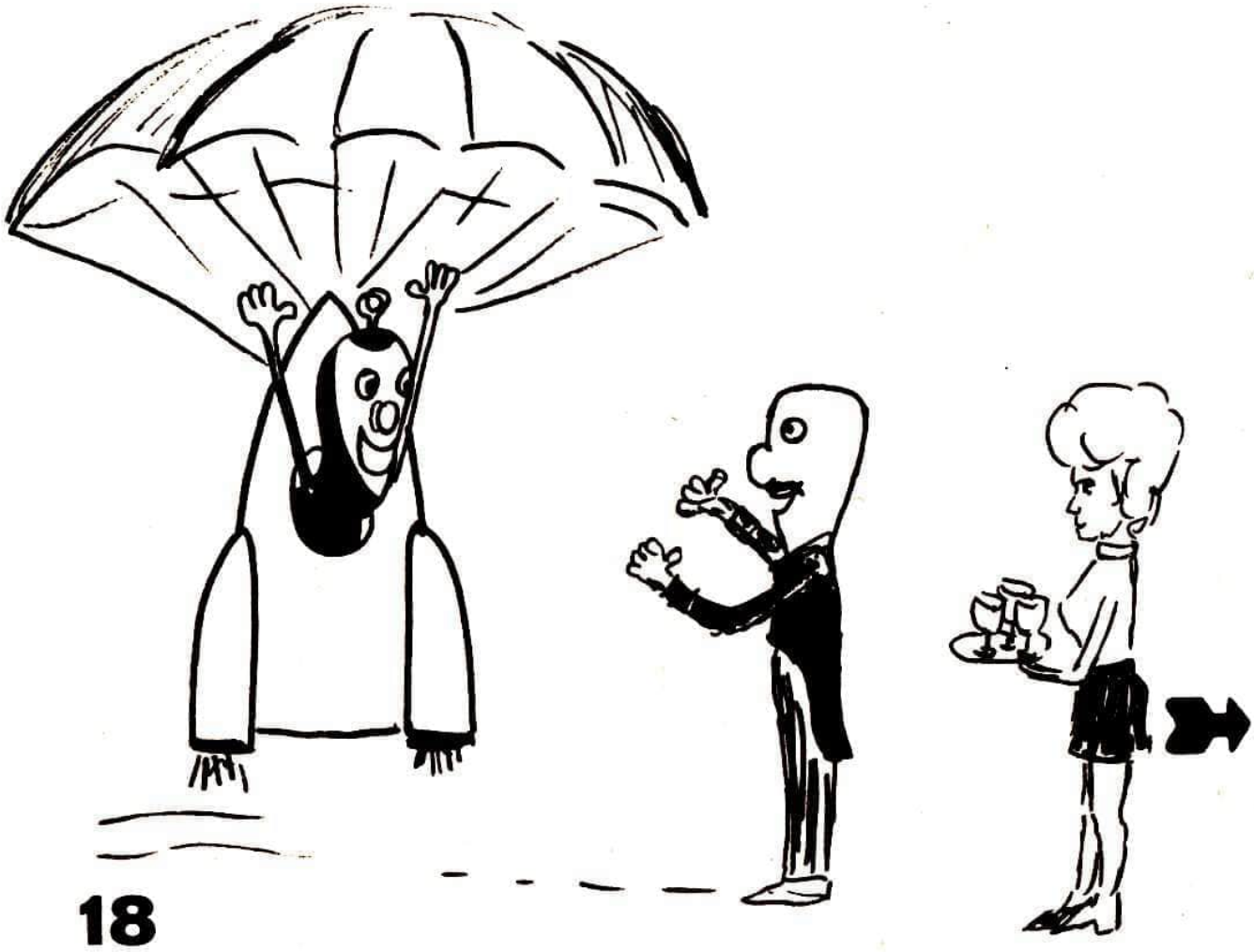
Prof. Schmutzer: Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir zwischen mittelfristigen und langfristigen Aufgaben unterscheiden. Die mittelfristigen sind insbesondere auf die Bedürfnisse der Volkswirtschaft abgestimmt. Dabei ist vor allem an Probleme der Festkörper- und Halbleiterphysik zu denken, die ihren praktischen Niederschlag u. a. in der Technik moderner Bauelemente finden, sowie an Probleme der Plasma- und Kernphysik, die auf Methoden einer modernen Energiegewinnung abzielen. Die langfristig theoretische Erkundungsforschung sowie Grundlagenforschung beschäftigt sich heute schwerpunktmäßig international mit der Problematik der

Und da wurde Impi klar, daß er doch in die Redaktion gehörte. Also: nichts wie das Steuer herum und nach Hause !

Elementarteilchen und der kosmischen Physik, in der in den letzten Jahren bekanntlich völlig neuartige physikalische Phänomene entdeckt wurden (Quasare, Pulsare, Neutronensterne, Schwarze Löcher). Soweit beide Gebiete auch voneinander entfernt zu sein scheinen, wird jedoch den führenden Theoretikern immer mehr klar, daß beide Komplexe ihrer inneren logischen Struktur nach immanent zusammengehören. Ein Durchbruch zum Verständnis des Wesens der Naturgesetze in diesen physikalischen Bereichen ist erst zu erwarten, wenn es gelingt, die Allgemeine Relativitätstheorie (inklusive Gravitationstheorie) mit der Quantenfeldtheorie logisch konsistent zu vereinigen.

IMPULS 68 | Mit welcher Problematik beschäftigt sich Ihre Abteilung in der Gegenwart ?

Prof. Schmutzer: In der DDR wurden nach der 3. Hochschulreform und Akademiereform die Kräfte auf dem Gebiet der relativistischen Physik so konzentriert, daß es jetzt im



Hochschulweser unsere Abteilung an der FSU Jena und eine Abteilung bei der Akademie der Wissenschaften der DDR in Babelsberg gibt. Die Spezialisierung und Aufgabenteilung ist so erfolgt, daß wir schwerpunktmäßig in den nächsten Jahren einerseits rotierende Systeme und andererseits die Quantisierung in der gekrümmten Raum-Zeit behandeln werden.

IMPULS 68 Über welche Kenntnisse und Fähigkeiten muß ein Schüler verfügen, der auf diesem Fachgebiet später einmal arbeiten möchte ?

Prof. Schmutzer: Abgesehen von möglichst guten Leistungen im Abitur gehört selbstverständlich eine überdurchschnittliche physikalisch-mathematische Begabung insgesamt zu den Voraussetzungen. Darüber hinaus ist aber eine besondere Liebe zur Physik, verbunden mit echtem Erkenntnisdrang, notwendig. Nur durch diese innere Einstellung, die mit Zähigkeit und Opferbereitschaft gepaart sein muß, ist Erfolg möglich. Der theoretische Physiker (und nicht nur er) braucht einen klaren Blick für das Wesentliche, damit er nach Abstraktion von unwesentlichen Überlagerungen zur logischen Linie der Erkenntnis durchdringt. Weiter benötigt er ein starkes Einfühlungsvermögen in experimentelle Situationen und ein Fingerspitzengefühl für die Größenordnungen der Effekte. Er muß stets darauf achten, der Gefahr zu entgehen, sich in unfruchtbare theoretische Spekulationen zu verlieren, damit er sich den Rückweg zur physikalischen Realität nicht versperrt.

Sollten bis zum 20. September 1973 bei uns keine Abbestellungen vorliegen, verlängern wir automatisch die Bestellungen für den folgenden Jahrgang.

Die Wiedersehensfreude war dementsprechend groß. Selbst der Chefredakteur war im guten Anzug und frisch rasiert erschienen.

Impi fand: Allein für diesen Anblick hatte sich die Reise gelohnt !

Prof. Dr. H. Müller
Stellvertreter des Direktors
für Erziehung und Ausbildung
der Sektion Chemie

Wie mich die Physik und eine zerrissene Archillessehne zur Quantenchemie brachten!

CHEMIE

Als ich 1958 den Lötkolben zur Seite legen konnte, weil 172 Widerstände, 137 Kondensatoren, 13 Induktivitäten, 5 Trafos und 34 Elektronenröhren mit einer beachtlichen Menge Schaltdraht und Lötzinn (vom Schweiß gar nicht zu sprechen!) zu einer Nachhallapparatur zusammengefügt waren, blieb gerade noch Zeit, im Rahmen dieser Diplomarbeit die Ultraschallabsorption in einer Reihe von Flüssigkeiten bei 800 kHz zu messen, aber leider keine Zeit mehr, die großen und interessanten Effekte in den Absorptionskennlinien binärer und ternärer Systeme zu interpretieren.

Teile des Werkzeugs, welches man dazu benötigt hätte, hatte ich bereits damals in einem Oberseminar bei Herrn Prof. Dunken gesehen. Es war nicht nur die physikalische Chemie, die mich als Physikdiplomand anzog, sondern mich faszinierte die Persönlichkeit von Herrn Prof. Dunken, meinem späteren Lehrer und Doktorvater.

Die Suche danach, "was die Welt im innersten zusammenhält" nahm für mich bereits nach kurzer Zeit sehr konkrete Formen an. Durch ein Mißgeschick war Herr Prof. Dunken mit zerrissener Achillessehne für mehrere Wochen ans Bett gefesselt und benutzte diese Zeit zu einem intensiven Literaturstudium. Im Ergebnis dieser kreativen Phase schlug mir Herr Prof. Dunken vor, zum Zwecke der Dissertation Berechnungen physikalischer Eigenschaften bestimmter Moleküle im Zusammenhang mit dem Charakter der chemischen Bindung auf quantenchemischer Grundlage durchzuführen. Daß damit meine spätere Entwicklung entscheidend fixiert wurde, konnte ich natürlich damals noch nicht ahnen.

Seit dieser Zeit wurden 14 Jahrgänge von Chemiestudenten in Jena immatrikuliert. In diesen 14 Jahren hat sich in Jena und an anderen Universitäten der DDR eine entscheidende Entwicklung auf dem Gebiet der Quantenchemie vollzogen. Wichtige Stationen auf diesem Weg waren:

- die Modernisierung des Unterrichts in physikalischer Chemie durch Aufnahme der Quantenchemie von Atomen und Molekülen
- Durchführung von Diplom- und Doktorarbeiten auf dem Sektor der Quantenchemie
- Einrichtung periodischer Arbeitstagungen über Probleme der Quantenchemie im DDR - Rahmen durch die Friedrich - Schiller - Universität Jena
- Gründung eines "Spezialstudienganges in Theoretischer Chemie" für etwa 5 - 10 Studenten pro Jahrgang an unserer Sektion Chemie.

Alle diese für die Entwicklung der Quantenchemie in Jena und im DDR - Rahmen entscheidenden Impulse verdanken wir der großen Initiative und dem Weitblick von Herrn Prof. Dunken.

Die dritte Hochschulreform, die unter anderem eine grundlegende Umgestaltung der Ausbildungsdokumente auch im Fach Chemie mit sich brachte, nämlich ein 2 - jähriges Grundstudium und daran anschließend ein 2 - jähriges Fachstudium mit den drei Fachstudienrichtungen

- Synthesechemie
- Theoretische Chemie
- Verfahrenschemie,

fand uns in Jena sehr gut vorbereitet bezüglich der neuen Ausbildung in Theoretischer Chemie. Wir haben zusammen mit den Chemiesektionen anderer Universitäten den neuen Fachstudienplan "Theoretische Chemie" erarbeitet und befinden uns zur Zeit in der Präzisierungsphase der Ausbildungsdokumente. Seit Beginn der 3. Hochschulreform bilden wir in Jena rund 30 % unserer Studenten im Fachstudium "Theoretische Chemie" aus und 70 % im Fachstudium "Synthesechemie".

Der Absolvent der Fachstudienrichtung "Theoretische Chemie" ist heute der moderne Physikochemiker, ein Chemiker also, der mit den grundlegenden Theorien der Chemie vertraut und meßmethodisch orientiert ist.

Als Chemiestudent der Friedrich - Schiller - Universität steht man spätestens am Ende des zweiten Studienjahres vor der Alternative, die Fachstudienrichtung "Theoretische Chemie" oder "Synthesechemie" zu wählen. Ich halte es für durchaus möglich und opportun, daß man bereits in seiner Oberschulzeit über eine solche Entscheidung nachdenkt. Es gibt heute hinreichende Möglichkeiten, bereits auf dieser Stufe eine Entscheidungsfindung vorzubereiten bzw. zu erleichtern.

All denjenigen gesellschaftlich engagierten Abiturienten, die von der Chemie begeistert sind, und die Frage nach dem "Warum" beantwortet wissen wollen, aber gleichzeitig auch Interesse an Mathematik und Physik besitzen, sind an der Sektion Chemie, Fachstudienrichtung "Theoretische Chemie" der FSU Jena, herzlich willkommene Studenten. Der Weg zur Quantenchemie ist heute nach der 3. Hochschulreform wesentlich einfacher geworden.

An alle Abonnenten!
An alle Abonnenten!
An alle Abonnenten!

Von den vorangegangenen Jahrgängen sind noch Einzelhefte erhältlich. Da wir keinen geschlossenen Jahrgang abgeben können

- einmaliger Sonderpreis 0,10 M pro Heft -

Schickt uns umgehend Eure Wunschlisten ! Es lohnt sich. Auch die vorangegangenen Jahrgänge waren interessant.

Prof. Klotz
Sektion Chemie

Als Botaniker in Ost-Himalaja

Der Ost-Himalaja ist wegen seines unermeßlichen Artenreichtums (vor allem Orchideen und Farne) bei allen Botanikern bekannt. Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts führten zahlreiche Expeditionen und Sammelreisen in dieses Gebiet, und alle Teilnehmer an diesen Untersuchungen waren tief beeindruckt von der Vielfalt der dort vorkommenden epiphytischen Orchideen, Farne und Moose, von der Schönheit der blühenden Rhododendron-Wälder und von der wildromantischen Gebirgslandschaft.

Im Mai/Juni 1963 hatte ich als Research-Scholar des Botanical Survey of India Gelegenheit, die reiche Flora und Vegetation des Ost-Himalaja persönlich kennenzulernen. Obwohl seitdem fast 10 Jahre vergangen sind, haben die Erinnerungen an Begegnungen an Pflanzen, Tieren und Menschen, an die Moosregenwälder, Tee-Plantagen, Rhododendronwälder, an die vergletscherten Zentralketten des Himalaja, den 8585 m hohen Kanceenjunga, aber auch an die schweren Monsunregenfälle und die kräftezehrenden Exkursionen in über 3 500 m Höhe nichts von ihrer unmittelbaren Nähe eingebüßt. Es ist schwierig, aus der Fülle der Erlebnisse wenige hervorzuheben; einige erscheinen mir aber doch besonders erwähnenswert:

- Das Auffinden einer epiphytischen Orchidee, Dorites taenialis mit bandförmigen, chlorophyllhaltigen, assimilierenden Wurzeln, stark reduzierten Blättern und rosenrot gefärbten Blüten.
- Mein erstes Zuzammentreffen mit Hartfarnen, von denen ich 5 verschiedene (Hymenophyllum-Arten) an einem nordexponierten, überhängenden feuchten Felsen fand. Hartfarne haben eine sehr dünne und zarte Blattspreite, die nur aus

einer Zellschicht besteht. Sie kommen nur an schattigen, sehr luftfeuchten Standorten vor.

- Die Begenung mit der Kobra-Planze, einem Aronstabgewächs mit einem Hochblatt, das an den Kopf und den stark verbreiterten Hals der indischen Brillenschlange erinnert. Ich fand diese merkwürdige Pflanze mehrfach zwischen 3 400 m und 3 600 m Höhe in Gebüschen.
- Die Entdeckung von 3 neuen Cotoneaster-Arten, die nur im Ost-Himalaja vorkommen.

  Schließlich möchte ich auch die Unterhaltung mit einem ausgewachsenen Rhesus-Affenmännchen über eine Distanz von 10 m erwähnen und eine sehr langwierige "Diskussion" mit einem etwa 80 cm großen Hund, den ich rassenmäßig nicht einordnen konnte, der mich über eine halbe Stunde am Passieren eines schmalen Felsweges hinderte. Es ist mir bis heute nicht klar geworden, was diesen Hund so gegen mich aufgebracht hatte, ob er sich bedrängt fühlte oder ob er das Räucherfleisch in meiner Umhängetasche bemerkt hatte.

Wenn ich heute in meinen Vorlesungen über Moose, Farne, Orchideen oder Alpenrosen, über Regenwälder, Krummholz, Epiphyten oder Lianen, über die Nutzung natürlicher Ressourcen, die Notwendigkeit des Naturschutzes oder die heute mit hohem Tempo erfolgende Veränderung des Pflanzenkleides der Erde durch den Menschen spreche, dann kann ich häufig auf persönliche Erfahrungen, vor allem solche, die auf Exkursionen und Studienreisen gesammelt wurden, zurückgreifen. Dabei spielen die Erfahrungen und Erlebnisse aus dem Ost-Himalaja immer eine hervorragende Rolle.

Untersuchungen zweier amerikanischer Ärzte an Münzen und Banknoten ergaben folgendes:
13 % der Geldstücke und 42 % des Papiergeldes trugen potentielle Krankheitserreger. Je geringer der Wert der Münzen und Scheine war, desto mehr Kranheitserreger besaßen sie.

R. Dennstedt
Forschungsstudent
Sektion Chemie

Chromatografische Methoden (Teil 2)

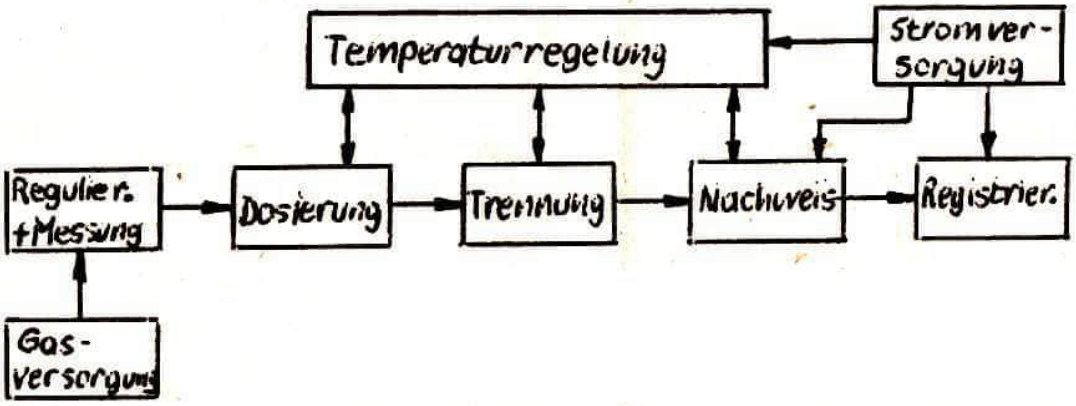
Nachdem im ersten Teil des Artikels allgemeine Grundlagen der Chromatographie abgehandelt wurden, soll nun mit der Gaschromatographie eine Methode näher vorgestellt werden, die heute zu den leistungsfähigsten Verfahren der qualitativen und quantitativen Stoffbestimmung zählt.

Nach den bei der Trennung stattfindenden Grundprozessen kann man die Gaschromatographie in Adsorptions- und Verteilungschromatographie unterteilen. Bei der Adsorption erfolgt eine Wechselwirkung zwischen der festen stationären Phase und der gasförmigen Mischung, die aus einer mobilen Phase und der Substanz besteht. Bei der Verteilungschromatographie erfolgt eine Wechselwirkung zwischen der Gasphase und der auf einem Träger aufgebrachten flüssigen Phase. Deshalb werden die Gas-Adsorptions- und die Gas-Verteilungschromatographie auch noch als Gas-Fest-Chromatographie (Gas-Solid-Chromatography, GSC) und als Gas-Flüssig-Chromatographie (Gas-Liquid-Chromatography) bezeichnet. Da es heute mehr Möglichkeiten gibt, durch entsprechende Wahl einer Trennflüssigkeit ein vorgegebenes Trennproblem zu lösen, kommt der Gas-Flüssig-Chromatographie eine größere Bedeutung zu. Gaschromatographisch bestimmbar sind alle Substanzgemische, die sich bei der Arbeitstemperatur des Gaschromatographen unzersetzt und in ausreichender Menge verdampfen lassen und für deren Trennung eine geeignete feste oder flüssige Trennsubstanz gefunden wurde.

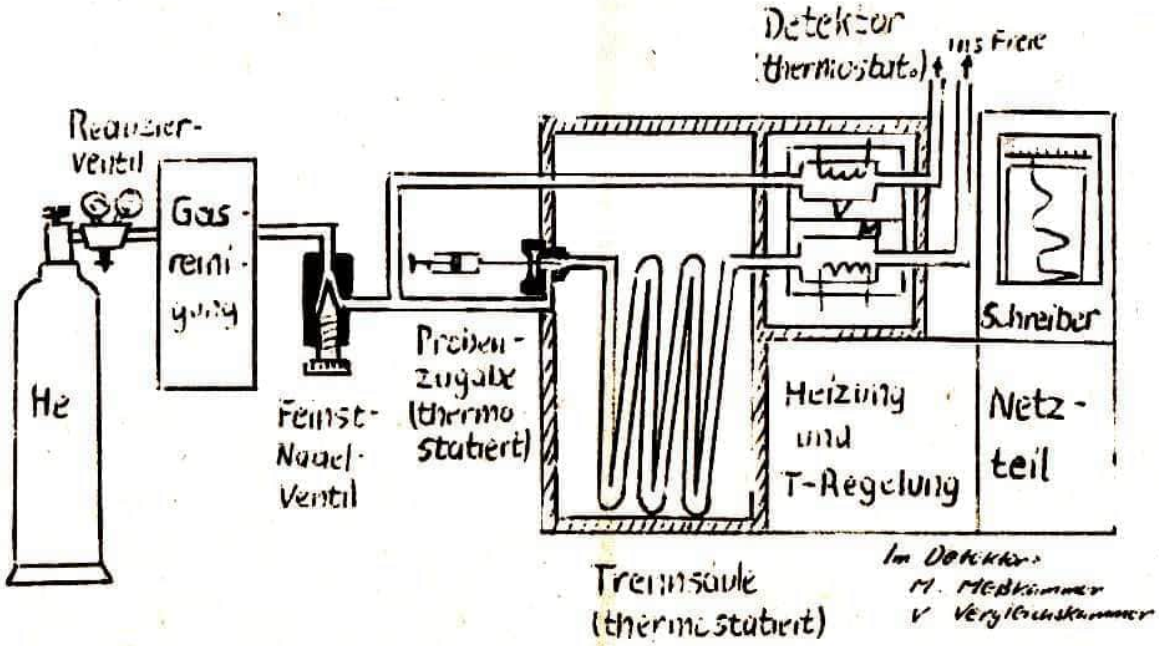
In Laufe unseres 5 jährigen Bestehens haben wir etwa 50 000 g Post erhalten.

Aufbau und Wirkungsweise einer gaschromatographischen Anlage

Der grundsätzliche Aufbau einer gaschromatographischen Apparatur soll durch folgendes Blockschaltbild und eine Prinzipskizze erläutert werden.



Blockschaltbild einer gaschromatographischen Anlage



Aufbau einer gaschromatographischen Anlage (Prinzipskizze)

Das Arbeitsgas der Gaschromatographie (Trägergas) wird meist einer Stahlbombe entnommen. Seine Auswahl richtet sich nach dem eingesetzten Detektor, der Temperatur, bei der die Trennung durchgeführt wird, den physikalischen und den chemischen Eigenschaften des Gases, der Säulenfüllung und der zu trennenden Substanz. Häufig eingesetzte Gase sind H_2, He, (Ar, N_2). Das Gas muß ausreichend rein sein,

seine Strömungsgeschwindigkeit muß gut regulierbar und über längere Zeit konstantzuhalten sein. Zu letzterem Zwecke dient das sich an die Gasversorgung und Reinigung anschließende Meß- und Reguliersystem für die Trägergasgeschwindigkeit. Vor dieser Regulierung, die meist durch Feinstnadelventile erfolgt, muß das Gas auf die erforderliche Reinheit gebracht werden. Dazu dienen Trockenmittel (P_2O_5, KOH), Kontakte (Cu, Pd, Ni) oder (und) Molekularsiebe. Zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit dient meist ein Seifenblasenströmungsmesser.

Das gereinigte Trägergas strömt nun in das beheizte und thermostatierte Dosiersystem. Das ist im einfachsten Falle eine Kammer mit möglichst kleinem Volumen, die nach außen durch eine Silikongummischeibe abgedichtet wird. Sie wird vom Trägergas durchströmt und muß eine Temperatur aufweisen, die etwas höher liegt als der höchste Siedepunkt der zu trennenden Probenkomponenten. Die Probenzugabe erfolgt zumeist mit einer speziellen Injektionsspritze durch Durchstechen der Silikongummischeibe und schnelles Injizieren der Probe in den Gasstrom, der die Probe sofort in die Trennsäule spült, wo der Adsorptions- oder Verteilungsvorgang beginnt und die Trennung der Komponenten vollzogen wird. Das Grundprinzip der Trennung wurde bereits im ersten Teil des Artikels beschrieben, so daß an dieser Stelle einige Ausführungen zur Trennsäule gemacht werden können.

Sie ist das Herz eines jeden Gaschromatographen und befindet sich in einem thermostatierbaren Raum. Als Säulenmaterial kommen inerte Werkstoffe wie V4A-Stahl, Quarz, Glas, Polytetrafluoräthylen und andere zum Einsatz. In der Praxis unterscheidet man gefüllte Säulen, die bei einem Durchmesser von 3 bis 6 mm Längen von 0,5 bis 20 m haben, von den Kapillarsäulen, die bei Durchmessern von 0,2 bis 0,5 mm 20 bis 250 m lang sind und in denen die Trennflüssigkeit nur auf der Säuleninnenwand aufgebracht ist. Für die GSC ist die Säulenfüllung ein Festkörper von 0,3 bis 0,5 mm Korngröße (z.B. Al_2O_3, SiO_2, Aktivkohle, Molekularsieb).

Bei der GLC besteht die Säulenfüllung aus einem bereits gekörnten Trägermaterial, auf das die Trennflüssigkeit als dünner Film in einer Konzentration von 0,5 bis 40 Gewichtsprozent aufgebracht wurde. Das Trägermaterial darf nicht zu aktiv sein, muß eine große Oberfläche haben, thermisch und mechanisch stabil sein, einen großen Anteil an Poren von einem bestimmten Durchmesser aufweisen und eine Korngröße von 0,15 bis 0,5 mm besitzen. Als solche Materialien haben sich Tonerde, Kieselgur, Silicagel und Polytetrafluoräthylen bewährt. Die Trennflüssigkeit, die durch Lösungsmittelverdunsten auf den Träger aufgebracht wird, wird nach ihrer Trennfähigkeit für das vorliegende Problem ausgewählt. Sie muß thermisch stabil sein und darf keinen zu hohen Dampfdruck haben. Die Zahl der heute bekannten Trennflüssigkeiten ist sehr hoch. Als Beispiele seien nur genannt: Nujol, Polyäthylenglykol, Dinonphthalat, Silikonöle.

Die nach dem Verlassen der Säule getrennten Komponenten werden nun vom Trägergasstrom in den Detektor gespült. Die am häufigsten eingesetzten Detektoren sind der Wärmeleitfähigkeitsdetektor (WLD) und der Flammenionosationsdetektor (FID).

Im WLD befinden sich in zwei Kammern je ein elektrisch geheizter Draht, der gegenüber dem Kammerblock eine Übertemperatur aufweist. Das hindurchströmende Gas leitet Wärme ab und führt so zu einer Änderung der Drahttemperatur, die eine Änderung des elektrischen Widerstandes des Drahtes zur Folge hat, der messend verfolgt werden kann.

Im FID wird das Trägergas-Substanz-Gemisch in eine kleine Knallgasflamme geleitet, die in einem elektrischen Feld brennt. Enthält das Trägergas eine organische Komponente, so erzeugt die Flamme bei deren Verbrennung zusätzlich Ionen, die im elektrischen Feld zwischen der negativen Brennerdüse und der positiven Ring- oder Plattenanode einen Ionenstrom erzeugen, der über einen Arbeitswiderstand abgeleitet wird und so zu einem Spannungsabfall

führt, der nach Verstärkung zur Anzeige gelangt. Der FID ist allerdings nur zum Nachweis kohlenstoffhaltiger Verbindungen geeignet, besitzt aber dafür eine hohe Empfindlichkeit.

Die im Detektor erzeugten Signale werden meist auf einen Kompensationsbandschreiber gegeben und so als Funktion der Zeit aufgezeichnet. Die erhaltenen Chromatogramme weisen sogenannte Peaks (Berge) auf, deren Entfernung vom Zeitpunkt der Dosierung eine stoffspezifische Größe ist und deren Fläche ein Maß für die Konzentration darstellt. Auf diese Art und Weise ist es möglich, ein Chromatogramm qualitativ und quantitativ auszuwerten. In modernen Gaschromatographen erfolgt diese Auswertung elektronisch. Die ermittelten Ergebnisse werden als Ziffern ausgedruckt.

CHEMIE

G. Hüller
Sektion Chemie

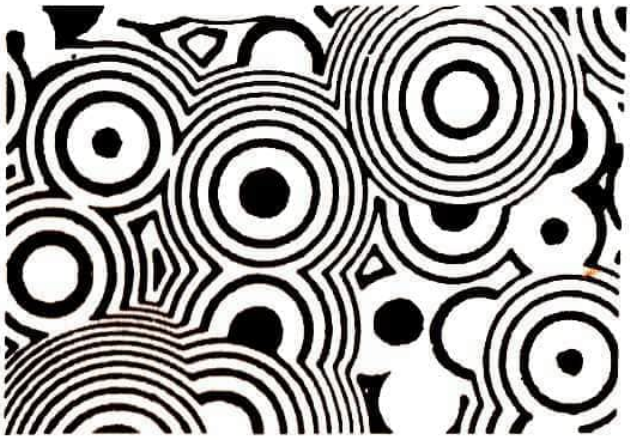
Anwendung radioaktiver Isotope in der Chemie (Teil 2)

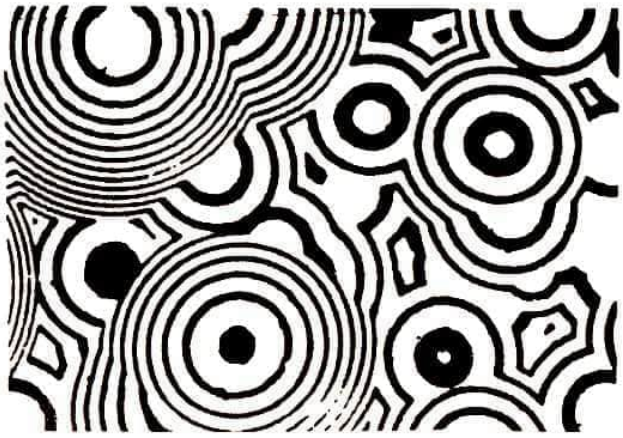
2. Aktivierungsanalyse

Neben der Anwendung radioaktiver Isotope zur Aufklärung von Reaktionsmechanismen soll hier noch ein analytisches Verfahren vorgestellt werden, das die Radioaktivität bestimmter Isotope zum Elementnachweis ausnutzt. Dieses Verfahren besitzt die Besonderheit, daß das interessierende Element nicht in Form eines radioaktiven Isotops in der entsprechenden Verbindung (oder Mineral o. a.) vorkommt, sondern daß es erst in ein radioaktives überführt ("aktiviert") werden muß. Dies ist bei einer Reihe von Elementen durch Bestrahlung mit Protonen, Neutronen, α-Teilchen oder

γ-Quanten möglich. Daher wird dieses Verfahren auch als Aktivierungsanalyse bezeichnet.
Durchgeführt wird die Analyse, indem man die Probe bestrahlt -"aktiviert" - und anschließend ihre Radioaktivität mißt. (Besteht die Möglichkeit, daß mehrere Elemente zugleich aktiviert werden, so muß die Strahlung analysiert und auch die Halbwertszeit bestimmt werden, um zu erfahren, welche radioaktiven Isotope entstanden sind.)
Da es möglich ist, bereits einzelne Quanten radioaktiver Strahlung nachzuweisen, handelt es sich hier um ein sehr empfindliches Analysenverfahren, mit dem bereits sehr kleine Spuren eines aktivierten Elementes nachgewiesen werden können. In der Tat ist es möglich, bereits einen Gehalt von etwa 10^{-7}% nachzuweisen.
Entsprechend dieser großen Empfindlichkeit wird dieses Verfahren vorzugsweise auch dort eingesetzt, wo es auf höchste Reinheit ankommt. Das ist z. B. bei der Verwendung des Germaniums als Halbleiter der Fall: Soll es ein n-Leiter sein, so muß es mit einem Element der 5. Hauptgruppe - etwa Antimon oder Arsen - dotiert werden. Diese Beimengungen müssen aber außerordentlich klein sein. Um nun diese Zusätze analytisch erfassen zu können, wird die Aktivierungsanalyse eingesetzt. Sowohl Antimon als auch Arsen lassen sich durch Beschuß mit langsamen Neutronen aktivieren, während Germanium unverändert inaktiv bleibt, so daß mit Hilfe der Intensität der abgegebenen radioaktiven Strahlung der Gehalt an Arsen bzw. Antimon bestimmt werden kann.
Neben solchen wichtigen Anwendungen ist es allerdings auch möglich, völlig anders geartete Fragen zu klären wie etwa die, ob Napoleon eines natürlichen Todes gestorben ist oder ermordet wurde: Laut ärztlichem Bericht soll nach sechsmonatiger Krankheit der Tod eingestreten sein. Ursache: Magenkrebs.
Einige Zeitgenossen behaupteten jedoch, er sei ermordet worden. Vor einiger Zeit konnte das Rätsel mit Hilfe der Aktivierungsanalyse geklärt werden. Da der Tod nach sechs-

monatiger Krankheit eintrat, konnte es sich im Falle einer Ermordung nur um eine allmähliche Vergiftung handeln. Arsen ist ein Gift, daß sich im Körper anreichert und bei Verabreichung kleiner Dosen ein dem Magenkrebs ähnliches Krankheitsbild hervorruft. Da sich Arsen im Körper in Haaren und Nägeln ansammelt, untersuchte man einige Härchen eines Haarbüschels Napoleons, das in einem Museum aufbewahrt wurde, mit Hilfe der Aktivierungsanalyse und fand 13 mal mehr Arsen als gemeinhin in den Haaren zu finden ist. Zudem war es ungleichmäßig über die Länge der Haare verteilt. Damit war erwiesen, daß Napoleon durch Verabfolgung kleiner Dosen Arsen vergiftet worden war.
Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die in diesen beiden Artikeln angesprochenen Anwendungen radioaktiver Isotope beileibe nicht die einzigen sind, aber sie sind - wie die beiden Artikel zeigen - sowohl vom Prinzip als auch von der Problemstellung her sehr heterogen, so daß zwei weitere Anwendungsbereiche nur genannt werden sollen:
Es handelt sich einmal um den Einsatz radioaktiver Isotope als Strahlungsquelle, um in Analogie zur Photochemie den Einfluß der gegenüber dem Licht energiereicheren radioaktiven Strahlung auf den Ablauf chemischer Reaktionen zu untersuchen. (Zur Photochemie vgl. Interview mit Professor Paetzold, das in einem der nächsten Hefte erscheinen wird). Zum anderen beruht die bereits im vorigen Jahrgang beschriebene Mößbauer-Spektroskopie ebenfalls auf dem Einsatz radioaktiver Isotope.





BLÜTEN EINES PROFESSORS

ich habe mit einer 1 vorbeigeschossen

ertladet ihnen das nicht ein Lächeln ?

wenn ich jetzt weiter dividiere, komme ich in die Brüche

die Null wird überhupft

was geschieht mit dem X ? Husch, husch, weg war's

man kann den cos auf den sin hindressieren

es ist eine Sache der Kaltblütigkeit, das dann zu rechnen

irgend ein Vorzeichen habe ich jetzt verschluckt

der Nenner ist so kräftig, daß er den Zähler in die Knie zwingt

die Nullstellen springen einen in's Auge

die Wurzel weg, plauz, da ist die Wurzel weg

wie kriege ich allerdings in diesem Quadranten die Kurve kann sich wie wild berechnen

ich erinnere sie an die Formel, die ich hier abgewischt habe

ich substituiere zurück, ich rucksubstituiere

das ist ja alles kalter Kaffee

ich hoffe, daß ich offene Turen einrenne

was ruft uns so ein Integral entgegen ? Ich bin was vom Typ 1

Wir wünschen allen Lesern erholsame und freudige Ferien.