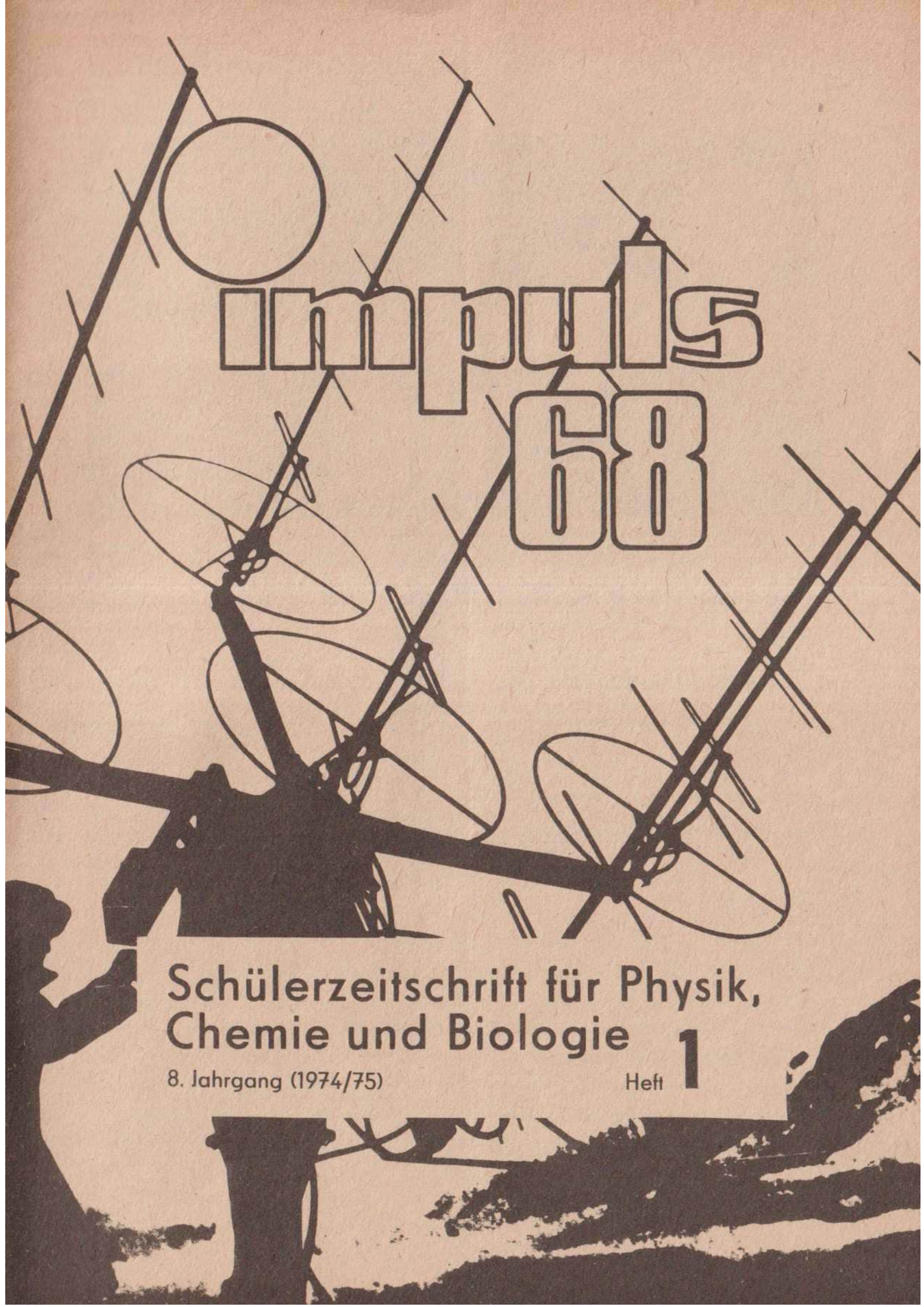




impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

Heft

1

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähmig	Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch
Fedaktion: G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
W. Hild (Gestaltung)	L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
	Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M. Jahresabonnement 4,- M.

INHALT:

Liebe Leser	3
Was ist Oberflächenchemie und welche technische Bedeutung hat sie?	5
URANIA-Vortragsthemen	11
Probleme der Regulation der Zellteilung in Geweben (1)	15
Der Nutzen der Raumfahrt (1)	22
Energiequellen der Zukunft (1)	26
Erbkrankheiten beim Menschen (1)	30

iehe eser

Das erste Heft des 8. Jahrganges steht ganz im Zeichen des 25. Jahrestages der Gründung der DDR. Wir alle können rückschauend stolz auf die Entwicklung seit dem denkwürdigen 7. Oktober 1949 sein. So, wie allerorts in der Republik in diesen Tagen Bilanz gezogen wird, wollen wir es für und mit "impuls 68" tun. Wir glauben, im Rahmen unserer Möglichkeiten auch mit dazu beigetragen zu haben, daß die Bilanz positiv ausfällt. Das beweisen uns zahlreiche kritische und dadurch helfende Leserbriefe. Jedoch sind wir mit unserer Arbeit noch längst nicht zufrieden. Insbesondere gilt es für den neuen Jahrgang die Regelmäßigkeit des Erscheinens zu sichern. Auch was den Inhalt, die Aussagekraft und das Niveau der Artikel betrifft, gibt es sicherlich noch einiges zu verbessern.

Alle neu hinzugekommenen Leser möchten wir daran erinnern, daß "impuls 68" keine populärwissenschaftliche Zeitschrift sein will und sein kann. Wir wollen in erster Linie zur Vertiefung und Erweiterung des in der Schule erworbenen naturwissenschaftlichen Wissens beitragen. Das ist unser Hauptanliegen und unser gesellschaftlicher Auftrag. Insofern kann man viele Artikel nicht nur lesen, sondern muß sie sich erarbeiten. - Auch hier gilt: "Ohne Fleiß kein Preis."

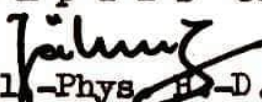
Dieses Vorwort kann nicht als Laudatio auf eine 25-jährige erfolgreiche Entwicklung verstanden werden. Das ist bereits an anderer Stelle, wir erinnern hier nur an das 12. Plenum, wesentlich eindrucksvoller geschehen. Wir können aber sicherlich sagen, daß wir die uns vor nunmehr fast sieben Jahren selbstgestellte Aufgabe, die Vermittlung eines materialistischen Weltbildes auf der Grundlage modernster naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für einen weitgefächerten

Leserkreis, bisher gut gelöst haben. Aber auch andere Einrichtungen in unserer Republik verfolgen analoge Ziele. Insbesondere betrifft das die "URANIA", die bereits ihr 20-jähriges Bestehen im Juni diesen Jahres feiern konnte.

Das vorliegende Heft ist eine Gemeinschaftsarbeit der Redaktion "impuls 68" und der Hochschulgruppe der "URANIA" an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Die Beiträge aus den Gebieten Physik/Technik, Biologie/Medizin, Astronomie und Chemie sind nur eine kleine Auswahl aus den Möglichkeiten der angebotenen Vortragsthemen. Die Hochschulgruppe der "URANIA" wendet sich insbesondere mit dem Themenangebot an Schüler. Somit wollen wir also mit dem ersten Heft des 8. Jahrganges von "impuls 68" zwei Geburtstage auf unsere Art begehen, indem wir im Leser das weitere Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen unter konkretem gesellschaftlichen Bezug wecken wollen. Wir würden uns selbst das schönste Geburtstagsgeschenk bereiten, wenn der Leser voller Ungeduld das nächste Heft von "impuls 68" erwartet und es durch unsere Hilfe gelingt, ein noch engeres Verhältnis zur "URANIA" zu schaffen.

In diesem Sinne wünschen wir all unseren Lesern einen erfolgreichen Verlauf des Schuljahres 1974/75 sowie weitere persönliche Erfolge!

" i m p u l s 68 "


Dipl.-Phys. H.-D. Jähni
Chefredakteur




Achtung Leser!

Aufgrund der verspäteten Auslieferung des Heftes 10 des vorigen Jahrganges möchten wir den Einsendetermin für Leserartikel auf den 30. November 1974 verlängern.

Die Oberflächenchemie beschäftigt sich im Gegensatz zur üblichen Chemie, zur Chemie in der Volumenphase ("Volumenchemie") mit chemischen Reaktionen und Erscheinungen an der Grenzfläche von Festkörpern. Alle Besonderheiten dieses Zweiges der Chemie leiten sich davon ab, daß sich vielfältige Reaktionen und Wechselwirkungen unmittelbar an den Grenzflächen des Festkörpers zur Gasphase, zur Flüssigkeitsphase oder zur Phase eines anderen Festkörpers vollziehen.

Eine der typischsten Erscheinungen der Oberflächenchemie ist die Adsorption. Eine Adsorption erfolgt immer dann, wenn Gase oder Flüssigkeiten bzw. Lösungen einen Festkörper berühren. Der Adsorptionsvorgang ist durch eine Anreicherung des Gases oder der Flüssigkeiten unmittelbar an der Grenzfläche charakterisiert (Bild 1). In der Oberflächenchemie ist es üblich, den Festkörper als Adsorbens, das zu adsorbierende Gas oder die Flüssigkeit als Adsorptiv, das adsorbierte Molekül als Adsorpt und die aus einem Atom der Festkörperoberfläche und dem Adsorpt gebildete chemische Verbindung als Adsorbat zu bezeichnen.

Die Adsorption pro Gramm Festkörper ist normalerweise umso größer, je feinverteilter, je disperser der Festkörper ist. Ein Maß für die Dispersität und auch die Porosität eines Festkörpers ist die spezifische Oberflächengröße, die angibt, welche Gesamtoberfläche ein Gramm des Festkörpers besitzt. Die spezifische Oberflächengröße von Festkörpern schwankt zwischen einigen cm^2/g und einigen Tausend m^2/g . Ein einfaches Gedankenexperiment verdeutlicht uns den Zusammenhang zwischen spezifischer Oberflächengröße und Partikelgröße

eines Festkörpers. Ein Würfel aus Quarzglas von 1 cm Kantenlänge besitzt eine Oberfläche von 6 cm^2 und unter Berücksichtigung der Dichte ($\rho = 2,2 \text{ g/cm}^3$) eine spezifische Oberfläche von $2,727 \text{ cm}^2/\text{g}$. Zerteilt man diesen kompakten Quarzglaswürfel in immer kleinere Würfelchen, so nimmt die spezifische Oberflächengröße in Abhängigkeit von der Kantenlänge der Würfelchen wie folgt zu:

Tabelle: Abhängigkeit der spezifischen Oberflächengröße von der Würfelkantenlänge

Kantenlänge der Würfel in cm	spez. Oberflächengröße in cm^2/g
1,000 000 0	2,727
0,100 000 0	27,27
0,010 000 0	272,7
0,001 000 0	2727,2
0,000 100 0	27272,7
0,000 010 0	272727,2
0,000 001 0	2727272,7
0,000 000 1	27272727,2

Aus dieser Tabelle kann man entnehmen, daß ein disperses Siliziumdioxid mit einer Partikelgröße von 100 Å ($= 0,000 001 \text{ cm}$) etwa eine spezifische Oberflächengröße von $270 \text{ m}^2/\text{g}$ hat. Man verdeutlicht sich, ein Gramm dieses Stoffes besitzt eine Oberfläche von 270 m^2 ! Da auf 100 Å^2 ($1 \text{ Å}^2 = 10^{-20} \text{ m}^2$) einer aktiven Oberfläche bis zu 6 Moleküle eines Gases adsorbiert werden können, ergibt sich daraus, daß unser disperses Siliziumdioxid pro Gramm bei Monoschichtbedeckung z.B. $0,0763 \text{ g N}_2$, das sind unter Normalbedingungen 61 ml , adsorbiert. Die Größe der Adsorption in Abhängigkeit vom Gasdruck oder in Abhängigkeit von der Konzentration einer Lösung wird durch die Adsorptionsisotherme $a = f(p)_T$ beschrieben.

Durch die Erzeugung spezifischer aktiver Zentren auf dem Adsorbens oder durch die Konstruktion von Festkörpern mit Hohlräumen definierter Dimensionen (Zeolithe - Molekular-

sie) läßt sich die Adsorption verstärken oder im Falle von Adsorptivgemischen auch selektiv gestalten. Genaue Kenntnisse über die Kinetik und Energetik von Adsorptionsprozessen an speziellen Adsorbentien bilden die Grundlage für eine große Anzahl von Verfahren zur Stofftrennung, - anreicherung und - reinigung in der chemischen Praxis. Die charakteristische Lage des Ad- und Desorptionsgleichgewichtes verschiedener Adsorptive an einem Adsorbens ist die Voraussetzung für alle chromatographischen Trenn- und Analysenmethoden, wie z.B. die in der Praxis viel geübte Gaschromatographie. Wasch- und Flotationsverfahren sind praktische Anwendungen der Ad- und Desorptionsvorgänge an den Grenzflächen fest - flüssig.

Die vielfältigen Prozesse, die sich an der Grenzfläche eines Festkörpers abspielen, kann man in folgende Gruppen einteilen, nämlich die soeben beschriebene Adsorption, die Oberflächenreaktion, die Korrosion, die heterogene Katalyse und die Keimbildung bzw. Schichtbildung (siehe Bild 1, 2, 3, 4, 5). Während die Adsorption auf relativ schwachen chemischen Bindungen zwischen den Oberflächenatomen des Adsorbens und dem Adsorpt beruht und daher in den meisten Fällen reversibel zu gestalten ist, führen Oberflächenreaktionen zu stabilen Adsorbaten, wobei die ganze Vielfalt chemischer Bindungen auch an den Grenzflächen zu finden ist. Die gebildeten stabilen Oberflächenverbindungen führen zu charakteristischen Eigenschaftsänderungen der Oberflächen, z.B. werden die Oberflächen hydrophil, hydrophob, oleophil, antistatisch, adsorptionshemmend, korrosionshemmend oder erhalten veränderte optische oder elektrische Eigenschaften, und zu Veränderungen des Festkörpers selbst (Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, der elektrischen Eigenschaften usw.). Damit wird ersichtlich, daß gezielte Oberflächenreaktionen bei der Vergütung von Werkstoffen zur Verbesserung der mechanischen und Verarbeitungseigenschaften und zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit, bei der Realisierung optischer und elektronischer Bauelemente, bei der Erhöhung der Qualität und Neuauffindung von Verbundwerkstoffen in der Praxis eine außerordentlich große Rolle spielen.

Intensive Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet haben das Ziel, Relationen zwischen Oberflächenreaktionen, Struktur der Oberflächen und Eigenschaftsänderungen aufzufinden, um gezielt die Gebrauchswerteigenschaften von Werkstoffen und opto-elektronischen Bauelementen verbessern zu können.

Die Korrosion als oberflächenchemischer Prozeß (Bild 3) ist dadurch charakterisiert, daß sich das gebildete Adsorbat aus dem Verband des Festkörpers löst und damit fortschreitend das Kristallgitter des Festkörpers abgebaut und zer-

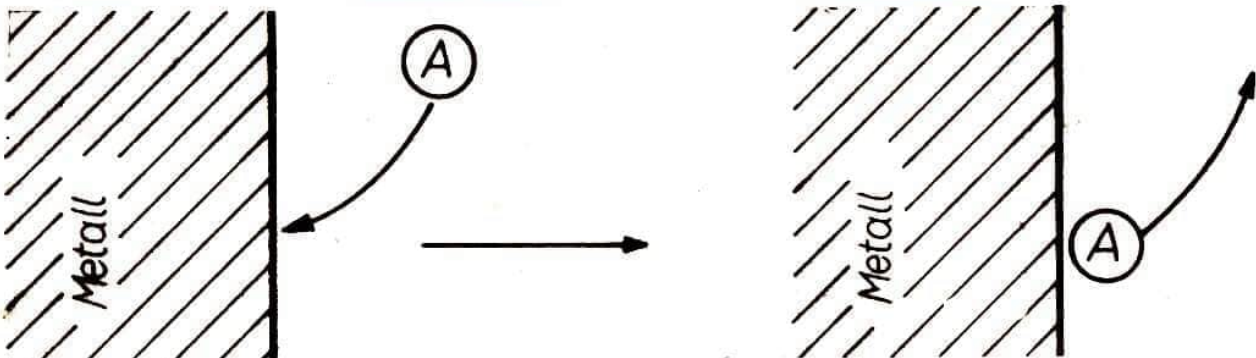


Abb. 1 Adsorption - Desorption

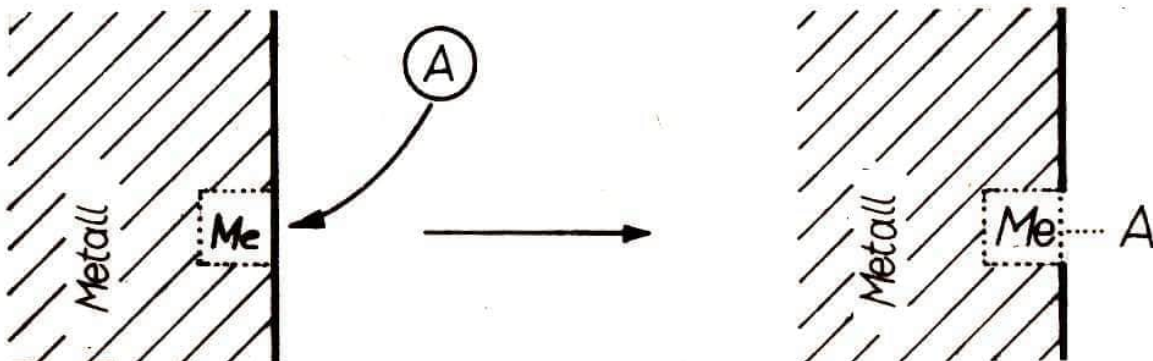


Abb. 2 Bildung einer Oberflächenverbindung

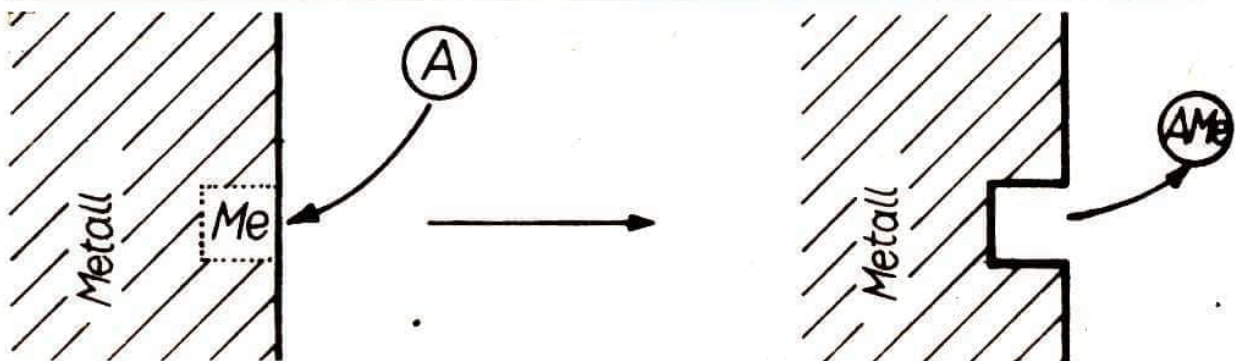
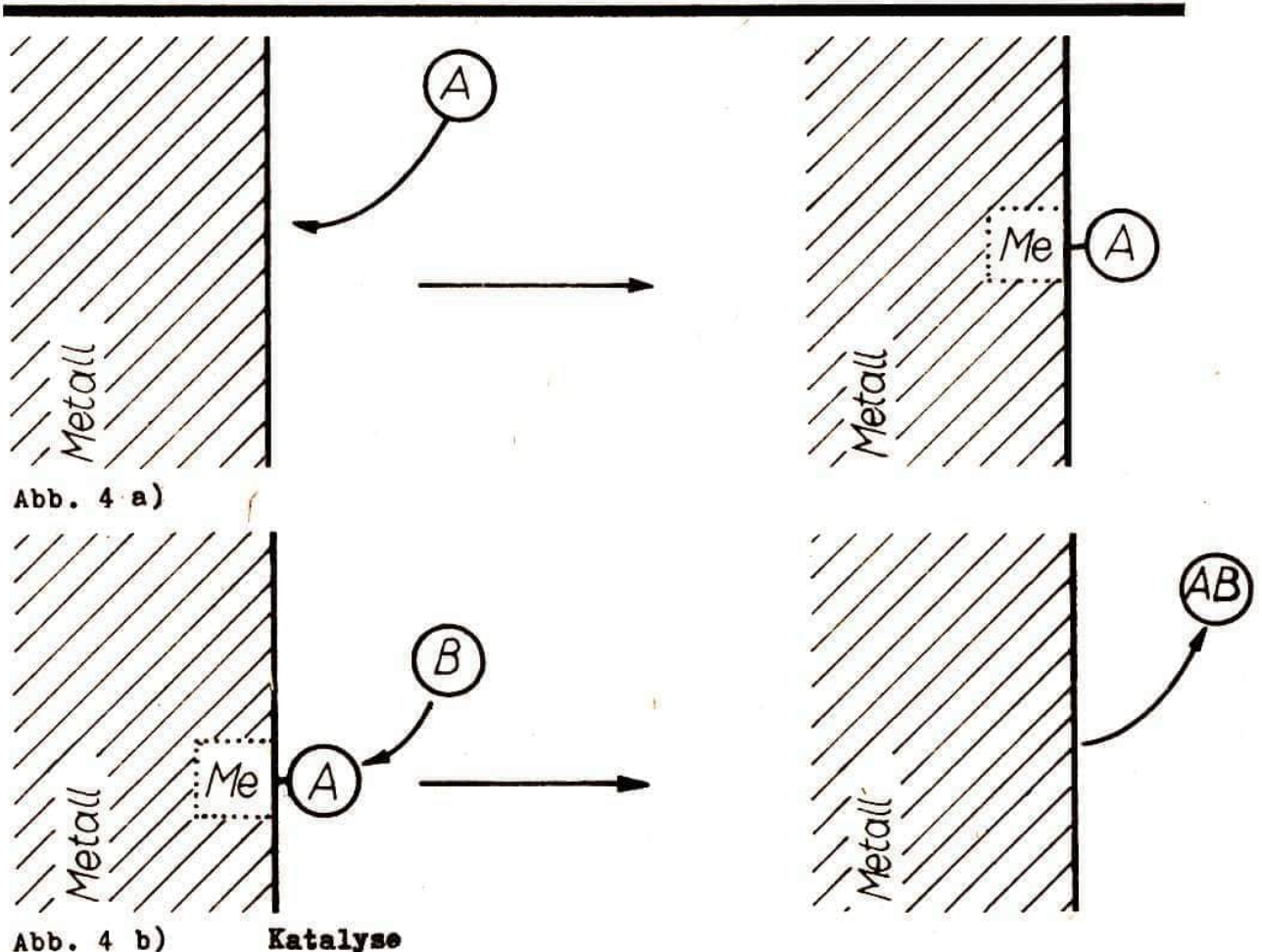


Abb. 3 Korrosion

stört wird. Korrosionserscheinungen treten an Grenzflächen fest-gas und fest-flüssig auf. Die bekannteste und zugleich die verlustreichste Korrosion ist die Metallkorrosion. Mit Hilfe oberflächenchemischer Verfahren (Erzeugung von Oberflächenverbindungen, Schutzschichten) werden korrosionsgefährdete Metalle, Plaste, Gläser wirkungsvoll geschützt.

Die heterogene Katalyse ist ein komplexer Oberflächenprozeß (Bild 4) , bei dem die Oberflächenatome des Festkörpers (aktive Zentren des Katalysators) eine kurzlebige Zwischenverbindung mit einem oder beiden Reaktanten bilden, damit die Aktivierungsenergie der Gesamtreaktion erniedrigen und als Folge die Geschwindigkeit der Reaktion entscheidend er-



(A) (B) Adsorptive

Me Zentrum einer Metalloberfläche

höhen. Die Kompliziertheit heterogen-katalytischer Prozesse ist daraus ersichtlich, daß wir seit zig Jahren bekannte und bewährte katalytische Reaktionen verwenden, deren Reaktionsmechanismen jedoch bis heute noch nicht endgültig aufgeklärt sind. Die fundamentale Bedeutung der Katalysatorforschung im Rahmen der Oberflächenchemie kommt darin zum Ausdruck, daß 80 % aller von der chemischen Industrie geschaffenen Werte durch katalytische Stoffwandlungsverfahren, also unter Mitwirkung von Katalysatoren, erzeugt werden.

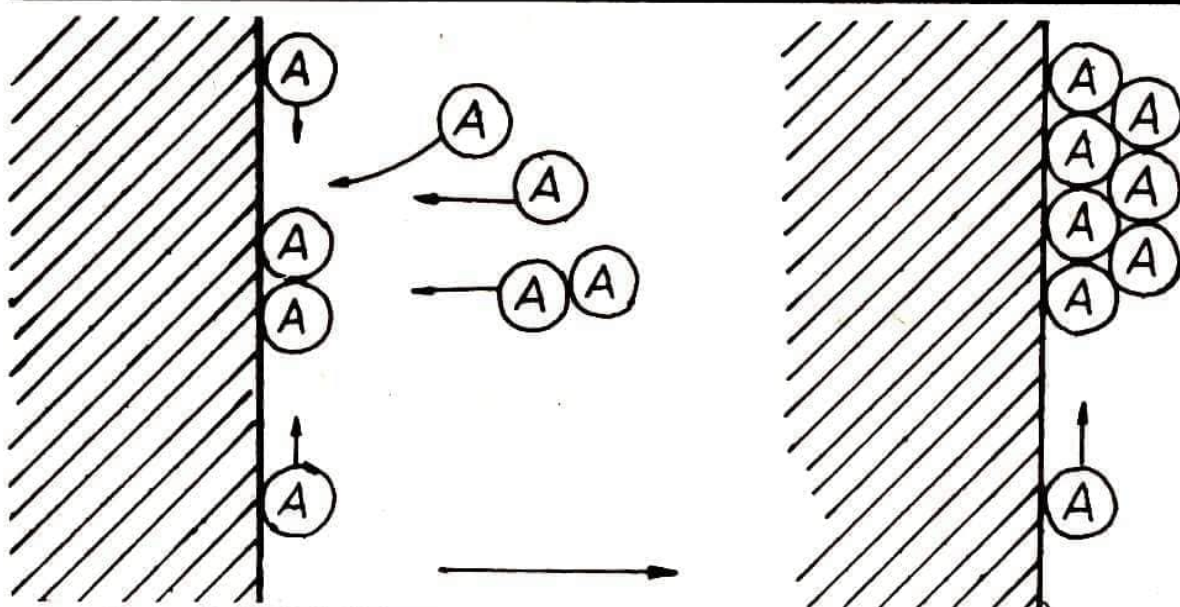


Abb. 5 Schichtbildung

Bei der Beschichtung von Festkörpern (Bild 5) nehmen die Oberflächeneigenschaften dieses Festkörpers (Unterlage) entscheidenden Einfluß auf die Keimbildung und alle folgenden Stadien der Schichtbildung. Der Verlauf des Schichtbildungsprozesses ist verantwortlich für die Struktur und die Eigenschaften der erzeugten Schicht (Struktur, Löcher, Haftfestigkeit usw.). Dünne Schichten haben als Träger bestimmter optischer und elektrischer Eigenschaften, zur Passivierung und als Korrosionsschutzschichten große Bedeutung für Wissenschaft und Technik. Besonders für die Industriezweige wissenschaftlicher Gerätebau und Elektronik ist die reproduzierbare Beherrschung von komplizierten Beschichtungsverfahren die Grundlage für die Produktion hochwertiger qualitätsgerechter Geräte.

Es konnten in diesem Rahmen nur einige wichtige Aspekte der Oberflächenchemie genannt und ihre technische Bedeutung angerissen werden. Bei einer Vielzahl von technischen Verfahren, z.B. der Zerkleinerungstechnik, der Werkstoffbearbeitung, der Klebetechnik, der Dispergierung von anorganischen Pulvern in Lacken und Farben, bei den elektrochemischen Vorgängen an Elektroden spielen oberflächenchemische Prozesse eine entscheidende Rolle.



Lieber Leser!

Dieses Heft entstand in Zusammenarbeit mit der Hochschulgruppe der URANIA. Das folgende Angebot an Vorträgen ist vorzugsweise für Oberschüler gedacht. Interessenten wenden sich bitte über ihre URANIA-Kreisorganisation oder



direkt an die Hochschulgruppe der URANIA der Friedrich-Schiller-Universität, 69 Jena, Goetheallee, Kollegin Taube, um weitere Fragen und Einzelheiten zu klären. Die Vorträge werden von Referenten der Universität gehalten. Auf Wunsch können im Rahmen der Möglichkeiten auch andere Themen gehalten werden.

Physik

- **Laser** - eine neue Lichtquelle mit ungeahnten Anwendungsmöglichkeiten?

Laser-Funktion und Aufbau, Eigenschaften und Anwendungen der Laserstrahlung in Wissenschaft, Technik und Medizin

- **Möglichkeiten der Energieerzeugung - gegenwärtig und in der Zukunft**
Wann kommt das "Atomzeitalter" ? Physikalische und technische Voraussetzungen für zukünftige Energieerzeugungs-, -übertragungs- und -speichermöglichkeiten
- **Probleme der Menschheit - Umweltschutz aus der Sicht der Physik**
Thermische Umweltverschmutzung, umweltfreundliche Energieerzeugung, wohin im Jahre 2000 mit der überflüssigen und überschüssigen Energie ? Saubere Atmosphäre
- **EDV, Computer, Informationen, "künstliche" Intelligenz?**
Einsatz von Computern in Wissenschaft und Technik, aktuelle Probleme der Kybernetik und Computertechnik
- **Was ist Physik heute? - interessante Probleme der gegenwärtigen Physik**
- **Physik und Weltanschauung - Welchen Beitrag leistete und leistet die Physik für eine materialistische Weltanschauung ?**
- **Physik und ihr Einfluß auf andere Wissenschaftsgebiete und die Technik**
Revolutionäre Entwicklungen und Entdeckungen auf interdisziplinären Gebieten

Chemie

Chemie - der Eingriff in die Elektronenhülle der Atome

- **Was ist Chemie ? (Abgrenzung gegenüber der Physik und Kernphysik)**
- **Welche experimentellen und theoretischen Möglichkeiten stehen dem Chemiker von heute zur Verfügung ?**

Die chemische Reaktion - Wirkprinzip aller stoffwandelnden Prozesse

- **Das Wesen der chemischen Reaktion**
- **Gibt es Möglichkeiten, Reaktionsabläufe zu berechnen ?**

Molekülspektren - "Fingerabdrücke" des Moleküls als wertvolle Hilfe für den praktischen Chemiker

- **Prinzipielle Möglichkeiten der Wechselwirkung von Stoffen mit**

elektromagnetischer Strahlung

- Was ist ein Molekülspektrum und welche Informationen gibt es dem Chemiker ?

Wie kann man chemische Reaktionen beschleunigen ?

- Wirkungsweise von Katalysatoren und ihre Bedeutung für die chemische Großindustrie
- Enzyme - biologische Katalysatoren als ideales Vorbild für die technische Katalyse und deren praktische Nutzung

Glas - schlagfest, elastisch, lötbar - ein Werkstoff und Baustoff mit Zukunft

- Was verstehen wir unter einem Glas ?
- Glas als Träger wertvoller mechanischer, optischer und elektronischer Eigenschaften

Was sind Brennstoffelemente und welche Zukunft haben sie ?

- Prinzip der Realisierung einer chemischen Reaktion in einem galvanischen Element
- Wird der durch Brennstoffzellen angetriebene Kraftwagen rentabel und damit das Abgasproblem beseitigt ?

Was ist Oberflächenchemie und wo liegt ihre technische Anwendung

- Was verstehen wir unter Adsorption ?
- Darstellung oberflächenchemischer Prozesse und ihre technischen Anwendungsgebiete

Glashalbleiter, ihre Eigenschaften und ihre Anwendung in Elektronik und Gerätebau

- Stoffliche und strukturelle Charakterisierung von Halbleitergläsern
- Anwendung und Einsatz von Halbleitergläsern - Entwicklungstendenzen

Astronomie

- Sinn und Nutzen der Weltraumfahrt - Investitionen für die Zukunft ?
- Wie leben und sterben Sterne ?

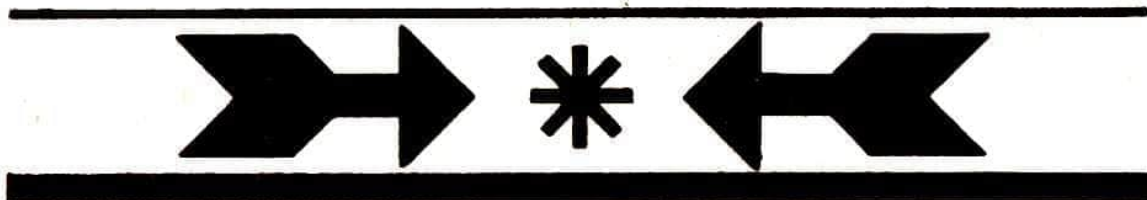
- Aufbau und Entwicklung des Planetensystems
- Entwicklung des Weltbildes von der Antike bis heute

Biologie

- Wie die Meerestiere das Festland eroberten
In den Urozeanen entstand vor Jahrmillionen das Leben. Obwohl die Weltmeere den größten Lebensraum bilden - ca. 70 % der Erdoberfläche wird vom Wasser bedeckt - haben die meisten Tiere im Verlaufe der Erdgeschichte das Meer verlassen und leben heute auf dem Lande. Auch in der Gegenwart findet noch eine Landtierwerdung statt.
Im Vortrag werden an Hand zahlreicher Lichtbilder die Hintergründe dieser Festlandseroberung analysiert, und es wird gezeigt, welche einschneidenden Veränderungen des Organismus notwendig sind, um diesen Schritt der Landtierwerdung vollziehen zu können.
- Erkennung und Verhütung von Erbkrankheiten
- Nach welchen Prinzipien soll sich ein Jugendlicher ernähren ?
- Chemisierung unserer Umwelt - Biologisch-toxikologische Probleme und Möglichkeiten ihrer Lösung

Medizin

- Probleme der Sexualität im Jugendalter
- Prophylaxe und Behandlung der Geschlechtskrankheiten
- Massensport im Sinne der Freizeitgestaltung
- Die Früherkennung des Krebses und die Vorbeugeuntersuchungen



Dr. habil. H. Franke

**Leiter der Spezialabteilung
für Ultramikroskopie am
Institut für Pathologische
Physiologie der FSU Jena**

**Probleme der Regulation
der Zellteilung in gesundem Gewebe
und in Geschwulstgewebe
(Teil 1)**

BIOLOGIE

Die DDR feiert in diesem Jahr ihr 25jähriges Bestehen. Blickt man zurück, so kann man feststellen, daß in den zurückliegenden Jahren auf allen Gebieten große Leistungen vollbracht wurden, auf die wir mit Recht stolz sein können. Das gilt auch in uneingeschränktem Maße für den Sektor des Gesundheitswesens. Die medizinische Betreuung unserer Bürger konnte ständig verbessert werden, nicht nur durch die laufende Vervollkommnung der medizinisch-technischen Ausstattung der ärztlichen Einrichtungen, sondern auch durch die ständige Erhöhung der Qualität der Aus- und Weiterbildung der Medizinstudenten und Ärzte sowie nicht zuletzt durch eine auf bestimmte Schwerpunkte ausgerichtete planvolle Forschungsarbeit zur Aufdeckung und Bekämpfung von Krankheiten und deren Ursachen. Die ständige wirkungsvolle Unterstützung von Partei und Staatsführung war eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Lösung der gestellten Ziele und Aufgaben, die es in den hinter uns liegenden 25 Jahren zu bewältigen galt. Allein 1970 wurden aus dem Staatshaushalt Aufwendungen in Höhe von rund 40 Millionen Mark für das Gesundheitswesen bereitgestellt, im letzten Jahr sind es bereits 46 Millionen Mark gewesen.

Ein Gradmesser für den Leistungsstand des Gesundheitswesens eines Staates ist beispielsweise die Säuglingssterblichkeit. In welchem beeindruckendem Maße in der DDR die Säuglingssterblichkeit seit 1952 gesenkt werden konnte, beweist ein Vergleich des Zahlenmaterials, das von der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik zusammengestellt wurde. Abb. 1 zeigt den Verlauf der perinatalen Sterblichkeit in der DDR für den Zeitraum 1952 - 1968. In Anlehnung an die Weltgesundheitsor-

ganisation (WHO) werden unter dem Begriff "perinatale Sterblichkeit" alle vor dem normalen Geburtstermin totgeborenen Kinder erfaßt, die eine Mindestgröße von 35 cm besitzen. Weiterhin rechnen alle jene Neugeborenen hinzu, die innerhalb von 7 Tagen nach der Geburt sterben.

Setzt man die Anzahl der perinatal verstorbenen Kinder im Jahre 1952 gleich 100 % (14 678 Verstorbene), so ergibt sich im Vergleich zu 1968 eine Senkung der perinatalen Sterblichkeit von über 50 % (5 607 Verstorbene). Die seit 1964 leicht rückläufige Geburtenanzahl ist als Ausdruck der inzwischen auch bei uns voll wirksamen Familienplanung anzusehen.

Jahr	Geborene Anzahl	Perinatal Verstorbene Anzahl	Verstorbene je Totgeborene 1000 Geborene	Meßziffer perinatal Verstorbene 1952 = 100 %
1952	312627	14678	21,2	100
1953	304859	13116	19,4	91
1954	299448	12700	19,1	90
1955	298782	11803	18,4	84
1956	286462	11043	18,1	82
1957	277864	9833	16,3	75
1958	275793	9458	15,9	73
1959	296770	9980	16,1	71
1960	297750	9851	16,0	70
1961	305501	9549	15,3	67
1962	302369	9083	14,5	64
1963	305757	8953	14,0	62
1964	295842	7871	13,4	57
1965	284723	7435	12,9	56
1966	271353	6930	12,5	54
1967	255759	6138	11,5	51
1968	247946	5607	11,3	48

Abb. 1 Perinatale Sterblichkeit in der DDR 1952 - 1968 nach Angaben der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik

Aufgabenschwerpunkte unseres Gesundheitswesens waren in der Vergangenheit unter anderem die Bekämpfung von Herz-Kreislaufkrankungen sowie der Geschwulstleiden. Das wird auch in Zukunft so sein. Bemerkenswert ist hierbei, daß in vielen hochentwickelten Staaten die Herz-Kreislaufkrankungen als Todesursache die Krebserkrankungen inzwischen überschritten

haben. In diesem Zusammenhang ist es weiterhin ebenso bemerkenswert, daß jene Staaten mit den Herz-Kreislaufkrankungen an vorderster Stelle liegen, die pro Kopf der Bevölkerung den höchsten Fettverbrauch aufweisen, wozu auch die DDR gehört. Die Disposition für Kreislaufkrankungen ist also mit in hohem Maße auf eine einseitige überhöhte Zufuhr an Fetten zurückzuführen. Den höchsten Fettverbrauch hat Finnland (etwa 160 g Fett/pro Tag/pro Kopf). Es hat auch die höchste Sterblichkeit an Herz-Kreislaufkrankungen.

Ein ebenso aktuelles Problem der Medizin und zugleich die problemreichste Erkrankung unserer Zeit sind die Geschwulstkrankheiten. In den meisten wirtschaftlich hochentwickelten Ländern nehmen die bösartigen Geschwülste den zweiten Platz der Todesursachenstatistik ein. Für die DDR gilt, daß jährlich etwa 60 000 Neuerkrankungen und zirka 40 000 Todesfälle an bösartigen Geschwulstleiden registriert werden müssen. Alarmierend ist zusätzlich, daß fast die Hälfte aller Neuerkrankungen vor dem 65. Lebensjahr erfolgt.

Der Krebs ist ein zellphysiologisches Problem, er ist ein Problem der Zellpopulation, denn Geschwülste gibt es nur bei vielzelligen Organismen und nicht bei Einzellern. Somit ist das Geschwulstwachstum ein Regulationsproblem und zwar der Zellteilung und des Zellwachstums (Protein- und Nukleinsäuresynthese), das der Zellteilung stets vorausgeht.

Die nachfolgenden Betrachtungen befassen sich mit den Regulationsmechanismen der Zellteilung, wobei neueste Untersuchungsergebnisse Berücksichtigung finden.

Lebensdauer der Zelle und physiologische Zellregeneration

Die Zellen unseres Organismus sind in einer dauernden Neubildung begriffen und zwar in dem Maße, wie verbrauchte Zellen untergehen, bilden sich durch Zellteilung neue. Dieser Prozeß wird als physiologische Regeneration bezeichnet. Jedes Gewebe unterliegt also einem fortdauernden Auf- und Abbau. Es besitzt eine charakteristische Zellumsatzrate. Der

Laie ist sich dieser Tatsache, daß im gesunden Organismus eine genau regulierte Einstellung des Gleichgewichts zwischen Zellproduktion und Zellverlust besteht, meist nicht bewußt. Welch fatale Folgen eine Störung (Dysregulation) der Kontrollmechanismen der Zellvermehrung hat, offenbart sich in aller Klarheit in dem Moment, wo durch unkontrolliertes Zellwachstum und unregelmäßige Zellteilung eine mehr oder weniger große Geschwulst mit allen komplizierten Folgeerscheinungen entsteht.

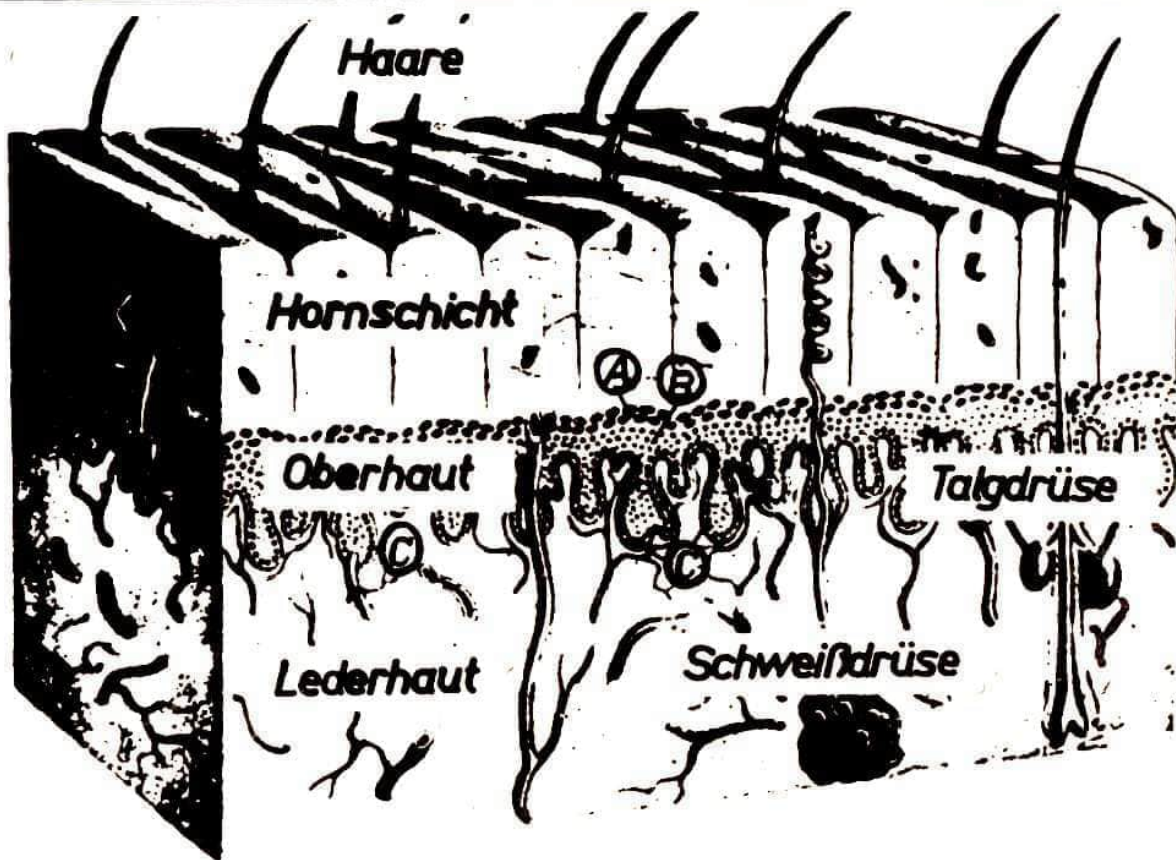


Abb. 2 Blockmodell der Haut. In der Oberhaut befindet sich die Basalschicht bzw. Keimschicht (C), die aus einer Lage teilungsaktiver Zellen besteht. Hier finden kontinuierlich Zellteilungen statt. Es schließt sich die Schicht teilungsinaktiver Zellen an (B), die Chalone bilden. Dann folgt die Schicht untergehender Zellen (A) und schließlich die Hornschicht, die aus abgestorbenen Oberhautzellen besteht. Unkontrollierte Zellteilung in Schicht C und zusätzlich B führt zur Geschwulstbildung.

Die verschiedenen Zelltypen unserer Organe besitzen eine zum Teil recht unterschiedliche Lebensdauer, hierbei gilt: Je kürzer die Lebensdauer, umso intensiver ist die physiologische Zellregeneration (Zellneubildung). Die Lebensdauer der Epithelzellen der Schleimhaut, die den Magen-Darm-Kanal auskleiden, beträgt 30 bis 48 Stunden. Nach Ablauf dieser Zeitspanne sterben die Epithelzellen ab, werden in den Magen-Darm-Kanal abgestoßen und durch neue Zellen ersetzt (Abb. 3). Die Umsatzzeit der Schleimhautzellen beträgt somit 1,3 bis 1,9 Tage, das heißt, die Schleimhaut unseres Verdauungskanaals wird in weniger als 2 Tagen erneuert. Die Lebensdauer von Leber-, Nieren- und Nebennierenzellen liegt dagegen zwischen 120 bis 150 Tagen, während die der Oberhaut (Epidermis) 96 Stunden beträgt. Die Zellerneuerung in der Oberhaut läuft in der Form ab, daß in der Basalschicht ständig Zellteilungen stattfinden. Von den nach der Teilung neugebildeten 2 Zellen wandert die eine zur Hautoberfläche, verliert ihr Teilungsvermögen und stirbt nach etwa 96 Stunden. Die andere Zelle verbleibt in der Basalschicht (Abb. 2), sie behält ihr Teilungsvermögen und schreitet erneut zur Teilung, so bald die entsprechenden Bedingungen gegeben sind. Die Zellzahl in der Basalschicht der Haut bleibt also konstant im Gegensatz zur Anzahl der zur Hautoberfläche wandernden Zellen. Es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß wir am häufigsten in jenen Geweben Geschwulstbildungen finden, die die größte physiologische Regeneration (größte Zellteilungsrate) besitzen (Haut, bestimmte Drüsen, Magen- und Dickdarmschleimhaut), eine Ausnahme hiervon machen der Dünndarm und das Knochenmark.

Regulationstaktoren der physiologischen Zellregeneration

Die Zellneubildung bzw. -teilung wird sowohl von stimulierenden als auch hemmenden Faktoren reguliert, die wir bisher nur zum Teil kennen. Zunächst besteht eine übergeordnete Regulation der Zellteilung, die sich in tageszeitlichen Teil-

lungsrhythmen manifestiert. So ist die Zellteilung beim Menschen nachts deutlich stärker als bei Tag. Bei Ratten, die Nachttiere sind, haben wir umgekehrte Verhältnisse. Der Regulationsmechanismus für dieses Phänomen ist noch unbekannt.

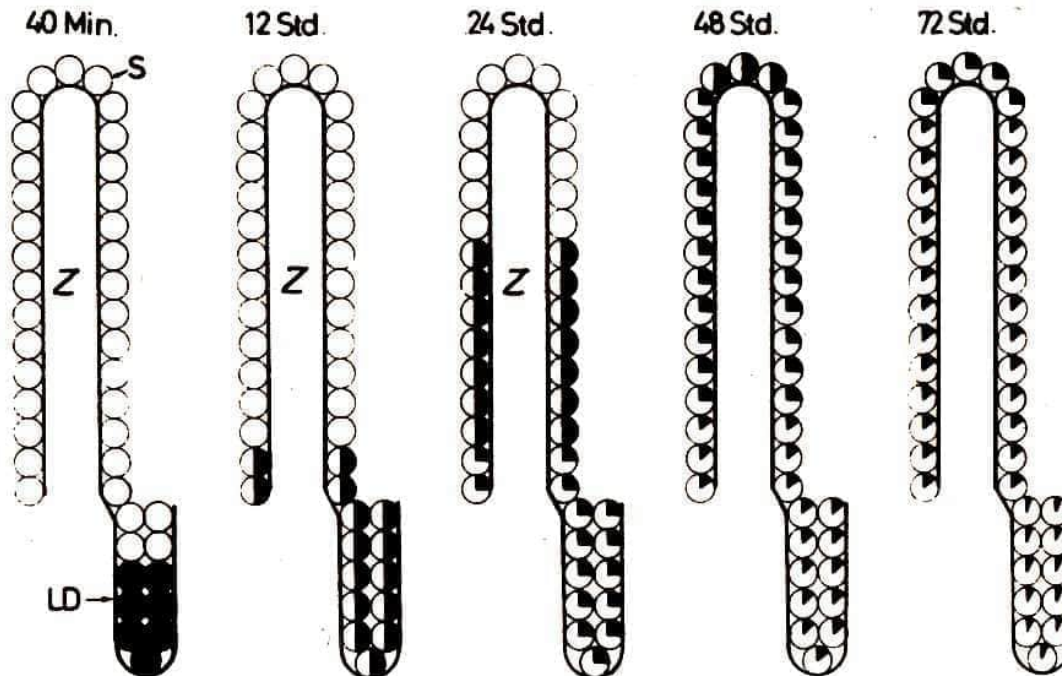
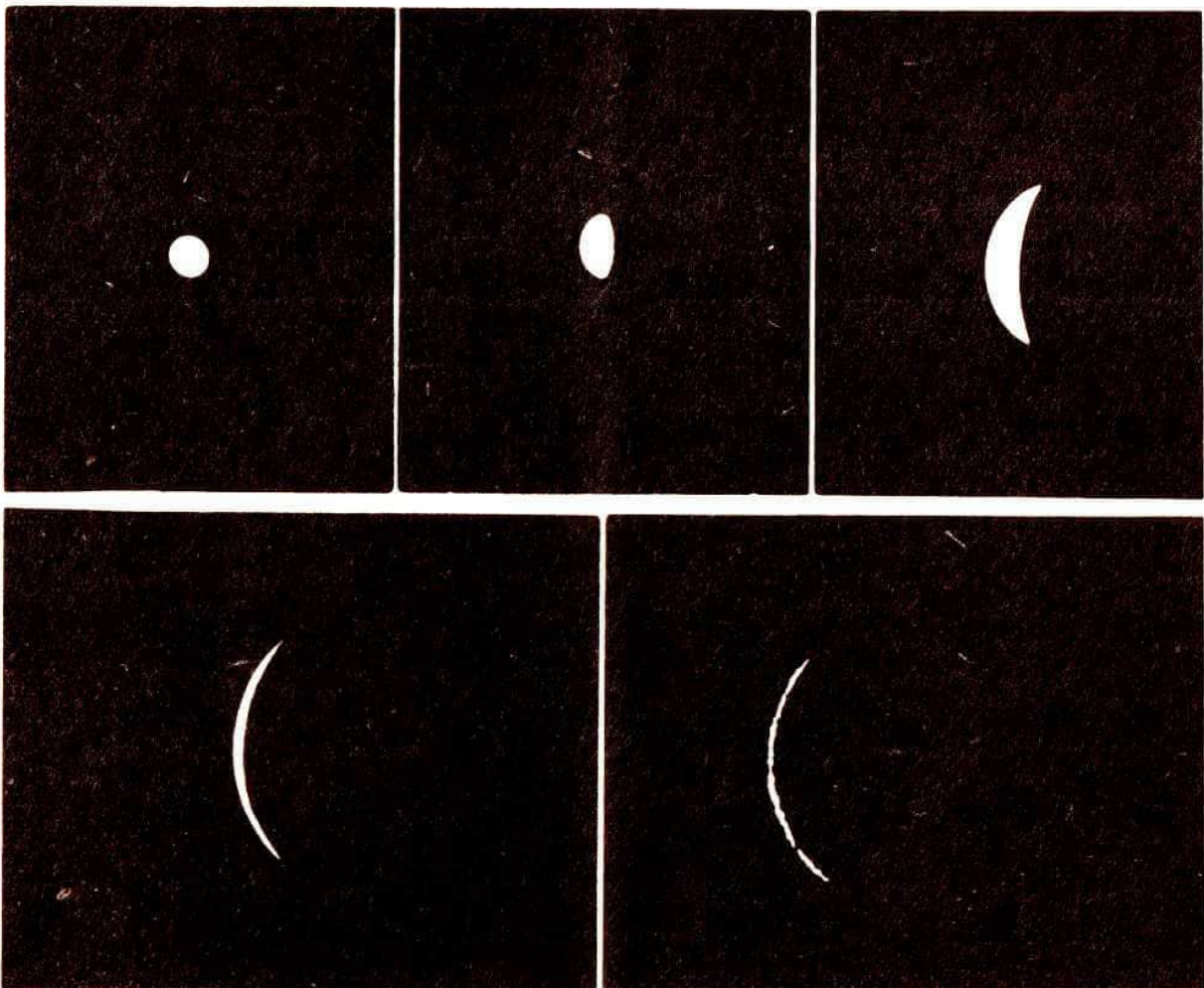
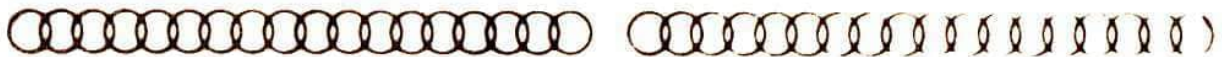


Abb. 3 Schematische Darstellung der Erneuerung der Schleimhautepithelzellen, die die Darmzotten (Z) bedecken. Der Nachweis der ständigen Zellerneuerung ist mit Hilfe der radioaktiven Verbindung Thymidin und der Technik der Autoradiographie möglich. Injiziert man einer Maus eine einmalige Dosis radioaktives Thymidin, so wird dieses intensiv in die Zellkerne der teilungsaktiven Zellen eingebaut. Das sind im vorliegenden Falle die Zellen der Lieberkühnschen Drüsen (LD), die am Grunde der Darmzotten liegen. Die teilungsbereiten Zellen der Lieberkühnschen Drüsen enthalten anfangs im Zellkern (schwarze Kreise) größere Mengen radioaktives Thymidin, die Thymidinkonzentration nimmt aber, wie aus der Abbildung ersichtlich, mit jeder Zellteilung ab, da kein radioaktives Thymidin nachgeliefert wird. Durch die Intensität der radioaktiven Markierung der Zellkerne ist nachweisbar, daß die neugebildeten Zellen sich langsam zur Zottenspitze (S) verschieben und diese nach 2 Tagen erreicht haben. Über der Zottenspitze sind die Zeitangaben.

Zellwachstum und -teilung wird weiterhin durch Hormone geregelt, die auf dem Blutwege zu den verschiedenen Zelltypen gelangen. Als Beispiel sei das somatotrope Hormon der Hirnanhangsdrüse (Hypophysenvorderlappen-Hormon) genannt, weiterhin das Östradiol (Follikelhormon des Eierstocks), das in der Schleimhaut der Gebärmutter die Eiweißsynthese und Zellteilung anregt, so daß es zu einer Wucherung der Gebärmutter Schleimhaut kommt und dann das befruchtete Ei aufgenommen werden kann. Da die Hormonbildung ebenfalls Regulationsmechanismen unterliegt, gilt das zwangsläufig auch für die hormonal gesteuerte Zellteilung.

Fortsetzung in Heft 2



Phasenänderung der Venus bei einem Umlauf um die Sonne, von der Erde aus gesehen. Links oben obere, rechts unten untere Konjunktion. Die Vergrößerung ist bei allen fünf Aufnahmen konstant.

Der Nutzen der Raumfahrt

Seit dem Start von Sputnik 1 am 4. 10. 1957 wurden mehr als 1000 künstliche Erdsatelliten auf Umlaufbahnen um die Erde gebracht, zahlreiche bemannte und unbemannte Flüge zum Mond unternommen, mehrfach die Planeten Venus und Mars angeflogen und Raumsonden in die Nähe der Planeten Merkur und Jupiter gebracht. Hinter diesen Erfolgen steht der Einsatz hoher materieller Kapazitäten, und die Frage nach Sinn und Nutzen der Raumfahrt verlangt eine klare Antwort.

Die Bedeutung der Raumfahrt muß man unter zwei Gesichtspunkten betrachten. Einerseits dient sie der Lösung von Aufgaben der Grundlagenforschung, andererseits Zielen der praxisorientierten Forschung. Zu den Aufgaben der Grundlagenforschung gehören vor allem die astrophysikalischen Probleme, während die praxisorientierte Forschung im wesentlichen auf die Untersuchung der Erde und ihrer Atmosphäre gerichtet ist.

Bei der Bearbeitung der astrophysikalischen Fragen geht es um die Untersuchung der verschiedenen Körper des Sonnensystems (Planeten, Monde, kleine Planeten, Kometen) bezüglich ihrer Oberflächengestaltung und ihres inneren Aufbaus, sowie der Struktur ihrer Atmosphären, soweit solche vorhanden sind. Außerdem geht es um die Gewinnung von Informationen über die interplanetare Materie und das interplanetare Strahlungsfeld. Die Untersuchung der zahlreichen Einzelkörper des Sonnensystems dient letztlich der Klärung der Frage nach der Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems als ganzem. Die geschlossene Theorie muß sowohl die Herausbildung der verschiedenen Mitgliedergruppen des Planeten-

systems als auch die vorhandenen individuellen Erscheinungsformen innerhalb einer Gruppe von Körpern erklären. So ist nach den bisher erhaltenen Ergebnissen schon deutlich, daß z.B. bei den großen Planeten erhebliche Verschiedenheiten vorkommen. Es sei in diesem Zusammenhang nur an die Gegensätze der Planeten Venus und Erde erinnert. Obwohl beide Himmelskörper nahezu massengleich sind und auch bei der Abstand von der Sonne nicht so sehr verschieden ist, haben sie doch ganz unterschiedliche Atmosphären. Die Hauptbestandteile der Erdatmosphäre sind Stickstoff (78%) und Sauerstoff (21%). Die Venusatmosphäre besteht dagegen aus etwa 95% Kohlendioxid, das in der Lufthülle der Erde nur zu ca. 0,03% vorhanden ist. Die dichte Venusatmosphäre lastet auf dem Planeten mit einem Druck von ca. 90 Atmosphären und hat entscheidenden Anteil daran, daß auf der Oberfläche unseres Nachbarplaneten eine Temperatur von etwa 400°C herrscht.

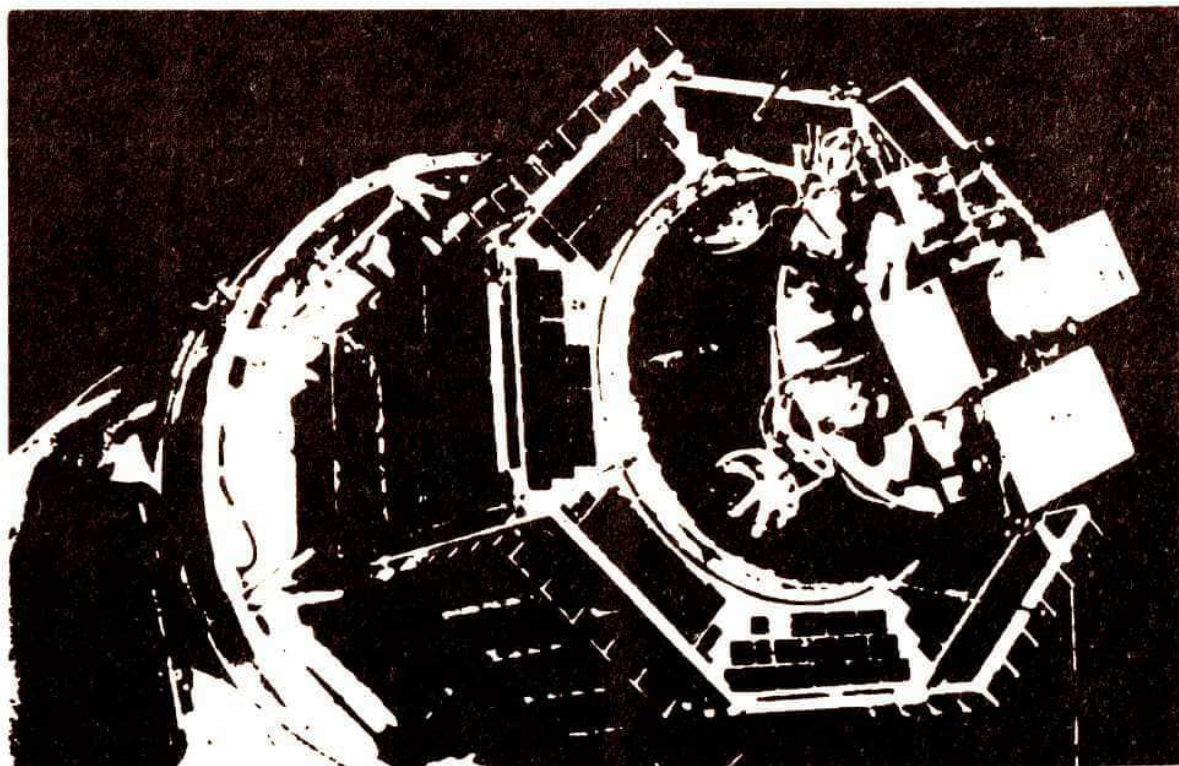
Neben den grundsätzlichen Untersuchungen des Planetensystems erlaubt die Raumfahrttechnik die Beobachtung aller kosmischen Objekte über die gesamte Breite des elektromagnetischen Spektrums. Die erdgebundene Astronomie ist dagegen auf die Beobachtung im optischen Wellenlängenbereich (300 nm bis 800 nm) und im Intervall der Radiostrahlung (1 nm bis 30 m) beschränkt. Die Erweiterung der Empfangsmöglichkeiten durch die extraterrestrischen Beobachtungen hat bereits eine Fülle zusätzlicher Informationen gebracht, die unser Wissen über den Aufbau und die Entwicklung des Universums um wesentliche Schritte vorangebracht hat und weiter vervollkommen wird.

Oft wird aber auch die Frage gestellt, welchen Nutzen die Raumfahrt dem Menschen für sein Leben auf der Erde bringt. Auf diese praxisorientierte Forschungsproblematik soll jetzt eingegangen werden.

Es gehört zu den Grundbedürfnissen des Menschen, Informationen auszutauschen. Das Nachrichtenwesen förderte in starkem Maße den Fortschritt in den verschiedenen Bereichen der menschlichen Tätigkeit und ist heute für Industrie,

Landwirtschaft, Wissenschaft, Kultur und Handel unentbehrlich. Zur Zeit werden auf der Erde täglich etwa 10^9 Telefongespräche geführt, darunter etwa 10^7 Ferngespräche zwischen verschiedenen Orten, etwa 10^5 Gespräche über Ländergrenzen hinweg und ca. 5×10^4 Gespräche zwischen verschiedenen Kontinenten.

Eine effektivere Gestaltung der Nachrichtenübermittlung müßte also angestrebt werden. Künstliche Erdsatelliten kann man dafür sowohl für ein passives als auch für ein aktives Weiterleitungsverfahren nutzen. Bei passiver Zwischenübertragung nutzt man die Größe gut reflektierender Oberflächen von Flugkörpern. In diese Gruppe gehören die amerikanischen Echosatelliten, Ballonsatelliten von 30 bis 40 m Durchmesser mit aluminisierter Oberfläche. Ein Nachteil der passiven Weiterleitung ist, daß die Sendeleistungen auf der Erde hoch sein müssen (größer 10 MW) und auch sehr empfindliche Empfangsanlagen benötigt werden.



Künstlicher Erdsatellit der Kosmosserie nach der Endmontage auf der letzten Stufe der Trägerrakete

Als erfolgversprechender erwies sich das Prinzip der aktiven Weiterleitung von Funksignalen. In diesem Fall muß der Satellit über Empfangsapparaturen und Sendeanlagen verfügen. Die Kosten der aktiven Nachrichtensatelliten liegen zwar beträchtlich höher als bei den Ballonflugkörpern. Diese Mehrkosten werden aber durch die geringeren Aufwendungen für die vielen Sende- und Empfangsanlagen auf der Erde wieder gespart. Ein wesentliches Ziel in der zukünftigen Arbeit ist, daß die Nachrichtenempfänger auf der Erde bis zum Rundfunkhörer und Fernsehzuschauer hin die Funksignale direkt mit ihren Antennenanlagen empfangen und damit auch die heute noch notwendigen Zwischenverteilerstationen auf der Erde entfallen können.

Das Wirkungsfeld eines Nachrichtensatelliten wird ganz entscheidend mitbestimmt durch seine Flughöhe. Je größer seine Flughöhe ist, desto ausgedehnter ist das Gebiet, das gleichzeitig vom Satelliten betrachtet werden kann. Im allgemeinen handelt es sich um die Aufrechterhaltung von Nachrichtenverbindungen über ein begrenztes Territorium, z.B. dem europäischen Teil der Sowjetunion oder anderen Gebieten. Das bedeutet, daß die Flughöhe nur über diesem Gebiet groß zu sein braucht und der Satellit damit eine stark elliptische Bahn mit der Apogäumshöhe über dem entsprechenden Territorium beschreiben kann. Nimmt man als größte Erdentfernung der Bahn 40 000 km und als kleinsten Erdbstand 500 km, so benötigt der Flugkörper 12 Stunden für einen Umlauf, wovon er ca. 8 Stunden in großen Höhen ist. Etwa 3 - 5 Satelliten wären für eine ganztägige Nachrichtenverbindung für das Territorium nötig.

Eine andere Möglichkeit ist, die Satelliten in 36 000 km Höhe auf einer Kreisbahn um den Äquator der Erde fliegen zu lassen. Jetzt beträgt die Umlaufzeit 24 Stunden, genau wie die Eigenrotationszeit der Erde. Mit drei derartigen stationären Satelliten könnten Nachrichtenverbindungen zwischen beliebigen Punkten auf der Erde innerhalb $\pm 70^\circ$ geografischer Breite gewährleistet werden.

Abschätzungen ergaben, daß das Weltraumnachrichtensystem

ökonomisch effektiver wird als gewöhnliche Bodenstationen für Entfernungen von mehr als 200 km. Hieran erkennt man die Bedeutung gerade für große Territorien wie z.B. die Sowjetunion, von der das "Orbita"-Nachrichtennetz aufgebaut wurde. Es geht dabei aber nicht nur schlechthin um die Verbreitung von Nachrichten, sondern auch um die Befriedigung von kulturellen Bildungsbedürfnissen für die Menschen. In der Sowjetunion können durch das "Orbita"-System seit 1967 auch in den entferntesten asiatischen Gebieten des Landes die Menschen an den Sendungen des Zentralen Fernsehens der SU teilhaben.

Fortsetzung in Heft 2

H.-D. Iähnig
Sektion Physik der FSU Jena
Diplom-Physiker

Kohle, Erdöl, Uran, Wasserstoff - Energiequellen der Zukunft? (Teil I)

PHYSIK

Tage der Wissenschaft und Technik der UdSSR in der DDR. In der Berliner Werner-Seelenbinder-Halle drängen sich seit dem 29. Oktober 1973 Tausende Besucher um die neuesten Errungenschaften sowjetischer Wissenschaft. Der Erfolg und die Aussagekraft dieser Ausstellung ist so groß, daß sie verlängert werden muß. Neben Chemieanlagen, Geräten aus der Weltraumforschung und Lasern sind u. a. auch 2 Modelle von Kraftwerks-Reaktortypen zu sehen. Der Laie staunt meist nur über die technische Kompliziertheit, aber den wahren wissenschaftlichen Wert weiß er nur selten gebührend zu würdigen. Der neueste Fünfjahrplan der SU (1971 - 1975) sieht ähnlich wie bei uns vor, die Energiebasis des Landes wesentlich zu erweitern. Dazu werden u. a. 9 Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 12 000 MW erbaut. 2 dieser im Bau

befindlichen Reaktortypen mit einer elektrischen Leistung von 440 MW bzw. 1 000 MW konnte man in Berlin bewundern. Damit wird die SU bereits 10 % ihrer neu installierten elektrischen Leistung mit Hilfe von Atomkraftwerken decken.

27 jährige Traditionen

Die ersten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Ausnutzung der Atomenergie begannen bereits um 1940. Zu jener Zeit hielt der 37jährige I. W. Kurtschatow einen Vortrag über die Möglichkeiten, die bei einer Kernspaltung entstehenden Neutronen für eine Kettenreaktion auszunutzen. Doch der faschistische Überfall auf die SU hemmte alle weiteren Arbeiten auf diesem Gebiet. Erst zu Ende des Kriegs konnten die Untersuchungen wieder aufgenommen werden.

Der Abwurf zweier Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki im August 1945 durch die USA erschütterte die gesamte Menschheit, war doch der Einsatz dieser Waffe für die Beendigung des Krieges völlig bedeutungslos. Die USA glaubten aber, damit politischen Druck insbesondere auf die UdSSR ausüben zu können. Unter den Auswirkungen der erpresserischen amerikanischen Atombombendiplomatie und zur Sicherung des friedlichen Aufbaus entschloß man sich in der SU, das Atombombenmonopol der USA zu brechen.

Am 25. 12. 1946 gelang es unter Leitung von Kurtschatow, im ersten Atommeiler eine Kettenreaktion in Gang zu setzen. Auf diesen Erfahrungen aufbauend, wurde ein verbesserter Meiler zur Herstellung von Plutonium entwickelt und gebaut. Bereits am 29. August 1949 konnte eine mit dem hergestellten Plutonium "betriebene" Bombe gezündet werden. Gleichzeitig nutzte die SU die gezwungenermaßen gewonnenen Erfahrungen für die friedliche Nutzung der Atomenergie. Die seit 1946 entwickelten Reaktortypen ermöglichten den Bau des ersten Atomkraftwerks der Welt, das am 27. Juni 1954 den ersten Strom in das Netz abgab. Seit jener Zeit hat die SU die führende Rolle bei der Entwicklung von Kernkraftwerksanlagen nicht mehr abgegeben.

Sind Atomkraftwerke noch modern ?

Die Entwicklung von Atomkraftwerken ist eng mit dem Bedarf an Elektroenergie verbunden. Hierzu gibt es bereits eine Vielzahl von Untersuchungen, die den Energiebedarf im Weltmaßstab bis zum Jahre 2000 prognostizieren. Allerdings schwanken die Schätzungen von einer jährlichen Steigerungsrate von 6,5 % bis zu einer insgesamt Verachtfachung des Bedarfes bis zum Jahre 2000.

Untersucht man den Energiebedarf eines hochindustrialisierten Landes genauer (nicht nur Elektroenergie!), so kommt man zu der Feststellung, daß etwa 20 % des Energieverbrauchs für Raumheizungen, 25 % für den Transport von Menschen und Gütern und 40 % in der Industrie in Form von Dampf, Wärme und elektrischem Strom verwendet werden. In allen 3 Bereichen lassen sich durch neue Technologien, Verfahren und Prinzipien erhebliche Energiemengen einsparen. Trotzdem wird die Nachfrage größer bleiben. Nun ist die Bedarfsdeckung bei Energie nicht nur eine Frage unter vielen, sondern eine der entscheidendsten. Eng damit verknüpft sind nämlich u. a. die Zuwachsraten der Produktion und damit die Sicherung des gesellschaftlichen Fortschritts.

Die vorhandenen Vorkommen an nicht nuklearen Brennstoffen, also z. B. Kohle, Erdöl usw. werden in den nächsten Jahrzehnten nicht mehr ausreichen, den Energiebedarf zu decken. Außerdem führt die Verbrennung organischer Stoffe zu einer zunehmenden Verunreinigung der Atmosphäre und somit zu einer nicht mehr rückgängig zu machenden Veränderung im biologischen und energetischen Gleichgewicht der Natur (siehe auch Artikelserien zu Umweltschutzproblemen im 7. Jahrgang von "impuls 68").

Besteht der Ausweg in Atomkraftwerken? Ja und Nein!

Sicherlich wird die Atomenergie die Energiequelle der Zukunft sein. Die Frage ist nur, wie sie genutzt wird. Zur Zeit arbeiten alle großen Atomkraftwerke mit sogenannten thermischen Reaktoren (siehe "impuls 68" Jahrgang 6, Heft 2-5), deren Nachteil aber darin besteht, daß sie die Natururanvorkommen nur zu 1 % - 2 % ausnutzen. Daher werden weder

die in Betrieb noch sich im Bau befindlichen Atomkraftwerke langfristig den Elektroenergiebedarf aus den billigen Uranvorräten decken können. Insofern muß man die Frage mit "Nein" beantworten, wenn man sie auf die jetzigen Reaktortypen bezieht. Gibt es einen Ausweg? Es gibt nicht nur einen, sondern gleich mehrere.

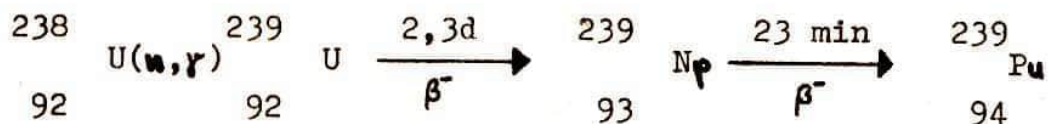
Energie wird ausgebrütet

Mit thermischen (langsamen) Neutronen können nur die Urane U-233 und U-235 sowie Plutonium 239 gespalten werden. Von diesen 3 Atomsorten kommt allerdings nur U-235 in der Natur vor (U-238 $\hat{=}$ 99,283 %, U-235 $\hat{=}$ 0,71 %, U-234 $\hat{=}$ 0,006 %). Andere Kerne werden durch Kernumwandlungen in die 3 oben genannten überführt, so z. B. U-238 und Thorium 232.

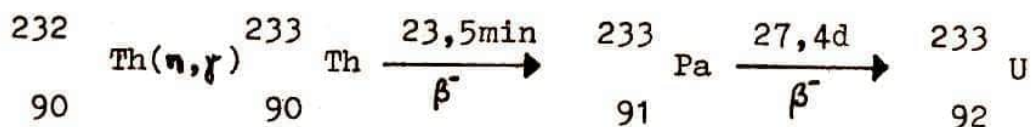
Diesen Vorgang nennt man "brüten"- es werden neue spaltbare Kerne ausgebrütet. Allerdings, und das ist eine der wesentlichsten Schwierigkeiten, die bis jetzt eine kommerzielle Nutzung behinderten, benötigt man dazu schnelle Neutronen. Wenn es also gelingt, Reaktoren mit schnellen Neutronen in Gang zu bringen, könnte das billige Uran 238 gespalten, Energie gewonnen und gleichzeitig neues Spaltmaterial erzeugt werden. Damit werden die Uranvorkommen wesentlich besser genutzt, so daß damit das Energieproblem (fast) gelöst wäre (die Vorkommen können 40 - 50 mal besser genutzt werden).

Folgende Reaktionen laufen beim Brütvorgang ab:

Entstehung von $\text{Pu} - 239$:



Entstehung von U-233:



Fortsetzung in Heft 2

K. Zellner
Institut für Anthropologie
des Bereiches Medizin
der FSU Jena

Erbkrankheiten beim Menschen - sind Erbkrankheiten zu heilen oder gar zu vermeiden ? (Teil 1)

Unter dieser Thematik stand ein Vortrag, der im Oktober vergangenen Jahres von Dozent Dr. habil. H. Bach, Direktor des Instituts für Anthropologie des Bereiches Medizin der Friedrich-Schiller-Universität Jena, gehalten wurde. Einleitend verdeutlichte der Referent anhand einiger Beispiele, daß genetisch bedingte Krankheiten durchaus keine Seltenheit darstellen:

- bisher sind ca. 1500 Krankheiten bekannt, bei deren Zustandekommen Erbfaktoren eine wesentliche Rolle spielen;
- insgesamt ist damit zu rechnen, daß bei etwa der Hälfte aller bekannten Krankheiten ein Einfluß von genetischen Faktoren besteht;
- 4 bis 6 % aller Neugeborenen sind Träger von genetisch bedingten Schäden, ein Umstand, der u.a. darauf zurückzuführen ist, daß jeder gesunde Mensch eine mehr oder weniger große Zahl von Keimzellen mit genetischen Defekten besitzt;
- unsere Krankenhausbetten sind zu 25 % mit Patienten belegt, deren Leiden auf Defekten des genetischen Materials beruhen.

Diese Zahlen verbinden sich mit der Frage nach unseren Möglichkeiten, Erbdefekte in tragbaren Grenzen zu halten bzw. von Erbkranken betroffenen Personen weitestgehende Hilfe zuteil werden zu lassen. Während solchen Verfahren wie der Genschirurgie (Austausch defekter Erbanlagen gegen gesunde) oder der gezielten Zusammensetzung der Erbsubstanz durch extranterine Aufzucht sowohl aus methodischen als auch aus

ethischen Gründen vorerst keine praktische Bedeutung zukommt, verwies Dozent Dr. Bach auf die folgenden, heute bereits gangbaren Wege in der Prophylaxe und Therapie von genetisch bedingten Krankheitsbildern:

Aus der Tier- und Pflanzengenetik, aber auch durch direkte Beobachtungen beim Menschen ist die mutationsauslösende Wirkung von ionisierenden Strahlen, UV-Strahlen und einer Reihe von chemischen Substanzen bekannt. Die entstehenden Mutationen werden auf dem Erbweg an die folgenden Generationen weitergegeben und führen hier in der Regel zu einer Beeinträchtigung der betroffenen Individuen. Es muß deshalb angestrebt werden, den Menschen weitestgehend vor dem Einfluß mutagener Agenzien abzusichern, um die Zahl neu auftretender Veränderungen des Erbgutes möglichst niedrig zu halten.

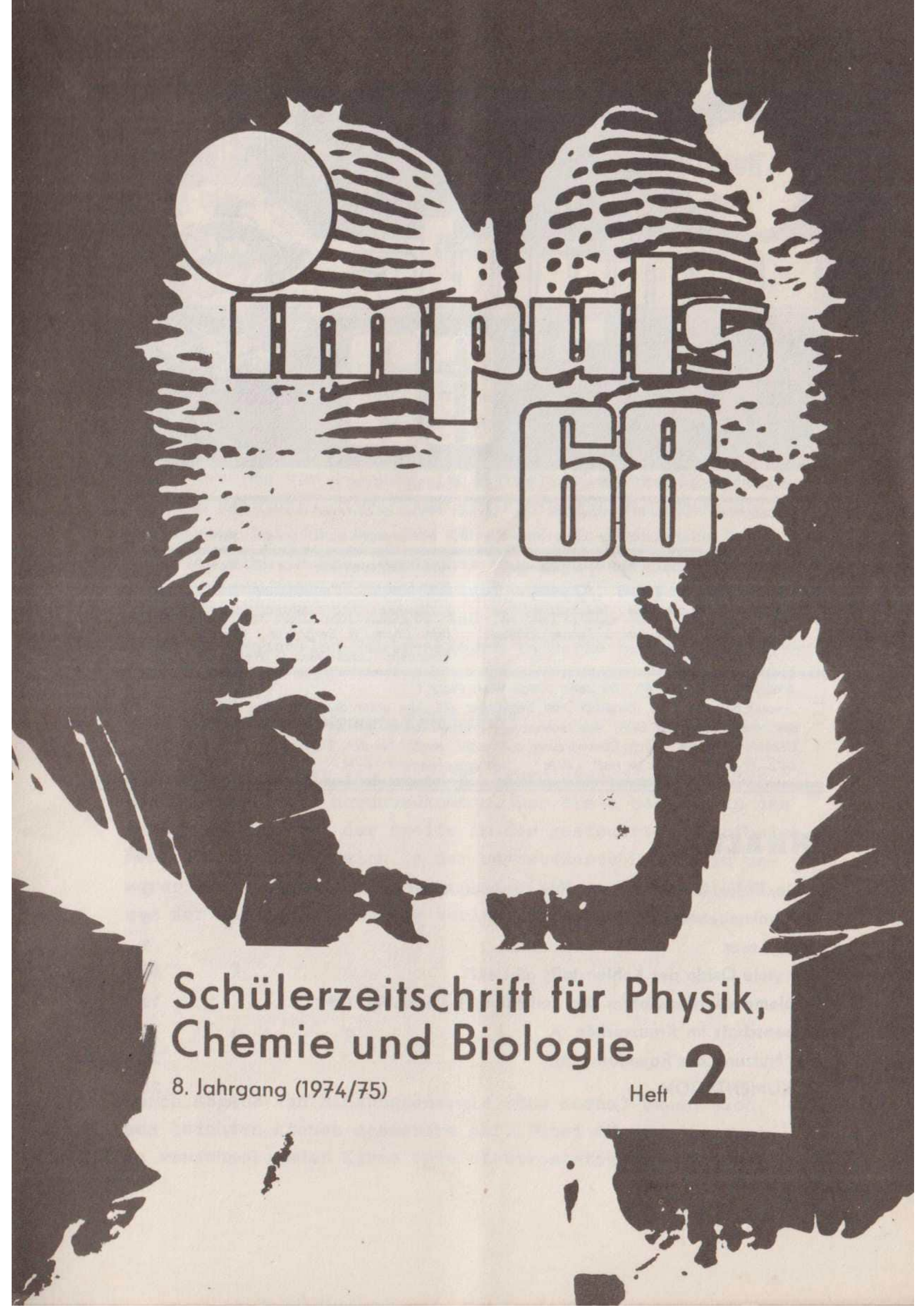
Liegen in einer Familie Fälle von Erbkrankheiten vor oder wurde einem Ehepaar ein Kind mit einem genetischen Defekt geboren, so kann man im Rahmen einer humangenetischen Beratung das Risiko erbkranken Nachwuchses einschätzen und damit entweder den Partnern von der Zeugung eines weiteren Kindes abraten oder aber unbegründete Befürchtungen zerstreuen. Derartige humangenetische Beratungsstellen (die erste in unserer Republik nahm kürzlich in Jena am Institut für Anthropologie des Bereiches Medizin offiziell ihre Tätigkeit auf) bilden gegenwärtig den Schwerpunkt der genetischen Prophylaxe. Für die Erbberatung stehen dem Humangenetiker u.a. folgende spezielle Methoden zur Verfügung:

Chromosomen-Untersuchungen. Beruht die Mutation auf einer Abweichung der Zahl der Chromosomen vom normalen Chromosomensatz oder auf groben Veränderungen im Bau der Chromosomen, so erlaubt die mikroskopische Untersuchung der Chromosomen des Zellkerns eine exakte Diagnose der Erkrankung und ermöglicht es, das genetische Risiko für die zu erwartenden Kinder einzuschätzen. Zu den Krankheitsbildern, die sich bisher zytogenetisch abgrenzen lassen, gehören u.a. die Trisomie 21 (Mongolismus), das Klinefelter-Syndrom, das Turner-Syndrom und das Katzenschrei-Syndrom.

Fortsetzung in Heft 2



Siegel der Friedrich-Schiller-Universität Jena mit dem
Begründer-kurfürst Johann Friedrich der Großmütige
Die Universität wurde 1558 gegründet.



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

Heft

2



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	Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
W. Hild (Gestaltung)	L. Günther (Astro., fotograf. Gestaltung)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
	Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M. Jahresabonnement 4,- M.

INHALT:

Kohle, Erdöl, Uran, Wasserstoff – Energiequellen der Zukunft (2)	3
Erbkrankheiten beim Menschen (2)	6
Liebe Leser	9
Wie viele Oxide des Kohlenstoffs gibt es?	10
Probleme der Regulation der Zellteilung in Geweben (2)	13
Wissenschaft im Kreuzverhör	18
Der Nutzung der Raumfahrt (2)	21
DOKUMENTATION	26

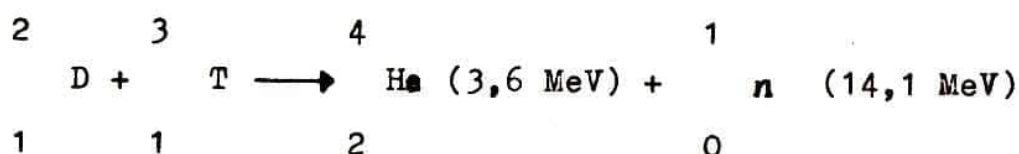
H.-D. Löhnig
Sektion Physik der FSU Jena
Diplom-Physiker

Kohle, Erdöl, Uran, Wasserstoff - Energiequellen der Zukunft? (Teil 2 und Schluß)

Diese Möglichkeit der besseren Nutzung des Urans wurde von sowjetischen Wissenschaftlern rechtzeitig erkannt. Bereits mehr als zwei Jahrzehnte wird auf diesem Gebiet in der SU intensiv gearbeitet. Das erste Forschungskernkraftwerk dieser Art wurde vor 4 Jahren in Betrieb genommen (12 MW elektrische Leistung), 1973 lief ein Kraftwerk mit einer projektierten Leistung von 350 MW an und ein zweites mit 600 MW befindet sich im Bau. Damit hat man gegenüber anderen Ländern einen beträchtlichen Vorlauf erzielt. Sowjetische Wissenschaftler rechnen damit, daß im Zeitraum ab 1980 Kraftwerke mit schnellen Brutreaktoren in Serie hergestellt werden.

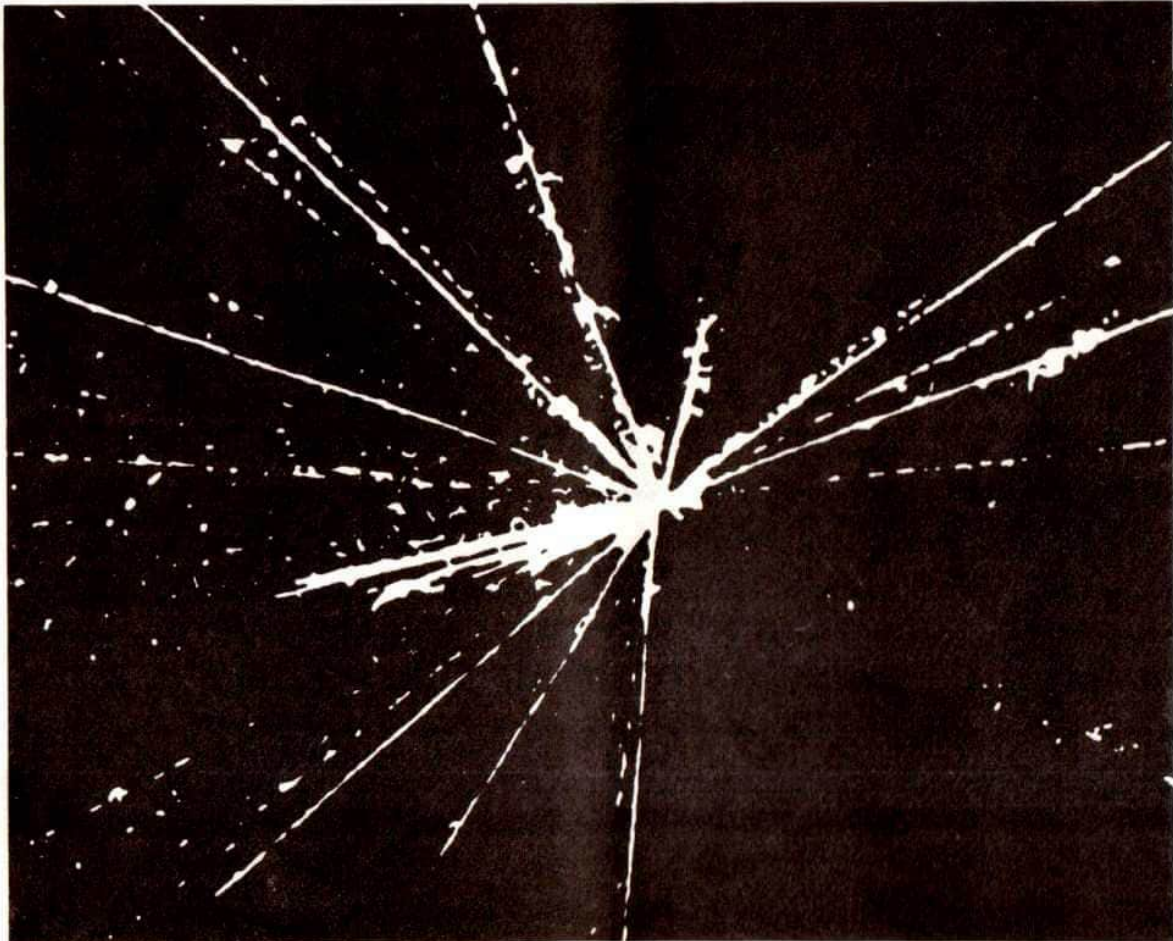
Wann kommt die gesteuerte Kernfusion?

Wir hatten anfangs von mehreren Wegen gesprochen, um aus der Energieklemme herauszukommen. Der erste besteht in den schnellen Brütern, der zweite in der gesteuerten Kernfusion. Bekanntlich spielt sich ja der ungesteuerte Prozeß in unserer unmittelbaren "Nachbarschaft" auf der Sonne ab. Eines der möglichen Prozesse verläuft folgendermaßen:



Durch Abgabe von Bindungsenergie (des Kerns) bauen sich aus leichten Atomen schwerere auf. Dabei müssen die zwei zu verschmelzenden Kerne ihre elektrostatischen Absto-

Bungskräfte überwinden. Mit Beschleunigungen ist das relativ einfach, aber eine Kettenreaktion in Gang zu setzen ist deswegen so kompliziert, weil die freiwerdende Energie eines Fusionsprozesses nicht ausreicht, andere Kerne thermisch zu beschleunigen, damit sie ebenfalls verschmelzen.



Kernzerfall

Für eine Kettenreaktion muß erst ein hochoverhitztes Plasma erzeugt und ferner dafür gesorgt werden, daß Wärme und Teilchen nicht über die Kammerwände abgesaugt werden. Bei der Erzeugung der benötigten Wärme handelt es sich immerhin um Temperaturen der Größenordnung über 30 Millionen °C. Bei diesen Temperaturen verdampfen sofort alle Materialien. Das Plasma muß in sogen. Magnetfallen aufgehängt werden. Plasmen mit solch extremen Eigenschaften über längere Zeit zu erzeugen, bereitet momentan noch enorme Schwierigkeiten. In der SU gibt es dazu allerdings bereits vielversprechende Experimente. Die Anlagen der sogen. "Tokamak"-Serien wer-

den bereits seit Ende der fünfziger Jahre konstruiert und ständig weiterentwickelt. In einer ringförmigen Entladungskammer, die mit Wasserstoff und Deuterium bei einem Druck von weniger als einer millionstel Atmosphäre gefüllt ist, wurde durch Gasentladung das Gas auf 10 Millionen Grad (bei Tokamak-6) erhitzt. Starke Magnetfelder halten die Plasmafäden einige hundertstel(!) Sekunden in der Schwebe. Neueste Überlegungen gehen dahin, das Plasma mit Hilfe von Laserstrahlen aufzuheizen. Zur Zeit läßt sich noch nicht sagen, wann die erste gesteuerte Kernfusion ablaufen wird. Es gibt noch sehr viele Schwierigkeiten zu überwinden.

Der Vorteil der gesteuerten Fusion besteht vor allem darin, daß keine langlebigen radioaktiven Abfallstoffe entstehen, als "Brennstoff" der in der Natur relativ häufig verbreitete schwere Wasserstoff verwendet werden kann und somit der Ozean eine nahezu unerschöpfliche Quelle ist.

Erwähnenswert ist ferner, daß sich inzwischen ein neuer Wissenschaftszweig - die Physik des Hochtemperaturplasmas - herausgebildet hat.

Die Sowjetunion nur im Alleingang?

Wie der Leser entnehmen konnte, nimmt die SU auf den genannten Gebieten führende Positionen in der Welt ein. Dem großen Forschungspotential der SU haben sich kleine Länder wie die DDR nichts gleichwertiges entgegenzusetzen. Ferner sind die finanziellen Aufwendungen für solche Forschungsvorhaben derart groß, daß wir uns auf kleine Spezialgebiete konzentrieren müssen. In den letzten Jahren sind daher zahlreiche Forschungsvorhaben im Rahmen des RGW koordiniert worden. Wir befinden uns zur Zeit in einer neuen Etappe der wissenschaftlichen Zusammenarbeit, insbesondere mit der SU. Leitfaden in der Energieerzeugung ist das Komplexprogramm der sozialistischen Integration. Es sieht u. a. vor, daß Kernkraftwerke mit 1 000 MW-Reaktoren beschleunigt entwickelt und in den RGW-Ländern errichtet werden. Gegenwärtig laufen Koordinierungsgespräche für die Spezialisierung von Ausrüstungen für Kernkraftwerke,

an denen auch die DDR beteiligt ist. Ein Alleingang aus Konkurrenzgründen ist für das entsprechende Land nicht nur unökonomisch, sondern widerspricht auch den Grundsätzen unserer sozialistischen Gesellschaftsordnung.

K. Zellner
Institut für Anthropologie
des Bereiches Medizin
der FSU Jena

**Erbkrankheiten beim Menschen -
sind Erbkrankheiten zu heilen oder
gar zu vermeiden ?
(Teil 2 und Schluß)**

BIOLOGIE

Pränatale Diagnostik. Die hierzu gehörenden Verfahren basieren auf der Amniozentese, der Entnahme von Fruchtwasser und der Untersuchung der darin enthaltenen, vom Embryo stammenden Zellen. Diese Zellen können kultiviert und einer Chromosomenanalyse zugeführt werden. Besteht der Verdacht, daß das Kind mit einer genetischen Stoffwechselerkrankung zur Welt kommen wird, so läßt sich die in manchen Fällen durch biochemische Untersuchung der embryonalen Zellen gegebenenfalls absichern, und die Geburt eines geschädigten Kindes kann durch eine rechtzeitige Schwangerschaftsunterbrechung vermieden werden. Schließlich bietet die pränatale Diagnostik auch die Möglichkeit, das Geschlecht des Feten festzustellen. Auf diese Weise läßt sich bei Erbkrankheiten, die gehäuft bei einem Geschlecht auftreten (wie beispielsweise die Bluterkrankheit), absichern, ob ein Schwangerschaftsabbruch angezeigt ist oder nicht.

Heterozygotentests. Bei höheren Organismen ist, abgesehen von den Geschlechtschromosomen männlicher Individuen, jedes Chromosom und demzufolge auch jedes Gen in zweifacher Ausführung vorhanden. Beim Vorliegen eines rezessiven Erbleidens sind in der Regel die heterozygoten Personen, die also

auf dem einen Chromosomen das normale, auf dem anderen dagegen das "krankmachende" Gen besitzen, von den homozygot gesunden Personen ihrem äußeren Erscheinungsbild nach nicht zu unterscheiden. Besonders bei einer Reihe von Stoffwechselanomalien weicht jedoch die Enzymaktivität, die bei den homozygot Kranken erheblich vermindert oder völlig aufgehoben ist, bei den Heterozygoten ebenfalls von der Norm ab. Allerdings ist diese Abweichung deutlich geringer als bei den Homozygoten und führt damit auch nicht zur Ausbildung des Defekts. Sie gestattet es aber, die Heterozygoten, die ja das mutierte Gen an ihre Kinder weitergeben können, von den homozygot Gesunden zu unterscheiden, deren Keimzellen nur Chromosomen mit dem normalen Gen aufweisen. Ähnlich lassen sich bei einigen Krankheitsbildern mit vorwiegend morphologischen Veränderungen die Überträger mutierter Gene an sogenannten Mikrosymptomen (beispielsweise Einkerbungen in der Oberlippe oder typische Zahnstellungsanomalien in Familien mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten) erkennen.

Darüber hinaus ist man heute bei einigen Stoffwechselstörungen bereits in der Lage, durch eine entsprechende Diät entweder dem Körper die Genprodukte zuzuführen, die er selbst nicht zu synthetisieren vermag, oder aber Substanzen, die nicht abgebaut werden können und sich daher im Organismus anhäufen, vom Patienten fernzuhalten. So wird beispielsweise bei Kindern mit Phenylketonurie die mit der Nahrung aufgenommene Aminosäure Phenylalanin nicht in den normalen Eiweißstoffwechsel einbezogen, sondern es kommt zur Anreicherung schädlicher Stoffwechselprodukte und auf diese Weise u.a. zu einer Schädigung des Nervensystems, die bis zum völligen Verlust der geistigen Fähigkeiten führen kann. Ernährt man diese Kinder aber rechtzeitig mit einer phenylalaninarmen Kost, so unterbleibt die Manifestation der Krankheit und die Kinder entwickeln sich weitestgehend normal.

In diesem Zusammenhang wird häufig die Befürchtung geäußert, daß infolge der verbesserten Heilmethoden die Häufigkeit von Erbkrankheiten in der Bevölkerung immer mehr ansteigt. Berechnungen haben jedoch ergeben, daß sich dieser Prozeß

nur sehr langsam vollzieht (findet sich gegenwärtig unter 12.000 Personen ein an Phenylketonurie Erkrankter, so werden es erst in 3.000 Jahren maximal 4 Patienten auf 12.000 Gesunde sein), und es ist anzunehmen, daß die medizinisch-genetische Forschung inzwischen Wege finden wird, um bei der Behandlung von Erbkrankheiten bereits an deren Entstehungsmechanismus, also auf molekularer Ebene, eingreifen zu können.

Schließlich wies Dozent Dr. Bach noch auf eine weitere Möglichkeit hin, Einfluß auf die körperlichen und geistigen Eigenschaften des Menschen zu nehmen:

Bekanntlich werden keine Merkmale vererbt, sondern nur Erbanlagen (Reaktionsnormen), die im Wechselspiel mit der Umwelt zur Ausbildung der entsprechenden Merkmale führen. Die vorgegebene Reaktionsnorm legt also die Grenzen fest, in denen das Merkmal in Abhängigkeit von den einwirkenden Umweltfaktoren realisiert wird. Es gilt daher, das Ausmaß der Reaktionsnorm für einzelne Merkmale zu untersuchen, wobei insbesondere auch psychische Merkmale (beispielsweise Intelligenzleistungen) einbezogen werden sollten. Ausgehend von dieser Grundlage lassen sich dann wirklich optimale Umweltbedingungen schaffen, die es erlauben, die vorhandenen Erbanlagen in vollem Umfang auszuschöpfen.



Auf der Basis von Ionenaustauschern haben sowjetische Wissenschaftler künstliche Böden entwickelt. Sie bestehen aus Kat- und Anionenaustauschern hochpolymerer Verbindungen. Nachdem diese Ionenaustauscher mit den erforderlichen Mineralien "geladen" worden sind, können auf ihm Pflanzen beliebiger Art angebaut werden. Das Gemüse gedeiht gut auf ihm und unterscheidet sich geschmacklich nicht von dem auf natürlichem Boden gewachsenem. Ist der Boden "verbraucht", kann er durch erneuten Ionenaustausch wieder regeneriert werden. Deshalb ist er z. B. zum Anbau von Gemüse in Weltraumstationen geeignet.

iebe eser

Obgleich das obligate Vorwort zum 8. Jahrgang bereits im Heft 1 erschienen ist, möchte ich mich trotzdem an Sie wenden. Der Anlaß ist einmal der, daß noch einige - uns notwendig erscheinende - Bemerkungen gemacht werden müßten, zum anderen erscheint es angebracht, Ihnen mitzuteilen, daß an der Stelle "des Vaters des "impuls 68", des Chefredakteurs Dipl.-Phys. H.D. Jähnig, im 8. Jahrgang ich mich ab sofort zu produzieren habe. Mir ging damit ein alter Wunsch in Erfüllung, denn ich hatte mir als Student schon immer vorgenommen, bei "impuls 68" mitzuarbeiten. Umso erstaunlicher ist es - aber durch Ausnahmefälle soll man sich nicht verwirren lassen -, daß ich trotz Fehlens dieser geistigen Anregungsquelle mein Forschungsstudium 1972 beenden konnte. Damit sind wir eigentlich schon beim Inhalt des neuen Jahrgangs 74/75. Unter der großen Überschrift Optik wollen wir übergreifende Probleme aus der Sicht der Physik, Chemie und Biologie behandeln. Auch ein Interview wird darüber Näheres vermitteln. Für das vor uns liegende Jahr gilt wieder, daß Ihre Mitarbeit, überhaupt jede Anregung aus dem Leserkreis, von entscheidender Bedeutung ist. Probieren Sie sich einmal im Schreiben eigener Artikel, richten Sie Anfragen, Bemerkungen und Beurteilungen von Texten an uns! Solange ich keinen Vertreter zum Beantworten der Post gefunden habe, können Sie sicher sein, daß Ihre Post beantwortet wird. Ob kritische oder lobende Äußerungen, sie nützen uns und Ihnen. Die lakonische Mitteilung "An- oder Abbestellung" ist einfach zu ungenau für uns; das ist kein Meßpunkt.

A. Köhler
(Wiederveröffentlichung
aus 2. Jg. Heft 2)

Wie viele Oxide des Kohlenstoffs gibt es?

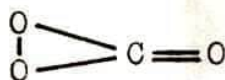
Die zwei wichtigsten Oxide des Kohlenstoffs, Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂), begegnen uns im täglichen Leben als Bestandteile des Leuchtgases bzw. der Luft. Sie sind schon sehr lange bekannt. Außer ihnen hat man aber noch andere Verbindungen entdeckt, die nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen und somit Oxide des Kohlenstoffs darstellen. So unglaublich es klingt: Man kennt zur Zeit nicht weniger als 9 solcher Kohlenstoffoxide. Außer CO und CO₂ gehören dazu noch folgende Verbindungen:

(1) C₂O (ein Name wurde noch nicht angegeben):

Eine Verbindung dieser Zusammensetzung bildete sich bei der Reaktion von strahlenchemisch erzeugten Kohlenstoffatomen mit CO bei tiefen Temperaturen. Sie hat die Formel: C = C = O und ist nur wenig stabil.

(2) CO₃ (Kohlenstofftrioxid):

Diese Verbindung stellt nach den bisher angestellten Untersuchungen ein Peroxid dar mit der Formel

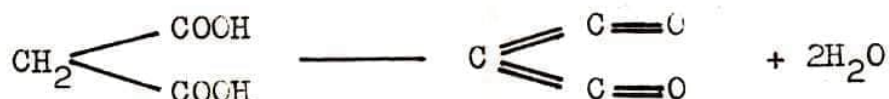


Dafür spricht auch die Herstellungsweise: Es entsteht z. B. bei der Bestrahlung von Ozon (O₃) mit sehr energiereichem Licht in Gegenwart von festem CO₂. Kohlenstofftrioxid ist wenig stabil und kann wie C₂O nur bei tiefen Temperaturen hergestellt und untersucht werden.

(3) C₃O₂ (Kohlensuboxid):

Dieses Oxid ist eigentlich das Anhydrid einer organi-

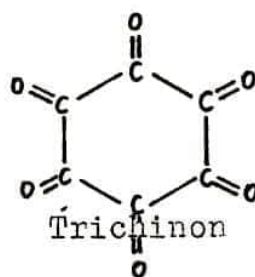
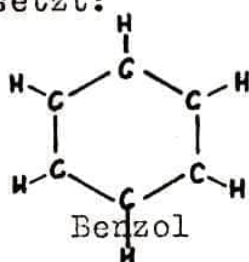
schen Säure, der Malonsäure, und läßt sich aus dieser herstellen:



Kohlensuboxid ist ein Gas, das bei Normaltemperatur polymerisiert, bei tieferen Temperaturen aber beständig ist. Die Existenz der analogen Verbindung mit fünf C-Atomen ($\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O}$) ist noch nicht völlig gesichert. Es sei erwähnt, daß das CO_2 als Vertreter mit einem C-Atom ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) ebenfalls in diese Reihe von Verbindungen gehört.

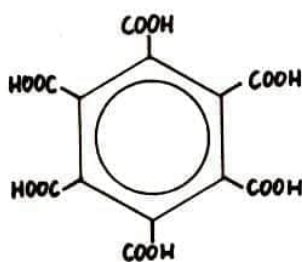
(4) C_6O_6 (Trichinon):

Bei dieser Verbindung - wie bei den folgenden - haben wir es mit einem Abkömmling des Benzols zu tun. Alle CH-Gruppen des Benzols sind hier formal durch C=O-Gruppen ersetzt:

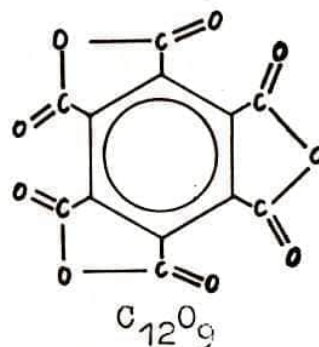


(5) C_{12}O_9 (Mellitsäuretrianhydrid):

Hier liegt wieder ein Anhydrid einer organischen Säure vor, und zwar der Benzolhexacarbonsäure (Mellitsäure):



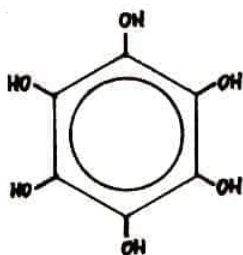
Mellitsäure



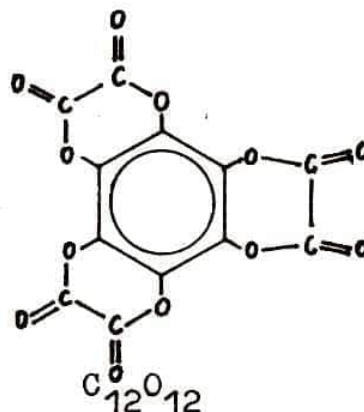
(6) $\text{C}_{12}\text{O}_{12}$ (Hexahydroxybenzol-trisoxalat):

Dieses Kohlenstoffoxid läßt sich durch Veresterung von

Hexahydroxybenzol mit drei Molekülen Oxalsäure gewinnen:



Hexahydroxybenzol



(7) Graphitoxid:

Bei der Oxidation des Graphits mit konzentrierter Salpetersäure und Kaliumchlorat oder -permanganat wird der Graphit nicht zu CO_2 oxydiert, sondern nimmt Sauerstoff auf und verliert dabei seine elektrische Leitfähigkeit. Man nimmt an, daß der Sauerstoff zwischen die Schichten des Graphitgitters eindringt und dort ätherartige C-O-C-Brücken oder Ketogruppen ausbildet. Über die Struktur des Graphitoxids und die Bindungsverhältnisse des Sauerstoffs zwischen den Schichten ist noch relativ wenig bekannt. Aber auch diese Verbindung (und um eine solche handelt es sich ja, denn sie hat ganz andere Eigenschaften als Graphit) gehört zu den Kohlenstoffoxiden, wenn man davon absieht, daß Graphitoxid immer etwas Wasserstoff (höchstwahrscheinlich in Form von OH-Gruppen) enthält.

Schmierfette aus Schweinefett

Zur Darstellung von Fettbasen für konsistente Schmierfette bieten sich natürliche Fette und Öle an. Da Schweinefett als Nahrungsmittel nur noch in geringem Maße gefragt ist, bietet sich hier eine nützliche Verwendungsmöglichkeit. An der Hochschule für chemische Technologie in Sofia wurden zum ersten Mal aus hydriertem Schweinefett durch einfache Zerlegung Fettsäuren C_{16} bis C_{18} hergestellt, deren Lithium-, Kalium- und Bariumsalze als komplexe Schmierfette angewendet werden.

Dr. habil. H. Franke
Leiter der Spezialabteilung
für Ultramikroskopie am
Institut für Pathologische
Physiologie der FSU Jena

Probleme der Regulation
der Zellteilung in gesunden Geweben
und in Geschwulstgewebe
(Teil 2 und Schluß)

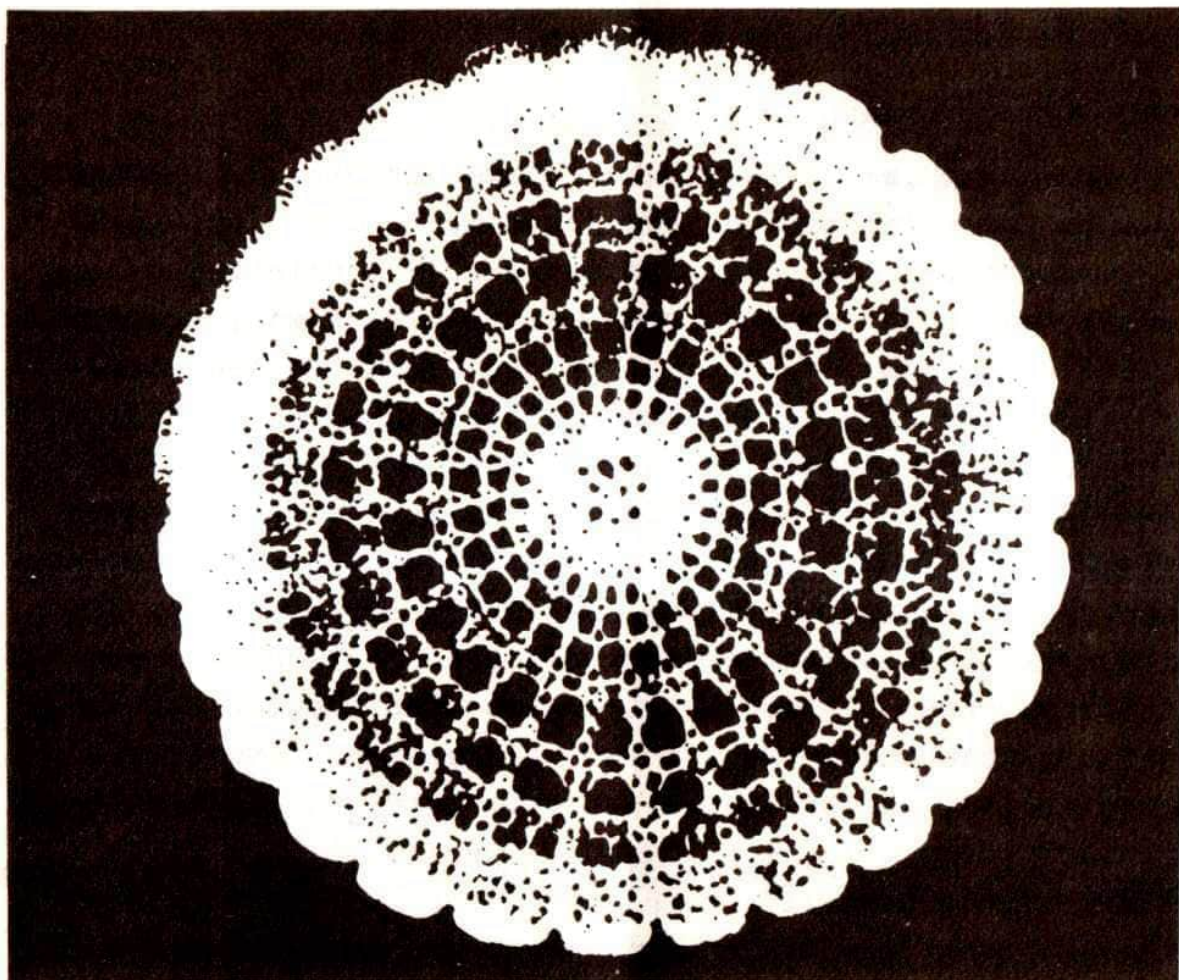
Spezifische Zellteilungshemmsubstanzen

intrazellulärer Herkunft

Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daß bei der Regulation der Zellteilung spezifische, in der Zelle gebildete Hemmstoffe entscheidend mitwirken. Die Existenz solcher Hemmstoffe, denen man die Bezeichnung Chalone gab, hatte man zunächst nur vermutet. Sie sollten auf nicht-toxischem reversiblen Wege eine Hemmwirkung auf teilungsbereite Zellen ausüben. Man ging dabei von der Vorstellung aus, daß jede Gewebeart einerseits aus teilungsaktiven, andererseits aus teilungsinaktiven (differenzierten) Zellen besteht. Die letzteren sollten Hemmstoffe (Chalone) produzieren, die zu den teilungsaktiven Zellen wandern und deren Teilungsvermögen blockieren. Erst mit dem Untergang chalonbildender Zellen sinkt auch die Konzentration der abgegebenen Hemmstoffe. Die Folge ist, daß bei den teilungsbereiten Zellen die Hemmung nicht mehr wirksam ist und nun der Zellersatz durch Zellneubildung einsetzen kann. Das Gleichgewicht zwischen Zellneubildung und Zelluntergang wird demzufolge durch das Verhältnis zwischen teilungsinaktiven Zellen als Chalonproduzenten und teilungsaktiven Zellen nach dem Prinzip der negativen Rückkopplung reguliert.

Die zunächst rein theoretischen Vorstellungen über die Regulation des Zellteilungsgeschehens wurden sehr bald eingehend experimentell überprüft. Nach der entwickelten Theorie sollte eine Entfernung (Verringerung) teilungsinaktiver Zellen als Hemmstoffbildner automatisch ein Ansteigen der Zell-

teilungsrate in einem Gewebe zur Folge haben. Das war tatsächlich auch der Fall. Ebenso müßte die Injektion eines Zellextraktes teilungsinaktiver Zellen, der also Chalone enthalten soll, auch dort einen Teilungsstop bedingen, wo gerade eine lebhaftete Zellteilung im Gange ist. Solch eine Situation finden wir zum Beispiel in der Oberhaut bei Wundheilung. Auch bei dieser Untersuchung traf das ein, was man erwartete, nämlich eine Hemmung der intensiven Zellteilung durch Chalone im Bereich der heilenden Wunde.



Schnitt durch einen Stengel

Chalone sind demnach Hemmsubstanzen der Zellteilung und werden jeweils in dem Gewebe produziert, dessen Teilungsaktivität sie auch hemmen. Bisher wurden Chalone in allen Geweben nachgewiesen, die man analysiert hat. Die am besten untersuchten Chalone sind zur Zeit diejenigen der Oberhaut

(Epidermis) und die von Blutzellen, insbesondere von weißen Blutzellen (Leukocyten und Lymphocyten). Die anfänglich in Frage gestellte Gewebespezifität der Chalonehemmwirkung ist inzwischen ausreichend gesichert. Gewebespezifität heißt, daß beispielsweise Chalone der Oberhaut nicht in der Lage sind, die Zellteilung von Leukocyten oder Lymphocyten zu hemmen und umgekehrt.

Chemische Natur und Wirkungsweise der Chalone

Versuche zur Isolierung und Reinigung der Chalone aus der Oberhaut wurden mehrfach unternommen. Aus den neuesten Ergebnissen geht hervor, daß die Chalone in den Epidermiszellen aus mehreren Wirkfaktoren bestehen, die an bestimmten Abschnitten des Lebenszyklus einer Zelle angreifen, wobei ein Lebenszyklus von einer Teilung zur nächsten reicht.

Die bisherigen analytischen Befunde sprechen dafür, daß Chalone Glykoproteide sind von einem Molekulargewicht von etwa 30 000 bis 40 000. Diese Eiweißzucker-Verbindungen setzen sich aus einem größeren inaktiven Eiweißanteil sowie einem kleineren, biologisch aktiven Glykopeptidkomplex zusammen.

Chalone und Krebszellwachstum

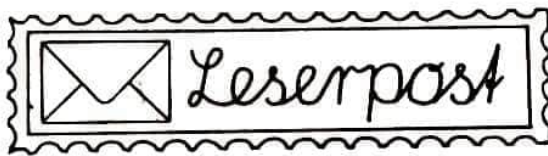
Die Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre sprechen dafür, daß die Chalone auch beim Wachstum und damit bei der Zellteilung von Krebsgewebe eine Rolle spielen. Diese Feststellung ist im Hinblick auf das Problem der Analyse der Ursachen der offenbar unkontrollierten Teilung der Geschwulstzellen von besonderer Bedeutung. Die Entwicklung vieler Geschwülste findet in zwei Stufen statt: Zuerst erfolgt die Umwandlung einer normalen Zelle in eine Krebszelle durch eine krebserzeugende Substanz, im Anschluß daran wird durch ein sogen. Co-Carcinogen die ungehemmte Teilung der Krebszelle ausgelöst. Experimentelle Untersuchungen von MARKS, GRIMM und KRIEG (1972) deuten darauf hin, daß der Auslösemechanismus für die unregelmäßige, ungehemmte Zellteilung in der Ober-

haut - also die Entstehung von Hautkrebs - auf eine Störung der Chalonwirkung zurückgeführt werden kann. Wenn man nämlich die Haut mit Crotonöl, einer krebserzeugenden Substanz, behandelt, dann reagieren die Zellen der Basalschicht über längere Zeit nicht mehr auf die zellteilungshemmende Wirkung der hautspezifischen Chalone. Die Geschwulstentwicklung scheint auf Grund der bisher vorliegenden Ergebnisse durch eine zeitlich begrenzte Abschaltung eines wesentlichen Mechanismus der Zellteilungskontrolle zustandezukommen. Durch die Abschaltung des Chalonmechanismus wird die Geschwindigkeit der Zellproduktion in jedem Fall größer als die des Zelluntergangs. Damit ist der Weg frei für die Bildung einer Mikrogeschwulst und bei weiterer Ausschaltung der Hemmwirkungsfaktoren kommt es dann zu einem exzessiven Wachstum des Krebsgewebes.

Die ersten Geschwulstbildungen, die auf die Wirksamkeit des Chalonmechanismus untersucht wurden, waren Krebsgeschwülste der Haut beim Kaninchen und granulocytäre Leukämien bei der Ratte. Im letzten Fall handelt es sich um eine Überschwemmung des Blutes mit weißen Blutzellen (Leukocyten) infolge ungehemmter Teilung. Die Ergebnisse, die 2 Forschergruppen unabhängig voneinander erhielten, stimmten weitgehend überein. Es offenbarte sich, daß auch Krebszellen Chalone produzieren wie das normale Ursprungsgewebe, aus dem die Krebszellen hervorgingen. Die festgestellte Chalonkonzentration betrug jedoch im Vergleich zum Ursprungsgewebe nur etwa 1/10 des Normalwertes. Krebszellen erzeugen also nur eine sehr geringe Menge an Zellteilungshemmstoffen. In diesem Zusammenhang ist wichtig, daß es möglich ist, die unkontrolliert und ungehemmt wachsenden Krebsgeschwülste durch Injektion der spezifischen Chalone in ihrer Entwicklung zu hemmen. Da gleiche Befunde auch bei anderen Geschwülsten erhoben wurden, wirft diese Beobachtung sofort die Frage auf, inwieweit man Krebsgeschwülste erfolgreich mit Chalon bekämpfen kann. Mit einer Chalonbehandlung ist eine Schädigung oder Abtötung des Krebsgewebes nicht zu erreichen, es ist aber möglich, das Regulationsgleichgewicht zwischen Zellneubildung und -untergang so stark auf die Seite des Zellverlustes zu verschieben, daß im Laufe der Zeit eine mehr oder weniger vollständige oder

sogar eine totale Rückbildung der Krebsgeschwulst eintritt. Auf der Basis dieser Überlegungen wurden bereits Behandlungen mit Chalonon an Ratten durchgeführt, die an Leukämie litten. Die erzielten Ergebnisse sind vielversprechend, es bedarf jedoch weiterer umfangreicher experimenteller Untersuchungen, bevor man ein endgültiges, genaueres Urteil über eine mögliche Chalontherapie von Krebsgeschwülsten fällen kann. Bei den vorerwähnten leukämiekranken Ratten konnten im Laufe von 2 Jahren von 40 Krankheitsfällen 9 vollständig geheilt werden, der Rest der Fälle zeigte ebenfalls eine deutliche Besserung. Leider konnten die restlichen Krankheitsfälle nicht über einen weiteren Zeitraum behandelt werden, da nicht mehr genügend Chalon zur Verfügung stand. Im Hinblick auf diese bemerkenswerten Ergebnisse darf man mit Spannung den weiteren Forschungsergebnissen entgegen sehen. Der Leser dieses Artikels wird wahrscheinlich den Einwand vorbringen, daß in der Geschwulstbekämpfung seit langem mit Hemmstoffen (Cytostatika) der Zellteilung gearbeitet und behandelt wird und der erhoffte große Erfolg bisher ausgeblieben ist. Das ist richtig, zwischen den Cytostatika und den Chalonon besteht jedoch in der Wirkung ein entscheidender Unterschied: Cytostatika hemmen die Zellteilung unspezifisch und wirken damit auf alle teilungsaktiven Körperzellen, ein Effekt, der bei Langzeitbehandlungen mit Cytostatika zu schwerwiegenden nachteiligen Nebenwirkungen im zu behandelnden Organismus führen kann. Dem Einsatz der Cytostatika sind also Grenzen gesetzt und man benutzt sie meist im Rahmen einer Kombinationstherapie. Im Gegensatz zu den Cytostatika sind die Chalone nicht toxisch und wirken ganz spezifisch auf das Krebsgewebe.

Abschließend sei festgestellt, daß nicht übersehen werden darf, daß das Geschwulstproblem ein sehr vielschichtiges und kompliziertes ist. Die prinzipielle Lösung des Krebsproblems ist praktisch nur möglich auf der Basis einer möglichst breiten interdisziplinären Gemeinschaftsarbeit der Forscherkollektive der experimentellen und klinischen Krebsforschung und einer engen sozialistischen Zusammenarbeit mit den entsprechenden Partnerinstituten in der Sowjetunion und den RGW-Ländern.



Lieber Impuls!

Ich möchte mich ganz herzlich für Euren Artikel „Was ist eigentlich los wenn bumsd?“ bedanken. Dör fekte. Es is der beste Artikel dem ich seid Jahren gelesen habbe. Grom! Dör mich öftersch so was bringen? Ach werde mich sehr freuen.

Eine Leserin

Viola Jehnhandl (Leipzig)

WISSENSCHAFT IM KREUZVERHÖR

In einem unserer vergangenen Jahrgänge brachten wir ein Interview in der zweiten Muttersprache einer Vielzahl unserer Leser - Sächsisch! Das Ding schlug ein wie eine Bombe. Inzwischen sind komplizierte Fachartikel in der leichtverständlichen sächsischen Sprache aus der Spezialliteratur nicht mehr wegzudenken. Wir beugen uns dem Trend der Zeit und veröffentlichen heute ein Interview in der Urfassung:

Molegiele im Weldall - erschde Schridde zum Lem?

"imbuls": Herr Professor Bebermumbe, in der ländlichen Zeit wird so viel über sensationelle Ergebnisse der Asdrofisis geschwätzt, schätzt das überhaupt?

"Professor Bebermumbe": Das schätzt. Besonders in den letzten drei Jahren wurden nicht nur ein Haufen neuer Scherene entdeckt, sondern auch beinahe dreißig verschiedene Molekelsorten im Weltall, die teilweise aus einem Atom und vier verschiedenen Elementen aufgebaut sind. Dazu gehören zum Beispiel Methylaziden, Azetaldehyd und Formamid.

"imbuls": Was ist es schließlich so wichtig an diesen Entdeckungen?

"Professor Bebermumbe": Bisher hatte man geglaubt, daß solche Verbindungen im Weltall nicht existieren können, weil sie nicht sehr stabil sind und durch Schwerkraft- und Teilcheneinwirkung sofort wieder zerfallen. Das ist aber, wie die Tatsachen beweisen, nicht so.

"imbuls": Herr Professor, uns würde interessieren, wie man überhaupt solche Moleküle nachweisen kann. Schließlich sind sie ja Millionen von Lichtjahren von uns weg.

"Professor Bebermumbe": Ach, wissen Sie, Herr Jänisch, das ist anscheinend physikalisch nicht ganz einfach zu verstehen. Moleküle können, wenn sie schwingen, Schwerkraft ausschicken. Diese Schwerkraft ist genauso wie bei den Atomen, charakteristisch für das entdeckende Molekül. Formaldehyd schirmt mit einer Wellenlänge von 6,2 Zentimetern, Ammoniak mit 1,3 Zentimetern und Kohlenmonoxid bei 2,2 Millimetern. Die großen Fortschritte in der Rundfunk- und Fernsehtechnik der letzten Jahre erlauben, Signale mit dieser Wellenlänge aus dem Weltall zu empfangen und überhaupt nachzuweisen. Die größten Antennen dafür haben zum Beispiel einen Durchmesser von 100 Metern - das sind Meisterleistungen der Präzisionstechnik und Nachweiselegitimation. Mit solchen Dingen ist es nun gelungen, die Schwerkraft zahlreicher Moleküle nachzuweisen.

"imbuls": Sie sagten vorher, daß solche Moleküle ziemlich instabil sind. Wieso kann man sie dann überhaupt nachweisen?

"Professor Bebermumbe": Da sin mor bei ener dor indresandesden Fragen dor gegenwärdischen Asdronomie angelangt. Im sogenannnden indorschdellaren Room befindet sich Schdaub mid ener sehr geringen Dischde. Das Gelumbe is so dinne verdeild, daß de Adom, off Dischdennisballgröße gebrachd, enen Abschdand von über 1000 Gilomedern zum Nachbaradom ham. Da gönnen sich also dursch zufällisches Zusammenbumsen keene Molegiele bilden un wenn, würdense bald widder zerfalle. Molegielschdrahlung gommwd wahrscheinlich aus Gegenden mid hoher Schdaubgonzendradion, dord, wos`ch wahrscheinlich grade neue Schderne bilde dun. Mid schdeigender Gonzendradion wächsd de Wahrscheinlichgeid, das`ch Molegiele bilde gönne, außerdem schirmen die Schdaubwolgen die leischdzerbrechlichen Dinger von den zerschdörenden Schdrahlungen ab. Nu gommwd dor eisehendliche Glu dor Schlußfolgerungen: es scheind so, däs`ch Molegiele un Schderne gleichzeidsch bilde dun.

"imbuls": Herr Brofessor, soviel mir begannd is, werd neuerdings och vermuded, daß de Blanneden gleichzeidsch mid den Schdernnen endschdehn?

"Professor Bebermumbe": Das schdimmd, ää, ich will damid sache, daß es solche Deorien gibd. Ob se schdimme, wird uns de Zugunfd zeige. De indorschdellar endschdandenen Molegiele gönndden sich danach in dor Uradmosfäre dieser Blanneden ansammeln un somid zur Endschdehung des Lems beidrage. Das is aber zur Zeid noch sehr schbegdagulär.

"imbuls": Was hadn dor Lem mid diesen Molegieln zu dun?

"Professor Bebermumbe": Se ham misch falsch verschdandn, ich meine nich den Lem, sondern das Lem.

"imbuls": Ach soo. Herr Brofessor Bebermumbe, ich dange ihnen im Nam aller Leser fier dieses leichd zu verschdehende Inderju. Ich würde sache, daß das, was se hier endhülltd ham, schon fasd sensadionell is.

"Professor Bebermumbe": Keene Ursache, wenn de Leser noch Frachen ham, bin ich selbstverschdändlich gern bereid, zu andworden. Es gibd nämlich noch ne ganse Mänge Sachen, die unwahrscheinlich fedsen.

Dr. S. Marx
Sektion Physik
der FSU Jena

Der Nutzen der Raumfahrt (Teil 2 und Schluß)

Ein weiteres großes Gebiet, auf dem die Satelliten mit hohem Nutzen eingesetzt werden, ist die Erforschung der Erdatmosphäre, da die Prozesse darin in hohem Maße für das Leben der Menschen bestimmend sind. Sowohl die großräumigen wie auch lokalen Wettervorgänge sind von Bedeutung für den Schiffs- und Luftverkehr, für die Landwirtschaft, die Wasserwirtschaft, für Fragen der Umweltverschmutzung und andere Zweige der Volkswirtschaft. Wichtig ist, daß die Beobachtung großräumiger atmosphärischer Vorgänge parallel zur Überwachung der Sonne durchgeführt wird, da letztlich die Sonnenausstrahlung nahezu die gesamte Energie für das Wettergeschehen liefert.

Großräumige Beobachtungen der Atmosphäre gelten vor allem der Erforschung von Strömungsvorgängen in der Lufthülle, der geographischen und höhenmäßigen Wolkenverteilung vom Zeitpunkt der Wolkenbildung bis zu ihrer Auflösung, der Wärmeaustauschprozesse zwischen Erde und Atmosphäre sowie zwischen verschiedenen Atmosphärenschichten.

Neben dieser passiven Beobachtung atmosphärischer Vorgänge und der Ableitung von Voraussagen über die weitere Entwicklung in der Atmosphäre wird aber auch schon an eine eventuelle aktive Beeinflussung der Erdatmosphäre gedacht. Diese könnte unter Umständen darin bestehen, daß das Wettergeschehen im Interesse des Menschen verändert wird, z.B. durch die Zerstörung von Taifunen oder die Beseitigung der Bedingungen, die ihre Entstehung begünstigen, die zeitliche und örtliche Lenkung der Regenmenge und anderes.

Wie schon aus dem bisher Gesagten hervorgeht, liegt ein

wesentlicher Nutzen der Raumfahrt für die Erde in der Erfassung großräumiger Gebiete der Erdoberfläche. Großräumige Beobachtungsmethoden bieten sich sofort für die Bearbeitung ozeanographischer Probleme an, denn das Meer bedeckt ca. 70% der Erdoberfläche. Hauptprobleme der Erforschung der Ozeane sind das Erkennen von Meeresströmungen und Wasserstandsveränderungen, der Temperaturverteilung im Wasser, der Eisbildung und -bewegung, der chemischen Zusammensetzung sowie des pflanzlichen und tierischen Lebens und der möglichen Bodenschätze unter dem Meeresboden. Eng im Zusammenhang mit den ozeanographischen Untersuchungen stehen selbstverständlich meteorologische Fragen, da die Wechselwirkung zwischen der Meeresoberfläche und den Atmosphärenschichten große Bedeutung für den Wetterablauf haben.

Wesentliche Informationen über die Weltmeere gewinnt man aus Beobachtungen im infraroten Spektralbereich. Diese Aufnahmen zeigen unmittelbar den Verlauf warmer und kalter Meeresströmungen und - wenn man diese Aufnahmen häufig wiederholt - deren zeitliche und örtliche Veränderungen. Auf den photographischen Infrarotaufnahmen erscheint kaltes Wasser hell und warmes Wasser dunkel.

Weiterhin ist eine wichtige Aufgabe die Untersuchung der Entstehung und Bewegung der Meereswellen. Eine mögliche Methode zur Untersuchung dieser Fragen sind die photographischen Aufnahmen des reflektierten Sonnenlichtes.

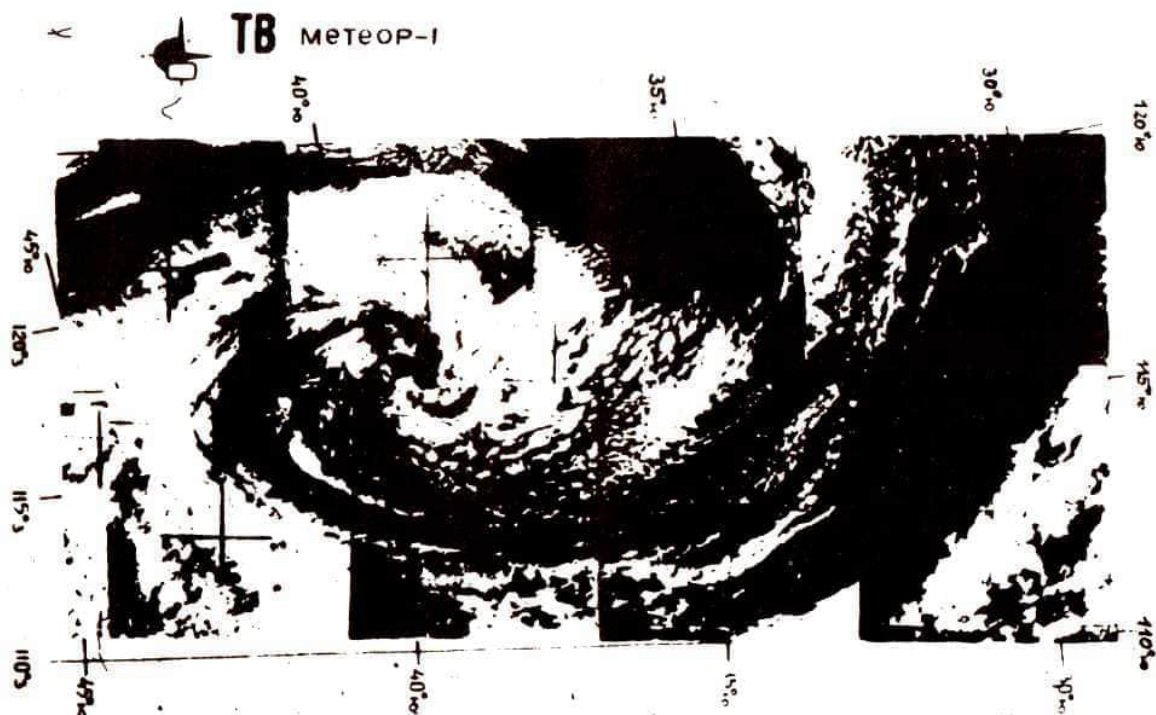
Von ganz besonderer Bedeutung sind meeresbiologische Untersuchungen, da viele Spezialisten die Weltmeere als wesentliche Reserve für die zukünftige Ernährung der Menschen ansehen. Die Erträge des Fischfanges können nur erhöht werden, wenn die organisierte Suche nach Fischschwärmen u.a. in Zusammenhang gebracht wird mit der Temperaturverteilung im Wasser und den Ernährungsbasen für die Fische.

Eine Möglichkeit, Fischschwärme direkt aus dem Weltraum zu erkennen und danach die Fangflotten einzusetzen, bieten wiederum Infrarot- aber auch Ultraviolettbeobachtungen. Große Fischschwärme können Fischtranfilme auf der Wasseroberfläche verursachen. Diese Fischtranfilme haben ganz

spezielle spektrale Eigenschaften und verraten sich dadurch auf Infrarot- oder Ultravioletttaufnahmen.

Mit Hilfe der Infrarotfotografie ist es auch möglich, chlorophyllhaltige Stoffe im Wasser zu erkennen. Sie zeichnen sich auf den Spektralfilmen als helle, rosafarbene Felder ab. Pflanzen des Meeres können aber eventuell eines Tages direkt für die Ernährung des Menschen von Bedeutung sein, so daß es interessant wird, über die Verteilung der Meerespflanzen gute Kenntnisse zu haben.

Ein weiteres Problem, das großräumige kontinuierliche Überwachung verlangt, ist die Pflege und Entwicklung des Waldbestandes, denn die Anforderungen an Holz werden immer größer. Darüberhinaus ist der Wald aber ein wichtiger Faktor in vielen Naturvorgängen, wie z.B. für das Klima, den Oberflächen- und Grundwasserstand, die Bodenerosion usw. In der Sowjetunion gibt es z.B. etwa 10^6 km² Waldbestand. In einem trockenen Jahr fallen davon etwa 10^6 ha Waldbränden zum Opfer, was sich auf viele Bereiche der Volkswirtschaft nachteilig auswirkt.



Aufnahme eines Tiefdruckwirbels durch den sowjetischen Wettersatelliten METEOR - 1 am 15. 4. 69

Die Effektivität der Bekämpfung von Waldbränden hängt ganz entscheidend von der Schnelligkeit des Erkennens ab. Beim Einsatz von Flugzeugen und Hubschraubern gibt es große, meteorologisch bedingte Lücken in der Überwachung. Es entfallen auf ein Flugzeug bzw. Hubschrauber sehr große Flächen (10^6 bis 4×10^6 ha), so daß täglich nur Teile des Territoriums erfaßt werden. Bei dieser Methode werden Waldbrände auf dem Gebiet der SU im allgemeinen nach 12 Stunden bemerkt, beim Einsatz von 2 Satelliten verkürzt sich die Entdeckungszeit auf durchschnittlich 4 Stunden, wodurch die Bekämpfungsmöglichkeiten sehr verbessert werden.

1968 wurde im Gebiet von Chabarowsk in Sibirien ein Waldbrand durch künstlich hervorgerufenen Regen erfolgreich bekämpft. Hier bietet sich eine interessante Bekämpfungsmethode. Im Gebiet großer Waldbrände entstehen gewaltige aufsteigende Haufenwolken mit großem Feuchtigkeitsgehalt. Wenn man diese künstlich zum Abregnen bringt, liefert der Brand selbst sein Löschmittel. Für die systematische Beobachtung der Wolken über Waldgebieten sind wiederum künstliche Erdsatelliten einsetzbar.

Eine häufige Ursache von Waldbränden sind Gewitter. Es wurde abgeleitet, daß in der trockenen Jahreszeit etwa 30% der Gewitter zu Waldbränden führen. Durch die genaue Ermittlung von Gewittern nach Raum und Zeit durch Satelliten erhält man wertvolle Informationen über den Grad der Brandgefahr in den verschiedenen Gebieten und kann danach Schutzmaßnahmen planen.

Auch bei der großräumigen Erkundung des Erdkörpers sind Satelliten gute Hilfsmittel. Wichtige Instrumente für die Erforschung der Erdoberfläche und der oberflächennahen Schichten sind geologische Karten. Der Prozeß der Kartierung ist noch keinesfalls abgeschlossen. Gegenwärtig gibt es für 80% der Erdoberfläche Karten im Maßstab $1:10^6$, für 20% von $1:2,5 \times 10^5$, für 12% von $1:10^5$ und für nur 5% von $1:2,5 \times 10^4$. Der Prozeß des Kartierens kann mit Hilfe künstlicher Satelliten wesentlich beschleunigt werden.

Neben den Kartierungsaufgaben kann die Geologie auch direkt

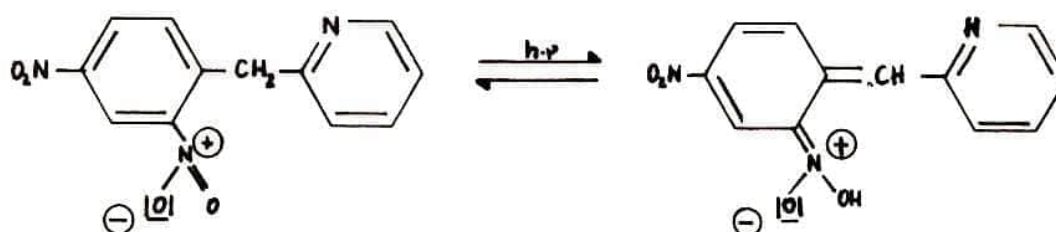
Hinweise für Erkundungsarbeiten erhalten. Dazu zwei Beispiele. Von künstlichen Erdsatelliten ist es möglich, Messungen des Magnetfeldes der Erde durchzuführen und Magnetfeldanomalien nachzuweisen. Solche Anomalien können z.B. durch magnetisches Gestein hervorgerufen werden. Es ist sogar möglich, auf die Tiefe der Quelle der Magnetfeldanomalie zu schließen. Die Ergebnisse können dann zum Erschließen von Erzlagerstätten führen.

Ohne besondere Geräte kann ein Satellit zur Messung des Gravitationsfeldes der Erde dienen. Dazu sind exakte Bahnänderungsbeobachtungen nötig. Anomalien der Schwerkraft können ebenfalls wieder Rückschlüsse auf großräumige Strukturen in den Oberflächenschichten der Erde zulassen.

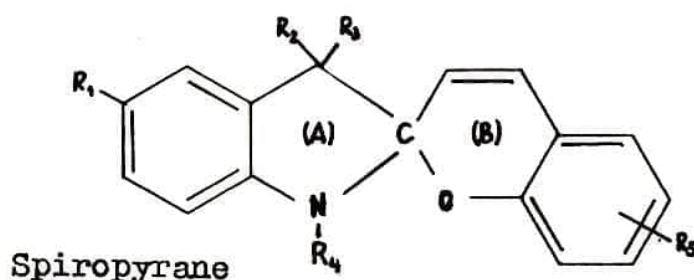
Die hier gezeigten Beispiele sollen einen kleinen Einblick in mögliche Nutzananwendungen der Raumfahrt geben und erheben keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit.

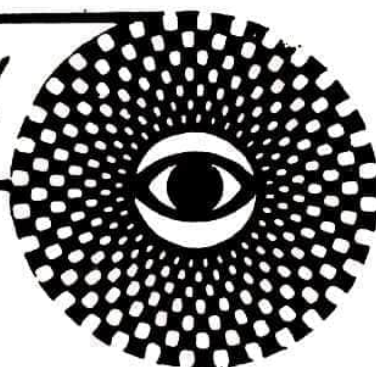
Berichtigung zu Heft 10 des 7. Jahrganges

Korrektur zu Seite 12



Korrektur zu Seite 15





P. Kapiza (UdSSR)

Das Verhältnis zwischen Mensch und Natur- Drei Aspekte des globalen Problems

(Aus „Wissenschaftliche Welt“ 2/1973)

Das, was den hier erörterten Problemen gemeinsam ist und sie so wichtig macht, ist ihr globaler Charakter. In unserem Jahrhundert können einige Probleme nicht mehr in den Dimensionen eines einzelnen Landes gelöst werden, man muß sie in den Dimensionen unseres ganzen Planeten lösen.

Jetzt spricht man von drei Aspekten des globalen Problems:

1. vom ökonomisch-technischen, der mit der Erschöpfung der mineralischen Lagerstätten der Erde zusammenhängt,
2. vom ökologischen, der wegen der weltweiten Umweltverschmutzung mit dem biologischen Gleichgewicht zwischen Mensch und lebendiger Natur zusammenhängt,
3. vom politisch-gesellschaftlichen, da diese Probleme Lösungen in den Dimensionen der ganzen Menschheit erfordern.

Charakteristisch für solche Prozesse ist: Sie führen schließlich zu einer solchen Beschleunigung, daß sie den Charakter einer Explosion annehmen. Ein bekanntes Beispiel für einen solchen Prozeß ist die Explosion einer Atombombe.

Diese exponentiellen Gesetzmäßigkeiten treten bei der Vermehrung der Menschen, bei den demographischen Prozessen auf. Gegenwärtig zählt die Weltbevölkerung 3,7 Milliarden Menschen. Wenn sie im gleichen Tempo wächst wie in diesem Jahrhundert (durchschnittlich um 2 Prozent jährlich), dann wird unser

Planet in 700 Jahren so dicht besiedelt sein, daß für jeden Menschen nur ein Quadratmeter der gesamten Erdoberfläche zur Verfügung stehen wird. Selbstverständlich ist das unmöglich, und der Prozeß des Bevölkerungswachstums muß schon lange vor diesem Zeitpunkt aufhören. Wann und bei welchen Faktoren dies geschehen und wie sich dabei die Zivilisation wandeln wird, ist ein sehr wichtiges globales Problem der allernächsten Zukunft.

In den letzten Jahren wurden besonders interessante und überzeugende Ergebnisse bei Untersuchungen erzielt, die zeigten, daß der "explosionsartige Charakter" der ökologischen Prozesse nicht nur vom exponentiellen Gesetz des Bevölkerungswachstums abhängt. Einige andere Prozesse - der steigende Verbrauch von Elektroenergie und von mineralischen Rohstoffen, die zunehmende Umweltverschmutzung - entwickeln sich exponentiell und können gleichfalls in nicht ferner Zukunft zu einer globalen Krise führen, die wegen ihrer Plötzlichkeit einen explosionsartigen Charakter haben wird.

Das Energieproblem

Eins der allerwichtigsten Probleme hängt mit der Energetik zusammen, denn die Nutzung der natürlichen Energiereserven durch den Menschen ist ein Hauptfaktor, von dem das Niveau der heutigen Zivilisation und des Wohlstandes der Menschheit abhängt. Die bedeutendste Energiequelle der Wirtschaft ist z. Z. die Kohle. Selbst wenn die Weltbevölkerung nicht mehr wachsen sollte, aber der Energieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung genauso rasch steigt wie in den letzten hundert Jahren, reichen die Kohlevorkommen 100 - 150 Jahre.

Das Energieproblem, das für die Menschheit am allerwichtigsten ist, kann mit Hilfe geregelter, thermonuklearer Reaktionen gelöst werden, bei denen Deuterium - das schwere Wasserstoffisotop - als Energiequelle dient; in den Ozeanen ist es praktisch in unbegrenzter Menge vorhanden.

Die globale Krise, die damit zusammenhängt, daß die Rohstoffvorkommen zu Ende gehen, kann von der Wissenschaft verhindert werden, indem man die industrielle Produktion auf so-

genannte "geschlossene Prozesse" (Stoffkreisläufe) umstellt, wie sie in der Natur vorkommen, wo nichts weggeworfen wird, weil alles erneut verbraucht wird. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, sind geschlossene Prozesse durchaus möglich, wenn auch bedeutend komplizierter. Bei ihrer Realisierung wird es vor allem darauf ankommen, den Energieaufwand zu erhöhen. Deshalb wird die Einführung dieser Prozesse im globalen Maßstab erst möglich werden, wenn man über eine Energiequelle von praktisch unbegrenzter Kapazität verfügt, wie sie heute nur durch thermonukleare Reaktionen denkbar ist.

Die Lösung all dieser wissenschaftlichen Probleme muß man als dringend ansehen, weil die Rohstoffverknappung im globalen Maßstab schon in unserer Generation eintreten wird; ihre Lösung ist nur in einem weiten internationalen Rahmen möglich.

Das Umweltproblem

Das nächste Problem - das ökologische - entsteht dadurch, daß das Gleichgewicht der Natur ebenfalls in globalen Dimensionen durch die Umweltverschmutzung gestört wird. Die Hauptschwierigkeit bei der Lösung dieses Problems besteht darin, daß die globalen Dimensionen der technischen Prozesse beim heutigen Stand der Zivilisation begonnen haben, unsere Umwelt Luft, Wasser und Boden zu verändern; sie verändern sie derart, daß das bisherige biologische Gleichgewicht der Natur schon nicht mehr bestehen bleiben kann und daß die für die menschliche Existenz nötige Fauna und Flora zu sterben anfangen.

Bei den für die moderne Zivilisation erforderlichen technischen Prozessen sind Störungen der bisherigen ökologischen Prozesse schon unvermeidlich.

Wenn die Ökologie bislang das in der Natur herrschende Gleichgewicht studiert hat, so muß sie jetzt nach neuen Gleichgewichtsbedingungen suchen. Als Beispiel dafür kann man das Baikalsee Problem anführen. Die Industrie braucht Süßwasser. Der Baikalsee enthält davon eine riesige Menge. Das ist ein

großer Reichtum. Aber man kann dieses Wasser nicht einfach herauspumpen, denn der See ist nicht nur deshalb wertvoll, weil er viel sauberes Wasser enthält, sondern auch, weil er ein Biofilter von kolossaler Kapazität ist. Das Wasser kommt aus den Zuflüssen wesentlich schmutziger in den See hinein, als es dann ist und aus ihm wieder herausfließt.

Diese Reinigung ist den biologischen Prozessen im Baikalsee zu verdanken. Wenn reines, gleichsam destilliertes Wasser in den Baikalsee flösse, stürbe das Leben in ihm ab, er würde aufhören, das ihm zufließende schmutzige Wasser zu verarbeiten. Für uns besteht die industrielle Bedeutung des Baikalsees darin, daß er ein mächtiger Wasserreiniger ist, und wir machen uns um den Baikalsee Gedanken, weil wir diese seine Fähigkeit erhalten möchten.

Den Baikalsee muß man wirtschaftlich nutzen, aber so, daß das Leben in ihm nicht geschädigt wird und daß seine Reinigungskraft erhalten bleibt.

Die Aufgabe der Nutzung des Baikalsees stellt den Biologen die klar umrissene Aufgabe, die ökologischen Prozesse zu erforschen, die sich im Baikalsee abspielen, wenn er Industrieabwässer aufnimmt. Die Chemiker stellt sie vor die Aufgabe, solche Technologien zu erarbeiten, die gewährleisten, daß die anfallenden Abwässer den Forderungen der Biologen entsprechen, d. h. daß der Baikalsee diese Abwässer verarbeiten kann. Bei richtiger Lösung der Frage könnte man erwarten, daß sich die Reinigungskraft des Baikalsees sogar erhöht.

Ein anschauliches Beispiel dafür, was mit Seen geschieht, wenn man ihr Wasser nicht richtig nutzt und ihre biologischen Prozesse nicht berücksichtigt, sind die großen Seen in den USA und in Kanada.

Durch die Abfallstoffe der Betriebe, die das Wasser dieser Seen nutzen, wurden diese so verschmutzt, daß jedes Leben in ihnen **erstarb** und daß sich ihr Wasser für verschiedene Produktionen schon nicht mehr eignet. Aus diesem Grunde faßte die amerikanische Regierung jetzt den Beschluß, das normale Leben dieser Seen wiederherzustellen.

Es besteht kein Zweifel daran, daß die Ökologie heute zu einer zentralen Biowissenschaft wird.

Prozesse der Einwirkung des Menschen auf die Natur nehmen jetzt globale Maßstäbe an, und da ihre Entwicklung dem exponentiellen Gesetz folgt, kann eine Vernachlässigung ihrer Kontrolle zu einer "Explosion" führen.

Der dritte Aspekt der globalen Probleme ist die Schaffung solcher gesellschaftlicher Bedingungen, die es ermöglichen, die Entwicklung von Technik und Industrie auf eine wissenschaftliche Grundlage zu stellen, welche eine ausgeglichene Entwicklung der Zivilisation ohne das Risiko einer Katastrophe explosiven Charakters gewährleisten würde.

Das Problem der Gesellschaftsordnung

Es gibt allen Grund zu der Annahme, daß die Wissenschaft mit den ersten beiden Aufgaben fertig werden wird, aber die Festlegung und Verwirklichung entsprechender Maßnahmen im globalen Maßstab ist ein gesellschaftliches Problem, dessen Lösung erst in den Anfängen steckt.

Da diese Lösung unvermeidlich zu Maßnahmen im internationalen Maßstab führen wird, können sie zu den nationalen Interessen einzelner Länder in Widerspruch geraten.

Nehmen wir ein einfaches Beispiel. Zwei Länder grenzen aneinander. Das eine produziert Zellulose, ohne Wasser zu verschmutzen, das zweite verschmutzt das Wasser bei der Zelluloseherstellung. Dasjenige Land, das das Wasser nicht verschmutzt, stellt das Papier teurer her. Die Industrie des einen Landes wird das Meer verschmutzen, die des anderen Landes nicht. Es ist klar, daß es im Interesse vieler Länder mit Meeresküsten liegt, das Meer rein zu halten, die Sauberkeit des Wassers ist ein internationales Problem. Folglich ergibt sich die Aufgabe, dasjenige Land, das das Wasser bei der Papierherstellung verschmutzt, zu veranlassen, das teurere Verfahren zu übernehmen, obwohl es seinen nationalen Interessen widerspricht, denn dabei kann das Land seinen Absatzmarkt verlieren, und hinzu kommt, daß es Kapital für teurere Produktionsanlagen aufwenden muß.

Bis jetzt hat man keine effektiven Maßnahmen gefunden, mit denen man auf Länder einwirken kann, um eine Umweltverschmutzung zu verhindern.

Deshalb nehme ich an, daß man sehr bald eine mit Autorität ausgestattete internationale Organisation zur Kontrolle globaler Probleme wird schaffen müssen.

Man fängt jetzt damit an, solche globalen gesellschaftlichen Probleme ausführlich zu diskutieren. Eine Seite dieser Diskussion zeichnet sich bereits ziemlich deutlich ab. Sogar im Westen vertreten einige Wirtschaftssoziologen den Standpunkt, die ökonomisch-technischen Probleme könnten in globalem Maßstab nur auf der Grundlage einer sozialistischen Organisation der Industrie gelöst werden.

Es gibt auch andere Richtungen, deren Vertreter behaupten, die kapitalistische Gesellschaft habe bislang immer Möglichkeiten der Selbstregulierung mit Hilfe von Preisen und Steuern gefunden und könne auf diese Weise auch globale Probleme lösen. Aber bisher blieben alle diese Behauptungen unkonkret.

Ich bin überzeugt, die Notwendigkeit, diese Probleme im internationalen Maßstab zu lösen, wird sich günstig auf die Lösung der Probleme auswirken, die mit der friedlichen Koexistenz und der Abrüstung zusammenhängen. Die Menschen beginnen zu begreifen, daß sie alle in einem Boot sitzen und daß die ganze Menschheit einen Feind hat, nämlich die sich nähernde globale Krise, gegen die man den Kampf gemeinsam aufnehmen muß.

Deshalb haben sowohl die Naturwissenschaftler als auch die Gesellschaftswissenschaft die Pflicht, die gesellschaftliche Erkenntnis durchsetzen zu helfen, daß die Menschen an die Lösung der Umweltprobleme auf unserem Erdball gemeinsam herangehen müssen, der in seinen Dimensionen, wie jetzt klar wurde, sehr begrenzt ist.

Werte Leser !

Aufgrund studienorganisatorischer und technischer Probleme ist es uns leider nicht möglich gewesen, die ersten Hefte dieses Jahrganges pünktlich auszuliefern. Wir hoffen, daß Sie trotzdem treue Leser von "impuls 68" bleiben.

Die Redaktion

SELBSTKRIK

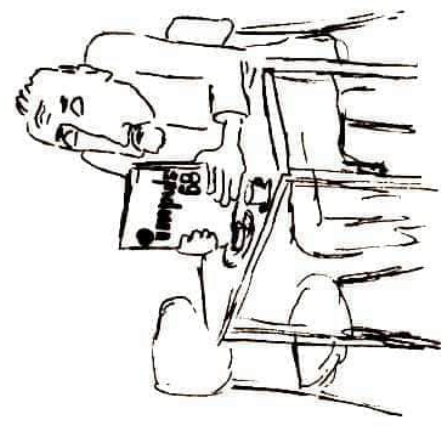
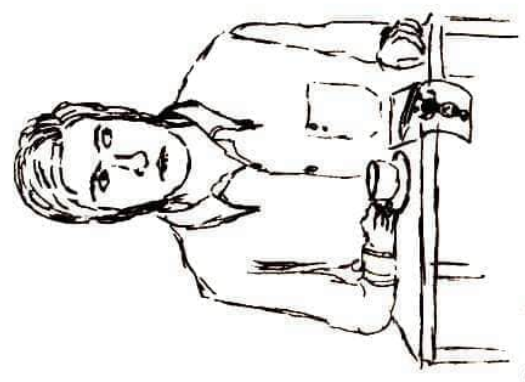


Geschichten um „impuls 68“ in Bild und Schrift

① *Wieder konnte unser Verbleichmann einem impuls-
losen gewinnen. Die probieren herbei.*

Ich
gehe
mir
kaum
bis
unter
den
Arm.

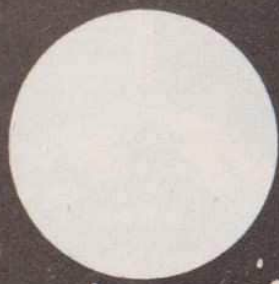
"Weißt Du schon, heute haben 'se den
Blitzableiter von der impuls - Redak-
tion runtergenommen."
"Wieso denn das ?"
"Na, da schlägt doch sowieso nichts
mehr ein !"



*Jetzt hat er sich schon zehn Minuten mehr
Humorste angesehen,
und noch nicht mal gelächelt hat er.*

L e s e r f r a g e : "Ich habe neulich im Kino neben einer
Frau gegessen, die Käsebrod aß. Muß man sich das eigentlich
gefallen lassen ?"

U n s e r e A n t w o r t : "Wir glauben nicht, daß es
eine juristische Handhabe dagegen gibt. Unsere Zeitschrift
mußte sich jüngst sogar gefallen lassen, als Käseblatt be-
schimpft zu werden, ohne daß wir juristisch dagegen ein-
schreiten konnten."



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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

Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch

Redaktion: G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Astro, fotograf, Gestaltung)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft: -40 M. Jahresabonnement: 4,- M.

INHALT:

Vakuumtechnik (1)	3
Der Nutzen der Raumfahrt für die angewandte Biologie	9
Das Prinzip von Le Chatelier-Braun	11
Integration durch Partialbruchzerlegung	17
Botschaft aus dem All? (1)	23
WIR EXPERIMENTIEREN	26
DOKUMENTATION (1)	28

Einleitung

Fragt man heute nach den physikintensiven Arbeitsverfahren, die in den letzten Jahren einen starken Aufschwung genommen haben und die auch in Zukunft stark an Bedeutung gewinnen werden, so wird dabei die Vakuumtechnik mit an vorderer Stelle genannt werden. Solche "Schauversuche" wie der mit den Magdeburger Halbkugeln durch O. v. Guericke sind dabei längst nicht mehr kennzeichnend für dieses interessante Gebiet der Physik. Ohne dem dritten Teil der Artikelserie vorgreifen zu wollen, der sich mit Fragen der Anwendung dieser Technik befaßt, sei nur kurz erwähnt, daß Vakuumapparaturen heute z. B. zur Erzeugung ultrareiner Stähle benötigt werden.

In unserem ersten Artikel wollen wir vorrangig die Frage der Erzeugung kleiner und kleinster Drücke behandeln. Dabei ist es zunächst wichtig, sich einen Überblick über die verschiedenen Vakuumbereiche zu verschaffen. Wir wollen das anhand einer Tabelle tun:

Vakuumbereich	Druck/Torr	Teilchenzahl/cm ³	Strömungsart
Großvakuum(GV)	760... 1	10 ¹⁹ ... 10 ¹⁶	viskos
Feinvakuum(FV)	1 ... 10 ⁻³	10 ¹⁶ ... 10 ¹³	Knudsenströmung
Hochvakuum(HV)	10 ⁻³ ... 10 ⁻⁷	10 ¹³ ... 10 ⁹	laminar
Ultrahoch- vakuum (UHV)	10 ⁻⁷	10 ⁹	----

Diese Abgrenzung der einzelnen Bereiche ist etwas willkürlich, gibt aber einen recht brauchbaren Überblick. Speziell die einzelnen Strömungsarten sind für die Konstruktion von Vakuumpumpen wichtig. Eine viskose Strömung (im GV) besagt, daß die mittlere freie Weglänge l der Gasmoleküle sehr viel kleiner als innere Abmessung d des Gefäßes ist, die Gasmoleküle erleiden also sehr häufig gegenseitige Stöße. Im FV-Bereich wird $l \approx d$. Die dabei auftretenden Strömungserscheinungen sind recht kompliziert und werden durch die sogenannte Knudsenströmung quantitativ ausreichend gut beschrieben.

Im Hochvakuum gilt nun $l \gg d$, d. h. die Gasmoleküle stoßen viel häufiger mit den Gefäßwänden zusammen als untereinander (laminare Strömung), und im UHV kann von einer eigentlichen Strömung nicht mehr gesprochen werden, hier ist die Bewegung einzelner Gasmoleküle entscheidend.

Um Vakuum zu erzeugen, nutzt man verschiedene Eigenschaften der Gase aus.

Das sind hauptsächlich die folgenden:

- 1 Gase nehmen stets das ganze ihnen zur Verfügung stehende Volumen ein.
- 2 Der Totaldruck eines Gasgemisches setzt sich aus der Summe der Drücke der einzelnen Komponenten zusammen (Gesetz von DALTON).
- 3 Gase kondensieren bei tiefen Temperaturen aus (flüssig, fest).
- 4 Die Gasmoleküle lagern sich bevorzugt an Stoffoberflächen an.
- 5 Die Atome und Moleküle eines Gases können ionisiert werden, d. h. sie sind dann elektrisch geladen.

Vakuumpumpen

● Mechanische Pumpen nutzen Eigenschaft 1 aus. Wir wollen hier die Drehschieberpumpe vorstellen, die eine der gebräuchlichsten Pumpen darstellt.

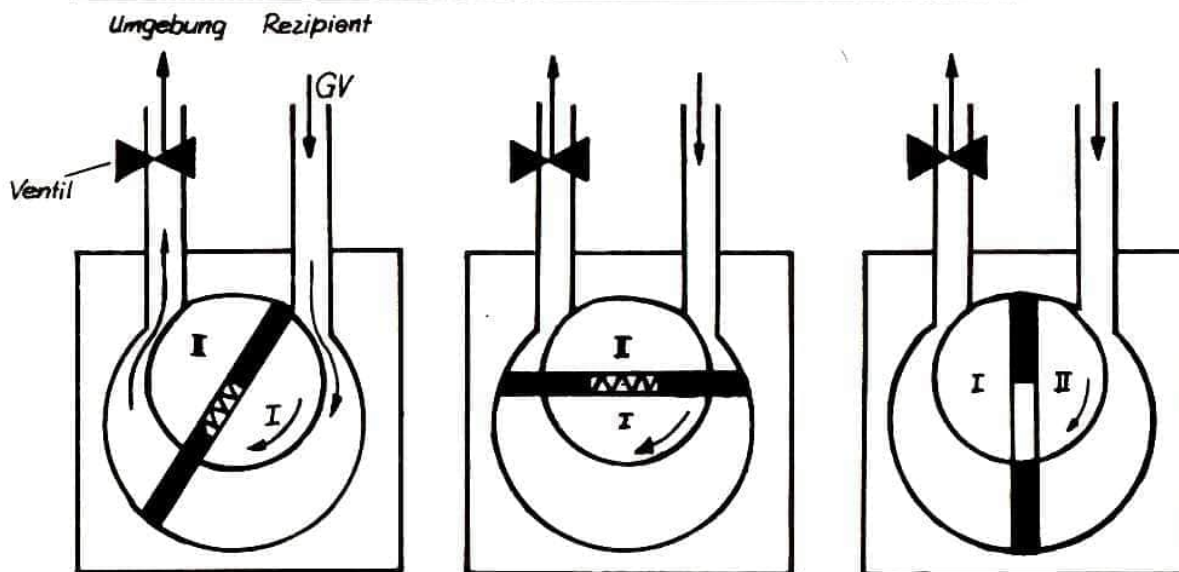


Abb. 1 Prinzip einer einstufigen Drehschieberpumpe

Ein exzentrisch gelagerter Rotor bewegt zwei Schieber, die durch Federn gegen die Gehäusewand gedrückt werden. Der Hubraum wird periodisch vergrößert (Ansaugen) und verkleinert (Ausstoßen des Gases durch ein Überdruckventil). Derartige Pumpen arbeiten bereits gegen den Atmosphärendruck, d. h. im GV und besitzen erreichbare Enddrücke von 10^{-2} Torr. Die Erzielung noch geringerer Drücke wird durch die notwendige mechanische Abdichtung der Pumpe verhindert. (Genaue Anpassung aller Teile nur bis zu einem gewissen Grade möglich!) Drehschieberpumpen werden in nahezu jeder Vakuumanlage als Vorpumpen benutzt.

● Treibmittelpumpen beruhen auf der unter 2. genannten Eigenschaft der Gase. Schauen wir uns zunächst das Funktionsprinzip an! (Hier sei gleich bemerkt, daß Treibmittelpumpen ein Vorvakuum von 10^{-2} ... 10^{-1} Torr benötigen, um effektiv arbeiten zu können. Sie arbeiten also nicht bei Atmosphärendruck!)

Ein spezielles Öl (sog. Treiböl) wird durch elektrische Beheizung soweit erwärmt, daß es verdampft. Der Öldampfstrahl wird durch Düsen geleitet und tritt dort mit hoher Geschwindigkeit aus. Die Gasmoleküle aus dem Vakuumgefäß (sog. Rezipient) diffundieren in diesen Treibdampfstrahl

ein und werden mit fortgerissen. Auf diese Weise gelangen sie in einen Raum mit erhöhtem Druck. Das Treibmittel kondensiert an den gekühlten Außenwänden der Pumpe und das auszupumpende Gas (inzwischen auf $10^{-2} \dots 10^{-1}$ Torr komprimiert) wird durch die Vorpumpe abgesaugt. Auf diese Weise lassen sich Drücke $< 10^{-6}$ Torr erreichen, also Hochvakuum.

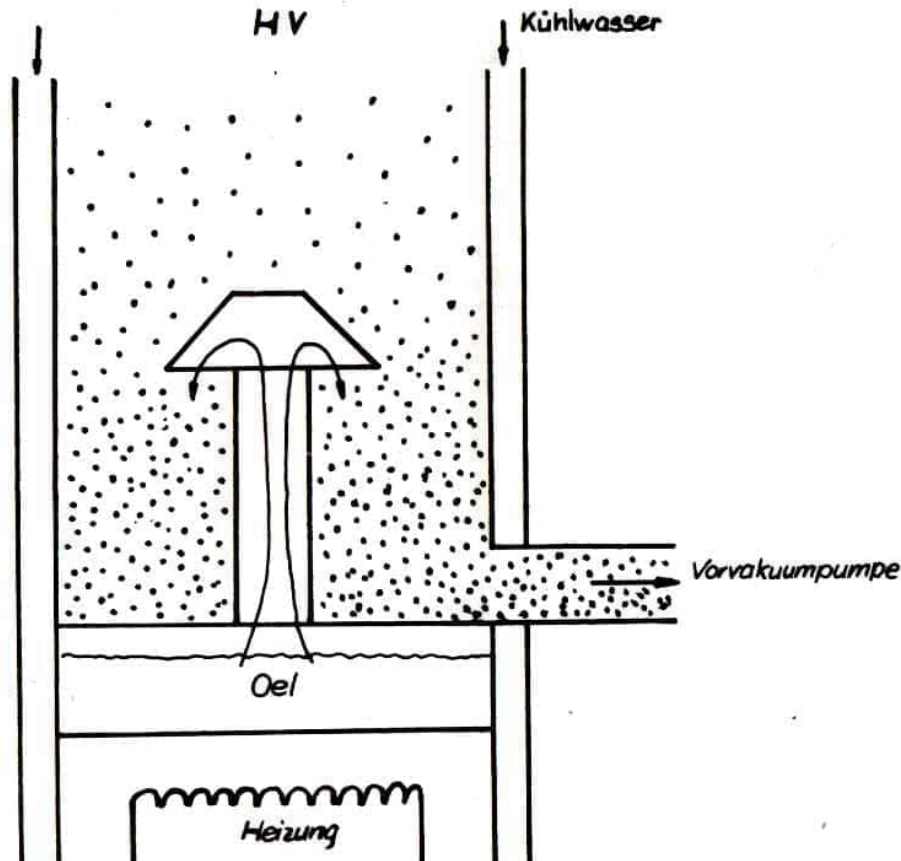


Abb. 2 Prinzip einer Öldiffusionspumpe

Moment mal!, wird jetzt vielleicht der eine oder andere Leser denken. Der Druck des Treibmittels ist doch sicher höher als der sehr geringe Gasdruck von z. B. 10^{-6} Torr. Und trotzdem diffundieren die Gasmoleküle in den Treibdampfstrahl? Widerspricht das nicht der Erfahrung, daß Gase stets aus Gebieten hohen Druckes in Gebiete niedrigen Druckes strömen?

Dieser Widerspruch ist nur scheinbar, denn der Gesamtdruck setzt sich nach dem DALTONSchen Gesetz stets aus der Summe der Einzeldrücke zusammen. Da der Treibdampfstrahl nahezu

völlig gasfrei ist ($p_{\text{gas}} \approx 0$ Torr), bestimmt der Dampfdruck im wesentlichen seinen Gesamtdruck. $p_{\text{Treibdampf}} = p_{\text{gas}} + p_{\text{Dampf}}$. Der Gasdruck im Rezipienten ist demzufolge mit 10^{-6} Torr wesentlich höher und das Gas strömt also auch bei der Treibmittelpumpe aus dem Gebiet hohen Druckes (Rezipient) in das Gebiet niedrigen Druckes (Dampfstrahl).

● Kryopumpen entfernen das Gas aus dem Rezipienten dadurch, daß durch starke Kühlung der Pumpenwände (etwa durch flüssigen Stickstoff, $T \approx 70$ K) eine Verflüssigung des Gases erreicht wird. Auch diese Pumpen erreichen Enddrücke, die im Gebiet des HV und UHV liegen. Der große Vorteil besteht darin, daß das erhaltene Vakuum völlig frei von etwaigen Treibdampfspuren ist, wie das bei Treibmittelpumpen der Fall sein kann. Jedoch benötigen auch Kryopumpen ein Vorvakuum, da die Tiefkühlung der Pumpe bei Atmosphärendruck zu starker Vereisung auf Grund der großen im Rezipienten enthaltenen Gasmenge führen würde.

● Sorptionspumpen beruhen auf der Anlagerung der abzupumpenden Gasmoleküle an der Oberfläche sog. Getterschichten. Das kann sowohl durch Absorption als auch durch Adsorption geschehen. Als Getter benutzt man dabei Stoffe, die eine möglichst große Oberfläche besitzen, um viele Gasmoleküle binden zu können. Das sind z. B. die Zeolithe (s. "impuls 68" 1972/73, Heft 3, S. 17-20). Durch mehrmaliges Auswechseln der Getterschichten lassen sich sehr niedrige Drücke erzielen. Manche Getter sind regenerierbar, d. h. die angelagerten Gasmoleküle lassen sich wieder entfernen und der Getter ist erneut einsatzbereit.

● Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung sehr niedriger Drücke bieten die Ionengetterpumpen, in denen das Gas durch Elektronenstoß ionisiert wird. Die positiv geladenen Ionen werden dabei durch ein angelegtes elektrisches Feld beschleunigt und schließlich von den Elektroden abgesaugt. Der erreichbare Enddruck liegt etwa bei 10^{-10} Torr. Damit die Ionisation durch Elektronenstoß effektiv wird, muß die freie

Betrachten wir einmal zusammenfassend den Arbeitsbereich der behandelten Pumpentypen:

Wie man sieht, kann man mit einem einzigen Pumpentyp nicht den ganzen Vakuumbereich überdecken. Deshalb verwendet man in modernen Vakuumanlagen eine Reihenschaltung von Pumpentypen. Die gebräuchlichste Kombination für HV-Anlagen ist die folgende:

(Vorvakuum) (Hochvakuum)

Im nächsten Artikel wollen wir uns mit der hochwichtigen Frage beschäftigen, wie die einzelnen Druckbereiche meßtechnisch erfaßt werden können.

8

Der Nutzen der Raumfahrt für die angewandte Biologie

Raumflugkörper für die Wetterforschung, für Navigation und Erdvermessung, für weltumspannende Nachrichtensysteme und Fernsehübertragungen, für die Erkundung von Bodenschätzen gehören heute schon zum Alltag. Aber auch in Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft sowie im Umweltschutz gewinnen sie eine große Bedeutung.

Die Methoden zur Fernbeobachtung der Erdoberfläche beruhen in erster Linie auf der Untersuchung der elektromagnetischen Wellen. Die Untersuchung von oft kleinen Spektralbereichen wird entweder auf fotografischem Material oder auf dem Magnetband gespeichert. Die Signale können unmittelbar an die Erdstation gesendet und dort ausgewertet werden.

Aufnahmen im Infrarotbereich erlauben uns Aussagen über die Temperaturverhältnisse auf der Erde zu machen; der sichtbare Spektralbereich wird zur Beobachtung der Mehrzahl aller Objekte verwendet und enthält die meisten Informationen. Der Ultraviolettbereich ist am besten dazu geeignet, die chemische Zusammensetzung der Erdoberfläche zu ermitteln. Die Analyse der von z.B. Dreifarbenfersehkameras gewonnenen sogenannten Falschfarbenaufnahmen ermöglicht uns genaue Aussagen über die Flora und Fauna großer Gebiete.

So steht heute der Meeresforschung auch die Raumfahrttechnik zur Verfügung. Die organisierte Suche nach Fischeschwärmen wird es in den nächsten Jahren ermöglichen, die Fangerträge zu steigern. Fischeschwärme verraten sich auf Grund eines sehr dünnen Films organischer Substanz, die beim Vertilgen von Beutetieren ins Wasser gelangt und sich als monomoleku-

lare Schicht auf der Oberfläche verteilt. Weitere Informationen für die Fischesuchflotte sind die Plaktonverteilung im Meer, das Temperaturgefälle an der Meeresoberfläche, die Temperatur der angrenzenden Luftschicht und der Salzgehalt. Um eine Überfischung zu verhindern, wird man auch die Satelliten zur Reproduktions- und Entwicklungskontrolle des Fischbestandes einsetzen.

Die Erhaltung des Waldes als Rohstofflieferant, Klimaregulator und Luftreiniger ist eine zentrale Aufgabe der Volkswirtschaft, bei deren Lösung die Raumfahrt helfen kann. Einsatzmöglichkeiten sind die Kartographierung der Waldgebiete, die Aufnahme der Pflanzenbestände, ihrer Zusammensetzung, räumlichen Anordnung, Altersstruktur und Wachstumsbedingungen. Eine besondere Bedeutung kommt den Satelliten beim Erkennen von Waldbränden zu; Infrarotpeiler, die die Temperaturkontraste aufzeigen, und Fernsehkameras, die die Rauchentwicklung verdeutlichen, ermöglichen es, schon nach zehn Minuten einen Brand zu erkennen und die Löschmaßnahmen einzuleiten.

Kurz- und langfristige Wettervorhersagen dienen z.B. der Landwirtschaft zur Festlegung der Aussattermine, des Bearbeitungsrythmus und zur sofortigen Einleitung von Maßnahmen zum Schutz der landwirtschaftlichen Kulturen vor lokalen Wetterumstürzen wie z.B. Hagel und frühem Frost. Prinzipiell ist es möglich, den Zustand der Felder, der Weideflächen, die Entwicklung der Saaten, die Blüte und Ernte und auch andere Vorgänge großen Maßstabes vom Weltraum aus zu beobachten und so die Produktionsprozesse in der Landwirtschaft eines ganzen Landes besser zu steuern.

Es sei auch ein Beispiel aus der praktischen Schädlingsbekämpfung genannt: In Ghana will man der Heuschreckenplage durch Aufspüren der Brutstätten dieser Insekten Herr werden. Sobald sie ihre Eier in der dafür geeigneten Vegetation abgelegt haben, macht sich das durch Farbveränderungen auf dem Satellitenbild bemerkbar.

Besondere Aufmerksamkeit gilt dem Einsatz von Satelliten zur Feststellung und Kontrolle der Umweltverschmutzung.

Mittels Spezialapparaturen lassen sich Verunreinigungsquellen feststellen und Schadstoffkonzentrationen ermitteln. So können gezielte Maßnahmen zur Verringerung oder Beseitigung der Gefahr angewendet werden.

Aus diesen angeführten Beispielen wird deutlich, daß auch die angewandten biologischen Disziplinen durch die Raumfahrt einen großen Aufschwung erleben.

G. Hüller
Sektion Chemie

Das Prinzip von Le Chatelier-Braun

CHEMIE

Das Prinzip von Le Chatelier - Braun besagt, daß ein chemisches Gleichgewicht (und das ist jede chemische Reaktion) einem auf ihn ausgeübten Zwang ausweicht. Diese qualitative Aussage über das Verhalten eines chemischen Gleichgewichtes bei Druck- und Temperaturänderungen ist Ihnen sicher vom Chemieunterricht bekannt. In diesem Artikel soll es nun erläutert werden, wobei sich zeigen wird, daß es sich hier eigentlich um kein besonders hervorzuhebendes Prinzip handelt, sondern daß seine Aussagen im Apparat der chemischen Thermodynamik enthalten sind, und daß die chemische Thermodynamik darüber hinaus in der Lage ist, diesen Sachverhalt quantitativ zu beschreiben. Wir wollen dabei von der für eine chemische Reaktion grundlegenden Gleichung ausgehen, die bereits im Artikel "Chemische Thermodynamik III" erläutert wurde (Impuls, 6.Jg., H.5)

$$\Delta_R G = \Delta_R G^\ominus + RT \cdot \ln \frac{c_C^c \cdot c_D^d}{c_A^a \cdot c_B^b} \quad (1)$$

für die Reaktion $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$,

wobei $\Delta_R G$ die molare freie Reaktionsenthalpie,

$\Delta_R G^\ominus$ die molare freie Standardreaktionsenthalpie

und $c_A \dots c_D$ die Konzentrationen der Stoffe A...D sind.

Da wir uns nur für die Beeinflussung der Gleichgewichtslage interessieren, gehen wir davon aus, dass Gleichgewicht vorliegt, dass also $\Delta_R G = 0$ ist. In diesem Fall wird aus Gl. (1):

$$0 = \Delta_R G^\ominus + RT \cdot \ln K$$

$$\text{bzw.} \quad \ln K = - \frac{1}{RT} \cdot \Delta_R G^\ominus \quad (2)$$

Mit Hilfe dieser Gleichung können bereits qualitative Aussagen über die Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtslage gemacht werden. Dazu wird in Gl. (2) die Definitionsgleichung der freien Enthalpie eingeführt:

$$\Delta g = \Delta h - T \Delta s \quad (3)$$

$$\ln K = - \frac{\Delta_R H^\ominus}{RT} + \frac{\Delta_R S^\ominus}{R} \quad (4)$$

$\Delta_R H^\ominus$, $\Delta_R S^\ominus$ und R , die molare Standardreaktionsenthalpie, die molare Standardreaktionsentropie und die Gaskonstante sind konstante Größen. Betrachtet man $\ln K$ und $1/T$ jeweils als Variable, so erhält man als funktionalen Zusammenhang eine Geradengleichung:

$$y = - \frac{\Delta_R H^\ominus}{R} \cdot x + \frac{\Delta_R S^\ominus}{R} \quad (5)$$

$$\text{mit } y = \ln K, x = 1/T$$

$-\Delta_R H^\ominus/R$ ist der Anstieg, $\Delta_R S^\ominus/R$ der Achsenabschnitt der Geraden. Stellt man diese Gerade grafisch dar, so lassen sich drei Fälle unterscheiden, die in Abb. 1 dargestellt sind:

$$\Delta_R H^\ominus > 0$$

$$\Delta_R H^\ominus \approx 0$$

$$\Delta_R H^\ominus < 0$$

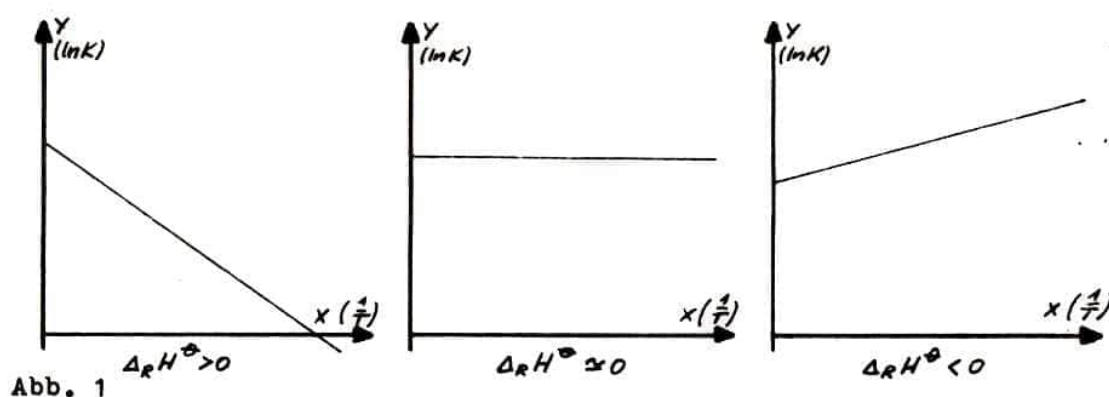
$$\text{Es gilt: } y = \ln K, y > 0, k > 1 \quad x = \frac{1}{T}, x \rightarrow 0 \quad T \rightarrow \infty$$

$$y = 0, k = 0$$

$$x \rightarrow \infty \quad T \rightarrow 0$$

$$y < 0, k < 1$$

Wenn man sich vor Augen hält, daß sich wegen $x = 1/T$ die größten T - Werte am Koordinatenursprung befinden und von da aus nach rechts abnehmen, so kann man in den grafischen Darstellungen die Aussage des Le Chatelier'schen Prinzips hinsichtlich des Temperatureinflusses erkennen: Für $\Delta_R H^\ominus > 0$ (endotherme Reaktion) wächst der Logarithmus der Gleichgewichtskonstanten mit steigender Temperatur. Das Gleichgewicht wird also bei Temperaturerhöhung zugunsten der Reaktionsprodukte verschoben. Für $\Delta_R H^\ominus < 0$ (exotherme Reaktion) ist es genau umgekehrt: Hier wächst $\ln K$ mit abnehmender Temperatur; Temperaturerhöhung führt also hier zu einer Verschiebung des Gleichgewichts zugunsten der Ausgangsstoffe. Bei $\Delta_R H^\ominus \approx 0$ ist nahezu keine Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch die Temperatur möglich.



Diese Aussagen sind jedoch nur qualitativ, da die Standardwerte der Reaktionsenthalpie und -entropie nur für eine ganz bestimmte, vorher festgelegte Temperatur gelten. Benutzt man diese Gleichung unter Beibehaltung der Standardwerte für andere Temperaturen (wie es eben getan wurde), so macht man einen Fehler, der umso größer ist, je weiter man von dieser Standardtemperatur abweicht. Will man die Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten quantitativ fassen, so muß man davon ausgehen, daß die Reaktionsenthalpie und -entropie - und damit auch die freie Reaktionsenthalpie - temperaturabhängig sind. Ergänzt man also Gl.(2) durch das temperaturabhängige Glied ΔG_T , so kann man die Gleichgewichtskonstante für jede beliebige Temperatur T ausrechnen:

$$\ln K = - \frac{1}{RT} (\Delta_R G^\ominus + \Delta G_T) \quad (6)$$

Das Glied ΔG_T läßt sich nach Gl. (3) aus der Temperaturabhängigkeit der Reaktionsenthalpie und -entropie berechnen. Auf diese Darstellung des Rechenweges an dieser Stelle soll aber verzichtet werden.

Statt dessen soll das bisher Gesagte an zwei Beispielen erläutert werden:

a) Wassergasreaktion: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

Hier ist $\Delta_R H^\ominus = - 10 \text{ kcal/Mol}$ und $\Delta_R S^\ominus = - 1,1 \text{ cal/grdMol}$. Entsprechend dem oben Gesagten muß bei dieser Reaktion mit steigender Temperatur das Gleichgewicht zugunsten der Ausgangsstoffe verschoben werden. Das bestätigt folgende Tabelle:

T (in °Kelvin)	K_p	Umsetzungsgrad (in %)	K_p°
298	10^5	-	10^5
500	125	92	795
1000	1,36	54	30,2
2000	0,226	13	5

K_p ist die mit Gl. (6) berechnete exakte Gleichgewichtskonstante, während K_p° aus Gl. (5) berechnet wurde und deshalb nur für qualitative Aussagen geeignet ist. Wenn auch die Werte von K_p° um eine Größenordnung zu groß sind, so spiegeln sie die Temperaturabhängigkeit richtig wieder. Zugleich kann man aus diesen Zahlen erkennen, daß der prozentuale Unterschied zwischen K_p und K_p° mit wachsendem T wächst.

b) Ammoniaksynthese: $3 \text{ H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$

Hier ist $\Delta_R H^\ominus = - 11,04 \text{ kcal/Mol}$, $\Delta_R S^\ominus = - 13 \frac{\text{cal}}{\text{gradMol}}$

Hier ist das gleiche Verhalten wie unter a) zu erwarten. Die Gleichgewichtskonstante zeigt folgende Temperatur-

abhängigkeit:

T (in °Kelvin)	K _p (in atm ⁻²)
298	10 ⁸
400	39,8
500	0,118
673	1,82 · 10 ⁻⁴

Jetzt soll noch einen Schritt weiter gegangen werden, indem man die Abhängigkeit der Gleichgewichtslage vom Gesamtdruck untersucht. Hier ist eine qualitative Diskussion wie oben nicht möglich, sondern man muß zur Untersuchung der Druckabhängigkeit Gl. (6) noch durch das druckabhängige Glied ΔG_p ergänzen:

$$\ln K = - \frac{1}{RT} (\Delta_R G^\ominus + \Delta G_T + \Delta G_p) \quad (7)$$

Die Berechnung von ΔG_p erfolgt in gleicher Weise wie die des temperaturabhängigen Gliedes. Da hier auf diese Rechnung verzichtet wird, soll nur etwas über das Verhalten dieses Gliedes ausgesagt werden: ΔG_p ist nur dann von Null verschieden, wenn Gase an der Reaktion beteiligt sind und auch dann nur, wenn der Reaktionsablauf mit einer Volumenänderung verbunden ist, also wenn entweder Gas entsteht oder verbraucht wird. Beispiele für solche Reaktionen sind das Kalkbrennen, wo pro Mol CaCO_3 ein Mol CO_2 entsteht und die Ammoniaksynthese, wo aus vier Molen Synthesegas zwei Mole Ammoniak entstehen. Bei solchen Reaktionen wird:

$$G_p < 0 \quad \begin{cases} \text{durch Druckerhöhung, wenn Gas verbraucht wird,} \\ \text{durch Druckerniedrigung, wenn Gas entsteht.} \end{cases}$$

Bei der NH_3 - Synthese wird K also wachsen, wenn der Druck steigt, beim Kalkbrennen dagegen wächst K mit sinkendem Druck.

Diese Aussage stimmt mit dem Le Chatelier'schen Prinzip überein, wobei die Thermodynamik zugleich den quantitativen Zusammenhang liefert.

Der letzte Teil des Le Chatelier'schen Prinzips, der die

Konzentrationsabhängigkeit umfaßt, nimmt eine Sonderstellung ein, da es prinzipiell unmöglich ist, die Gleichgewichtslage, die durch die Gleichgewichtskonstante gegeben ist, durch die Konzentration zu beeinflussen. Deshalb unterscheiden sich die folgenden Aussagen grundsätzlich von den oben gemachten. Es soll von Gl. (1) ausgegangen werden, d.h. das Gleichgewicht hat sich noch nicht eingestellt.

$$\Delta_R G = \Delta_R G^\ominus + RT \cdot \ln \frac{c_C^c \cdot c_D^d}{c_A^a \cdot c_B^b}$$

Die Reaktion läuft jetzt so lange ab, bis $\Delta_R G = 0$ geworden ist, bis sich das Gleichgewicht eingestellt hat. Entfernt man jetzt das Reaktionsprodukt D aus dem Gleichgewicht (in diesem Moment ist das System nicht mehr stofflich abgeschlossen, sondern es handelt sich um ein offenes System), so wird der Zähler des Bruches sehr klein und damit wieder $\Delta_R G < 0$, so daß die Reaktion erneut einsetzt und wieder bis zur Gleichgewichtseinstellung läuft. Dieses Verfahren läßt sich beliebig oft wiederholen, wobei die Ausbeute bei unveränderter Gleichgewichtslage gesteigert wird. Dieses Prinzip spielt bei kontinuierlicher Betriebsweise dort eine Rolle, wo ein Reaktionspartner als Gas den Reaktionsraum verläßt, wie es z.B. beim Kalkbrennen (vollständige Umsetzung des CaCO_3) oder bei der Generator- oder Wassergaserzeugung (vollständige Umsetzung des Kokes durch ständiges Zuleiten von Luft bzw. Wasserdampf und ständiges Abführen der entstandenen Gase) der Fall ist. Bei zahlreichen im Labor durchgeführten Reaktionen, bei denen z.B. entstehendes H_2O durch ein Trockenmittel entfernt wird oder bei denen ein schwerlösliches Produkt ausfällt, spielt es eine Rolle.

Bei all diesen Reaktionen wird durch ständiges Entfernen eines Reaktionsproduktes die Gleichgewichtseinstellung verhindert, wodurch eine vollständige Umsetzung der eingesetzten Stoffe erfolgen kann, ohne daß die Gleichgewichtslage gemäß dem Massenwirkungsgesetz verändert wird.

1. Allgemeines

Ganze rationale Funktionen lassen sich ohne Schwierigkeiten integrieren. Eine gebrochene rationale Funktion $R(x)$ kann immer auf diese Form

$$R(x) = \frac{a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n}{b_0 x^m + b_1 x^{m-1} + \dots + b_{m-1} x + b_m} \quad (1)$$

gebracht werden (m und n ganzzahlig, $a_0 \neq 0$, $b_0 \neq 0$; a_i, b_i konstante reelle Koeffizienten). Aus dieser Form ist ersichtlich, daß man jede gebrochene rationale Funktion als Quotient zweier ganzer rationaler Funktionen darstellen kann. Dabei wollen wir unser Augenmerk nur auf echt gebrochene rationale Funktionen legen, da man eine unecht gebrochene rationale Funktion in eine Summe einer ganzen rationalen und einer echt gebrochenen rationalen Funktion durch Division von Zähler und Nenner zerlegen kann. Wichtig für das Verständnis der Partialbruchzerlegung ist der Satz der Algebra, daß jede ganze rationale Funktion

$$q(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n \quad (a_0 \neq 0) \quad (2)$$

als ein Produkt von Linearfaktoren

$$q(x) = a_0 (x - x_1) (x - x_2) \dots (x - x_n)$$

darstellbar ist. Die a_i sind konstante reelle oder komplexe Koeffizienten und die x_i die reellen oder komplexen Nullstellen der Funktion $q(x)$. Im folgenden werden die a_i als reell vorausgesetzt, so sind die eventuell auftretenden komplexen x_i stets paarweise konjugiert komplex.

Die Zerlegung in Linearfaktoren wird zur Integration echt gebrochener rationaler Funktionen benötigt, d.h. zum Lösen des Integrals

$$\int \frac{a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_n}{b_0 x^m + b_1 x^{m-1} + b_2 x^{m-2} + \dots + b_m} dx \quad (3)$$

Den Integranden zerlegt man in Partialbrüche. Dabei richtet sich die Gestalt der Partialbrüche nach der Beschaffenheit der Nullstellen der Funktion im Nenner $N(x)$ des Integranden in (3).

Man unterscheidet: $N(x)$ hat nur reelle einfache, also voneinander verschiedene Nullstellen

$N(x)$ hat nur reelle, aber auch mehrfache Nullstellen

$N(x)$ enthält komplexe einfache Nullstellen

Diese 3 Arten der Partialbruchzerlegung möchte ich anhand von Beispielen lösen.

2. Der Nenner des Integranden hat nur einfache reelle Nullstellen

Beispiel:
$$\int \frac{(3x-5)}{x^2+2x-8} dx \quad (4)$$

Aus $x^2+2x-8=0$ folgt $x_1=2$, $x_2=-4$

Also ist $x^2+2x-8=(x-2)(x+4)$ und somit

$$\int \frac{(3x-5)}{x^2+2x-8} dx = \int \frac{(3x-5)}{(x-2)(x+4)} dx$$

So kann das Integral noch nicht gelöst werden, aber der Integrand kann folgendermaßen zerlegt werden

$$\frac{3x-5}{x^2+2x-8} = \frac{A_1}{x-2} + \frac{A_2}{x+4} \quad (4')$$

Die Hauptnenner der rechten und linken Seite sind miteinander identisch. A_1 und A_2 müssen dieser Bedingung entsprechend bestimmt werden.

$$N(x) = x^2 + 2x - 8 = (x-2)(x+4) \quad (4') \text{ mit } N(x) \text{ multipliziert} \quad (5)$$

$$\leadsto 3x - 5 = A_1(x+4) + A_2(x-2)$$

Gleichung (5) gilt für beliebiges x . Demzufolge genügt es, 2 spezielle Werte für x einzusetzen. So erhält man 2 Bestimmungsgleichungen für A_1 und A_2 . Wählt man $x = x_1 = 2$ und $x = x_2 = -4$, d.h. nacheinander die Nullstellen der Nennerfunktion, werden die Bestimmungsgleichungen für A_1 und A_2 besonders einfach.

Aus (5) erhält man

$$\text{für } x = x_1 = 2 \quad 6 - 5 = A_1(2+4) + A_2(2-2)$$

$$\leadsto 1 = 6A_1 \leadsto A_1 = \frac{1}{6}$$

$$\text{für } x = x_2 = -4 \quad -12 - 5 = A_1(-4+4) + A_2(-4-2)$$

$$\leadsto -17 = -6A_2 \leadsto A_2 = \frac{17}{6}$$

Für das Integral (4) kann man nun schreiben

$$\frac{1}{6} \int \frac{dx}{x-2} + \frac{17}{6} \int \frac{dx}{x+4} \quad (6)$$

Diese Partialbrüche im Integranden können leicht mit Hilfe des Grundintegrals $\int \frac{dx}{x}$ integriert werden.

$$\text{Als Ergebnis erhält man } \int \frac{(3x-5)}{x^2+2x-8} dx = \frac{1}{6} \ln|x-2| + \frac{17}{6} \ln|x+4| + C$$

wobei C die Integrationskonstante ist.

Um A_1 und A_2 zu bestimmen, kann man auch die Methode des Koeffizientenvergleichs verwenden.

Aus (5) erhält man

$$3x - 5 = (A_1 + A_2)x + (4A_1 - 2A_2)$$

$$\leadsto 3 = A_1 + A_2 \quad \text{und} \quad -5 = 4A_1 - 2A_2 \quad (7)$$

Das ergibt ein leicht lösbares Gleichungssystem für A_1 und A_2 (Ergebnis für A_1 und A_2 siehe anderes Verfahren).

3. Der Nenner des Integranden hat mehrfache reelle Nullstellen

$$\text{Beispiel: } \int \frac{-14x^4 + 5x^3 + 44x^2 - 8x - 18}{(x-1)^3(x+2)^2} dx \quad (8)$$

Die Nullstellen des Nenners sind

$$x_1 = x_2 = x_3 = 1, \quad x_4 = x_5 = -2$$

Man sagt, die Nullstelle 1 habe die Vielfachheit 3 oder ist eine 3-fache Nullstelle, die Nullstelle -2 hat die Vielfachheit 2 oder ist eine 2-fache Nullstelle.

Hier führt der Ansatz

$$\frac{-14x^4 + 5x^3 + 44x^2 - 8x + 18}{(x-1)^3(x+2)^2} = \frac{A_1}{(x-1)^3} + \frac{A_2}{(x-1)^2} + \frac{A_3}{(x-1)} + \frac{B_1}{(x+2)^2} + \frac{B_2}{x+2}$$

zum Erfolg, da $(x-1)^3(x+2)^2$ Hauptnenner aller dieser Partialbrüche ist. Es treten neben der höchsten Potenz $(x-1)^3$ auch die jeweils niedrigeren $(x-1)^2$, $(x-1)$ auf, die mit im Hauptnenner enthalten sind. Man erhält infolge Multiplikation mit $N(x)$ eine analoge Gl. zu (5)

$$-14x^4 + 5x^3 + 44x^2 - 8x + 18 = A_1(x+2)^2 + A_2(x-1)(x+2)^2 + A_3(x-1)^2(x+2)^2 + B_1(x-1)^3 + B_2(x-1)^3(x+2)$$

Um die 5 Koeffizienten zu bestimmen, setzt man wieder 5 spezielle x -Werte ein. Aber 3 davon sind beliebig zu wählen, da nur 2 verschiedene Nullstellen vorhanden sind.

Daraus ergibt sich

$$\text{für } x = x_1 = 1 \quad 45 = 9A_1$$

$$\text{für } x = x_2 = -2 \quad -52 = -27B_1$$

$$\text{für } x = 0 \quad 18 = 4A_1 + 4A_2 + 4A_3 - B_1 - 2B_2$$

$$\text{für } x = -1 \quad 51 = A_1 - 2A_2 + 4A_3 - 8B_1 - 8B_2$$

$$\text{für } x = 2 \quad -6 = 16A_1 + 16A_2 + 16A_3 + B_1 + 4B_2$$

Für A_1 folgt daraus $A_1 = 5$ und für $B_1 = 2$. Diese beiden Koeffizienten setzt man in die restlichen 3 Gleichungen ein.

$$0 = -2A_2 + 2A_3 - B_2$$

$$31 = -A_2 + 2A_3 - 4B_2$$

$$-22 = 4A_2 + 4A_3 + B_2$$

Löst man dieses Gleichungssystem, erhält man

$$A_2 = 1$$

$$A_3 = -4$$

$$B_2 = -10$$

Mit den erhaltenen Werten der Koeffizienten kann (8) folgendermaßen geschrieben werden

$$\int \frac{(-14x^4 + 5x^3 + 44x^2 - 8x + 18) dx}{(x-1)^3(x+2)^2} = 5 \int \frac{dx}{(x-1)^3} + \int \frac{dx}{(x-1)^2} - 4 \int \frac{dx}{(x-1)} + 2 \int \frac{dx}{(x+2)^2} - 16 \int \frac{dx}{(x+2)}$$

$$= \frac{-5}{2(x-1)^2} - \frac{1}{(x-1)} - 4 \ln|x-1| - \frac{2}{(x+2)} - 10 \ln|x+2| + C$$

Neben dem Grundintegral $\int \frac{dx}{x}$ fand hier noch $\int x^n dx$ Anwendung.

4. Der Nenner des Integranden enthält auch komplexe einfache Nullstellen

Beispiel: $\int \frac{(7x^2 - 19x + 30) dx}{x^3 - 6x^2 + 10x}$ (9)

Der Nenner hat die Nullstellen $x_1 = 0$; $x_2 = 3-i$; $x_3 = 3+i$

Man könnte wieder, wie in den 2 vorherigen Beispielen

$$\frac{7x^2 - 19x + 30}{x^3 - 6x^2 + 10x} = \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x-3+i} + \frac{A_3}{x-3-i}$$

schreiben. Werden die letzten beiden Partialbrüche vereinigt, erhält man die verbesserte Form:

$$\frac{7x^2 - 19x + 30}{x^3 - 6x^2 + 10x} = \frac{A_1}{x} + \frac{Px + Q}{x^2 - 6x + 10} \quad (10)$$

für dieses Beispiel gilt:

$$N(x) = x^3 - 6x^2 + 10x = x(x-3+i)(x-3-i) = x(x^2 - 6x + 10)$$

Multipliziert man (10) mit $N(x)$, erhält man

$$7x^2 - 19x + 30 = A_1(x^2 - 6x + 10) + x(Px + Q)$$

Die Koeffizienten kann man auch hier nach dem Einsetzungsverfahren bestimmen

$$\begin{array}{lll} x = x_1 = 0 & 30 = 10 A_1 & A_1 = 3 \\ x = 1 & 18 = 5 A_1 + P + Q & P = 4 \end{array}$$

$$x = -1$$

$$56 = 17 A_1 + P - Q \quad Q = -1$$

Damit kann (9), wie folgt zerlegt werden:

$$3 \int \frac{dx}{x} + \int \frac{(4x-1)dx}{x^2-6x+10} = 3 \ln|x| + \int \frac{(4x-1)dx}{x^2-6x+10} \quad (11)$$

Um das Restintegral zu lösen, zerlegt man den Zähler des Integranden so in eine Summe, daß ein Summand die Ableitung des Nenners wird und mit Hilfe des Grundintegrals gelöst werden kann.

$$\int \frac{(4x-1)}{x^2-6x+10} dx = 2 \int \frac{(2x-6)}{x^2-6x+10} dx + 11 \int \frac{dx}{x^2-6x+10} \quad (12)$$

Man erhält für (12)

$$2 \ln|x^2-6x+10| + 11 \int \frac{dx}{x^2-6x+10} \quad (13)$$

Das Integral in (13) löst man durch Suche und Hinzufügen der quadratischen Ergänzung im Nenner.

Somit erhält man das Grundintegral $\int \frac{dn}{1+n^2} = \text{Arctan } n$

In unserem Fall ist $= x - 3$, $dx = dn$

Die Lösung für $\int \frac{(4x-1)}{x^2-6x+10}$ ist demnach $2 \ln|x^2-6x+10| + 11 \text{Arctan}(x-3)$

Für (9) ergibt sich insgesamt

$$\int \frac{(7x^2-19x+30)dx}{x^3-6x^2+10x} = 3 \ln|x| + 2 \ln|x^2-6x+10| + 11 \text{Arctan}(x-3) + C \quad (14)$$

Aus dem Inhalt von Heft 4

- Vakuumtechnik; Teil 2 - Die Theorie der **Kontinentaldrift** - und ihre Bedeutung für die Biologie - Inhaltsverzeichnis aller Physikartikel, die in Impuls 33 bisher erschienen sind - Botschaft aus dem All, Teil 2 - **DOFTUMERATION** -

Botschaft aus dem All? (Teil 1)



*„Das ewige Schweigen dieser unentlichen
Weiten erschreckt mich!“
(Pascal, 1623-1662)*

Die Welt der Sterne, Nebel und fernen Milchstrahlensysteme schweigt nicht. Unaufhörlich dringt ein gewaltiger Informationsstrom auf den verschiedensten Frequenzen auf uns ein. Radioteleskope und Raumsonden registrieren die "Stimmen" jener fernen Objekte. Doch unter all den registrierten Signalen scheint keines zu sein, das einer außerirdischen Zivilisation entspringt. Alle derartigen Vermutungen mußten fallengelassen werden, zumindest bis heute. Und gerade dieses Schweigen der fernen Welten ist es, das uns keine Ruhe läßt. Gewiß fragt sich der eine oder andere: "Und wenn nun doch?" - "Suchen wir nicht vielleicht an der falschen Stelle?" Auch andere haben sich diese Frage gestellt. Verschiedene Autoren "durchforsteten" die Geschichte der Menschheit nach Beweisen für lange zurückliegende Besuche fremder Raumfahrer auf der Erde. Beweise konnte bisher keiner von ihnen erbringen, allenfalls Hypothesen. Wir wollen sie hier nicht anführen. Gehen wir einmal ganz anders an die oben gestellte Frage heran!

In der sowjetischen Zeitschrift "Sowlja i Wseljennaja" (Erde und Weltall) Heft 6/1973 fand sich interessantes Material, das wir unseren Lesern nicht vorenthalten möchten. Zuvor muß noch bemerkt werden, daß alle in diesem Beitrag gezogenen Schlußfolgerungen ins Reich der Hypothese und Spekulation gehören. Aber das liegt wohl in der Natur des Themas selbst begründet. Lesen wir einmal nach, welche seltsame Effekte es Ende der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts gab, als man begann, die Ionosphäre mittels Radiowellen zu erforschen!

Was geschieht in der Ionosphäre?

In einer Höhe von ca. 80 - 500 km über der Erdoberfläche geht (vor allem durch die ultraviolette Strahlung der Sonne bedingt) die hauptsächliche Ionisation der Atome und Moleküle der Erdatmosphäre vor sich. In dieser Ionosphäre unterscheiden wir entsprechend der auftretenden Elektronendichte mehrere Schichten (D-, E-, F₁- und F₂-Schicht). Die durch Ionisation elektrisch leitfähig gemachten Schichten können elektromagnetische Wellen reflektieren und besitzen daher große Bedeutung für den irdischen Funkverkehr über große Entfernungen. Ebenso läßt sich durch diese Eigenschaft leicht die Lage dieser Schichten bestimmen (siehe Abb.1).

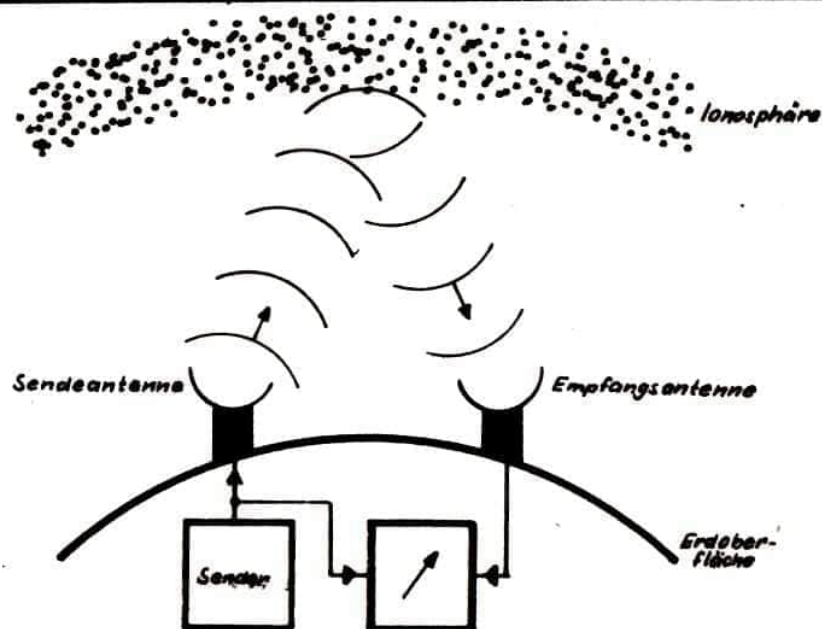


Abb. 1

Die vom Sender ausgestrahlten Impulse werden an den elektrisch leitfähigen Ionosphärenschichten reflektiert und mittels des Empfängers registriert. Sender und Empfänger werden an eine Registriereinrichtung geschaltet, die es ermöglicht, die Zeitdifferenz zwischen Aussendung und Empfang des Impulses zu ermitteln. Bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen ($\approx$ Lichtgeschwindigkeit) läßt sich nun hieraus leicht die Höhe der reflektierenden Schicht über dem Erdboden ermitteln.

Radioechos verspäten sich

Die amerikanischen Wissenschaftler Taylor und Young bemerkten wohl erstmals, daß mitunter Radiosignale, die in die Ionosphäre ausgesandt wurden, mit "Verspätung" eintrafen. 1927 beobachteten sie Radioechos, die aus einer Höhe von 2000 - 40 000 km zu stammen schienen. Diese Entfernung stimmt ziemlich gut mit den derzeit bekannten Ausdehnungen des inneren Strahlungsgürtels der Erde überein. Die Ionosphäre erstreckt sich demgegenüber nur bis ca. 300 km Höhe. Als diese Messergebnisse von Taylor und Young bekannt wurden, erwiderte sich ein Ingenieur, daß man in der Versuchsstation Bredaoven (Holland) unter anderem ein Signal mit einer Laufzeit von drei Sekunden beobachtet hatte. Ein Radioreflex von Mond? Eine sehr unwahrscheinliche Annahme!

Weitere Versuchsserien zu Beginn des Jahres 1928 erbrachten keine überzeugende Bestätigung der anomalen Resultate. Beginnend mit dem 25. September 1928 wurden in Bredaoven neue Experimente durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen Impulse im Abstand von 20 Sekunden gesendet, um auch außerordentlich lange Laufzeiten ermitteln zu können.

11. Oktober 1928 - Rätsel auf Welle 31,4 m

Am 11. Oktober gelang es wieder, ein Signal mit 3 Sekunden "Verspätung" zu beobachten. Sofort wurde am Abend desselben Tages eine neuartige Versuchsreihe gestartet. Die ausgesandten Signale bestanden aus drei kurz aufeinanderfolgenden Impulsen, und jedes dieser Signale hatte vom nächsten, das wiederum aus drei Impulsen bestand, einen zeitlichen Abstand von 30 Sekunden. Es ergab sich, daß diese Signale mit zum Teil erheblicher Verspätung eintrafen. Die Laufzeiten der einzelnen Signale waren folgende:

Signal-nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laufzeit/ sec	8	11 15	8	13	3	3	3	3	15	13	3	3

Ein Ionosphärensignal, das in 500 km Höhe reflektiert wird, braucht dagegen nur

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1000 \text{ km}}{300000 \text{ km/s}} \approx \frac{1}{300} \text{ s.}$$

Die verwendete Wellenlänge betrug 31,4 m.

Soweit die Tatsachen, an deren Authentizität wir nicht zu zweifeln brauchen. Wie aber sollen wir sie interpretieren? Enthalten die verzögerten Signale etwa eine kompliziert verschlüsselte Information?

Wenn ja - wo liegt der Schlüssel dazu?

Quelle:

(Ende des 1. Teils)

Der Originalartikel erschien in der Zeitschrift "Space-flight", Nr. 4, 1973.

Unser Artikel bezieht sich auf eine Übersetzung ins Russische in: "Semlja i Wseljennaja", Nr. 6, 1973 (russ.)

Wir experimentieren

Kristallwachstum im Eilzugtempo

In einem Erlenmeyerkolben erwärmt man langsam (auf 40 - 50° C) 100 g H₂O und 100 g Na₂SO₄ · 10 H₂O (Glaubersalz) bis sich unter Umrühren eine klare Lösung gebildet hat.

Diese warme Lösung wird in einem weiteren gut gesäuberten Erlenmeyerkolben abfiltriert, mit einem Wattebausch verschlossen und zum Sieden erhitzt, bis der Dampf aus dem Wattebausch herausdringt. Durch das Filtrieren und Kochen entfernt man auch die feinsten Natriumsulfatkristalle, so daß keine Kristallisationskeime vorhanden sind.

Dann läßt man den Erlenmeyerkolben möglichst erschütterungsfrei und ohne den Wattebausch zu entfernen in einem kleinen Wasserbehälter abkühlen.

Die Abkühlung kann, falls vorhanden, mit Eis oder einer Kältemischung bzw. durch das Auflösen geeigneter leichtlöslicher Salze in der Kühlflüssigkeit beschleunigt werden.

Sobald sich die klare Lösung auf etwa $+ 20^{\circ}\text{C}$ abgekühlt hat, wirft man einen kleinen $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ - Kristall hinein. Aus diesem hineingeworfenen Kristall schießen plötzlich innerhalb weniger Sekunden nach allen Richtungen rasch wachsende Kristallnadeln. Auf diese Weise verwandelt sich in der kurzen Zeit der Inhalt des Erlenmeyerkolbens in eine eisartige Masse. Die Temperatur steigt während des Auskristallisierens um wenige Grade an.

Wie läßt sich der plötzliche Kristallwachstum erklären?

Erklärung

Glaubersalz ist wie viele andere Salze auch in heißem Wasser besser löslich als in kaltem.

Löslichkeit von Glaubersalz in 100 gr H_2O bei verschiedenen Temperaturen:

0°C	12,6	g	25°C	98,5	g	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
10°C	23,04	g	30°C	184	g	
15°C	36	g	34°C	412	g	
20°C	58,35	g				

Entsprechend der Tabelle sollten also von den 100 g gelöstem Glaubersalz, die nach dem Erwärmen in 100 g Wasser gelöst waren, beim Abkühlen auf $+ 20^{\circ}\text{C}$ nur noch 58,35 g gelöst sein. Es sollten also 41,65 g auskristallisieren. Durch Kochen und Filtrieren wurden aber auch die kleinsten Kristallisationskeime entfernt, so daß der Überschuß an $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ nicht auskristallisieren kann; und es entsteht eine übersättigte Lösung. Sobald aber ein Kristallisationskeim zur Verfügung steht oder sich gebildet hat, fällt in kurzer Zeit das im Überschuß gelöste Salz aus. Der Versuch verläuft um so eindeutiger, je tiefer die Lösung vor dem Einbringen des Keims abgekühlt wurde.



A. Kursanow (UdSSR)

Dem Geheimnis des Lebens auf der Spur (Teil 1)

(Aus „Wissenschaftliche Welt“ 5/1971)

Bei dieser Übersicht handelt es sich um einen Versuch, den allgemeinen Fortschritt der modernen Biologie zusammenzufassen, obwohl in dieser Wissenschaft bisher mehr Grundprobleme gestellt als praktisch gelöst wurden. Die Biologie ist jedoch die theoretische Grundlage der Medizin und der Landwirtschaft. Und je mehr fundamentale Fragen sie löst, desto größer werden die Möglichkeiten, ihre Ergebnisse für verschiedene Seiten der praktischen Tätigkeit zu nutzen.

Gerade wegen ihrer großen praktischen Perspektiven schenken ihr jetzt nicht nur Biologen, sondern auch Chemiker, Physiker, Kristallographen und Mathematiker immer mehr Aufmerksamkeit.

Zwei Richtungen

In der Biologie haben sich deutlich zwei führende Richtungen entwickelt, die sozusagen die beiden äußeren Flanken der Biologie bilden. Die erste untersucht die Erscheinung des Lebens selbst. Hier hat es der Biologe mit der Zelle, mit ihren kleinsten inneren Strukturen, mit elementaren biochemischen Reaktionen und schließlich mit einzelnen biologischen Makromolekülen (Nukleinsäuren, Eiweißstoffe) zu tun, die die materielle Grundlage lebender Systeme bilden. Wir können dies als die experimentelle oder molekularbiologische Richtung bezeichnen.

Die zweite Richtung untersucht die natürlichen biologischen Gemeinschaften, die sich durch Kohabitation und gemeinsame Tätigkeit von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen bilden. Diese Aufgabe ist komplexer Natur.

Wenn man mich nach der charakteristischen Entwicklungstendenz in der heutigen experimentellen Biologie fragt, so antworte ich, daß es das Bemühen ist, hinter das Geheimnis der Grundstruktur des "Phänomens" Leben zu kommen, d. h. eine Antwort auf die Frage zu finden: "Was ist Leben?" (Schrödinger). Der Leser mag antworten, diese Frage sei so alt wie die Biologie, und ich müßte dieser Meinung beipflichten. Aber erst jetzt kann eine solche Frage wissenschaftlich gestellt und wahrscheinlich beantwortet werden - dank dem großen Umfang der gesammelten Erkenntnisse und mit Hilfe der neuesten Technik.

Die Entwicklung der Biologie

Gegen Ende des 18. und fast das ganze 19. Jahrhundert hindurch galt die Aufmerksamkeit in der Hauptsache der Beschreibung des Aussehens und der Lebensweise von Organismen. Das war die historisch notwendige Etappe der deskriptiven Biologie, die die Lebewesen inventarisierte und diese nach ihren äußeren Merkmalen systematisierte, aber nicht in das Wesen des Phänomens Leben eindrang.

Später entwickelte sich die Physiologie, die mit Hilfe spezieller Geräte und Methoden schon Prozesse erfassen konnte, die in lebenden Organismen ablaufen und sich der direkten Beobachtung entziehen (die Atmung, die Photosynthese, die mineralische Ernährung und andere Prozesse). Damit kam man dem Wesen der Organisation des Lebensprozesses schon näher. Diese Zeit war für die Praxis äußerst fruchtbringend und ist es auch heute noch, denn auf der Grundlage der Physiologie entwickelten sich die moderne Agronomie und Medizin.

Aber jeder physiologische Prozeß - wie z. B. Atmung und Photosynthese, Sehen und Riechen - hat seinerseits eine komplizierte innere Organisation.

Der weitere Fortschritt der Medizin, der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie erforderte jedoch die Kenntnis dieser inneren Organisation der physiologischen Prozesse, weil man nur auf dieser Grundlage die feineren Metho-

den zur Steuerung der physiologischen Tätigkeit der Organismen entwickeln konnte. Die biologische Chemie (Biochemie) nahm dadurch einen großen Aufschwung.

Die Entdeckung des katalytischen Prinzips, d. h. der Tatsache, daß alle oder fast alle Reaktionen in Organismen durch sehr spezifische Biokatalysatoren (Enzyme) ablaufen, war der vielleicht wichtigste Beitrag zur Wissenschaft und Praxis in jener Periode. Mit Recht nannte Akademienmitglied A.N. Bach in einem seiner Vorträge die Enzyme, "die Schlüssel zum Leben". Die Erforschung der Enzyme als Beschleuniger biologischer Reaktionen war nicht nur für den Fortschritt der Biologie selbst von Bedeutung, sondern wirkte sich auch sehr auf die medizinische Praxis, die Nahrungsmittel- und die Leichtindustrie aus. Der Bedarf an diesen Biokatalysatoren ist so groß, daß es heute in der UdSSR und einigen anderen wissenschaftlich führenden Ländern eine spezielle Industrie gibt, die Enzyme herstellt.

Mit zwei Entdeckungen in den dreißiger Jahren wurde ein Durchbruch erzielt, der das Signal für den Beginn der "Montage" der elementaren biochemischen Komponenten zu einem System gab. Die erste war die Isolierung des Adenosintriphosphats (ATP) durch Lochmann im Jahre 1929. Diese energiereiche aktivierende Verbindung hat universelle Bedeutung erstens bei der Speicherung (Konservierung) und zweitens bei der Gruppen- und Energieübertragung. Durch die Kopplung von Reaktionen in biologischen Systemen wird ein Energieüberschuß bei parallel verlaufenden Reaktionen von einer Reaktion an eine andere weitergegeben, die ohne diese Energieübertragung nicht stattfinden.

Diese beiden grundlegenden Entdeckungen brachten einige Klarheit in die Suche nach der Organisation der biochemischen Zelltätigkeit, denn sie ermöglichten es, zwischen energetisch zulässigen und unzulässigen Reaktionsverbindungen zu unterscheiden.

Anwendungen

Neue Erfolge auf theoretischem Gebiet pflegen immer die

Praxis zu beeinflussen. Aus den Fortschritten auf biochemischem Gebiet zieht gegenwärtig die Pharmakologie besonderen Nutzen. Sie schafft neue Arzneimittel auf der Basis der Aktivierung oder Hemmung ganz bestimmter physiologischer Funktionen oder sogar einzelner für Störungen des Organismus verantwortlicher Enzymreaktionen. Die gleiche Tendenz ist auch in der mikrobiologischen Industrie zu beobachten, in der verschiedene Gärungsprozesse sowie Mikroben, die Antibiotika, Vitamine usw. erzeugen, immer erfolgreicher durch Präparate gesteuert werden, die aus physiologisch aktiven Substanzen bestehen.

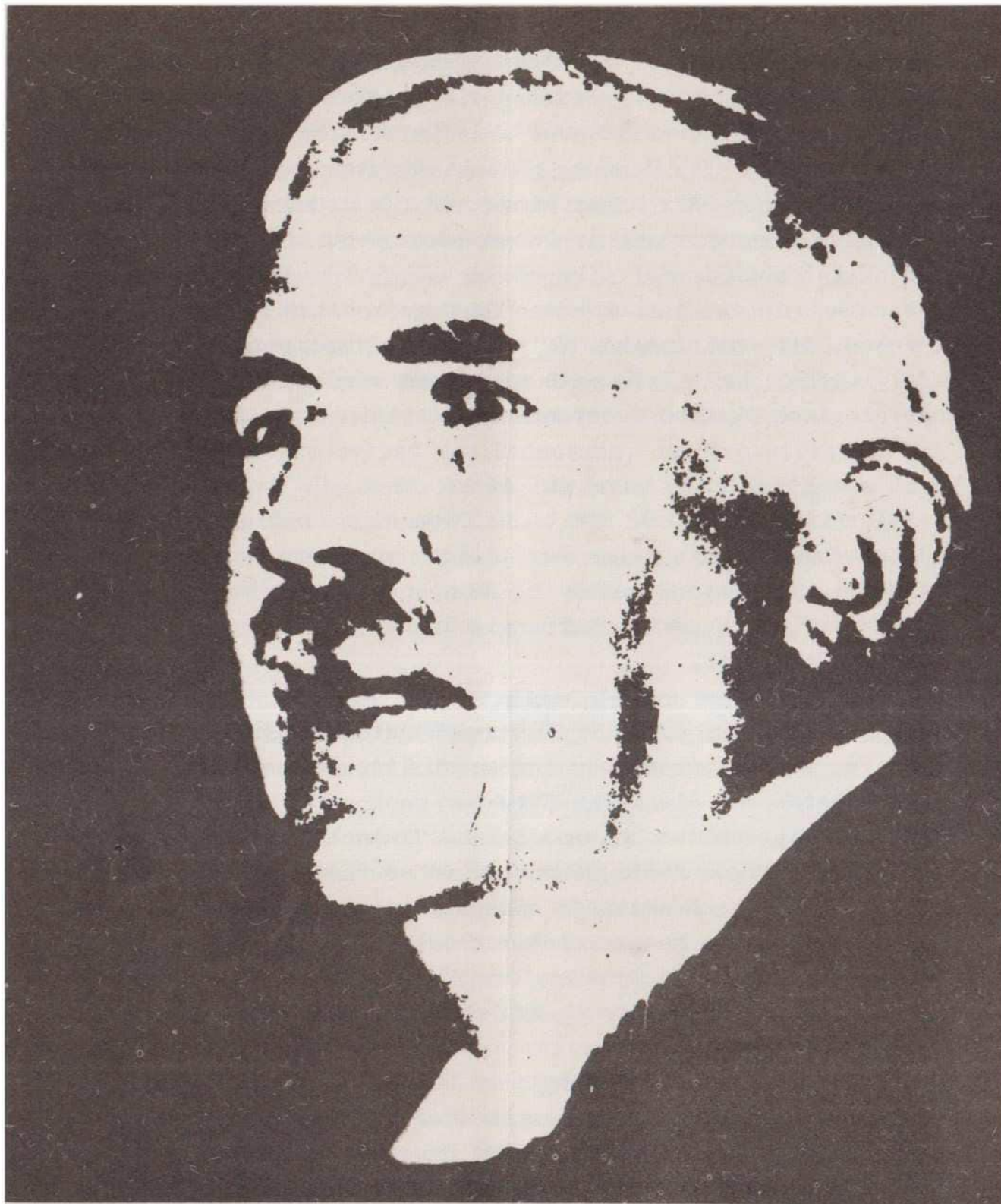
Durch selektive Einwirkung auf diese oder jene Zwischenreaktion kann man z. B. die einzellige Alge Chlorella (höchstwahrscheinlich eine Begleiterin von Kosmonauten bei deren künftigen Fernflügen) zwingen, je nach Wunsch oder Bedarf des Menschen vorrangig Eiweiß, Fette oder Stärke zu erzeugen.

Neben Metaboliten, d. s. Produkte des natürlichen Stoffwechsels, finden immer mehr Antimetabolite Verwendung, d. s. Substanzen, die ihrer Struktur nach natürlichen Stoffwechselprodukten ähneln. Solche "falschen Moleküle" können die lebende Zelle täuschen, indem sie sich in normale biochemische Reaktionen einschalten und dadurch diese oder jene Prozesse hemmen. Antimetabolite werden jetzt im großen Umfang bei der Synthese von Herbiziden und Wachstumsinhibitoren angewandt, die im Pflanzenanbau eine Rolle spielen.

Das Elektronenmikroskop ermöglicht hunderttausend- und sogar millionenfache Vergrößerungen (das Auflösungsvermögen eines gewöhnlichen Mikroskops hört dagegen bei 2 000-3 000 auf). Dies eröffnete vor allem neue Möglichkeiten für die Untersuchung der Feinstruktur des Protoplasmas.

Werter Leser!

Sollte ein impuls-Heft pünktlich bei Ihnen erscheinen, bitten wir schon im voraus um Entschuldigung.



ERNEST RUTHERFORD (1871-1937)



Impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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	Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)
W. Hild (Gestaltung)	L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung)
Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)
	Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft: -40 M. Jahresabonnement: 4,- M.

INHALT:

Vakuumtechnik (2)	3
Die Theorie der Kontinentaldrift und ihre Bedeutung für die Biologie	9
impuls-Mosaik	12
INHALTSVERZEICHNIS der Jahrgänge 1 bis 7	13
Botschaft aus dem Weltall? (2)	24
Physikaufgabe Nr. 1	27
DOKUMENTATION (2)	28

Die Messung kleinster Drücke

Im Teil 1 des Artikels haben wir uns mit der Erzeugung des Vakuums beschäftigt. Wie wir gesehen haben, können wir Vakuum erzeugen bis etwa 10^{-10} Torr. Das ist ein Bereich von rund 13 Zehnerpotenzen, der messtechnisch bewältigt werden muss. Für einen so grossen Messbereich werden wir also mehrere Messgeräte benutzen müssen. Ziel dieses Artikels soll es sein, einen Überblick über die wichtigsten und technisch gebräuchlichsten Geräte zu geben.

● Membranmanometer

Das Membranmanometer arbeitet auf dem Prinzip der elastischen Verformung eines abgeschlossenen Gefässes bei

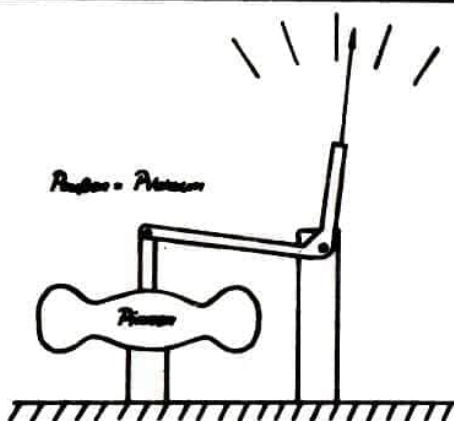


Abb. 3

Äusserer Druckänderung - es wird also Innen- und Aussen-
druck verglichen. Die untere
Messgrenze ist im wesent-
lichen gegeben durch die
praktisch unmögliche Able-
sung kleinster Bewegungen
des Zeigers.

● U - Rohr - Manometer

Beim U - Rohr - Manometer wird die Messung des Vakuums
durch Bestimmung der Druckdifferenz (z.B. mm-Hg-Säule

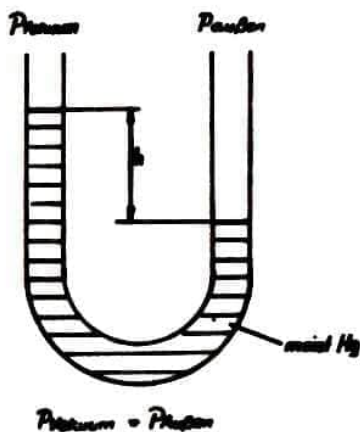


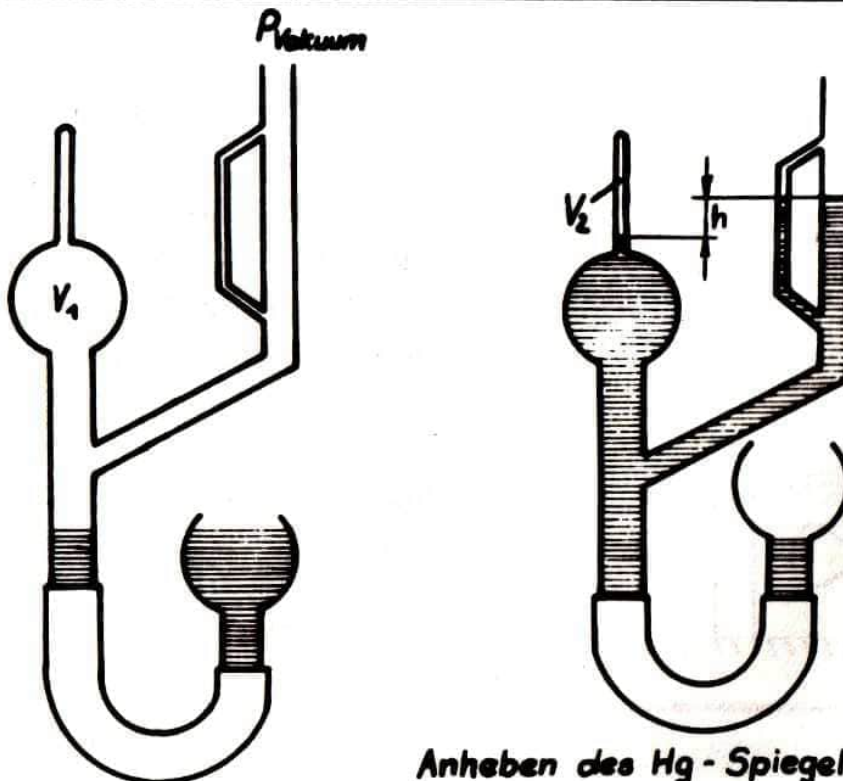
Abb. 4

△ Torr) **zwischen** Vakuumdruck und einem bestimmten Aussendruck (meist Luftdruck) durchgeführt. Dazu ist noch eine Barometerablesung zur Feststellung des Luftdruckes notwendig.

Um den Einfluss des Luftdruckes umgehen zu können, verwendet man auch einseitig verschlossene U-Rohre. Dabei ist der verschlossene Schenkel bis auf den Dampfdruck der Füllflüssigkeit (meist vernachlässigbar klein) evakuiert.

Hier kann also eine Absolutablesung durchgeführt werden, was günstiger ist als eine Differenzablesung.

● Kompressions-Manometer



Anheben des Hg - Spiegels bedeutet Volumenverkleinerung von V_1 auf V_2 .

Abb. 5

Dieses Vakuummeter ist ein verbessertes U - Rohr - Manometer. Um noch kleinere Drücke messen zu können, erfolgt eine Druckerhöhung durch Kompression nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz:

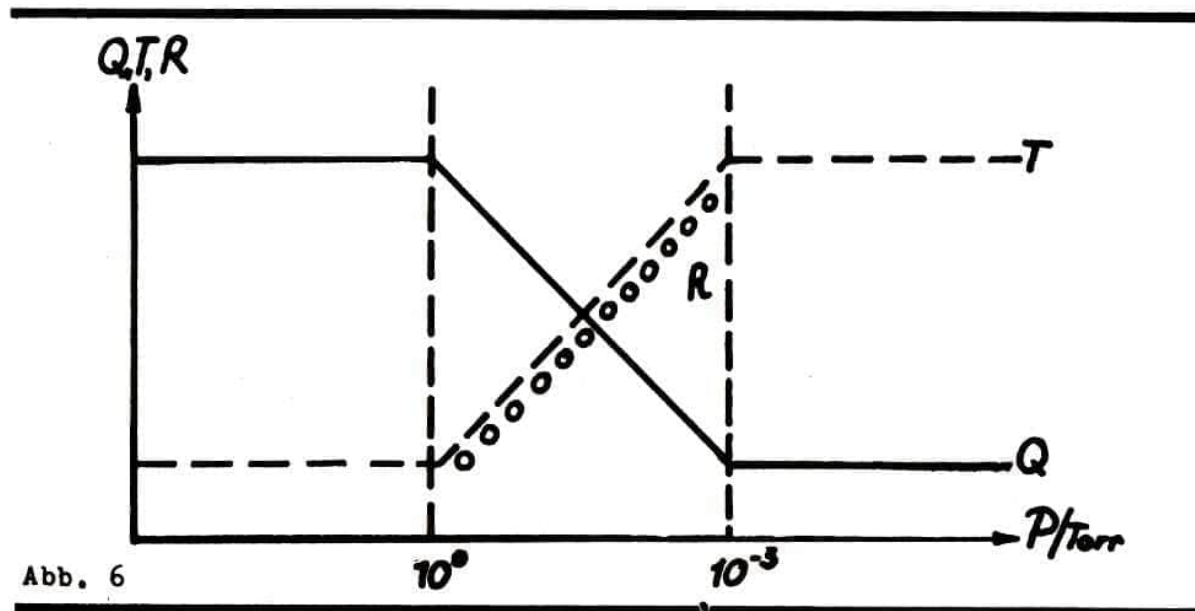
$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \quad (\text{bei konst. Temperatur}).$$

Wird also V_1 verkleinert auf V_2 , dann vergrößert sich der Druck von P_1 auf P_2 . Damit können Drücke gemessen werden, die nicht mehr mit dem U - Rohr - Manometer nachgewiesen werden können.

Dieses Messgerät arbeitet sehr genau und wird deshalb zur Eichung vieler anderer Messgeräte benutzt. Es wird unter dem Namen McLeod gehandelt.

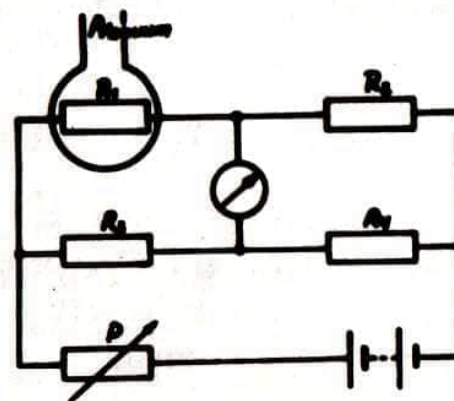
● Wärmeleitungsmanometer

Die Wärmeabgabe eines erhitzten Körpers ist in einem bestimmten Vakuumbereich druckabhängig. Es ist der Bereich, wo die mittlere freie Weglänge eines Teilchens etwas grösser ist als die Gefäßabmessung.



Die Druckmessung kann damit durch Widerstandsmessung eines erhitzten ohmschen Widerstandes durchgeführt werden. Die Widerstandsmessung erfolgt mit einer Wheatstone-

Messbrücke. Der Heizstrom wird mit dem Potentiometer auf einen konstanten Wert eingestellt. Dieses Vakuummeter wird auch als Pirani-Messgerät bezeichnet.



Bei Nullabgleich des Instrumentes gilt:

$$R_1 : R_2 = R_3 : R_4$$

Abb. 7

● Ionisationsvakuummeter

Beim Durchgang von geladenen Teilchen (Ionen) durch ein verdünntes Gas (Vakuum) ist die Zahl der durch Zusammenstöße von geladenen Teilchen mit ungeladenen Gas-
teilchen erzeugten Ionen proportional zum Gasdruck.
Prinzipiell benutzt man dazu eine Elektronenröhre
(Triode).

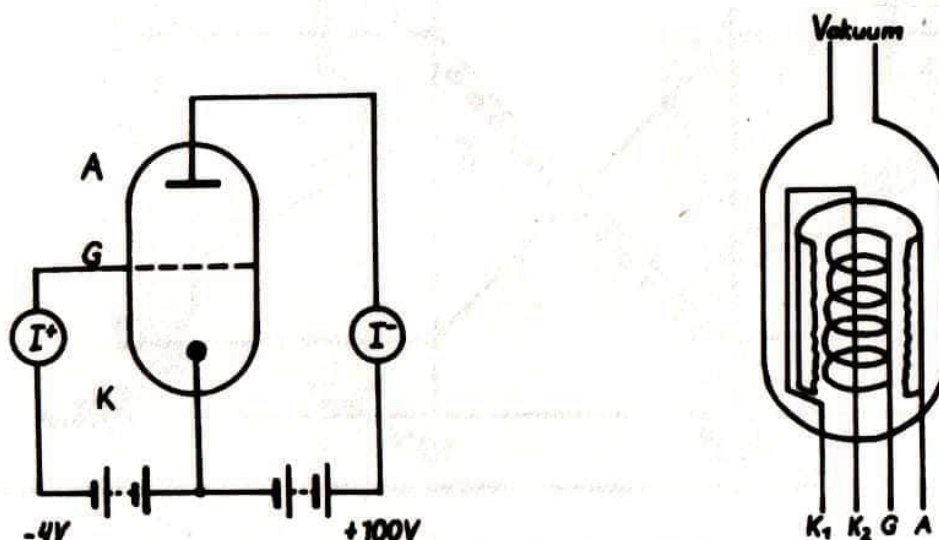


Abb. 8

Von der Katode werden Elektronen emittiert. Diese werden zur positiven Anode hin beschleunigt.

Bei Zusammenstößen mit Gasmolekülen werden positive Ionen erzeugt, die vom negativen Gitter abgefangen werden und den Strom I^+ erzeugen. Die Elektronen fliegen weiter und bewirken den Strom I^- . Der Druck ist proportional dem Verhältnis $I^+ : I^-$.

Ionisationsvakuummeter können erst unterhalb 10^{-3} Torr benutzt werden, da sonst die Gefahr einer Glimmentladung besteht. Nach unten besteht nur eine Grenze des nachweisbaren Ionenstromes.

Eine Spezialausführung stellt das Kaltkathoden-Vakuummeter (Handelsname Penning) dar. Durch ein **elektrisches** und ein dazu senkrechtes magnetisches Feld werden die Elektronen auf Spiralbahnen gelenkt. Damit wird die Weglänge der Elektronenbahnen und somit die Zusammenstosswahrscheinlichkeit erhöht.

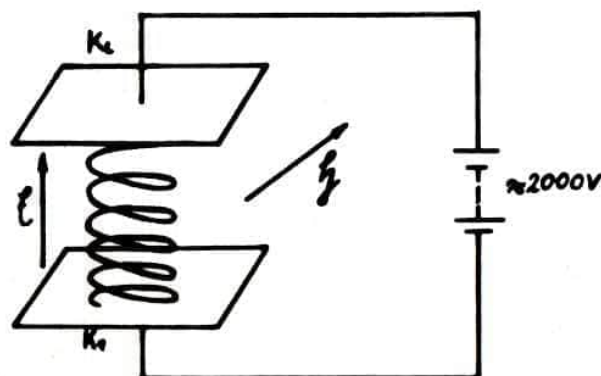


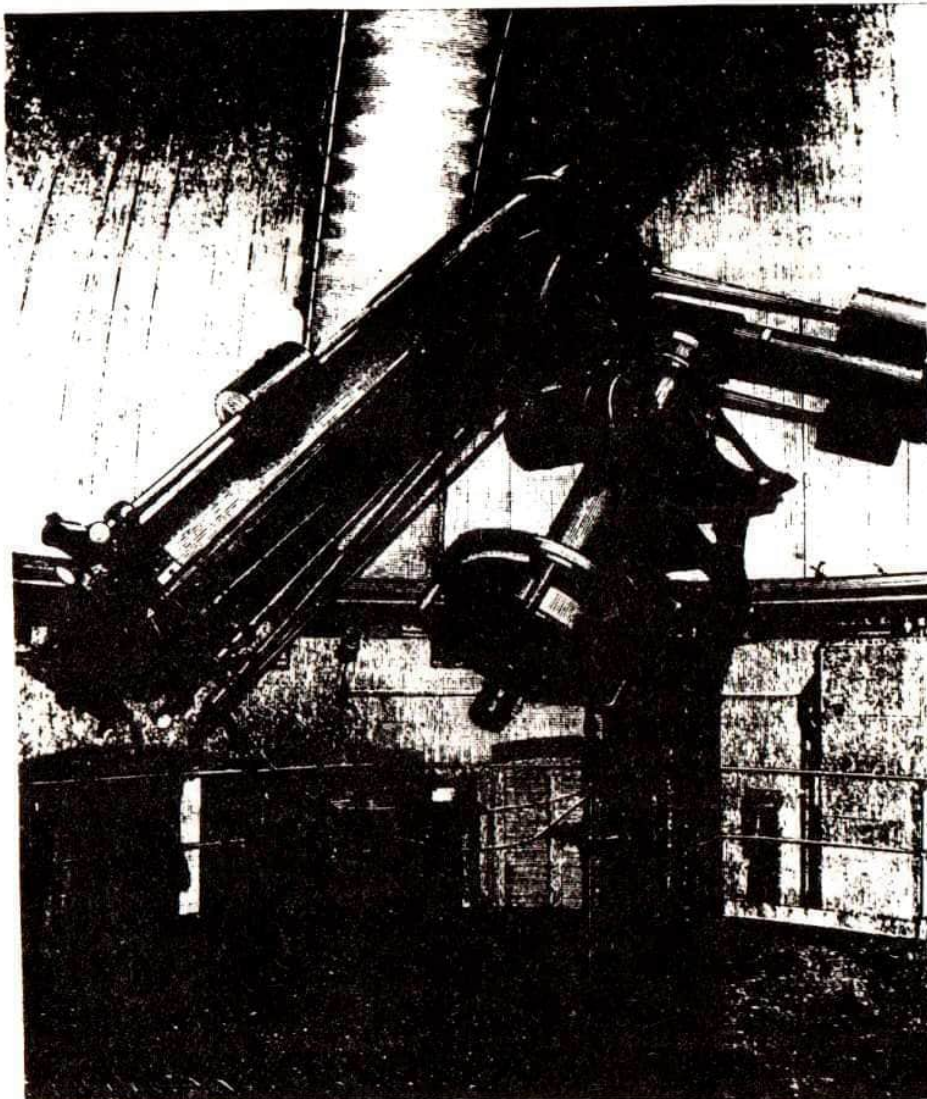
Abb. 9

Bemerkungen

Ein sehr wesentlicher Fakt wurde in obiger Darstellung nicht behandelt. Es ist die Gasartabhängigkeit (äussert sich in der mittleren freien Weglänge) verschiedener Messmethoden. Ein Messgerät muss also immer für eine bestimmte Gasart geeicht werden.

Sehr wichtig ist noch eine Bemerkung zur Genauigkeit der Messungen. Man ist im allgemeinen zufrieden, wenn man die Zehnerpotenz des Druckes kennt. Für die meisten technischen Anwendungen reicht das vollkommen aus und man sollte keine wundersamen Genauigkeiten der Geräte fordern.

Im nächsten und letzten Teil unseres Artikels soll die Rede sein von der technischen Anwendung der Vakuumtechnik, ihrer Geschichte und ihrer Zukunft.



Äußere Ansicht eines großen beweglichen Refraktors nach den Bedürfnissen der modernen Astronomie.

Ein Uhrwerk ermöglicht, daß jedes eingestellte Zielobjekt auf beliebige Zeit im Gesichtsfeld des Beobachters erhalten werden kann, indem es das Rohr der scheinbaren täglichen Bewegung des Gestirns genau folgen macht. Das hier dargestellte Instrument hat bei zwölf Zoll Öffnung eine Brennweite von fünf Metern. Es dient gegenwärtig den vollständigen Lehrzwecken des trefflichen Instituts „Urania“ zu Berlin.

U. Wagner
Birkenwerder

Die Theorie der Kontinentaldrift und ihre Bedeutung für die Biologie

Betrachtet man auf der Landkarte die Kontinente, so fällt die **große** Ähnlichkeit der Küstenlinien Südamerikas und Afrikas auf. Das Ineinanderpassen dieser Linien und weitere Beobachtungen über den tektonischen Entwicklungsprozeß der Erdkruste führten 1915 zu der von dem Geophysiker Alfred WEGENER aufgestellten Hypothese der Kontinentalverschiebung. Diese Theorie ging im wesentlichen davon aus, daß die Erdteile aus einem Superkontinent entstanden seien und sich im Laufe der 200 Millionen Jahren in ihre heutigen Positionen bewegten. Heutige Aussagen bestätigen ein Auseinanderweichen der Kontinente, so entfernen sich z.B. Nordamerika und Nordeuropa jährlich um ein bis vier Zentimeter, ebenso sind ein Abdriften Madagaskars von Afrika und eine Ausweitung des Roten Meeres feststellbar. In jüngster Zeit konnte diese Hypothese durch neue geophysikalische Forschungen bestätigt werden. Insbesondere führten neue Kenntnisse über den Krustenbau der Erde zu wesentlichen Modifizierungen der Kontinentalverschiebungstheorie WEGENERS. Entscheidend dafür waren auch die Erfolge der Raumfahrt. Satellitenfotos ermöglichen eine genaue Auswertung des submarinen Bodenreliefs, da z.B. die in fast allen Ozeanen festgestellten "Gebirgszüge" (mittelozeanische Rücken) sich über rund 75000 km erstrecken und nur eine Beobachtung aus dem Weltraum eine genaue Kartierung ermöglicht. Eine neue Version der Kontinentalverschiebungstheorie wird als Theorie der Plattentektonik bezeichnet. Sie geht davon aus, daß die Erdkruste aus größeren starren Schollen besteht, die voneinander weg oder aufeinander zu bewegt werden. Geologen unterscheiden die Pazifische, Eurasische, Afrikanische, Nordamerikanische, Südamerikanische, Indisch-

Australische und die Antarktische Großscholle. Die Platten-grenzen zeigen unterschiedliche Formen und stellen Gebiete erhöhter Vulkan- und Erdbebentätigkeit dar, so wird die Afrikanische Scholle durch den mittelatlantischen Rücken begrenzt, der Anschluß an die übrigen "Unterwassergebirge" aufweist.

Im wesentlichen werden drei mögliche Bewegungsarten zwischen den Schollen angenommen: So führt das Auseinanderdriften zweier Schollen im Bereich der mittelozeanischen Rücken (Riftzonen) zum Ausströmen von Magma und damit zur Produktion neuer Erdkruste, die sich als langgestreckte Schwelle über den Tiefseeboden zieht (Schollenaufbau). Zu Blatt- oder Horizontalverschiebungen kommt es beim Aneinandervorbeigleiten von Schollen, wenn die Grenzfläche zwischen den Schollen parallel zur relativen Bewegungsrichtung liegt (weder Abbau noch Neubildung von Schollen). Wenn sich Großschollen übereinanderschieben, wird die untere in den Erdmantel gedrückt und "verschmilzt" durch Erwärmung mit dem sie umgebenden Material (Abbau von Schollen).

Wenn diese Theorie auch die wichtigsten Erscheinungen erklären kann, bleiben noch viele Fragen offen. So sieht eine andere Version die emporquellenden Lavamassen der mittelozeanischen Rücken als Ursache der Drift der Kontinente an. Auch ist die Energiequelle für die Schollenbewegung - angenommen wird eine Thermokonvektion des Erdmantels - in ihrer Herkunft noch umstritten. Trotz dieser Einschränkungen gilt die Kontinentalverschiebung als bewiesen, da besonders die Erforschung des Paläomagnetismus von Gesteinen Südamerikas und Afrikas und Übereinstimmungen z.B. in den Ablagerungen Indiens und Brasiliens die geologisch-tektonischen Zusammenhänge jetzt getrennter Erdteile erkennen lassen. Im wesentlichen beweisen paläomagnetische Messungen das Wandern der Pole, da sich magnetisierbares Gestein nach den Kraftlinien des jeweils vorliegenden Magnetfeldes orientiert und im Vergleich zu den heutigen Strukturlinien Anomalien auftreten, die nur durch eine Verschiebung der Kontinente erklärbar werden.

Als Beweise für die Kontinentalverschiebung werden auch

Fossilfunde angeführt. So gleicht die jungpaläozoische Pflanzenwelt Indiens der von Afrika, nicht aber der Asiens. Die Reste einer Reptilienart (Lystrosaurusschädel) der Antarktis stimmen mit Funden aus Südafrika überein. Alle diese Funde stützen die Theorie einst zusammenhängender Kontinente. Ebenso werden im Zusammenhang mit der Polverlagerung die heutigen Vorkommen der Steinkohlen erklärbar, die sich nur unter tropischen Klimaverhältnissen gebildet haben können.

Für den Biologen ergeben sich insofern neue Aspekte, als die Erkenntnisse der Geophysik und Geologie die ständige Veränderung der Kontinente hinreichend erklären und die Biogeographie als Stütze dieser Theorie nicht mehr benötigt wird. Neue Fragestellung der Paläontologen und Biogeographen an die Geologen werden dadurch möglich, wie: Wie lange waren die Antarktis und Afrika verbunden? Wann erfolgte die Abtrennung Australiens von Südamerika? Gab es eine direkte Verbindung dieser Kontinente oder vermittelte die Antarktis?

Ähnliche Fragestellungen ergeben sich für die tiergeographisch interessanten Seychellen, Galápagosinseln und Komoreninseln sowie die für die Pflanzengeographie wichtigen Juan-Fernández-Inseln, auf denen Reste alter Faunen und Floren bis heute überdauerten. Die geologischen und geophysikalischen Forschungen ergeben neue Möglichkeiten, Probleme der vorzeitigen und gegenwärtigen Verbreitung der Pflanzen und Tiere aufzuklären, gleichzeitig können neue Einsichten in die Entwicklungsgeschichte der Organismen gewonnen werden.

Ebenso könnte die heutige Verteilung von Meeren und Kontinenten neue Theorien zur Entstehung von Mond und Erde provozieren, wenn man z.B. die asymmetrische Verteilung von Land und Wasser auf der Erde mit der asymmetrischen Verteilung der Mondkrater (belegt durch sowjetische Mondfotos) zum Ausgangspunkt neuer Überlegungen macht. Für die Zukunft deuten sich noch genügend Probleme an, die in den nächsten Jahrzehnten zu neuen Schlußfolgerungen führen könnten.

Die radioaktive Aktivierungsanalyse in der Kriminalistik

Neuerdings wird versucht, die radioaktive Aktivierungsanalyse zur Überführung eines Täters einzusetzen. Da in den Haaren die Verteilung von Spurenelementen, die durch die Aktivierungsanalyse bestimmt werden kann, von genetischen und Umweltfaktoren abhängt, ist es möglich, durch die Analyse von Haaren, die am Tatort gefunden wurden, den Täter aus einer Gruppe von möglichen herauszufinden und zu überführen.

Informationsfluß auch von RNS in DNS möglich?

Amerikanische Wissenschaftler fanden in bestimmten Viren ein Enzym, welches die umgekehrte Informationsübertragung - Informationsfluß von der RNS in die DNS - synthetisiert. Die weitere Aufklärung der Eigenschaften dieses Enzyms ist von größter Wichtigkeit für die Erforschung der Krebsentstehung und -therapie und dient der weiteren Verbesserung der Eingriffsmöglichkeiten am genetischen Material.

Zweite Eisbärenkinderstube

An der Südostküste der kanadischen Hudsonbai wurde ein Geburtsplatz für Eisbären entdeckt. Das ist die zweite bisher auf der Erde bekannte "Kinderstube" der Eisbären und es kommen hier jährlich über 50 Bären zur Welt. Sie wiegen bei der Geburt nur 500 Gramm. Die andere Kinderstube für Eisbären ist auf der sowjetischen Wrangel-Insel, wo jährlich 60 Junge das Licht der Welt erblicken.

Inhaltsverzeichnis

Physik - Fachartikel (1. bis 7. Jahrgang)

Titel	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Newtonsche Abbildungsgleichung	Kessler	1	1	6 - 10
Geheimnisvolle Wellen	Herrmann	1	1	14 - 17
Bewegung in der Welt der Moleküle	Dr. Jupe	1	2	6 - 9
Differentiation und Integration elektr. Impulse (1)	Dr. Kretschmar	1	2	10 - 14
(2)		1	3	9 - 10
Über die Bewegung künstlicher Satelliten	Kessler	1	3	5 - 8
Was sind Halbleiter (1)	Schlichting	1	3	14 - 17
(2)		1	4	5 - 6
Der Franck-Hertz-Versuch - ein bedeutsames Experiment in der Entwicklung der Quantentheorie	Reinhold	1	3	17 - 20
Raman - Effekt	Hänsel	1	4	6 - 8
Die Richtung d. Weltgeschehens (2. Hpts. d. Wärmelehre)	Dr. Jupe	1	4	8 - 11
Wie wägt man ein Atom	Jähnig	1	4	14 - 18
Wieso kann ein Flugzeug fliegen	Dr. Kretschmar	1	5/6	12 - 16
Elektronenstrahloszillograf als Kennlinienschreiber	Dick, Brand	1	5/6	27 - 30
Doppler - Prinzip	Dr. Kretschmar	1	5/6	31 - 35

Titel	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Kann Masse "verdampfen" ?	Jähnig	1	5/6	20 - 23
Was ist Licht ?	Jähnig	2	1	8 - 10
Die Entstehung einer Fotografie	Schäfer	2	1	14 - 15
Laser und Anwendung				
(1)	Kleinschmidt	2	1	16 - 19
(2)	Staupendahl	2	2	18 - 26
Röntgenstrahlung	Kräusslich	2	2	5 - 10
Bestimmung der Gravitationskonstante	Dr. Jupe	2	2	23 - 26
Röntgenfeinstrukturanalyse	Sommer	2	3	5 - 8
Zustandsänderung der Gase	Dr. Jupe	2	3	16 - 19
Bestimmung der astron. Einheit	Posern	2	4	7 - 9
Laser und ihre Anwendung	Kleinschmidt	2	3	24 - 28
Holografie (1)	Tschoppe	2	4	14 - 16
(2)		2	5	5 - 8
(3)		2	6	9 - 12
Zustandsänderung der Gase (2. Teil)	Dr. Jupe	2	4	17 - 22
Geschichte der Atomistik	Kobe	2	5	12 - 15
Rotverschiebung und Kosmologie (1)	Sommer/Staupendahl	2	6	1 - 5
(2)	Sommer	3	1	21 - 22
Satz von der Energieerhaltung (1)	Dintner	2	6	6 - 8
(2)		2	7	3 - 6
Kreisprozesse	Dr. Jupe	2	6	14 - 20
Modellvorstellung (1)	Dr. Jupe	2	7	6 - 10
Über den Bau der (2)		2	8	12 - 15
Atome (3)		3	5	21 - 26
(4)		3	6	11 - 17

Titel	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Molekulare Biophysik	Dr. Damaschun	2	7	13 - 16
Farbfernsehen	Funk	2	8	6 - 8
Grössen und Grössen- gleichungen	Dr. Kretschmar	2	8	16 - 19
Die Zustandsgrösse "Entropie" (1)	Dr. Jupe	2	8	20 - 23
(2)		2	9	12 - 14
Grundlagen des Magnetismus	Possel	2	9	7 - 11
Unschärferelation und Determinismus	Welz	2	10	5 - 9
Trägheitskräfte	Dr. Kretschmar	2	10	10 - 14
Kurzwellenbereich	Stach	2	10	23 - 27
Warum schwimmt das Eis ?	Schlichting	3	1	7 - 10
Spez. und allgem. Relativitäts- theorie (1)	Prof. Schmutzer	3	1	23 - 26
(2)		3	2	4 - 12
Optische Aktivität	Gottschaldt	3	1	27 - 31
Der Weg der Quanten- theorie	Prof. Hertz	3	2	15 - 19
Miniaturisierung elektronischer Bau- elemente	Prof. Köhler	3	2	20 - 22
Schwarze Urstrahlung und die Evolution des Kosmos	Prof. Treder	3	2	23 - 27
Aufbau und Entwick- lung der Sterne (1)	Reiche	3	3	10 - 13
(2)	Rost	3	4	7 - 11
(3)	Fritsche	3	5	18 - 19
(4)		3	7	13 - 18
Schwarze Urstrahlung und Evolution des Kosmos	Prof. Treder	3	3	23 - 27
Einführung in die elektro-magn. Feld- theorie	A. Casajus	3	4	3 - 6

Titel	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Induktionsgesetz und Feldbegriff	Schlichting	3	5	13 - 17
Maxwellgleichungen (1)	Leppert	3	6	4 - 10
(2)	Wesch	3	7	6 - 11
Tiefe Temperaturen		3	6	25
Zu klein für Messungen	Jähniq	3	7	19 - 20
Das Wesen des Lichtes				
(1)	Heber/Schneider	3	8	17 - 20
(2)	Reichelt	3	9	13 - 16
Wie weit kann man das All sehen ?	Reiche	3	8	21 - 24
Entstehen einer In- duktionsspannung	Lindig	3	9	28 - 31
Die Atmosphäre der Venus	Dr. Jupe	3	10	20 - 21
Supraleitung	Reinhardt	3	10	23 - 27
Plancksche Strahlungs- formel und Laser	Happ	3	10	28 - 31
Sind Planeten nur in unserem Sonnensystem beobachtbar ?	Jähniq	3	10	32
Kinetische Gastheorie				
(1)	Carius	4	1	10 - 14
(2)	Marquardt/Carius	4	2	26 - 30
Plasmaphysik (1)	Redlich	4	1	24 - 28
(2)		4	2	7 - 11
Phys. Grundlagen des Lasers	Staupendahl	4	3	13 - 18
Die kosmische Strahlung	Dillner/Heinze	4	4	11 - 14
Längenmessung mit Lasern	Breitbarth	4	4	19 - 21
Schlussfolgerungen der Quantenmechanik	Walther	4	4	22 - 27
Wissenschaft im Kreuzverhör	Prof. Lambrecht	4	5	6 - 11
Vorstellung über Raum und Zeit	Beyersdorfer	4	5	17 - 22

Titel	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite	
Messgrenzen in der Physik	(1)	4	6	13 - 16	
	(2)	Mörstedt/Dröschler	4	8	12 - 16
	(3)	Wesch	4	9	10 - 15
	(4)	Schinkel	4	10	12
Grundlagen des Magnetismus	Wisniewski	4	6	17 - 22	
Antimaterie	Heumann	4	7	12 - 15	
Zu wenig Neutrinos?	Fröhlich	4	8	24 - 25	
Otto v. Guericke's Experiment		4	9	20 - 22	
Vorstoss zur Grenze der Materie	Heumann	4	10	13 - 17	
Regelungsvorgänge beim Kernreaktor	Förster/Marold	4	10	21 - 24	
Welle-Teilchen-Charakter des Elektrons	Klett	5	1	5 - 8	
Exp. Best. des Planckschen Wirkungsquantums	Posern	5	1	10 - 12	
Leitung in Halbleitern	(1)	Hoffmeier	5	1	17 - 19
	(2)	Löffelholz	5	2	6 - 10
Farbstofflaser	Walther	5	2	19 - 24	
Magnetismus der Atome	(1)	Neubauer	5	3	13 - 15
	(2)		5	4	7 - 9
Transistoren-Funktion und Herstellung	(1)	Henne	5	3	27 - 31
	(2)	Kirpal	5	4	25 - 28
Prüfungsvorbereitung f. Physik		5	5	9 - 16	
Von der Elektronenröhre zum HL-Bau- element	(1)	Quick/Schulze	5	5	26 - 29
	(2)		5	6	8 - 13
Drahtlose Telegrafie	Schrödel	5	6	28 - 33	

Titel		Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Der Mössbauer- effekt	(1)	Jacob	5	7	25 - 28
	(2)		5	8	9 - 12
Nichtlineare Optik	(1)	Kleinschmidt/ Staupendahl	5	8	21 - 23
	(2)	Kleinschmidt	5	9	15 - 18
Hochspannungs- kaskade		Schrödel	5	8	28 - 31
Ultrakurze Licht- impulse		Zorn	5	10	9 - 14
Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie		Mandler	6	1	7 - 12
Rutherfordstreuung		Heinz	6	1	29 - 31
Probleme der Ener- giegewinnung der Zukunft		Jähnig	6	2	11 - 15
3^0K -Strahlung und Entwicklung des Kosmos		Zimmer	6	2	17 - 20
Neutrinos und Stern- entwicklung	(1)	Rost	6	2	29 - 31
	(2)		6	6	30 - 31
Kernfusion-Phys. Grundlagen u. techn. Realisierung	(1)	Meyer	6	3	13 - 16
	(2)	Zimmer	6	4	8 - 10
Elektrischer Strom als Gefahrenquelle für den Menschen		Quaas	6	3	20 - 22
Entwicklung der Kernkraftwerke			6	4	16 - 20
Wie erhöht man den Wirkungsgrad der Sonne ?			6	4	20 - 23
Ergebnisse von Venus 8			6	4	24 - 25
Messung der Licht- geschwindigkeit		Feuerpfeil	6	6	11 - 15

Titel		Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Sirius B - Stern mit ungewöhnl. Eigenschaften		Günther	6	6	16 - 17
Radioaktive Isotope	(1)	Bräutigam/Nowick	6	7	13 - 17
	(2)		6	8	23 - 25
	(3)		6	9	16 - 22
Röntgen-Laser		Dänhardt	6	7	26 - 29
Weltäthertheorie		Reinhardt	6	8	29 - 31
Materieregen auf Neutronenstern		Günther	6	9	9 - 10
Magnetfeld der Erde		Mauersberger	6	9	11 - 14
Aufbau von Kri- stallen		Scheliga	7	1	7 - 12
Was ist ein Fest- körper ?		Züger			
Elektronenbe- schleuniger in Jena		Schrödel	7	1	27 - 29
Der Halleffekt und seine physik. An- wendung		Pössel	7	2	7 - 12
Maser im Weltraum		Zimmer	7	2	27 - 29
Compton - Effekt		Hüther	7	3	9 - 12
Superschwere Atome		Jähnig	7	3	30 - 31
Einführung in die Quantentheorie	(1)	Jähnig	7	4	4 - 6
	(2)	"	7	5	3 - 6
	(3)	"	7	6	3 - 6
	(4)	Staupendahl	7	7	3 - 6
	(5)	Dr. Kleinschmidt	7	8	3 - 6
	(6)	Rost	7	9	3 - 7
Messier 51 - 2 Ga- laxien in einer		Günther	7	4	25 - 27
Optische Instru- mente		Fricke	7	5	13 - 17
Die Sonne	(1)	Reiche	7	6	17 - 23
	(2)	"	7	7	21 - 27
	(3)	"	7	8	19 - 24
	(4)	"	7	9	19 - 25
	(5)	"	7	10	21 - 24

<u>Titel</u>	<u>Verfasser</u>	<u>Jhrg.</u>	<u>Heft</u>	<u>Seite</u>
Wellenopt. Erscheinungen in der Umgebung des Brennpunktes von Sammellinsen	Vater	7	10	8 - 10

Mathematische Hilfsmittel

<u>T i t e l</u>	<u>Verfasser</u>	<u>Jhrg.</u>	<u>Heft</u>	<u>Seite</u>
Was sind Vektoren ?	Kraus	2	2	10 - 14
Komplexe Zahlen (1)	Koch	3	1	18 - 21
(2)	Lindig	3	9	10 - 12
Differentialrechnung (1)	Pössel	3	3	19 - 22
(2)		3	4	17 - 20
Kurven- und Oberflächenintegrale	Walstab	3	5	7 - 9
Die e-Funktion und ihre physikalische Bedeutung	Böttcher	3	6	13 - 24
Taylorscher Satz und Taylorsche Reihe	Förster	3	10	11 - 15
Elektronische Datenverarbeitung (1)	Jähnig	4	1	4 - 6
(2)		4	2	3 - 6
(3)		4	3	5 - 8
(4)		4	4	3 - 6
(5)		4	5	3 - 5
(6)		4	6	6 - 9
(7)		4	7	3 - 5
(8)		4	8	3 - 6
(9)		4	9	8 - 9
(10)		4	10	10 - 11

Valenzverbindungen der Edelgase

W. Reichardt

Wiederabdruck aus dem 1. Jahrgang von
(,impuls 68")

Noch vor einigen Jahren konnte man in den Hochschullehrbüchern etwa folgendes lesen: "Die Gruppe der Edelgase umfaßt diejenigen Elemente, die unter gewöhnlichen Bedingungen überhaupt keine stabilen chemischen Verbindungen bilden." Sogar bei hohen Temperaturen und mit Hilfe elektrischer Entladungen ließen sich keine Edelgasverbindungen herstellen. Aus diesem Grund sah man die mit 8 (bzw. in der K-Schale 2) Elektronen gefüllten Elektronenschalen der Atome als besonders beständig und zur Verbindungsbildung unfähig an.

Seit der Entdeckung der Edelgase in den Jahren 1892-1897 durch Ramsay und Rayleigh haben jedoch zahlreiche Wissenschaftler versucht, Verbindungen dieser Elemente zu erhalten. Dabei wurden Anlagerungsverbindungen der Edelgase mit Wasser ("Edelgashydrate") und sogenannte Einschlußverbindungen (siehe dazu einen späteren Artikel) bekannt, aber in beiden liegen die Edelgasatome unverändert vor. Es handelt sich daher nicht um echte chemische Verbindungen.

Dennoch konnte man auf Grund folgender Überlegungen Edelgasverbindungen erwarten: Es war z. B. gelungen, eine Verbindung herzustellen, in der das Kation O_2^+ vorlag (Dioxygenylhexafluoroplatinat $O_2^+ PtF_6^-$). Bei der Verbindungsbildung mußte also dem O_2 -Molekül ein Elektron entzogen werden. Die dazu nötige Energie ist aber größer als die, die man für die Abspaltung eines Elektrons aus einem Xenonatom braucht ($Xe \rightarrow Xe^+ + e^-$). Deshalb sollte auch Xe^+ in Verbindungen vorkommen können.

Den Anstoß zu den zahlreichen Arbeiten der letzten Jahre lieferte der kanadische Wissenschaftler Bartlett, der bei Untersuchungen über die Platinfluoride auch die Verbindung $O_2(PtF_6)$ hergestellt hatte. Ihm gelang als erstem die Darstellung der analogen Verbindung $Xe(PtF_6)$. Die obigen Überlegungen waren also richtig. Das Besondere bei der Darstellung von Edelgasverbindungen besteht darin, daß die meisten Verbindungen wärmeempfindlich sind und sich zum Teil schon bei Zimmertemperatur zersetzen. Man muß in diesen Fällen die Elemente (z. B. Xe und F_2) auf $400-500^\circ C$ erhitzen und anschließend sofort auf etwa $-180^\circ C$ abkühlen. Das war bei den früheren Versuchen zur Darstellung von Edelgasverbindungen noch nicht bekannt.

Nach dem Erfolg Bartletts erschienen in rascher Folge Veröffentlichungen über die Darstellung, die Eigenschaften und die Struktur von Edelgasverbindungen. Auch in unserer Republik wurden Versuche durchgeführt. So berichtete die "Zeitschrift für Chemie" 1966 über die Darstellung von $XeCl_2$ im I. Chemischen Institut der Humboldt-Universität Berlin.

In der folgenden Tabelle sollen einige wichtige Edelgasverbindungen aufgeführt werden.

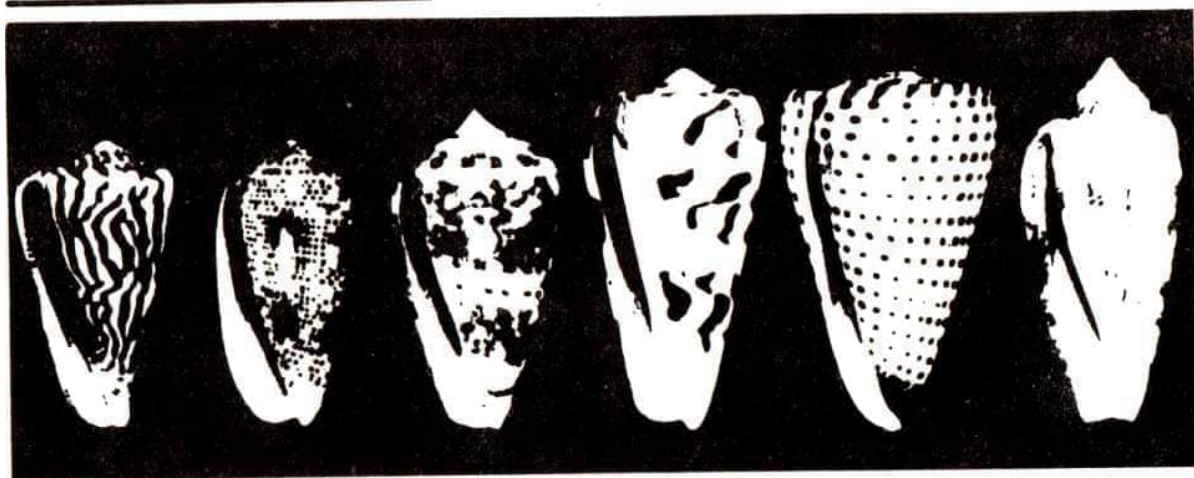
Verbindung	Eigenschaften	Darstellung
KrF_2	farblos, fest, sublimiert	$Kr + F_2$ im Elektronenstrahl ²
KrF_4	bei $-78^\circ C$ weiße Nadeln	$Kr + 2F_2$, elektrische Entladung bei $-188^\circ C$
XeF_2	farblos, fest, Fp. $140^\circ C$	$Xe + 2F_2$, elektrische Entladung
XeF_4	Farblos, fest, Fp. $114^\circ C$	$Xe + 2F_2$, bei $400^\circ C$ unter Druck
XeF_6	farblos, fest; hellgelbe Flüssigkeit Fp. $46^\circ C$, Kp. $87^\circ C$	$Xe + 2 OF_2$ bei $300^\circ C$ und 60 atm.
XeF_8	gelb, fest, nur bei tiefen Temperaturen beständig	$Xe + 16 F_2$ bei $620^\circ C$ und 200 atm
$XeCl_2$	farblos, fest	$Xe-F_2-CCl$ -Mischung bei $-80^\circ C$, Hochfrequenzfunken

Verbindung	Eigenschaften	Darstellung
XeOF_2	explosiv	Hydrolyse von XeF_4
XeOF_4	farblos, flüssig Fp. -41°C	teilweise Hydrolyse von XeF_6
XeO_3	farblose Kristalle explosiv	Hydrolyse von XeF_4
H_4XeO_4	farblos, explosiv	Hydrolyse von XeF_4
H_6XeO_6		Hydrolyse von XeF_6

In der dritten Spalte dieser Tabelle wurden die Verhältnisse der eingesetzten Elemente angegeben, die Zahlen haben also nichts mit der Reaktionsgleichung zu tun.

Von den "Xenonsäuren" H_4XeO_4 und H_6XeO_6 konnten Salze dargestellt werden, z. B. Ba_3XeO_6 . Auch Salze einer Perxenonsäure H_4XeO_6 mit achtwertigem Xenon wurden erhalten.

Mit der Chemie der Edelgasverbindungen entstand innerhalb weniger Jahre ein ganz neuer Zweig der anorganischen Chemie, der gegenwärtig besonders für die theoretische Chemie Bedeutung hat. Zur Zeit sind im wesentlichen Verbindungen des Xenons bekannt. Nach unserem heutigen Wissen kann man stabile Verbindungen von Helium, Neon und wahrscheinlich auch Argon kaum erwarten. Wie weit diese Annahme zutrifft, wird die Zukunft lehren. Sicher sind in der Chemie der Edelgasverbindungen noch viele interessante Ergebnisse zu erwarten.

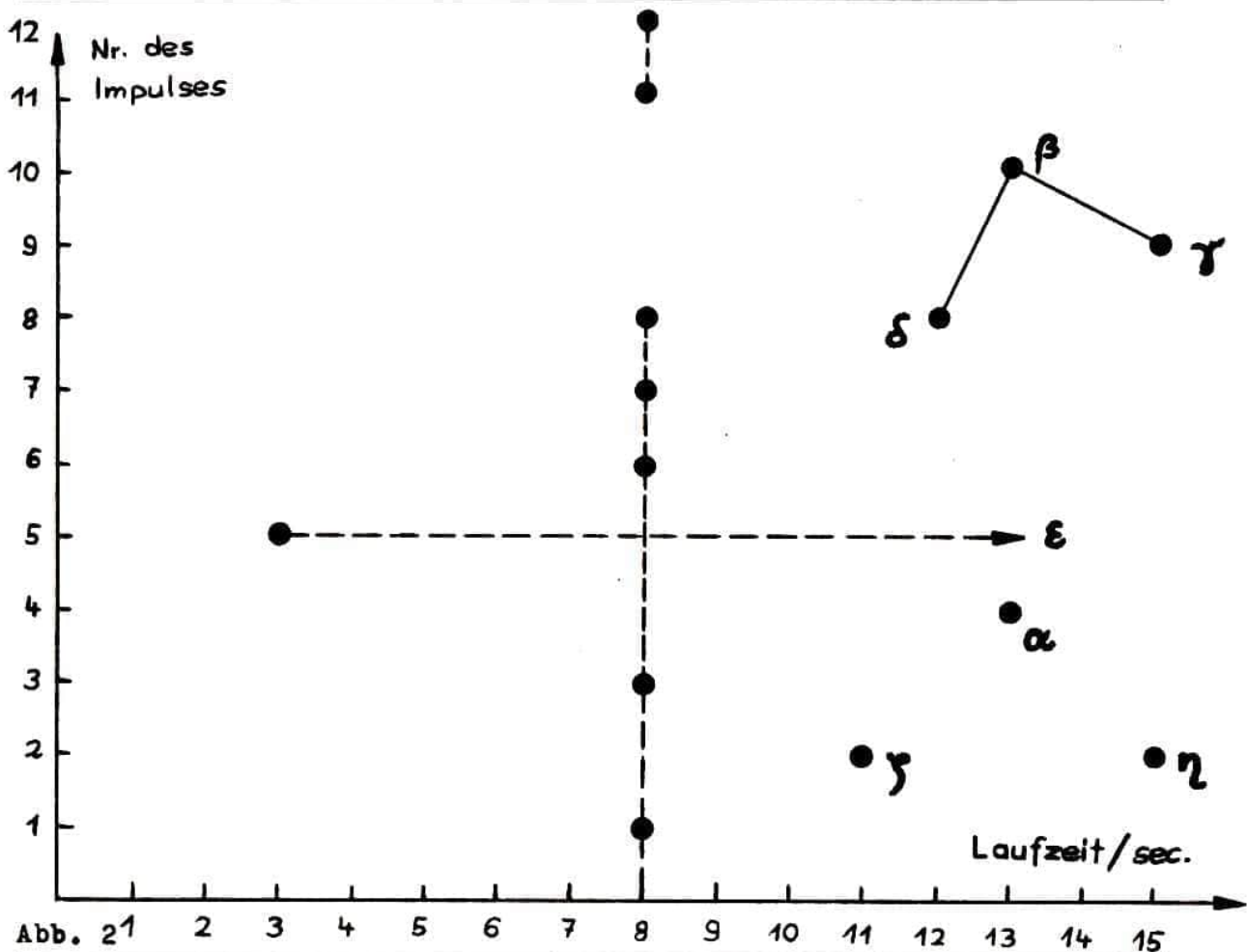


Gehäuse von Kegelschnecken

Botschaft aus dem All? (Teil 2)

Ist der Schlüssel gefunden? - Eine verlockende Idee

Alle möglichen Versuche, eine eventuell in der seltsamen Signalfolge enthaltene Information zu finden, blieben erfolglos - bis zu dem Zeitpunkt, als ein amerikanischer Wissenschaftler auf eine einfache Idee kam: Er trug in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Nummer des Impulses und die zugehörige Verzögerungszeit gegeneinander auf. Das überraschende Ergebnis zeigt Abb. 2:



Auffällig ist zunächst die senkrechte "Barriere" von Impulsen mit der Laufzeit 8 s. Links davon liegt nur ein einziger Punkt, Echo Nr. 5. Die rechts von der "Barriere" liegenden Punkte ergeben zunächst keine Aussage - wirklich nicht ?

Verbinden wir ganz einfach einmal einige der Punkte - und wir erhalten eine Konfiguration, die stark an ein vertrautes Sternbild des Frühlings- und Sommerhimmels erinnert: an das Sternbild Bärenhüter (lat. Bootes). Besonders der helle, rötlich leuchtende Stern (Arktur) ist auffällig. Eine genaue Abbildung dieses Sternbildes zeigt unsere nächste Abbildung (Abb. 3).

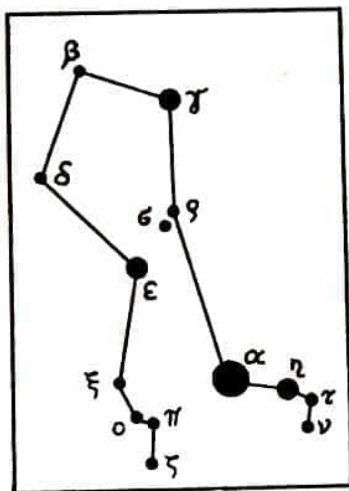


Abb. 3

Vergleichen wir einmal ! Die wesentlichen helleren Sterne des Bootes sind abgebildet, in recht guter Abbildungstreue. Nur der Stern α Bootis, eben jener helle Arktur, ist aus scheinbar unerklärlichen Gründen ein ganzes Stück von der Stelle entfernt, an der er heute im Sternbild des Bärenhüters zu sehen ist; ein Vergleich mit dem tatsächlichen Sternbild ergibt eine Verschiebung um ca 7° . Unklar ist auch die Bedeutung des 3 sec verzögerten Impulses Nr. 5, der als einziger

links der Barriere steht. Verlängert man eine Hilfslinie (s. Abb. 2) parallel zur Zeitachse um genau die Strecke, die der Punkt links von der Barriere liegt, nach rechts, so gelangt man zum Ort des Sternes ϵ im Bärenhüter. Ein Hinweis auf die "Absender" der "kosmischen Botschaft" ? Wie sollen wir nun das Zustandekommen der seltsamen Signalfolge verstehen ? Hier wird folgende kühne Hypothese vertreten:

Eine unbemannte kosmische Sonde einer fernen ausserirdischen Zivilisation flog in unser Sonnensystem ein. Ihr Auftrag: Informationen über seine Planeten zu sammeln, nach belebten Planeten zu suchen und die Ergebnisse durch Funk zu übermitteln. So schwenkte die Sonde schliesslich auf eine Mondumlaufbahn ein, von der aus unser Planet langfristig zu überwachen ist. Nachdem die Sonde ihr Programm erfüllt hatte, wurde sie automatisch stillgelegt. Erst die Ionosphärensignale, die von der Erde ausgestrahlt wurden, aktivierten

sie wieder. Möglicherweise hatten ihre Konstrukteure ihr das Programm eingegeben, auf fremde Funksignale zu reagieren und ein Bild des Sternenhimmels zu übertragen, das einen deutlichen Hinweis auf die Herkunft des kosmischen Objektes enthält. Praktisch wurde das durch eine sinnreiche Verzögerung und Wiederabstrahlung der von der Erde blind abgestrahlten Signale realisiert.

"Wären wir sehr erstaunt, wenn diese Sonde zu Beginn der Übertragung ein Fernsehbild eines Sternbildes senden würde?" fragt der Autor des amerikanischen Artikels. Das wären wir sicher nicht.

Aber - was hat es mit der scheinbar unerklärlichen Verschiebung des hellsten Sternes des Bärenhüters, des Arkturs, auf sich? Eine interessante Möglichkeit zur Klärung dieses Widerspruches ist die folgende:

Ein Bild aus der Vergangenheit?

Arktur gehört zu denjenigen Sternen, die die grösste Eigenbewegung am Himmel zeigen. Auch Fixsterne stehen ja bekanntlich nicht still, unsere Sonne beispielsweise bewegt sich (mitsamt dem ganzen Planetensystem) in jeder Sekunde rund 20 km weiter. Andere Sterne erreichen noch höhere Geschwindigkeiten - jedoch die Entfernungen im Kosmos zwischen den einzelnen Sternen sind so riesig, dass wir innerhalb unseres Lebens praktisch nichts davon merken, im Gegensatz zur Bewegung der wesentlich näheren Planeten. Arktur jedoch zeigt eine Eigenbewegung, die relativ zu nahezu "feststehenden" Sternen im Jahr 2,29 Bogensekunden ausmacht. Rechnet man nach, wie lange Arktur für eine "Wanderung" um 7° benötigt, so erhält man eine Zeit von etwa 12.600 Jahren.

Präzisieren wir also unsere phantastische Hypothese noch einmal: Die ausserirdische Raumsonde flog bereits vor mehr als 12.000 Jahren in unser Sonnensystem ein. Sie erfüllte ihr Programm und schaltete sich aus. Die irdischen Ionosphärensignale "weckten" sie erneut, und sie begann - entsprechend ihrem eingegebenen Programm - ein Bild des Sternbildes Bärenhüter zu senden - so, wie es zum Zeitpunkt ihres Abfluges (vor 12.000 Jahren) aussah. Sollte man die seltsame Verschiebung des Arktur nicht vielleicht so deuten?

Das alles klingt sicher verlockend. Haben wir die Lösung der uralten Frage, ob es intelligentes Leben im All gibt, direkt "vor der Haustür"? Immerhin - von 1932 - 1969 wurden mehr als 40 mal ähnliche Signalverspätungen registriert. Aber ganz so einfach ist es wohl doch nicht. Die Wissenschaft hat dagegen Einwände. Welche es sind, werden wir im dritten (und vorläufig letzten) Teil dieses Artikels erfahren.

Fortsetzung im nächsten Heft



WIE - WO - WAS

Gesucht wird dringend:

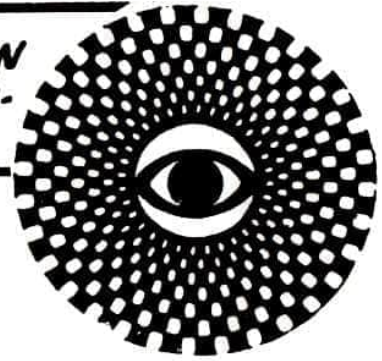
- 2 sehr gut erhaltene Insektenkästen
- 2 Zyankali - Giftgläser
- Koch: "Wir bestimmen Schmetterlinge" (Teil 4)

Zuschriften an: Monika Schenk
409 Halle - Neustadt
Block 495, Zimmer 1104



Physikaufgabe Nr. 1

Ein Kraftfahrzeug mit der Breite b fährt mit der Geschwindigkeit V_1 vor einem zweiten, das die größere Geschwindigkeit V_2 besitzt. Dem Fahrer des zweiten Fahrzeuges erscheint die Breite b unter dem Winkel α . Wie ändert sich dieser Winkel mit der Zeit t , wenn die Fahrzeuge zunächst einen sehr großen Abstand s_0 haben? Stellen Sie die Abhängigkeit $\alpha(t)$ graphisch dar und senden Sie die Lösung an uns ein!



A. Kursanow (UdSSR)

Dem Geheimnis des Lebens auf der Spur

(Teil 2 und Schluß)

(Aus „Wissenschaftliche Welt“ 5/1971)

Ein wichtiger Durchbruch

Dadurch, daß wir uns mit der subzellulären Organisation der Lebensprozesse – mit den Zellbestandteilen oder, anders ausgedrückt, mit Beispielen des Feinbaus der Funktionselemente des Zytoplasmas – befaßten, näherten wir uns einem weiteren Durchbruch, den die experimentelle Biologie vor rund 15 Jahren bei der Erforschung der biologischen Makromoleküle erzielte, aus denen die Nukleinsäuren, die Eiweiße und einige Kohlenwasserstoffe bestehen. Das sind diejenigen Substanzen biologischer Herkunft, die für den Bau und die Funktion eines Organismus besonders wichtig sind. Damit man sich eine Vorstellung von der Größe dieser Moleküle machen kann, sei erwähnt, daß ihr Molekulargewicht in die Hunderttausende, häufiger aber in die Millionen geht. Deshalb erforderte die Untersuchung solcher Moleküle besondere Analyseverfahren. So entstand die Molekularbiologie.

Diese junge Wissenschaft steht in den Bemühungen um die Lösung des Lebensproblems im Mittelpunkt. Sie arbeitet im Grenzbereich von Biologie und Chemie und erzielte glänzende Ergebnisse:

In voller Übereinstimmung mit den Gesetzen der Dialektik führt die Zahl der ein polymeres Molekül bildenden Mono-

mere zum Entstehen einer Reihe neuer Eigenschaften. Diese Tatsache ist für funktionierende lebende Systeme äußerst wichtig, und lange Zeit entging sie der Aufmerksamkeit der Wissenschaftler.

Die Molekularbiologie hat also neue Bewegungsformen der Materie entdeckt, die für Riesenmoleküle - Nukleinsäuren und Eiweiße - zutreffen, deren Eigenschaften nicht nur von der Zusammensetzung der sich bildenden Monomere abhängen, sondern auch von den sekundären Veränderungen der Makromoleküle im Raume selbst (von ihrer Konformation).

Bisherige Arbeit und neue Möglichkeiten

Alles, was die Molekularbiologie in relativ kurzer Zeit erreicht hat, ist noch sehr neu; es wurden viel mehr Fragen aufgeworfen als ausreichend beantwortet. Trotzdem profitieren angrenzende Disziplinen bereits von den Ergebnissen der Molekularbiologie, z. B. die Genetik und die Psychologie, mit deren Hilfe die entdeckten Funktionsprinzipien der lebenden Systeme unmittelbar Anwendung in der Medizin, in der Landwirtschaft und in der neuesten Technik finden werden.

Vor allem zeigt sich, daß Wachstum und Entwicklung - jene am stärksten integrierten physiologischen Prozesse - die biochemisch nicht erklärbar waren - von den Physiologen gestützt auf molekular-biologische Erkenntnisse erklärt werden konnten. Wir wissen jetzt, daß die DNS - die Grundlage des genetischen Apparats der Zelle - in jeder Entwicklungsphase des Organismus zu 80 bis 90 Prozent durch besondere Eiweiße, die Histone, blockiert wird, die wie ein Isolierband den größten Teil ihrer Fäden bedecken. Wir wissen auch, daß die Entwicklung eines Organismus davon abhängt, daß einzelne Abschnitte der DNS nacheinander von Histonen entblößt und andere wiederum bedeckt werden. Dies führt dazu, daß die Information, die der genetische Apparat unaufhörlich in Form von Matrizen ins Zytoplasma entsendet und die von einzelnen histonenfreien Abschnitten der DNS durch die RNS kopiert wird, sich fort-

laufend ändert; dadurch ändert sich auch der Stoffwechsel im Lebenszyklus eines Organismus.

Jede Zelle enthält, in ihrem genetischen Apparat die ganze Erbinformation ihrer Art. Das heißt, unter geeigneten Bedingungen kann jede Zelle alle Besonderheiten ihrer Art ausdrücken und zur Herausbildung einer ganzen Pflanze beitragen.

Ferner enthält der genetische Apparat gewöhnlich mehr Informationen, als für die individuelle Entwicklung des betreffenden Organismus erforderlich sind. Diese "Reserve an biologischen Möglichkeiten" bleibt unangetastet und wird in den meisten Fällen von der Zelle nicht genutzt.

Biologen haben bereits Methoden entwickelt, um isolierte, frei lebende Zellen höherer Pflanzen in flüssigen Medien zu kultivieren. Aus solchen Zellen kann man verhältnismäßig leicht ganze Pflanzen heranziehen, und das allein ist schon von praktischem Interesse. Aber am wertvollsten ist die Tatsache, daß die Zellen höherer Pflanzen im isolierten Zustand ihre verborgenen Erbanlagen leichter realisieren und bei verhältnismäßig schwachen Einwirkungen genetisch veränderte Formen (Mutanten) hervorbringen, die sehr wertvoll für die Züchtung sind. Wir haben es hier ohne Zweifel mit einem neuen Prinzip der Genetik zu tun, das gegenwärtig die Biologen gemeinsam mit Züchtern an verschiedenen Tabak-, Kartoffel- und anderen Pflanzensorten ausprobieren.

Man könnte noch viel mehr Beispiele anführen, um zu zeigen, wie nützlich molekularbiologische Vorstellungen für die Pflanzenphysiologie, die Zytologie, die Mikrobiologie und andere Gebiete sind, die sich mit der Zelle und mit ganzen Organismen befassen. Diese Wissenschaften stehen jetzt vor der Aufgabe, Platz und Bedeutung der elementaren Eigenschaften der lebenden Materie, im Leben der Zelle und des gesamten Organismus, in ihrer Ernährung, Entwicklung und Reaktion auf äußere Bedingungen zu bestimmen.

Probleme, die jetzt angepackt werden

Je mehr wir über die innere Organisation des Lebens erfahren, desto schwieriger wird es, die Frage zu beantworten, auf welche Weise so viele verschiedene gleichzeitig ablaufende Reaktionen und so viele sich ständig verändernde molekulare Strukturen in der lebenden Zelle koordiniert und gesteuert werden. Antwort auf diese Frage zu geben, bedeutet offenbar, den Hauptschlüssel zum Verständnis des Lebens zu finden, und obgleich einzelne Seiten der Selbstregulierung der physiologischen Prozesse in der Zelle schon klar zu werden beginnen, bleibt dieses außerordentlich komplizierte Problem insgesamt weiter ungelöst. Deshalb wird das "Tiefbohren" in der Biologie fortgesetzt, und diesmal ist die Klärung des Prinzips der Selbstregulierung das Hauptziel. Diese Arbeit wird die letzten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts und möglicherweise des 21. Jahrhunderts in Anspruch nehmen.

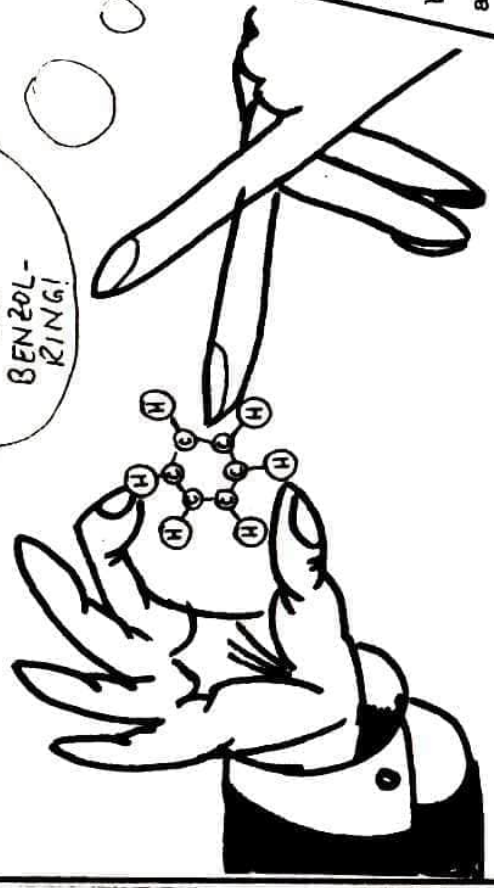
Probleme, die die Biologie jetzt erfolgreich in Angriff nimmt:

1. Die Klärung des Mechanismus der Photosynthese, d. h. der Methoden der stabilen Fixierung der Lichtenergie in chemischen Verbindungen.
2. Die Klärung des Mechanismus der biologischen Stickstoffbindung, jenes grundlegenden Prozesses, der die Produktivität der Biosphäre begrenzt.
3. Die künstliche Synthese von Einweißen und Nukleinsäuren mit vorgegebenen Eigenschaften.
4. Die Klärung der molekularbiologischen Grundlagen der Entwicklung von Organismen, um diese Prozesse steuern zu können.
5. Die Klärung der Prinzipien der Selbstregulierung und der Selbstreproduktion biologischer Systeme.

In diesem Überblicksartikel wollten wir zeigen, wie die gute alte Biologie damit, daß sie den Weg der exakten Wissenschaften einschlug, sich zielstrebig zu entwickeln begann und sich immer mehr der zentralen Frage der Naturwissenschaft näherte: Was ist das Leben und wie ist es aufgebaut?

Otto Hahn

Zusammenkunft mit Sohn von Wilhelm Bölsche. "Ich kenne das 'Liebesleben' von Ihrem Herrn Vater, aber ich habe nicht geglaubt, einmal ein Produkt dieses Liebeslebens kennenlernen zu können."



auch chemiker sind menschen.....

R. W. Wood

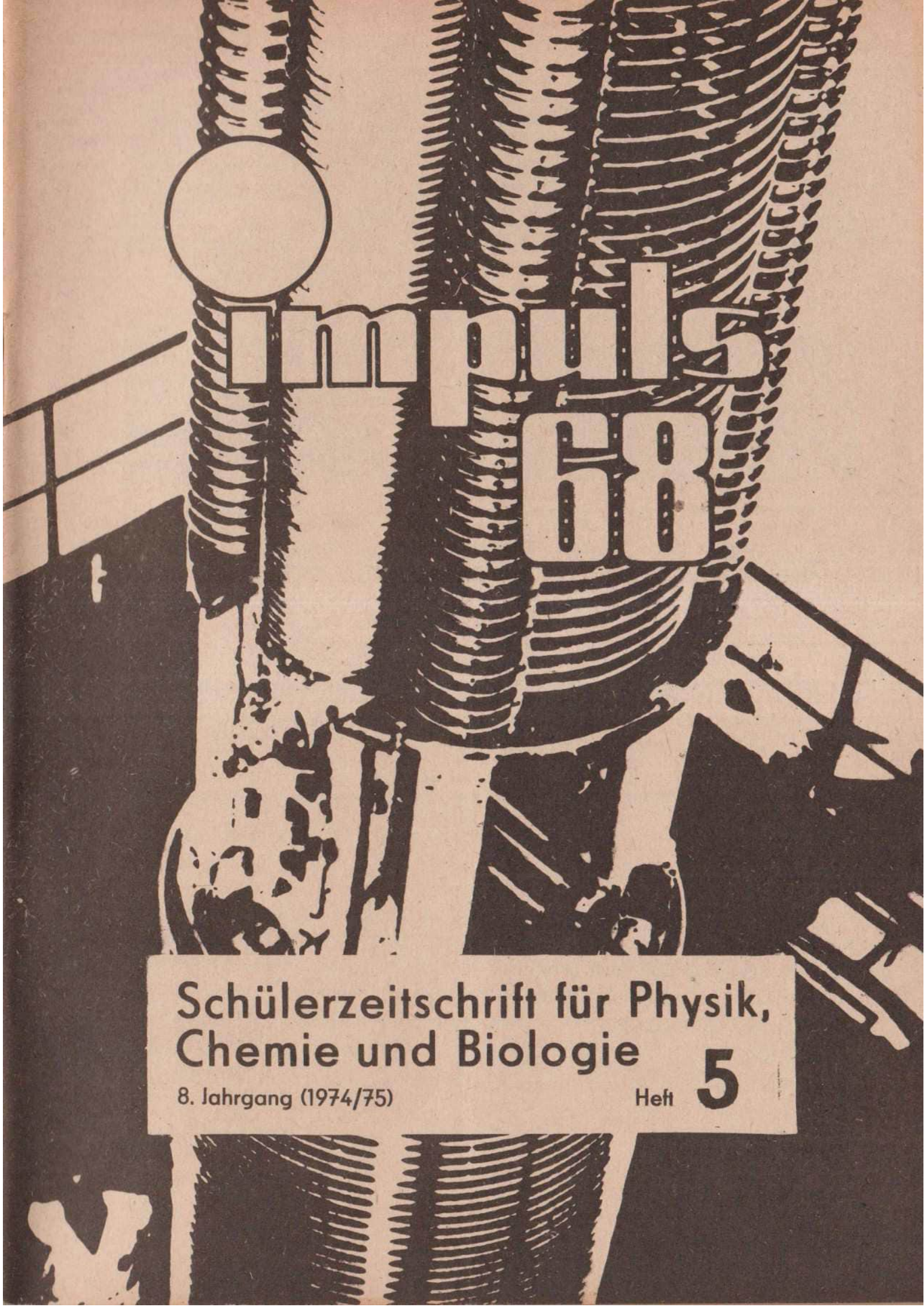
Wood pflegte sein Essen in einer kleinen Pariser Pension einzunehmen. Als es Geflügel gab, bestreute er zum Staunen der Tischnachbarn die Knochenreste auf den Tellern mit einem weißen Pulver. Am nächsten Tag hatte er einen kleinen Spiritusbrenner mitgebracht und tropfte etwas von der Suppe in die Flamme. Als sie sich rot färbte, nickte er befriedigt mit dem Kopf. "Das dachte ich mir", erläuterte er den verwunderten Pensionsgästen, "ich wollte nur wissen, ob die Knochen nochmals zur Suppe kommen. Darum habe ich sie gestern mit Lithiumchlorid bestreut....!"

Geschichten um impuls 68
in Wort und Bild:

„Sei doch nicht traurig mein Kind, auch impuls 68 kann mal zu spät kommen.“



"Chlor ist ein giftiges Gas. Sollte ich bei dem folgenden Chlorversuch umsinken, so bitte ich, mich an die frische Luft zu tragen. Die Vorlesung wäre dann für heute geschlossen." Egon Wiberg



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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. Jähmig	Amt. Chefredakteur:	Dipl. E. Welsch
Redaktion:	G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)	
	W. Hild (Gestaltung)	L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung)	
	Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)	
		Finanzen:	Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981 Preis je Heft: -40 M Jahresabonnement: 4,- M

INHALT:

Vakuumtechnik (3)	3
Radioaktive Isotope in der Biologie	6
Physikaufgabe Nr. 2	10
Über die Bewegung künstlicher Satelliten	11
Wir zeichnen organische Verbindungen	15
Der Franck-Hertz-Versuch	19
impuls-LEXIKON	22
Botschaft aus dem All? (3)	23
Büchermarkt	25
DOKUMENTATION	27

Vakuumtechnik (Teil 3 und Schluß)

Nachdem wir uns in den ersten beiden Artikeln über die Erzeugung und die Messung von Vakua informiert haben, wollen wir uns nun in diesem letzten Artikel dieser Serie hauptsächlich mit der Anwendung des Vakuums in Wissenschaft und Technik beschäftigen.

Historische Entwicklung der Vakuumtechnik

Es soll aber erst einmal die Rede sein von den Begründern der Vakuumtechnik. Allen bekannt ist wohl der Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke, der schon 1657 seine Magdeburger Halbkugeln der Öffentlichkeit vorführte. Dazu hatte Guericke eine Luftpumpe entwickelt, auf deren Prinzip auch heute noch alle mechanischen Luftpumpen arbeiten.

Der Vorstoß in die Hochvakuumtechnik gelang Geißler, der aus den Erkenntnissen von Torricelli eine Quecksilberpumpe entwickelte (1857). Gaede brachte 1912 die Drehschieber-Pumpe und drei Jahre später die Diffusionspumpe heraus. Auf dem Gebiet der Meßtechnik gelang 1873 dem Engländer Crookes mit seinem Radiometer der Nachweis kleinster Drücke.

Anwendung der Vakuumtechnik im Vorvakuumbereich

Ebenso wie die Vakuumerzeugung schon lange bekannt ist, wird sie auch technisch angewandt. Schon 1881 wurden in einer Zuckerfabrik Zuckerbrote unter Vakuum getrocknet.

Diese Methode (Vakuumgefrieretrocknung) hat große Vorteile gegenüber normalbekannter Trocknung an der Luft. Durch Absenken des Gasdruckes wird auch der Siedepunkt nach

$$p \cdot V = R \cdot T$$

abgesenkt. Dadurch kann die Dampfbildung direkt aus dem

festen Zustand erfolgen. Der Wasseraustritt geht ohne wesentliche Gefügeänderung der zu trocknenden Substanz vor sich. Ebenfalls wird die Trocknungszeit stark verkürzt, da durch das Vakuum bestimmte Einflüsse - wie Stoff- und Wärmeübergang, Diffusionswiderstand - vermindert werden. Besonders günstig wirkt sich dieser Sachverhalt u. a. bei der Herstellung von Blutkonserven, in der Arzneimittelindustrie und auch in der Lebens- und Genußmittelindustrie (Beutelsuppen, Kaffee) aus.

Die Siedepunkterniedrigung wird auch bei der Reindarstellung von Metallen eingesetzt durch die Auseinanderlegung der Siedepunkte. Daneben entweichen den Metallschmelzen im Vakuum auch Gase, die das Metall verspröden würden.

Anwendung des Hochvakuums

Nun noch einiges zur Anwendung des Hochvakuums und Ultra-hochvakuums.

Diesen Vakuumbereich braucht man besonders zum Aufdampfen dünner Schichten. Hier kommt es darauf an, daß der Einfluß der Luft auf diese Schichten und noch mehr in diesen Schichten weitestgehend ausgeschaltet werden muß. Dünne Schichten haben Dicken um $0,1 \mu\text{m}$, das sind 1000 Atomlagen (zum Vergleich: die Dicke eines Menschenhaares beträgt rund $70 \mu\text{m}$).

Eine der ersten Anwendungen der Aufdampfung war die Herstellung von Spiegeln z. B. mit Silber. Diese werden u. a. für optische Instrumente benötigt. Einen großen Fortschritt in der Fotoobjektivherstellung bedeutete die Anwendung des reflexionsmindernden T-Belages.

Im letzten Jahrzehnt hat die Aufdampftechnik auch für die Elektronik eine große Bedeutung erlangt. Die gesamte Mikroelektronik konnte nur mit Hilfe der HV- und UHV-Technik verwirklicht werden. Es seien hier nur die Dickschichtschaltkreise (KME-Baureihe des VEB Keramische Werke Hermsdorf) und die noch moderneren integrierten Schaltkreise (IS, engl. IC) genannt. Hier steht nun das Problem, daß in HV-Anlagen mit vertretbarem Aufwand keine kontinuierlichen Produktionsabläufe möglich sind. Es müssen daher möglichst große Anlagen mit entsprechend starken Pumpaggregaten benutzt werden.

Beschreibung einer Hochvakuum-Bedampfungsanlage

Wir wollen nun über eine praktische Ausführung einer HV-Bedampfungsanlage, der B 30 vom VEB Hochvakuum Dresden, berichten. Diese Anlage zeichnet sich durch eine große Variabilität im Aufbau und einer vielseitigen Ausstattung aus. Sie wird eingesetzt z. B. in der Elektronenmikroskop-Präparationstechnik, bei Bedampfungen in Optik und Elektronik.

Vakuummäßig ist die B 30 mit einer zweistufigen Drehschieberpumpe zur Erzeugung eines Vorvakuums und mit einer Öldiffusionspumpe zur Erzeugung des Hochvakuums ausgerüstet. Die Drehschieberpumpe hat eine Pumpleistung von $15 \text{ m}^3/\text{h}$ (Enddruck: $\leq 5 \cdot 10^{-4}$ Torr) und die Öldiffusionspumpe eine Leistung von 500 l/sec . Damit ist ein Enddruck von einigen 10^{-6} Torr bei kurzen Evakuierungszeiten möglich (bis 10^{-5} Torr etwa 5 min). Die Vakuumglocke hat einen Durchmesser von 300 mm und eine Höhe von 500 mm. Es können bis zu vier verschiedene Verdampfer in einem Bedampfungsprozeß eingesetzt werden.

Anwendung des Ultrahochvakuums

Abschließend noch eine Bemerkung zur Anwendung des Ultrahochvakuums. Zur Simulierung des Weltalls werden solche Anlagen benutzt. Sie erreichen Enddrücke um 10^{-12} Torr (Weltall: 10^{-14} Torr) in Rezipienten, in die ganze Raumkapseln hineinpassen. Diese Geräte stellen sozusagen die Spitzenleistung unter den Vakuumanlagen dar.

Wir hoffen, daß wir mit dieser Artikelserie einen kleinen Einblick in die Vakuumtechnik und ihre Probleme geben konnten. Diese Technik steht oft zu Unrecht im Hintergrund. Sie hat sich im Laufe von drei Jahrhunderten zu einem unentbehrlichen Mittel der Technik und Wissenschaft entwickelt; dessen sollten wir uns immer bewußt sein.

Sollten bei Ihnen Fragen beim Lesen oder Durcharbeiten dieser Artikelserie auftauchen (und das ist sicher der Fall), so schreiben Sie uns!

R. Bräuer

Radioaktive Isotope in der Biologie

Seit einigen Jahrzehnten werden in der biologischen Forschung radioaktive Isotope eingesetzt. Zahlreiche Erfolge bei der Klärung biochemischer oder physiologischer Prozesse, z. B. der Ablauf der Proteinsynthese oder der Photosynthese, waren nur dadurch möglich, daß sich die verschiedenen chemischen Verbindungen mit solchen Isotopen ganz spezifisch markieren lassen. Auftretende Umwandlungen in chemischen Prozessen oder in den biologischen Objekten können dann sehr gut und genau verfolgt werden. Die Entwicklung dieses als Indikatormethode bezeichneten Verfahrens ist sicherlich mit eine der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Leistungen überhaupt.

Im Prinzip geht man davon aus, daß das chemische Verhalten der Elemente vorwiegend durch die Elektronenhülle, also durch die Anzahl der Elektronen in der Atomhülle bestimmt wird. Der Mehr- oder Mindergehalt an Neutronen im Kern verändert zwar die Masse des Atoms, bewirkt jedoch keine prinzipielle Änderung der übrigen Eigenschaften. Solche Atome mit gleicher Ordnungszahl bzw. gleicher Kernladungszahl, die aber durch den unterschiedlichen Neutronengehalt bedingt unterschiedliche Massenzahlen haben, werden als Isotope bezeichnet. Ihre Schreibweise erfolgt so, daß man die Massenzahl, also die Summe von Protonen und Neutronen, links oberhalb des Symbols des entsprechenden Elements setzt, die Kernladungs- bzw. Ordnungszahl dagegen links unten. Für den radioaktiven Kohlenstoff ist das somit $^{14}_6\text{C}$. Da aber die Kernladungszahl allein schon durch das Symbol charakterisiert wird, genügt normalerweise die Angabe der Massenzahl, hier also ^{14}C . Durch den zusätzlichen Neutroneneinbau in den Kern eines Atoms kann dieser instabil werden und un-

ter Aussendung von Strahlung in einen stabilen Folgekern übergehen. Man unterscheidet deshalb zwischen stabilen und instabilen oder radioaktiven Isotopen. Beide sind bei der Indikatormethode einsetzbar, aber der Nachweis der stabilen Isotope ist oftmals schwieriger und umständlicher (Massenspektroskopie, Bandenspektroskopie), während die radioaktiven Isotope auf Grund der von ihnen emittierten Strahlung relativ leicht wieder aufgefunden werden können. Diese Strahlung hat jedoch gleichzeitig den Nachteil, daß sie gesundheitsgefährdend ist und daher Strahlenschutzmaßnahmen unterliegt. Allerdings kann bei entsprechend hoher Radioaktivität bereits mit kleinsten Mengen genau gearbeitet werden.

Die wichtigsten radioaktiven Isotope, die in der Biologie eingesetzt werden, sind:

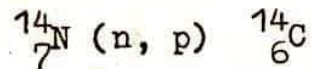
Element	Isotop	physikal. Halbwertszeit	Strahlung
Wasserstoff	^3H oder T(Tritium)	12, 26 Jahre	β , sehr weich
Kohlenstoff	^{14}C	5730 "	β , weich
Phosphor	^{32}P	14,2 Tage	β
Schwefel	^{35}S	87,1 "	β , weich
Chlor	^{36}C	$3 \cdot 10^5$ Jahre	β

Die physikalische Halbwertszeit ist eine Konstante des betreffenden Isotops. Sie gibt die Zeit an, in der von den vorhandenen Kernen die Hälfte zerfallen ist.

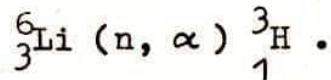
Von den verschiedenen Strahlungsarten hat also für die Biologie hauptsächlich die β -Strahlung Bedeutung.

Obwohl die meisten Elemente aus Isotopengemischen bestehen, kommen diese radioaktiven Isotope in der Natur doch nur in sehr geringen Mengen vor. Die Indikatormethode hätte wohl kaum den gewaltigen Aufschwung genommen, wenn es nicht gelungen wäre, künstliche Isotope herzustellen. Durch den Beschuß stabiler Atomkerne mit anderen Teilchen, vorwiegend

mit Neutronen, entstehen solche künstlichen radioaktiven Isotope, wenn z. B. Stickstoff mit Neutronen (n) beschossen wird, entsteht unter Aussendung von Protonen (p) das für die Biologie wichtigste Kohlenstoffisotop ^{14}C :



oder aus Lithium nach Bestrahlung mit Neutronen unter Aussendung von α -Teilchen der überschwere Wasserstoff, das Tritium:



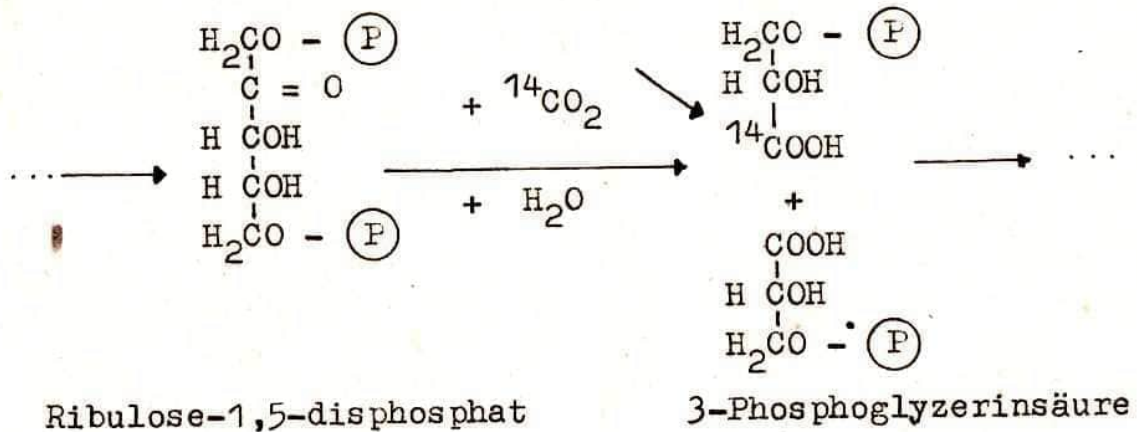
Das Auffinden der markierten Verbindungen erfolgt, wie bereits erwähnt, über die radioaktive Strahlung der eingebauten Isotope. Der Nachweis dieser Strahlung ist im Prinzip auf zweierlei Art möglich:

1. autoradiographisch, d. h. über Schwärzung von photographischem Material (Spezialfilme, Platten, Fotoemulsion)
2. über ihr Anregungs- und Ionisationsvermögen mittels Szintillationszähler bzw. Geiger-Müller-Zählrohr. Proportionalzählrohre oder Ionisationskammern.

Während mit der Autoradiographie vorwiegend nur der qualitative Nachweis möglich ist, etwa die Lokalisation von Radioaktivitäten auf Flächen (Papier- oder Dünnschicht-Chromatogramme, Blätter usw.) oder in mikroskopischen Präparaten (Mikroautoradiographie), sind mit den verschiedenen Zählgeräten exakt quantitative Analysen möglich. Den Wissenschaftlern stehen dafür heute zahlreiche hochmoderne, z. T. vollautomatische Geräte zur Verfügung, die es ermöglichen, die Auswertungen stark zu verkürzen oder zu vereinfachen.

Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten sollen nun noch zwei Beispiele erläutert werden, wie radioaktive Isotope in der biologischen Forschung eingesetzt werden können. So klärten CALVIN und seine Mitarbeiter (1962) mit Hilfe solcher Isotope eine der wichtigsten biochemischen Reaktionen unserer Erde, die Fixierung des Kohlendioxids und die Bildung der Kohlehydrate bei der Photosynthese auf.

Dazu wurde die Grünalge *Chlorella* in Gegenwart von radioaktivem Kohlendioxid ($^{14}\text{CO}_2$) sehr kurz belichtet, dann sofort in heißem Alkohol abgetötet, extrahiert und der Extrakt chromatographisch aufgearbeitet. In Bruchteilen von Sekunden trat der größte Teil der aufgenommenen Aktivität in 3-Phosphoglyzerinsäure, dem 1. Zwischenprodukt dieser Dunkelreaktion, auf.



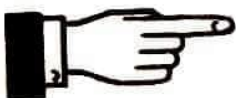
Durch die Identifizierung der weiteren radioaktiven Zwischenstoffe und die Aufklärung der jeweiligen Markierungsstellen konnte so schrittweise der gesamte, uns heute als CALVIN-Zyklus bekannte Mechanismus aufgeklärt werden.

Mit radioaktiven Isotopen sind auch sehr gut Untersuchungen des normalerweise schwer kontrollierbaren Auf- und Abbaues von Substanzen (turnover) möglich. Besonders ausführlich sind solche turnover-Untersuchungen an Proteinen und Nukleinsäuren durchgeführt worden. Dazu wird den zu untersuchenden Organismen eine markierte Vorstufe verabreicht und nach einer gewissen Einwirkungszeit (Inkubationszeit) die Markierung des interessierenden Stoffes als Funktion der Zeit analysiert. Auf diese Art ist es z. B. möglich, die DNS- und RNS-Synthese in Organismen oder Kulturen gleichzeitig zu kontrollieren. Dafür wendet man eine sogenannte Doppelmarkierung an, d. h. es werden 2 verschiedene markierte Vorstufen verabreicht, etwa ^{14}C -Thymidin, ein spezifischer Baustein der DNS und ^3H -Uridin, ein spezifischer Baustein des RNS. Da das Tritium nur eine sehr schwache β -Strahlung emittiert, kann diese sehr leicht

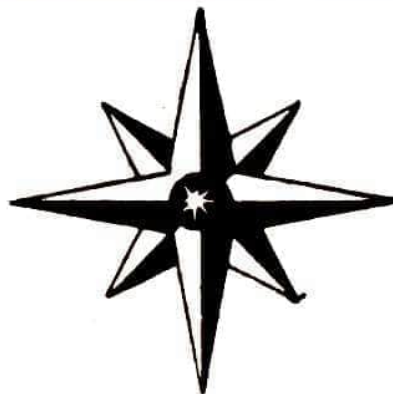
herausgefiltert werden. Man mißt nun erst die Gesamtaktivität von ^{14}C und ^3H fensterlos (ohne Filter), dann mit Filter die ^{14}C -Aktivität. Bei den modernsten Geräten (Flüssigkeitszintillationszähler) ist diese zweimalige Messung sogar überflüssig, da es möglich ist, mit ihnen mittels eines Impulshöhenanalysators Impulse ganz bestimmter Energie auszusieben. Auf diese Kreise sind die zwei verschiedenen Isotope mit unterschiedlicher Energie direkt in ein und derselben Probe meßbar. Aus der Differenz ist der Anteil der ^3H -Aktivität leicht errechenbar. Da die verwendeten Vorstufen nur ganz spezifisch in die DNS oder RNS eingebaut werden, entspricht die ^{14}C -Aktivität der DNS-Syntheseleistung, die ^3H -Aktivität der RNS-Synthese.

Vorschau auf Heft 6

... SOJUS - APOLLO '75 ... VII. Jenaer Physikertage für Ober-
schüler ... Interview mit Prof. M. Schubert ... Die Plasma-
hüllen der Planeten Mars und Venus ... DOKUMENTATION ...



②



Physikaufgabe Nr. 2

Welche Änderung an potentieller Energie erfährt ein Körper mit der Masse $m_0 = 100 \text{ kg}$, der von der Erde zum Mond befördert wird?

Erdmasse $m_1 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Mondmasse $m_2 = 7,38 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

Erdradius $r_1 = 6370 \text{ km}$

Mondradius $r_2 = 1735 \text{ km}$

Abstand Erde - Mond - Mittelpunkt $d = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$

Senden Sie die Lösung an uns ein!

Über die Bewegung künstlicher Satelliten

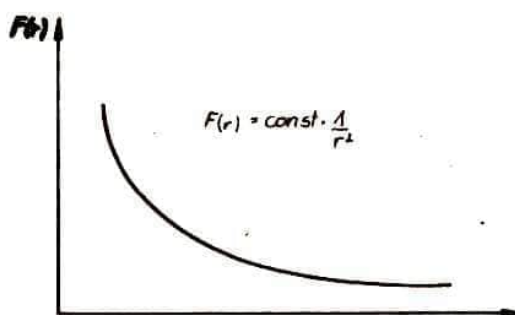
Die Erfolge der Weltraumforschung veranlaßten viele Menschen, sich erstmalig mit Problemen der Himmelsmechanik zu befassen. Die allgemeinen Bewegungsgesetze von Planeten und Monden sind schon seit Jahrhunderten bekannt; sie sind jedoch bei weitem noch nicht Bestandteil der Allgemeinbildung geworden. Wir wollen nun die himmelsmechanischen Bewegungen etwas ausführlicher erklären. Wir beginnen bei der Kraft, die die Bahnen aller Himmelskörper bestimmt. Seit der Aufstellung des Gravitationsgesetzes durch den Engländer Isaac Newton im 17. Jahrhundert ist bekannt, daß die Masse jedes Körpers eine Eigenschaft besitzt, durch die sie auf die Masse jedes anderen Körpers einzuwirken vermag. Diese Eigenschaft äußert sich als gegenseitige Anziehungskraft. Sie ist unter dem Namen Schwerkraft oder Gravitation allgemein bekannt. Wir spüren z.B. diese Anziehung zwischen der Masse unseres Körpers und der Masse der Erde als Druck auf unsere Sitz- oder Standfläche. Wir bezeichnen diesen Druck als unser Gewicht. Die Masse eines Körpers ist an allen Orten der Erde gleich, das Gewicht hingegen ist an den Polen anders als am Äquator, da die Schwerkraft unterschiedlich ist. Auf einem anderen Himmelskörper wären wir leichter oder schwerer, je nach der Schwerkraftwirkung an dessen Oberfläche. Auf dem Mond würden wir etwa nur ein Sechstel unseres irdischen Gewichts aufweisen, auf dem Jupiter dagegen würden wir etwa das Zweieinhalbfache wiegen. Die Wirkung der Schwerkraft wollen wir genauer untersuchen und dabei einige Bewegungsprobleme künstlicher Erdsatelliten mathematisch betrachten. In eine mathematische Form gebracht sieht das Gravitationsgesetz folgendermaßen aus:

$$K = f \frac{mM}{r^2} \quad (1)$$

Es bedeuten m und M die Massen der sich anziehenden Körper, die in diesem Fall als Kugeln gedacht sind, und r ist der Ab-

stand der Mittelpunkte dieser Kugeln. Wir wollen mit M immer die Masse der Erde bezeichnen, mit m die des Satelliten und mit r seinen Abstand vom Erdmittelpunkt. Der Faktor f ist die sogenannte Gravitationskonstante ($f = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ sec}^{-2}$).

Die Schwerkraft wirkt von einem Körper aus nach allen Richtungen. Dabei wird sie, wie sich aus Gl. (1) ablesen läßt, mit zunehmendem Abstand vom Mittelpunkt der Anziehung immer kleiner. Die Schwerkraft K nimmt auf ein Viertel ab, wenn die Entfernung verdoppelt wird. Diese rasche Zunahme ist in Abb. 1 dargestellt. Sie wirkt sich sehr günstig auf unsere



Abhängigkeit der Schwerkraft K von der Entfernung

Bestrebungen zur Raumfahrt aus.

In einer Entfernung von etwa 1,5 Millionen km von der Erde kann man deren Schwerkraft für alle heute denkbaren Experimente vernachlässigen. Dort muß man aber die Schwerkraft der Sonne berücksichtigen.

Wir nehmen nun an, die Erde sei eine homogene Kugel, d.h. sie sei gleichmäßig mit Masse erfüllt.

Die Masse einer solchen Kugel können wir uns punktförmig im Mittelpunkt vereinigt denken. Wir stellen uns also vor, daß die gesamte Schwerkraftwirkung der Erdmasse von ihrem Mittelpunkt ausgehe. Die Erde sei außerdem so weit von anderen Himmelskörpern entfernt, daß deren Schwerkraftwirkungen auf die Bewegung eines in der Nähe der Erde umlaufenden kleinen Körpers keinen Einfluß hätten. Von dieser idealisierten Erde aus werfen wir einen Stein senkrecht nach oben. Die angreifende Schwerkraft verringert ständig seine Geschwindigkeit, so daß er schließlich zum Stillstand kommt und mit zunehmender Geschwindigkeit wieder zurückfällt.

Die Luftreibung wollen wir der Einfachheit halber hier einmal vernachlässigen. Die Bewegungsenergie (kinetische Energie) kann man durch Steigerung der Geschwindigkeit, wenigstens theoretisch, beliebig erhöhen. Die vom Schwerkraftfeld der Erde ausgehende Energie ist aber nur ein begrenzter Wert, andernfalls müßte die Erde unendlich groß sein. Es muß also eine Geschwindigkeit geben, die dem Stein eine so hohe kine-

tische Energie verleiht, daß sie der Energie des irdischen Schwerfeldes gleichkommt. Ein so geworfener Stein überwindet die Fesseln der Schwerkraft. Diese Geschwindigkeit bezeichnet man als Fluchtgeschwindigkeit. Wir wollen sie ausrechnen: Das in Gl. (1) angegebene Gravitationsgesetz gibt an, wie groß die Schwerkraft in einem Punkt ist, der einen Abstand r vom Erdmittelpunkt hat. Soll ein Körper die Erde verlassen, so muß er diese Kraft längs eines Weges von der Erdoberfläche bis in jede erreichbare Ferne überwinden. Dazu ist eine bestimmte Arbeit notwendig. Da die Kraft längs des Weges aber nicht konstant ist, sondern sich verkleinert, je weiter sich der Körper von der Erde entfernt, müssen wir die Beziehung

$$dA = f \frac{mM}{r^2} dr$$

Arbeit = Kraft mal Weg

integrieren und erhalten als Größe der Arbeit, die für die völlige Entfernung eines Körpers aus dem Schwerfeld der Erde aufzuwenden ist: (2)

$$A = \int_{r_0}^{\infty} f \frac{Mm}{r^2} dr = fMm \int_{r_0}^{\infty} \frac{dr}{r^2} = -fMm \left[\frac{1}{r} \right]_{r_0}^{\infty} = \frac{fMm}{r_0}$$

(r_0 - Erdradius). Diese Arbeit müssen wir der kinetischen Energie gleichsetzen, die der Stein erhalten soll. Die kinetische Energie ist gegeben durch

$$E_{kin} = \frac{m}{2} v^2 \quad (3)$$

Zur Bestimmung der Fluchtgeschwindigkeit setzen wir beide Ausdrücke gleich (4)

$$\frac{m}{2} v^2 = \frac{fMm}{r_0} \quad \leadsto \quad v^2 = \frac{2fM}{r_0}, \quad v = \sqrt{2 \frac{fM}{r_0}}$$

Diesen Ausdruck können wir noch etwas umformen. Wir können nämlich die Schwerkraft durch die Beschleunigung ausdrücken, die sie einer Masse erteilt. Die Größe dieser Beschleunigung an der Erdoberfläche bezeichnen wir mit g . Mit Hilfe des Kraftwirkungsgesetzes und des Gravitationsgesetzes können wir sie bestimmen:

$$mg = f \frac{M \cdot m}{r_0^2} \text{ und formen um in } fM = gr_0^2$$

Somit erhalten wir durch Einsetzen in Gl. (4) für die Fluchtgeschwindigkeit:

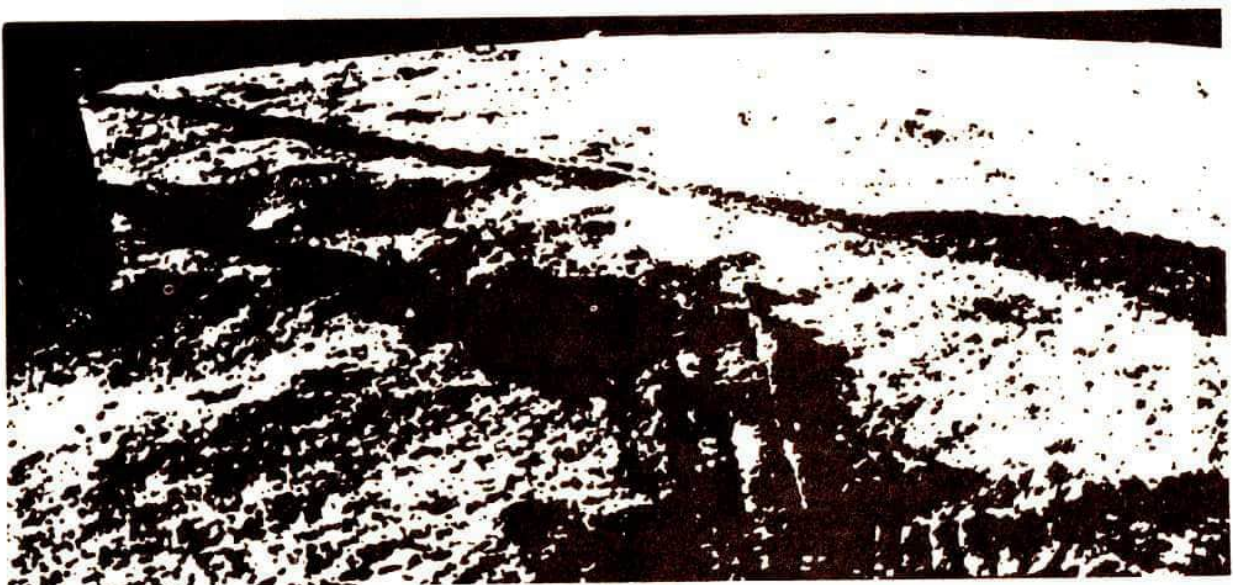
$$v = \sqrt{2gr_0} \quad (5)$$

Die Formel zeigt, daß die Masse des geworfenen Körpers keine Rolle spielt. Für die Fluchtgeschwindigkeit erhalten wir:

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 6,37 \cdot 10^6} \text{ m/s} = 11,2 \text{ km/s}$$

Die Existenz dieser Fluchtgeschwindigkeit ist die Garantie dafür, daß ein Verlassen der Erde grundsätzlich möglich ist, daß es also kein Naturgesetz gibt, das ein Vordringen in den Weltraum verbietet, wie etwa der Satz von der Erhaltung der Energie jeden Versuch von vornherein für immer zum Scheitern verurteilt, ein Perpetuum mobile zu bauen, das ständig aus Nichts Energie erzeugt. Die Fluchtgeschwindigkeit ist natürlich bei jedem Himmelskörper anders. Sie richtet sich nach dessen Masse und Radius. Die abschließende Tabelle gibt einige Fluchtgeschwindigkeiten bekannter Himmelskörper an:

Erde: 11,2 km/sec	Mars: 5 km/sec	Jupiter: 59,4 km/sec
Mond: 2,4 km/sec	Venus: 10,1 km/sec	



Fahrspur von "Lunochod-1"

Dr. P. Hallpap

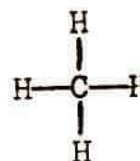
Dr. D. Stadermann

Sektion Chemie

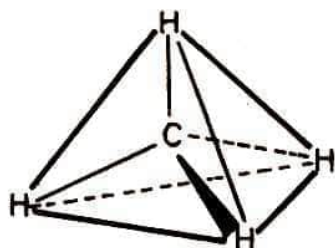
Wir zeichnen organische Verbindungen

CHEMIE

Die einfachste organische Verbindung ist das Methan CH_4 . Wenn man die oft zu findende Strukturformel⁺) betrachtet, dann könnte man schluß-



folgern, daß alle vier H-Atome in der Ebene, an den Ecken eines



Quadrates um das zentrale C-Atom liegen. In Wirklichkeit zeigen die vier C-H-Bindungen in die Ecken eines Tetraeders:

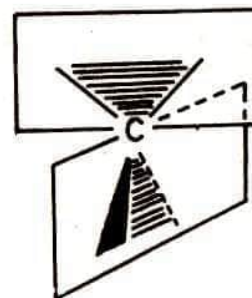
Diese räumliche Orientierung der Bindungen um das zentrale C-Atom ist charakteristisch für alle gesättigten (sp^3 -hybridisierten) C-Atome. Deshalb ist die zeichnerische Darstellung der realen räumlichen Anordnung von Substituenten um ein zentrales C-Atom bzw. um eine C-C-Bindung eine wichtige Aufgabe.

Die Lage des obigen Tetraeders wurde so gewählt, daß gerade zwei Bindungen in der Zeichenebene liegen, während die dritte vor und die letzte hinter die Zeichenebene zeigen. Dabei haben wir stillschweigend eine Vereinbarung eingehalten, die das Zeichnen und Erkennen von Raumformeln erleichtert:

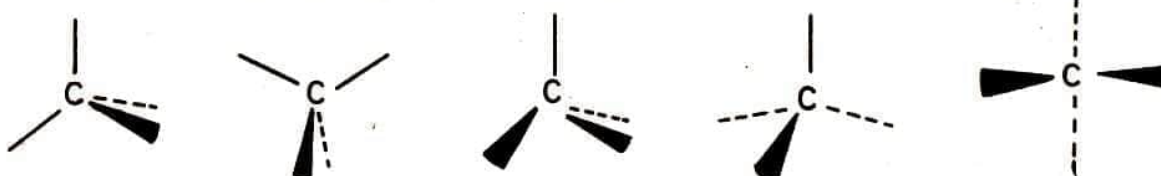
Bindungen, die	werden dargestellt
<u>in</u> der Papierebene liegen,	mit <u>normalen</u> Strichen
<u>vor</u> die Papierebene führen,	mit <u>verstärkten</u> Strichen <u>sich verbreiternden</u>
<u>hinter</u> die Papierebene weisen,	mit <u>unterbrochenen</u> Strichen

Für das Zeichnen der Bindungen um ein C-Atom lassen sich aus den Eigenschaften des Tetraeders zwei wesentliche Aussagen gewinnen:

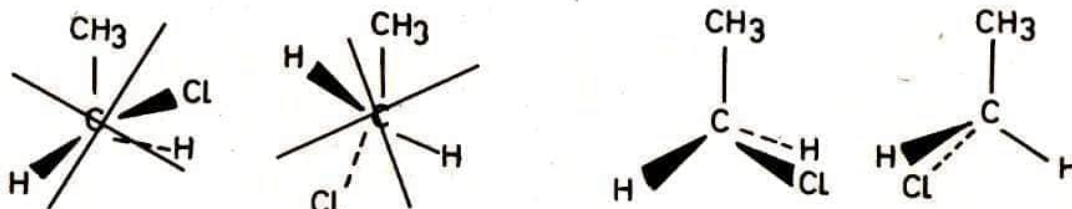
- 1) Steht eine Bindung senkrecht auf einer Ebene durch das zentrale C-Atom, dann liegen alle übrigen Bindungen auf der anderen Seite der Ebene:
- 2) Die Ebene, die durch zwei Bindungen aufgespannt wird, steht senkrecht auf der Ebene, die die beiden restlichen Bindungen bilden:



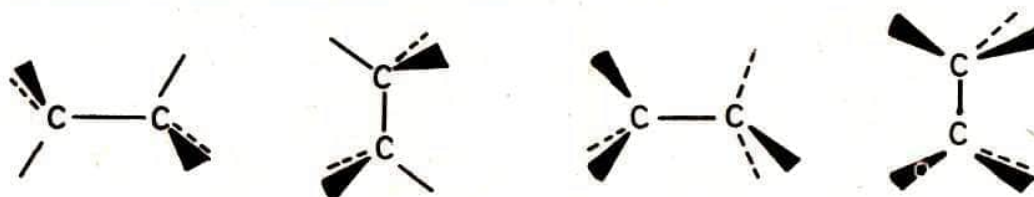
Die Gültigkeit dieser Regeln können wir leicht an den folgenden, verschiedenen möglichen Lagen des Bindungstetraeders prüfen:



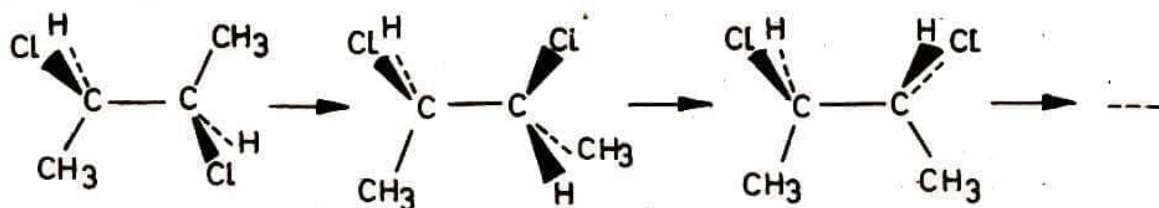
Danach ist auch klar, daß die folgenden beiden Darstellungen falsch sind und korrigiert werden müssen (s. rechte Zeichnungen):



Die Darstellung der räumlichen Anordnung von Substituenten um eine C-C-Bindung, d.h. die Darstellung des räumlichenbaus von Äthansystemen R_3C-CR_3 , läßt sich naturgemäß sehr leicht aus dem räumlichen Bau der beiden beteiligten C-Atome ableiten, wie die folgenden Darstellungen zeigen:



Allerdings ergeben sich für ein und dasselbe Äthansystem mehrere unterschiedliche Raumstrukturen (Konformationen), weil die beiden durch eine Einfachbindung verbundenen C-Atome gegeneinander verdreht werden können:

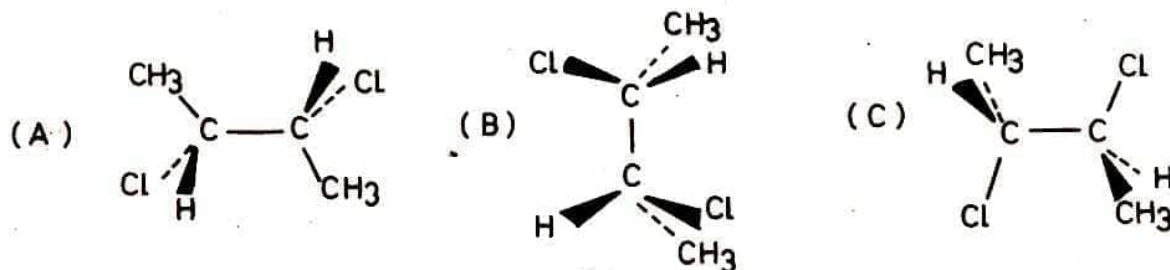


Bei dieser Rotation um die C-C-Bindung bleiben aber die relativen räumlichen Lagen der Substituenten bezüglich ihrer zentralen C-Atome, d.h. ihre Konfigurationen, ungeändert. Das zu erkennen ist wichtig, weil man beim Zeichnen von

- a) unterschiedlichen Lagen des Moleküls im Raum oder
- b) verschiedenen Konformationen ein und desselben Moleküls

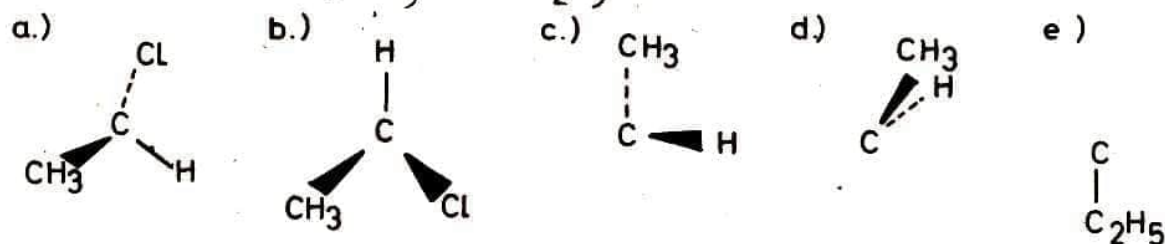
die Konfiguration nicht verändern darf.

So haben z.B. die beiden Moleküle (A) und (B) die gleiche Konfiguration, während (C) nicht mehr mit ihnen identisch ist, was leicht nachgeprüft werden kann, indem man die Moleküle in vergleichbare Raumlagen bzw. Konformationen bringt:

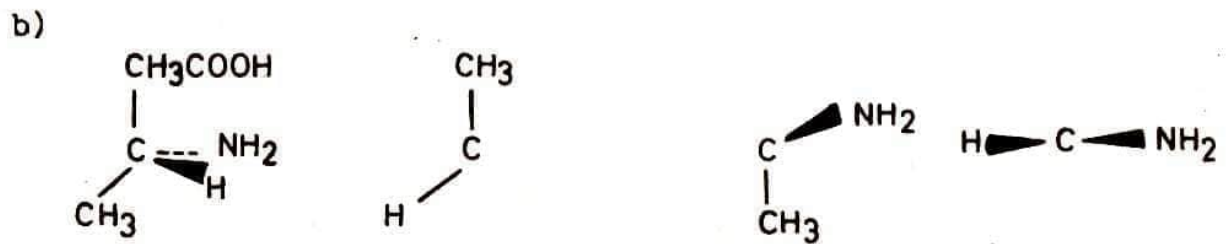
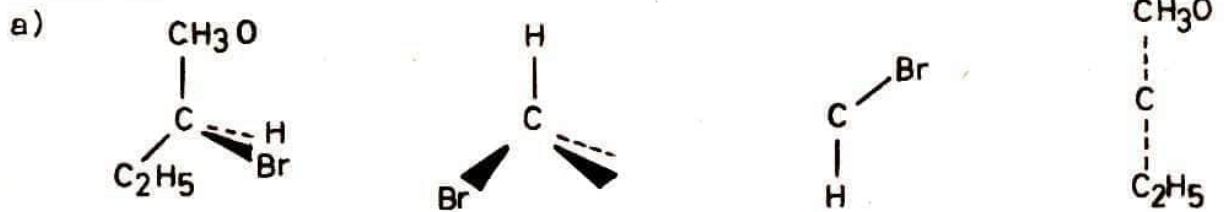


Prüfen Sie jetzt Ihr Verständnis und Ihre zeichnerischen Fähigkeiten an einigen Aufgaben! (Lösungen im folgenden Heft)

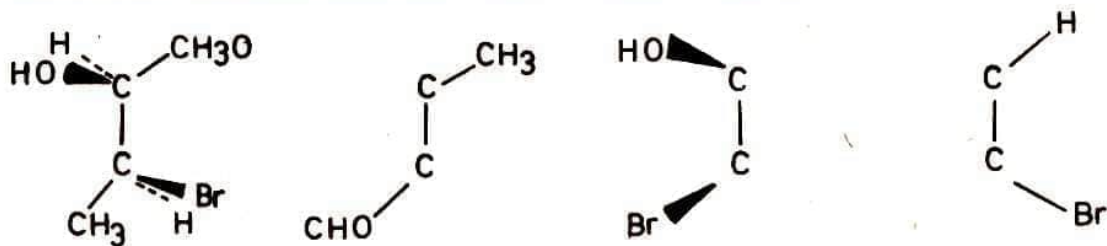
1) Ergänzen Sie die angegebenen Darstellungen zu möglichen Raumformeln für die Verbindung $\text{CH}_3\text{-CHCl-C}_2\text{H}_5$!



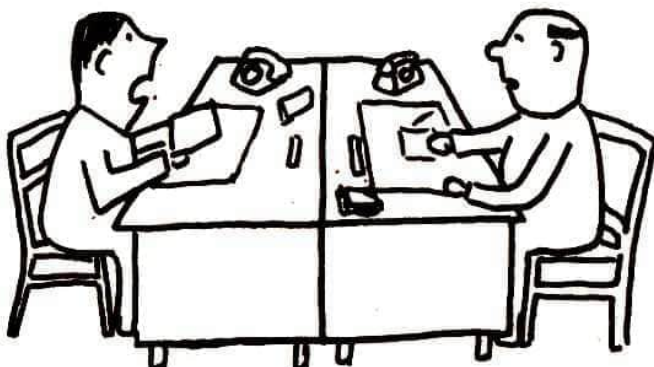
2) Zeichnen Sie die folgenden Verbindungen in die angedeuteten Raumlagen um!



3) Zeichnen Sie das folgende Äthansystem unter Konfigurationserhalt in die angedeuteten Raumlagen um! Beachten Sie dabei, daß sich verschiedene Konformationen einstellen können!



^{+) Die Struktur- oder Konstitutionsformel zeigt, welche Atome im Molekül miteinander verknüpft sind.}



"Warum schicken Sie mir denn eine schriftliche Mitteilung, wenn Sie eben-
sogut telefonieren können?"

B. Reinhold

Der Franck-Hertz-Versuch - ein bedeutendes Experiment in der Entwicklung der modernen Quantentheorie

Seit der Entdeckung des Elektrons und Streuversuchen (von Lenard und Heinrich Hertz) an dünnen Metallfolien war die Annahme, die Atome seien massive, unteilbare kleine Kügelchen, nicht mehr aufrechtzuerhalten.

In England unternahm es Ernest Rutherford, die neuen Experimente am Atom zu erklären:

Atome bestehen im wesentlichen ausnichts! Von dem massiven Kügelchen bleibt nur ein winziger Kern, der sich aus zwei verschiedenen Grundbausteinen zusammensetzt, aus Protonen und Neutronen. Noch viel winzigere Teilchen, Elektronen, umkreisen den Kern wie die Planeten die Sonne. Die Elektronen sind negativ geladen, die Protonen positiv. Die elektrostatische Anziehung (Coulombsches Gesetz!) und die Fliehkraft halten sich dabei das Gleichgewicht.

Dieses schöne Modell hatte nur leider einige Fehler: es sagte nichts über die Anordnung der Elektronen, nichts über die Aussendung von Licht und war überdies nach den Gesetzen der Elektrodynamik instabil.

Was unternimmt ein theoretischer Physiker in einer solchen Lage? Die Experimente sind eindeutig, an ihnen läßt sich nichts ändern. Die vorhandene Theorie aber führte nur zu Widersprüchen, eine neue Theorie kann man nicht aus den Ärmeln schütteln. Niels Bohr, der große dänische Physiker, stellte nun zwei Leitsätze (Postulate) an die Spitze seines Atommodells (das natürlich vom Rutherfordschen ausging) und konnte damit ein in sich widerspruchsfreies, anwendbares Bild von den inneratomaren Verhältnissen geben:

1. Das Atom hat eine Anzahl strahlungsloser Zustände. In einem

solchen Zustand ist ihm eine bestimmte Energie E_n zugeordnet.

2. Der Übergang von einem dieser Zustände E_n zu einem anderen E_m erfolgt in Sprüngen unter Aufnahme oder Abgabe eines Lichtteilchens mit einer Energie von

$$E_n - E_m = h\nu$$

h - Plancksches Wirkungsquantum

ν - Frequenz des Lichtes

Das war eine Revolution! Die Annahme strahlungsfreier Zustände ließ sich durch bisherige Theorien einfach nicht rechtfertigen. Aber: diese Annahme erklärte einfach und logisch viele Experimente!

Von großer Bedeutung wäre es, den physikalischen Inhalt dieser Postulate direkt in einem unwiderlegbaren Versuch nachweisen zu können.

Wenn man den Atomen Energie, deren Größe man ständig verändert, zuführt, müßten vernünftigerweise irgendwelche Resonanzerscheinungen dann auftreten, wenn diese Energie gerade das Atom von einem Zustand in den nächsthöheren bringt.

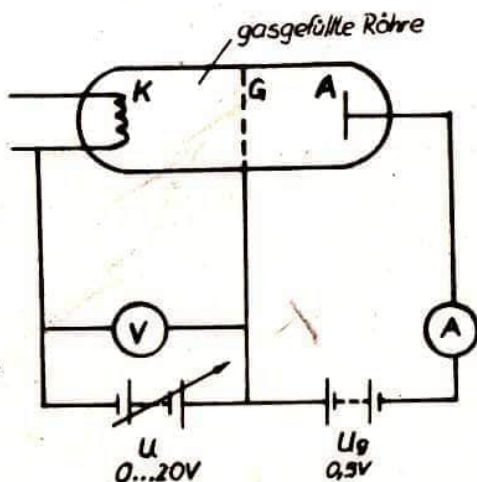


Abb. 1 Aufbau des Franck - Hertz - Versuches

K - Katode U - regelbare
A - Anode Spannung
G - Gitter U_g - Gegenspann.

Einen solchen Versuch unternahmen James Franck und Gustav Hertz:

Die von der Glühkathode K ausgestoßenen Elektronen werden durch eine regelbare Spannung zwischen K und G beschleunigt. Diese Elektronen stoßen auf ihrem Weg mit Gasatomen zusammen. Schließlich laufen sie hinter dem Gitter gegen eine Gegen-

spannung (gering im Vergleich zur Beschleunigungsspannung) an.

Das heißt: soll ein Elektron an der Anode A ankommen, muß es noch eine Energie zur Überwindung der

Gegenspannung haben. Ist dies der Fall, so ist der äußere Stromkreis geschlossen und durch das Amperemeter fließt ein Strom I . Verändert man stetig die Beschleunigungsspannung U

und beobachtet den Stromfluß I , so stellt man fest: Bei ganz bestimmten Werten von U sinkt der Strom erheblich ab. Und nun stellten Hertz und Franck fest: Diese Werte U entsprechen genau der Spannung, die ein Elektron auf eine kinetische Energie vom Betrage $E_n - E_m$, der Differenz zweier Atomzustände, bringt.

Der Mechanismus ist ganz einfach: Die Elektronen stoßen auf die Gasatome. Nur wenn ihre Bewegungsenergie ausreicht, Hüllenelektronen der Gasatome auf eine energiereichere Bahn zu heben, gibt es eine Wirkung: Die von der Katode kommenden Elektronen geben ihre Energie an die Hüllenelektronen ab (Resonanzeffekt) und können dadurch die schwache Gegenspannung zwischen Gitter und Anode nicht mehr überwinden. Sie erreichen nie mehr die Anode, infolgedessen sinkt der Anodenstrom (siehe Abb. 2)

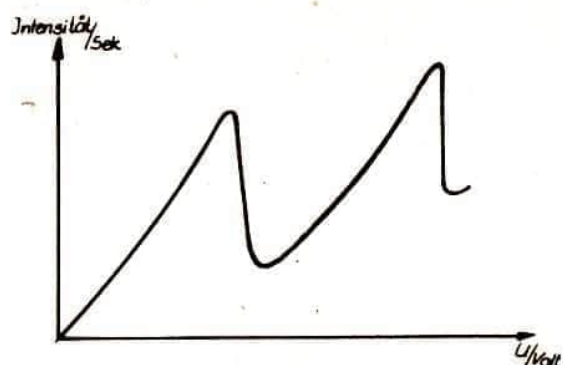


Abb. 2 Beispiel für ein $U - I$ - Diagramm bei Quecksilberdampfzuführung

Die angeregten Hüllenelektronen gehen nach einiger Zeit "freiwillig" in den Grundzustand zurück. Die Energiedifferenz wird in Form einer Lichtwelle abgestrahlt.

Auch dieser Effekt wurde beobachtet. Die Frequenz des Lichts kann leicht aus den Maxima des Anodenstromes berechnet werden.

Beispiel: $E_n - E_m = h\nu$

$$\nu = \frac{4,9\text{eV}}{h} = 1,17 \cdot 10^{12} \text{ sec}^{-1}$$

$$\lambda = 253 \text{ nm Wellenlänge}$$

Andererseits kann die Frequenz des Lichts auch direkt gemessen werden, und es zeigt sich, daß sie mit der obigen übereinstimmt.

Beide Wissenschaftler, James Franck und Gustav Hertz, erhielten für diesen Beweis der strahlungsfreien Zustände,

wie sie Bohr postulierte, 1925 den Nobelpreis.

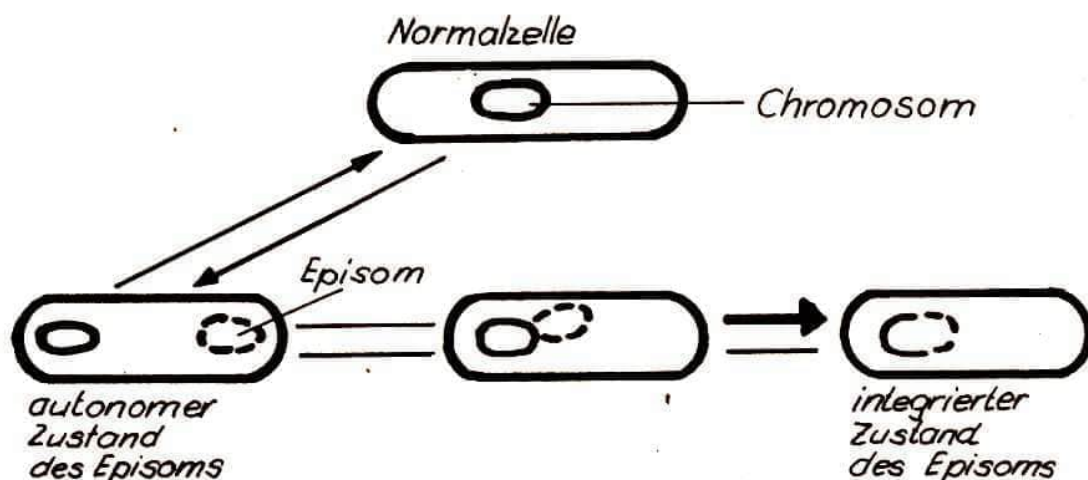
Wenn auch die modernen Vorstellungen vom Atom heute das Bohrsche Modell in die Geschichte der Physik verweisen, so ist doch andererseits gerade die heutige Theorie schwer denkbar ohne die Pionierarbeiten eines Bohr, Franck oder G. Hertz.

impuls LEXIKON

Episome

Unter der Bezeichnung "Episome" werden genetische Strukturen verstanden, die zusätzlich zum normalen Genom in einer Bakterienzelle vorhanden sein können, ohne für die Zelle unbedingt notwendig (essentiell) zu sein.

Episome werden durch Infektion übertragen und in alternativen Zuständen vermehrt, d.h. sie werden entweder autonom im Zytoplasma oder in das Bakterienchromosom integriert.



Botschaft aus dem All? (Teil 3 und Schluß)

Die Wissenschaft hat Einwände

Häufig wird Wissenschaftlern, die scheinbar so einleuchtende und greifbare Hypothesen über außerirdische Zivilisationen angreifen, vorgeworfen, sie täten das, um das "feststehende Gebäude" der heutigen Wissenschaft nicht zu erschüttern. Besonders Erich von Däniken ("Erinnerungen an die Zukunft") ergeht sich in solchen Ausfällen.

Dabei wird dann meist geflissentlich übersehen, daß alle diesen so gut fundierten Hypothesen eben doch "Haken" haben, die einem Wissenschaftler des entsprechenden Fachgebietes sofort auffallen, den Autoren hingegen meist nicht. Und das Eingeständnis eigener Fehler ist nun mal eine der schwierigsten Sachen.

Gegen unsere in den ersten beiden Teilen entwickelte Hypothese der fremden Raumsonde, die sich auf einer Mondumlaufbahn befinden soll, werden mehrere Argumente eingebracht. Wir wollen sie hier kurz darstellen.

- Abgesehen davon, daß interstellare Flüge auch für unbemannte Sonden ein beinahe unlösbares Problem darstellen, ist es technisch nahezu unmöglich, daß die Sonde nach 12 Jahrtausenden (!) der Stilllegung durch irdische Funksignale aktiviert wurde und fehlerfrei ihr eingegebenes Programm abzuarbeiten begann. (Das setzt voraus, daß die unerklärliche Verschiebung des Arktur wirklich durch seine Eigenbewegung gedeutet wird.)
- Die "Markierung" des ϵ -Bootis, eben des "Absendersterns", erscheint doch recht konstruiert. Der Stern selbst fehlt auf der Karte, aber nicht nur er (man vergleiche mit der genauen Karte!). Wenn es darum ginge, einen eindeutigen Hinweis auf den Ursprung der Signale zu geben, dürfte man sich derartige Ungenauigkeiten in

der Darstellung des Sternbildes nicht leisten!

- Die ganze erhaltene Konfiguration entsteht nur dann so schön, wenn man den doppelt empfangenen Signalen die gleiche Nummer zuordnet. Es ist aber ohne weiteres möglich, daß z.B. Signal Nr. 1 zweimal registriert wurde, einmal nach 8s und das zweite Mal nach 41s. Da aber nach 30s bereits Signal Nr. 2 abgestrahlt wurde, gibt das denselben Eindruck, als würde dieses nach 11s und 15s zweimal registriert. Trägt man diese Signalkombination auf, so ergibt sich kein eindeutiges Bild.

- Der Stern ϵ Bootis selbst ist 25 Lichtjahre entfernt. Als Heimstätte der Vernunft ist dieses Sternsystem nicht geeignet, es ist mehrfach. Komponente A ist ein roter Riesenstern der Spektralklasse K0, Komponente B ist vom Typ A2. Es gilt nach neuesten Forschungsergebnissen der Astrophysik als sicher, daß Riesensterne sich in einem sehr weit fortgeschrittenen Stadium der Sternentwicklung befinden. Planetensysteme sind dort unwahrscheinlich. Die Komponente B ist wiederum spektroskopisch doppelt; das bedeutet, daß zwei Sterne sich in sehr geringem Abstand umkreisen. In einem derartigen System sind keine stabilen Planetenbahnen möglich. Stabile Bahnen sind aber die Grundvoraussetzung für die Entstehung und Entwicklung von Leben; nur unter solchen Voraussetzungen bilden sich nahezu konstante Bedingungen heraus, die das Leben nun mal braucht. Planeten in engen Doppelsternsystemen (und es ist nahezu unmöglich, daß sie dort überhaupt entstehen) können nur instabile Bahnen besitzen.

- Letztlich ist es auch seltsam, daß die Sonde ihre ganze Tätigkeit darin erschöpft haben sollte, ein Bild des Sternhimmels zu senden. Weitere Aktivitäten sind von ihr nicht registriert worden. Sie wären aber unbedingt erforderlich, um die Aufmerksamkeit der Menschen wirklich auf sich zu ziehen. Derartige Signale müßten aufgrund der großen Nähe des Senders auf der Erde gut zu empfangen sein. Aber nichts derartiges wurde festgestellt.

Möglicherweise erscheinen dem einen oder anderen Leser diese

Argumente nicht stichhaltig, vielleicht habt Ihr andere Meinungen. Schreibt uns, wenn Ihr Lust dazu habt! Eventuell wird es dann noch einen vierten Teil geben, der sich mit Euren Meinungen zu diesem Thema befaßt!

Um alles bisher Gesagte noch einmal zusammenzufassen:

Die Laufzeitverzögerung von Ionosphärensignalen ist heute noch nicht restlos geklärt. Die Annahme einer fremden Raumsonde, die bewußt Signalverzögerungen hervorruft, ist eine sehr unwahrscheinliche Hypothese, die sich im Grunde genommen nur auf ein Diagramm stützt, dessen Konstruktion und Interpretation auf sehr schwachen Füßen stehen.

Und das scheint uns doch etwas zu wenig.

Quelle:

Die Originalartikel erschienen in der Zeitschrift "Space-flight", Nr.4, 1973.

Unser Artikel bezieht sich auf eine Übersetzung ins Russische in: "Sendlja i Wseljennaja", Nr.6, 1973 (russ.)

BUCHERMARKT

„Plasmaphysik“ von W.P. MILANTIEW

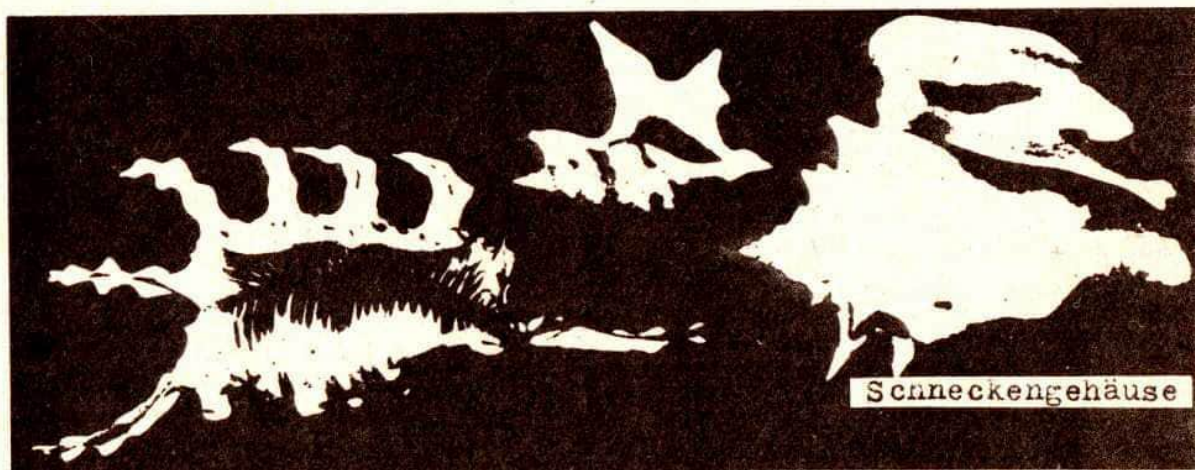
und S. W. TEMKO

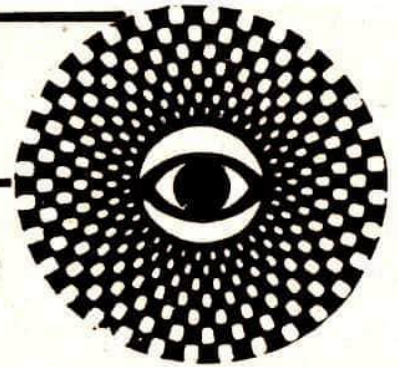
In der Reihe "Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek" der Teubner-Verlagsgesellschaft erschien für 7,50 M (168 S., 71 Abb.) das Büchlein "Plasmaphysik". Es macht den Leser mit einem der z.B. wohl aktuellsten Forschungsgebiete umfassend bekannt. Bereits in der Einleitung bekommt man einen Einblick in die grundlegende Bedeutung des Plasmazustandes der Materie. "Wissenschaftler haben berechnet, daß sich 99 Prozent der Materie des Weltalls im Plasmazustand befinden! Das sind die Sterne, unsere Sonne und das interstellare Gas. ... Unsere Erde ist ebenfalls von einem Plasma umgeben." Gerade diese Plasmahülle ist für die

Existenz von Lebewesen auf der Erde so wichtig. Große Bedeutung hat das Plasma für die zukünftige Energiegewinnung. Der Leser erfährt, was ein MHD-Generator ist und lernt die äußerst schwierigen Probleme kennen, die für eine gesteuerte Kernfusion noch zu lösen sind. Einen breiten Raum nimmt der Abschnitt "Das Plasma im Weltall" ein. Hier gibt es noch viele Rätsel und ein weites Betätigungsfeld für die Astrophysiker. Allein die Problematik der Sternentstehung und des Aufbaues der Sonne könnte wiederum Bände füllen. Wir möchten das Büchlein besonders deshalb empfehlen, weil der Leser seine Physikkenntnisse über den Aufbau und Zustand der Materie (Materie im physikalischen Sinne) wesentlich vertiefen und erweitern kann. Dazu gehören z.B. die thermodynamischen Eigenschaften von Gasen, bewegte Ladungen im Magnetfeld (ein wichtiges Kapitel der Physik!) und das Plasma als Flüssigkeit. Ferner zeigen die zahlreichen Anwendungen, daß die Plasmaphysik ein "Spezialgebiet mit Zukunft" ist.

Das Buch kann ohne besondere Vorkenntnisse gelesen werden. Die Autoren verzichten auf den (sonst) umfangreichen mathematischen Apparat. Jedoch empfiehlt es sich, gegebenenfalls einige Grundkenntnisse nochmals mittels des Physik-Lehrbuches oder "Impuls 68" aufzufrischen. (Das soll ja nichts schaden!)

Interessenten: Lehrer und Schüler der EOS, Fachschüler, interessierte Laien.





Probleme des Planeten:

Stille gegen Lärm

(Aus „Sowjetunion“ 9/1970, gekürzt)

Die Lärmbekämpfung ist in den letzten zwei Jahrzehnten zu einem der aktuellsten Hygieneprobleme der Menschheit geworden. Mit jedem Tag dringt der Lärm, ein Produkt der modernen Zivilisation, immer mehr in das tägliche Leben der Menschen. Er wächst mit den Errungenschaften der Wissenschaft und Technik.

Unser Jahrhundert ist "lauter" als alle bisherigen. In den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts betrug die Lärmstärke auf den Hauptverkehrsstraßen der Großstädte 60 Dezibel, heute liegt sie bereits bei über 100 Dezibel. In den Abendstunden ist der Lärm auf dem Augustin-Platz in Paris stärker als der des Niagarafalls. Zum Vergleich seien hier folgende Lärmstärken in Dezibel angeführt.

Untere Hörschwelle	0
Blättersäuseln	10
Motorrad und LKW	80 - 90
Strahltriebflugzeug	120 - 140
Schmerzschwelle	130

Ein Lärm von 150 Dezibel ist für den Menschen unerträglich und einer von 190 Dezibel reißt die Nieten aus Metallkonstruktionen heraus.

Laut Angaben amerikanischer Fachleute auf dem Gebiet der

Akustik steigt der Großstadtlärm jedes Jahr durchschnittlich um ein Dezibel an. Die Folgen dieser "Lärmoffensive" kann man sich leicht vorstellen. Gegenwärtig gibt es in der Welt mehr als 200 Mill. Kraftwagen, und ihre Zahl wird immer zunehmen. Wir müssen schon heute daran denken, die Gesundheit der Menschen gegen den Lärm neuer Autolawinen zu schützen. Die bekannte englische Wirtschaftswissenschaftlerin Barbara Ward behauptet, daß Städte, die zu "Wohnstätten" von Kraftwagen geworden sind, für die Einwohnerschaft nicht minder gefährlich seien, als die A-Bombe. Der Unterschied bestehe nur darin, daß der Lärm die Menschen langsamer tötet als die Bombe.

Bei vielen Arbeiten erreicht der Betriebslärm 90 bis 110 Dezibel. Auf vielen Hauptverkehrsstraßen sinkt der Lärm selbst in den Nachtstunden nicht unter 72 Dezibel. Den Sanitätsnormen nach soll er jedoch in den Nachtstunden 30 Dezibel nicht übersteigen (gedämpfte Unterhaltung).

Sehr laut ist es auch in unseren Wohnungen, wo die modernen Haushaltsgeräte zahlreiche neue Lärmquellen bilden. Allein in der UdSSR werden an die 200 Typen solcher Geräte hergestellt. Lautstärkemessungen in Wohnungen amerikanischer Städte ergaben, daß der geräuschvollste Platz (Lärmstärke über 100 db) die Küche ist. Kreischende, lärmende, dröhnende und surrende Geräte verstärken den Lärm in den Wohnungen noch mehr.

Heute ist eine neue Wissenschaft - die Audiologie - entstanden, die den Einfluß von Geräuschen auf den Organismus studiert. Zur Zeit gibt es bereits zahlreiche klinische und physiologische Abhandlungen, die der Einwirkung des Lärms auf den Menschen und seine Gehörorgane gewidmet sind. Wissenschaftler haben eindeutig festgestellt, daß sich der Lärm infolge seiner kumulativen Eigenschaften im Organismus anhäuft und auf diesen Organismus, vor allem auf das Zentralnervensystem, auf

das Herz- und Gefäßsystem und auf die psychische Tätigkeit des Menschen, schädlich wirkt. Der Lärm ist die Ursache vieler Krankheiten und funktioneller Störungen. Wegen des Lärms leidet in England jede dritte Frau und jeder vierte Mann an Neurose, und jeder fünfte Patient der Nervenheilanstalten Frankreichs ist ebenfalls durch Lärm erkrankt. Der Lärm stört den Schlaf, der zu den wichtigsten und notwendigsten Funktionen des Organismus gehört und ein Balsam der Seele ist, wie Shakespeare schreibt. Der Lärm ist häufig Ursache von Betriebs- und Verkehrsunfällen und wirkt sich negativ auf die Arbeitsproduktivität aus.

Lärm beeinträchtigt das Gehör und führt oft zu Schwerhörigkeit. Es wurde festgestellt, daß von den 4,5 Mill. amerikanischen Arbeitern, die in Betrieben mit intensiven Geräuschen beschäftigt sind, über eine Million an ernstesten Gehörstörungen leidet. Der bekannte amerikanische Forscher S. Rosen stellte auf Grund von Untersuchungen eines im Sudan lebenden afrikanischen Stammes fest, daß das Hörvermögen der sechzigjährigen Angehörigen dieses Stammes, der vom Lärm der Zivilisation verschont geblieben ist, durchschnittlich dem dreißigjährigen Einwohner von New York gleich ist. Es besteht Grund zu der Annahme, daß Krebsfälle in jenen Orten am häufigsten sind, wo der Lärm besonders intensiv ist. Menschen, die ständig Geräuschen ausgesetzt sind, leiden an Reizbarkeit und sind schwierig im Umgang. Auf diese Weise wirkt sich der Lärm negativ auf das Leben der Familie und der Gesellschaft aus. Der österreichische Gelehrte Griffith vertritt die Meinung, daß Lärm in 30 Fällen von 100 die Ursache frühzeitigen Alterns ist und das Leben der Einwohner lärmvoller Städte um 8 bis 12 Jahre verkürzt, wodurch ein kolossaler Schaden für die Gesundheit der Menschen und für die nationale Wirtschaft entsteht. Unter systematischer Einwirkung von Geräuschen sinkt die Arbeitsproduktivität in manchen Fällen bis auf 66 Prozent, und die Zahl der Rechenfehler steigt um mehr als 50 Prozent.

Wie soll man nun gegen den wachsenden Ansturm des Lärms kämpfen? Ist der Mensch imstande, der Lärminvasion Einhalt zu gebieten und ihren verderblichen Einwirkungen zu entgehen?

In den letzten Jahren wird der Lärmbekämpfung in der UdSSR immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Davon zeugt vor allem die von der Regierung 1968 erlassene Verordnung "Über Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Gesundheitsschutzes und die Entwicklung der medizinischen Wissenschaft im Lande". In der Verordnung wird betont, daß die Bekämpfung von Lärm in der Industrie und im täglichen Leben eine vordringliche Maßnahme sei. In der Sowjetunion wirken gegenwärtig über 40 Institute und Labors, in denen Mittel zur Bekämpfung des Lärms in den Betrieben entwickelt werden. In den letzten Jahren erarbeiteten sowjetische Wissenschaftler viele Empfehlungen und praktische Maßnahmen zur Lärmbekämpfung.

Das Lärmbekämpfungslaboratorium des Moskauer Instituts für Arbeitshygiene und Berufskrankheiten der Unionsakademie der Medizinischen Wissenschaften entwickelte gemeinsam mit dem Moskauer Institut der Bauingenieure mehrere schalldämpfende Vorrichtungen. Dank ihrer Einführung konnte die Lärmstärke in der Sortierabteilung des Moskauer Postamts um 15 bis 20 Dezibel vermindert werden. Die Arbeitsproduktivität stieg um 15 - 20 Prozent, die Zahl der Fehler ging bedeutend zurück. Die Senkung der Lärmstärke um ein Dezibel bewirkt folglich eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um ein Prozent und bessere Gesundheit. Das ist das gesundheitsdienende und wirtschaftliche Ergebnis dieses Experiments.

Der Kampf gegen den Lärm ist ein schwieriges Problem, zumal die Lärmquellen verschiedenartig sind und es daher keine einheitliche Bekämpfungsmethode geben kann. Die allgemeinen Methoden laufen hauptsächlich auf gesetzgebende, städtebauliche, organisatorische, technische, technologische, bauplanende und ingenieurtech-

nische Mittel hinaus. Ihre komplexe und sachkundige Anwendung ist sehr effektiv. Hier einige Beispiele: 1956 führte die Sowjetunion als erstes Land der Welt staatliche Normen ein mit dem Ziel, den Betriebslärm zu verringern. Im gleichen Jahr wurde in allen Großstädten das Hupen verboten, was den Straßenlärm um 8 bis 10 Dezibel herabsetzte. 1960 nahm der Ministerrat der UdSSR den Beschluß "Über Maßnahmen zur Einschränkung des Betriebslärms" an. 1966 wurde ein neuer staatlicher Standard "Maschinen-Geräuschcharakteristiken und ihre Bestimmungsmethoden" eingeführt.

Noch im vorigen Jahrhundert hat Robert Koch prophezeit, daß die Menschheit einmal gezwungen sein wird, gegen den Lärm ebenso entschieden wie gegen Cholera und Pest vorzugehen. Im 20. Jahrhundert werden diese Worte des großen Gelehrten keinesfalls als Übertreibung empfunden. Die Zeit ist angebrochen, da wir den Lärm entschieden bekämpfen müssen. In Anlehnung an das bekannte Sprichwort "Sauberkeit ist das Unterpfand der Gesundheit" ermahnen die Hygienefachleute die Menschen immer eindringlicher, daß auch Ruhe das Unterpfand der Gesundheit ist.

Wir müssen lernen, die Ruhe zu planen, denn Ruhe bedeutet letzten Endes Verlängerung des Lebens.



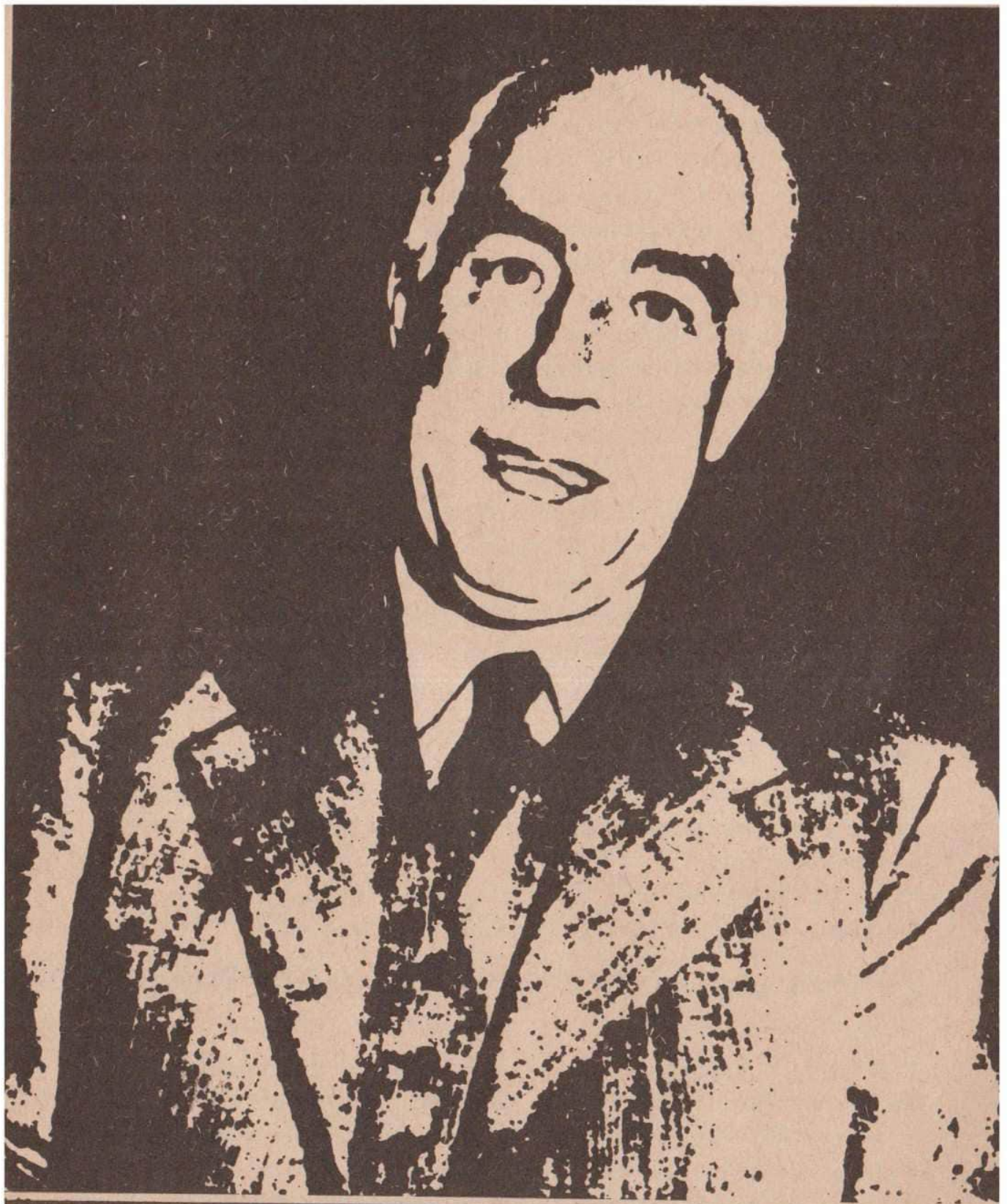
Werte Leser!

Wenn wir in diesem Jahrgang und besonders in diesem Heft Artikel veröffentlichen, die vor einigen Jahren schon einmal in "impuls 68" erschienen sind, so machen wir das nicht als Ausweg für fehlende neue Artikel, sondern weil wir die besten alten Artikel unserer meist neuen Leserschaft nicht vorenthalten wollen.

Berichtigung zu Heft 3:

Seite 8. richtig: Titelbild: Kugelsternhaufen Messier 13

Die Redaktion



NIELS BOHR (1885 - 1962)





impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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. Jähmig

Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch

Redaktion: G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Astro. fotograf. Gestaltung)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M. Jahresabonnement: 4,- M.

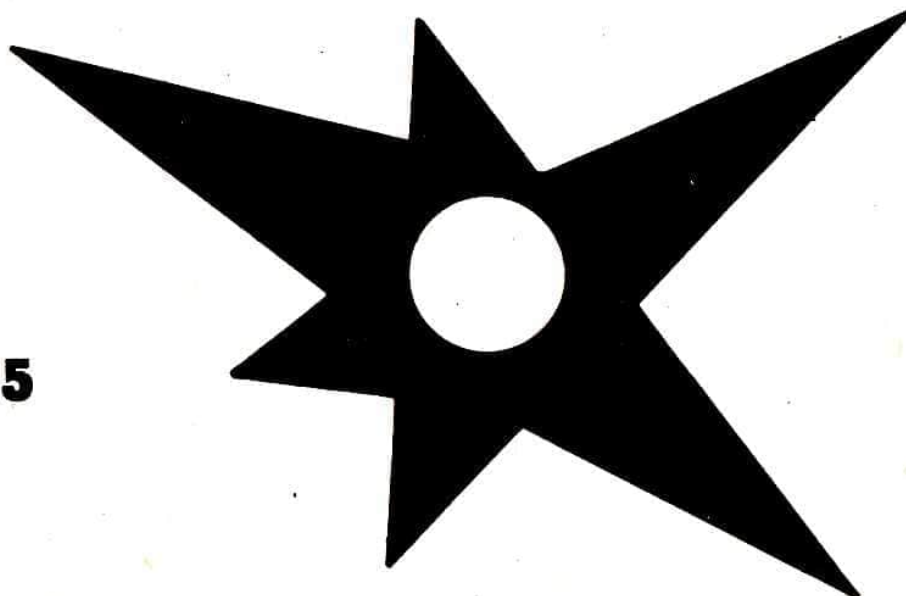
INHALT:

Friedliche Zusammenarbeit im Kosmos (1)	3
VII. Jenaer Physikertage für Oberschüler	9
impuls-Mosaik	10
Wissenschaft im Kreuzverhör	11
Wir zeichnen organische Verbindungen	13
Die Plasmahüllen der Planeten Mars und Venus (1)	25
DOKUMENTATION (1)	29

Friedliche
Zusammenarbeit
im Kosmos

SOJUS - APOLLO - 75

von R. Weber
Potsdam



In diesem Jahr wird es erstmalig in der Geschichte der Raumfahrt zu einer Kopplung zwischen einem bemannten SOJUS- und einem bemannten APOLLO-Raumschiff kommen. Dieses Projekt arbeiteten sowjetische und amerikanische Wissenschaftler gemeinsam aus.

Erste Gespräche über die mögliche Realisierung einer solchen Kopplung fanden schon 1970 statt. 1972 wurde das Projekt konkretisiert. Im Abkommen über die gemeinsame Nutzung und Erschließung des kosmischen Raumes zu friedlichen Zwecken wurde die Kopplung eines bemannten sowjetischen SOJUS-Raumschiffes mit einem bemannten amerikanischen APOLLO-Raumschiff festgelegt. Die Unterzeichnung erfolgte am 24. Mai 1972 in Moskau durch den sowjetischen Ministerpräsidenten Kossygin und den amerikanischen Präsidenten Nixon.

In zahlreichen Zusammenkünften zwischen Wissenschaftlern der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und Vertretern der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA wurde die Grundkonzeption dieses Unternehmens erörtert. An diesen Treffen, die in Moskau und Houston stattfanden, nahmen auch Kosmonauten und Astronauten teil. Im Juli 1972 wurden fünf gemeinsame Arbeitsgruppen gebildet, die bereits Detailprobleme behandelten.

- Missionsmodell und Einsatzplan;
- Führung und Steuerung;
- Kopplungsmechanismus;

- Nachrichtenverbindung und Bahnverfolgung;
- Umweltsysteme und Besatzungsaustausch;

Die Ziele des Unternehmens sind:

1. Kopplung sowjetischer und amerikanischer Raumfahrzeuge mit dem Ziel der Durchführung gemeinsamer Raumexperimente
2. Gegenseitige Hilfe im Falle einer Havarie (Erhöhung der Sicherheit bei bemannten Raumflügen).

Die Hauptprobleme bei diesem Unternehmen sind die unterschiedlichen Kopplungssysteme und die unterschiedlichen Atmosphären der SOJUS- und der APOLLO-Raumschiffe. Deshalb wurde beschlossen, einen neuen Kopplungsstutzen zu bauen, der auf einer Seite an das APOLLO-Kopplungssystem und auf der anderen Seite an das SOJUS-Kopplungssystem paßt. Der Kopplungsadapter soll gleichzeitig als Luftschleuse dienen. Die USA übernahm die Entwicklung und den Bau dieses Adapters. Beide Raumschiffe können dann je nach Bedarf eine aktive oder passive Rolle spielen. Durch die Luftschleuse wird ein Angleichen der unterschiedlichen Atmosphären und damit ein Umsteigen der Kosmonauten bzw. Astronauten möglich.

Die Atmosphäre in beiden Raumschiffen

" S O J U S "

Sauerstoff = 17 - 33 %

Stickstoff = 82 - 66 %

Druck = 760 Torr

(ähnlich der irdischen
Atmosphäre)

" A P O L L O "

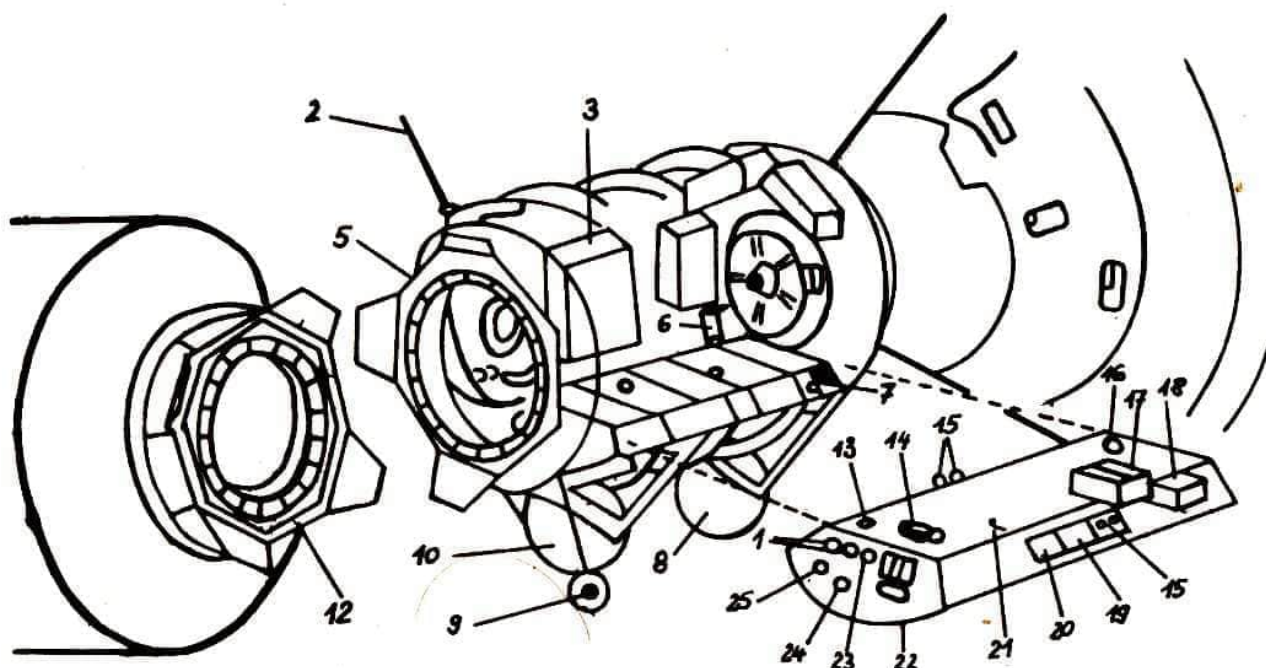
Sauerstoff = 100 %

Druck = 260 Torr

(künstliche Atmosphäre)

Die eigens für dieses Raumflugexperiment entwickelte Luftschleuse besitzt folgenden Aufbau (schematisch):

Der 2. Teil dieses Artikels wird im nächsten Heft erscheinen.



Dabei bedeuten die einzelnen Ziffern:

1. Ventile und Manometer des Drucksystems
2. VHF-Antenne
3. Versorgungseinrichtung für Raumanzüge
4. O₂-System
5. Apollo-Kopplungsmechanismus
6. Sprechfunkanlage
7. Feuerlöschanlage
8. O₂-Behälter
9. S-Band-Antenne
10. N₂/O₂-Behälter
11. Hermetischer Verschluss des DM
12. Sojus-Kopplungsmechanismus
13. O₂-Ventil
14. Regelmechanismus des Drucksystems
15. Regel- und Kontrolleinrichtung des Klimasystems
16. Thermometer
17. Radiotelefon
18. Wandler
19. Ventil
20. Wasservorrat
21. O₂-Kontrolle
22. Gerätetafel (Anzeige)
23. O₂-Sicherheitsventil
24. O₂-Schalter
25. N₂/O₂-Schalter

Daten für Luftschleuse:

Entwicklung durch Rockwell-International

Fassungsvermögen: 2 Raumfahrer

Länge: 2,70 m ; Durchmesser: 1,40 m ; Masse: 1,8 t

In Ihr befinden sich Fächer für Raumanzüge, Notvorräte, Getränke sowie Sprechrunkanlagen.

Aufenthalt in der Luftschleuse:

Anpassung an die "Sojus-Atmosphäre" = 25 min.

Anpassung an die "Apollo-Atmosphäre" = 2 h und 25 min.

Weitere Veränderungen an den Grundstrukturen beider Raumschiffe:

Außer der Neukonstruktion des Docking Moduls (DM) waren folgende technische Veränderungen an beiden Raumschiff-Grundtypen notwendig:

1. Die Solarzellenausleger des Sojus-Raumschiffes wurden um 1 m verkürzt und gerade gestaltet
2. Veränderung der Antennensysteme beider Raumschiffe
3. Anpassung der Funkfrequenzen des Apollo-Raumschiffes an die früherer sowjetischer Raumschiffe
4. Einheitliche Positionslaternen
5. Modifizierte Such- und Ortungsanlagen
6. Zusätzliche Beobachtungskameras (z.B. an der Sojus-Orbitalsektion)
7. Abstimmung der Lageregelungsmotoren beider Raumschiffe
8. Verstärkungen an den Zellen beider Raumschiffe
9. Neue Rendezvous-Sichtmarken an der Außenstruktur des Sojus-Raumschiffes
10. Veränderung der Zusammensetzung der ursprünglichen Sojus-Atmosphäre, Verringerung ihres Nominaldruckes
11. Abstimmung der Impulsbacken beider Raumschiffe
12. Einbau der Vorrichtung "Target" ins Sojus-Raumschiff, die es ermöglicht, die gegenseitige Lage der Raumschiffe festzustellen.

Funktion des Kopplungssystems

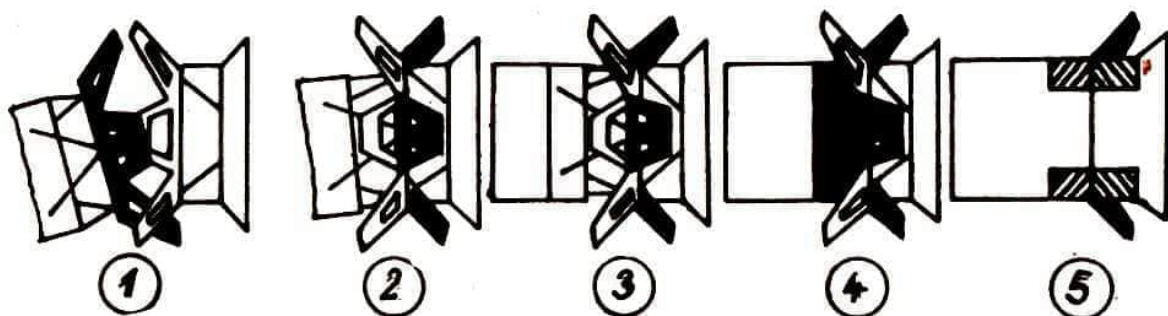
Ein beweglicher Ring mit drei gerichteten trapezförmigen Ausragungen ist die Grundlage der Kopplungsaggregate von SOJUS und APOLLO. Der Ring ist auf sechs gelenkigen Stangen befestigt.

Im passiven Zustand des Kopplungsaggregates (Transport) ist der Ring eingezogen und liegt hinter dem Berührungspunkt. Der Ring des aktiven Aggregates wird im voraus in die Ausgangslage für die Kopplung gehoben. Das aktive Schiff fliegt so, daß die gerichteten Ausragungen seines Ringes zwischen die des zweiten (passiven) Schiffes fassen (1). Die Ringe sind beweglich befestigt und können ihre Länge verändern. Die Ringe verbinden sich nur, wenn die Achsen der Schiffe genau gegenüberliegen. Durch die Fernantriebe werden die Schiffe zusammengezogen. Dabei dreht sich der Ring des aktiven Berührungsapparates zum eigenen Körper, und im Ergebnis entsteht eine Kopplung der Flächen der Berührungsspannten (2,3). Die Schlösser der Spannten werden verschlossen und beim Zusammenziehen der Haken der Schlösser sichert der Hermetisierungsmechanismus eine weiche und hermetische Verbindung (4).

Danach kann die Schleuse passiert werden (5).

Die Labortests der Kopplungsvorrichtung erfolgten erstmalig im Dezember 1972 in der UdSSR unter Mitarbeit von amerikanischen Fachleuten. Bis zum Dezember 1974 schlossen sich weitere Tests an. Die Erprobung des Kopplungsmechanismus unter Weltraumbedingungen erfolgte während des Arbeitsflugs von Sojus 16 im Dezember 1974.

Schema der Kopplung: (Erläuterungen siehe oben)



Funktionen des Kopplungsmechanismus:

- Sicherung der primären Verbindung der Schiffe
- Dämpfung der Energie beim Zusammenprall
- Durchführung des Lageausgleiches der Schiffe
- Sicherung der hermetischen Verbindung
- Auskopplung der Schiffe

Besatzung

Für das Experiment SOJUS-APOLLO 75 wurden folgende Besatzungen ausgewählt:

UdSSR-Mannschaft:

1. Raumschiff

Oberst Alexej A. Leonow, 39 (Kommandant)

Dr.rer.techn. Valeri N. Kubassow, 38 (Bordingenieur)

Ersatzmannschaft:

Hauptmann Dipl.-Ing. Juri W. Romanenko, 29 (Kommandant)

Dipl.-Ing. Alexej S. Iwantschenkow, 33 (Bordingenieur)

2. Raumschiff

Oberst Anatoli W. Filiptschenko, 45 (Kommandant)

Dipl.-Ing. Nikolai N. Rukawischnikow, 41 (Bordingenieur)

Ersatzmannschaft:

Major Dipl.-Ing. Wladimir A. Dshanibekow, 31 (Kommandant)

Dipl.-Ing. Boris D. Andrejew, 33 (Bordingenieur)

USA-Mannschaft

General Thomas P. Stafford, 43 (Kommandant)

Donald K. Slayton, 49 (Pilot des Docking-Moduls)

Vance D. Brand, 42 (Pilot der Apollo-Kapsel)

Ersatzmannschaft

Oberstleutnant Robert Crippen, 36

Dr. William E. Thornton, 44

Major Carol Bobko, 36

VII. Jenaer Physikertage für Oberschüler 1975

Die VII. Jenaer Physikertage finden vom 8. bis 18. Juli 1975 statt. Verantwortlich für die Durchführung ist das Bezirkskabinett für außerunterrichtliche Tätigkeit Gera in Zusammenarbeit mit dem Jugendkollektiv "Impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena und der Station Junger Naturforscher und Techniker.

Physikinteressierte Oberschüler der 9. bis 12. Klassen aus den Bezirken Gera, Erfurt und Suhl treffen sich zu diesem Sommerlager in Jena, um ihre naturwissenschaftlichen Kenntnisse zu vertiefen und zu erweitern. Im Rahmen einer interessanten Feriengestaltung soll den Schülern die Bedeutung der Physik dargelegt werden. Eine Heranführung an hochschulmäßige Formen der geistigen Arbeit und eine Vorbereitung der Schüler zur Aufnahme eines Studiums an einer Universität wird dadurch gewährleistet, daß das fachliche Programm an der Sektion Physik in enger Anlehnung an die Hochschulausbildung der Studenten gestaltet wird.

Vormittags stehen Vorlesungen und Seminare auf dem Programm. Einmal findet nachmittags ein Praktikum an Versuchen des Anfängerpraktikums des 1. Studienjahres statt.

In das Programm des Lagers wird in diesem Jahr auch die Physik-Bezirksolympiade einbezogen. Im Rahmen einer Klausur werden die besten Physiker ermittelt. Dazu findet an Nachmittagen ein Aufgabentraining statt.

Ein abwechslungsreiches Kultur- und Sportprogramm sorgt an den freien Nachmittagen und Abenden für den notwendigen Ausgleich. Am Wochenende wird eine eintägige Exkursion und ein Sportfest stattfinden.

Interessierte Schüler können sich an ihre Physiklehrer wenden, die dann in Zusammenarbeit mit dem Kreisfachberater für Physik eine Delegation ermöglichen können. Voraussetzung für die Teilnahme sind aber sehr gute bis gute Leistungen in allen natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern.

Kernenergie betreibt „Herzmotor“

In Paris wurde einer herzkranken Frau der erste Herzschrittmacher eingepflanzt, der mit Kernenergie betrieben wird. Er wird von einer Batterie mit Plutonium 238 gespeist und hat den Vorteil, etwa 10 Jahre im Körper verbleiben zu können. Die Strahlung des Plutoniums soll nicht höher als die Dosis sein, der der Patient beim Röntgen ausgesetzt wird.

Fische reinigen einen See

Der 15 Quadratkilometer große Kenon-See in der Burjatischen ASSR, ein beliebter Erholungsort, wurde in der letzten Zeit immer mehr von Algen besetzt. Um den See aber in der Naturschönheit zu erhalten haben die Behörden beschlossen, eine Reinigung mit Fischen vorzunehmen. Es wurden 30000 junge weiße Amure im See ausgesetzt. Dieser Fisch frisst täglich so viel an Algen, wie er selbst wiegt.

Hochtemperaturbeständige Kunststoffe

In den USA gelang es einer Forschergruppe, besonders wärmebeständige Polymere durch Einschluß von Metallatomen herzustellen. Ein Titanpolyester mit Faserstruktur widersteht ohne große Einbuße an mechanischer Festigkeit und Flexibilität einer Erwärmung bis auf 1200 °C in Luft oder N₂. Dabei beträgt der Gewichtsverlust weniger als 25 %. Bei einem cobaltischen Titanpolyester verringert sich bei Erwärmung auf 1000 °C in Luft die Zugfestigkeit auf 40 %, in N₂ auf 30 %.

Wissenschaft im Kreuzverhör

*Interview mit NPT Prof. Max Schubert (Sektion
Physik der FSU Jena)*

"impuls 68": Herr Prof.
Schubert, Sie sind Leiter der
Abteilung Nichtlineare Optik
(NLO). Können Sie unseren
Lesern einige Worte zur
Begriffserklärung sagen?

Beim Durchgang einer elektromagnetischen Welle durch ein Medium, sagen wir der Einfachheit halber durch ein einatomiges Gas, tritt eine Wechselwirkung mit den Ladungsträgern der Atome ein. Der wesentliche Effekt wird durch die Erzeugung eines elektrischen Dipolmomentes hervorgerufen; am Ort eines



Prof. M. Schubert

Atoms bewirkt ja die elektromagnetische Welle eine periodisch sich ändernde elektrische Feldstärke, dies wiederum führt zu einer Verschiebung der positiven und negativen Ladungen des Atoms, also zur Bildung eines elektrischen Dipolmomentes. Es liegt im Wesen der Wechselwirkungen, daß gegenseitige Beeinflussungen hervorgerufen werden; die Bildung eines Dipolmomentes beeinflusst ihrerseits den Durchgang der elektromagnetischen Welle. Für kleine Feldstärken, d. h. also kleine Intensitäten der elektromagnetischen Welle, wächst das gebildete Dipolmoment linear mit dem Betrag der Feldstärke. Man nennt diesen Bereich den Bereich der linearen Optik. Das Adjektiv "linear"

wurde bis Ende der 50er Jahre nicht ausdrücklich erwähnt, weil nichtlineare Effekte bei hohen optischen Frequenzen damals noch nicht der Untersuchung zugänglich waren. Mit der Einführung von Strahlungsquellen hoher Leistung, den Lasern, Anfang der 60er Jahre, traten jedoch auch nichtlineare Prozesse in Erscheinung. Man kann sich das modellmäßig so vorstellen, daß das elektromagnetische Feld in einem 1. Schritt das Atom deformiert, so daß die elektromagnetische Welle für die Wechselwirkung ein verändertes Atom vorfindet. Dadurch treten nichtlineare Glieder, also höhere Potenzen der Feldstärke, im Dipolmoment auf. Die Wirkung solcher nichtlinearen Glieder führt auf qualitativ ganz neue Effekte; man nennt diesen Bereich die nichtlineare Optik. Ganz analog - wenn auch im einzelnen komplizierter - liegen die Sachverhalte bei Molekülen, Festkörpern, Plasmen.

Formal kann man sich viele Effekte der nichtlinearen Optik mittels eines Verstärkers mit quadratischer Kennlinie erklären. Bei einem Verstärker mit linearer Kennlinie tritt beim Durchgang einer Schwingung mit einer festen Frequenz bekanntlich keine Frequenzänderung auf. Bei dem quadratischen Verstärker ergeben sich am Ausgang die Summenfrequenz und die Differenzfrequenz, wenn man zwei Frequenzen eingibt; in Sonderheit tritt bei Eingabe einer einzigen Frequenz am Ausgang auch eine Schwingung der doppelten Frequenz auf. Bei wichtigen Prozessen der nichtlinearen Optik, zu denen auch die sogenannten parametrischen Prozesse zu rechnen sind, tritt das Medium nur als "Mittler" auf; es erfährt selbst keine Änderung, bewirkt aber ein Umpumpen der elektrischen Leistungen zwischen verschiedenen Frequenzen. Bei anderen wichtigen Prozessen ist das Umpumpen elektrischer Leistungen zwischen verschiedenen Frequenzen mit atomaren Übergängen im Medium verbunden, z. B. werden bei einer Zweiphotonenabsorption zwei Photonen aus dem Strahlungsfeld simultan absorbiert, und das atomare System geht dabei von einem tiefer gelegenen in einen höheren Zustand über. Bei einer quantentheoretischen Betrachtung kann man allgemein sagen, daß die nichtlinearen optischen Prozesse dadurch ausgezeichnet sind, daß mehrere Photonen, die entweder erzeugt oder vernichtet werden, am Prozeß beteiligt sind.

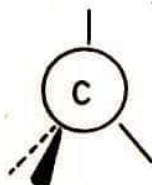
Wir zeichnen organische Verbindungen (Teil 2)

Organische Verbindungen - in der Ebene projiziert

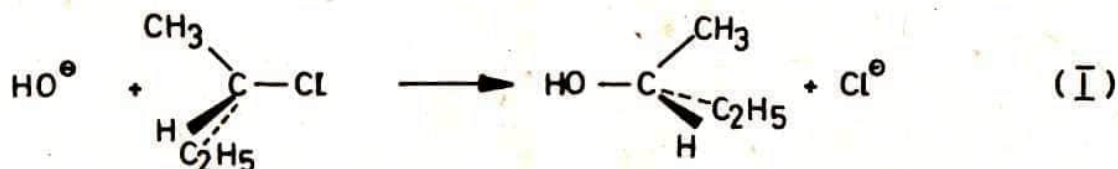
Bei der genauen Diskussion von Reaktionen organischer Verbindungen benötigt man unbedingt Kenntnisse über den räumlichen Bau der Reaktionsteilnehmer, über ihre Stereochemie. So wird die Geschwindigkeit der Reaktionen u.a. auch durch die Größe der Substituenten um das Reaktionszentrum beeinflusst. Oder bei Reaktionen können als Produkte je nach den sterischen Bedingungen um das Reaktionszentrum Isomere (z.B. optische oder cis-trans-Isomere) auftreten.

Da als Reaktionszentren organischer Verbindungen insbesondere C-Atome bzw. C-C-Bindungen wesentlich sind, interessiert uns

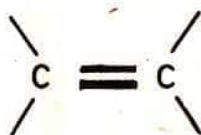
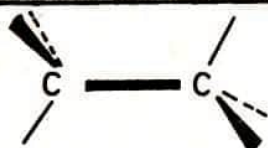
- a) die räumliche Anordnung von Substituenten um ein zentrales C-Atom:



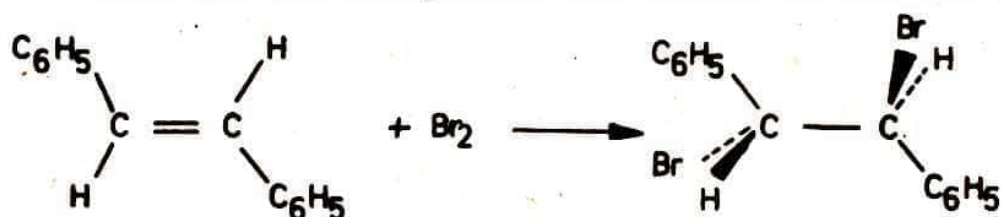
z.B. bei nucleophilen Substitutionen an aliphatischen Verbindungen (S_N):



- b) die Anordnung von Substituenten bezüglich einer bestimmten Bindung:

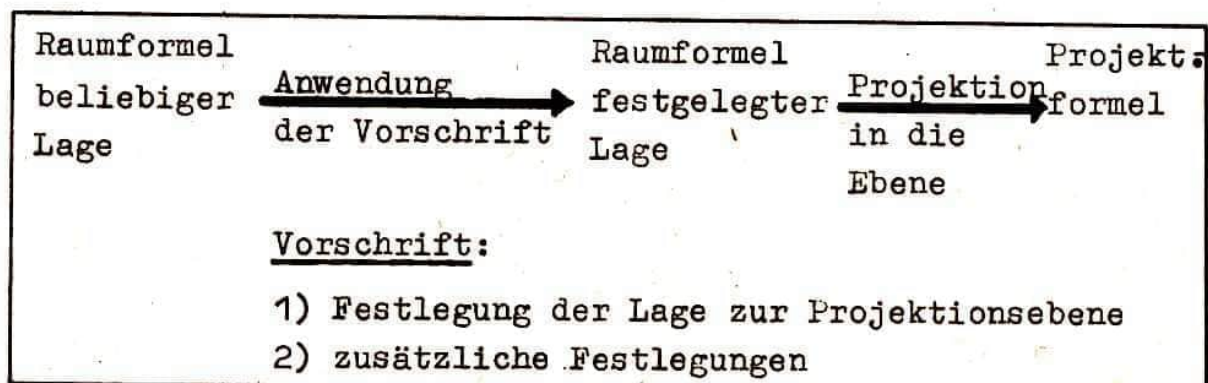


z.B. bei elektrophilen Additionen an Olefine (A_E) :



Möglichkeiten, die tatsächlichen räumlichen Verhältnisse um die Reaktionszentren auf dem Papier wiederzugeben, wurden im Teil 1⁺ behandelt und in den obigen Reaktionsgleichungen schon benutzt. Zur Vereinfachung der Darstellung räumlicher Gebilde in der Zeichenebene kennen Sie ein Hilfsmittel aus der darstellenden Geometrie – die Projektion. So ist z.B. der Grundriß eines Hauses dessen senkrechte Projektion in die Zeichenebene.

Analog gibt es zu den Raumformeln chemischer Verbindungen bestimmte Projektionsformeln. Man erhält sie, wenn man die Raumformel nach genauen Vorschriften in die Ebene projiziert. Entscheidender Bestandteil der Vorschrift ist – wie in der darstellenden Geometrie – die Festlegung der Lage der Verbindung bezüglich der Projektionsebene.

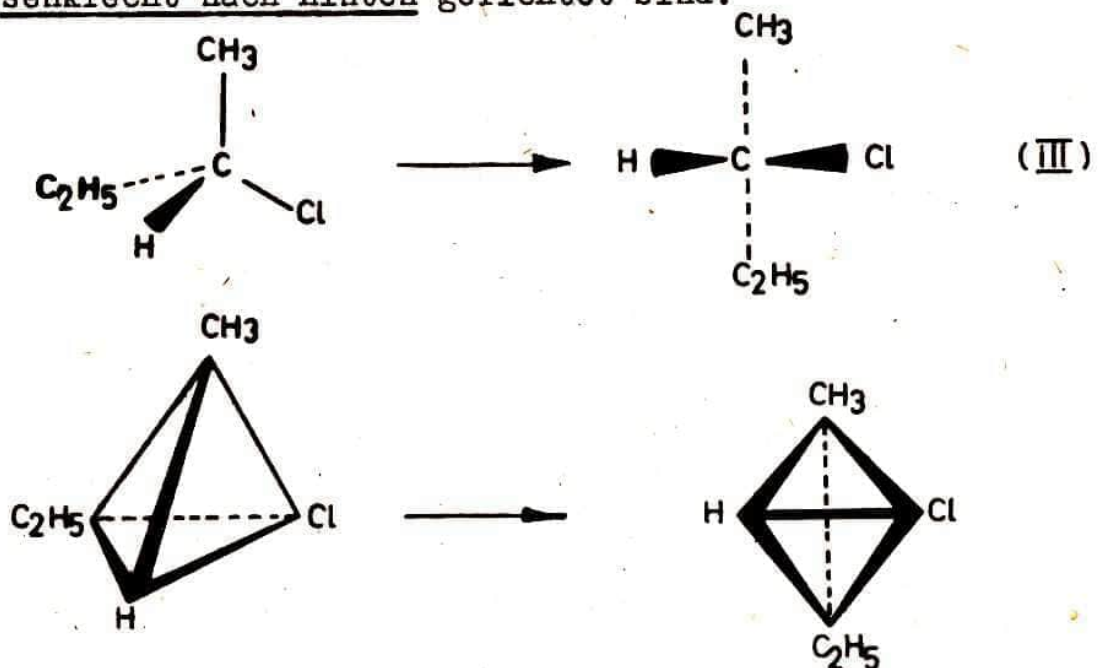


a) Die FISCHER-Projektion

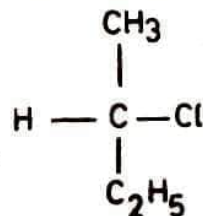
Emil Fischer (1852–1919) führte eine Projektion ein, die besonders gut geeignet ist, die genaue Verteilung von Substituenten um ein vierbindiges (tetraedrisches) C-Atom einfach darzustellen.

Dazu drehen wir das Bindungstetraeder so,

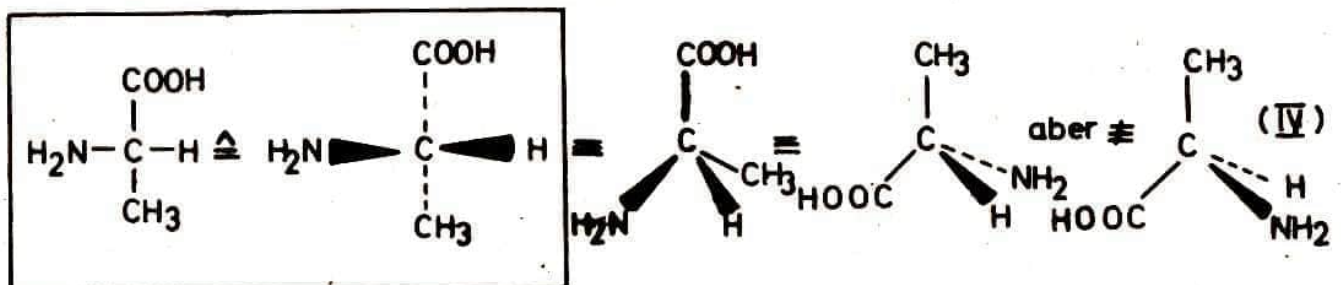
daß eine Kante waagerecht nach vorn und eine senkrecht nach hinten weist,
das heißt aber,
daß zwei Bindungen waagerecht nach vorn und die restlichen senkrecht nach hinten gerichtet sind:



Wird diese so festgelegte Raumlage in die Papierebene projiziert, dann ergibt sich das Bild der FISCHER-Projektionsformel:



Umgekehrt heißt das natürlich, daß jeder FISCHER-Projektionsformel eine genau definierte Raumformel, d.h. eine eindeutige räumliche Anordnung der Substituenten um das zentrale C-Atom, eine bestimmte Konfiguration entspricht:



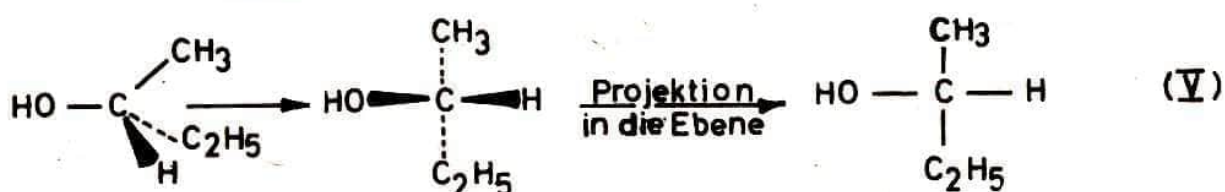
Bei beiden Beispielen haben wir außer der bestimmten Lage des Bindungstetraeders gleich noch weitere Festlegungen der

FISCHER-Projektion eingehalten:

- 1) Die senkrechten Bindungen werden durch die längste C-Kette des Moleküls ($\text{CH}_3\text{-C-C}_2\text{H}_5$ im ersten und HOOC-C-CH_3 im zweiten Beispiel).
- 2) Nach oben zeigt dann entweder
 - die höchstoxidierte Gruppe ($-\text{COOH}$ ist höher oxidiert als $-\text{CH}_3$)
 - oder
 - die kleinere Gruppe ($-\text{CH}_3$ ist kleiner als $-\text{C}_2\text{H}_5$).

Zusammenfassend ergibt sich also:

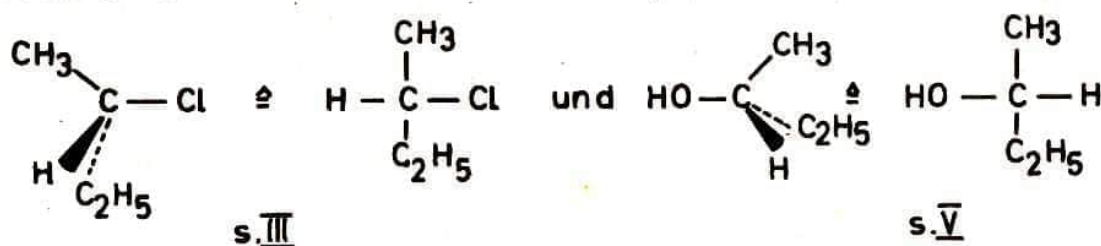
FISCHER - PROJEKTION



VORSCHRIFT:

- 1) 2 Bindungen waagrecht nach vorn
2 Bindungen senkrecht nach hinten
- 2) 1. längste C-Kette senkrecht
2. höchstoxidierte Gruppe nach oben
oder
kleinere Gruppe nach oben

Wenden wir die FISCHER-Projektion auf Ausgangsstoff und Produkt der Substitutionsreaktion (I) an

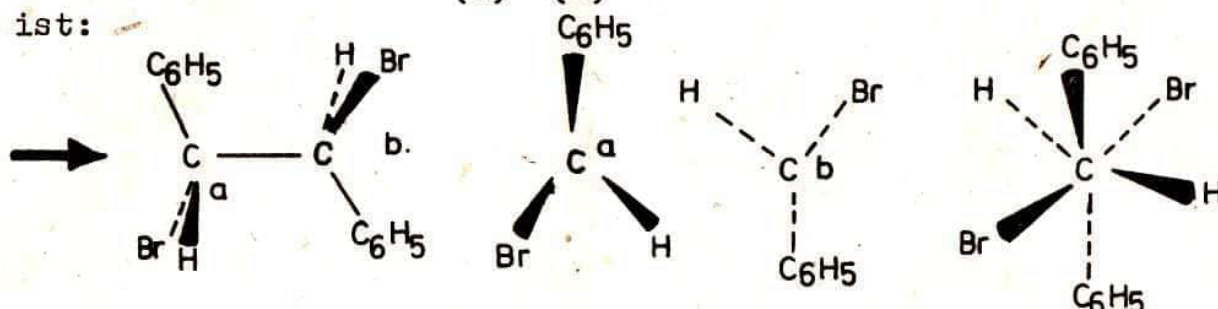


dann erkennt man sehr schnell, daß bei dieser Reaktion außer der Substitution von Cl- gegen HO- das zentrale C-Atom auch seine Konfiguration umkehrt. Das ist charakteristisch für einen bestimmten Typ von Substitutionen, die $\text{S}_{\text{N}}2$ -Reaktionen.

b) Die NEWMAN-Projektion

Für die Darstellung der Anordnung von Substituenten bezüglich einer bestimmten Bindung hat sich eine andere Projektionsweise bewährt, die von dem amerikanischen Stereochemiker M.S. NEWMAN eingeführt wurde. Da es bei dieser Projektion um die Lage der Substituenten an den Endatomen einer ausgewählten Bindung relativ zueinander geht, wird die Verbindung in Richtung der gewählten Bindung betrachtet bzw. projiziert ($\longrightarrow$).

Untersuchen wir in dieser Weise das Produkt der Additionsreaktion (II), wobei $C_{(a)}-C_{(b)}$ die interessierende Bindung ist:

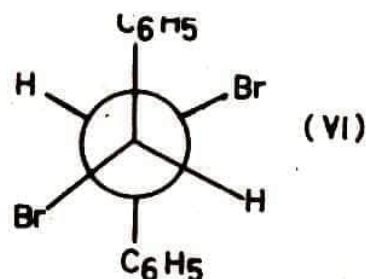


Die Bindung $C_{(a)}-C_{(b)}$ führt dann vom Endatom $C_{(a)}$ unsichtbar nach hinten weg, während die Substituenten an $C_{(a)}$ sternförmig etwas auf den Betrachter zu orientiert sind. Andererseits führt die Bindung senkrecht auf das Endatom $C_{(b)}$ zu, während die Substituenten an $C_{(b)}$ sternförmig etwas nach hinten weisen. Wieder zusammengesetzt verdeckt das vordere $C_{(a)}$ die Bindung zu $C_{(b)}$ und dieses selbst, während alle Substituentenbindungen in ihrer relativen Lage klar erkennbar sind.

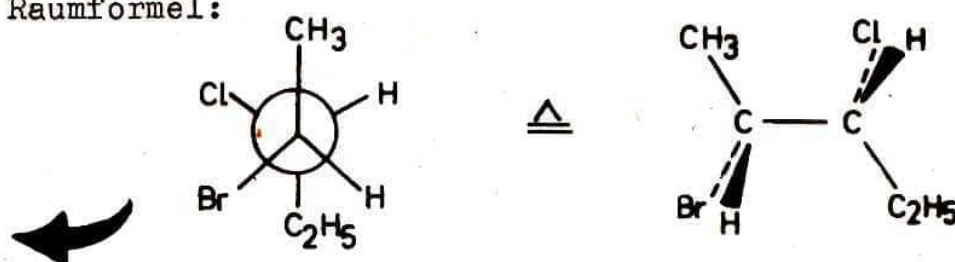
Die Projektionsformel entsteht nun durch Projektion dieser Raumlage in die Papierebene, wobei zur weiteren Vereinfachung folgende Konventionen für die Zeichnung eingehalten werden:

- Die Endatome $C_{(a)}$ und $C_{(b)}$ werden nicht mitgezeichnet. Sie werden durch die Schnittpunkte der Substituentenbindungen repräsentiert.
- Um den vorderen von dem hinteren Substituentenstern zu unterscheiden, wird zwischen beide ein undurchsichtiger Kreis gesetzt.

Die NEWMAN-Projektion der obigen Verbindung ist damit:

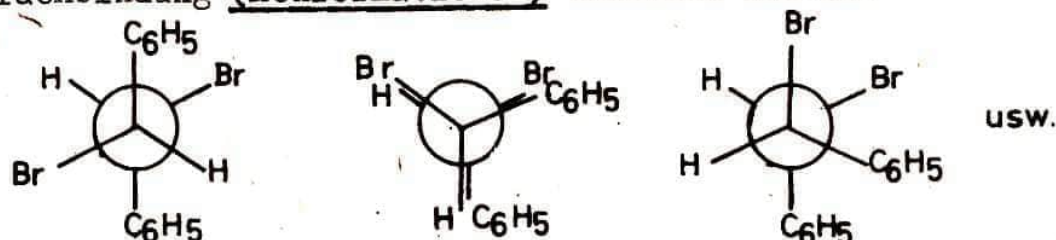


Natürlich kann umgekehrt aus einer beliebigen NEWMAN-Projektion wieder eine entsprechende Raumformel erhalten werden. Wird z.B. die folgende Verbindung in der NEWMAN-Projektion um 90° nach links umgeklappt, erhält man die gezeigte Raumformel:



Gerade die NEWMAN-Projektion ist gut geeignet die Veränderungen in der relativen Lage der Substituenten bei Rotationen der beiden Atome $C_{(a)}$ und $C_{(b)}$ gegeneinander zeichnerisch zu verfolgen.

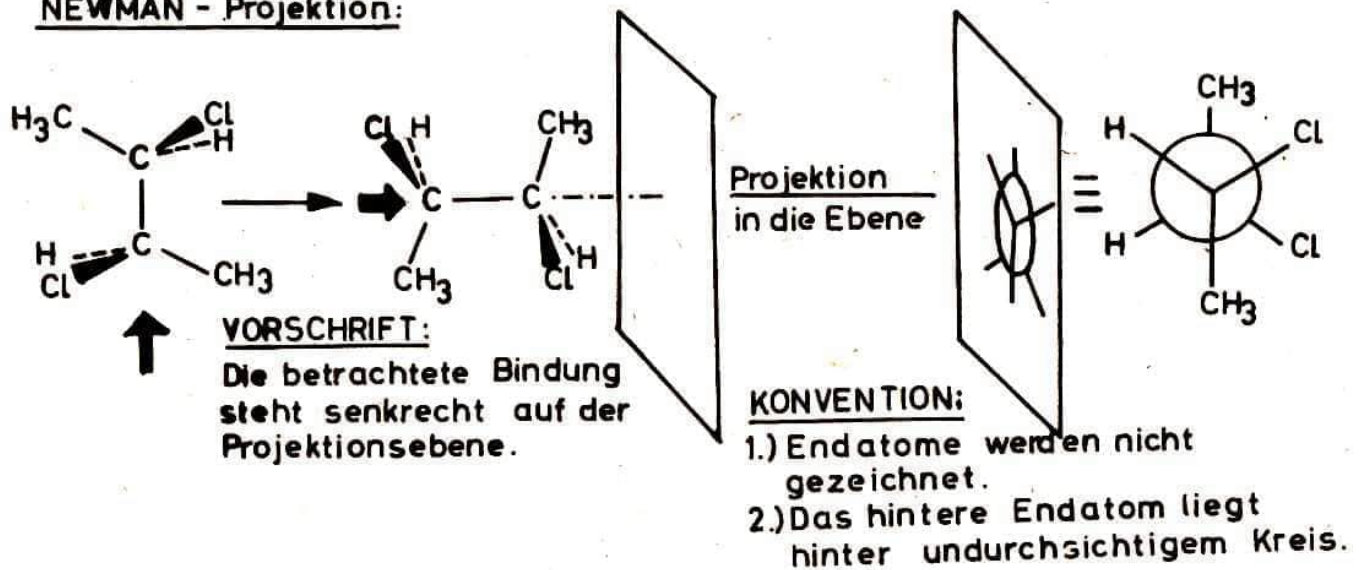
So können z.B. durch Verdrehen des $C_{(a)}$ gegen $C_{(b)}$ in unserem ersten Beispiel folgende Substituentenanordnung um die Einfachbindung (Konformationen) erhalten werden:



Es ist offensichtlich, daß die erste Konformation die günstigste ist, weil sich bei ihr die großen Phenylgruppen C_6H_5 - am wenigsten gegenseitig stören.
Wir fassen zusammen:

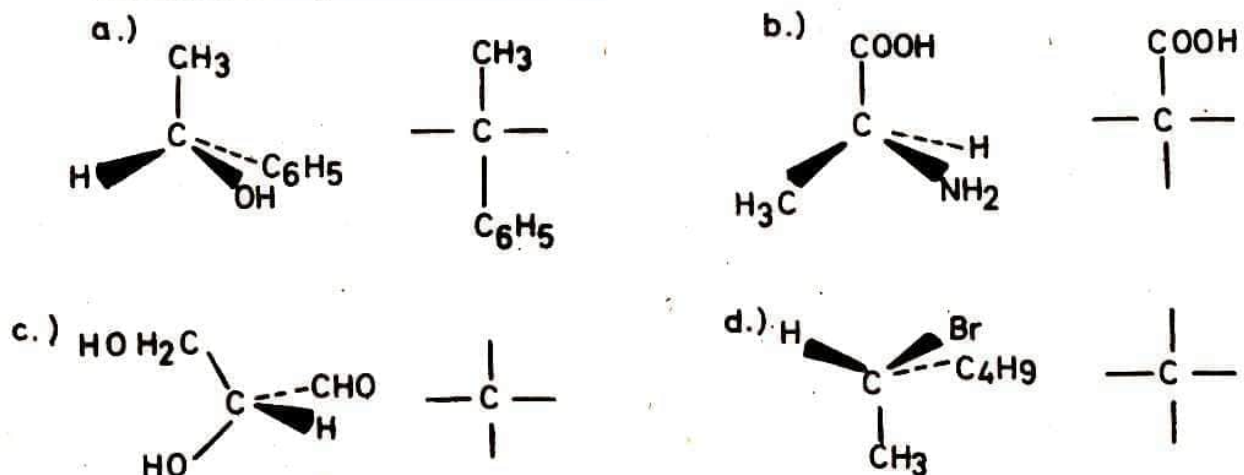
Titelbild: Abbildung einer Koralle

NEWMAN - Projektion:

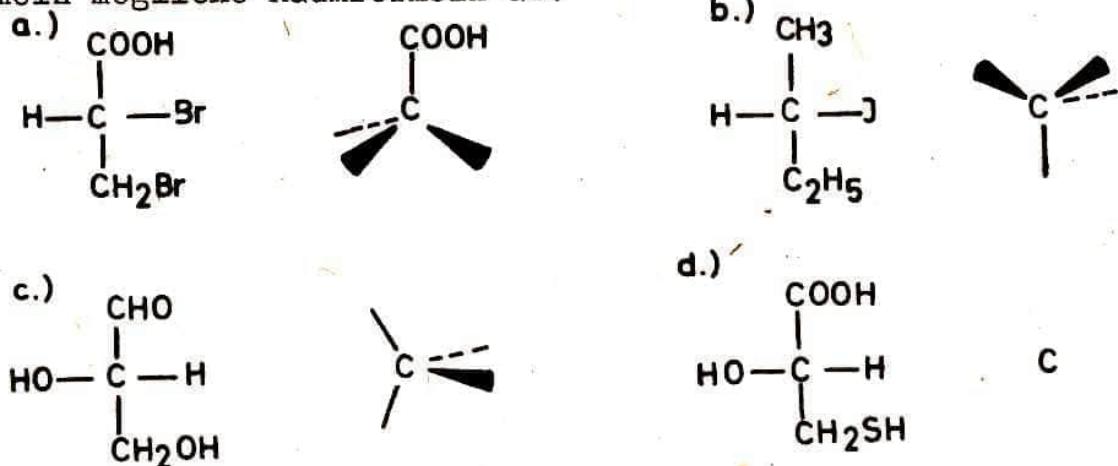


Prüfen Sie jetzt Ihr Verständnis und Ihre zeichnerischen Fähigkeiten an einigen Aufgaben!

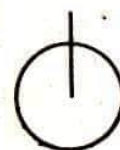
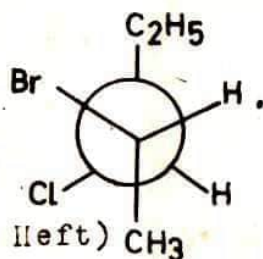
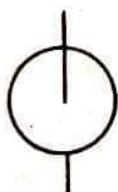
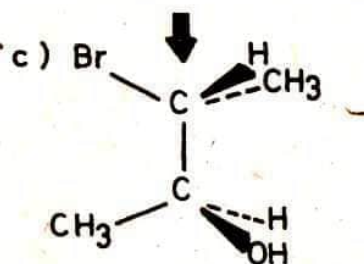
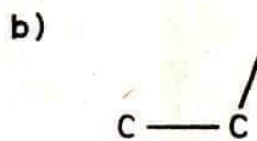
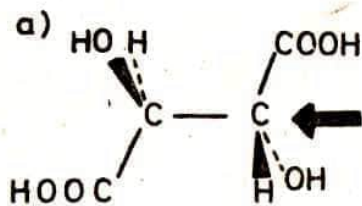
1) Zeichnen Sie zu den angegebenen Raumformeln die richtigen FISCHER-Projektionsformeln!



2) Leiten Sie aus den angegebenen FISCHER-Projektionsformeln mögliche Raumformeln ab!



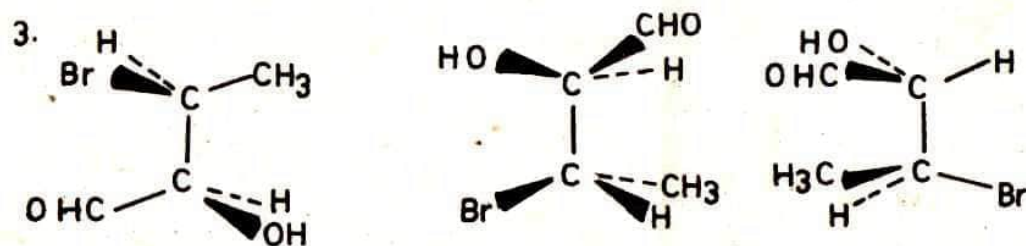
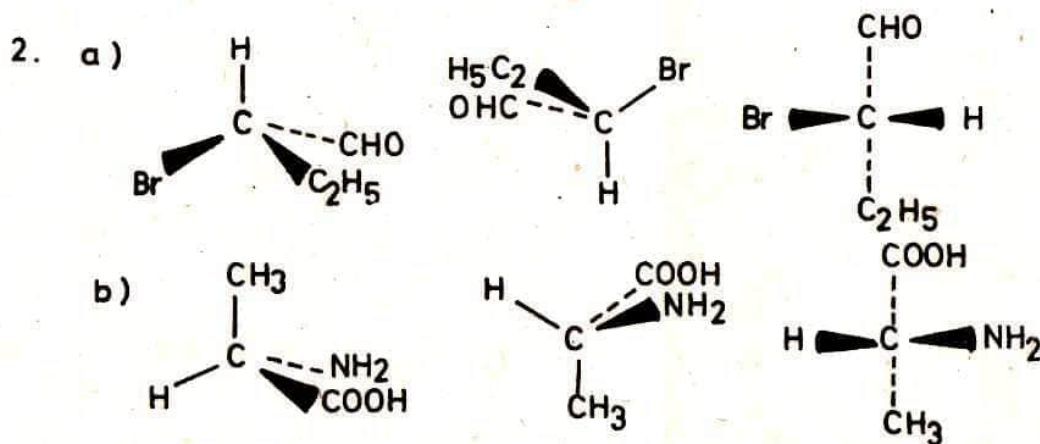
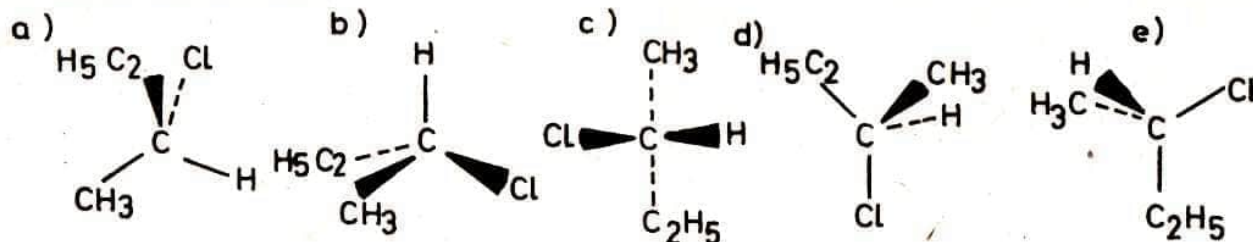
3) Wandeln Sie die angegebenen Raum- und NEWMAN-Projektionsformeln ineinander um!



(Lösungen im übernächsten Heft)

Lösungen zum Teil 1:

1. ZUM BEISPIEL:



Fortsetzung von Seite 12

"impuls 68": Welche Entwicklungen sehen Sie gegenwärtig für Ihr Fachgebiet, die Quantenelektronik?

Die NLO wird zur Hauptrichtung Quantenelektronik (QE) der Physik gerechnet. Eine wichtige Entwicklungslinie der QE stellt die Herstellung von Strahlungsquellen mit besonderen Eigenschaften hinsichtlich der Kohärenz, der räumlichen Divergenz und der Leistung bzw. Energie dar. Es sollen hier einige Angaben gemacht werden, bei denen extreme Eigenschaften von besonderem Interesse für die gesamte Physik sind. Man kann heute Strahlungsquellen (Gas-Laser) herstellen, deren relative Frequenzänderung nicht größer als 10^{-14} ist; an der Verbesserung dieses Wertes wird gearbeitet. Selbst mit Hochleistungslasern lassen sich Strahlungsquellen herstellen, deren räumliche Divergenz der Beugungsbegrenzung entspricht. Hochleistungslaser können Impulsleistungen bis zu einigen 100 Gigawatt erbringen. Wichtige Vorteile ergeben sich aus dem großen Wellenlängenbereich, der von Lasern überdeckt werden kann (heute vom Vakuumultraviolett bis zum fernen Infrarot) und in der Möglichkeit, sehr kurze Impulse bis herunter zu einigen 10^{-13} s herzustellen. Eine weitere wichtige Entwicklungslinie der QE beschäftigt sich mit der Erforschung und Anwendung der vielfältigen NLO-Prozesse sowie mit den QE-Funktionselementen.

"impuls 68": In welcher Beziehung steht Ihr Gebiet der Physik zu anderen Wissenszweigen? Welche technischen Anwendungen gibt es?

Wichtige Anwendungen der QE ergeben sich bei der Bestimmung physikalisch-chemischer Eigenschaften von Stoffen in verschiedenen Aggregatzuständen sowie bei der Bestimmung von Parametern, die den Ablauf von atomaren Prozessen charakterisieren. Hier wird in vielen Fällen durch Einsatz quantenelektronischer Mittel eine Verbesserung um mehrere Größenordnungen gegenüber den herkömmlichen Verfahren erreicht. Als Beispiel seien hier genannt:

- die hochauflösende Spektroskopie mit der Möglichkeit, 1000mal schmalere atomare Linienbreiten zu vermessen,

- die hochempfindliche Spektroskopie mit der Möglichkeit, extrem kleine Konzentrationen bzw. schwache Linien zu vermessen,
- die Vermessung von Relaxationszeiten bis herunter zu 10^{-12} s.

Eine wichtige Anwendung ergibt sich dadurch, daß man chemische Reaktionen durch Laserbestrahlung induzieren bzw. in ihrem zeitlichen Verlauf wesentlich verändern kann; die Möglichkeit der selektiven Anregung von Molekülen und Atomen kann zu einer maßgeblichen Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit für bestimmte Prozesse führen. Auch in der Biologie finden quantenelektronische Methoden zur Untersuchung und Beeinflussung verstärkt Eingang. Die QE liefert außerdem ein neuartiges Verfahren zur Trennung von Kernisotopen. Auf dem Gebiet der allgemeinen Meßtechnik gelingt es, hochpräzise Längen- und Entfernungsmessungen durchzuführen. Die bei Frequenz- und Längenmessungen erzielbare Genauigkeit führt dazu, daß man die Einführung neuer Normale für Frequenzen, Zeit und Länge diskutieren muß. Durch Einsatz quantenelektronischer Mittel lassen sich extrem niedrige Strahlungsleistungen auch im Infraroten nachweisen, was beispielsweise für die Astrophysik von großer Bedeutung ist. Funktionselemente auf QE-Basis bieten erhebliche Vorteile gegenüber bisherigen Verfahren. Das wird z. B. durch die Holografie und optische Korrelatoren ausgewiesen. Große Entwicklungsmöglichkeiten bieten sich bei der Informationsverarbeitung und Nachrichtenübertragung. In der Technik werden in immer stärkerem Maße Bearbeitungsverfahren mit Lasern angewendet, z. B. beim Schweißen, Schneiden und Härten von Stoffen. Es sei hier die wachsende Bedeutung diagnostischer und therapeutischer Verfahren mit Lasern in der Medizin genannt.

Alle aufgeführten Richtungen befinden sich in schneller Entwicklung.

"impuls 68": Welches sind die wichtigsten und interessantesten Probleme in der Arbeit Ihrer Abteilung?

Wichtige Probleme, die in der Abteilung NLO bearbeitet werden,

sind die folgenden:

- Die Entwicklung von Lasern mit speziellen Eigenschaften,
- die Untersuchung von nichtlinearen optischen Eigenschaften von Festkörpern,
- Relaxationsprozesse von Stoffen,
- die Entwicklung von Strahlungsempfängern,
- die Streueigenschaften von optischen Medien.

"Impuls 68": Welche Bedeutung haben internationale Kooperationen in Ihrer Arbeit?

Zur fundierten Bearbeitung komplexer Probleme ist eine internationale Kooperation unbedingt erforderlich. Das betrifft sowohl die experimentellen als auch theoretischen Belange. Es ist erforderlich, über allgemeine Probleme der QE den Weltfundus an Wissen in etwa zu übersehen. Bezüglich bestimmter Forschungsprojekte besteht eine enge Verbindung mit Forschungsinstitutionen im sozialistischen Lager, insbesondere in der Sowjetunion. Besondere Beziehungen bestehen zu unserer Freundschafts-Universität Minsk sowie zur Moskauer Staatlichen Lomonossow-Universität und der Staatlichen Universität Kiew, desgleichen zu Forschungsstellen der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion, insbesondere in Moskau.

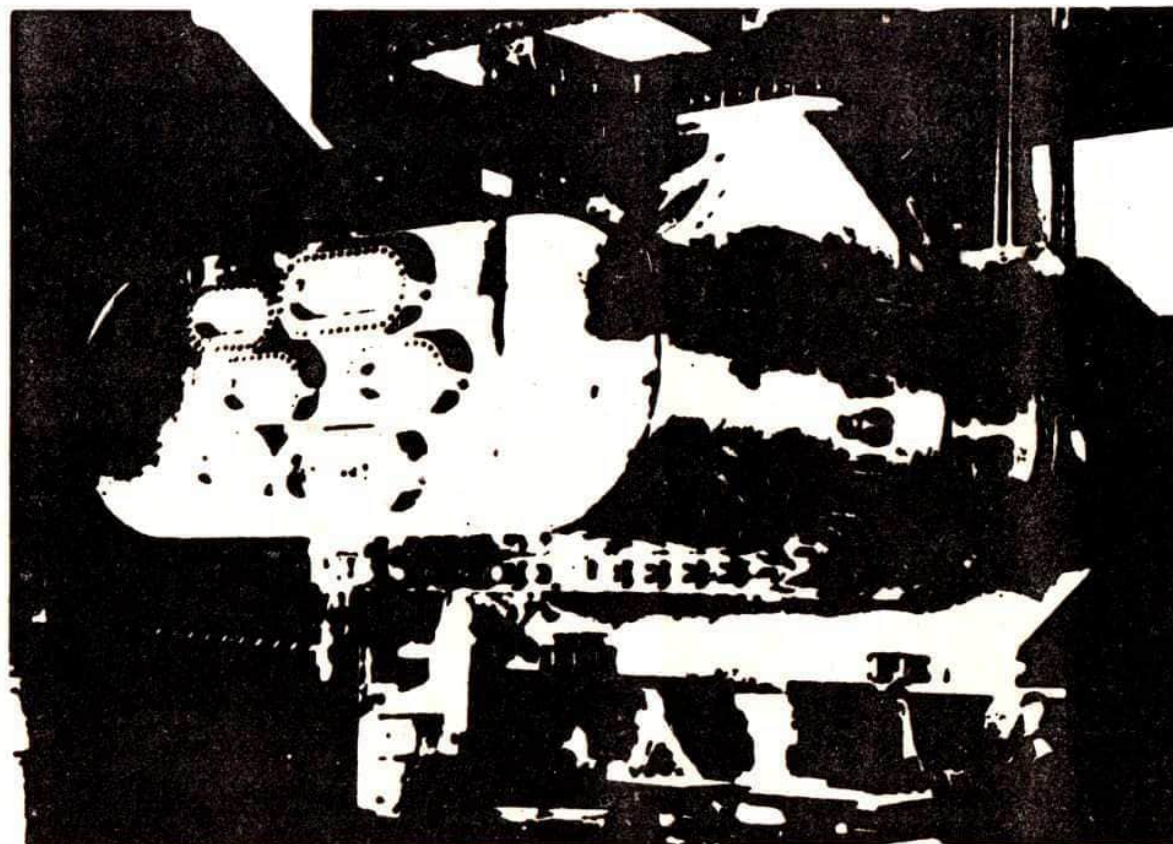
"Impuls 68": Welche Ratschläge würden Sie einem Oberschüler geben, wenn er Physik studieren möchte?

Die Physik besteht im Kern aus relativ wenigen theoretischen Grundbeziehungen und allgemeinen experimentellen Methoden. Es ist für den Physiker von außerordentlicher Wichtigkeit, die immens vielfältigen Erscheinungen der Natur mit diesem "Kernwissen" erklären zu können. Für ein erfolgreiches Physikstudium ist daher einem Oberschüler anzuraten, die Fähigkeit zu entwickeln, komplexe Erscheinungen und Fakten mit den Grundgesetzen der Physik in Verbindung zu bringen bzw. die Erscheinungen von den Grundgesetzen her zu deuten. Es er-

weist sich von Vorteil, wenn ein werdender Physikstudent die Neigung pflegt, zunächst nur verbal beschriebene Sachverhalte in eine mathematische Form zu bringen; andererseits ist es von Wichtigkeit, gewisse Grundexperimente praktisch selbst nachvollziehen zu können.

Ein Physiker kann nur dann erfolgreich tätig sein, wenn er in jeder Phase den zum jeweiligen Zeitpunkt vorhandenen Weltfundus an Wissen für seine Arbeit ausnutzen kann. Dazu ist es unbedingt erforderlich, daß er Sprachen hinreichend gut beherrscht, um die entsprechende Literatur studieren und auch selbst aktiv wissenschaftliche Sachverhalte darstellen zu können. Es gilt, die auf der Schule gegebenen guten Möglichkeiten hinsichtlich Russisch und Englisch zu nutzen.

Herr Prof. Schubert, wir bedanken uns sehr herzlich - auch im Namen aller Leser - für dieses Interview!



Große Wasserstoffblasenkammer des CERN

Die Plasmahüllen der Planeten Mars und Venus

Teil 1: Mars

Die Erforschung unseres Planetensystems mittels der Raumfahrt brachte bereits in den zurückliegenden ca. 14 Jahren seit dem Start von "Venus 1" eine Vielzahl völlig neuer Erkenntnisse. Dazu gehören auch die Entdeckung und Erforschung der Plasmahüllen von Mars und Venus. Über die irdische Magnetosphäre wurde bereits im "Impuls" Heft 9 (1972/73) und Heft 9 (1973/74) ausführlich berichtet. Wir wollen uns also ganz auf die Ergebnisse bezüglich unserer Nachbarplaneten beschränken.

Als Magnetosphäre bezeichnet man das Gebiet um die Erde herum, in dem der Sonnenwind (ein von der Sonne ausgehender Teilchenstrom, der hauptsächlich aus Protonen und Elektronen besteht) mit dem Magnetfeld der Erde wechselwirkt. Dabei kommt es zur Ausbildung einer sogenannten Stoßwelle dort, wo kinetische Energie des Sonnenwindes und magnetische Energie des Erdfeldes gleich sind. Diese Stoßwelle ist analog zu der Stoßwelle, die entsteht, wenn ein starker Luftstrom auf ein Hindernis trifft und es umströmen muß.

Die Frage nach der Existenz einer Magnetosphäre oder ähnlicher Erscheinungen bei Mars und Venus blieb lange Zeit unbeantwortet. Die Wahrscheinlichkeit dafür war jedenfalls gering, da beide Planeten gar keine oder höchstens schwache Magnetfelder besitzen sollten. Erst mit Beginn der interplanetaren Forschung von Raumsonden aus ergaben sich hier neue Gesichtspunkte.

Marssonden bringen erste Ergebnisse

1965 flog die Raumsonde "Mariner 4" dicht am Planeten Mars vorbei. Dabei registrierte das auf der Sonde installierte Magnetometer eine sprunghafte Änderung des magnetischen Feldes. Da jedoch keine weiteren derartigen Meßwerte erhalten werden konnten, konnte diese Erscheinung nicht eindeutig

interpretiert werden. Zwei Möglichkeiten boten sich an:

- Durchquerung der Kopfwelle einer Stoßfront
- Änderung des interplanetaren Magnetfeldes im Augenblick des nahen Vorbeifluges

Die Mehrzahl der Wissenschaftler, die die "Mariner 4" - Resultate auswerteten, gab dem ersteren der beiden Fälle den Vorzug. Zwei dieser Wissenschaftler schufen sogar ein einfaches Modell: Danach stellt die Ionosphäre des Mars ein Hindernis für den Sonnenwind dar. Dabei bildet sich dort eine Stoßfront heraus, wo der Gasdruck der Atmosphäre durch den dynamischen Druck des solaren Plasmas kompensiert wird. Gleichzeitig wurde die Existenz eines schwachen Magnetfeldes des Mars vorhergesagt.

Einen wesentlichen Aufschwung erfuhr die Erforschung des marsnahen Raumes 1971/72 durch das sowjetische Raumflugexperiment mit den Sonden "Mars 2" und "Mars 3", die zu künstlichen Satelliten des Mars wurden. Durch Messung der Plamakomponenten sowie mittels installierter Magnetometer wurde die Existenz einer Stoßfront in unmittelbarer Nähe des Planeten nachgewiesen. Aus der gemessenen Verstärkung des Magnetfeldes in der nächsten Umgebung des Mars (ca. 1000 km über seiner Oberfläche) konnte geschlußfolgert werden, daß der Mars ein eigenes Magnetfeld besitzt, dessen magnetisches Moment aber $\approx 10^3$ mal kleiner als das der Erde ist.

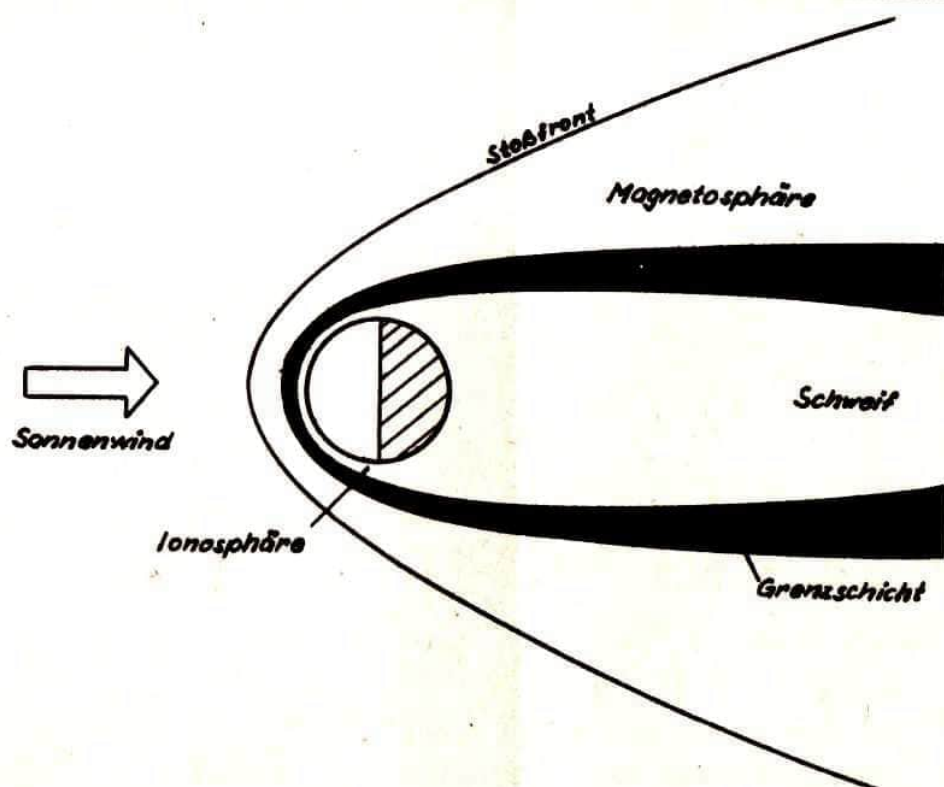
"Mars 2"-Messungen zeigten, daß in der Plasmahülle des Mars ein **sogenanntes "Polster"** zwischen solarem Plasma und der Ionosphäre existiert. Dort werden relativ große Plasmaströme mit relativ niedriger Geschwindigkeit und Temperatur angetroffen. Interessant ist, daß sich die Obergrenze dieser Schicht hebt und senkt. Dabei besteht ein enger Zusammenhang mit der Lage der Stoßfront: je weiter diese vom Planeten entfernt ist, desto höher liegt das "Polster" und umgekehrt. Dieses "Polster", das auf der Tagseite des Mars angetroffen wurde, ist Bestandteil der sogenannten "Grenzschicht" zwischen solarem Plasma und Ionosphäre, die nicht nur auf der Tagseite existiert.

Was ist nun diese Grenzschicht? Machen wir uns das an fol-

gender Tabelle klar!

Schicht	Plasmageschwindigkeit.	Plasmatemperatur
Stoßfront	mittel (bei ca. 600 km/s)	hoch
Grenzschicht	relativ gering	mittel (einige 10 Grad)
Ionosphäre	sehr gering	gering

Wir sehen also, daß die Grenzschicht die Rolle des "Vermittlers" zwischen Stoßfront und Ionosphäre darstellt. Betrachten wir nun ein Schema der Magnetosphäre des Mars, wie es nach Ergebnissen der sowjetischen Sonden "Mars 2" und "Mars 3" gezeichnet wurde:



Fassen wir noch einmal die gewonnenen Ergebnisse zusammen:
Beim Umströmen des Mars durch den Sonnenwind entsteht eine Grenzschicht zwischen dem Plasmastrom, der in der Stoßfront

"aufgeheizt" wird, und seiner Ionosphäre. In der Grenzschicht erfolgt mit wachsender Annäherung an den Planeten eine stufenweise Verringerung der Geschwindigkeit des Plasmastromes. Auf der Tagseite des Planeten bildet diese Schicht ein "Polster" mit einer Dicke von einigen hundert Kilometern. Zur Nachtseite hin verbreitet sich die Schicht und erreicht im Abstand von einigen Marsradien eine Dicke von 2000 - 3000 km. Die Dicke der Grenzschicht ändert sich zeitlich, weil der Abstand der Stoßfront vom Mars nicht konstant ist.

Besitzt der Mars einen Magnetschweif?

Von der Erdmagnetosphäre ist bekannt, daß sie ihre (durch den Sonnenwind deformierte) reguläre Gestalt bis etwa in eine Entfernung von 1,5 Mio. km beibehält. Man spricht vom magnetischen Schweif. Erst in ca. 3 Mio. km Entfernung wird diese reguläre Gestalt wesentlich zerstört (man vergleiche das mit dem Erddurchmesser!).

Von Mars lassen sich genaue Aussagen bezüglich eines eventuell vorhandenen Schweifs noch nicht treffen. Es ist anzunehmen, daß dieser sich wesentlich von dem der Erde unterscheidet. Es dürfte sich eher um einen kometenartigen Gas-schweif handeln. Sicher ist, daß bei seiner Bildung aus der Ionosphäre des Mars ausfließendes Plasma eine wesentliche Rolle spielt. Anscheinend ist in diesem Schweif auch ein mehr oder weniger reguläres Magnetfeld vorhanden.

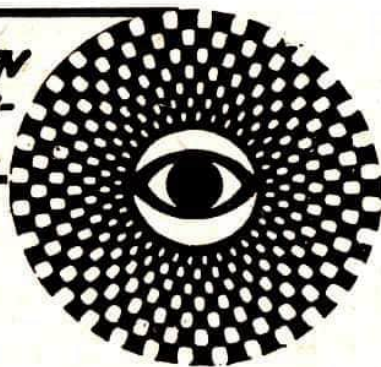
Genauere Angaben werden sicher erst nach weiteren Experimenten verfügbar sein.



Wissenswertes

Im Trinkwasser in Hartem (New-York, USA) konnte vor einiger Zeit eine wurmähnliche Mückenlarve gefunden werden. Untersuchungen ergaben, daß diese "Zugabe" noch länger regelmäßig im Wasser aus New-Yorker Leitungen zu finden sein wird, weil der Bau einer entsprechenden Filteranlage rund 5 Jahre dauert.

DOKUMENTATION FÜR DEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND STAATS- BÜRGERKUNDE-UNTERRICHT



**Die Wechselbeziehungen zwischen Grundlagen-
forschung, angewandter Wissenschaft und
Praxis (Teil 1)**

**(Aus „Wissenschaftliche Welt“, 4/1970,
leicht gekürzt)**

Wir neigen heute dazu, nicht nur jeden Zweig der Wissenschaft, z. B. die Mathematik, sondern auch jedes einzelne Teilgebiet, z. B. die Algebra oder die Mechanik (bzw. ihren Teilbereich Hydromechanik), die Molekularphysik, die Kolloidchemie, die Eiweißchemie, die Genetik, die Psychologie, die Politische Ökonomie usw. als Wissenschaft zu bezeichnen. Die allumfassende Praxis sieht sich einer großen Zahl von Wissenschaften gegenübergestellt. Bei einer genaueren Betrachtung der Wissenschaften lassen sie sich in zwei Klassen einteilen: in Grundlagenwissenschaften und in angewandte Wissenschaften. Die ersten untersuchen die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Natur und der künstlich durch die menschliche Tätigkeit hervorgerufenen Erscheinungen; der dabei verfolgte Zweck besteht nicht in der sofortigen Anwendung der Ergebnisse in der Praxis. Die zweiten stehen der Praxis näher und dienen ihr unmittelbar. Die Grenzen zwischen Grundlagenwissenschaften und angewandten Wissenschaften läßt sich nicht genau festlegen, und gar nicht selten kommt es vor, daß die von den Erfordernissen der Wirklichkeit am weitesten entfernten Wissenschaften unsere Umwelt ganz entscheidend verändern. Ferner stoßen die angewandten Wissenschaften bei der Berührung mit der Praxis häufig auf Erscheinungen, deren Erklärung zu unerwarteten Entdeckungen von grundlegender Bedeutung führt. Wir wollen ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit anführen. Hertz entdeckte die elektromagnetischen Wellen. Popow erkannte als erster die Möglichkeit, mit ihrer Hilfe Informationen drahtlos zu übertragen, und erfand das Radio. Heute können wir uns das Leben nicht ohne Rundfunk und Fernsehen vorstellen,

ja die letzten Signale erreichten uns von der automatischen Station "Venus" 8 aus der glühendheißen Atmosphäre des gleichnamigen Planeten, der sich 100 Millionen km weit von der Erde befindet.

Von großer praktischer Bedeutung ist die Grundlagenforschung, die das Ziel verfolgt, neue Erscheinungen zu untersuchen und Stoffe mit außergewöhnlichen Eigenschaften zu schaffen. Die von Hahn und Straßmann entdeckte Spaltung von Uranatomen führte dazu, daß man die Möglichkeit erkannte, Atomkraftwerke und leider auch Atombomben zu bauen. Als die Ingenieure erkannten, daß es theoretisch möglich war, die Festigkeit von Stahl und Glas bedeutend zu erhöhen, suchten Sie auch nach Mitteln und Wegen, dies zu verwirklichen. Schon Joffe wies nach, daß die sogenannte theoretische Festigkeit von Kochsalzkristallen deren tatsächliche Festigkeit, die unter gewöhnlichen Bedingungen vorhanden ist, um das Hundertfache übersteigt. Er erklärte dies durch Defekte der Kristallstruktur. Die auf dem Gebiet der angewandten Forschung tätigen Wissenschaftler und Ingenieure versuchten, diese Defekte zu eliminieren, und ihre Bemühungen waren von Erfolg gekrönt. Es wurde nicht nur die Festigkeit der uns bekannten "alten" Werkstoffe wie der Metalle und des Glases bedeutend erhöht, sondern auch die der erst unlängst in Mode gekommenen künstlichen organischen Stoffe, der sogenannten Polymere, die von der modernen Chemie in großer Vielfalt hervorgebracht wurden. Übrigens werden Polymere häufig durch Sonnenlicht zerstört; besonders Gummi leidet sehr darunter. Diese Erscheinung ließ sich erst mit Hilfe der modernen Lichttheorie erklären. Die Polymerketten werden durch einfallende Photonen zerrissen, sie werden kürzer, und die Eigenschaften des Polymers ändern sich dadurch.

Die Gesetze der angewandten Wissenschaften

Die angewandten Wissenschaften unterscheiden sich von der Grundlagenforschung u. a. dadurch, daß sie bei der Erforschung verschiedener Erscheinungen in der Regel die moleku-

lare oder die atomare Struktur ignorieren. In den Vordergrund treten die sogenannten phänomenologischen Gesetze, die den Ablauf verschiedener Prozesse in Natur und Technik kennzeichnen. Der Zusammenhang zwischen diesen Gesetzmäßigkeiten und der Wechselwirkung der Mikroteilchen ist nicht immer leicht feststellbar. Die Gesetze der angewandten Wissenschaften stimmen jedoch immer mit der Praxis überein und sind vor allen Dingen die verallgemeinernden Schlußfolgerungen einer Versuchsserie. Das Boyle-Mariottesche Gesetz in der Gasdynamik, das Ohmsche Gesetz in der Elektrotechnik, das Hookesche Gesetz in der Elastizitätstheorie und die Gesetze der Valenzbindungen in der Chemie wurden alle lange vor den heutigen theoretischen Auffassungen von der Materie entdeckt.

Eine Besonderheit der Gesetze der angewandten Wissenschaften besteht darin, daß sie nicht universell sind, daß es gewisse Grenzen gibt, innerhalb derer sie gelten. Nach dem Hookeschen Gesetz ist die Dehnung eines Stahldrahts proportional der auf den Draht einwirkenden Dehnkraft. Wenn die Kraft zu groß ist, dann wird die Proportionalität gestört, und der Draht läßt sich durch eine geringe Kraftveränderung beträchtlich dehnen. Das Material des Drahts scheint dabei zu fließen. Wenn jedoch die Kraft eine kritische Grenze erreicht, reißt der Draht, und von der Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes kann dann keine Rede mehr sein.

Die Gesetze der angewandten Wissenschaften spiegeln also die Wirklichkeit nur annähernd wider; sie sind jedenfalls in der Regel weniger exakt als die Gesetzmäßigkeiten, die von der Grundlagenforschung festgestellt werden. Unter bestimmten Bedingungen können selbst diese irreführend sein und falsche Antworten für die Praxis geben. So können z. B. einige chemische Reaktionen auf Grund nicht einkalkulierbarer Bedingungen praktisch ganz anders ablaufen, als es die Theorie der chemischen Synthese voraussagt.

Fortsetzung im nächsten Heft



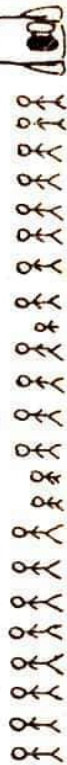
*Geschichten um impuls in Wort und
Bild ③ : „Sieht du, hier steht: Wer
einmal Professor werden will, muß
fleißig lernen!“*

Entschuldigbar ?!

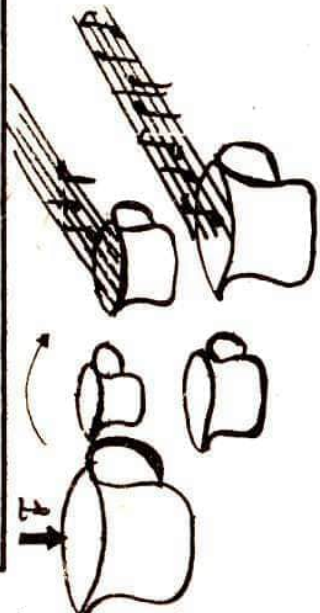
Ich hätte Dir ja längst geschrieben,
doch es war kein Papier zu kriegen.
Die Tinte war eingefroren
und die Feder hab ich auch verloren.
Es grüßt Dich aus der Ferne:
eine alte Sturmlaterne.

PROGNOSTISCHES

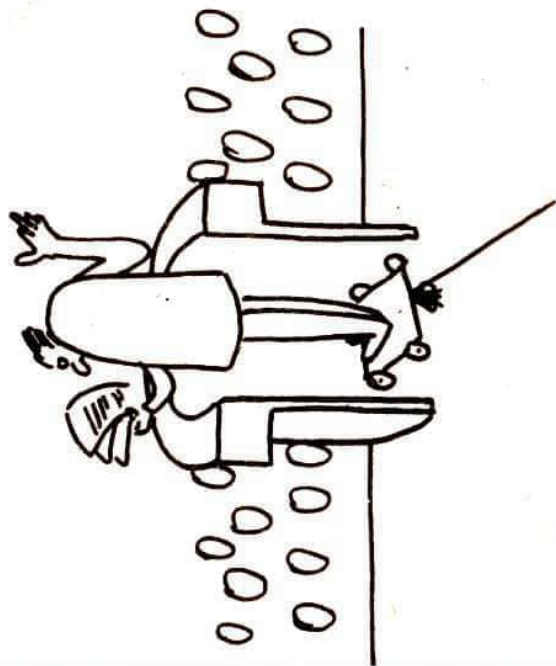
Ein bekannter Physiker äußerte sich kürzlich
in einer Tischrede über die mit der Weltraum-
forschung verbundenen übertriebenen und fal-
schen Vorstellungen: "Ich erinnere mich einer
Fernsehsendung über die Überbevölkerung der
Erde, in der ein britischer Nationalökonom
ankündigte, man werde den Menschenüberschuß
nach Weltraumkolonien verschiffen und damit
das Problem lösen. Nun habe ich mir sagen
lassen, daß es sich dabei um etwa 50 Mill.
Menschen im Jahr handelt, 125000 jeden Tag.
Da gibt es ja einiges zu tun !"

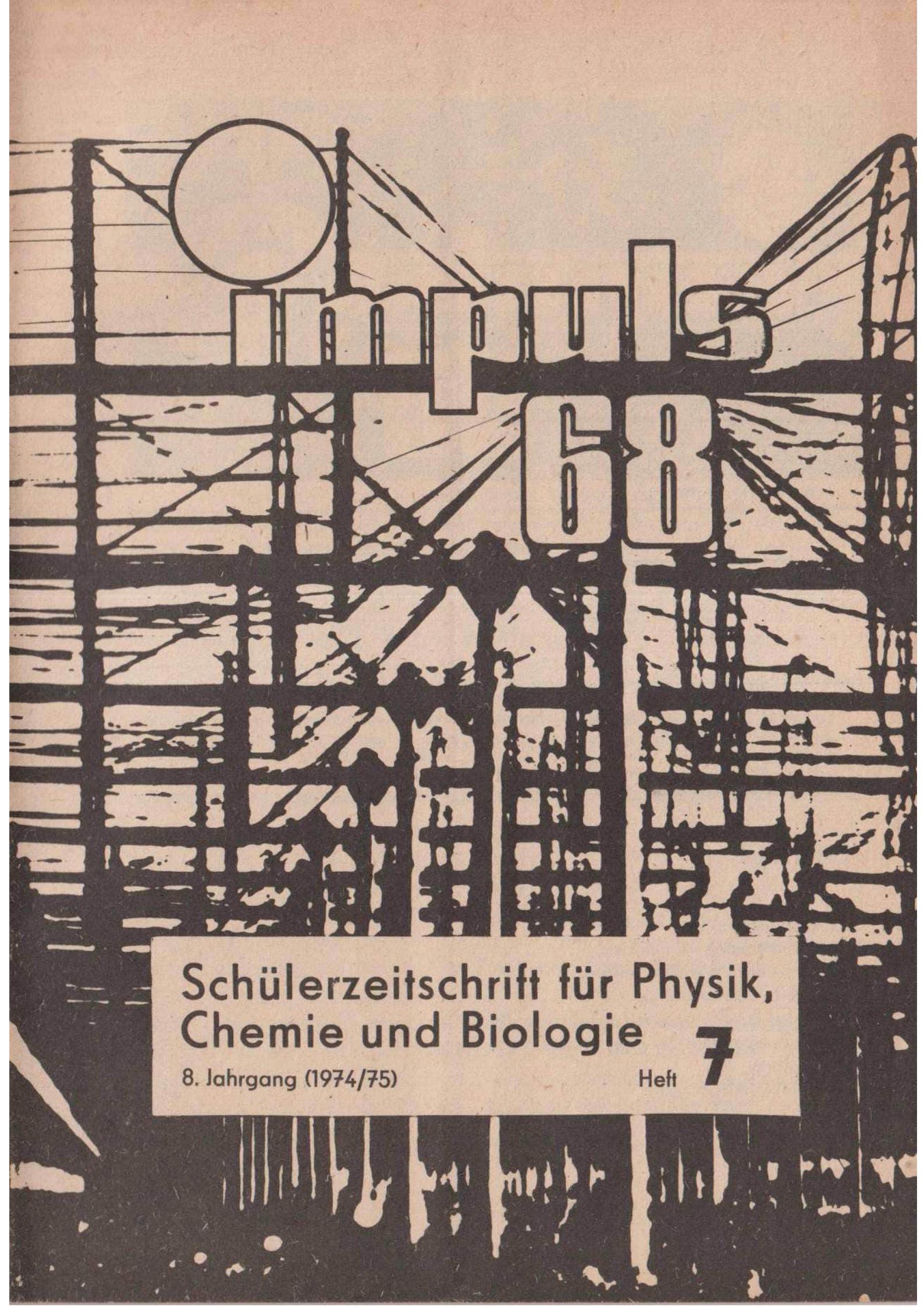


Schenke mir ein Bild von dir,
ich häng es an die Kellertür,
damit es die Mäuse und Ratten sehen,
und nicht an die Kartoffeln gehen.



P A T E N T E
Hilfssitz für Nachtgeschirr mit
Musikwerkauflösung (DRP 453 091) :
Dieser Hilfssitz ist "dadurch ge-
kennzeichnet, daß er mit einer nach-
giebigen Aufhängevorrichtung für
das Nachtgeschirr versehen ist, die
bei eintretender Belastung des Ge-
schirrs durch die Ausscheidung des
Musikwerk in Gang setzt. Da das Kind
durch die Erfahrung weiß, daß im
Falle der Verrichtung die ihm ange-
nehme Folge eintritt, so hat es das
Bestreben, diese Wirkung möglichst
bald herbeizuführen."





Impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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	Amt. Chefredakteur:	D. E. Welsch
Redaktion:	G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie)	
	W. Hild (Gestaltung)	L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung)	
	Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)	
		Finanzen:	Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft: -40 M. Jahresabonnement: 4,- M.

INHALT:

Materialbearbeitung mit Lasern	3
Dr. Zimmermann in Finnland	11
Laser arbeiten mit Sonnenlicht	14
Chemie-Inhaltsverzeichnis	15
Friedliche Zusammenarbeit im Kosmos (2)	19
Die Magnetosphäre der Planeten Mars und Venus (2)	24
Büchermarkt	26
DOKUMENTATION (2)	28

Der physikalische Effekt

Als vor 15 Jahren der erste selbsterregte Oszillator im sichtbaren Spektralbereich realisiert werden konnte, schien damit eine neue ideale Strahlungsquelle von unbegrenzt großem Anwendungsbereich geschaffen. Viele wissenschaftliche und technische Disziplinen, wie die Physik, die Nachrichtentechnik, Datenverarbeitung, Medizin und Biologie hofften sich auf Grund der hervorragenden Eigenschaften der von einem Laser emittierten Strahlung - der großen spektralen Leistungsdichte, der hohen Kohärenz und der geringen Divergenz - eine schnelle Überwindung von bis dahin unüberwindlichen "Klippen" in der Entwicklung der betreffenden Disziplinen. Bis zum heutigen Zeitpunkt konnten jedoch erst wenige dieser "hochfliegenden" Vorstellungen und Ziele verwirklicht werden. Trotzdem ist der Laser inzwischen soweit entwickelt worden, daß er nicht mehr nur für die Grundlagenforschung interessant ist, sondern in zunehmendem Maße auch in den Bereich der technischen und industriellen Anwendungen vordringt. Wir haben darüber bereits berichtet, vgl. Verzeichnis der Physik-Fachartikel Heft 4/1975 .

Ein technologisches Gebiet, auf dem der Laser bereits eine relativ breite Anwendung erfahren hat, ist die Materialbearbeitung. Hierbei wird die energiereiche Laserstrahlung zum Bohren, Schneiden und Schweißen der verschiedensten Materialien genutzt (Gläser, Metalle, Keramik, Polymere). Die Eignung des Lasers für die Materialbearbeitung basiert auf den extrem großen Leistungsdichten, die sich im Brenn-

punkt eines fokussierten Laserstrahles erzielen lassen. Die gute Fokussierbarkeit der Laserstrahlung beruht gerade auf ihren oben genannten besonderen Eigenschaften, der außerordentlich geringen Divergenz und der hohen Kohärenz. Durch die scharfe Fokussierung gelingt es, die bereits an sich schon recht hohen Leistungen ($P_L \approx 1\text{MW}$) auf engstem Raum zu konzentrieren und somit außerordentlich hohe Leistungsichten oder Intensitäten ($I_L = \frac{P_L}{A}$, A - Fläche) zu erreichen. Diese auf kleinsten Raumgebieten konzentrierten Energien ($E_L = P_L \cdot t_L$, t_L - Laserimpulslänge) ermöglichen nun Materialbearbeitungen (Arbeitsleistung), die den klassischen Bearbeitungsmethoden, bei denen mechanische oder elektrische Energie zur Verformung verbraucht werden, äquivalent sind (z.B. Bohren, Schneiden). Die Laserstrahlung tritt also in diesem Fall besonders als Energieträger in Erscheinung.

Zur Fokussierung der Laserstrahlung

Wir wollen auf die gute Fokussierbarkeit der Laserstrahlung noch etwas näher eingehen, die demzufolge erreichbaren Intensitäten abschätzen und mit konventionellen Lichtquellen vergleichen.

Theoretisch kann man zeigen, daß bei der geringen Divergenz der Laserstrahlung (ebene Wellen) unter bestimmten Voraussetzungen Fokusbereich von

$$d_F \approx \frac{f \lambda}{2a} \quad (1)$$

erreichbar sind. (d_F - Fokusbereich, f - Brennweite der Linse, $2a$ - Strahlbündeldurchmesser, λ - Wellenlänge der Laserstrahlung; Abb. 1)

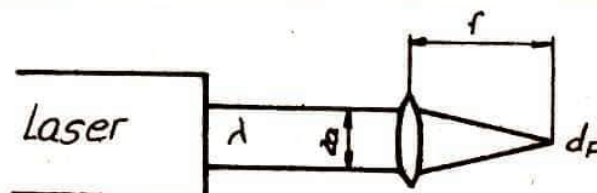


Abb. 1

Das Öffnungsverhältnis ($2a/f$) der Fokussierungslinse kann man ≈ 1 annehmen. Daraus folgt die interessante Tatsache, daß sich die Laserstrahlung prinzipiell bis auf Fokussdurchmesser von der Größe der Wellenlänge fokussieren lassen!

Abbildungsfehler der Linsen bestimmen jedoch vielfach die technischen Grenzen der Fokussierbarkeit. Mit Rubinhochleistungslasern ($\lambda \approx 700\text{nm}$) erreicht man Fokussdurchmesser bis zu $d_F \approx 10\text{ }\mu\text{m}$, bei CO_2 -Lasern ($\lambda \approx 10\text{ }\mu\text{m}$) liegen sie entsprechend höher ($d_F \approx 50 \dots 200\text{ }\mu\text{m}$).

Mit üblichen Hochleistungslasern $P_L \approx 1\text{MW}$ ergeben sich demzufolge Intensitäten von $I_L \approx 10^{12}\text{W/cm}^2$!

Demgegenüber beträgt die von der Sonne auf die Erdoberfläche einfallende Intensität, bei Vernachlässigung der Absorption in der Atmosphäre $I_0 \approx 1,38 \cdot 10^{-1}\text{W/cm}^2$ (Solarkonstante). Selbst eine Fokussierung mit großen Hohlspiegeln wird kaum höhere Intensitäten als 10^4W/cm^2 bringen.

Bei klassischen Lichtquellen (z.B. Glühlampe) liegen die Verhältnisse grundlegend anders als bei Lasern. Sie strahlen ihre Lichtenergie ungerichtet in den gesamten Raumwinkel (4π) ab. Die Leistung, die eine im Abstand R aufgestellte kreisrunde Linse trifft, ist

$$P^{(a)} \approx \frac{P^{(0)}}{4\pi} \frac{\pi a^2}{R^2} = \frac{1}{4} P^{(0)} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \quad (2)$$

(Lichtquelle nahezu punktförmig angenommen).

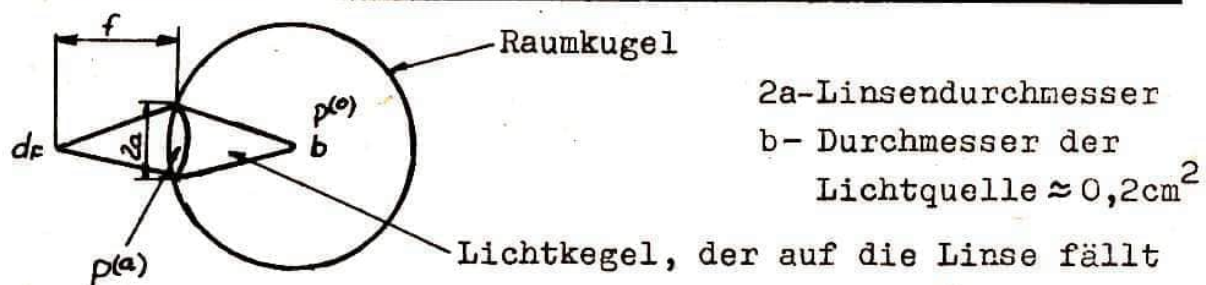


Abb. 2

Welche Intensitäten sind nun mit der Linse erreichbar?

Unter der Annahme $f \ll R$ (kurzbrennweitige Linse) erhält man aus dem Abbildungsmaßstab

$$\frac{b}{d_F} \approx \frac{R}{f} \quad d_F \approx \frac{b f}{R} \quad (3)$$

Damit erhält man Intensitäten von

$$I_F = \frac{P^{(a)}}{\frac{\pi}{4} d_F^2} = \frac{P^{(a)}}{4\pi} \left(\frac{2a}{f}\right)^2 \frac{1}{b^2} \quad (4)$$

Selbst die Verwendung einer starken Glühlampe $P^{(a)} \approx 100 \text{ W}$ ergibt ($2a/f \approx 1$ die selbe Linse wie oben) nur $I_F \approx 2 \cdot 10^2 \text{ W/cm}^2$.

Diese Intensität ist über 1 Milliarde mal geringer als die mit dem Laser erzielte. Man kann die Leistung konventioneller Lichtquellen auch nicht einfach durch eine Steigerung von $P^{(a)}$ erhöhen, da hierbei zwangsläufig die Ausdehnung der Lichtquelle b zunehmen muß (geht mit $1/b^2$ in (4) ein!).

Folgende Tabelle soll noch einmal die Laserintensitäten mit herkömmlichen starken Lichtquellen vergleichen.

Energiequelle	Leistungsdichte I [W/cm ²]
Elektrischer Bogen	10^4
Wasserstoff-Sauerstoff-Brenner	10^3
Acetylen-Sauerstoff-Brenner	10^3
Kohlelichtbogen	10^4
Rubin-Laser (Impulse)	10^{13}
CO ₂ -Laser (kontinuierlich)	10^{10}
CO ₂ -Laser (Impulse)	10^{12}

Tab. 1

Man erreicht somit durch Laser die mit Abstand höchsten

Zum Materialabtrag mittels Laserstrahlung



Der sich in Stanford befindliche z. Z. größte Elektronenbeschleuniger der Welt mit einer Länge von über 3 km und einer Energie von 20 GeV soll so erweitert werden, daß die Teilchenenergie mehr als verdoppelt werden kann. Dies will man erreichen, indem man die Elektronen über eine parallele Röhre an den Anfang zurückführt und sie ein zweites Mal durch den Beschleuniger schickt.

7

$$\underbrace{(1-R) I_L t_L}_{\text{(einfallende Lichtenergie - Reflexionsverluste)}} = \underbrace{\frac{1}{A} m c \Delta T + \frac{A}{A} m q}_{\text{(zur Verdampfung notwendige Energie)}} + \underbrace{\frac{1}{A} \frac{m}{2} v^2}_{\text{(kin. Energie der Dampfwolke)}} + \underbrace{j_Q t_L}_{\text{(Wärmeleitungsverluste)}} \quad (5)$$

R -Reflexionskoeff. q -spez. Verdampfungs- c -spez. Wärme
 m -verdampfte Masse wärme v -Geschwindigkeit d. verdampft.
 ΔT -Temperaturänderung A -Fokusfläche Teilchen
 τ_i -Zeitkonstanten für j_Q -Wärmestrom
 spezielle Prozesse

Abbildung 3 soll das noch einmal illustrieren.

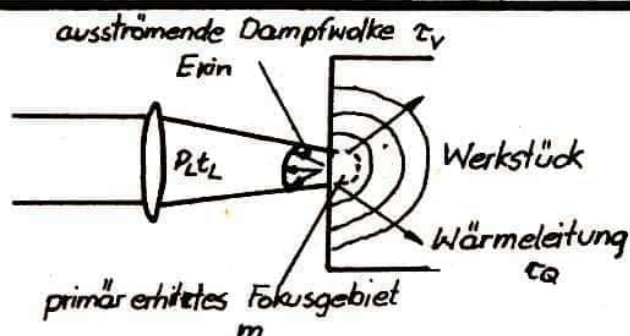


Abb. 3

Sie zeigt ein Schema für die materialabtragende Bearbeitung. Das Werkstück befindet sich im Fokus einer Linse. Prinzipiell sind zwei Fälle zu unterscheiden.

Bei Impulslasern ist der Energieverlust durch Wärmeleitung vernachlässigbar. Sie werden vor allem zum Laserbohren und Schweißen verwandt. Außerdem kann man mit ihnen leicht entzündbare Materialien (z.B. Papier) bearbeiten, ohne daß das Material entflammt. Kontinuierliche Laser werden vor allem zum Laserschneiden verwandt. Hierbei werden die Wärmeleitungsverluste durch schnelle Schnittgeschwindigkeiten kleingehalten.

Als kontinuierlicher Laser zur Materialbearbeitung findet vor allem der leistungsstarke CO_2 -Laser Verwendung.

Mit der fokussierten Laserstrahlung lassen sich prinzipiell alle Materialien bearbeiten. Die Schwellintensitäten,

die für die einzelnen Materialien notwendig sind, um einen Materialabtrag zu erreichen, liegen in der Größe von $10^7 \text{ W/cm}^2 \lesssim I_L \lesssim 10^9 \text{ W/cm}^2$ für ns-Laser. Aus Tab. 1 sieht man, daß diese Intensitäten durchaus mit geeigneten Lasern erreichbar sind; die einzelnen Materialien lassen sich jedoch auf Grund ihrer unterschiedlichen thermischen (spez. Wärme, Umwandlungswärmen, Verdampfungstemperatur und Wärmeleitfähigkeit) und optischen Eigenschaften (Reflexions- und Absorptionsvermögen) unterschiedlich gut verdampfen. Lassen wir den Einfluß der thermischen Eigenschaften einmal außer Betracht, so sind es vor allem 2 optische Eigenschaften, die die Materialbearbeitung erschweren.

1. Das Material hat einen hohen Reflexionskoeffizienten.

Dieses Problem tritt besonders bei Metallen mit polierter Oberfläche auf, die die einfallende Laserstrahlung stark reflektieren $R \lesssim 1$ in Gleichung (5). Hier sind hohe Intensitäten und relativ lange Laserimpulse erforderlich. Ist z.B. $(1 - R) \approx 10^{-2}$, so sind Intensitäten $I_L > 10^9 \text{ W/cm}^2$ nötig (siehe oben). Glücklicherweise sinkt der Reflexionskoeffizient mit zunehmender Fokustemperatur sehr stark, so daß bei ausreichend langen Laserimpulsen ($t_L = 100 \text{ ns} \dots 1 \mu\text{s}$) immer eine Verdampfung erreichbar ist.

2. Die Absorption des Materials ist gering.

Dies trifft besonders für Gläser, die bei der betreffenden Laserwellenlänge transparent sind, zu.

Entscheidend ist nun, daß man durch die zur Verfügung stehenden extremen Laserleistungsdichten auch bei schwach absorbierenden Materialien eine genügend hohe Temperatur erreichen kann. Über einer bestimmten Leistungsschwelle wird nämlich der Absorptionskoeffizient infolge der nichtlinearen Wechselwirkung zwischen Laserlicht und bestrahlter Zone intensitätsabhängig vgl. Heft 8 u. 9 (1974) und steigt folglich sehr stark an; statt einer klassischen Erhöhung der Temperatur von einigen Grad treten solche von mehreren 1000°C auf die Verdampfungstemperatur wird weit überschritten.

Schlußbemerkung:

Wir haben das Prinzip der Materialbearbeitung mit Lasern erläutert und auf einige Probleme hierbei hingewiesen. Die ersten Materialbearbeitungen wurden bereits Mitte der sechziger Jahre durchgeführt, Wir wollen hier noch einmal einige Vor- und Nachteile dieser Technologie anführen:

Vorteile: Bearbeitung von Mikrostrukturen

(dabei sehr genaue Justierung der Werkstücke möglich, Mikroskop)

Bearbeitung außerordentlich harter und spröder Materialien (z.B. Diamanten, Uhrensteine, Keramik)

Keine Abnutzungserscheinungen am Bearbeitungsgerät (z.B. kein Materialverschleiß, Bohrer usw.)

Keine Verunreinigungen des Werkstückes

(z.B. durch Hilfsstoffe wie Schmiermittel)

Kein Vakuum wie bei Elektronenstrahlbearbeitung nötig

bequeme und schnelle technologische Handhabung, für Automatisierung geeignet

(z.B. große Zahl von Bohrlöchern durch hohe Impulsfolgefrequenz)

Nachteile: Nur relativ kleine Bearbeitungszonen

(auf Grund der Defokussierung nur bestimmte Dicken bearbeitbar)

Wegen des geringen Wirkungsgrades (CO_2 -Laser $\eta \approx 20\%$) nicht überall wirtschaftlich

Trotz vieler Vorzüge wird also die Materialbearbeitung mit Lasern die klassische Methoden nicht überall ersetzen oder verdrängen können.

Die Anwendbarkeit dieser neuen Technologie bleibt folglich auf bestimmten Gebieten beschränkt, eröffnet dort aber zum Teil neue Möglichkeiten.

Dozent Dr. H. Zimmermann, Universitäts-Sternwarte Jena, weilte im Herbst des ergangenen Jahres auf Einladung der Universität Helsinki in Finnland, um wissenschaftliche Kontakte anzuknüpfen und über unser Bildungssystem zu berichten, das auch in diesem Land große Achtung genießt. Hier sein Bericht.

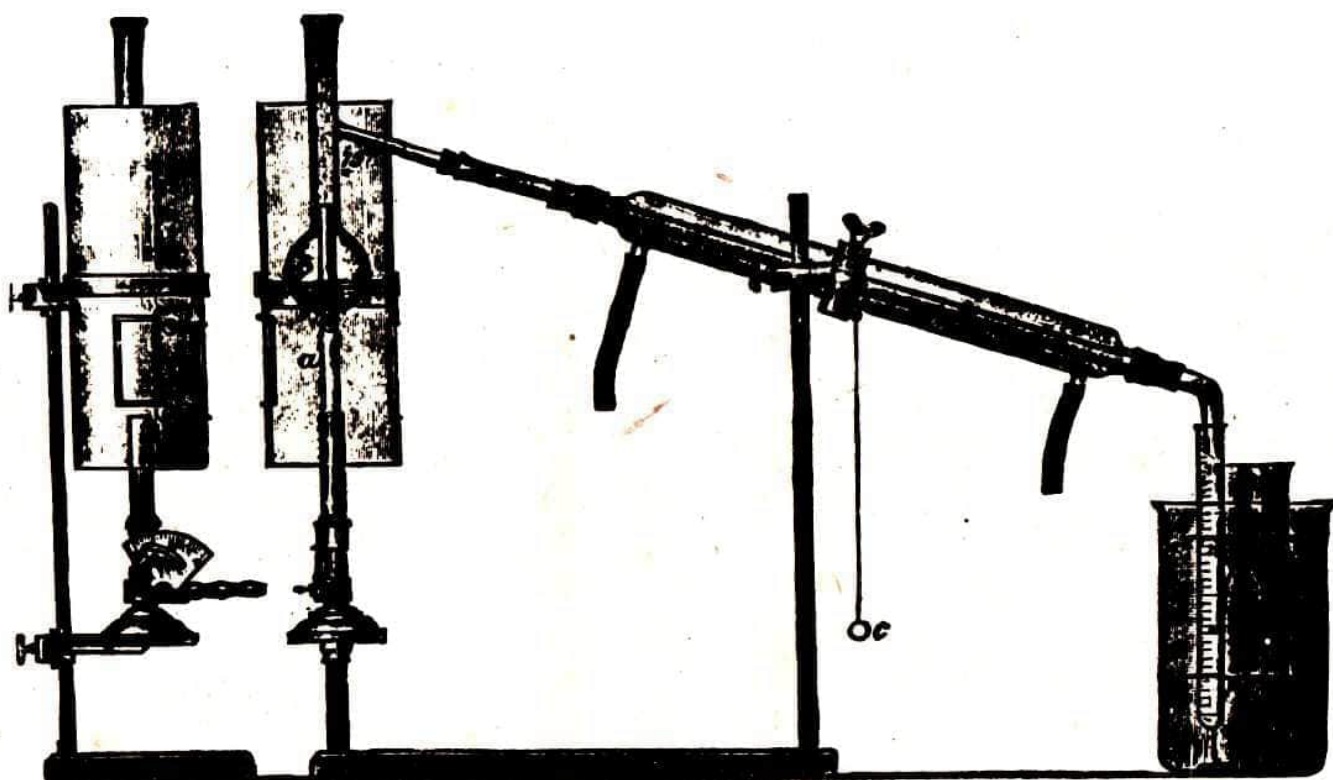
Nuoren ihmisen saatava nykyaikainen maailmankuva

Unter dieser Überschrift erschien am 29. September 1974 in der finnischen Tageszeitung "Kansan Uutiset" ein Artikel. Er stellte die wörtliche Übersetzung eines Vortrages dar, den ich reichlich eine Woche vorher während eines Seminars an der Universität Helsinki gehalten hatte. Übersetzt heißt die Überschrift: "Der junge Mensch muß ein modernes Weltbild bekommen". Da auch andere Tageszeitungen in Helsinki sehr ausführlich von diesem Seminar berichteten, kann man schließen, daß die Thematik allgemeinen Interesse erregte. Eine solche öffentliche Anteilnahme hatte ich nicht erwartet, denn das Seminarthema lautete: Astronomie im Schulunterricht. Es ist ja so, daß die Astronomie als Unterrichtsfach mit solchen Fächern wie Mathematik, Physik, Chemie, Biologie usw. überhaupt nicht konkurrieren kann. An unseren polytechnischen Oberschulen wird Astronomie z.B. nur in der 10. Klasse mit einer Wochenstunde erteilt. In Finnland fehlt sie bisher - wie in den meisten anderen Ländern auch - noch ganz im Lehrplan der allgemeinbildenden Schulen. Die Schulbehörden dieser Länder glauben also, auf die Astronomie zugunsten eines anderen Faches verzichten zu können oder verzichten zu müssen. Es ist aber doch so, daß der Schulunterricht einen vielseitig gebildeten Menschen zum Ziel hat. Diese Bildung schließt aber ein, daß ein den heutigen Zeiten entsprechendes, also auf den Erkenntnissen der modernen Wissenschaft beruhendes umfassendes Weltbild vermittelt wird. Nimmt man das Wort "Weltbild" wörtlich, so bedeutet dies, daß der junge Mensch ein Bild von der ihn umgebenden Welt, also vom Weltall,

vermittelt bekommen sollte. Astronomieunterricht und Weltbildvermittlung sind mithin untrennbar miteinander verbunden. Der Schritt von dieser Erkenntnis zur Tat, zur Einführung der Astronomie als selbständiges Fach im Unterrichtsplan, erfolgte bei uns in der DDR bereits vor 15 Jahren. So einfach wie sich dieser Satz liest, war die tatsächliche Durchführung aber keineswegs. Es mußten Unterrichtsmittel wie Lehrbücher, Lehrfilme, Lichtbildreihen, brauchbare Sternkarten, Beobachtungsinstrumente usw. geschaffen werden. Vor allem aber mußten Astronomielehrer ausgebildet werden. Gerade das macht erhebliche Schwierigkeiten, da auch gegenwärtig kein Lehrer während seiner normalen Ausbildung die Lehrbefähigung für Astronomie erlangen kann. Meist ist es so, daß unter den gegebenen Bedingungen in den einzelnen Schulen ein Lehrer mehr oder minder freiwillig zu seinen übrigen Fächern auch noch die Astronomie übernehmen muß und daß er sich dann den Stoff selbständig erarbeitet, bevor er vor seine Schüler tritt. Später kommt er vielleicht auch einmal dazu, in einem Fernstudium die Lehrbefähigung noch nachträglich zu erwerben (obwohl er sie im Unterricht meist schon längst nachgewiesen hat). Auf alle Fälle erfordert dies von dem Lehrer ein hohes Maß an Einsatzbereitschaft und Begeisterung für das Fach!

In Finnland ist man aber - wie gesagt - noch nicht so weit. Dort haben im vergangenen Jahr einige, vor allem junge Astronomen der Universitäts-Sternwarte Helsinki mit Unterstützung der Finnischen Astronomischen Gesellschaft und des Vereins für Amateurastronomen "Ursa" die Initiative ergriffen, um in einem öffentlichen Seminar weite Kreise - vor allem aber die finnische Schulbehörde - mit der dargestellten Problematik zu konfrontieren und um die Forderung vorzutragen, die Astronomie als obligatorisches Unterrichtsfach in alle finnischen allgemeinbildenden Schulen einzuführen. Daß zu diesem Seminar ein Vertreter aus der DDR eingeladen wurde, ist verständlich, da wir auf diesem Gebiet doch recht gute Erfolge aufzuweisen haben, die wahrscheinlich für alle anderen Länder beispielhaft sein können.

Entsprechende Beachtung fanden bei den Teilnehmern auch die Lehrmittel aus der DDR, die ich in Helsinki vorstellen konnte. Die Initiatoren des Seminars wollen darüber hinaus bis zum Frühjahr dieses Jahres eine Rohübersetzung unseres Astronomielehrbuches fertigstellen, die sie dann einer großen finnischen Lehrerkonferenz als ein sehr handfestes Beispiel dafür präsentieren wollen, wie ein modernes Lehrbuch für dieses Fach aussehen kann. Insgesamt hatte ich den Eindruck, daß man in Finnland sehr aufmerksam beurteilt, welche Leistungen die einzelnen Länder auf den unterschiedlichsten Gebieten hervorbringen. Dabei wird das in der DDR aufgebaute sozialistische Bildungswesen außerordentlich hoch bewertet, von den finnischen Astronomen aber insbesondere das, was in der DDR hinsichtlich des Astronomieunterrichtes in den Schulen erreicht wurde.



Destillationsapparat für Benzin

Laser arbeiten mit Sonnenlicht

In der Vergangenheit hatten wir bereits öfters über die Funktion und Anwendungen des Lasers in "impuls 68" berichtet. Seit etwa 1960 hat der Laser seinen Siegeszug angetreten. Es gibt heute fast kein Gebiet der Technik und Naturwissenschaft, auf denen nicht Laser erfolgreich eingesetzt werden. Das technische Problem bestand in der Vergangenheit vor allem darin, den Laser mit einer ergiebigen Energiequelle zu verbinden (z.B. über Gasentladung, optisches Pumpen über Blitzlampen usw.), um eine hohe Ausgangsleistung zu erzielen (Der Wirkungsgrad zahlreicher Laser ist immer noch sehr gering, etwa bei 10 - 15 %).

Jetzt ist es erstmalig gelungen, einen Laser allein mit Sonnenenergie zu betreiben. Das hat zur Konsequenz, daß der Laser in nächster Zeit auch im Weltraum installiert und dort zu Vermessungszwecken und Nachrichtenübertragung verwendet werden kann. Die Einsatzdauer hat sich damit erheblich erhöht.

Wie arbeitet nun solch ein "Sonnenlaser"? Bei optisch "gepumpten" Lasern verwendet man Blitz- oder Halogenlampen. Dabei erwärmt sich der Kristall, in dem das Laserlicht erzeugt wird, kaum. Dazu muß man wissen, daß durch Erwärmung des laseraktiven Materials der Wirkungsgrad erheblich gemindert wird. Sonnenlicht enthält aber gerade einen hohen Prozentsatz von Wärmestrahlen. Diese Strahlen lassen sich leider nicht ohne weiteres wegfiltern. Der Trick beim "Sonnenlaser" besteht darin, daß durch eine Wärmeleitung die Wärmeenergie vom Laser-Kristall zu einem geschwärzten und der Sonne abgewandten Blech in die Umgebung (Weltraum z.B.) abgeführt wird. Der Laserkristall bleibt dadurch gekühlt. Die Wärmeleitung besteht aus einem Rohr mit einer leicht verdunstenden Flüssigkeit, wobei durch den wechselnden Vorgang -, Verdampfung - Kondensation - die überschüssige Wärme wesentlich besser abgeleitet wird als mit anderen Kühlverfahren. Ein auf der Erde erprobter Laser lieferte eine Ausgangsleistung von 1,2 Watt. Das reicht aus, um Nachrichten über Tausende von Weltraumkilometern mittels des Laserstrahls zu übertragen.

Chemie - Fachartikel

T i t e l	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Struktur der Moleküle (1) und die VSEPR-Technik (2) sowie Theorie	Köhler	1 1	1 2	11 - 13 15 - 17
Valenzverbindungen der Edelgase	Reichardt	1	3	11 - 13
Mössbauereffekt und seine Bedeutung in der Chemie	Reichardt	1	4	11 - 14
Der Festkörper Glas und seine Struktur	(1) Prof. Vogel (2) Dr. Eckardt (3) (4) (5)	1 2 2 2 3	5/6 1 3 7 1	6 - 8 10 - 13 9 - 12 17 - 20 11 - 13
Der Mössbauereffekt und seine Bedeutung für die Chemie	Reichardt	1	5/6	9 - 11
Struktur von Edelgas- verbindungen	Köhler	2	1	20 - 22
Oxide des Kohlenstoffes	Köhler	2	2	15 - 17
Schwarz-Weiss-Fotografie	Hupfe	2 2	3 4	20 - 23 12 - 14
Warum sind Pflanzen grün ?	Mann	2	5	9 - 11
Stereochemie	Gottschalk	2	5	16 - 19
Mathematik in der Chemie	Fischer	2	5	20 - 21
Diamantsynthese	(1) Fischer (2)	2 2	6 7	12 - 13 11 - 12
"Ich würde es wieder tun"	Bergmann	2	8	4 - 6
Physikalische Anwendung des Mössbauereffektes	Reichardt	2	8	9 - 11
Was sind Orbitale ?	Köhler	2	9	15 - 19
Orbitale und Elektronen- dichte	Köhler	2	10	15 - 20
Farbfotografie	Schäfer	2	10	21 - 22
Komplexchemie	Nitschke	3	3	5 - 8

<u>T i t e l</u>	<u>Verfasser</u>	<u>Jhrg.</u>	<u>Heft</u>	<u>Seite</u>
Periodensystem der Elemente	Roeder	3	4	11 - 13
Stereochemie organ. Polymere	(1) Gellerich (2)	3	4	21 - 23
		3	5	27 - 30
Beschreibung der Zusammensetzung von Lösungen	Dürselen	3	4	25 - 28
Kraftstoffgewinnung	Mann	3	8	14 - 16
Ligandenfeldtheorie	Reichardt	3	9	21 - 23
Metallorganische Verbindungen	Reichardt	3	10	8 - 10
Seifen und Waschmittel	Mann	3	10	16 - 19
Periodensystem der Elemente	Gottschaldt	4	1	20 - 23
Geschichte der Chemie	Schorcht	4	2	15 - 18
Acetylen-Gewinnung und Reaktionsmöglichkeiten	(1) Kotte (2)	4	3	20 - 23
		4	4	15 - 18
Bohrsches Atommodell und Wasserstoffspektrum	Günther	4	3	25 - 28
Raman-Spektroskopie	Wächter	4	4	7 - 10
Einschlussverbindungen	Kotte	4	5	23 - 26
Otto-Kraftstoffe	Kotte	4	7	6 - 11
Forschungstätigkeit an der Sektion Chemie	Prof. Dunken	4	10	5 - 9
Kautschuk aus physikalischer Sicht	Lorenz	4	10	25 - 28
Interessantes vom Kohlenstoff	(1) Atrat (2)	5	1	24 - 29
		5	3	16 - 21
Methoden der analytischen Chemie	Dr. Fassler	5	4	10 - 18
Theoretische Grundlagen der Spektroskopie	Köhler	5	5	17 - 22
Infrarot-Spektroskopie	Pohle	5	6	14 - 20

T i t e l	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Das Lambert-Beersche-Gesetz (quant.chem. Analyse)	Lange / Bergmann	5	7	8 - 12
Chemische Thermodynamik	(1) Lich / Hüller (2) (3)	5	7	19 - 24
		6	2	21 - 28
		6	5	11 - 16
Elektronenspinresonanz	Schütz	5	8	23 - 27
Kernmagnetische Resonanz	Schütz	5	9	9 - 12
Bier - wissenschaft. betrachtet	Atrat	5	10	23 - 31
Verfahrenscheme an der Martin-Luther-Uni Halle	Karch	6	1	4 - 6
Moderne Analysenmethoden	Hüller	6	1	15 - 20
Molekularsiebe	Karch	6	3	17 - 20
Der Chemiker Clemens Winkler	Szabados / Dunch	6	3	29 - 31
Studentenaustausch: Jena - Minsk 1972	Hüller	6	4	9 - 10
Neue fotografische Materialien	Hüller	6	4	11 - 13
Chemie im Haushalt Plaste	Schenk	6	5	25 - 29
Beseitigung von SO ₂ aus Abgasen		6	6	18
Differentialthermoanalyse	Häfner	6	6	23 - 26
Chromatograf. Methoden in der Chemie	(1) Dennstedt (2)	6	7	5 - 9
		6	10	25 - 29
Kombinierter Einsatz moderner Methoden in der Chemie	(1) Dr. Wintruff (2)	6	8	8 - 11
		6	9	27 - 30
Brennstoffzellen - Energiequelle der Zukunft ?	Hüller	6	8	15 - 18

T i t e l	Verfasser	Jhrg.	Heft	Seite
Chemisierung - Aussterben der Tier- und Pflanzenwelt ?	Schubert	6	8	27 - 28
Radioaktive Isotope in der Chemie	(1) Michaelis (2) Hüller	6 6	9 10	7 - 9 29 - 31
Entwicklung auf dem Gebiet der Polymer- chemie	Atrat / Bergmann	7	1	13 - 16
Chemische Techno- logie	Kotte	7	2	13 - 17
Organische Polymere und ihre Synthese	Dr. Wolff	7	3	13 - 18
Thermostabile Poly- mere	(1) Wollweber (2)	7 7	3 5	7 - 9 7 - 10
Brennstoffverbrauch und Sauerstoff- vorrat	(1) Wulfson (SU) (2) (3)	7 7 7	4 5 6	28 - 31 28 - 31 28 - 31
Atomabsorptionsspektral- photometrie	Wennrich / Zoppen	7	5	18 - 20
Einfluss hoher Drücke auf Festkörper	(1) Hendrich (2)	7 7	6 7	7 - 10 28 - 31
Alle reden von Um- weltschutz - w a r u m ?	(1) Hüller (2)	7 7	6 8	13 - 16 25 - 29
Plasmachemie - ein neues Forschungs- gebiet	Lauterbach	7	8	13 - 18
UV-Absorptionsspekres- kopie	Rüttinger	7	9	9 - 13
Organ. photochrome Substanzen in der Polymerchemie	Graness	7	10	11 - 14
Schwarz-Weiss-Foto- grafie	(1) Tuchscherer (2) (3) (4)	7 7 7 7	4 5 6 7	13 - 13 21 - 24 24 - 27 28 - 31

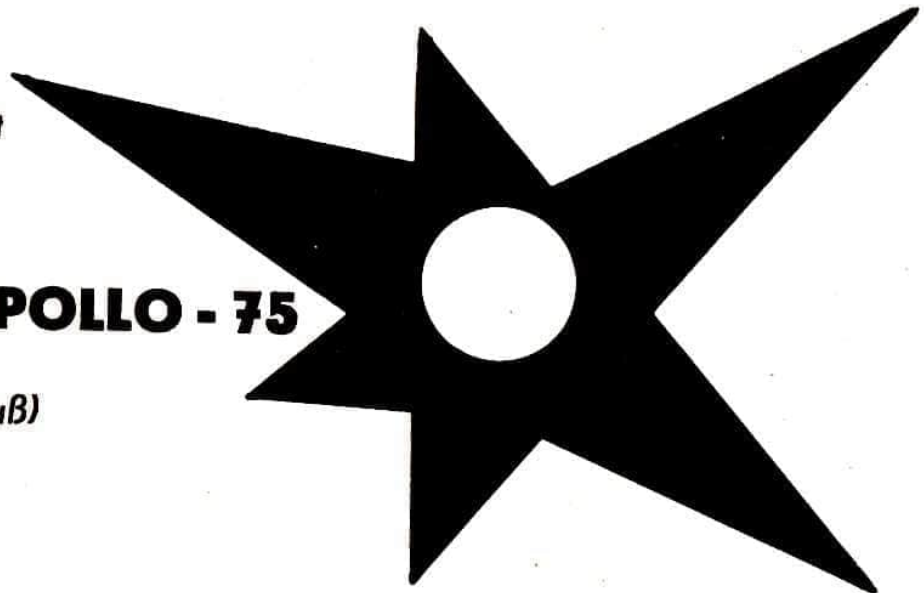
**Friedliche
Zusammenarbeit
im Kosmos**

SOJUS - APOLLO - 75

(Teil 2 und Schluß)

von R. Weber

Potsdam



Flugablauf

Am 15. 7. 1975 um 15.37 Uhr 13.37 Uhr MEZ steigt von Baikonur die erste Besatzung mit einem SOJUS-Raumschiff auf, während auf einer anderen Startrampe ein zweites Raumschiff mit der Ersatzmannschaft bereitsteht, falls es Komplikationen geben sollte. Das SOJUS-Raumschiff gelangt auf eine Umlaufbahn mit einem Apogäum von 269 km und einem Perigäum von 180 km Höhe. Die Bahnneigung beträgt dabei 51,6 Grad. Es werden Funkverbindungen mit Bodenstellen in der UdSSR und in den USA sowie mit Bahnverfolgungsschiffen bestehen. Bis zum Start des APOLLO-Raumschiffes werden die Bordsysteme überprüft und eventuelle Bahnkorrekturen vorgenommen. 7,5 Stunden nach dem Start in Baikonur geht in Cape Canaveral das erste von 5 Startfenstern auf. So wird das APOLLO-Raumschiff voraussichtlich um 21⁰⁰Uhr MEZ mit einer "Saturn-IB" von Cape Canaveral starten. Die Umlaufbahn hat ein Apogäum von 204 km und ein Perigäum von 184 km. Die Bahnneigung beträgt ebenfalls 51,6 Grad. APOLLO trennt sich von der Endstufe, wendet um 180 Grad, dockt wieder an die Endstufe an und zieht den Adapter heraus. Dann beginnt der Funkkontakt zwischen beiden Raumschiffen. Innerhalb von 48 h werden die Positionen gegenseitig angepeilt, die Raumschiffe auf neue Kurse gesteuert und in die Koppellage gebracht. Danach begibt sich SOJUS auf die geplante 230 km

hohe Bahn, in die APOLLO anschließend einschwenkt. Die Kopplung beginnt am Ende der 29. Umlaufzeit und ist am Anfang der 30. Umlaufzeit abgeschlossen (APOLLO-aktiver Partner). Nach der Verriegelung beider Raumschiffe betreten 2 Astronauten die Luftschleuse und steigen nach 25 minütiger Akklimatisierung in die Orbitalsektion des SOJUS-Raumschiffes um. Ein Astronaut kehrt mit einem sowjetischen Kosmonauten in das APOLLO-Raumschiff zurück. Bei diesem 48 stündigen Gemeinschaftsflug führen die Raumfahrer gemeinsam wissenschaftliche Experimente durch. Aus beiden Raumschiffen werden Fernsehübertragungen vorgenommen.

In Abänderung des ursprünglichen Flugprogramms, das nur eine Kopplung vorsah, finden nunmehr 1 Rendezvous und 2 Docking-Manöver statt. Nach Kopplung durch die Apollo-Astronauten (aktive Rolle) werden die beiden Raumschiffe wieder getrennt, und die Sojus-Kosmonauten übernehmen die aktive Rolle bei der weiteren Andockung.

Nach der Erfüllung des Hauptprogrammes trennen sich beide Raumschiffe am 19.7.1975 und setzen ihren Flug fort. SOJUS landet am 23.7.1975 auf dem sowjetischen Festland, wobei die Landegeschwindigkeit durch aerodynamische Bremsung, Fallschirme und Bremstriebwerke auf etwa 2m/s herabgesetzt wird. Nach der Trennung steigt das Apollo-Schiff zur "Skylab"-Station auf, die seit Februar 1974 in 438 km Höhe unbemannt um die Erde kreist. Die Wasserung erfolgt am 27. 7. 1975 im Stillen Ozean.

Vorgesehene Experimente

- biologische Untersuchungen des Austausches von Bakterien zwischen den Kosmonauten und den Astronauten und ihren Kabinenatmosphären sowie des Wachstums von Pilzen in der Schwerelosigkeit;
- astrophysikalische Beobachtungen der Sterne im kurzwelligen Bereich des Spektrums sowie die Bestimmung der Konzentration atomaren Sauerstoffs, Stickstoffs und anderer Gase in der Atmosphäre im UV-Strahlungsbereich;

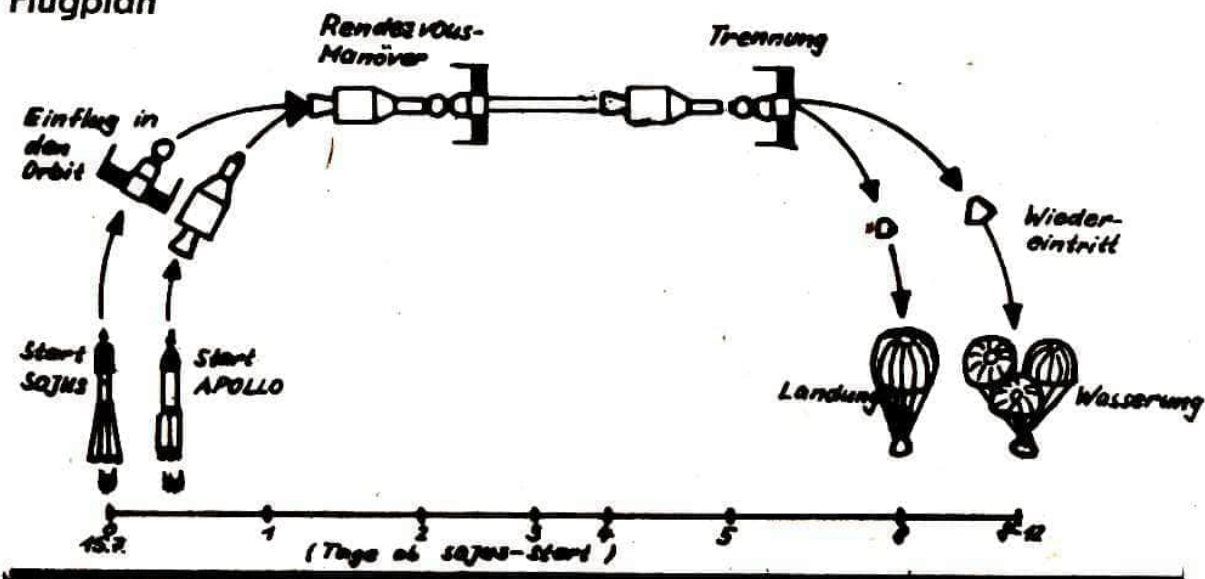
- technologische Versuche zur Schweißung verschiedener Metalle und zur Züchtung von Kristallen;
- geologische Erkundung von Bodenschätzen;

Aus der Vielzahl der vorgesehenen biologisch-medizinischen, technischen und technologischen Experimente wollen wir hier zwei näher vorstellen.

Elektrophorese - Experiment

Ein Experiment zur technologischen Nutzung des Weltraumes wird während des APOLLO-SOJUS-Fluges 1975 an Bord sein. Es wurde in der BRD konstruiert und ist eines von 18 wissenschaftlich-technischen Experimenten, das aus 145 Vorschlägen von der NASA ausgewählt wurde, seine Masse 17 kg . Bei der Elektrophorese handelt es sich um die Trennung von Teilchen durch elektrische Felder. Im vorliegenden Fall sollen biologische Stoffe, wie menschliches Blut und Knochenmarkzellen einer kontinuierlichen Trennung unterzogen werden. Durch die Schwerelosigkeit und die deshalb fehlende Sedimentation und Thermokonvektion ist ein 5-bis 10-fach besseres Ergebnis als auf der Erde zu erwarten. Das Verfahren der kontinuierlichen Elektrophorese wurde von Prof. Dr. Hanning vom Max-Planck-Institut für Biochemie bei München entwickelt.

Flugplan



Der Elektrophorese kommt besondere Bedeutung zu, da es das einzige Verfahren ist, biologisches Material gleicher Art nach Funktion zu trennen. Dies geschieht durch die Unterschiede des elektrischen Oberflächenpotentials. Es ist dadurch z.B. möglich, Impfstoffe in einer bisher nicht bekannten Reinheit herzustellen oder gesunde von kranken Zellen zu trennen (Krebsforschung).

Sonnenfinsternis - Experiment

Durch das SOJUS-APOLLO-Unternehmen wird eine künstliche Sonnenfinsternis erzeugt, die allerdings nur 2 Menschen beobachten können. Es sind die beiden sowjetischen Kosmonauten Leonow und Kubassow, wobei der Amerikaner Stafford den Zeitpunkt der künstlichen Sonnenfinsternis bestimmt. Nach der Kopplung der beiden Raumschiffe wird das APOLLO-Raumschiff der Sonne zugewandt. Danach lösen sich die Raumschiffe voneinander und APOLLO entfernt sich in Richtung der Sonne. Dabei verdeckt das amerikanische Raumschiff für das sowjetische Schiff für einige Zeit die Sonne, so wie das bei einer irdischen Sonnenfinsternis der Mond tut. Durch dieses Manöver können also Untersuchungen der Sonnenkorona von einem Standort vorgenommen werden, wo es keine störende Atmosphäre gibt. Die Beobachtungen werden von Film- und Fotokameras festgehalten.

Ein weiteres gemeinsames Experiment werden technologische Metallschmelzexperimente im Elektroofen sein.

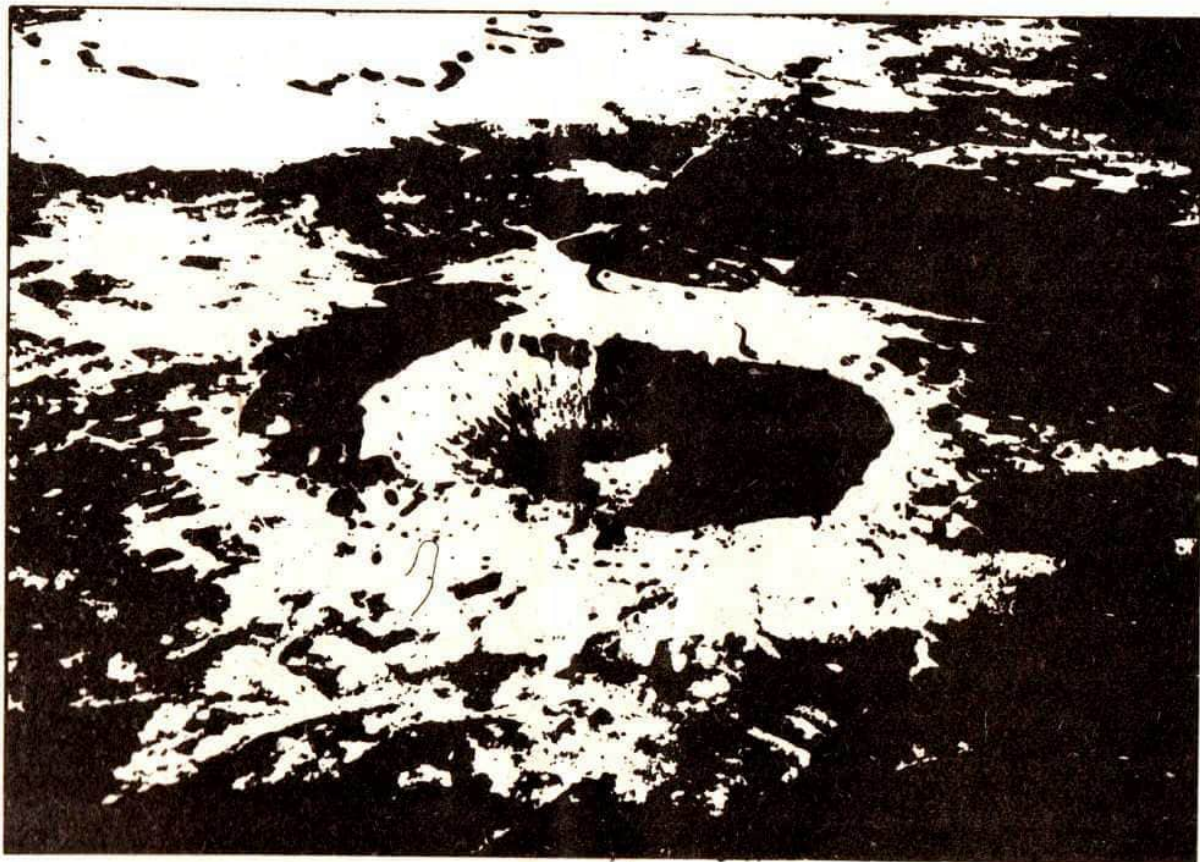
SOIUS 16 - Die Generalprobe

Vom 2. Dezember - 8. Dezember unternahmen Anatoli Filiptschenko und Nikolai Rukawischnikow einen Erprobungsflug mit SOJUS 16, das in seinem Aufbau weitgehend dem sowjetischen Kopplungsschiff für SOJUS-APOLLO'75 entsprach. Mittels spezieller Vorrichtungen wurde das neue Kopplungssystem in seiner Funktion unter Weltraumbedingungen erprobt und bewährte sich ausgezeichnet.

Gleichzeitig damit verlief die Erprobung der neuen Ortungs- und Steuerungssysteme. Außerdem wurde der Kabinendruck auf

520 Torr gesenkt und der Sauerstoffgehalt erhöht. Diese Maßnahme wird während des Umsteigens die Anpassung an die unterschiedlichen Kabinenatmosphären erleichtern.

Neben der erfolgreichen Erprobung der Raumschiffsysteme war der Flug von SOJUS 16 gleichzeitig ein Test für die Bodenstationen und Flugleitzentren. Manche Phasen des 1975 er Experiments wurden hier unter realen Flugbedingungen simuliert und dabei die Arbeit der Mitarbeiter der irdischen Leitzentren erprobt. Der erfolgreiche Abschluß der "Generalprobe" mit SOJUS 16 zeigt, daß sich die in der Vorbereitung des sowjetisch-amerikanischen Fluges bisher geleistete Arbeit ausgezahlt hat.



Meteoritenkrater in Arizona (USA)

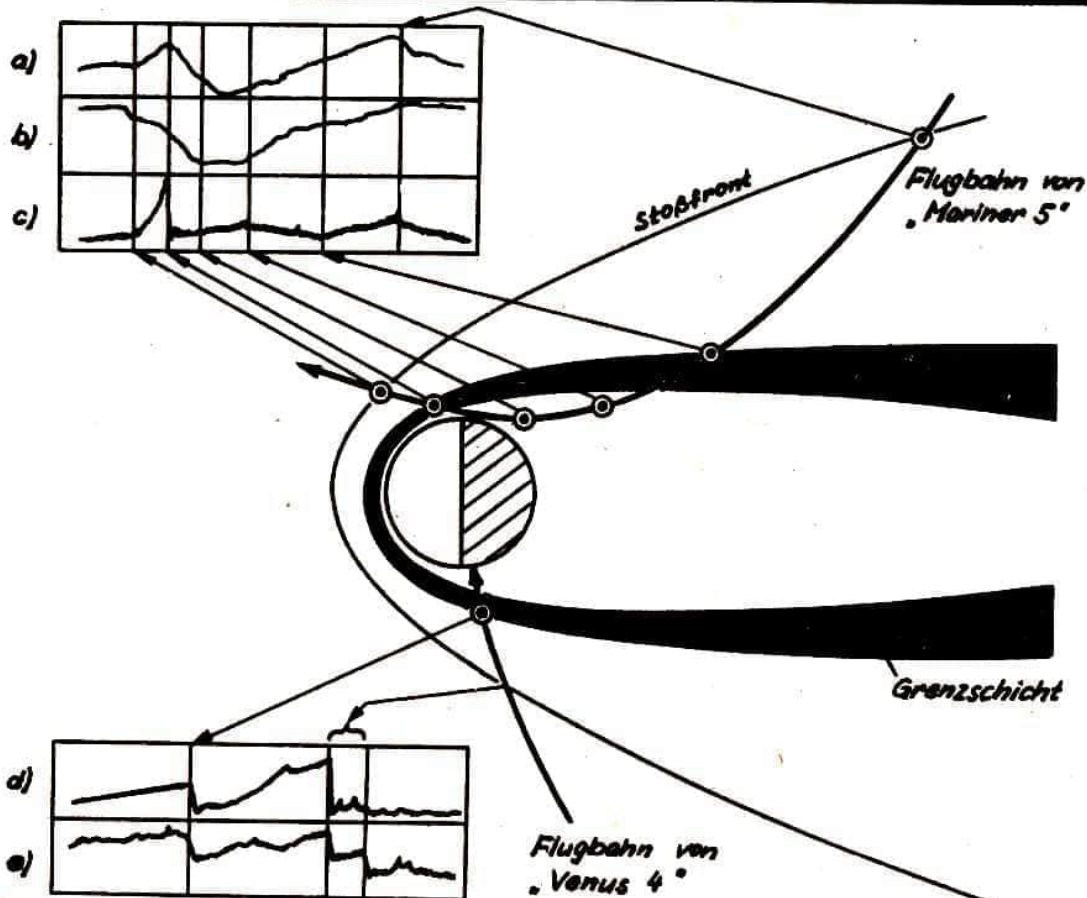
Die Magnetosphäre der Planeten

Mars und Venus

Teil 2: Venus

Bereits bei der Besprechung der Plasmahülle des Mars hatte sich gezeigt, daß das (wenn wirklich existierende) schwache Magnetfeld des Mars nur einen unbedeutenden Einfluß auf den Sonnenwind hat, der den Mars umströmt. Nach übereinstimmenden Meßwerten besitzt nun die Venus überhaupt kein wesentliches Magnetfeld.

1967 landete "Venus 4" als erster Raumflugkörper weich auf der Venus, und etwa zur gleichen Zeit flog die amerikanische Sonde "Mariner 5" dicht an diesem Planeten vorbei. Auf beiden Sonden installierte Geräte gaben mit ihren Meßwerten einen deutlichen Hinweis auf die Struktur der Plasmahülle unseres inneren Nachbarplaneten. Unsere Abbildung zeigt ein nach Meßwerten von "Venus 4" und "Mariner 5" gezeichnetes Schema dieser Plasmahülle.



Die Diagramme geben dabei den Verlauf verschiedener Meßgrößen wieder, wie er bei der Durchquerung der verschiedenen Schichten zustandekam. Es bedeuten:

a)-c) Meßwerte von
"Mariner 5"

d),e) Meßwerte von "Venus 4"

- a) Ionenkonzentration
- b) Ionengeschwindigkeit
- c) Magnetfeldstärke

- d) Dichte des Ionenstroms
- e) Magnetfeldstärke

Im Frühjahr flog wiederum eine Sonde dicht an der Venus vorbei, "Mariner 10". Aufgrund seiner eigentümlichen Flugbahn näherte sich "Mariner 10" der Venus "von hinten her". Dabei stellte man einen ungewöhnlich langen Plasmaschweif fest. So betrug die gemessene normale interplanetare Feldstärke $\approx 4\gamma$, während in 750 Venusradien Entfernung vom Planeten bis zu 12γ festgestellt wurden ($1\gamma \approx 10^{-9}$ T). Das bedeutet, daß sich der Plasmaschweif der Venus doppelt so weit in den Welt-raum erstreckt wie der irdische!

Interessant waren auch die Meßergebnisse bezüglich der Bugstoßwelle (Stoßfront) des Sonnenwindes, der die Venus umströmt. Kurz vor dem Durchtritt durch diese Stoßfront kam es zu einer langsamen Variation des Magnetfeldes (mit einer Frequenz $< 1\text{Hz}$) um relativ starke Beträge. Anschließend erhöhte sich die Variationsfrequenz beträchtlich, die Amplitude war jedoch wesentlich geringer. Insgesamt dauerte der Durchtritt etwa 2 Minuten. Vor dem Durchtritt durch die Stoßfront war die Zahl energiereicher Elektronen (mit Energien $> 100\text{ eV}$) auffallend gering, während ungewöhnlich viele "schwache" Elektronen registriert wurden. Nach dem Durchtritt kehrten sich diese Verhältnisse genau um.

Warum hat die Venus eine Stoßfront?

Die Frage nach den Ursachen dafür, daß sich vor der Venus eine Stoßwelle ausbildet, stellt sich zwangsläufig. Ein eigenes Magnetfeld der Venus konnte nicht nachgewiesen werden. Welcher Art ist also das Hindernis, das die Venus dem Sonnenwind bietet? Zwei Möglichkeiten werden dafür in Betracht

gezogen:

- 1) Das bewegte Sonnenwindplasma induziert in der Grenzschicht ein Magnetfeld, es bildet sich eine "Pseudo-Magnetosphäre" heraus.
- 2) Es erfolgt eine Wechselwirkung zwischen Sonnenwind und Planetengas nach dem Muster der Kometenschweife.

Welche der beiden Möglichkeiten in Betracht kommt, kann noch nicht entschieden werden. Gleichzeitig wird es Aufgabe künftiger geplanter Venussatelliten sein, die bisher gewonnenen Angaben zu präzisieren und unter anderen den Einfluß verschiedener Sonnenaktivitäten auf die Plasmahülle der Venus zu erforschen.

BUCHERMARKT



Was sind Quasiteilchen?

von N.I. Kaganow

Mit "Was sind Quasiteilchen?" von N.I. KAGANOW in der Reihe "Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek" der Teubner-Verlagsgesellschaft erschien für 4,90 ein interessantes Büchlein (108 Seiten), das durchaus auch den Untertitel "Einführung in die Quanten- und Festkörperphysik" tragen könnte. Es versucht eine Lücke in unserem Fachbücherangebot zu schließen, denn relativ leicht verständliche Einführungen in die Festkörperphysik sind noch große Mangelware.

Der Leser lernt zunächst einige elementare Grundlagen der Quantenphysik kennen, um diese sofort auf eines der wichtigsten Quasiteilchen, die Phononen, anzuwenden. Bereits im Vorwort wird der Leser darauf hingewiesen, daß von ihm Geduld und Wissensdurst verlangt wird. Diese Tugenden ma-

chen sich aber spätestens auf Seite 26 bezahlt, wenn man den Wärmetransport in einem Festkörper durch Phononen auf ganz andere (und einleuchtendere) Art als in der Oberschule erklärt bekommt. Wer dann noch etwas exakter über Metalle, Dielektrika und Halbleiter Bescheid wissen will, kommt ohne eine einzige Formel auf seine Kosten. Was die Festkörpereigenschaften betrifft, so geht der Inhalt des Büchleins weit über den normalen Oberschulstoff hinaus. Der Leser erfährt, was eigentlich noch alles Physik sein kann und heute bereits zu den Grundlagen vieler naturwissenschaftlich-technischer Disziplinen gehört (Chemie, Physik, Elektronik-Elektrotechnik, Werkstoffkunde usw.), so z.B. statistische Physik, Quantengase, Fermi-Gase, das Ohmsche Gesetz (aber nicht nur $U = R \cdot I$!), Hall-Effekt usw.

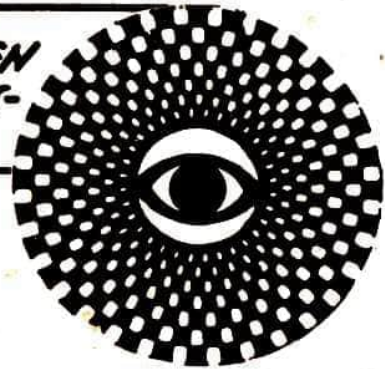
Wie gesagt, das Buch fordert dem Leser einiges ab, bildet aber eine ausgezeichnete Einführungs-Lektüre für alle zukünftigen Studenten, die mit Physik so nebenbei etwas zu tun haben. Ferner für alle interessierten Schüler der LOS, für Arbeitsgemeinschaften und Lehrer. Schade, daß praktische Anwendungsbeispiele etwas zu kurz kommen. Bemerkenswerterweise können die einzelnen Kapitel unabhängig voneinander gelesen werden.

wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes

Konservierender Wirkstoff

Die Haltbarkeit von Obst- und Beerensäften erhöht sich mindestens um ein Jahr, wenn man ihnen eine physiologisch wirksame Substanz zusetzt, die aus Walnüssen gewonnen wurde. Dabei bleiben die Geschmackseigenschaften voll erhalten. Neueste Untersuchungen ergaben, daß diese Substanz auch in einer Akazienart und in der Myrte vorhanden ist. Fachleute sind der Ansicht, daß dieser Wirkstoff künftig in zahlreichen Zweigen der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden kann.

DOKUMENTATION FÜR DEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND STAATS- BÜRGERKUNDE-UNTERRICHT



Die Wechselbeziehungen zwischen Grundlagen-
forschung, angewandter Wissenschaft und Praxis
(Teil 2 und Schluß)

(Aus „Wissenschaftliche Welt“, 4/1970,
leicht gekürzt)

Aus seltenen Erden hergestellte Halbleiter werden wegen winziger Verunreinigungen untauglich. Dennoch sind Gesetze, die nicht immer ganz exakt sind, von großer praktischer Bedeutung, selbst wenn sie manchmal zu fehlerhaften Theorien führen. Die Theorie fordert nämlich zu Experimenten heraus und organisiert sie, sie gibt der Praxis eine Leitidee. Ohne sie würden die zahlreichen Versuche, irgendein Problem mit Hilfe von trial and error praktisch zu lösen, den Bemühungen von Goldgräbern oder Alchimisten gleichen. Die Ergebnisse solcher Versuche türmen sich zu einem Berg von Informationen auf, und gewöhnlich ist es unmöglich, sie zu verarbeiten und aus ihnen vernünftige Schlußfolgerungen zu ziehen. Eine Theorie rückt alles auf den richtigen Platz. Entweder erweist sich die Theorie als richtig, und dann werden weitere, oft kostspielige Experimente überflüssig, oder die Tatsachen sprechen gegen die Theorie und geben uns selbst einen Fingerzeig, wie sie verändert werden müßte.

Dem wechselseitigen Einfluß von Grundlagenforschung und praktischen Aufgaben auf dem Gebiet von Medizin, Tierzucht und Pflanzenzüchtung sind schon viele Resultate zu verdanken, die sowohl für die Praxis als auch für die Wissenschaft wichtig sind. Zur Entwicklung der Grundlagenforschung und der angewandten Wissenschaften tragen heute in hohem Maße die Mathematik, deren theoretische Zweige und die Tatsache bei, daß es möglich ist, gewaltige Rechenaufgaben mit Hilfe rasch arbeitender elektronischer Rechanlagen zu bewältigen. Auf mathematisch-physikalischem Gebiet gibt es eine Menge von

Aufgaben, deren rechnerische Lösung von unmittelbar praktischer Bedeutung ist, z. B. eine zuverlässige Wettervorhersage mehrere Tage im voraus. Es ist heute anzunehmen, daß die Lösung solcher Aufgaben in allernächster Zukunft möglich sein wird. Die ganze Entwicklung der Kernphysik, der Quantenmechanik und anderer Gebiete der modernen Physik läuft parallel zu der des mathematischen Spezialapparats und der Methoden zur Lösung neuer Gleichungen.

Die Mathematik fand jedoch auf wissenschaftlichen Gebieten Anwendung, die auf den ersten Blick weit von ihr entfernt schienen. Kann man z. B. einen Informationsstrom quantitativ messen und daraus Hinweise für die Konstruktion neuer Kommunikationssysteme erlangen? Es zeigte sich, daß dies möglich ist, und dies zeitigt nützliche Ergebnisse für die Praxis. Kann man ökonomische Erscheinungen mathematisch untersuchen und ihre weitere Entwicklung voraussagen? Dies ist ebenfalls möglich, wenn man es nur versteht, die wirtschaftlichen Hauptfaktoren und ihren Zusammenhang herauszufinden. Die Planung der Arbeit von Betrieben wird ebenfalls schon recht erfolgreich mit Hilfe mathematischer Maschinen bewältigt.

Aber wir wollen zum Hauptthema, dem Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technik, zurückkehren. Es kann der Eindruck entstanden sein, als ob wir nicht ganz recht gehabt hätten, als wir eingangs auf die Praxisbeziehung ausnahmslos aller Wissenschaften hinwiesen. Solche Disziplinen wie die Erforschung der Musiktheorie oder der Mayasprache mit Hilfe von Computern haben nichts mit der Technik zu tun. Aber der Mensch lebt nicht von Brot allein, und für das geistige Leben des Menschen, für sein Streben nach Erkenntnis und Schönheit muß es Wissenschaften geben, die nicht unbedingt mit der Technik zusammenhängen. Außerdem ist allgemein bekannt, welchen Einfluß der Gefühlszustand des Menschen auf seine praktische Tätigkeit in der Produktion und im gesellschaftlichen Leben hat. Die technische Ästhetik und die Ingenieurpsychologie sind für das weitere Produktionswachstum und die Lösung neuer

technischer Probleme keineswegs bedeutungslos. Wir können anscheinend immer einen Zusammenhang zwischen einer beliebigen wissenschaftlichen Disziplin und dem Leben herstellen. Bei der Mathematik und den Naturwissenschaften - der Mechanik, der Physik, der Chemie oder der Biologie - können wir eine Wechselbeziehung zur Technik auf Schritt und Tritt feststellen. Aber gleichzeitig ist dieses Verhältnis durch eine Vielzahl verschiedener Besonderheiten gekennzeichnet. Manchmal vollzieht sich die Entwicklung der Technik sozusagen im Selbstlauf, ohne daß die unmittelbare Teilnahme der Wissenschaftler erforderlich scheint. Aber sobald der erste Mißerfolg auftritt (wenn etwas fehlschlägt oder wenn irgendein technologischer Prozeß einen unerwünschten Verlauf nimmt), kommt die Wissenschaft der Technik sofort zur Hilfe und erhält gleichzeitig Anregungen für die eigene Weiterentwicklung. Nach Überwindung der Schwierigkeiten ist der Ingenieur gewöhnlich nicht an den weiteren Forschungen der Wissenschaftler interessiert - bis die Technik wieder nicht weiterkommt. Man kann kaum genau vorhersagen, welches Forschungsgebiet in der überschaubaren Zukunft für die Technik nützlich und welches Forschungsgebiet praktisch wertlos sein wird. Ohne Zweifel haben diejenigen Ingenieure recht, die sich ablehnend verhalten, wenn einzelne Wissenschaftler, besonders solche mit einem mathematischen Apparat, ungebetene "Attacken" auf einzelne Fragen der Technik unternehmen und übereilte Schlüsse ziehen, ohne alle Besonderheiten der technologischen Prozesse zu berücksichtigen. Aber ebenso unrecht haben Ingenieure, die nicht danach streben, ihre praktischen Erfahrungen kritisch zu verallgemeinern, und nicht beharrlich nach Wegen zur Vervollkommnung und Revolutionierung der Technik mit Hilfe wissenschaftlicher Errungenschaften zu suchen.

Forschung auf Grenzgebieten

Jede Wissenschaft hat innere Entwicklungsgesetze, und es kommt nicht selten vor, daß wissenschaftliche Entdeckungen gemacht werden, lange bevor die Praxis sie benötigt. Das war z. B. der Fall bei Lobatschewskis Geometrie und bei Tschaplygins Theorie der Gasströmung im Überschallbereich.

In jeder Wissenschaft wie beispielsweise der Mathematik und Mechanik können bei mangelnder Verbindung mit der Praxis scholastische Tendenzen auftreten, die die Wissenschaft in die Sackgasse führen. Heute werden die interessantesten Forschungsergebnisse, die wichtige Auswirkungen auf die Praxis haben, auf Grenzgebieten erzielt, wo die Wissenschaften ineinander übergreifen, z. B. die Chemie und die Physik, die Mechanik und die Chemie oder die Chemie und die Biologie. Nur durch Komplexforschung auf Grenzgebieten können kompliziertere technische Probleme wie die Verringerung der Reibung und Abnutzung in Maschinen, die Reinigung und Auffrischung von Wasser und die direkte Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie erfolgreich gelöst werden.

Die Wissenschaft untersucht eigentlich nicht die Realität, sondern eine gewisse Abstraktion dieser Realität, ein Modell, das die Haupteigenschaften der Realität widerspiegelt.

Wie genau die-

ses Modell der Realität entspricht, das hängt von der Fähigkeit des Wissenschaftlers ab, die wesentlichen Charakteristika auszuwählen, sowie davon, welche Methoden und Mittel ihm für die Erforschung des Modells zur Verfügung stehen. Ein wissenschaftlich nicht begründetes Modell führt zur Pseudowissenschaft, zu einer gefährlichen Entartung, die das Vertrauen zwischen Ingenieuren und Wissenschaftlern untergräbt.

Wir erleben anscheinend gegenwärtig eine starke gegenseitige Durchdringung von Wissenschaft und Technik. Sie führt dazu, daß die alten Methoden, die von den Ingenieuren wie Rezepte angewendet und in langen, aufwendigen und bisweilen planlosen Experimenten gefunden wurden, überholt werden. Sie werden durch Methoden ersetzt, die auf einem wissenschaftlichen Verständnis der Erscheinungen beruhen. In der Wissenschaft wiederum werden phänomenologische Forschungsmethoden, die nicht die tatsächliche Struktur der Materie berücksichtigen, unaufhaltsam von der Forschung verdrängt, die den molekularen und atomaren Bereich erfaßt und sich des ganzen Arsenal der Theorie, der Meßmethoden der modernen Physik und der Rechenkapazität der heutigen Datenverarbeitungsanlagen bedient.



ERWIN SCHRÖDINGER (1887 - 1961)



Prof. Schrödinger hielt
1920 eine Vorlesung an dem
Physikalischen Institut der
Universität Jena





impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

Heft

8

impuls 68



MONATSSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

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

Amt. Chefredakteur: Dr. F. Welsch

Redaktion: G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. B. Schubert (Botanik)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Astron., Fotograf., Gestaltung)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M. Jahresabonnement 4,- M.

INHALT:

Hologramminterferometrie	3
Elektrofotografie	9
Alle reden vom Umweltschutz – wir auch! (1)	15
impuls-LEXIKON	21
Neue Ergebnisse der Planetenforschung	23
Büchermarkt	26
DOKUMENTATION	28

P. Seidel
Sektion Physik
Diplomand

Hologramminterferometrie

An unserer Sektion sind Jugendobjekte zu einer Tradition im sozialistischen Wettbewerb geworden. An Studenten des 3. bis 5. Studienjahres werden diese Aufgaben im Rahmen des Fortgeschrittenenpraktikums, des Industriepraktikums oder mit einzelnen Diplomarbeiten vergeben. Diese Aufgaben stellen einerseits erhöhte Anforderungen an die Studenten, um den wissenschaftlichen Studentenwettbewerb zu fördern und sind andererseits wichtige Vorhaben aus Lehre und Forschung. Die Ergebnisse der Jugendobjekte der Studenten, jungen Wissenschaftler und Lehrlinge werden auf den Leistungsschauen der Sektion und Universität oder der MMM vorgestellt und abgerechnet.

Jugendobjekt „Hologramminterferometrie“

Eines dieser Jugendobjekte, das im Frühjahr 1974 entstand, soll hier vorgestellt werden. Im Rahmen des Industriepraktikums des 3. Studienjahres wurde an 4 Studenten und einen Jungfacharbeiter das Jugendobjekt "Hologramminterferometrie" übergeben. Es ging hierbei um den Aufbau eines neuen Praktikumsversuches für das Fortgeschrittenenpraktikum der Sektion. Zunächst begann das Literaturstudium einerseits und die Vorbereitung der notwendigen Geräte und Aufbauten. Alle benötigten Teile wurden konstruiert und angefertigt bzw. auf vorhandene Geräte zurückgegriffen. Der Laser wurde verbessert und ein relativ schwingungsfreies Fundament geschaffen. Einen Eindruck vermittelt die Abb. 1, die während der Justierungsarbeiten entstand.



Abb. 1

Nach der Fertigstellung der Anlage liefen Versuchsserien, die zur Beseitigung der Mängel, zur Festlegung der späteren Versuchsaufgaben und der Überprüfung dienten. Termingerecht konnte die Anlage übergeben werden und wird seit dieser Zeit voll eingesetzt. Ein Teil der Anlage war auch auf der MMM des Bezirkes Gera ausgestellt und fand dort großen Anklang.

Was ist Holografie?

Die Holografie ist ein Verfahren, das es gestattet, echt dreidimensionale Bilder aufzunehmen (Näheres siehe Impuls, Heft 4-6, 2. Jg.). Dabei ist das Grundprinzip, daß kohärentes Laserlicht in zwei Anteile zerlegt wird und auf verschiedenen, aber nahezu gleichlangen Wegen auf eine Fotoplatte gelangt und die Überlagerung beider Anteile dort aufgezeichnet wird. Die Wegdifferenz muß kleiner als die sogenannte "Kohärenzlänge" sein, damit es zur Interferenz beider Lichtwellen kommt. Einen möglichst einfachen Aufbau zur Auf-

nahme von Hologrammen zeigt Abb. 2.

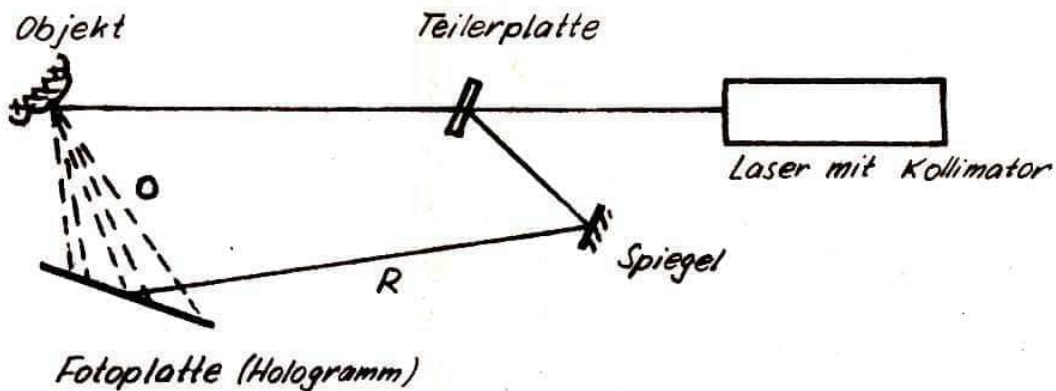


Abb. 2

Die auf der Fotoplatte eingespeicherte Struktur entsteht also durch Überlagerung einer ungestörten Lichtwelle (Referenzstrahl R) mit dem Licht, das vom Objekt reflektiert und gestreut wird (Objektwelle O). Da es sich um kohärentes Licht handelt, kommt es zur Interferenz, d. h. zur Wellenüberlagerung mit teilweiser Verstärkung oder Auslöschung. Diese entstehende Interferenzfigur, die auf der Fotoplatte aufgezeichnet



Abb. 3

wird, sieht keineswegs aus wie ein gewöhnliches Negativ der Fotografie, sondern ist ein moduliertes Strichgitter, welches sehr feine Strukturen aufweist. Die Abb. 3 zeigt eine stark schematische Darstellung der Schwärzung der Fotoplatte, auf der ein Hologramm festgehalten ist, unter dem Mikroskop.

Doch wie erhält man hieraus jetzt ein Bild des früheren Objektes? Ganz einfach! Man setzt diese entwickelte Fotoplatte (Hologramm), also das modulierte Strichgitter, wieder in den Strahlengang und bestrahlt es mit der Referenzwelle. Durch Beugung an diesem Gitter wird die früher vorhandene Objektwelle rekonstruiert und man sieht, wenn man durch die Fotoplatte hindurchschaut, das Bild des Objektes.

Da dieses Verfahren auf Wellenüberlagerung beruht, geht die Phaseninformation, die durch die verschieden langen Lichtwege von jedem Objektpunkt auftritt, nicht verloren. Das entstehende Bild ist also echt dreidimensional! Man kann das deutlich beobachten, wenn man sich dieses Bild unter verschiedenen Blickwinkeln anschaut.

Was ist nun „Hologramminterferometrie“?

Fast genauso verläuft der Vorgang zur Gewinnung von Hologramminterferogrammen. Dabei unterscheidet man zwei Verfahren.

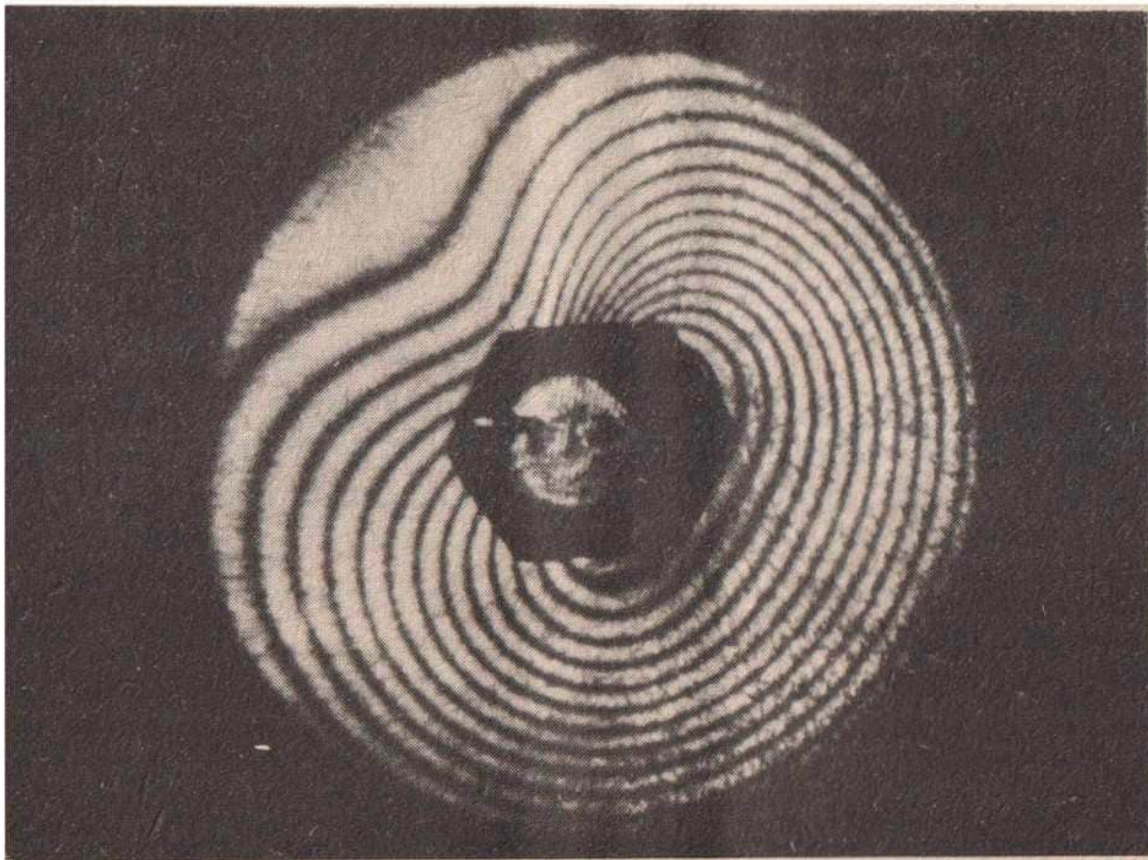


Abb. 4

Beim sogenannten Doppelbelichtungsverfahren wird ein Hologramm auf der Fotoplatte gespeichert, aber dann diese Platte noch nicht entwickelt, sondern nach einiger Zeit, in der eine sehr kleine Veränderung des Objektes vor sich gegangen ist, wird noch ein zweites Hologramm des Objektes auf derselben Fotoplatte aufgenommen. Die danach entwickelte Foto-

platte enthält gleichzeitig die Information über zwei Bilder des Objektes, die sich unmerklich unterscheiden. Bei der Rekonstruktion entstehen also zwei Bilder, welche sich überlagern. Dabei kommt es infolge der Ungleichheit der Bilder zu Interferenzen, die Aufschluß darüber geben, wie sich das Objekt verändert hat. Ein Beispiel dafür zeigt Abb. 4.

Hier wurde eine Blechbüchse, die mit Hilfe einer Schraube verspannt werden konnte, aufgenommen. Die zu sehenden Streifen sind Minima der Interferenz beider Bilder des Objektes, die dadurch entstehen, daß zwischen den Punkten des unveränderten und des veränderten Objektes gerade eine Wegdifferenz von $\lambda/2$ auftritt (λ ist die Wellenlänge und liegt bei ca. 600 nm). Daran kann man sehen, daß die Veränderungen, die man mit diesem Verfahren nachweisen kann, sehr klein sind. Man sieht an unserem Beispiel, daß die Schraube unmerklich angezogen wurde und sich dabei die ganze Büchse sehr schwach durchgebogen hat. Diese Durchbiegung erfolgte ungleichmäßig, da an der einen Ecke die Deformation viel stärker ist. Es ist zu vermuten, daß die Schraube leicht verkantet auf die Oberfläche drückt.

Das zweite Verfahren ist die sogenannte real-time-Hologramminterferometrie. Dabei wird ein Hologramm des Objektes aufgenommen und die entwickelte Fotoplatte wieder in den Aufnahmeaufbau eingesetzt. Bild und noch vorhandenes Objekt befinden sich an derselben Stelle und werden genau übereinjustiert, so daß sie vollkommen zusammenfallen. Verändert sich jetzt das Objekt durch irgendwelche Einflüsse, so unterscheiden sich die beiden Lichtwellenfelder und es kommt zu Interferenzen entsprechend der Deformation. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß man ständige Veränderungen beobachten kann und diese im einzelnen fotografisch oder auf Film festhalten kann. Beispielsweise sind Wachstumsprozesse von Pflanzen, Längenveränderungen von Werkstücken infolge Temperaturveränderung oder kleine Verschiebungen durch mechanische Einflüsse damit ständig zu verfolgen. Die Schwierigkeit besteht bei diesem Verfahren

allerdings in der genauen Übereinanderjustierung von Objekt und Bild.

Anwendungsmöglichkeiten der Hologramminterferometrie

An den einfachen Beispielen kann man schon erkennen, wie wichtig diese Verfahren sind. Sehr kleine Deformationen von Werkstücken oder anderen Objekten infolge Druck- und Temperaturschwankungen oder Bewegungen sind nachweisbar. Dies kann unter anderem auch bei der Gütekontrolle ausgenutzt werden. Interessant ist die Möglichkeit von Testversuchen an Modellen z. B. von Brücken, um festzustellen, wo die Stellen der stärksten Belastung und Verformung auftreten. Um schon Studenten mit den Grundlagen dieses Verfahrens vertraut zu machen wurde durch das Jugendobjekt "Hologramminterferometrie" die Anlage geschaffen, wie sie Abb. 5 zeigt.

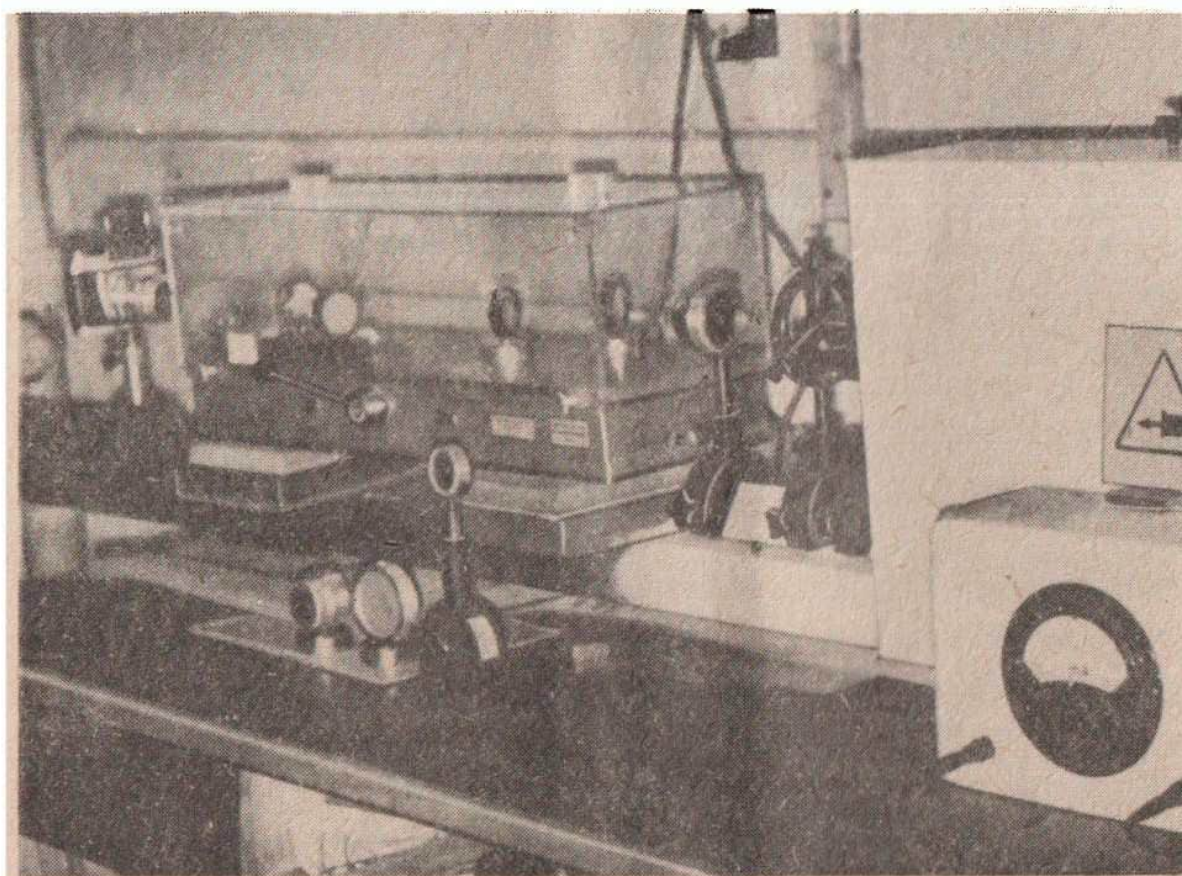


Abb. 5

K. Tauer
Sektion Chemie
Forschungsstudent

Elektrofotografie

Einleitung

Die bekanntesten und am meisten genutzten Kopier- und Vervielfältigungsverfahren (die Fotografie, das Oszilid-Verfahren und die Thermografie) beruhen auf licht- bzw. wärmetechnischen Prozessen.

Dagegen beruht die Elektrofotografie (oder Xerografie) auf lichtelektrischen und elektrostatischen Vorgängen. Tragende Substanz dieses Verfahrens ist ein Fotoleiter.

Fotoleiter sind Substanzen, die bei Bestrahlung mit Licht entsprechender Wellenlänge eine höhere elektrische Leitfähigkeit besitzen als ohne Bestrahlung. Der Fotostrom ergibt sich somit als Differenz des Stromes bei Belichtung und im Dunkeln:

$$I_F = I_{\text{Belichtet}} - I_{\text{Dunkel}}$$

Bis jetzt werden in der Elektrofotografie Fotoleiter wie Selen, Zinkoxid-Papier und polymere organische Fotoleiter mit bestimmter Struktur technisch genutzt (technische Anwendung und erste kommerzielle Geräte seit den 50er Jahren).

Der elektrofotografische Prozeß

Die technologische Verwendung der fotoleitenden Materialien in elektrofotografischen Kopiermaschinen erfolgt in zweierlei Weise, die sich nach der Natur des jeweiligen Fotoleiters richtet.

Entweder werden TROMMELN mit einer amorphen SELENSCHICHT oder PLATTEN mit ZINKOXID-PAPIER bzw. organischen Fotoleitern

verwendet. Jedoch sind bei beiden Systemen die zum Kopieren notwendigen Schritte dieselben. Der Einfachheit halber sollen sie am Beispiel des Zinkoxid-Papiers in ihrem äußeren Erscheinungsbild erläutert werden.

Aufbau des elektrofotografischen Regimes

Die entsprechende Fotoleiterschicht, z. B. Zinkoxid (ZnO) und ein Bindemittel, wird auf einen elektrisch leitenden Träger (leitfähiges Papier oder Metallplatte) aufgebracht und dieser wird über eine zweite Metallplatte geerdet (siehe Abb. 1).

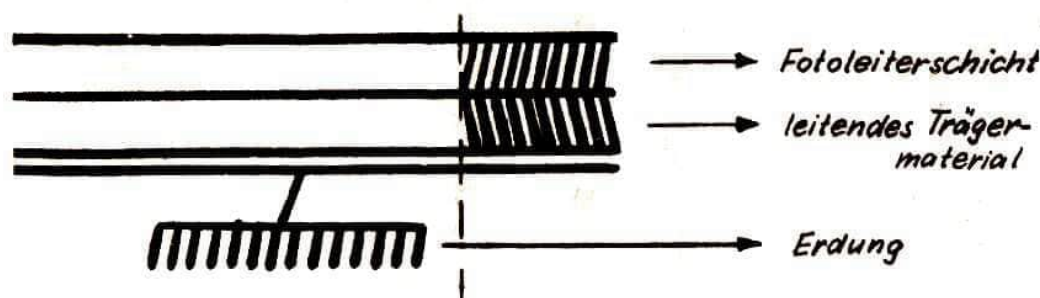


Abb. 1 Aufbau des elektrofotografischen Regimes

Die Aufladung der Schicht

Die Voraussetzung für das Fließen eines Stromes - auch eines Fotostromes - ist das Vorhandensein einer Spannung, d. h. das Vorliegen räumlich getrennter Ladungen. Natürlich muß bei der Elektrofotografie die Erzeugung der räumlich getrennten Ladungen im Dunkeln erfolgen, da beim Arbeiten unter Lichteinwirkung sofort ein Fotostrom fließen und zum Ladungsausgleich führen würde.

Die Aufladung der Schicht erfolgt mittels einer Corona- oder Funkenentladung auf eine optimale Spannung von einigen Hundert Volt. Durch diese Aufladung wird ein Kondensator erzeugt, der einen hohen Dunkelwiderstand besitzt.

Das Vorzeichen der Aufladung hängt hierbei von der betreffenden Fotoleiterschicht ab. So wird eine Selenschicht bevorzugt positiv und eine ZnO -Schicht bevorzugt negativ aufgeladen. (siehe Abb. 2)

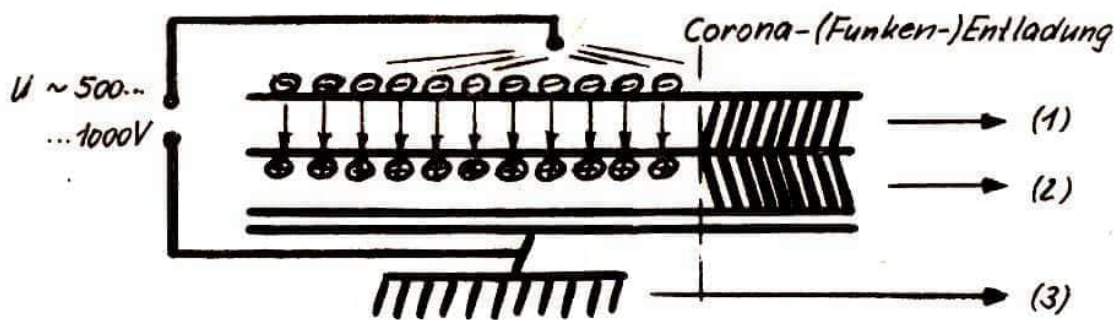


Abb. 2 Darstellung der Ladungsverteilung und des Feldlinienverlaufes ($\downarrow$) während der Aufladung

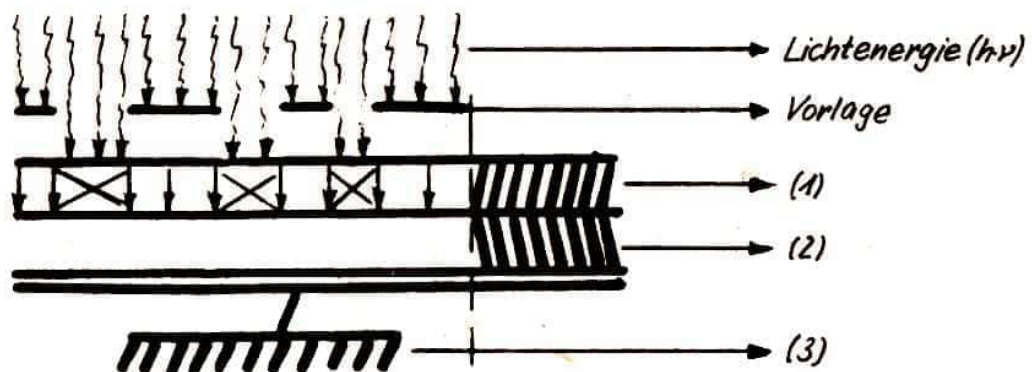


Abb. 3 Darstellung des Feldlinienverlaufes ($\downarrow$) beim Belichten (x - an diesen Stellen fließen die Ladungen beim Belichten ab)

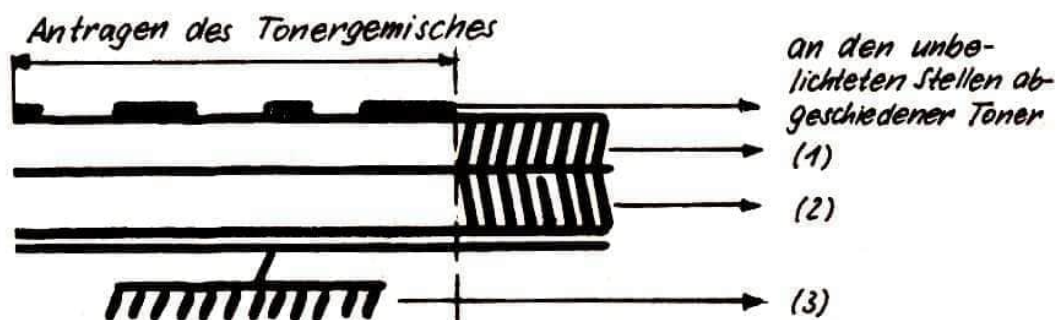


Abb. 4 Entwicklung des latenten elektrischen Bildes

Die Belichtung der Schicht

Die Belichtung oder das Exponieren erfolgt durch Bestrahlen mit Licht entsprechender Wellenlänge und genügender Intensität durch eine Vorlage hindurch oder mittels Projektion auf die elektrisch aufgeladene Schicht. An den vom Licht getroffenen Stellen des Fotoleiters fließen nun die Ladungen

ab. Es kommt zur Herausbildung einer naturgetreuen Wiedergabe des Urbildes in Form eines unsichtbaren elektrostatischen Bildes. An den unbelichteten Stellen bleiben die Ladungen auf Grund des hohen Dunkelwiderstandes des Fotoleiters weitestgehend erhalten. (siehe Abb. 3)

Die Entwicklung des Bildes

Die nun folgende Sichtbarmachung oder Betonerung des latenten elektrischen Bildes erfolgt im Dunkeln durch Zugabe eines Toners, der aus einem geeigneten Pulvergemisch (z. B. Eisenfeilspäne als Träger und einem Ruß-Kunstharzgemisch) besteht oder aus einem in einem hochisolierenden Lösungsmittel dispergierten Pulver zusammengesetzt sein kann. Dieser Toner wird mittels eines Walzen- oder Kaskadiersystems an die Schicht getragen. Durch Bewegung und innere Reibung werden im Falle von ZnO als Fotoleiter die im Pulvergemisch befindlichen Rußteilchen positiv und die Eisenfeilspäne negativ aufgeladen (triboelektrischer Effekt). Die positiven Rußteilchen werden dabei durch das an den unbelichtet gebliebenen Stellen befindliche Feld der Fotoleiterschicht, das gegebenenfalls durch eine Hilfselektrode verstärkt wird, fest angezogen. (siehe Abb. 4)

Die Fixierung und Übertragung des Bildes

Die Fixierung erfolgt bei Verwendung eines Tonerpulvergemisches durch Anschmelzen der Rußschicht an die Oberfläche mittels eines Infrarotbrenners. Im Falle einer Tonerdispersion wird das Bild durch Verdampfen des Lösungsmittels fixiert.

Aus ökonomischen Gründen ist es natürlich ratsam, die Fotoleiterschicht mehrfach zu verwenden. Dies erreicht man durch Einschleiben einer weiteren Stufe hinter der Belichtung der Schicht oder der Bildentwicklung.

Dabei wird das latente elektrische Bild oder das bereits mit

Toner bedeckte durch eine Hilfselektrode, deren Potential entgegengesetzt dem der Schicht ist, auf ein normales Papier übertragen und anschließend fixiert.

Schlußbemerkungen und Entwicklungsrichtungen

Auf die dargestellte Art und Weise erhält man eine "Elektrofotografie", die ein naturgetreues Abbild des Urbildes ist, ohne die häufig lästigen naßtechnischen Prozesse der Fotografie oder das Arbeiten mit gasförmigen Chemikalien wie beim Oszilid-Verfahren.

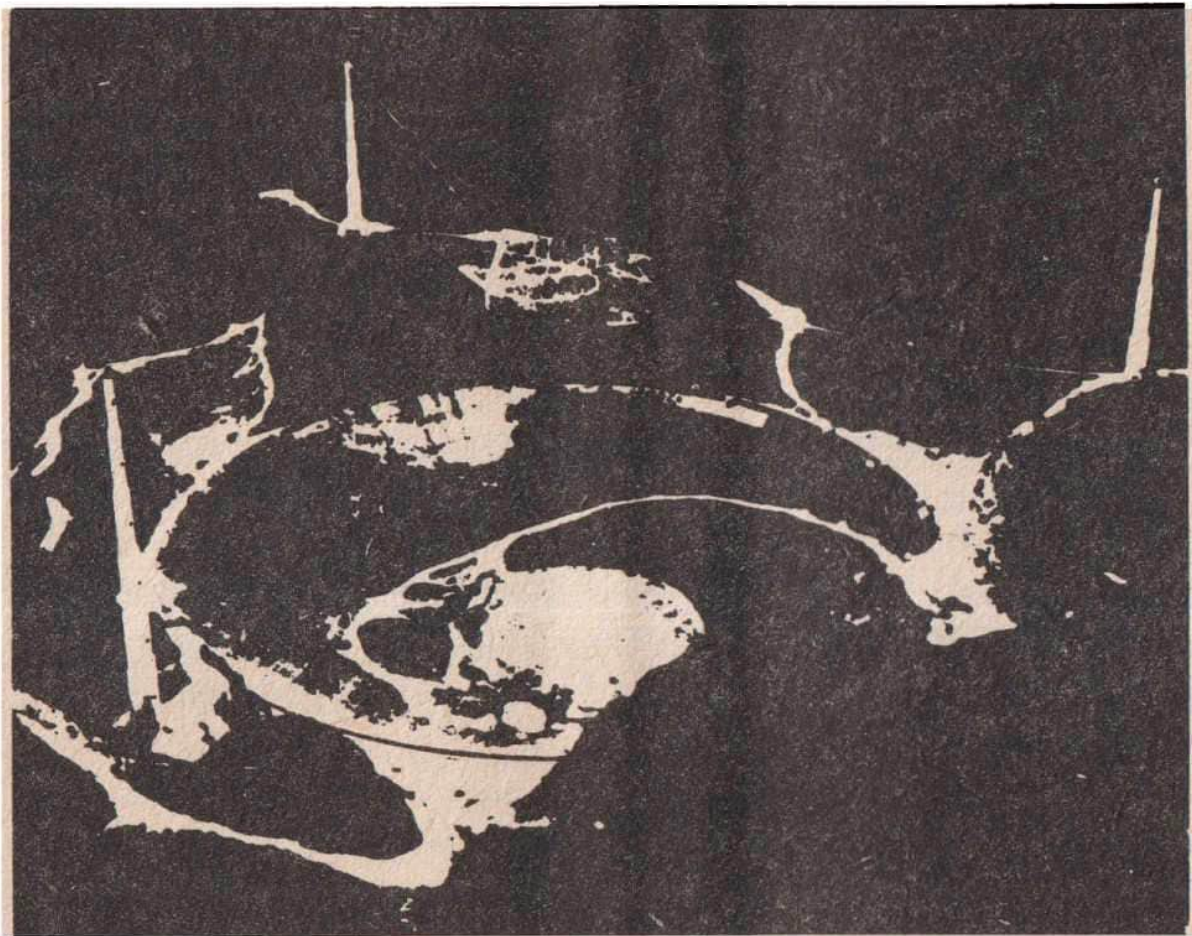
Der z. T. beste Fotoleiter, der auch in der Elektrofotografie seine technische Nutzung findet, ist das Selen. Selbst tausendfache Wiederholung der Kopierzyklen führt zu keinen Ermüdungserscheinungen - im Gegensatz zu ZnO-Papier, bei dem sich nach wenigen Zyklen eine starke Abnahme der Aufladung bemerkbar macht.

Selen ist aber relativ teuer, und aus diesem Grund ist man weltweit bemüht, neuartige Fotoleiter zu entwickeln, die billiger sind und ähnlich gute Eigenschaften in der Elektrofotografie aufweisen wie das Selen. Erste Erfolge wurden dabei bei der Verwendung von organischen polymeren Fotoleitern bestimmter Strukturen erzielt (z. B. Poly-N-Vinylcarbazol mit geeigneten Zusätzen).

Abschließend sollen noch einige Anforderungen genannt werden, die fotoleitende Schichten aufweisen müssen, wenn sie in der Elektrofotografie mit Selen konkurrieren wollen:

1. hohe elektrofotografische Empfindlichkeit, d. h. schnelles Abfließen der Ladungen bei Belichtung
2. Empfindlichkeit über einen großen spektralen Bereich des eingestrahltten Lichtes $\Rightarrow$ Möglichkeit der Wiedergabe aller Farben
3. Möglichst niedrige Restspannung nach dem Belichten (keine Tonerpartikel sollen an belichteten Stellen haften)
4. Schichten sollen sich hoch aufladen lassen $\Rightarrow$ hoher Kontrast

5. Aufladung soll im Dunkeln nur langsam abfließen
6. Das Material soll in den genannten Eigenschaften isotrop sein
7. Bei Kopiergeräten geringe Ermüdung der Schichten
8. gute mechanische Eigenschaften der Schichten (Homogenität, konstante Schichtdicken, mechanische Festigkeit)



Das größte festmontierte Radioteleskop der Erde (Durchmesser 305 m) in einem Talkessel in Arecibo (Puerto Rico).



Man darf die Menschen nicht danach beurteilen, was sie nicht wissen, sondern danach, was sie wissen und wie sie es wissen.

VAUVENARGUES

Wie immer: ein Vorwort

Zwei Fragen sind zunächst berechtigt, ehe wir zum eigentlichen Thema kommen: Warum bringt "Impuls 68" (schon wieder) etwas über den Umweltschutz und ist das Thema z. Z. wirklich so wichtig? (Drastischer ausgedrückt: Steht uns das umweltverschmutzte Wasser bereits bis zum Halse?).

"Impuls 68" möchte den Schulunterricht unterstützen, folglich soll der Umweltschutz nicht allgemein, sondern aus der Sicht eines bestimmten Wissenschaftsgebietes, der Physik, betrachtet werden. Es ergibt sich die Möglichkeit, die Physik an einem Beispiel anwendungsbezogen darzustellen.

Die zweite Frage läßt sich kurz so beantworten: Es ist noch nicht zu spät!

Probleme der Menschheit

Probleme hatte die Menschheit schon seit eh und je. Gegenwärtig ist sicherlich die Erhaltung des Friedens das Problem Nr. 1 auf der Erde. Wir alle wissen, daß dieses Problem die sozialistischen Länder z. B. eine Stange Geld kostet, die sie liebend gern für andere Dinge einsetzen würden. Die gesellschaftlichen Zusammenhänge sind uns bekannt.

Welche grundlegenden Probleme folgen dann? Sicherlich läßt sich dazu keine Rangfolge angeben, daher nur einige Schwerpunkte:

- die Sicherung der Ernährungsgrundlage für die gesamte Bevölkerung der Erde
- die Sicherung des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes zum Wohle der Menschheit, u. a. mit den Teilproblemen: Energie, Rohstoffe und Ernährung (s. o.)

- die Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution, u. a. mit den Teilproblemen: rationelle Informationsgewinnung, Speicherung und Verarbeitung

Bei allen Problemen haben Physiker ein maßgebliches Wort mitzusprechen und - über allen "droht" das Damoklesschwert Umweltschutz- Schutz vor Lärm, Abgasen, Wärme, Chemikalien, Abfallprodukten usw. Je schneller die Industrieproduktion steigt, desto schneller wachsen auch die Probleme. Nehmen wir nur die Energie in ihren verschiedensten Formen als Beispiel. Aus dem Schulunterricht wissen wir, daß der Wirkungsgrad ein Maß für die Rentabilität einer Energieerzeugungsanlage ist. (Testfrage: Wie nennt man eine Maschine mit dem Wirkungsgrad 1?). Der Wirkungsgrad liegt im Schnitt bei 15 - 20 %. Ein Großteil der Energieträger (Kohle, Öl, Wasser) wird unrationell genutzt, außerdem geht ein beträchtlicher Teil der umgesetzten Energie als Wärmeenergie nutzlos verloren. Viele Wissenschaftler sehen daher für das Jahr 2000 nicht schwarz, sondern "warm" (wenn man das könnte). Das Problem, für die Zukunft formuliert, kann durchaus heißen: Woher mit der erforderlichen Energie und wohin mit der überschüssigen (besser: unrationell erzeugten) Energie? Spätestens bei der Beantwortung dieser Frage geht es ohne Physik nicht mehr (und am Anfang steht die "Schulphysik"!).

Wenn wir also vom Umweltschutz aus der Sicht der Physik sprechen wollen, müssen wir zwangsläufig bei der Energie anfangen und aufhören.

Die Energievorräte der Erde

Eine nüchterne Bilanz besagt, daß im Weltmaßstab gegenwärtig Energie aus fossilen Brennstoffen zu

	39 % aus Kohle
	44 % aus Erdöl und
	17 % aus Erdgas gewonnen wird.

Aber (!), bei dem gegenwärtigen Verbrauchsrhythmus sind im Jahre 2000 (laut einer UNO-Studie) bereits 87 % der Erdöl- und 73 % der Erdgasvorkommen (der vorhandenen und noch ge-

geschätzten), bei der Kohle jedoch lediglich 2 % (!) verbraucht. Die bekannten Vorräte an Erdöl sind lokal unterschiedlich verbraucht, wie folgende Übersicht zeigt.

Nordamerika	Erschöpfung in 10 Jahren
Lateinamerika	Erschöpfung in 17 Jahren
Mittlerer Osten	Erschöpfung in 61 Jahren
Soz. Länder, insbesondere SU	Erschöpfung in 30 - 40 Jahren

Auch eine weitere Bilanz könnte zunächst erschreckend wirken. Nimmt man den durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie im Weltmaßstab mit 2 t SKE/Jahr (Steinkohleneinheit) an, so verbrauchen hochindustrialisierte Länder 3-6 mal soviel. Bei einem Bevölkerungswachstum bis zum Jahre 2000 auf 20 Milliarden reichen die Vorkommen aus fossilen Energiereserven noch 35-45 Jahre (die hochindustrialisierten Länder als Maß genommen, bezogen auf 20 Milliarden Bewohner). Wird es also im Jahre 2010 bei uns "zappenduster"?

Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir zunächst nochmals auf die Kohle zurückkommen. Die meisten Schätzungen berücksichtigen z. Z. Kohlevorkommen bis zu einer Tiefe von rund 900 m. (Schätzung 1965 z. B: 2320 Mrd. t Steinkohle, wovon von 1960 bis 1999 435 Mrd. t verbraucht werden.)

Neueste Schätzungen, die größere Tiefen mit berücksichtigen, sehen schon wesentlich günstiger aus:

|| etwa 7 Billionen t Steinkohle und
|| 2 Billionen t Braunkohle.

Das läßt nun folgenden Schluß zu:

Wenn erhöhte Förderkosten für Kohle (analog auch für Gas und Öl) in Kauf genommen werden und alle bekannten und vermuteten Vorkommen Berücksichtigung finden, ferner ökonomischere Energieerzeugungsverfahren auf der Basis Kohle zum Einsatz kommen, reichen die Vorräte global für das nächste Jahrhundert. Diese Feststellung wollen wir vorerst gut registrieren, wir haben den Umweltschutz ja noch nicht angesprochen und kommen beim steigenden CO₂-Gehalt der Atmosphäre darauf zurück.

Kernenergiegetriebene Kohlenkraftwerke?

Ehe auf eigentliche Umweltprobleme eingegangen werden kann, soll ein Problem vorweg genommen werden - die Beseitigung unnützer Wärmemengen bei der Erzeugung von Elektroenergie. Besonders Kernkraftwerke verschmutzen die Umwelt thermisch sehr stark. Wohin mit der Abwärme? Meist werden die Kernkraftwerke aus Sicherheitsgründen nicht in die Bevölkerungszentren gebaut. Der Transport von Warmwasser oder Dampf würde somit kostspielig werden. Gegenwärtig wird die Möglichkeit untersucht, Gas bei 1000 °C aus Kohle zu gewinnen, indem man die Abwärme von Kernkraftwerken nutzt. Gas läßt sich relativ billig über weite Strecken transportieren und ist vor allem speicherbar. Außerdem wird die Kohle besser genutzt. Ein Kostenvergleich zeigt die Vor- und (gegenwärtig noch) Nachteile:

Autotherme Vergasungsanlage:	22-27 Kosteneinheiten/ Gcal
Allotherme Vergasungsanlage (mit Kernkraftw.):	etwa
	17 Kosteneinheiten/ Gcal
Erzeugung von Energie mit Erdgas:	8-12 Kosteneinheiten/ Gcal *)
(*-die Kosten werden in den nächsten Jahren steigen)	

Die überschüssige Wärme eines Kernkraftwerkes könnte, anstatt die Umwelt zu belasten, relativ billig Kohle vergasen. Leider sind die Bodenschätze nicht gleichmäßig auf alle Länder verteilt. Gerade die DDR als hochindustrialisiertes Land ist in dieser Hinsicht stark "benachteiligt". Was können und müssen wir tun, um ökonomisch ausreichend und dazu noch umweltfreundlich Energie zu erzeugen?

Energie sparen - warum?

Zunächst scheint diese Frage leicht beantwortbar zu sein. Schwieriger wird die Beantwortung des "Wie". Volkswirtschaftlich ist es eine Selbstverständlichkeit, daß mit dem wertvollen "Rohstoff" Energie so sparsam wie möglich umgegangen

wird. Der Volkswirtschaftsplan für 1975 sieht z. B. vor, daß je Einheit industrieller Warenproduktion der spezifische Verbrauch von Elektroenergie um 2,5 % zu senken ist (ND 21.12.74). Aus der Sicht des Umweltschutzes bietet sich folgendes Bild: Der Primärenergieinhalt wird bei seiner Umsetzung letztlich mittelbar oder unmittelbar an die Umwelt abgegeben. Z. Z. gehen bei der Stromerzeugung mindestens 25 % der erzeugten Wärmeenergie als ungenutzte Abwärme (Kühlwasser usw.) verloren. Dazu kommen noch die Verluste bei der Verbrennung der Kohle, beim Transport des Stromes usw. Jährlich wird im globalen Maßstab bei der Energieerzeugung Wärme freigesetzt, die 0,007 % der jährlich eingestrahlten Sonnenenergie entspricht. Nicht viel, aber bei hochindustrialisierten Ländern sind es schon etwa 2 % (350 mal mehr!) und in Industrieballungszentren können es schon 18-20 % sein. Da sich die Primärenergieumwandlung bis zum Jahre 2000 verdreifachen bis vervierfachen wird, liegt die umweltverschmutzende thermische Belastung von Ballungszentren dann in der Nähe der jährlich eingestrahlten Sonnenenergie. Das wird natürlich keine Umwelt so ohne weiteres verkraften. Schon allein darum muß mit Energie gespart werden oder besser: es müssen in den nächsten Jahren beträchtliche Anstrengungen unternommen werden, um Energie besser und umweltfreundlicher zu verwerten. (Auf die umweltfreundliche Erzeugung kommen wir noch zu sprechen.) Dazu gehört z. B. die bessere Wärmeisolierung von Gebäuden (siehe Wohnungsbauserie WBS 70), der sparsamere Umgang im Haushalt (Heizung, Strom), rationellerer Umgang mit Verpackungsmaterial usw.

Gibt es eine umweltfreundliche Energieerzeugung?

Die sich erschöpfenden fossilen Brennstoffvorkommen zwingen dazu, andere Energiequellen anzuzapfen. Jeder weiß aus dem Unterricht, daß die Kernenergie sich als "Ersatzquelle" geradezu anbietet. In den fünfziger Jahren war man weltweit sehr optimistisch, daß Kernkraftwerke in naher Zukunft alle Energieprobleme lösen werden. Inzwischen sieht man die Sache

nüchterner. Wir wollen Kernkraftwerke einmal mit der Umweltschutzbrille betrachten. Ein Problem der Zukunft stellt die ständig steigende Menge an radioaktiven Abfallprodukten bei der Kernspaltung dar. Plutonium 239 hat eine Halbwertszeit von 24000 Jahren. Es belastet, künstlich erzeugt, als Abfallprodukt Generationen von Menschen. Wie sieht es ferner mit der Strahlenbelastung der Umgegend eines Kernkraftwerkes aus? Prinzipiell ist dazu zunächst einmal zu sagen, daß die Sicherheitsbestimmungen sehr hart sind. So sind z. B. an kritischen Stellen doppelte Sicherheiten eingebaut. Der Umweltschutz erfordert mindestens 7-15 % der Gesamtinvestitionen beim Bau eines Kernkraftwerkes. Bei keiner anderen Technik sind solch umfangreiche Schutzmaßnahmen getroffen wie gerade hier. Die Strahlenbelastung ist extrem gering und im Normalfall nicht schädlich und sogar gegenüber der natürlichen Belastung vernachlässigbar. Wissenschaftler haben errechnet, daß durch die nicht ganz auf Null zu reduzierende Strahlenbelastung für das Jahr 2000 bei den gegenwärtigen Sicherheitsbestimmungen 10 Krebsfälle (als obere Grenze) auf etwa 300 000 Krebserkrankungen kommen.

Die Umweltfreundlichkeit der Kernenergieanlagen ist in dieser Hinsicht, also im Normalfall, gesichert, zumal solche Umweltverschmutzer wie Staub, CO₂ und andere Schadstoffe durch Verbrennung nicht entstehen.

Der Leser wird jetzt sofort fragen, ja wenn nun aber ...

Nüchtern und theoretisch betrachtet, kann ein Ernstfall, eine Havarie, selbstverständlich nicht ausgeschlossen werden; jede technische Entwicklung hat ihre Gefahren (auch das "normale" Kraftwerk!). Das Risiko einer Havarie muß aber bei einem Kraftwerk besonders extrem niedrig gehalten werden. So wird heute z. B. schon abgeschätzt, daß die Wahrscheinlichkeit, durch einen Verkehrsunfall ums Leben zu kommen, 300 mal größer ist, als durch die Havarie eines Kernkraftwerkes. In der SU sind im Verlaufe von 19 Jahren nur 5 Havarien ohne ungünstige Folgen aufgetreten.

Das sind selbstverständlich alles theoretische Berechnungen. Sie zeigen aber, wie ernst man das Problem der Sicherheit,

der Umweltfreundlichkeit, nimmt. Auch den absoluten Ernstfall, daß so ein Ding "in die Luft fliegt", hat man berechnet. Die Angaben sind teilweise sehr unterschiedlich, sie liegen aber in der Größenordnung 1 Fall pro 10 Millionen Jahre (!). Die Wahrscheinlichkeitsberechnung gibt allerdings keine Aussage über den Zeitpunkt. Obige Angabe darf nicht so interpretiert werden, daß in 10 Millionen Jahren erst so ein Unglücksfall eintreten könnte.

Das Wohnen in der Nähe eines Kernkraftwerkes ist, zusammenfassend gesagt, nach menschlichem Ermessen gefahrlos. Bis hierher gibt es also eine umweltfreundliche Energieerzeugung.

- Fortsetzung folgt -

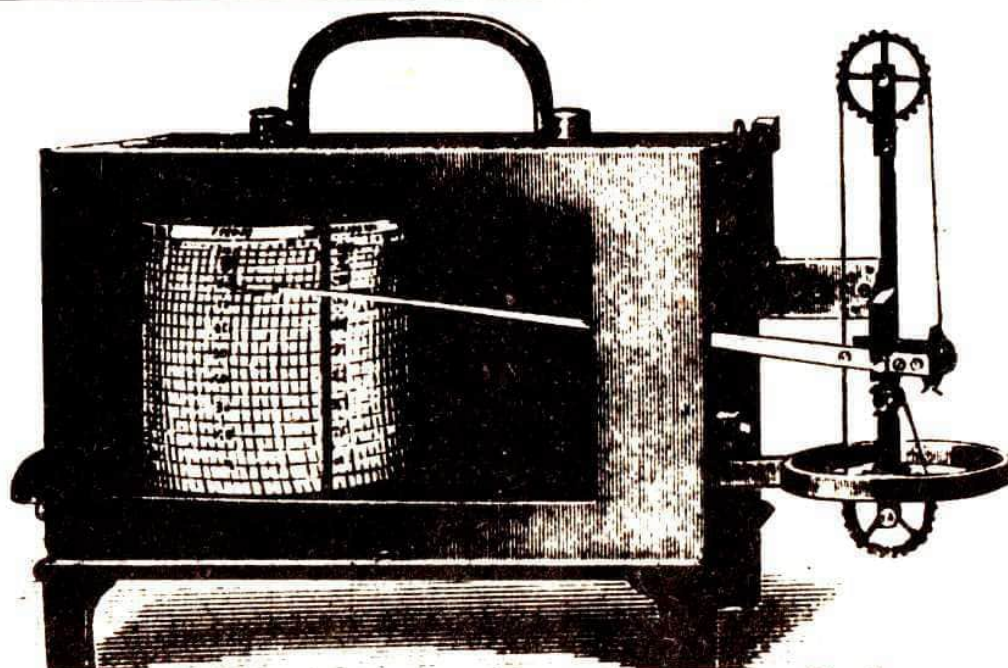
impuls **LEXIKON**

Biopolymere

Biopolymere, wie Polysaccharide, Proteine und Nukleinsäuren, also jene Substanzen, die zu den Grundbausteinen der lebenden Zelle gehören, sind durch ganz bestimmte räumliche Strukturen gekennzeichnet. Man sagt, daß Biopolymere charakteristische Symmetrieeigenschaften besitzen. So ist z. B. bekannt, daß die Nukleinsäuren, welche die materiellen Träger der Gene sind, aus einer Doppelspirale (Doppelhelix) aufgebaut sind, während Proteine eine Einfachhelix besitzen, die sich unter Ausbildung einer Tertiärstruktur zusammenfaltet. Jede dieser räumlichen Strukturen ist Voraussetzung für die biologische Aktivität der jeweiligen Biopolymeren. Werden durch Umwelteinflüsse, wie z. B. hohe Salzkonzentrationen, hohe Temperaturen, veränderter pH-Wert,

organische Lösungsmittel usw. die Strukturen bzw. die Symmetrieeigenschaften dieser Biopolymeren verändert, verlieren diese auch ihre biologischen Aktivitäten. In den meisten Fällen sind diese Vorgänge irreversibel. So wird z. B. durch thermische Denaturierung Nukleinsäure inaktiviert, d. h. sie kann nicht mehr als Informationsträger für den genetischen Code dienen. Ebenso kann z. B. durch Erhöhung der Salzkonzentration ein Protein völlig denaturiert werden (Aussalzen). Als Beispiel kann das Hämoglobin dienen, welches durch veränderte Milieubedingungen nicht mehr in der Lage ist, Sauerstoff zu transportieren. Ebenso wird durch den Austausch nur einer Aminosäure (Valin gegen Glutaminsäure) die Symmetrie des Hämoglobins derart verändert, daß es zu krankhaften Erscheinungen im Blutbild kommt. Diese Krankheit tritt z. B. häufig in bestimmten Breiten Afrikas als sogenannte Sichelzellenanämie auf.

Insgesamt kann man also feststellen, daß ein wichtiger Zusammenhang zwischen räumlicher Struktur der Biopolymeren und ihrer biologischen Funktion besteht.



Selbstregistrierender Luftfeuchtigkeits-Meßer von Fuchs

Das Jahr 1974 dürfte das bisher erfolgreichste in der Geschichte der Erforschung unseres Planetensystems mittels künstlicher Raumsonden gewesen sein. Die Missionen der interplanetaren Stationen "Mars 4-7", "Mariner 10", "Pioneer 10 und 11" trugen dazu bei, unser Wissen über Merkur, Venus, Mars und Jupiter gewaltig zu erweitern. Sinn dieser Artikelserie soll es sein, die neugewonnenen Erkenntnisse kurz und anschaulich darzulegen.

Venus und Merkur - Die „Mariner 10“ - Mission

Venus

Am 5. Februar 1974 passierte die automatische Station "Mariner 10" die Venus in weniger als 6000 km Abstand und gelangte dadurch auf eine Bahn, die sie Ende März 1974 erstmalig zum Planeten Merkur führte. Während der Venuspassage wurden Fernsehbilder der Wolkenhülle übertragen sowie Fernmessungen von Temperatur, Dichte und Zusammensetzung der Atmosphäre vorgenommen.

Die Analyse der 3712 zur Erde übertragenen Fernsehbilder des Planeten ergab folgendes schematisches Bild der Wolkenhülle der Venus:

(Abb. siehe nächste Seite)

Der äquatorische Wolkengürtel hat etwa die Gestalt eines liegenden Y, während sich in höheren Breiten spiralförmige und streifenartige "Wolkenstraßen" anschließen, die den gesamten Planeten umfassen. Besonders auf der sonnenzugewandten Seite herrschen starke Turbulenzen vor, dort ist die regelmäßige Gestalt der Wolkenstreifen weitgehend aufgelöst. UV-Aufnahmen zeigten eine dunkel erscheinende, etwa 2000 km breite Region, die dort liegt, wo die Sonnenstrahlen am Äquator nahezu senkrecht auftreffen.

Turbulenzen
auf der
sonnenzuge-
wandten
Seite



äquatorialer
Wolken-
gürtel

spiralförmige
Wolken-
streifen

Polarring

Südpolarregion

Das ganze System der Wolken in der Venusatmosphäre rotiert mit einer viertägigen Umlaufperiode, was der beachtlichen Geschwindigkeit von ca. 100 m/s entspricht. Wahrscheinlich ist der Beschleunigungsmechanismus dieser schnellen Rotation in der einfallenden Sonnenstrahlung zu suchen. Interessant dürfte es sein, daß französische Astronomen bereits 1960 aus ihren Ultraviolettmessungen auf eine viertägige Rotationsperiode der Wolkenhülle schlossen.

An der Obergrenze der Wolkenhülle herrschen Temperaturen von -25°C ... -50°C . Mindestens zwei Hauptschichtungen der Wolken liegen vor, davon die untere zwischen 35 und 52 km Höhe, die obere zwischen 52 und 60 km. Die höhergelegene Schicht erwies sich als stark absorbierend.

Die Analysenergebnisse sowjetischer Ladungs-sonden ergaben folgende prozentuale Zusammensetzung der Atmosphäre:

CO_2	97 % (± 3 %)
N_2	2 %
O_2	0,1 %
H_2O	6-11 mg/l in den Wolken

Dabei herrschen an der Planetenoberfläche Temperaturen von 470 °C und 97 atm Druck. Durch "Mariner 10" wurden in der Hochatmosphäre der Venus atomarer Kohlenstoff, Sauerstoff sowie Spuren von Deuterium, Helium, Argon und Neon festgestellt. Kohlenstoff und Sauerstoff entstehen bei der Dissoziation des Kohlendioxids unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung in den äußeren Atmosphärenschichten. Die Herkunft des Wasserstoffs ist noch nicht geklärt. Möglicherweise gelangt er durch das Sonnenwindplasma in die Venusatmosphäre. Ein meßbares Magnetfeld der Venus konnte nicht festgestellt werden, es wird auf Grund der langsamen Rotation des Planeten (243 Tage für eine Umdrehung) auch nicht erwartet. Über die Ergebnisse der Untersuchung der Plasmahülle wurde in einem gesonderten Artikel berichtet.

Merkur

Die Flugbahn von "Mariner 10" war so gewählt, daß nach dem Vorbeiflug am 30. März 1974 in $\approx$ 700 km Abstand weitere Passagen am 22. September 1974 und 17. März 1975 möglich wurden. Die zur Erde übermittelten Fernsehaufnahmen mit einer Auflösung von z. T. 200 m (und besser) zeigten eine Kraterlandschaft, die in vielem der Mondoberfläche ähnelt. Diese Oberflächenstruktur war erwartet worden, auch auf Grund jüngst erfolgter Radarmessungen von der Erde aus. Unklar war jedoch bis zum Vorbeiflug der Sonde, ob der Merkur eine Atmosphäre besitzt oder nicht. Im Februar 1974 teilte der sowjetische Wissenschaftler Prof. Kosyrew mit, daß es ihm gelungen sei, eine hohe Edelgasatmosphäre des Merkurs spektroskopisch nachzuweisen. Der daraufhin unternommene Versuch, von Bord der Orbitalstation "Skylab" aus diese Messung zu bestätigen, schlug fehl. "Mariner 10" brachte jedoch die Bestätigung: Merkur besitzt eine dünne, mit über 700 km aber sehr hochreichende Atmosphäre, die Helium, Argon und Neon enthält.

Überraschend war die Feststellung, daß Merkur eine erheblich höhere mittlere Dichte besitzt, als angenommen wurde. (Mer-

kur besitzt nur 6 % des Erdvolumens, dafür aber fast die Hälfte ihrer Masse!) Gleichzeitig wurde ein unerwartet starkes Eigenmagnetfeld gefunden, das etwa 1 % der Stärke des irdischen beträgt. Das stellte insofern eine Überraschung dar, da infolge der langsamen Rotation des Planeten (58,6 Tage für eine Umdrehung) ein Magnetfeld nicht erwartet worden war.

In Verbindung mit der festgestellten hohen mittleren Dichte läßt das zwei mögliche Interpretationen zu:

- 1.) Merkur besitzt einen kleinen, äußerst dichten Kern (der möglicherweise schneller rotiert als der Planet selbst)
- 2.) Merkur besteht zumindest zu 75 % aus Eisen

Mit beiden Argumentationen läßt sich eventuell das Magnetfeld des Planeten erklären, eine endgültige Lösung des Problems ist noch offen.

BUCHERMARKT

„Dreidimensionale Bilder durch Holographie“

von I. I. OSTROWSKI

Wir hatten an dieser Stelle bereits mehrfach Bücher der Reihe "Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek" der Teubner-Verlagsgesellschaft vorgestellt. Durch das Holographie-Büchlein (156 Seiten, 70 Abb. 7,50) wird der Leser mit einem der interessantesten Gebiete der modernen Optik bekanntgemacht. Wir hatten bereits in vorangegangenen Jahrgängen von "impuls 68" die Leser u.a. mit der Funktion des Lasers und der Anwendung kohärenter Strahlung in der Holographie vertraut gemacht. Auch in diesem Jahrgang steht die Optik wieder im Mittelpunkt zahlreicher Artikel von "impuls 68", so daß wir das Büchlein von OSTROWSKI als Ergänzung und Weiterführung unserer Beiträge bedingt empfehlen können.

Wird ein sogenanntes Hologramm auf einer Fotoplatte mittels eines Lasers angestrahlt, so kann der Betrachter das vorher

aufgenommene Bild dreidimensional, d.h. räumlich, sehen. Diese verblüffende Tatsache, die inzwischen in Wissenschaft und Technik zahlreiche Anwendungen gefunden hat, läßt sich selbstverständlich mit unserer Schul-Optik nicht so ohne weiteres erklären. Der Autor gibt daher zunächst (ohne höhere Mathematik!) eine kurze Einführung in die Abbildungstheorie und Bildentstehung. Die Durcharbeitung dieses Abschnittes ist zwar für den Leser ohne besondere Vorkenntnisse mühsam und teilweise etwas langweilig, dafür ist man dann aber in der Optik recht sattelfest.

Der zweite Abschnitt, der sich mit den Eigenschaften der Hologramme beschäftigt, ist zu ausführlich geraten. Der Leser erfährt hier, was ein ausgebildeter Physiker über ein Hologramm wissen müßte! Gleiches trifft für den Abschnitt über experimentelle Einrichtungen zur Erzeugung von Hologrammen zu. Erst im Abschnitt über die Anwendung der Holographie lernt der Leser zahlreiche interessante Beispiele kennen. Sie reichen von der möglichen Anwendung in Kino und Fernsehen über die dreidimensionale Photographie bis zur Zeichenerkennung. Leider stammt die Vorlage zu diesem Buch bereits aus dem Jahre 1968, so daß dem Anwendungsteil inzwischen interessantere Fakten hinzuzufügen wären, z.B. die mögliche Anwendung in der Datenverarbeitung, bei der Materialprüfung usw. Es schließt sich ein Literaturverzeichnis mit 120 (!) Angaben an, das nur für den Fachmann interessant ist.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß das Buch von J.I. OSTROWSKI für den "Laien" zu speziell, für den Fachmann zu allgemein und überholt ist. Wir möchten es daher nur dem stark interessierten Leser empfehlen, der sich in die Thematik der Holographie relativ gründlich einarbeiten will und dazu auch den nötigen Ehrgeiz mitbringt. Dann allerdings ist das Buch recht profitabel.

Interessenten: Lehrer, bedingt Schüler der EOS, Fachschüler, Studenten der ersten Studienjahre, interessierte Laien mit entsprechender Vorbildung.



Prof. Dr. H. Klare

(Präsident der Akademie der Wissenschaften
der DDR)

Zur Rolle der Grundlagenforschung bei der
Verwirklichung der Beschlüsse des VIII. Parteitages
(Teil 1), aus ND 12.10.1974 (gekürzt)

Als der Erste Sekretär des ZK der SED, Genosse Erich Honecker, im Bericht an den VIII. Parteitag über die Erhöhung der Effektivität unserer Volkswirtschaft sprach, verwies er sehr betont auch auf die großen Erwartungen, die in den Beitrag der Wissenschaft gesetzt werden; denn "Wissenschaft und Forschung", so sagte er, "beeinflussen Wachstum, Struktur und Leistung unserer Volkswirtschaft entscheidend". Dementsprechend sind auch in den Beschlüssen des Parteitages gesellschaftlich vorrangige Aufgaben der Wissenschaft von der Grundlagenforschung bis zur Überleitung in die volkswirtschaftliche Praxis vorgegeben. Über die Grundlagenforschung wird im folgenden zu sprechen sein, was keineswegs bedeutet, daß die Anwendung ihrer Ergebnisse eine untergeordnete Rolle spielt; denn "so wie die sozialistische Gesellschaft im Bereich der materiellen Produktion und bei der Befriedigung der materiellen Lebensbedürfnisse der Werktätigen nicht von der Hand in den Mund leben kann, sondern ihr entsprechende ökonomische, materiell-technische und andere Voraussetzungen zur Verfügung stehen müssen, so muß auch der wissenschaftlich-technische Fortschritt ... ständig aus dem Erkenntnisvorrat der Grundlagenforschung gespeist werden".¹⁾

Die Stellung der DDR zur Wissenschaft und damit zur Grundlagenforschung ergibt sich folgerichtig aus dem wissenschaftlichen Charakter und dem fortschrittlichen humanistischen

Geist des Marxismus-Leninismus. Es entspricht also dem Wesen unseres Staates, wenn er jährlich erhebliche Mittel für die Wissenschaft (und darin eingeschlossen für die Grundlagenforschung) ausgibt.

Im zurückliegenden Zeitraum konnte auf verschiedenen Gebieten die wissenschaftliche Qualität und die Leistungsfähigkeit unserer Grundlagenforschung weiter angehoben, eindeutiger von der möglichen gesellschaftlichen Nutzenanwendung dieser Forschung ausgegangen und die Überführung wichtiger Ergebnisse und produktivitätsfördernder Verfahren in die gesellschaftliche Praxis verwirklicht werden. Die dabei bewußt gestalteten und enger gewordenen Beziehungen zwischen den Einrichtungen und Mitarbeitern von Akademie und Hochschulwesen mit denen der Industrie sind ein sichtbarer Ausdruck für das sich weiter festigende Bündnis der Arbeiterklasse als der führenden Kraft unserer sozialistischen Gesellschaft mit den Angehörigen der wissenschaftlichen und technischen Intelligenz.

Wissenschaftlicher Vorlauf für die Intensivierung

Die Grundlagenforschung ist damit ihrer verbindenden, alle Wissenschaftsdisziplinen - auch der gesellschaftswissenschaftlichen - erfassenden Aufgaben besser gerecht geworden. Ganz entscheidend für den wissenschaftlichen Erfolg ist "die enge Verflechtung der Kapazitäten von Akademie, Hochschul- und Industrieforschung durch eine Kooperation, damit jeweils kompetente Vertreter dieser Institutionen sich zusammenfinden und dadurch aus der noch vorhandenen Dreiteilung unter Beachtung der jeweils spezifischen Aufgabenstellung eine Einheit wird, die im Sinne eines fruchtbaren arbeitsteiligen Zusammenwirkens durch die gemeinsamen Interessen der wissenschaftlichen Aufgabe, bestimmt ist!".²⁾ Dem sind wir seit dem VIII. Parteitag bereits sehr nahe gekommen.

Die gesellschaftliche Wirksamkeit unserer Akademie konnte seit dem VIII. Parteitag der SED - dank der erzielten Forschungsergebnisse - erhöht und erweitert werden. Das kommt

insbesondere in den Beiträgen der Grundlagenforschung zum Ausdruck, die der Lösung großer volkswirtschaftlicher Probleme des laufenden Fünfjahrplanes und die der Erfüllung der Hauptaufgabe des VIII. Parteitages gewidmet waren und sind. Diese Ergebnisse sind zum Teil sogar wesentliche Voraussetzungen und wissenschaftlicher Vorlauf für die Verwirklichung des sozialpolitischen Programms und für das dazu erforderliche Entwicklungstempo der sozialistischen Produktion und für das Wachstum der Arbeitsproduktivität bei einer intensiv erweiterten Reproduktion.

Bedeutsame Beiträge zur Erfüllung der Hauptaufgabe

Die Leistungsfähigkeit unserer Grundlagenforschung konnte beispielsweise besonders auf folgenden Gebieten gesteigert werden: Quantenelektronik, Festkörperphysik, Polymerenchemie, Genetik, Biochemie, Plasmaphysik, physikalische Chemie, technische Kybernetik, Herz-, Kreislauf-Regulationsforschung, kosmische Physik und nicht zuletzt auf dem Gebiet der Gesellschaftswissenschaften. Hier standen und stehen Probleme und Ergebnisse aus Gebieten wie marxistisch-leninistische Philosophie, wissenschaftlich-technische Revolution, Erhöhung der Effektivität der Produktion, sozialistische ökonomische Integration, die Rechtswissenschaften sowie die Geschichts- und Literaturwissenschaften im Vordergrund.

Auf dem Gebiet der Energieerzeugung, -wandlung und -übertragung wurden Resultate erreicht, die beispielsweise bei der Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes "Bruno Leuschner" unmittelbar verwertet werden konnten.

Die Festkörperforschung hat wichtige neuartige und gründlich verbesserte Werkstoffe und Bauelemente geschaffen und sie in die Produktion, vor allem der Elektrotechnik bzw. Elektronik, übergeführt. Ökonomisch bedeutungsvoll sind die grundlegenden Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des weichmagnetischen Feingusses sowie der Rechnerastaturen.

Auf dem Gebiet der Chemie wurden wesentliche Arbeiten zur Synthesefaserchemie, zur Biotechnologie zur Katalysatorentwicklung, zur Chemie und Technologie der Glasherstellung und zu ausgewählten Gebieten der organischen Synthesechemie geleistet.

Bei der Nutzbarmachung biologischer Prozesse und Wirkstoffe konnten wissenschaftliche Grundlagen für die gezielte Beeinflussung der pflanzlichen und tierischen Produktion bereitgestellt werden, die die Herstellung von Veterinär- und Humanpharmaka weiter verbessern.

Die Beiträge zur Gesunderhaltung des Menschen konzentrieren sich darauf, erweiterte wissenschaftliche Grundlagen für die medizinische Behandlung der Krebserkrankungen zu schaffen, wie beispielsweise die Optimierung der Bestrahlung zur Bekämpfung des Krebses, und der Herz- und Kreislauferkrankungen mit dem Schwerpunkt Früherkennung und Heilung der Bluthochdruckerkrankungen.

-
- 1) Kurt Hager: Sozialismus und wissenschaftlich-technische Revolution, Dietz Verlag, Berlin 1972, S. 44
 - 2) Hermann Klare: Bulletin Nr. 2, VIII. Parteitag der SED, S. 30

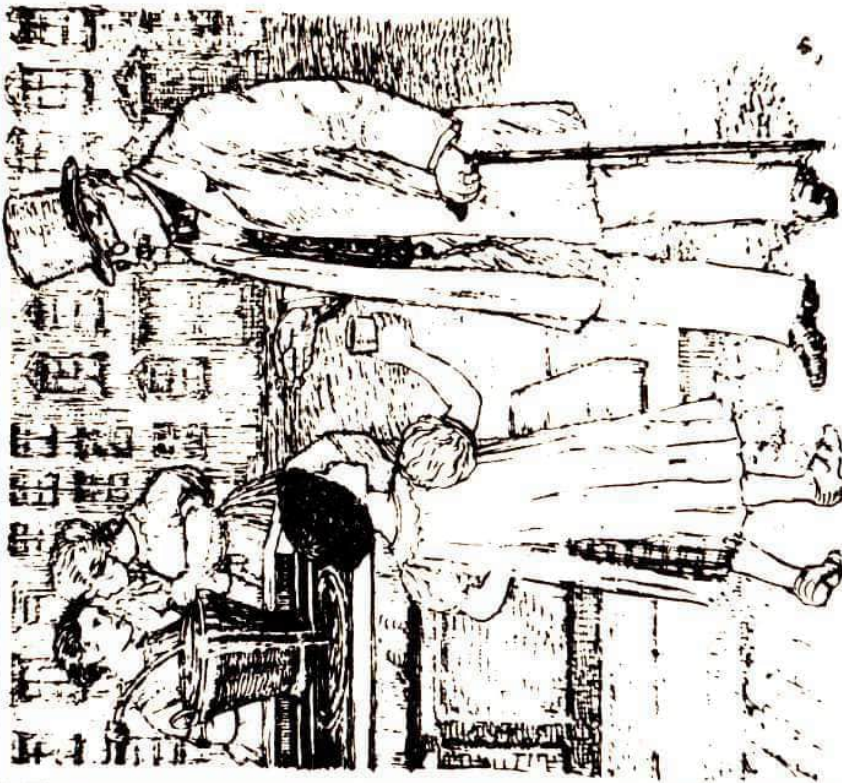
Fortsetzung im nächsten Heft



wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes

Photochromie:

Verfärbung von Substanzen durch Bestrahlung mit Licht definierter Wellenlänge, einschließlich der Veränderung der Absorptionen über das sichtbare Gebiet hinaus, d.h. im UV oder IR-Gebiet. In neuester Zeit laufen Versuche, diese Effekte für optische Datenspeicherung zu nutzen.



*Geschichten um impuls 68 in Wort und Bild:
„Herr Professor, darf ich um ein Interview bitten?“*

Als der Redner am Ende des Vortrages klatschte, verbeugten sich die Zuschauer.

(*)

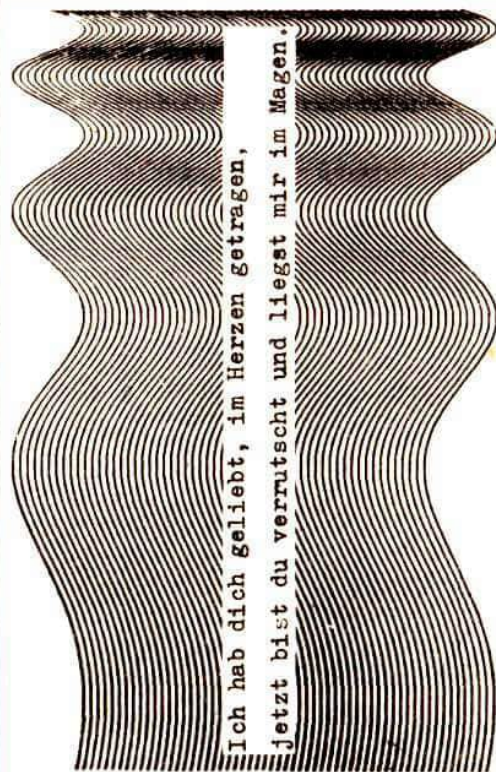
Er stand morgens auf und legte sich abends zu Bett. Die Selbstverständlichkeit, mit der er das tat, verdroß ihn. Er beschloß, es fortan bewußt zu tun.

„Wen liebst Du mehr,
mein Sohn, Tante Elvira
oder mich?“
„Die Lollobrigida!“

*) Aufgrund der angespannten Lage auf dem Papiermarkt wollen wir keine sonst freie Fläche unbedruckt lassen.

O P T I M I S M U S : Er ging und kaufte sich für sein letztes Geld ein Portemonnaie.

zu geschwind!



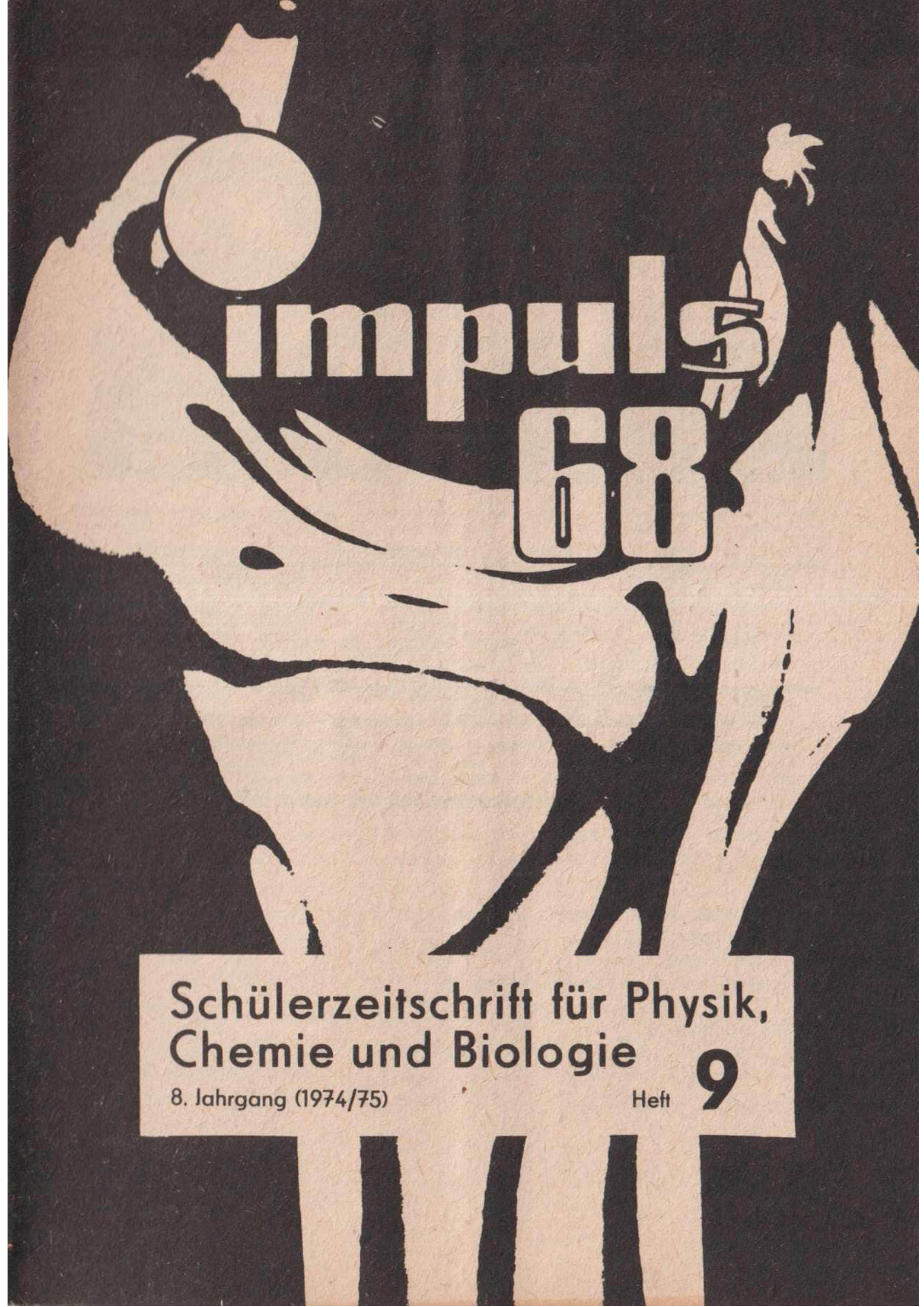
Ich hab dich geliebt, im Herzen getragen,
jetzt bist du verrutscht und liegst mir im Magen.

„Na, Siggi, wie war es denn gestern im Konzert?“
„Ach, erst wurde ein bisschen gezeigt und getutet, dann aber kam eine Dame herein, die schrie, weil man ihr die Ärmel abgeschnitten hatte, und ein Kellner spielte Klavier dazu.“

Landrichter (nach altem Stile, dem Rechtspraktikanten einen Pad Affen hinschiebend): „Jesses Herr Praktikant, hamm mer heit zu tun.“

Praktikant: „Da wollen wir gleich mit fertig sein.“ (Nach kurzer Zeit sind die Kleinigkeiten bereinigt): „Hier, Herr Landrichter!“

Landrichter: „Dees kann net recht sei, des ist nex, des ist zu g'schwind, lesen sie amal vor.“ (Nachdem der Praktikant gelesen): „'s is doch recht, 's is doch recht, aber zu g'schwind war's doch.“



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

Heft

9

impuls 68



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68“ der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

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

Amt-Chefredakteur: Dr. E. Welsch

Redaktion: G. Hüller (Chemie)

Dipl.-Biol. R. Schubert (Biologie)

W. Hild (Gestaltung)

L. Günther (Astr., fotograf. Gestaltung)

Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)

Dipl.-Chem. R. Bergmann (Chemie)

Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M, Jahresabonnement 4,- M.

INHALT:

30. Jahrestag der Befreiung	3
Physikaufgabe Nr. 3	4
Alle reden vom Umweltschutz — wir auch! (2)	5
Was sind — was können Lehrmaschinen	11
Wir zeichnen organische Verbindungen (3)	16
impuls-LEXIKON	21
Neue Ergebnisse der Planetenforschung (2)	23
Büchermarkt	28
DOKUMENTATION (2)	29

Zum 30. Jahrestag der Befreiung vom Hitlerfaschismus

Der Faschismus hinterließ dem deutschen Volk ein trauriges Erbe. Noch in den letzten Kriegstagen wurden viele Städte, Dörfer, Industrieanlagen und wertvolle Kulturdenkmäler zu Schutt und Asche.

Die alte Universitätsstadt Jena bot am Ende des Krieges das Bild einer schwelenden und grauenhaften Trümmerstätte. Insgesamt fielen den anglo-amerikanischen Luftangriffen über 300 Gebäude total zum Opfer, 1200 Gebäude wurden teils schwer beschädigt. Auch die Gebäude der Universität blieben nicht verschont. Die Gebäudeschäden betrugen hier insgesamt 2,8 Mill. Reichsmark, die Verluste am Inventar etwa 1,5 bis 2 Mill. Reichsmark.

Im Verlauf der Kampfhandlungen zur Vernichtung der Überreste der faschistischen Wehrmacht besetzten amerikanische Truppenverbände im April 1945 vorübergehend die Stadt Jena. Nachdem das thüringer Gebiet den sowjetischen Truppen als Besatzungszone zugesprochen worden war, transportierten amerikanische Spezialkommandos etwa zehn Tage vor ihrem Abzug neben einer sehr großen Anzahl von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Facharbeitern der Zeiss- und Schott-Werke auch eine größere Anzahl von Professoren, Dozenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern in die von ihren Streitkräften besetzte Zone. Die amerikanischen Kommandeure versäumten auch nicht, die transportablen Institutseinrichtungen dieser Wissenschaftler fortzuführen. Allein im Physikalischen Institut wurden Einrichtungsgegenstände im Werte von 200 000 Reichsmark geraubt. Insgesamt entstand der Universität durch die Plünderung ein Schaden von 500 000 RM.

Wertvolle Hilfe und selbstlosen Einsatz zeigten in jenen ersten Wochen und Monaten die sowjetischen Offiziere der Militäradministration. Die Vertreter der sowjetischen Besatzungsmacht beschleunigten die Beseitigung der Trümmer,

die Wiederherrichtung der Institute und der anderen Institutsgebäude. In den Universitätsakten heißt es dazu:
"Die sowjetische Militärverwaltung hat durch ihren höchsten Vertreter stets regsten Anteil an dieser Arbeit genommen und beispielsweise die Wiederherstellung des Hauptgebäudes der Universität ganz wesentlich durch Stellung von Arbeitskräften und dergleichen gefördert."

Die Sowjetarmee trug wesentlich dazu bei, daß der Rektor am 11. Oktober 1945 berichten konnte: "Die Universität ist bereit, am 15. Oktober das Semester zu eröffnen... Sie ist den sowjetischen Besatzungsbehörden überaus dankbar für die Erlaubnis der Wiedereröffnung und geht mit dem besten Willen und der besten Zuversicht ans Werk, im Geiste demokratischer Erneuerung die deutsche Jugend zu unterrichten und zu erziehen."



③



Physikaufgabe Nr.3

Im gleichen Moment, in dem ein Körper von einem 50 m hohen Turm zu fallen beginnt, wird ein zweiter Körper vom Erdboden aus senkrecht nach oben geschossen.

Wie groß muß die Anfangsgeschwindigkeit des zweiten Körpers sein, damit beide den Erdboden gleichzeitig erreichen?

Senden Sie die Lösung an uns ein!

Wohin mit der vielen Wärme?

Das Problem Abwärme wird uns noch etwas beschäftigen. Wir wollen daher zunächst auf unsere altbewährten Verbrennungskraftwerke zurückkommen. Jeder weiß, daß bei der Verbrennung schädliche Abgase entstehen. Physikalisch gesehen hat das in großen Mengen anfallende CO_2 folgende Eigenschaft: es ist für den sichtbaren Teil des Sonnenlichtes durchlässig, aber schlecht für den Infrarotbereich. Das thermische Gleichgewicht der Erde wird gewahrt, indem ein Teil der Energie im Infrarotbereich in das Weltall wieder zurückgestrahlt wird. Bei steigendem CO_2 -Gehalt der Atmosphäre kommt es somit zu einem Treibhauseffekt, einem langsamen Aufheizen. Bei einer Verdopplung des CO_2 -Gehaltes der Luft - so hat man errechnet - steigt die Temperatur der Atmosphäre global um $2-3^\circ \text{C}$, das ist sehr viel. Durch die vermehrte Erzeugung von CO_2 , insbesondere bei der Energieerzeugung, ist der CO_2 -Gehalt der Luft tatsächlich in den letzten Jahrzehnten angestiegen. CO_2 -Gehalt der Atmosphäre in ppm (parts per million)

	im vorindustriellen Zeitraum	300
	gegenwärtig	320
	bis zum Jahr 2000	380

Die Zunahme ist, insgesamt gesehen, gering und noch nicht besorgniserregend. Lokal können diese Werte allerdings beträchtlich überschritten werden (siehe Tokio, wo man sich heute bereits für Geld an einem Automaten eine Frischluftportion kaufen kann). An dieser Stelle muß daran erinnert werden, daß die Energieerzeugung auf Kohlebasis noch einen längeren Zeitraum erfolgen wird, der Umweltschutz hier noch große Aufgaben hat. Eine Untersuchung des sowjetischen Wissenschaftlers Davitaja hat ergeben, daß die direkte Sonneneinstrahlung zwischen Odessa und Alma-Ata in den letzten

40 Jahren um 12 % zurückgegangen ist. Daran haben u. a. die durch Industrieanlagen in die Atmosphäre beförderten Staub- und Rußteilchen Schuld. (Der Staubgehalt über Tbilissi stieg in 40 Jahren z. B. um das 2,5-3fache.) Staub und Ruß lagern sich auch auf den Gletschern ab. Da sich dadurch das Absorptionsvermögen von Sonnenenergie ändert, schmelzen, nachgewiesenermaßen, Gletscher langsam ab. Im Extremfall (und sicherlich nur rein theoretisch) würde beim Schmelzen sämtlicher Eismassen auf der Erde sich der Wasserspiegel der Welt um einige Meter heben (Leipzig läge dann am Ostseestrand!). Der Leser kann daraus entnehmen, welche weitreichenden Konsequenzen mangelnder Umweltschutz haben könnte. Solche Probleme lassen sich nur in echter, internationaler Zusammenarbeit lösen, so wie es z. B. die Ostseeanliegerstaaten für die Reinhaltung der Ostsee praktizieren wollen.

Im gleichen Maße, wie durch die Verbrennung oder andere chemische Reaktionen CO_2 freigesetzt wird, sinkt natürlich der O_2 -Gehalt der Atmosphäre. Für die Verbrennung wurden bisher schätzungsweise 273 Mrd. t verbraucht, das entspricht 0,018 % des Gesamtbestandes an freiem Sauerstoff in der Atmosphäre und im Wasser. Z. Z. werden jährlich 13,1 Mrd. t O_2 verbraucht. Bleibt der O_2 -Verbrauch auf gleichem Niveau, so sind in 100 000 Jahren $\frac{2}{3}$ der Vorräte erschöpft. (Ein Teil des erzeugten CO_2 wird durch die Pflanzendecke wieder aufbereitet.) Bei einer jährlichen Steigerungsrate des Verbrauchs um 1 % wird die Situation bereits in 700 Jahren kritisch, bei 5 % in 180 Jahren und bei 10 % in 100 Jahren. Die Nachteile hat ein Kernkraftwerk nicht (auf die anderen Schadstoffe der Abgase, wie z. B. Schwefelverbindungen, konnte hier nicht eingegangen werden). Es ist, was die Abgase anbelangt, umweltfreundlich und für die Zukunft besser geeignet, Umweltprobleme lösen zu helfen.

Nun zum Problem der Abwärme.

Betrifft das bisher Gesagte nur die herkömmlichen Kraftwerke, so belasten auch die Kernkraftwerke ihre Umgebung thermisch. Die Abwärme bei modernen Wärmekraftwerken beträgt etwa das 1,2fache und der heutigen Kernkraftwerke das 1,8fache der elektrischen Nettoleistung. Von 1000 kg verbrannter Kohle

zur Dampferzeugung werden letztlich nur 400 kg genutzt! Aus dem Kühlwasserverbrauch (er liegt bei einem 5000 MW-Kraftwerk bei etwa $255 \text{ m}^3/\text{s}$) und der durchschnittlichen Wasserführung der Flüsse läßt sich bestimmen, ob das Kühlwasser überhaupt ausreicht und welche Temperatur der Fluß annimmt, wenn ihm das Kühlwasser wieder zugeführt wird. (Das Kühlwasser hat am Ende immer eine höhere Temperatur als bei der Entnahme.) Viele Länder, so u. a. auch die DDR, haben nur beschränkte Möglichkeiten, ausreichend Kühlwasser zur Verfügung zu stellen. Dem Bau von Kernkraftwerken sind daher zumindest "thermische" Grenzen gesetzt. Eine thermische Überhitzung der Gewässer würde zu verheerenden Störungen im biologischen Gleichgewicht führen. Einen Ausweg bilden die "nassen Kühltürme", wie sie wohl jeder Leser kennt. Ihr Nachteil ist, daß die Stromerzeugung damit verteuert wird ($\approx 5 \%$) und durch Nebel-, Rauhreif- und Glatteisbildung die Umwelt erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden kann. Diese Nachteile haben "trockene" Kühltürme nicht. Die Wärmeabgabe erfolgt bei diesen Türmen über Kühlelemente, ähnlich wie bei einem Autokühler. Die Trockenkühltürme sind noch teurer und wurden bisher nur für kleinere Kapazitäten gebaut. Es scheint aber, daß sie trotz der hohen Kosten am umweltfreundlichsten sind. Mit ihnen könnte in der Zukunft die thermische Verschmutzung der Umwelt durch Kernkraftwerke stark vermindert werden. Erst dann wären Kernkraftwerke eine echte, zukunftssträchtige Alternative für die bisherigen Möglichkeiten der Elektroenergieerzeugung in großen Mengen.

Energie von der Sonne

Der Gedanke der Nutzung der Sonnenenergie ist nicht neu, zumal es hier keine Abfallprodukte gibt und die Umweltfreundlichkeit gesichert ist. In vielen Ländern werden seit Jahrzehnten bereits intensive Untersuchungen dazu angestellt. Die in der Erde noch schlummernden (bekannten) Energiereserven in Form von Kohle, Öl und Erdgas werden um das 100-fache durch die Energiemenge übertroffen, welche die Sonne jährlich zur Erde sendet. Die auf einige zehntausend Qua-

dratmeter eingestrahlte Sonnenenergie würde den jährlichen Weltbedarf decken. In der Praxis ist die Umwandlung von Sonnenenergie in z. B. Elektroenergie kein Problem mehr (siehe die sog. Sonnenbatterien in der Weltraumfahrt), aber für eine großtechnische Nutzung ist das ganze Verfahren noch zu teuer, abgesehen davon, daß prinzipielle Fragen noch nicht technisch ausgereift sind, wie z. B. die Speicherung großer Elektroenergiemengen. Im kleinen Maßstab gibt es allerdings schon eine Fülle von praktischen Beispielen. Gerade die SU forscht auf diesem Gebiet sehr intensiv. So arbeitet auf einer Staatsfarm in der Usbekischen SSR eine sonnenbetriebene Entsalzungsanlage zur Erzeugung von Trinkwasser mit einer Kapazität von 4 t täglich. Ähnliche Anlagen zur Bewässerung gibt es in der Karakumwüste. Auch sonnenenergiebetriebene Schmelzöfen existieren schon. Sie haben den Vorteil, daß damit ultrareine Metalle hergestellt werden können, weil das Schmelzen im Vakuum erfolgen kann und die Schmelze nicht mit Verbrennungsgasen in Berührung kommt. Im Brennpunkt großer Spiegel entsteht eine Temperatur von 4000 Grad. In der SU wird auch ein Sonnenenergiekraftwerk mit einer Leistung von 1,5 MW gebaut. 1974 begann ein Werk in Bucharä mit der Serienproduktion von sonnenenergiegetriebenen Kochherden. Insgesamt sollen jährlich 25 000 Wassererhitzer, Kochherde und Destillationsanlagen hergestellt werden. Die Umwandlung der Sonnenenergie in Elektroenergie erfolgt auf der Basis von Silizium-Halbleiterbauelementen. Die Elemente haben einen Wirkungsgrad von etwa 25 %. Jedoch ermöglichen die hohen Kosten dieser fotoelektrischen Generatoren noch keine umfassende und billige Anwendung. Die Nutzung der Sonnenenergie wird in den nächsten Jahren daher nur auf spezielle Anwendungsgebiete beschränkt bleiben.

Energie aus dem Erdinneren

Dieser Gedanke scheint deswegen überraschend, weil die Erdwärme so naheliegend ist und trotzdem kaum bisher beachtet wurde. Betrachten wir zunächst ganz nüchtern die Bilanz. Im Erdinneren schlummern etwa 10^{24} kWh, das ist das

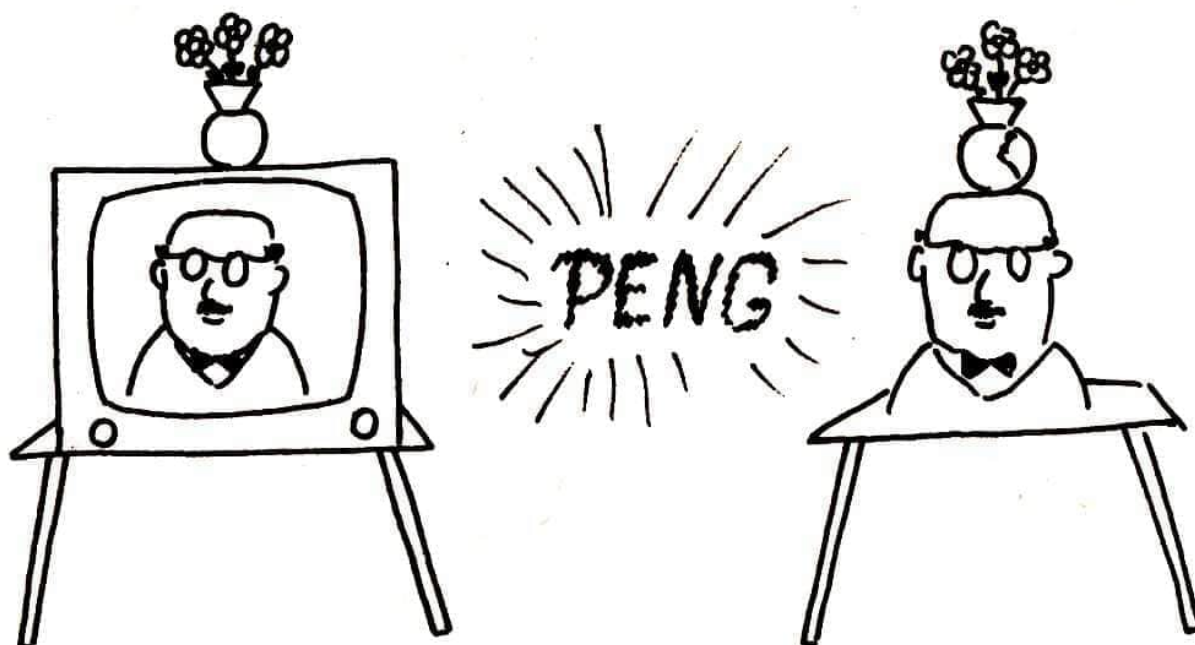
10^6 fache der chemisch auf der Erde gebundenen Energie in Form von Kohle, Öl und Erdgas. Lassen wir das bisher Gesagte noch einmal kurz Revue passieren: Die fossilen Energieträger der Erde sind in 100-200 Jahren restlos erschöpft. Als neue Energieerzeugungsmöglichkeiten bieten sich die Kernspaltung und die Kernfusion an. Auch die Sonnenenergie ist ein potentieller Kandidat für die Energieerzeugung der Zukunft. Als vierte Möglichkeit hätten wir schließlich die geothermische Energie. Keine der 4 Möglichkeiten ist bisher technisch ausgereift, insbesondere die letztere nicht.

Woher kommt eigentlich die Erdwärme? Intensive Untersuchungen haben ergeben, daß nur 30 % der Wärme sog. Ursprungswärme ist, 70 % der Wärme entsteht durch den radioaktiven Zerfall, vor allem von ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th und ^{40}K . Wie bei der Sonnenenergie scheint auch hier der Wärmeverrat unerschöpflich zu sein. Der springende Punkt für die technische Nutzung ist hier wie dort die geringe Energiedichte. Für die Erzeugung von 1000 MW Leistung würde ein Gebiet von 16000 km^2 beansprucht. Dafür wäre die Erzeugung aber sehr sauber. Es gibt bereits andere theoretische Überlegungen, die dahin gehen, die Wärme oder besser das erwärmte Gestein wie Kohle abzubauen. Eine 3,3 km lange Säule aus der Tiefe von 3 bis 6,3 km mit einem Querschnitt von $280 \times 280 \text{ m}$ auf 100°C insgesamt abgekühlt, würde ein Jahr lang 1000 MW Leistung erbringen. Dann müßte das Kraftwerk an einer anderen Stelle aufgebaut werden, die Säule würde sich in rund 200 000 Jahren wieder aufheizen. Solche Projekte werden sicherlich lange Zeit nur auf dem Papier stehen. Nicht utopisch ist die Nutzung der Wärme, die durch heiße Quellen usw. an die Oberfläche transportiert wird. Die Möglichkeiten sind im globalen Maßstab aber gering. Immerhin bringt das älteste geothermische Kraftwerk, es steht seit 1904 in Italien, gegenwärtig eine elektrische Kapazität von 390 MW. Das größte Kraftwerk dieser Art, es steht in Nordkalifornien, kommt auf 412 MW.

Realistischer scheinen die Projekte zu sein, die in Anlehnung an die bereits existierenden geothermischen Kraft-

werke untersucht werden. Zwei Bohrungen werden in unterschiedlicher Tiefe niedergebracht. Durch die tiefste Bohrung wird kaltes Wasser eingeführt, welches sich in einer künstlich porös gemachten Gesteinsschicht erwärmt und als heißes Wasser oder Dampf in der zweiten Bohrung wieder an die Erdoberfläche gelangt. Die ersten Versuche dieser Art sind vielversprechend. Experten schätzen, daß bis zum Jahr 2000 tatsächlich ein schon beachtlicher Teil des Elektrizitätsbedarfs umweltfreundlich aus der Erdwärme gewonnen werden könnte.

Fortsetzung in Heft 10



Die 11. Feuerbachthese von Karl Marx,

"Die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert, es kömmt darauf an, sie zu verändern", haben Schüler in ihrem Internat praktiziert, und zwar an volkseigenen Möbeln, wenngleich nicht zu ihrem Vorteil.

Was sind - was können Lehrmaschinen?



Abb. 1 Gesamtansicht des Unitutors

Auf den Prospekten zu den Maschinen, die in der Sektion Physik im Grundstudium eingesetzt werden, steht geschrieben:

Unitutor - Adaptiver
Universal-Lehrautomat
(Tesla)

Der Arbeitsplatz des Studierenden bzw., wie man besser in dem Fall sagt, des Adressaten, umfaßt

- die Mattscheibe von 25 x 18 cm, auf der das Bild des Filmes erscheint;
- die Drucktasten für Auswahlantworten, die mit den Ziffern 1-10 bezeichnet sind, um die richtige Antwort aus dem Antwortangebot auszuwählen;
- Tasten mit Zeichen, Ziffern und Buchstaben für Freiwahlantworten (Der Buchstabenaufbau der Tastatur entspricht der einer Schreibmaschine.);
- Drucktasten für Vor- und Rückwärtsgang an den im Programm vorgesehenen Stellen, die durch Pfeile markiert sind;
- die ?-Taste, die verwendet werden kann, wenn dem Adressaten die Antworten oder die Darstellung im Programm unklar sind;
- Signalisierung für sofortige Bestimmung der richti-

gen oder falschen Reaktion, die durch Aufleuchten einer grünen oder roten Lampe gekennzeichnet wird;

- Zähler, die die richtigen und falschen Antworten registrieren;
- Drucktaste, die ein freies "Blättern" im Programm ermöglicht (kann jedoch auch untersagt sein - Funktion der Taste außer Betrieb gesetzt - wenn dies nicht im Sinne des Programms ist);
- Drucktaste für den Filmschnellgang, d. h. um den Film schnell weiterzuspielen usw.

Die Programme werden mit Hilfe von Filmen über die Mattscheibe des Unitutors wiedergegeben. An den Rändern des Filmes, die nicht auf der Mattscheibe zu sehen sind, sind Codierungsfelder angebracht, über die die Abarbeitung des Programms gesteuert wird.

Bei den Programmen unterscheidet man folgende Arten:

Lehr-, Unterweisungs-, Wiederholungs (Übungs)-, Prüfungsprogramme - sowie Selbststudienprogramme.

Die Lehrprogramme sind bei uns in den Rahmen einer Vorlesung eingebaut und behandeln meistens kleine Lehrabschnitte, für die ein individuelles Vorgehen u. a. zeitlich gesehen am günstigsten ist.

Die Unterweisungsprogramme sollen eine kurze, prägnante Einführung geben, z. B. in ein neues Stoffgebiet bzw. Kapitel.

Bei den Übungs- bzw. Wiederholungsprogrammen soll z. B. Stoff, der in der Vorlesung behandelt wurde, an Beispielen erprobt, angewendet und gefestigt werden.

Die Prüfungsprogramme vermitteln keinen neuen Lehrstoff, sondern es sollen die Kenntnisse der Studenten überprüft werden, um die Leistungen zu bewerten. (Es werden von 2 Zählern die richtigen und die falschen Antworten registriert. Aus diesem Punkteverhältnis kann auf die Zensur geschlossen werden, die der Student bzw. Adressat erhält.)

Die Selbststudienprogramme sollen dem Studenten (Adressaten) helfen, neuen Stoff oder schon in der Vorlesung vermittel-

ten zu erarbeiten und zu begreifen.

In den Selbststudienprogrammen sind also teilweise die Übungsprogramme eingeschlossen, nur daß diese im Rahmen einer Übung oder eines Seminars vom Studenten abgearbeitet werden, während dies bei den Selbststudienprogrammen auf freiwilliger Basis beruht.

Auch die Lehr-, Unterweisungs- und Prüfungsprogramme werden im Rahmen einer Lehrveranstaltung von den Studenten (Adressaten) abgearbeitet. Etwas näher will ich hier auf die Kontrollprogramme eingehen. An der Sektion Physik der FSU Jena werden sie zur Überprüfung der Grundkenntnisse der Studenten im Einführungspraktikum eingesetzt. Zur Kontrolle der Vorbereitung der Studenten auf die Versuche müssen vor Beginn jedes Versuches ein entsprechendes Programm abgearbeitet worden sein. Um den Versuch durchführen zu können, muß dabei eine Note nicht schlechter als "4" erreicht worden sein. Erhält der Student die Note "5", kann er entweder das Programm nochmals abarbeiten, oder der Betreuer des Versuches aus dem Praktikum unterhält sich über die Grundlagen des Versuches mit dem Studenten und entscheidet auf Grund des Gespräches, ob der Student den Versuch durchführen kann oder nicht.

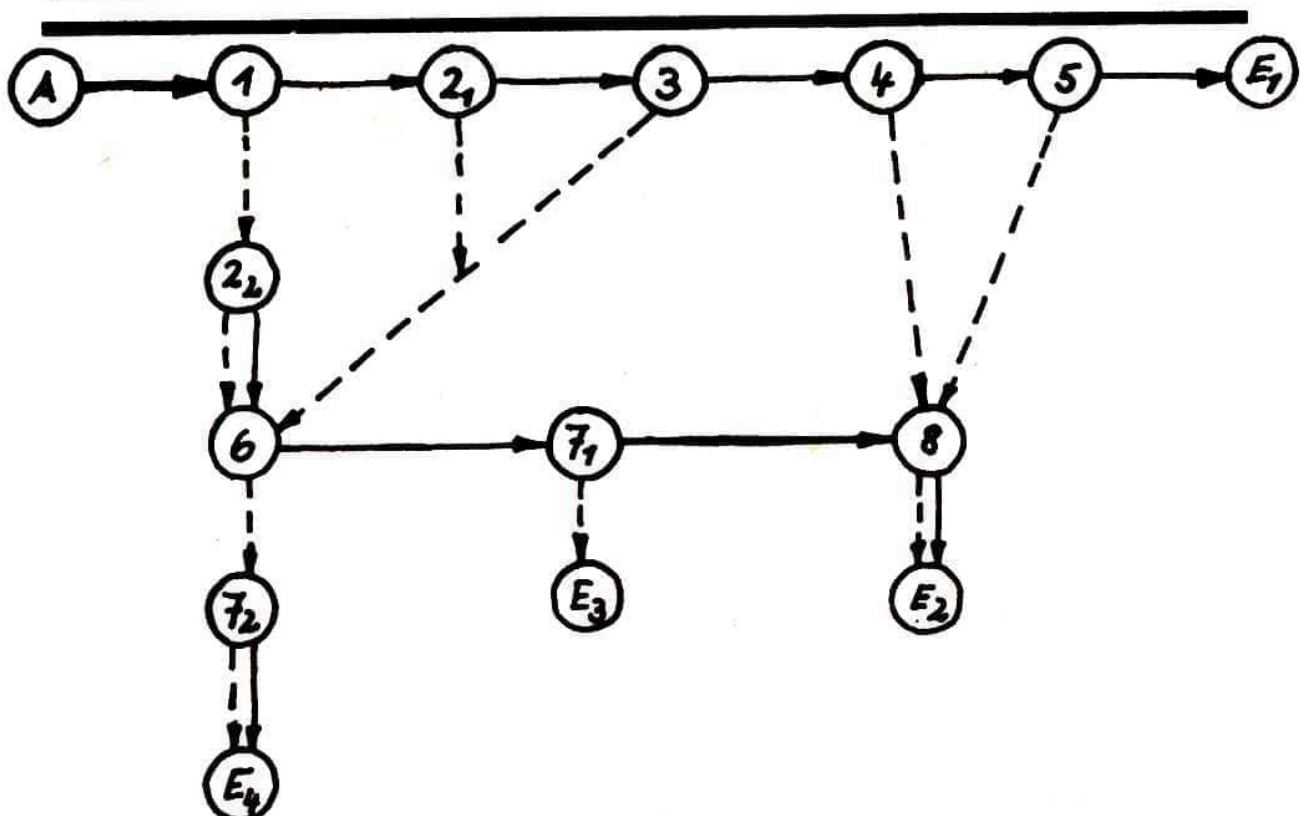


Abb. 2

Struktur der Kontrollprogramme

Die Lehrmaschinen sind für die Betreuer eine Hilfe, da sie die Überprüfung der Grundkenntnisse übernehmen und so den betreuenden Praktikumsassistenten mehr Zeit zur Besprechung versuchsspezifischer Fragen bleibt.

Die Kontrollprogramme haben die in Abb. 2 gezeigte Struktur, die 25 verschiedene Wege mit unterschiedlich schwierigem Niveau ermöglicht. Die verschiedenen Wege können nicht beliebig von den Studenten gewählt werden, sondern je nach Beantwortung der Frage (richtig oder falsch) wird vom Programm ein Weg vorgegeben. Diese Struktur soll ermöglichen, den Kenntnisstand des Studenten mit dem vorgegebenen zu vergleichen, um einmal den Lernprozeß der Studenten im Praktikum zu steuern und zum anderen die Leistung der Studenten zu bewerten. Die im Programm gestellten Aufgaben haben unterschiedliche Schwierigkeitsgrade, die die Struktur bestimmen, die für alle Programme die gleiche ist.

Frage 1, die den Schwierigkeitsgrad I hat, wird allen Studenten gestellt. Bei richtiger Beantwortung kommen sie zu Frage 2₁, bei falscher zu 2₂. Die gestrichelte Linie (---) zeigt den Weg bei falscher Beantwortung. Wurde die Frage 2₁ richtig gelöst, kommen sie zu Frage 3, ist diese wieder richtig zu Aufgabe 4 und schließlich bei richtiger Beantwortung von Aufgabe 4 zu Aufgabe 5, die den höchsten Schwierigkeitsgrad hat. Wird Aufgabe 5 vom Studenten richtig beantwortet, ist für ihn das Programm beendet, bei falscher Beantwortung erhält er Aufgabe 8. Nach Beantwortung von Aufgabe 8, ob richtig oder falsch, erhält er keine andere Frage.

Das Programm ist nun beendet. Alle weiteren Möglichkeiten sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Die Aufgaben 2₁ und 2₂ sowie die Aufgaben 7₁ und 7₂ sind jeweils gleich.

Können die Studenten Aufgaben mit dem Schwierigkeitsgrad I nicht lösen, bekommen sie andere Aufgaben mit dem Schwierigkeitsgrad I vorgelegt bzw. bei richtiger Lösung erhalten sie Aufgaben mit dem Schwierigkeitsgrad II. Dabei haben die Aufgaben 1, 2, 6, 7 den Schwierigkeitsgrad I, die Aufgaben 3, 4, 8 dem Schwierigkeitsgrad II und die Aufgabe 5 besitzt

den höchsten Schwierigkeitsgrad, den Grad III ¹⁾.

Es sind noch andere Strukturen für die Kontrollprogramme möglich. Bei uns in Jena hat sich die angegebene bewährt. Auch schöpfen die Kontrollprogramme nicht die Möglichkeiten des Unitutors aus, dies erreicht man erst mit Lehrprogrammen, worüber in einem anderen Artikel mehr berichtet werden soll.

1) Literatur: G. Welsch

"Wissenschaftliche Beiträge der
TU Dresden" (im Druck)



Dreidimensionale Röntgen- bilder

Nach dem holographischen Prinzip, das ja erlaubt mit kohärenter Strahlung dreidimensionale Bilder aufzunehmen, wurde in England ein Verfahren entwickelt, welches dreidimensionale Röntgenbilder liefert. Bisher scheiterte diese Sache daran, daß keine geeignete kohärente Laserquelle vorlag. Diese Schwierigkeit ist folgendermaßen umgangen worden:

Zunächst werden aus verschiedenen Blickwinkeln eine Reihe getrennter herkömmlicher Röntgenaufnahmen gemacht. Diese werden dann mit Laserlicht auf eine einzige Fotoplatte übertragen; dabei wird die Fotoplatte zwischen den einzelnen Aufnahmen um einen konstanten Winkelbetrag gedreht, wie er zwischen den ursprünglichen Röntgenaufnahmen bestand.

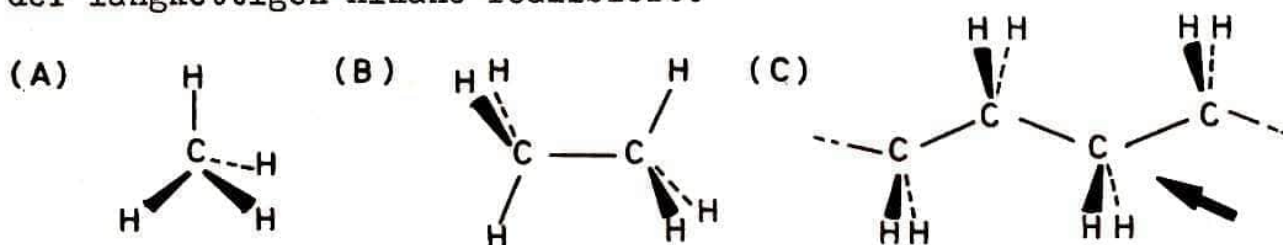
Das Ergebnis stellt ein dreidimensionales Bild dar, so als wäre es ein Hologramm, das mit Röntgenstrahlung hergestellt wurde.

Dr. P. Hallpap
FSU Jena
Sektion Chemie

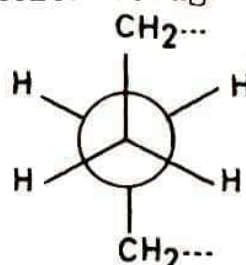
Wir zeichnen organische Verbindungen (Teil 3 und Schluß)

Cyclohexan - einfach und doch kompliziert

Am Beispiel des Methans und Äthans lassen sich die Prinzipien des räumlichen Baus und dessen zeichnerische Darstellung für die große Gruppe der gesättigten Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate instruktiv darstellen ⁺). Die tetraedrische Bindungsanordnung um das sp^3 -hybridisierte C-Atom tritt uns am reinsten im Methan (A) entgegen. Das Äthan (B) läßt die Art der Verknüpfung zweier C-Atome erkennen, wobei sich wegen der Drehbarkeit der C-C-Bindung die verschiedensten Konformationen einstellen können. Von den unendlich vielen möglichen Konformationen in langkettigen Alkanen ist die Zickzackanordnung der C-Kette (C) bevorzugt. Sie ist z.B. in den Kristallgittern der langkettigen Alkane realisiert.



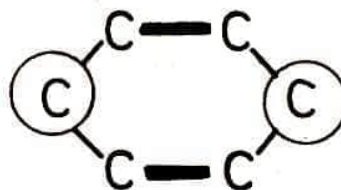
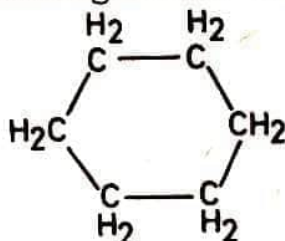
Daß diese Anordnung besonders begünstigt ist, wird noch klarer, wenn wir die NEWMAN-Projektion bezüglich der gekennzeichneten C-C-Bindung ($\longrightarrow$) aufzeichnen.



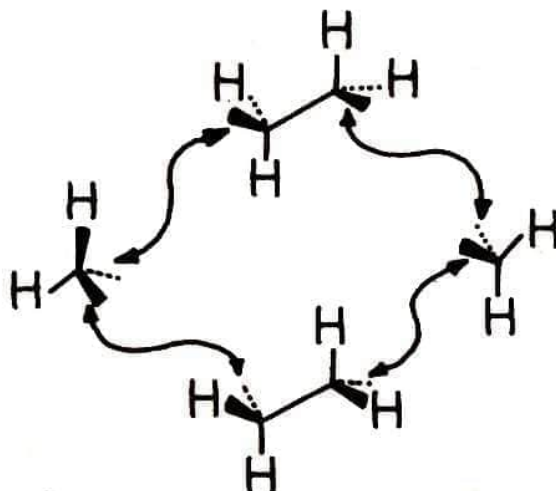
Alle Substituenten um die C-C-Bindung (H und $-CH_2-$) stehen auf Lücke und behindern sich sehr wenig. Die größeren $-CH_2-$ -Gruppen stehen sogar soweit wie möglich von-

einander entfernt.

Soll eine dieser um die C-C-Bindungen drehbaren Kohlenwasserstoffketten zu einem Ring geschlossen werden, ohne die tetraedrische Bindungsanordnung um die C-Atome zu stören, muß die Kette mindestens sechs C-Atome enthalten. Erst ab dem Cyclohexan C_6H_{12} also können wir unsere von den offenkettigen Alkanen gewohnten räumlichen Vorstellungen nutzen. So können wir uns das Cyclohexan aus zwei hintereinanderliegenden C_2 -Einheiten (mit Äthanstruktur) C-C, die durch zwei C-Atome (C) miteinander verknüpft werden, zusammengesetzt denken:

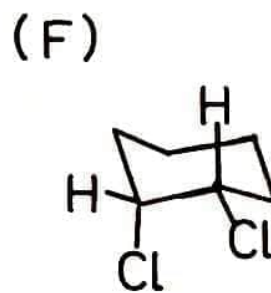
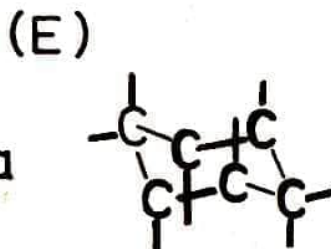
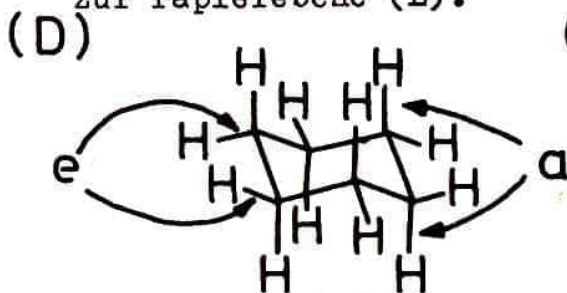


Unter Anwendung unserer Kenntnisse vom räumlichen Bau des Methans und Äthans läßt sich nun un-
schwer der räumliche Bau des Cyclohexans ableiten:



Wir kommen damit zu einer üblichen Darstellung des Cyclohexanringes (D) (s. Anmerkung am Schluß des Artikels):

- Der Cyclohexanring wird senkrecht zur Papierebene angeordnet.
- An jedem Ring-C-Atom liegen zwei der Bindungen parallel zur Papierebene (E).



wodurch die räumliche Lage der anderen beiden Bindungen an jedem tetraedrischen C-Atom schon fest vorgegeben ist. Die zeichnerische Darstellung zeigt aber auch:

- c) An jedem Ring-C-Atom steht eine C-H-Bindung senkrecht (axial, Abkürzung: a) auf der Molekülebene
- d) Die zweite C-H-Bindung liegt dann nahe der Molekülebene (äquatorial, engl.: equatorial, Abkürzung: e)

Ein 1(e), 2(a) - Dichler -Cyclohexan hätte dann also die räumliche Struktur (F).

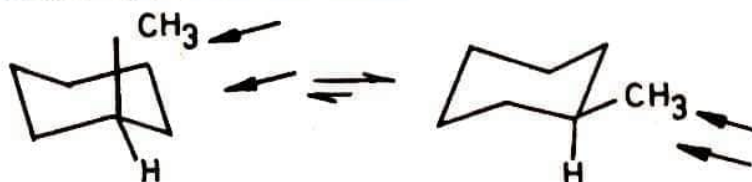
Die C_6 -Kette ist durch den Ringschluß zum Cyclohexan nicht völlig der Möglichkeit beraubt worden, in andere Konformationen überzugehen. So können im Cyclohexan zwei gegenüberliegende Ecken des C-Atomgerüsts "umklappen":



Da dieser Vorgang (im Gegensatz zu den offenkettigen Olefinen) in dem geschlossenen Ringsystem nicht durch einfache Rotation um die C-C-Bindungen allein erfolgen kann, sondern immer auch energieaufwendige Winkeldeformationen erfordert, "schnappt" das Cyclohexan immer wieder in die energetisch günstigen "Sessel"-Konformationen ein.

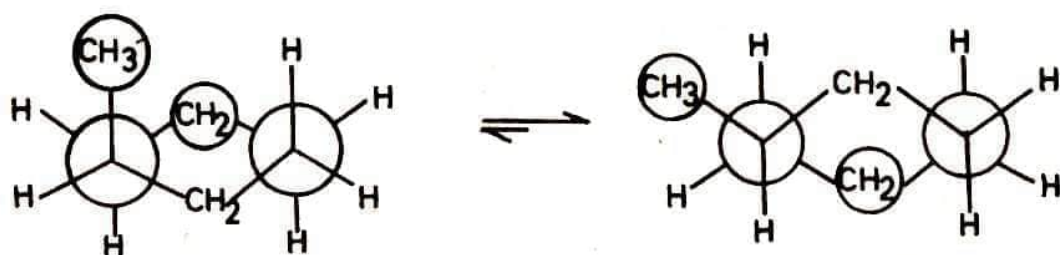
Dieses Umklappen führt beim reinen Cyclohexan zu einer mit der Ausgangsstruktur identischen. Bei substituierten Cyclohexanen dagegen komplizieren sich die Verhältnisse, wie das folgende Beispiel zeigt:

- 1) Das (a) -Methyl-cyclohexan geht beim Umklappen in das (e) - Methyl-cyclohexan über



d.h. beim Umklappen ändern die Bindungen, die vom Cyclohexangerüst ausgehen, ihre relative Lage: (a) $\rightleftharpoons$ (e)

- 2) Besonders deutlich wird diese Veränderung, wenn wir statt der vereinfachten Raumformeln die NEWMAN-Projektionen bezüglich der gekennzeichneten Bindungen ($\longrightarrow$) aufzeichnen:



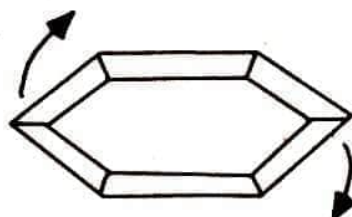
Offensichtlich unterscheiden sich die beiden Konformationen dadurch, daß sich die Methylgruppe in der rechten Form maximal von der- CH_2 -Gruppe entfernt hat, sich beide dort am wenigsten stören. Das sollte zur Folge haben, daß das Gleichgewicht zwischen beiden Formen auf der rechten Seite liegt ($\rightleftharpoons$). Dieser Bevorzugung der (e)-Form substituierter Cyclohexane konnte an vielen verschiedenen Verbindungen experimentell nachgewiesen werden.

Der Ringschluß von Kohlenwasserstoffketten bringt - wie das Beispiel Cyclohexan zeigt - eine ganze Reihe neuer stereochemischer Probleme mit sich, die ein intensiveres Studium nötig machen und gleichzeitig erhöhte Anforderungen an die zeichnerische Wiedergabe auf dem Papier stellen.

Anmerkung

Da es erfahrungsgemäß schwierig ist, in der gezeichneten Raumformel den symmetrischen Bau des Cyclohexans wiederzuerkennen, soll Ihnen hier ein kleines Hilfsmittel in die Hand gegeben werden:

Zeichnen Sie auf starkes Papier in einen Kreis mit dem Radius $r = 7\text{cm}$ ein regelmäßiges Sechseck ein, und schneiden Sie das Sechseck so aus, daß es als schmaler Papierring erhalten wird. Biegen Sie dann eine Ecke etwas nach oben und die gegenüberliegende etwas nach unten.



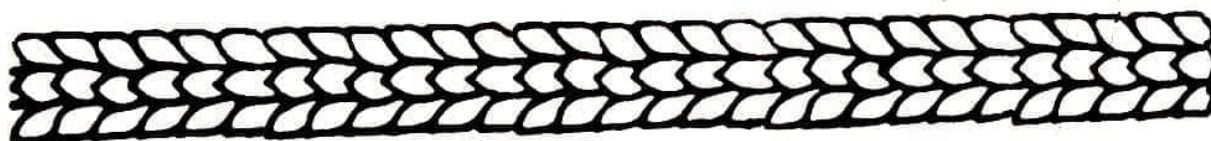
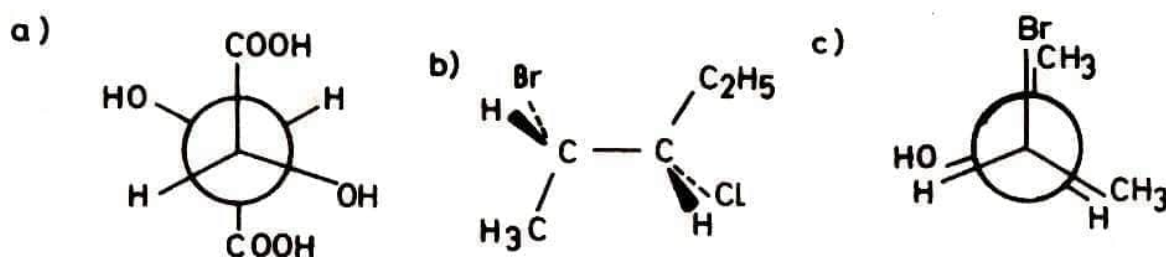
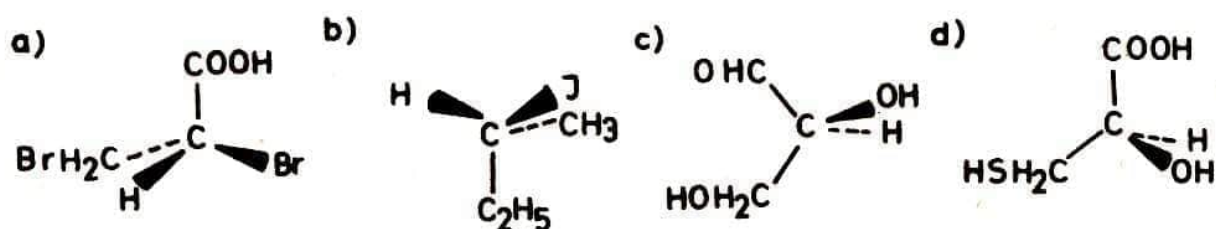
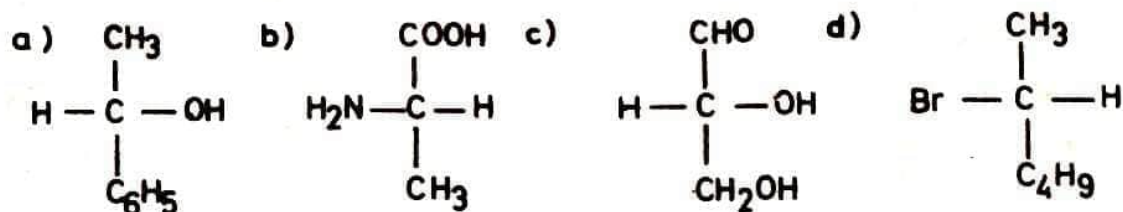
- Knickstellen

Damit erhalten Sie ein Modell der räumlichen Anordnung des C-Atomgerüsts im Cyclohexan. Betrachten Sie dieses Modell

von der Seite, dann sollten Sie die gezeichnete Raumformel wiedererkennen.

Lösungen der Aufgaben zum Artikel

Hallpap/Stadermann: Organische Verbindungen- in die Ebene projiziert (Impuls 68 1974/75 Heft 7)



Interessantes von der Friedrich-Schiller-Universität

Studierende 1946:		weniger als 1500
Stipendium	1946	226,4 M
	1954	11879,5 M
Haushaltsgeld + Investitionsausgaben	FSU	1945 6098,7 M
		1954 58053,9 M

Biokatalyse

Wie Sie aus dem Chemieunterricht wissen, verlaufen exergonische Reaktionen nach den thermodynamischen Gesetzen freiwillig ab, da sie zu den energieärmeren Zuständen führen. Demnach würden die meist recht energiereichen organischen Verbindungen bei O_2 -Anwesenheit spontan und rasch bis zur energieärmsten Stufe CO_2 und H_2O oxidiert, d.h. Leben wäre unter den Bedingungen der Erdatmosphäre unmöglich. Die thermodynamisch begründete Labilität ist jedoch bei vielen Kohlenstoffverbindungen durch eine gewisse Reaktionssträgheit zur Metastabilität umgewandelt: Erst nach Zufuhr einer bestimmten Aktivierungsenergie gewinnen die Stoffe ihre Reaktionsfähigkeit zurück; der einmal ausgelöste Prozeß läuft dann freiwillig und exergonisch weiter. Wo die Aktivierung durch Erhitzen (z. B. Anzünden von Brennstoff) ausgeschlossen ist, wird in technischen wie biologischen Systemen die Aktivierungsenergie durch Katalysatoren herabgesetzt, die definitionsgemäß

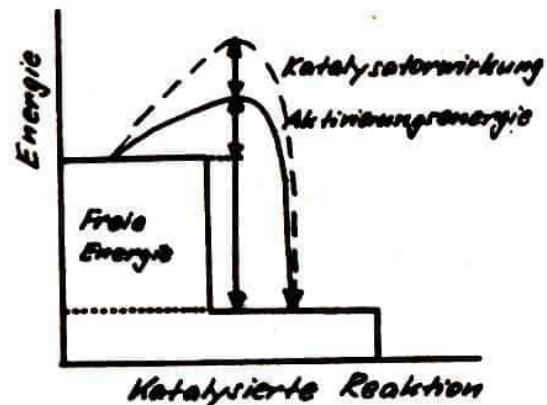
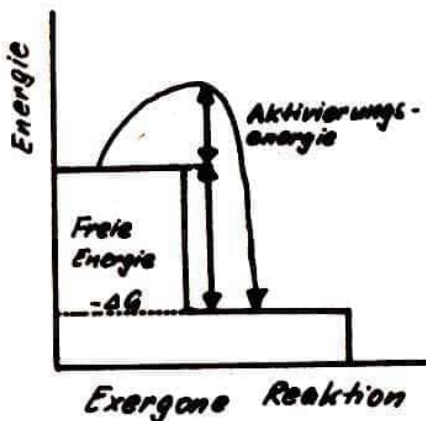
- nur eine thermodynamisch mögliche Reaktion beschleunigen, ohne das Reaktionsgleichgewicht zu ändern,
- dabei weder im Endprodukt erscheinen noch eine bleibende Umwandlung erfahren,
- in kleinsten Mengen große Umsätze bewirken (1 Molekül Katalase spaltet pro Sekunde bis zu 1 Million Moleküle H_2O_2).

Die Biokatalysatoren der Zelle sind die Enzyme (=Fermente), die meist nur bestimmte Substrate umsetzen (= Substratspezifität) und dabei nur bestimmte Reaktionen katalysieren (= Wirkungsspezifität). Sie sind ihrer chemischen Natur nach Eiweiße oder enthalten neben einer "prosthetischen Gruppe" (= Coenzym, z. B. Häm des Hämoglobins), ein spezifisches Eiweiß (= Apoenzym).

Nach der Art der Bindung, die von dem jeweiligen Enzym ge-

löst oder geknüpft wird, unterscheidet man:

<u>Oxidoreduktasen:</u>	übertragen Wasserstoff oder Elektronen
<u>Transferasen:</u>	übertragen Molekülgruppen
<u>Hydrolasen:</u>	spalten Bindungen unter H_2O -Anlagerung
<u>Lyasen:</u>	spalten Molekülgruppen ab.
<u>Isomerasen:</u>	dienen innermolekularem Umbau
<u>Ligasen:</u>	knüpfen neue Bindungen ohne Mitwirkung von Wasser.



wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes

Männliche Stechmücken können ausgezeichnet eine Richtung anpeilen, aus der weibliche Mücken angefliegen kommen. Sie besitzen dafür präzise arbeitende Sinnesorgane. Der mit langen Borsten besetzte Schaft wird von den Schallwellen der anfliegenden weiblichen Mücken in Schwingung gesetzt und hilft die Richtung zu erkennen, aus der die Signale kommen. Die männlichen Stechmücken selbst können keine eigenen Signale abgeben. Je nach Lufttemperatur erzeugen die Weibchen auf Grund ihres Flügelschlages einen Ton zwischen 350 und 500 Hz. Auf diese Wellenlängen sind die Antennen der Männchen geeicht. Auf Grund der aus den Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse wurde ein Peilgerät zur automatischen Fischverfolgung gebaut als auch als Orientierungshilfe für Taucher.

Mars

Eine sowjetische Zeitschrift überschrieb ihren Artikel zur jüngsten Marsforschung sehr treffend "Der Mars ohne Legende". Es ist wirklich so: Die neuen Erkenntnisse, die durch den Einsatz der Raumflugkörper gewonnen wurden, haben die zahllosen Legenden über den roten Planeten restlos zerstört. Geblieben und neu hinzugekommen aber sind Rätsel und ungelöste Probleme unseres Nachbarplaneten, die auch weiterhin genügend Stoff für heiße Diskussionen liefern werden.

1. Sind die Marsvulkane noch aktiv?

Auf den zur Erde übertragenen Nahaufnahmen der Marsoberfläche waren neben gewaltigen Kraterlandschaften, tektonischen Brüchen und nahezu strukturlosen Gebieten auch große Vulkanmassive erkennbar. Sie übertreffen ihre irdischen Entsprechungen in der Größe z. T. beträchtlich. Weiterhin fand man große Felder erstarrter Lavamassen, die typische Schwundrisse aufweisen. Und dann war da noch etwas: in der Nähe der großen Vulkanmassive waren von Zeit zu Zeit weiße Wolken aufgetreten. Anzeichen eines noch aktiven Vulkanismus?

Die Marsvulkane sind relativ wenig zerstört. Im Vergleich zur übrigen Marsoberfläche weisen sie nur eine geringe Häufigkeit meteoritischer Einschlagkrater auf. Das bedeutet, daß der Mars-Vulkanismus sich in geologisch "jungen" Zeiträumen abspielte (vor einigen 10 oder 100 Mio Jahren!). Heute sind die großen Vulkane jedoch sicher erloschen. Temperaturmessungen von Bord der Raumsonden aus wiesen keine erhöhten Werte in der Umgebung der Vulkanmassive auf. Und die weißen Wolken sind nicht mit Gasausbrüchen verbunden. Wahrscheinlich entstehen sie durch Kondensation von Wasserdampf beim Aufstieg am Abhang der Vulkanmassive.

2. Der Mars ist trocken - und die Flußtäler?

Den Marssonden gelang es, mit Hilfe von Spektralgeräten die Wasserdampfmenge in der Marsatmosphäre zu bestimmen. Sie ist verschwindend gering; nimmt man an, daß der gesamte enthaltene Wasserdampf als Niederschlag ausfallen und die Planetenoberfläche gleichmäßig bedecken würde, so wäre die Wasserschicht nur 60-70 Mikrometer dick! Während der Staubstürme geht dieser Wert noch weiter zurück. Der Mars ist also äußerst trocken. Offene Seen oder Flüsse existieren nicht.

Im krassen Widerspruch dazu stehen aber Bilder, die von Marssonden übermittelt worden sind. Sie zeigen eindeutig ausgetrocknete Flußtäler! Die Wassererosion ist deutlich zu erkennen, ein Zweifel ist kaum möglich. Wo aber ist das Wasser, das diese gewaltigen Reliefbildungen hervorgebracht hat? Besaß der Mars früher bedeutende Wassermengen? Ist das Wasser im Inneren des Planeten "gespeichert"? - Fragen, die nur durch intensive weitere Forschung beantwortet werden können! Es scheint jedoch sicher, daß vor einigen Millionen Jahren auf dem Mars wesentlich andere Bedingungen herrschten als heute. Möglicherweise befindet sich der Mars aber auch in einer "Ruhephase" und die physikalischen Bedingungen ändern sich periodisch über einen längeren Zeitraum.

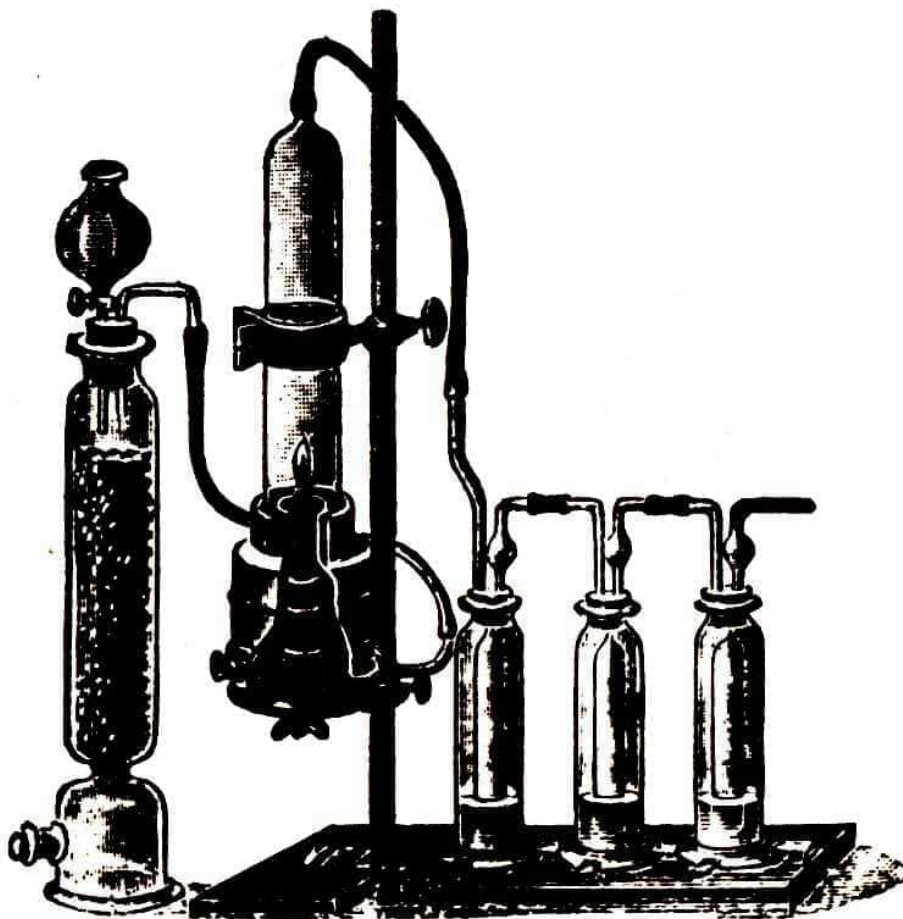
3. Staubstürme und UV-Wolken

Wolken gibt es auf dem Mars nur selten. Diese Aussage gilt allerdings nur dann, wenn wir unter "Wolken" solche verstehen wollen, die durch Kondensation von Wasserdampf entstanden sind (so wie unsere irdischen). Auf dem Mars sind sie selten, treten aber hin und wieder auf. Nach Beobachtungen von Raumsonden sind sie intervallartig aus Wolkenstreifen angeordnet.

Wenn die Bewölkungsdichte auf dem Mars derartig gering ist, müßten seine Oberflächengebilde also auch in Fernrohren stets gut sichtbar sein. Jedoch wurde in den "großen Oppositionen" des Mars in den Jahren 1892, 1924 und 1956 von

irdischen Observatorien aus festgestellt, daß die erkennbaren Oberflächengebilde des Planeten unter einem gelblichen Schleier verschwanden. (Eine "große Opposition" liegt dann vor, wenn der geringste Abstand zwischen Erde und Mars gleichzeitig mit dem geringsten Abstand des Mars von der Sonne zusammenfällt.) 1907, 1911 und 1941 wurden während der Marsopposition große gelbe Wolken in der Marsatmosphäre festgestellt. Man nahm an, daß zu diesen Zeitpunkten auf dem Mars gewaltige Staubstürme tobten.

Die endgültige Bestätigung brachten 1971/72 die Marssonden. (1971 lag wiederum eine große Opposition vor!) Als sie den Planeten erreichten, tobte der Staubsturm in voller Stärke, und selbst aus Nahdistanz ließen sich keine Oberflächendetails erkennen. Die Oberflächentemperatur des Planeten lag



Schwefelbestimmungsapparat nach Drehschmidt

30-50 Grad niedriger als sonst, dafür war die Atmosphäre stark aufgeheizt, ihr normales Temperaturprofil war nahezu vollständig zerstört. Die Raumsonden konnten ermitteln, daß der Durchmesser der aufgewirbelten Staubteilchen ≈ 1 Mikrometer betrug und daß die Teilchen silikatartig waren. Der Gesamtgehalt der Marsatmosphäre an Staub betrug während des Sturmes fast 1 Milliarde Tonnen!

Wie kommen solche gewaltigen Staubstürme zustande?

Interessant ist folgender Fakt: Staubstürme entstehen besonders dann, wenn der sonnennächste Punkt der Marsumlaufbahn mit dem Sommeranfang auf der südlichen Halbkugel zusammenfällt!

Im Jahre 1972 wurde folgender Selbsterregungsmechanismus vorgeschlagen, der eine hohe Wahrscheinlichkeit besitzt:

Die hohe Sonneneinstrahlung im sonnennächsten Punkt der Umlaufbahn führt dazu, daß in Äquatornähe der Oberflächenstaub in Windhosen aufgewirbelt wird. In der sehr dünnen Marsatmosphäre werden dabei Windgeschwindigkeiten bis zu 80 m/s erreicht!

Die entstehenden Staubwolken absorbieren die Sonneneinstrahlung sehr stark, und so entsteht in der Marsatmosphäre ein beträchtlicher horizontaler Temperaturunterschied, der wiederum einen starken Druckunterschied hervorruft.

Daraufhin erhöht sich die Windgeschwindigkeit in der Nähe der Wolke, und neue Staubmassen werden aufgewirbelt.

Die Wolke wächst und der gleiche Prozeß setzt sich fort, bis die Staubwolken den ganzen Planeten umfassen.

Jetzt verschwindet notwendigerweise der horizontale Temperaturunterschied, und der Erregungsprozeß kommt zum Erliegen. Der Sturm flaut ab.

Wenn das Abflauen des Sturmes in einzelnen Gebieten stärker erfolgt, kann der Prozeß nochmals neu anlaufen. Das wurde 1924 und 1971 beobachtet. Ein Ende des Staubsturmes wird

erst erreicht, wenn die Sonneneinstrahlung nicht mehr ausreicht, den Generationsvorgang aufrechtzuerhalten.

Sowjetische Marssonden entdeckten, daß auf dem Höhepunkt des Staubsturmes in mehr als 20 km Höhe über dem Äquator große Wolken mit einer Ausdehnung von ca. 1000 km erschienen, die seltsamerweise nur im ultravioletten Licht ($\lambda \approx 360$ nm) sichtbar waren. Die Entstehung dieser mysteriösen "UV-Wolken" ist noch nicht klar. Sie sind wahrscheinlich keine Staubwolken, stehen aber wohl mit den großen Staubstürmen in ursächlichem Zusammenhang.

4. Noch einige Fakten

- In der Umgebung der südlichen Polkappe des Mars wurden starke Erosionserscheinungen festgestellt. Möglicherweise gab es in diesen Gebieten vor einigen Millionen Jahren eine starke Gletscherbildung (ähnlich den irdischen Eiszeiten).
- Farbaufnahmen durch die Sonde "Mars 5" zeigen, daß die Innenwände einiger Marskrater einen grünlich-gelblichen Anflug zeigen. Niederes organisches Leben ist als Ursache nicht restlos auszuschließen.
In der Gebirgsregion Claritas wurden Berge mit Höhen bis zu 11 km entdeckt, die eine tiefblaue Färbung besitzen.
- Die Elektronenkonzentration in der Mars-Ionosphäre ist ausreichend, um Radioverbindungen rund um den Mars mit Hilfe von Langwellensendern ($\lambda > 500$ m) vorzunehmen. Das ist für zukünftige Marsexpeditionen sehr wichtig.
- Der Landeapparat der Sonde "Mars 6" registrierte in der Marsatmosphäre 35($\pm$ 10) % Argon. Dieses Edelgas war vorher überhaupt nicht erwartet worden! Die Meßergebnisse müssen daher sehr sorgfältig überprüft werden; sollten sie sich als richtig erweisen, so würden sie eine kleine Sensation darstellen.

Fortsetzung im nächsten Heft

**Titelbild: Modell eines Schraubenschlüssels
bei Prüfung mittels spannungsoptischer
Verfahren**

G. DAUTCOURT

„Was sind Pulsare?“

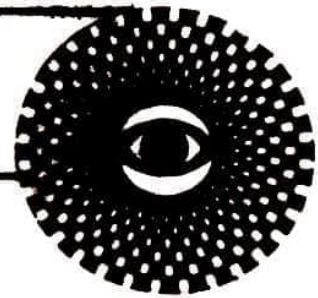
Die Teubner-Verlagsgesellschaft brachte in ihrer Reihe "Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek" für 4,90 M (120 S, 21 Abb.) dieses Büchlein heraus.

Die Pulsare sind wohl die sensationellste Entdeckung der Astronomen der letzten 10 Jahre. Erst 1967/68 entdeckt, haben sie inzwischen für viele Schlagzeilen gesorgt. Als rotierende Neutronensterne mit einer enorm hohen Dichte und einer 1000mal größeren Flächenhelligkeit als die Sonne, bilden sie Objekte, die in ihren extremen Bedingungen der Materie bisher einmalig sind. Der Leser erfährt viele interessante Neuigkeiten aus dem Gebiet der Astronomie und Astrophysik, z.B. aber auch: Was haben indianische Höhlenzeichnungen mit dem Krebsnebel zu tun? Leider kann der Autor der Versuchung nicht widerstehen, einige komplizierte Sachverhalte entsprechend mathematisch zu erklären. Wenn man bedenkt, daß der Oberschüler nur die Formelbegriffe der Vektorrechnung lernt, sind einige angegebene Gleichungen vom physikalischen Gehalt her für ihn unverständlich. Man kann allerdings diese Stellen "überlesen", ohne daß die gesamte Verständlichkeit darunter leidet.

Wer also Interesse an brandaktuellen Forschungsgebieten hat, wer sich dafür interessiert, was die Astronomie heute ist und mit welchen Problemen sich Physiker "herumschlagen", dem sei dieses Büchlein empfohlen.

Interessenten: Fachlehrer, Oberschüler, interessierte Laien, Astronomiezirkel.

DOKUMENTATION FÜR DEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND STAATS- BÜRGERKUNDE-INTERAKT



Prof. H. Klare

(Präsident der Akademie der Wissenschaften
der DDR)

Zur Rolle der Grundlagenforschung bei der
Verwirklichung der Beschlüsse des VIII. Parteitages
(Teil 2 und Schluß)

(aus ND vom 12.10.1974 gekürzt)

Forschungspotential für interdisziplinäre Arbeit

Ergebnisse aus der Interkosmoskooperation werden der Nutzung in der Volkswirtschaft zugeführt, indem z. B. gemeinsam mit Industriebetrieben spezielle mikroelektronische Schaltkreise entwickelt und für die Kleinserienfertigung vorbereitet sowie entwickelte Telemetrieverfahren in der Industrie angewendet werden.

Unser gesellschaftswissenschaftlicher Forschungsbereich trug zur Erforschung und Darstellung objektiver Gesetzmäßigkeiten gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse bei. Im Vordergrund standen Prozesse des sozialistischen Aufbaus und der Klassenauseinandersetzung mit den Gegnern des Sozialismus sowie die Propagierung der Forschungsergebnisse zur Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR und ihrer festen Integration in die sozialistische Staatengemeinschaft.

Ein besonderer Vorzug der Akademie besteht bekanntlich in der Vollständigkeit der in ihren Forschungseinrichtungen vertretenen Wissenschaftsdisziplinen und dem dadurch möglichen und auch notwendigen Zusammenwirken der Disziplinen. Das verfügbare Forschungspotential gestattet es, gerade auf dem Gebiet der Grundlagenforschung interdisziplinär unter einheitlicher Leitung zu arbeiten. Daraus ergibt sich aber auch die besondere Verpflichtung, durch entsprechende Pro-

blemsuche und Problembearbeitung vornehmlich von Natur- und Gesellschaftswissenschaftlern gemeinsam möglichst komplexe Aufgaben zu lösen.

Die naturwissenschaftliche Forschung wirft immer neue Fragen auf, die der ökonomischen Betrachtung, der weltanschaulichen Durchdringung und Einordnung, der Analyse ihrer sozialökonomischen Konsequenzen und der Bewertung weiterer Folgerungen für die Gesellschaft und den einzelnen bedürfen. Aus den gesellschaftswissenschaftlichen Erkenntnissen ergeben sich ebenso Fragen an die naturwissenschaftliche Forschung und daraus wiederum neue Aufgabenstellungen.

Glänzende Bestätigung unserer Weltanschauung

Beispielsweise sind die Ergebnisse der Molekularbiologie eine glänzende Bestätigung für die Gültigkeit der materialistischen Weltanschauung auf dem Gebiet der Biologie, das bis in die jüngste Vergangenheit hinein nicht selten ein Feld für idealistische Theorien und Spekulationen war. Von den tatsächlich vorhandenen Möglichkeiten ausgehend, haben wir begonnen, die Zusammenarbeit zwischen Gesellschafts- und Naturwissenschaftlern an fest umrissenen Projekten auf- und auszubauen, um gerade auch hier die Grundlagenforschung zur Verwirklichung der Beschlüsse des VIII. Parteitagess wirksam werden zu lassen. Wir verkennen nicht, daß es sich dabei um Anfänge handelt.

Die Wissenschaft kann nicht für sich allein und von sich aus zur Produktivkraft werden, sondern immer nur in Verbindung mit der produktiven Arbeit. Ebensowenig kann deshalb auch die Grundlagenforschung für sich allein das Überführungsproblem lösen. Dazu bedarf es unter unseren Bedingungen der engen kameradschaftlichen Zusammenarbeit von wissenschaftlicher Intelligenz und Arbeiterklasse, von Wissenschaft und Produktion.

Es hat sich auch erwiesen, daß es heute keine wesentliche

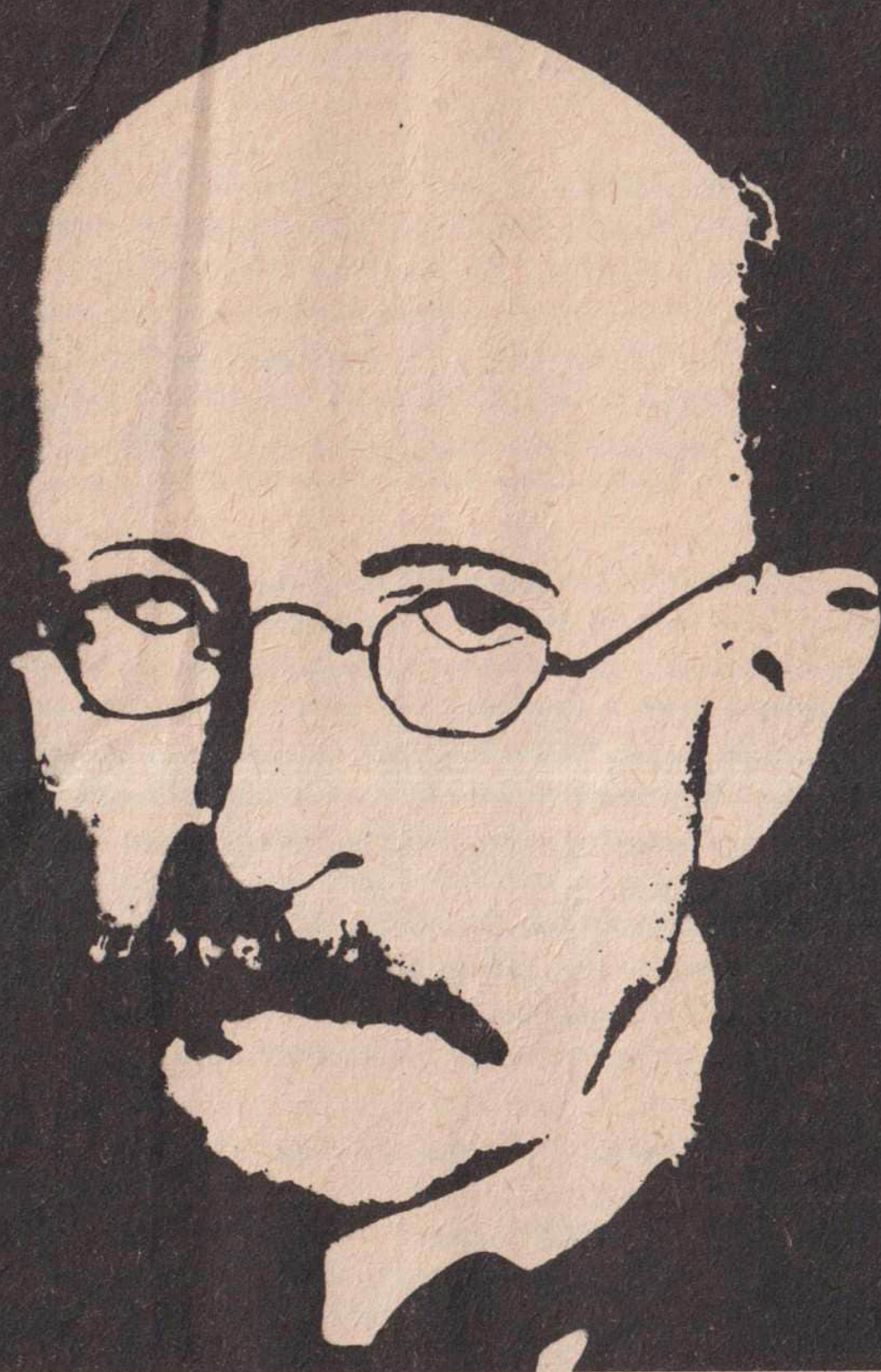
Aufgabe der Grundlagenforschung mehr gibt, die ohne internationale sozialistische Kooperation wirksam gelöst werden kann. Die AdW der DDR verdankt es dabei vor allem der Hilfe und Unterstützung der AdW der UdSSR, daß sie sich auf wichtigen Gebieten zu einem leistungsfähigen Partner in dieser Zusammenarbeit entwickelt hat. Unter den vielfältigen Formen, in denen sich die Kooperation abspielt, kommt besonders der multilateralen Zusammenarbeit wachsende Bedeutung zu, z. B. auf den Gebieten: hochmolekulare Verbindungen, Chemie, Biochemie, Nukleinsäuren, Physik und Astrophysik sowie bei Schwerpunkten der gesellschaftswissenschaftlichen Forschung.

Die Zusammenarbeit mit der UdSSR und anderen sozialistischen Ländern auf dem Gebiet der Grundlagenforschung ist ferner gekennzeichnet von der gemeinsamen Festlegung der Ziele, dem zunehmenden Grad der Arbeitsteilung bei der Lösung der Aufgaben sowie ihrer Festlegung in den nationalen Forschungsplänen und schließlich von der sich in Anfängen abzeichnenden Verflechtung der Forschungspotentiale der beteiligten Länder.

Am weitesten fortgeschritten ist diese Entwicklung auf den Gebieten Quantenelektronik, Kernphysik, Verbundwerkstoffe, Aufbau von Strahlungsquellen, Astrophysik, Meeresforschung, Geschichte, Wirtschaftswissenschaften sowie Staat und Recht.

Traditionen mit Aufgaben unserer Zeit eng verbunden

In der weltanschaulichen Fundierung der sich im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Revolution vollziehenden Prozesse und der Ausarbeitung gesellschaftlicher Bestimmungsgrößen sehe ich eine besondere Aufgabe für die gesellschaftswissenschaftliche Grundlagenforschung unserer Akademie. Sie ist wesentlich auf die marxistisch-leninistische Lösung gesamtgesellschaftlicher bzw. volkswirtschaftlicher Probleme orientiert, die mit der Entwicklung der Gesellschaft, ihrer Geschichte, Wissenschaft und Kultur verbunden ist.



MAX PLANCK (1858 - 1947)



Impuls 68

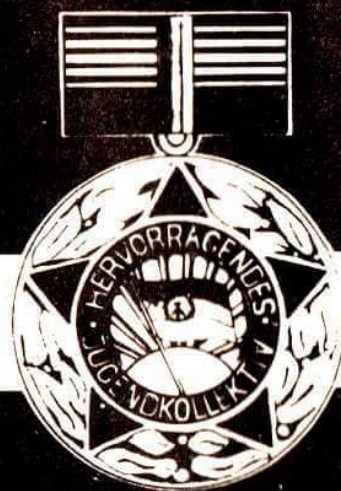
Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie

8. Jahrgang (1974/75)

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	Amt. Chefredakteur:	D. E. Welsch
Redaktion:	G. Hüller (Chemie)	Dipl.-Biol. B. Schubert	(Biologie)
	W. Hild (Gestaltung)	L. Günther	(Astro, fotograf. Gestaltung)
	Dipl.-Biol. G. Tenner (Biologie)	Dipl.-Chem. R. Bergmann	(Chemie)
		Finanzen:	Dipl.-Phys. G. Welsch

Anschrift impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1

„impuls 68“ erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Preis je Heft -40 M. Jahresabonnement: 4,- M.

INHALT:

Alle reden vom Umweltschutz – auch wir! (3)	3
Liebe Leser	4
Flüssige Kristalle – Grundlagen und chemische Strukturen	6
impuls-LEXIKON	16
Wein – von der Traube bis zum Kater	17

Titelbild: Fotografische Aufnahme eines kleinen, künstlich erzeugten Blitzes

***Rationelle Energieverwendung - nicht nur eine
Frage der Ökonomie***

Ging es in den vorangegangenen Abschnitten vor allen Dingen darum, zu zeigen, welche Möglichkeiten der Energieerzeugung gegenwärtig diskutiert werden und welche Umweltprobleme sie mit sich bringen, müssen zum Schluß noch einige Bemerkungen zum rationellen Energieeinsatz und zur Energiespeicherung gemacht werden.

Zunächst zum Speicherproblem. Der technische Stand ermöglicht es z. Z. noch nicht, große Wärme- und Elektrizitätsmengen über einen längeren Zeitraum hinweg zu speichern. Seit langem werden dazu Versuche angestellt, handelt es sich doch hier um ein äußerst wichtiges technisches Problem. Es gibt z. B. die Möglichkeit, die auch bei uns praktiziert wird, überschüssige Elektroenergie auf Umwegen zu speichern, so wie es in Pumpspeicherwerken erfolgt. Der Wirkungsgrad ist, insgesamt betrachtet, selbstverständlich sehr gering. In Anbetracht der sich verknappenden Rohstoffreserven und des steigenden Energiebedarfes könnten wesentliche Reserven erschlossen werden, wenn die Energie von Kraftwerken bei niedrigem Verbrauch gespeichert würde, wenn das Kraftwerk also Energie übrig hat. In den letzten Jahren sind Gemische untersucht worden, die eine hohe Wärmespeicherkapazität haben. Solche eutektischen Mischungen bestehen aus Fluoriden der Alkali- und Erdalkalimetalle. Die Energiespeicherkapazität übertrifft die von Bleiakkumulatoren um das Zwanzigfache. Die Wärmemengen sind so groß, daß damit nicht nur Heizungen betrieben werden können, sie ermöglichen auch eine Energieversorgung von Wärmekraftmaschinen. Das Speichermaterial kann z. B. sein: LiF , NaF/MgF_2 , LiF/MgF .

Eine weitere Möglichkeit, die Umwelt thermisch zu entlasten,

Liebe Leser

Sicher werden Sie sich wundern, daß in diesem Heft nicht nur Druckerschwärze, sondern auch Druckerfarbe verwendet worden ist! Und das hat mehrere Gründe. Zuerst ist dies das Ferienheft und zum andern ist es das 75. Heft von "Impuls 68". (Zum Nachrechnen: 1. Jg. mit den Heften 1, 2, 3, 4, 5/6 und ab 2. Jg. je 10 Hefte, macht also summa summarum 75 Hefte.)

Liebe Leser! Seien Sie mal ehrlich, 75 Hefte, das ist doch schon was. Und wieviel Arbeit dahintersteckt! Da ist in Jena eine kleine Truppe, die es mit viel Enthusiasmus und Mühe immer wieder schafft, Impulshefte fertigzustellen. Und das geschieht praktisch alles in unserer Freizeit, denn zuerst sind wir ja Studenten und wissenschaftliche Mitarbeiter. Daß wir oft die Termine nicht einhalten können, hat neben auftretenden technischen Schwierigkeiten eben auch in unserer eigentlichen Beschäftigung (dem Studium) seine Grundlage. Aber liebe Leser, glauben Sie uns, wir sind stets bemüht, pünktlich auszuliefern und auch den Inhalt so vielseitig wie nur irgend möglich zu gestalten. Aufgrund der geringen Anzahl von Beschwerdebriefen müssen wir immer annehmen, daß unsere Zeitschrift die beste sei (aber glauben können wir das nicht). Also Schreibpapier genommen und uns geschrieben. Für jeden Hinweis sind wir sehr dankbar!

*Auf die nächsten 75 Impulse
Ihr L. Kell*

ist die der direkten Energieumwandlung. Die Effektivität der modernsten Dampfturbinen läßt sich praktisch kaum noch erhöhen. Fotoelektrische Generatoren wurden bereits erwähnt. Andere Möglichkeiten können hier nur angedeutet werden. Als erstes ist da der magnetohydrodynamische Ge-

nerator (MHD-Generator) zu nennen. Ein heißer, ionisierter Gasstrom wird durch ein magnetisches Feld geschickt. Die Ionen werden in diesem Feld abgelenkt und sammeln sich auf Elektroden im Gaskanal. Der entstehende elektrische Strom kann direkt dem Verbraucher zugeführt werden. 50 % - 60 % der Wärmeenergie lassen sich damit umwandeln. Allerdings ist das Verfahren noch nicht ausgereift. Die SU hat 1971 eine Versuchsanlage mit einer projektierten Leistung von 25 MW in Betrieb genommen.

Die zweite Möglichkeit besteht in den elektrohydrodynamischen (EHD-)Generatoren. Das Prinzip ist dem aus dem Schulunterricht bekannten "Bandgenerator" ähnlich. Hier wird allerdings kein Band für den Ladungstransport verwendet, sondern ein Gasstrom. Die Entwicklungs- und Forschungsarbeiten stehen noch zu sehr am Anfang, als daß sich jetzt bereits zukünftige Möglichkeiten abschätzen lassen.

Der dritte Weg bietet sich in der Nutzung des thermoelektrischen Effektes an. Die thermoelektrischen (TE-)Generatoren stehen ebenfalls erst am Anfang ihrer Entwicklung. Die SU leistet auf diesem Gebiet Pionierarbeit. Bereits 1964 wurde ein solcher Generator in Betrieb genommen. Er nutzt die Abwärme eines Kernreaktors und wandelt diese direkt in Elektroenergie um. Die abgegebene Leistung ist mit 500 Watt allerdings noch bescheiden.

Nun endlich das Schlußwort!

Es kam in dieser Artikelserie darauf an, dem Leser die Energiesituation aus der Sicht des Umweltschutzes zu verdeutlichen. Sicherlich konnten viele Fragen nur angeschnitten werden. Dem Leser muß deutlich geworden sein, daß Umweltschutz, wenn er erfolgreich praktiziert werden soll, nicht Sache von einigen Staaten sein kann. Umweltschutz muß global betrieben werden. Wir sind in der glücklichen Lage, frei von Profitinteressen den Umweltschutz harmonisch in die gesamtgesellschaftliche Planung einbeziehen zu können. Aber gerade deshalb muß es den sozialistischen Ländern darum gehen, Umweltschutz zu einem echten internationalen Anliegen zu machen.

Ende der Serie

P. Atrat
Adw. Iena

Flüssige Kristalle- Grundlagen und chemische Strukturen

Seit einigen Jahren erscheinen auch in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen zunehmend Berichte über "flüssige Kristalle". Derartigen Systemen werden ganz ungewöhnliche Eigenschaften, die vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bieten, zugeschrieben. Bei den meisten Lesern besteht mit dem Begriff "flüssiger Kristall" sofort eine Assoziation zu Digitalanzeigesystemen oder neuartigen Fernsehgeräten, die beinahe so flach wie ein Wandbild sind und eine außerordentlich große Bildfläche besitzen. In diesem und einem späteren Beitrag sollen in stark vereinfachter Darstellung eine Einführung in die wichtigsten Grundlagen gegeben und anwendungstechnische Möglichkeiten aufgezeigt werden.

Begriffserklärung

Der Begriff "flüssiger Kristall" erscheint paradox, wenn man von der Vorstellung ausgeht, daß die Eigenschaft "kristallin" an den festen Aggregatzustand gebunden ist. Dem Namen nach muß der flüssig-kristalline Zustand (mit einem geschmolzenen Kristall schlechthin hat das nichts zu tun) sowohl zum flüssigen als auch zum kristallinen Zustand in Beziehung stehen.

Im Kristall sind bekanntlich die molekularen Bausteine regelmäßig dreidimensional angeordnet. Diese regelmäßige Anordnung läßt sich experimentell durch Anisotropie (Richtungsabhängigkeit) von optischen, elektrischen, mechanischen und anderen Eigenschaften feststellen. Durch Zuführung von Wärmeenergie werden die zwischen den Molekülen bestehenden Bindungskräfte weitgehend aufgehoben, so daß im Normalfall

aus dem anisotropen Kristall eine isotrope Schmelze entsteht, in der die regelmäßige Ordnung der Moleküle aufgehoben ist. Die obengenannten Eigenschaften sind somit nicht mehr von der Raumrichtung abhängig.

Existieren in einem festen Kristall in den drei Raumrichtungen stark unterschiedliche Bindungskräfte, so besteht auch die Möglichkeit, daß beim Schmelzen die regelmäßige Anordnung der Moleküle nicht in allen drei Raumrichtungen, sondern nur in einer oder zwei zerstört wird. Solche Schmelzen, in denen die Moleküle noch in einer oder zwei Raumrichtungen weitgehend regelmäßig angeordnet sind, werden als "flüssige Kristalle" bezeichnet. Sie weisen im Unterschied zu den isotropen Flüssigkeiten in den obengenannten Eigenschaften eine Anisotropie auf. So wird z. B. ähnlich wie bei einem Kristall eine Doppelbrechung beobachtet.

In der Literatur werden "flüssige Kristalle" auch als kristalline Flüssigkeiten, Mesophasen oder anisotrope Flüssigkeiten bezeichnet. Erwähnt sei, daß flüssige Kristalle nicht nur Schmelzen, sondern auch z. B. Lösungen sein können, in denen gleiche oder ähnliche Ordnungszustände bestehen. Interessant ist die Tatsache, daß in vielen biologischen Systemen wie Körperflüssigkeiten ähnliche Eigenschaften zu beobachten sind. Aus diesem Grund erfolgt eine Einteilung der flüssigen Kristalle in zwei große Klassen:

Thermotrope flüssige Kristalle entstehen beim Schmelzen entsprechender organischer Verbindungen. Ihr Existenzbereich liegt im Temperaturintervall ΔT zwischen dem Schmelzpunkt (F_p) und dem sogenannten Klärpunkt (Kl_p), bei dem der flüssige Kristall in die isotrope Schmelze übergeht.

Lyotrope flüssige Kristalle entstehen beim Mischen verschiedener (meist polarer) Stoffe mit bestimmten Lösungsmitteln. Diese Klasse ist außerordentlich umfangreich und vielfältig in den Strukturen.

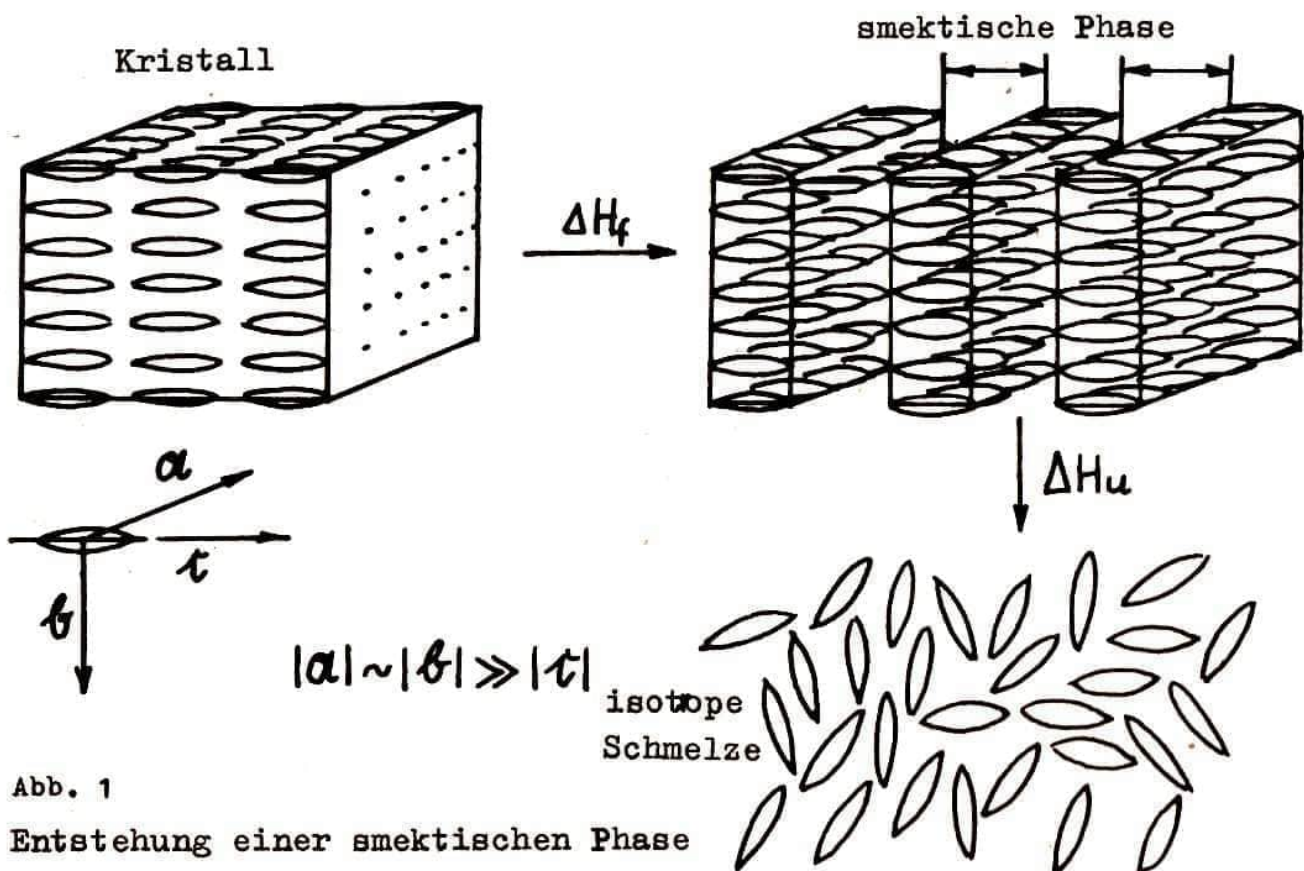
In diesem Einführungsbeitrag wollen wir uns lediglich auf die erstgenannte Klasse beschränken, d. h. wenn wir im folgenden den Begriff flüssige Kristalle gebrauchen, dann sind damit thermotrope flüssige Kristalle gemeint.

Die Grundtypen der flüssigen Kristalle

Nach der Art und Weise, wie die Moleküle in den flüssig-kristallinen Schmelzen angeordnet sind, werden grundsätzlich drei Typen von flüssigen Kristallen oder flüssig-kristallinen Phasen unterschieden, die ein eigenes Eigenschaftsspektrum besitzen. Es sind dies die smektischen, die nematischen und die cholesterinischen Phasen.

Smektische Phasen

In smektischen flüssig-kristallinen Phasen liegt der höchste Ordnungsgrad unter den flüssigen Kristallen vor. Es handelt sich um Molekülschichten, die parallel zueinander verschiebbar sind. Die Moleküle müssen sich demnach zueinander in einem zweidimensionalen Ordnungszustand befinden. In Abbildung 1 ist stark vereinfacht dargestellt, wie man von einer dreidimensionalen Anordnung der Moleküle in einem festen Kristall zu einer smektischen flüssig-kristallinen Phase gelangt.



Die Moleküle sind hier als längliche Gebilde dargestellt. Greifen wir willkürlich ein Molekül heraus, so wirken auf dieses die Anziehungskräfte α , β und ϵ ein. Zu einer smektisch-flüssig-kristallinen Phase gelangen wir dann, wenn die Anziehungskräfte α und β vergleichbar und wesentlich größer als ϵ sind. Die zugeführte Schmelzenthalpie (ΔH_f) kompensiert diese Anziehungskraft ϵ , so daß die genannten Molekülschichten entstehen. Führen wir weitere Energie (ΔH_u) zu, d. h. erhöhen wir die Temperatur weiter, so gelangen wir im einfachsten Fall zu einem Zustand, bei dem auch die regelmäßige Anordnung innerhalb der Molekülschichten aufgehoben wird. Wir kommen so zur isotropen Schmelze. Meist können verschiedene smektische Phasen mit definierten Umwandlungspunkten nacheinander beobachtet werden.

Alle flüssig-kristallinen Phasen zeigen im Polarisationsmikroskop für die jeweilige Phase ganz charakteristische Erscheinungen (sogenannte Texturen). Sie ergeben sich auch aus der Doppelbrechung und verschwinden beim Übergang in den isotropen Zustand, also am Klärpunkt, völlig. Smektische Phasen sind stark lichtstreuende, hochviskose Flüssigkeiten.

Nematische Phasen

Nematische flüssig-kristalline Phasen entstehen dann, wenn die Anziehungskräfte α und β wiederum vergleichbar, aber wesentlich kleiner als ϵ sind. Das hat zur Folge, daß beim Schmelzen α und β kompensiert werden. Damit sind die Moleküle lediglich in ihrer Längsachse parallel ausgerichtet, aber ansonsten frei beweglich. Damit liegt ein eindimensionales Ordnungsprinzip vor.

In Abbildung 2 sind diese Verhältnisse dargestellt. Bei weiterer Temperaturerhöhung erfolgt auch hier, nachdem die Umwandlungsenthalpie ΔH_u aufgebracht wurde, ein Übergang in die isotrope Schmelze.

Die wirkliche Struktur von nematischen Phasen ist wesentlich komplizierter als hier angegeben wurde, so sind z. B.

nicht sämtliche Moleküle einheitlich ausgerichtet, sondern sie ändern kontinuierlich ihre Vorzugsrichtung, wobei kein definierter Winkel angebar ist. Durch einen Ordnungsgrad S , der Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann, läßt sich eine nematische Phase beschreiben. Im Falle $S = 1$ sind alle Moleküle parallel ausgerichtet und im Falle $S = 0$ liegt eine isotrope Schmelze vor.

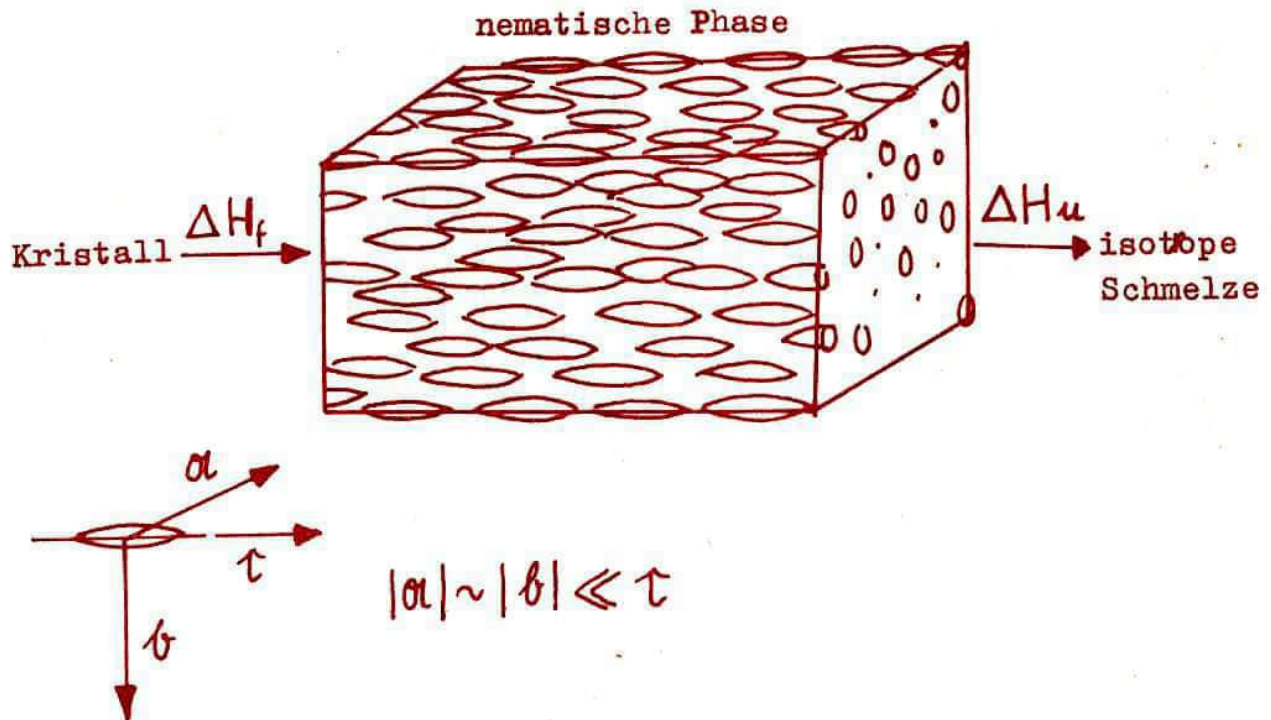


Abb. 2 Entstehung einer nematischen Phase

Nematische Phasen besitzen ein besonderes Interesse. Die wichtigsten Eigenschaften beruhen darauf, daß die Moleküle durch elektrische oder magnetische Felder ausgerichtet werden können. Dabei entstehen Effekte, die großes anwendungstechnisches Interesse besitzen. (Darüber soll jedoch später informiert werden.)

Nematische Phasen können sowohl unmittelbar nach dem Schmelzen eines Kristalles als auch aus einer smektischen flüssigkristallinen Phase entstehen..

Cholesterinische Phasen

Nahe verwandt mit den nematischen Phasen sind die choleste-

rinischen. Es liegen hier in erster Näherung parallele Molekülschichten mit nematischer Struktur vor, die jedoch in bezug auf die Moleküllängsachsen zueinander um einen genau definierten Betrag verdreht sind. Das bedeutet, daß die Moleküle zweier aufeinanderfolgender Schichten bezüglich ihrer Längsachsen nicht genau ausgerichtet sind, sondern einen Winkel φ bilden, so daß eine schraubenähnliche Anordnung, eine Helixstruktur, zustande kommt, wie es in der Abbildung 3 zu sehen ist.

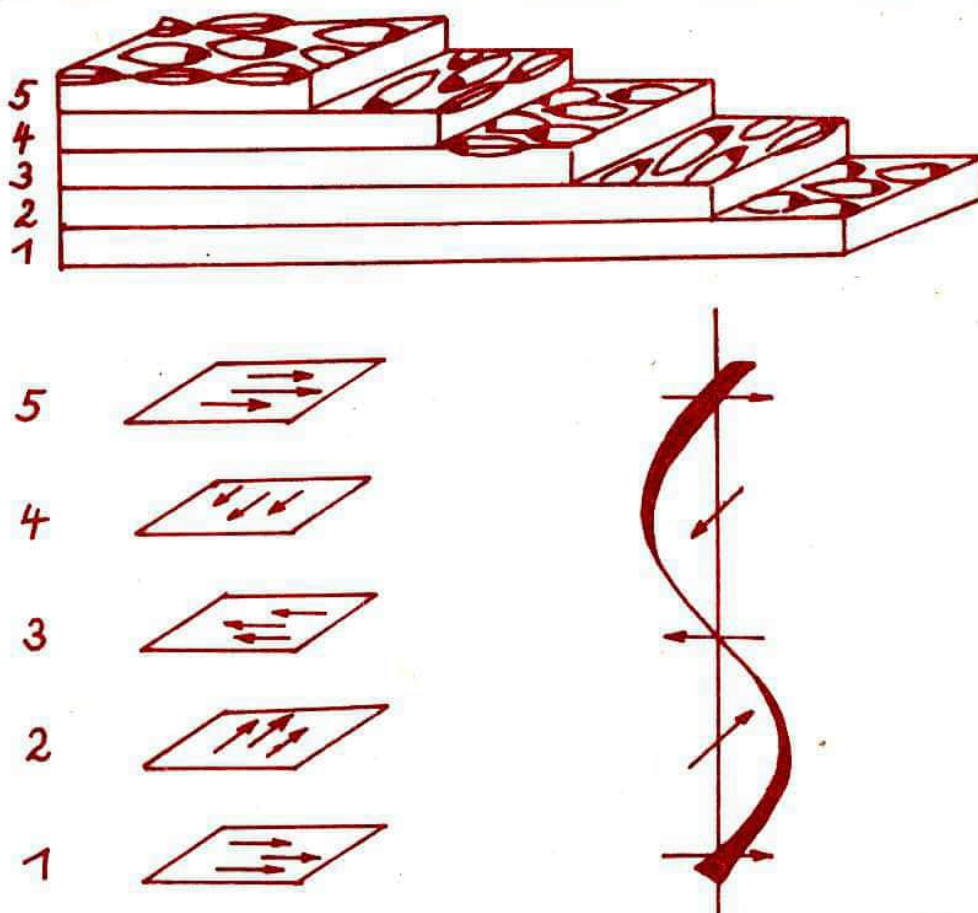


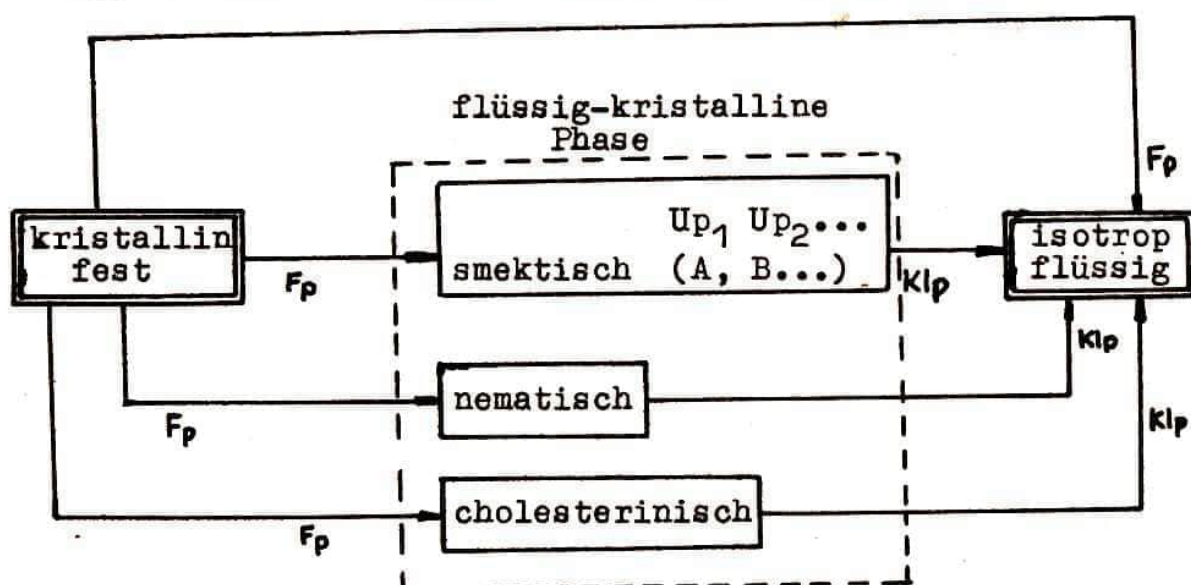
Abb. 3 Die Struktur einer cholesterinischen Phase

Derartige cholesterinische Phasen treten nur bei Substanzen mit optischer Aktivität auf und wurden erstmals (1888) bei verschiedenen Derivaten des Cholesterins (daher der Name) aufgefunden. Zu cholesterinischen Phasen gelangt man ebenfalls, wenn eine nematische Phase mit einer optisch aktiven Verbindung gemischt wird.

Aufgrund dieser Helixstruktur (Chiralität) zeigen cholesterinische Flüssigkristalle ganz außergewöhnliche Eigenschaf-

ten. Sie besitzen die höchsten bei optisch aktiven Verbindungen gefundenen Drehwerte, und zwar mehr als $18\,000^\circ/\text{mm}$. Die Ganghöhe der Helix liegt zwischen $0,1$ und $10\,\mu\text{m}$. Sie ist ganz empfindlich abhängig von der jeweiligen Substanz, der Temperatur, dem Druck und anderen Einflüssen, wie elektromagnetischen Feldern und der Anwesenheit von Verunreinigungen. Zur Charakterisierung dieser Phasen ist ferner der Drehsinn von Interesse. So wird beispielsweise die Helixstruktur aufgehoben, wenn zwei cholesterinische Phasen von unterschiedlichem Drehsinn im entsprechenden Mengenverhältnis gemischt werden. Das Ergebnis ist, daß eine nematische Phase entsteht. Cholesterinische Phasen weisen ein starkes Reflexionsvermögen auf, wobei die Wellenlängen am stärksten reflektiert werden, die in der Größenordnung der Ganghöhe der Helix liegen. Phänomenologisch äußert sich dieses in brillanten Farberscheinungen.

In der folgenden Übersicht sind noch einmal verschiedenartige mögliche Phasenübergänge zwischen dem festen Kristall und der isotropen Schmelze dargestellt. Diese Darstellung ist ebenfalls stark vereinfacht. Nicht berücksichtigt wurden beispielsweise die Umwandlungen in umgekehrter Richtung, die durchaus anders verlaufen können:



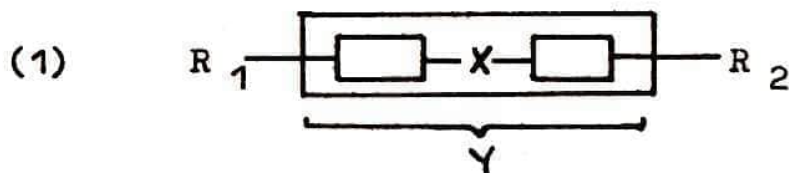
F_p Schmelzpunkt (Fließpunkt)
 U_p Umwandlungspunkt
 Kl_p Klärpunkt

Substanzen und chemische Strukturen

Nachdem wir nun mehr oder weniger anonym die verschiedenartigen flüssig-kristallinen Phasen erklärt haben, muß jetzt die Frage beantwortet werden, welche Substanzen bzw. welche Strukturen die Bildung von flüssigen Kristallen ermöglichen.

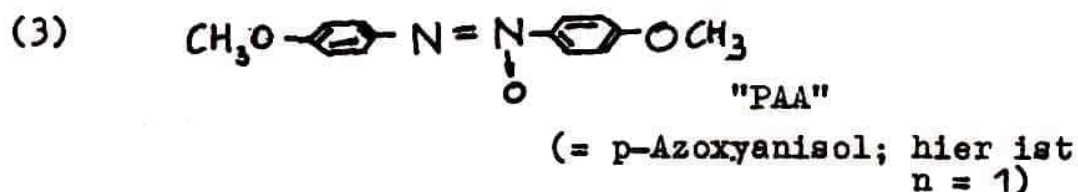
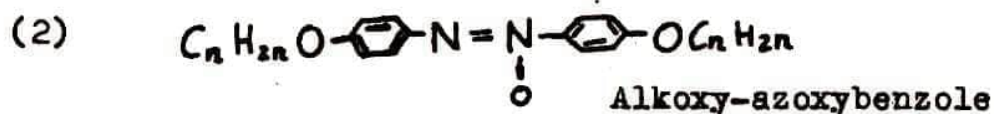
Bisher haben viele Forscher diesen Zusammenhang untersucht. Die grundlegenden Arbeiten gehen auf den Zeitraum von 1888 bis 1930 zurück und sind mit solchen Persönlichkeiten wie Lehmann, Vorländer und Friedel verbunden.

Flüssige Kristalle sind demnach allgemein verhältnismäßig starre, langgestreckte meist planare aromatische Grundkörper (Y), die mehr oder weniger ausgedehnte Flügelgruppen aus Alkylresten (R) enthalten können.



Dem polarisierbaren Grundkörper werden die isotropen Schmelzeigenschaften und den Flügelgruppen die Realisierung der jeweiligen Mesophase zugeschrieben.

Sehr lange bekannt sind die Alkoxy-azoxybenzole (2), die 1890 von Lehmann untersucht wurden. Der einfachste Vertreter ist das p-Azoxyanisol "PAA" (3).



Substanzen der allgemeinen Strukturformel (2), deren Werte für $n = 1$ bis $n = 5$ liegen, bilden nur eine nematische Phase. Bei Werten von $n = 6$ bis $n = 10$ ist der nematischen

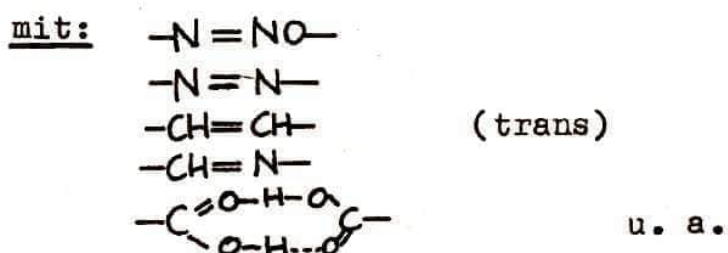
Phase eine smektische vorgelagert. Bei $n > 10$ werden nur noch smektische Phasen ausgebildet. Es ist somit schon die allgemeine Gesetzmäßigkeit erkennbar, daß die Tendenz zur Bildung von smektischen flüssig-kristallinen Phasen mit der Länge der Flügelgruppen zunimmt.

In der Tabelle 1 sind einige Vertreter dieses Strukturtyps einschließlich ihrer Umwandlungspunkte zusammengestellt:

Tabelle 1

n	fest/ nemat. (°C)	fest/ smekt. (°C)	smekt./ nemat. (°C)	nemat./ isotr. (°C)	smekt./ isotr. (°C)
1	118,2	-	-	135,3	-
5	75,5	-	-	123,2	-
7	-	74,4	95,4	124,2	-
10	-	78,2	120,6	123,4	-
11	-	80,8	-	-	121,4

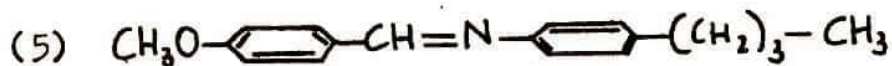
Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei den durch die allgemeine Strukturformel (4) vertretenen Substanzklassen:



Außer diesen Strukturen existieren noch viele weitere, die ganz anderer Natur sind. Aus anwendungstechnischen Gesichtspunkten besteht großes Interesse an Substanzen, die bereits bei möglichst niedrigen Temperaturen in der nematischen Phase vorliegen. In diesem Rahmen ist zum Beispiel das p-Methoxybenzyliden-p'-butylanilin (5) ("MBBA") zu nennen:

14

Achtung! Sehr wichtig!
 Falls die Bestellungen für den kommenden Jahrgang nicht bis zum 25. 9. 1975 geändert werden, laufen sie automatisch weiter.



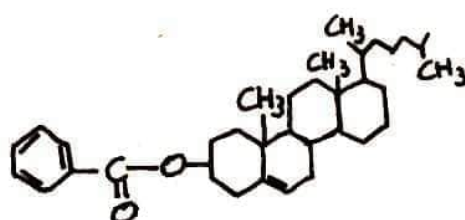
fest/nemat.: 20°C

nemat./isotr.: 47°C

Inzwischen existieren Substanzen bzw. Substanzgemische, die sogar unterhalb 0°C in der nematischen Phase vorliegen.

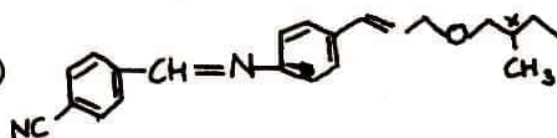
Für cholesterinische Phasen sollen hier nur zwei Beispiele genannt werden, und zwar das Cholesterylbenzoat (6) und ein Abkömmling des Zimtsäureamylesters (7):

(6)



Cholesterylbenzoat

(7)



p-Cyano-benzyliden-p-amino-Zimtsäure-akt.-amylester

In der Strukturformel (6) haben wir einen Vertreter der Steroide und in der Formel (7) einen typischen Vertreter des nematischen Strukturtyps, der aber durch seine optische Aktivität (hier asym. C-Atom) in die cholesterinische Phase übergeht, vorliegen.

Das Spektrum der (fast ausschließlich) organischen Verbindungen, die flüssig-kristalline Phasen bilden können, ist außerordentlich reichhaltig. Bis heute sind mehr als 4000 solcher Verbindungen bekannt.

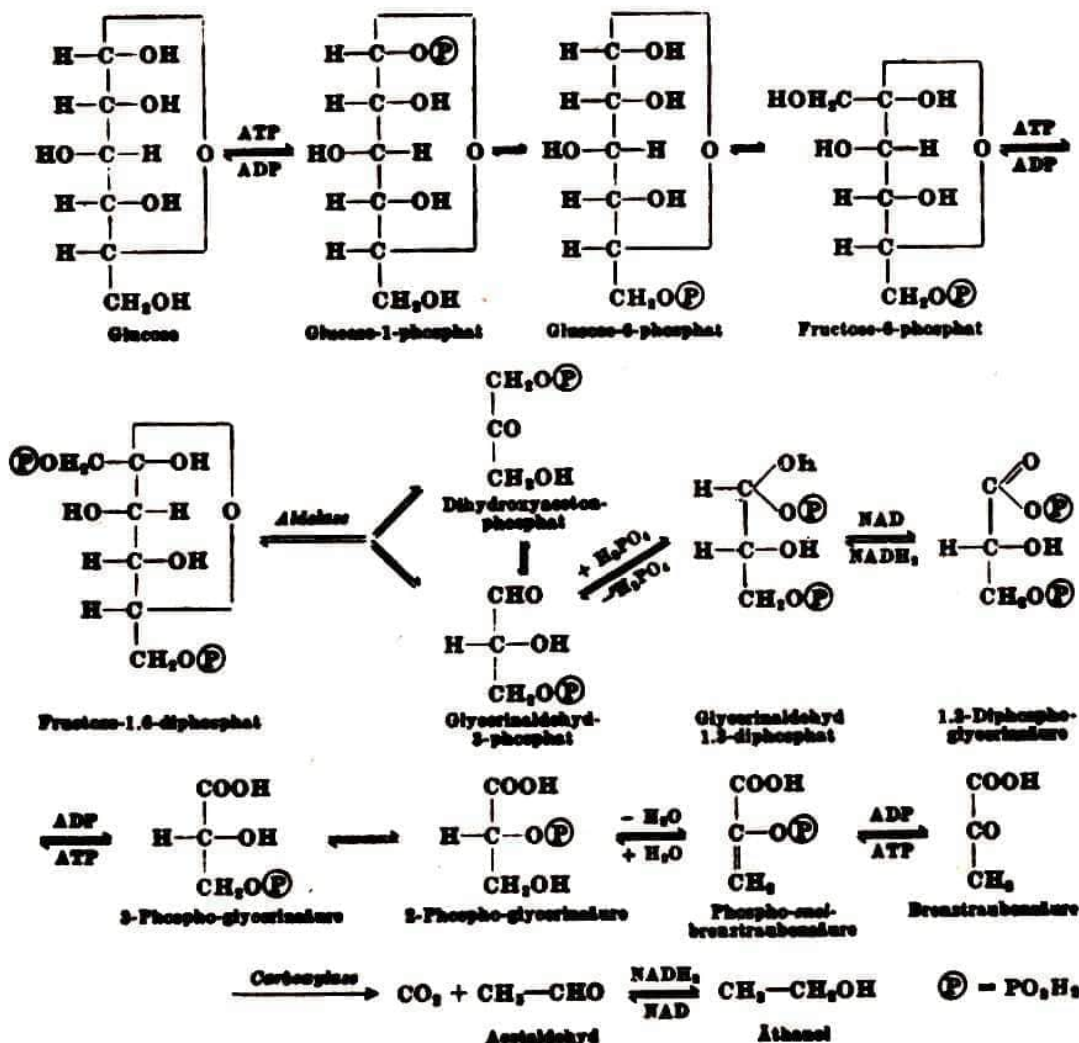
Weiterführende Literatur:

Demus, D.: Wissenschaft und Fortschritt 23 (1973) 5, S. 195-200

Kuschel, F. und Demus, D.: Wissenschaft und Fortschritt 23 (1973) 6, S. 273-276

Die alkoholische Gärung ist ein komplizierter biochemischer Prozeß, bei dem durch spezifisch wirkende Enzyme (Das sind komplizierte, von dem Mikroorganismus Gärhefe gebildete, organische Verbindungen, die ganz bestimmte chemische Reaktionen bewirken. Man kann sie als "biochemische Katalysatoren" ansehen.) Hexosen ($C_6H_{12}O_6$) über viele Zwischenstufen zu Alkohol und CO_2 abgebaut werden. Aus dem Enzymkomplex der Hefe konnten bisher 12 Enzyme isoliert werden. Einen Eindruck von diesem Prozeß gibt die Darstellung des Reaktionsablaufs. Die Abkürzungen ADP, ATP, NAD, $NADH_2$ bezeichnen organische Verbindungen, auf die nicht näher eingegangen werden soll. Aldolase und Carboxylase sind Namen bestimmter Enzyme.

Mechanismus der alkoholischen Gärung



Wein- von der Traube bis zum Kater

von G. Hüller
Sektion Chemie



Versucht man, die Geschichte des Weines zurückzuverfolgen, so scheint es, als wäre der Wein - nach dem Wasser - eines der ältesten Getränke des Menschen. In den Sklavenhalterstaaten des Altertums, in Ägypten und Mesopotamien war der Weinbau bereits allgemein verbreitet. Die Wandlung des Weins vom medizinischen oder kultischen Getränk zum Volksgetränk vollzog sich im alten Griechenland. Besonders anschaulich zeigt sich das u.a. an den Gedichten des griechischen Dichters ANAKREON, der um 600 v.u.Z. lebte.



Abb. 1 Altägyptische Darstellung der Weinlese.

Über das römische Reich gelangte der Weinbau (etwa zur Zeitenwende) nach Gallien und Germanien, wo er sich rasch ausbreitete. Bereits zur Zeit Karls des Großen war der Weinbau

im Frankenreich (Deutschland, Frankreich, Oberitalien und Teile Spaniens) so weit verbreitet, daß sich der Kaiser veranlaßt sah, Richtlinien für den Wein- und Obstbau zu erlassen (812), in denen u.a. das Stampfen der Weintrauben mit nackten Füßen als unappetitlich angesehen und deshalb verbo-



Abb. 2 Jenaer Grenzstein



Abb. 3 Jenaer Stadtwappen

ten wird.

Seit dieser Zeit ist der Weinbau im deutschsprachigen Raum heimisch, wobei er während des Mittelalters wohl seine größte Blüte (mit einem Verbrauch von etwa 150 Liter je Jahr und

Kopf dürfte diese Zeit die Hauptzechperiode des deutschen Volkes gewesen sein) und im Gefolge des dreißigjährigen Krieges seine größte Krise erlebte.

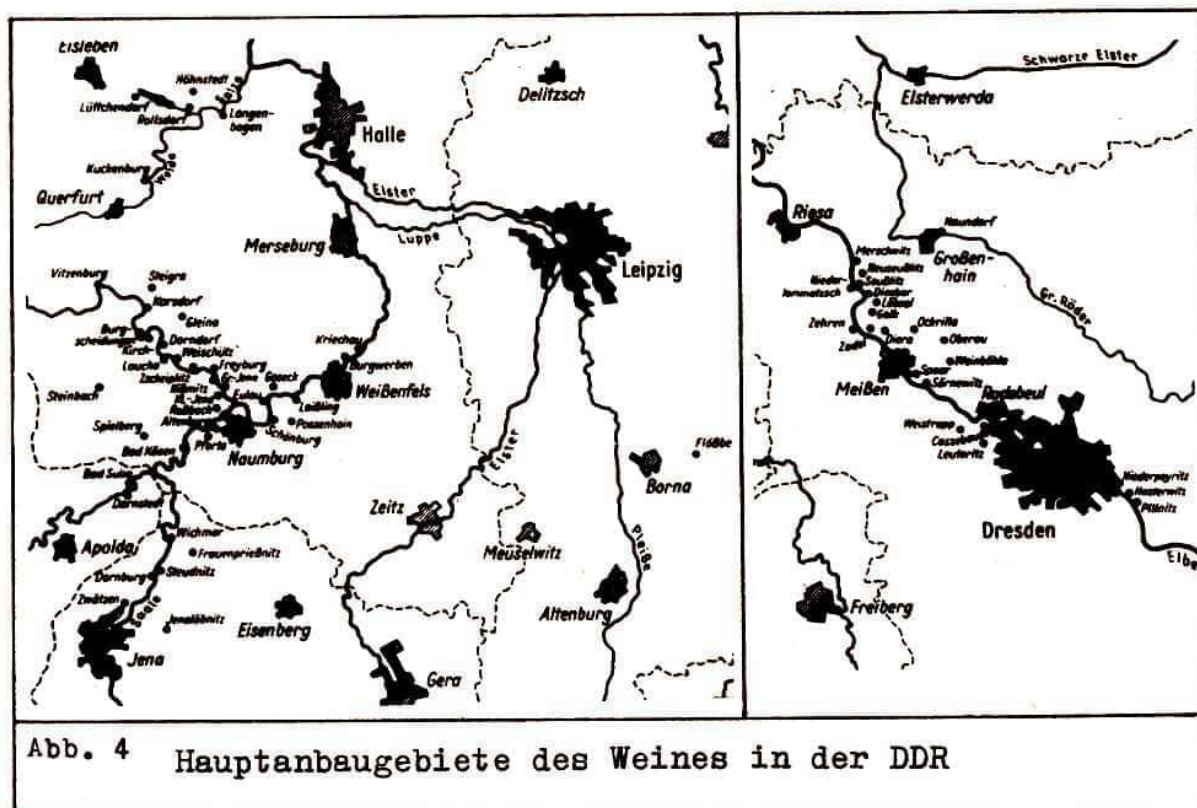
Der Schritt vom Quantitätsweinbau des Mittelalters zum heute üblichen Qualitätsweinbau vollzog sich im 19. Jahrhundert, wo parallel zur Verringerung der produzierten Menge die Qualität des Weins stieg.

In der DDR wird im Saale-Unstrut-Gebiet und im Elbtalkessel (vgl. Abb. 4) Weinbau betrieben. Im Saale-Unstrut-Gebiet werden leichte, frische und harmonische Weine gewonnen, während diejenigen des Elbegebietes etwas voller und milder sind.

1968 wurden in der DDR 15.000 hl Wein auf einer Rebfläche von 330 ha erzeugt (davon 195 ha im Saale-Unstrut, 135 ha im Elbe-Gebiet), wobei die erzeugte Menge durch Modernisierung und Vergrößerung der Rebfläche erheblich gesteigert werden soll.

1. Rebsorten

Die Weingewinnung beginnt mit dem Anbau der Weinrebe. Auf alle damit im Zusammenhang stehenden Probleme soll jedoch nicht eingegangen werden, sondern es sollen nur kurz einige Rebsorten erwähnt werden, die in der DDR angebaut werden.



Eine der edelsten Keltertrauben ist der Riesling (weißer Riesling - im Unterschied zum Welschriesling, aus dem überwiegend die Riesling-Weine der anderen sozialistischen Staaten bereitet werden). Der Riesling liefert bukettreiche, rassige Weine, die eine angenehme Säure besitzen. Da er zu den spätreifenden Sorten gehört, wird er in der DDR nur in ausgesprochen günstigen Weinbergslagen angebaut (etwa 3% der Gesamtmenge).

Eine ebenfalls edle Rebsorte ist der grüne Silvaner, der angenehme Tischweine liefert. Er ist die bei uns am häufigsten angebaute Art. Eine verhältnismäßig junge Rebsorte ist die Müller-Thurgau-Rebe (Kreuzung aus Silvaner und Riesling), die blumige, milde und im Vergleich zum Riesling säurearme Weine liefert. Sie ist beim Anbau anspruchslos und wenig

frostempfindlich, so daß sie bei uns in weniger günstigen Lagen angebaut wird.

Andere, in der DDR angebaute Sorten sind der Weißburgunder und der Traminer (insbesondere im Elbe-Gebiet), die milde und alkoholreiche Weine liefern und der Gutedel, der einen lieblichen und säurearmen Wein ergibt, der aber kein ausgesprochener Qualitätswein mehr ist.

Von den Rotweinsorten wird bei uns nur der blaue Portugieser angebaut, aus dessen Trauben milde und fruchtige Rotweine gewonnen werden.

2. Weinbereitung

Kernstück der Weinbereitung ist die alkoholische Gärung.

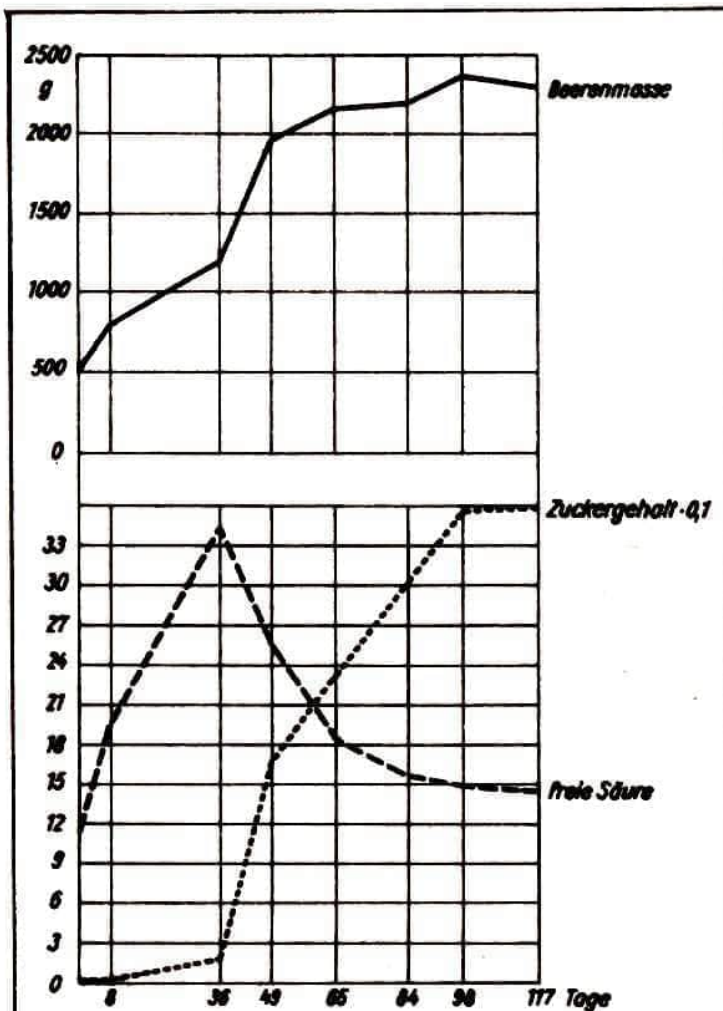


Abb. 5 Änderungen in der Zusammensetzung von Weinbeeren während der Reife

Sie ist aber nur ein Teil eines langen Prozesses, der mit der Lese (Ernte) beginnt und mit dem sogenannten Ausbau endet.

2.1. Lese

Die Lese stellt Höhepunkt und Abschluß der Arbeiten im Weinberg dar und kann als der Beginn der eigentlichen Weinbereitung angesehen werden, denn sowohl die Festlegung des Zeitpunktes der Lese als auch die Bedingungen, unter denen sie durchgeführt wird (trockene oder feuchte Witterung u.a.), sind entscheidend für die Qualität des herzustellenden

Weines. Die Abb. 5 gibt einen Eindruck von den Änderungen, die in der Weinbeere während der Reife erfolgen. Sind die Beeren ausgereift, erfolgt die Hauptlese, bei der der größte Teil geerntet wird. Unter günstigen Witterungsbedingungen können die Trauben von Qualitätsrebsorten (z.B. Riesling, Silvaner und Weißburgunder) in guten Lagen am Stock bleiben. Sie werden als "Spätlese" etwa 8 bis 14 Tage nach der Hauptlese geerntet. Diese überreifen Trauben liefern einen besseren Wein, so daß die Bezeichnung "Spätlese" auf einem Weinetikett gleichzeitig eine Gütekennzeichnung darstellt.

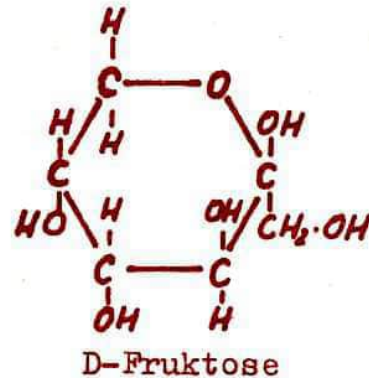
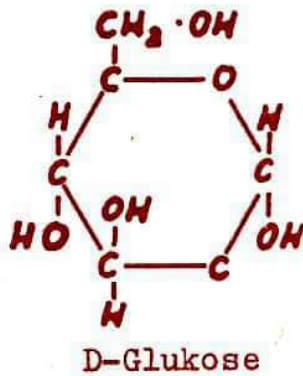
Eine besondere Form der Lese stellt die Auslese dar, bei der voll- bis überreife Beeren vom übrigen Lesegut getrennt und gesondert verarbeitet werden. Auch diese, meist hervorragenden und mit "Auslese" gekennzeichneten Weine können nur von Qualitätsrebsorten hergestellt werden. Eine Abart der "Auslese" ist die "Trockenbeeren-Auslese", die allerdings nur in wenigen, meist südlichen Weinbau-Gebieten (z.B. Gegend von Tokaj in Ungarn) möglich sind. Hierbei werden die Beeren so lange am Stock gelassen, bis ein Teil des Wassers verdunstet ist, wodurch sehr konzentrierte Moste erhalten werden, die der Dessertweinbereitung (z.B. Tokaj Aszu) dienen.

2.2. Weißweinbereitung

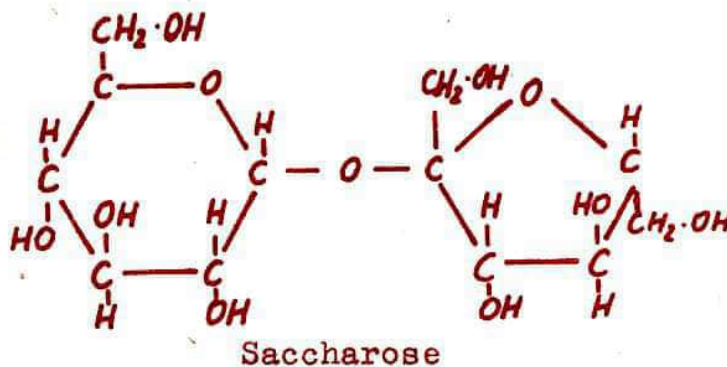
Gärung

Die gelesenen Beeren werden in der Regel in sogenannten Traubenmühlen zerdrückt, so daß eine breiartige Masse, die Maische, entsteht. Häufig sind den Traubenmühlen Abbeermaschinen vorgeschaltet, in denen die Beeren von den Stielen getrennt werden. Nach etwa drei Stunden wird der Saft von den übrigen Bestandteilen abgepreßt (Kelterung) und man erhält den Most, in dem im allgemeinen nach etwa einem Tage eine merkliche Vermehrung der im Traubenmost enthaltenen Weinhefen einsetzt, wobei der gelöste Sauerstoff verbraucht wird. Bei eintretendem Sauerstoffmangel setzt die alkoholische Gärung ein, da jetzt die Hefen ihren Energiebedarf durch den Abbau vergärbarer Zucker zu Alkohol und Kohlendioxid decken. Solche vergärbaren Zucker sind die Hexosen

(Summenformel $C_6H_{12}O_6$) Glukose und Fruktose, deren Menge in den Weinbaugebieten der beiden deutschen Staaten 100 bis 250g/l beträgt. (Spät- und Auslesen erreichen einen Zucker-gehalt bis 450 g/l - zum Vergleich: Obstsäfte enthalten 50 bis 100 g/l.)



Daneben sind noch geringe Mengen vergärbare Saccharose (Rübenzucker)



und unvergärbare Zucker der Summenformel $C_5H_{10}O_5$ (Pentosen) enthalten.

Im Verlaufe der alkoholischen Gärung (vgl. Impuls-Lexikon) erfährt der Traubenmost neben der Umsetzung von Zucker zu Alkohol eine durchgreifende Veränderung in der chemischen Zusammensetzung. Das zeigt deutlich die Gegenüberstellung der Gaschromatogramme eines Morio-Muskat-Traubenmostes mit dem entstandenen Wein (Abb. 6).

Man erkennt an der Signalhöhe, daß die Mehrzahl der Inhaltsstoffe des Weines im Most gar nicht oder nur in sehr kleinen Mengen vorhanden war und daß umgekehrt einige Stoffe des Mostes im Wein weitgehend verschwunden sind. Insgesamt ge-

sehen ist der Wein reicher an Inhaltsstoffen als der Most.

Wie durchgreifend die stofflichen Veränderungen sind, hängt vom Ausmaß der Gärung ab. Das erklärt auch, warum zuckerreiche Moste in der Regel bessere Weine ergeben, obwohl bei normaler Gärführung der vergärbare Zucker nahezu vollständig vergoren wird. Bei unseren einheimischen Weinen setzt nach

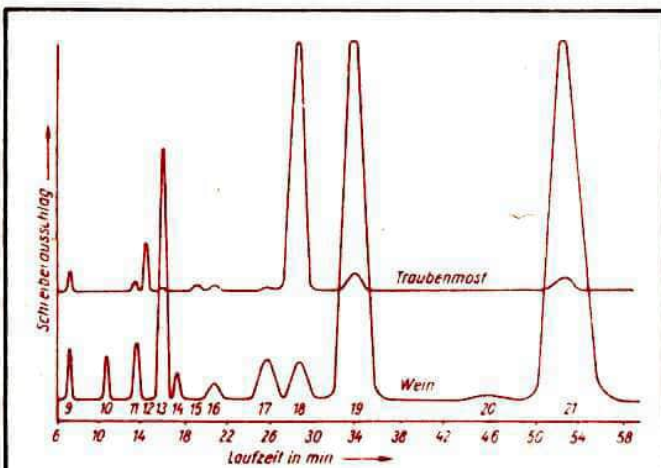


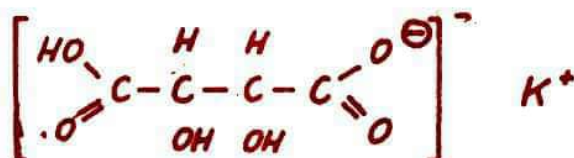
Abb. 6 Gaschromatografische Gegenüberstellung der Aromastoffe eines Traubenmostes und des daraus bereiteten Weins

etwa 2 bis 3 Tagen die stürmische Gärung ein, die wiederum nach etwa 4 bis 5 Tagen in eine gemäßigtere Nachgärung abklingt. Die gesamte Gärung dauert etwa 10 bis 20 Tage. (Bei konzentrierten Auslese-Mosten kann sie über ein halbes Jahr andauern.)

Ausbau

Der nach dem Ende der Gärung vorliegende Jungwein bedarf noch eines Reifeprozesses, in dessen Verlauf er an Qualität gewinnt. Diese - als "Ausbau" bezeichneten Prozesse sind einmal der Säureabbau und zum anderen Verfahren, die im weitesten Sinne der Stabilisierung des Weines dienen.

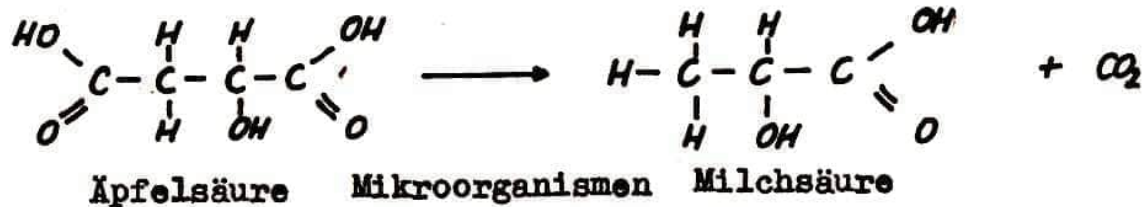
Beim Säureabbau handelt es sich einmal um eine bereits während der Gärung einsetzende mengenmäßige Verringerung des Gehaltes an Weinsäure durch Ausscheiden von Kaliumbitartrat (Weinstein)



infolge der mit steigender Alkoholkonzentration abnehmenden Löslichkeit des Salzes (sogenannter chemischer Säureabbau).

Dieser physikochemische Prozeß beeinflusst aber den sauren

Geschmack des Weines kaum, da gleichzeitig alkalische Bestandteile ausgeschieden werden. Bedeutsamer ist der biologische Säureabbau, der einige Wochen nach dem Ende der Gärung einsetzt. Hierbei wird durch Mikroorganismen die stärkere Äpfelsäure in die weniger saure Milchsäure umgewandelt,



was sich in einer Zunahme des pH-Wertes (Abnahme der H^+ -Ionen-Konzentration) äußert, der in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem sauren Geschmack steht (Geschmacks-Rezeptoren reagieren auf H^+ -Ionen), so daß nach dem biologischen Säureabbau der Wein milder schmeckt.

Die Veränderungen im Gehalt an diesen Säuren während dieser Prozesse sind in Abb. 7 schematisch dargestellt.

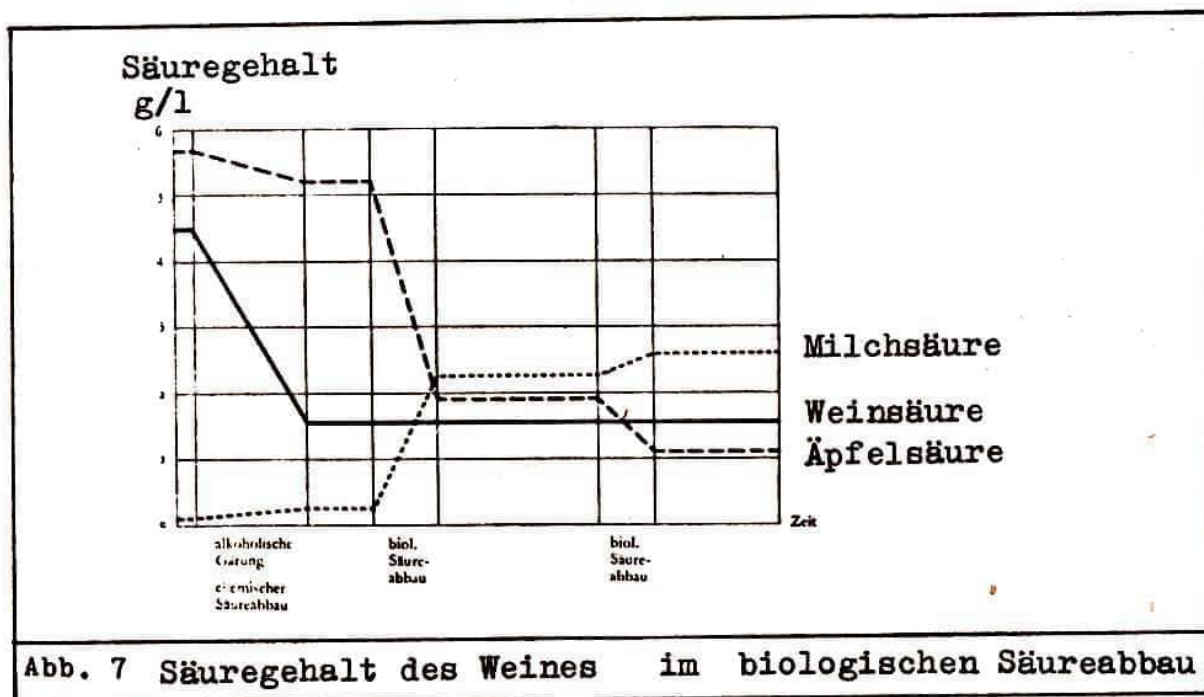


Abb. 7 Säuregehalt des Weines im biologischen Säureabbau

Der Umfang des biologischen Säureabbaus hängt in starkem Maße von der Herkunft des Weines ab. Insbesondere Weine, die auf alkalischen Muschelkalkböden gewachsen sind (z.B. Saale-Unstrut-Weine), neigen zu einem starken Säureabbau, der oft auch nicht in der Flasche zum Stillstand kommt. Solche Weine sind für eine lange Lagerung ungeeignet, da sie

nach vollständigem Säureabbau fade schmecken (der Wein ist "abgebaut").

Prozesse zur Stabilisierung der Weine sind das Schwefeln, wobei der Wein eine bestimmte Konzentration an schwefliger Säure H_2SO_3 erhält (in der DDR: max. 50 mg/l als freie Säure, aber höchstens 300 mg/l als Säure und Salz), die wegen ihrer sauerstoffbindenden Wirkung



die Entwicklung Sauerstoff benötigender weinschädigender Mikroorganismen (z.B. Essigbakterien) hemmt.

Weitere, zum Ausbau gehörende Prozesse sind das Klären, bei dem Trübungsteilchen entfernt werden, was häufig durch den Zusatz von Stoffen erfolgt, die die Trübungsteilchen binden und zur Fällung bringen (sogenannte "Schönen").

Hat der Wein alle diese Prozesse durchlaufen, hat also die für den Genuß optimalen Werte erreicht, wird er auf Flaschen gefüllt und gelangt zum Verbraucher.

2.3. Rotweinbereitung

Für die Rotweinbereitung gilt mit einem Unterschied das gleiche, was zur Weißweinbereitung gesagt wurde. Dieser Unterschied besteht darin, daß man hier die Maische zur Gärung bringt, damit der entstehende Alkohol die roten Farbstoffe, die in der Schale konzentriert sind, löst. Dabei werden gleichzeitig auch Gerbstoffe gelöst, so daß Rotweine herber als Weißweine sind. Damit im Zusammenhang steht auch der höhere Vitamingehalt von Rotweinen, der etwa das drei- bis fünffache des von Weißweinen beträgt.

Die Kelterung des Rotweins erfolgt erst, wenn der größte Teil des Zuckers vergoren worden ist (etwa nach 4 bis 8 Tagen).

Würde man Rotweinmaische sofort keltern, so entstünde nur ein weißer bis blasrosaer Wein ("Weißherbste", "Rose-Weine", "Schillerwein"). Solche Weine stellt man meist dann her, wenn sich in weniger guten Weinjahren die Rotweinbereitung nicht lohnt.

2.4. Dessertweinbereitung

Jeder auf die oben beschriebene Weise gewonnene Wein enthält nahezu keinen Zucker mehr. Diese Weine sind also mehr oder weniger herb und enthalten durchschnittlich zwischen 7 und 13 Vol-% Alkohol. Will man einen Dessertwein erhalten, so muß der Wein einen Gehalt von etwa 14 bis 20 Vol-% Alkohol erreichen, damit die Weinhefen nicht mehr lebensfähig sind und somit keine Vergärung eines vorhandenen Zuckerrestes mehr möglich ist. Das erreicht man einmal, indem der noch gärende Wein durch Zusatz von Alkohol (Weinsprit) auf etwa 20 Vol-% Alkohol "aufgespritet" wird, wodurch die Gärung zum Stillstand kommt (z.B. beim Portwein und Madeira), oder man erzeugt einen sehr hochkonzentrierten Most, indem man der Maische Beeren zugibt, die man so lange am Stock belassen hat, bis der größte Teil des Wassers verdunstet ist (Trockenbeeren-Auslese). Der auf diese Weise entstehende Most kann so konzentriert sein, daß der Zucker nicht restlos vergoren wird. Auf diese Weise wird der "Tokaj-Aszu" gewonnen. Die auf dem Etikett angegebene Zahl (3- oder 4-buttig) gibt den Gehalt an Trockenbeeren in der Maische an. Den "Tokaj-Szamorodni" stellt man in weniger guten Jahren her. Hier erfolgt keine Auslese der Trockenbeeren, sondern der Wein wird in üblicher Weise verarbeitet. Je nach dem natürlichen Gehalt an Trockenbeeren erhält man einen trockenen (nahezu zuckerfreien) oder süßen Wein.

2.5. Sektherstellung

Bei der Sektherstellung wird ein fertiger Wein (meist ein Gemisch - eine "Cuvee" verschiedener Weine) mit einer genau berechneten Menge Zucker und einer Schaumweinhefe versehen, wodurch er nochmals zur Gärung gelangt. Diese Gärung erfolgt in einer verschlossenen Flasche ("Flaschengärung") oder einem geschlossenen Drucktank. Hierdurch kann das gebildete Kohlendioxid nicht entweichen und wird deshalb im Wein gebunden, wodurch er den angenehm prickelnden Geschmack erhält.

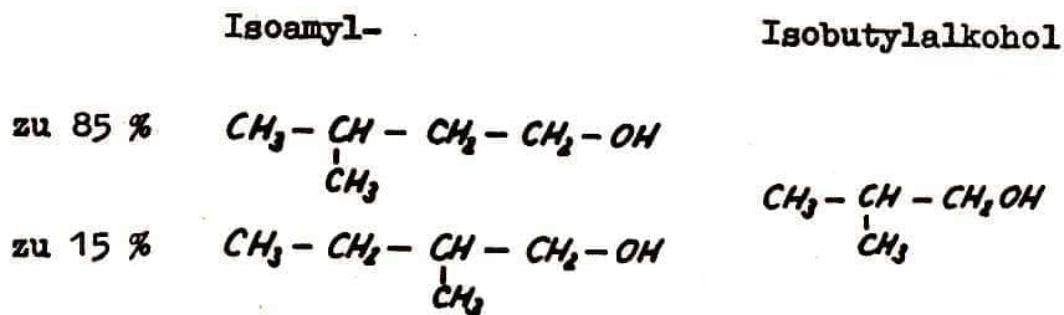
Nach dem Ende der Gärung werden die Hefereste entfernt und man erhält den herben, sogenannten "Brut"-Sekt, der entweder

in dieser Form oder - je nach der Menge eines zugesetzten süßen Dosagelikörs als "trockener", "halbtrockener" oder "süßer" Sekt in den Handel gelangt.

3. Chemische Zusammensetzung von Weinen

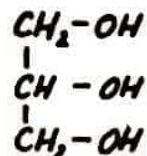
Weine bestehen aus einer Vielzahl verschiedener Stoffe, deren Anteil von Sorte und Jahrgang abhängig ist.

Wesentlicher Bestandteil des Weins ist der Äthylalkohol, dessen Gehalt zwischen 5 und 22 Vol-% schwankt. Daneben findet sich an anderen Alkoholen Methanol (max. 0,75 g/l) und höhere Alkohole, die sogenannten Fuselöle. Das sind vor allem zwei Formen des Isoamylalkohols und der Isobutylalkohol:



Alle diese Alkohole werden bei der alkoholischen Gärung gebildet. Die Fuselöle sind dabei diejenigen, die beim Genuß großer Mengen den bekannten Kater bewirken, da sie die Oberflächen der Nervenzellen wesentlich länger besetzen als Äthylalkohol, so daß es zu einem relativen Mangel an Sauerstoff für diese Zellen kommt.

Ein anderer wichtiger Alkohol ist das Glycerin,



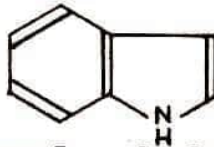
dessen Menge in normal gewonnenen Weinen zwischen 3,5 und 13,5 g/l schwankt, während in Spät- und Auslese-Weinen der Gehalt bis zu 25 g/l betragen kann.

Glycerin trägt wegen seines süßen Geschmackes wesentlich zur Abrundung des Weingeschmackes bei.

Für den säuerlich-herben Geschmack des Weines sind die

Säuren verantwortlich, von denen neben den wichtigsten und bereits genannten eine ganze Reihe enthalten sein kann.

Daneben finden sich noch Stickstoffverbindungen (Amine und Abkömmlinge des Indols



), Vitamine der B-Grup-

pe und verschiedene Mineral-, Gerb- und Farbstoffe. Auf alle diese Stoffe im einzelnen einzugehen, würde jedoch den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Es sei lediglich noch auf die Stoffe hingewiesen, die wesentlich für das Aroma eines Weines verantwortlich sind. Wie man der Tab. 1, in der die Aromastoffe eines Silvaner-Weines angegeben sind, entnehmen kann, handelt es sich hierbei um einige Aldehyde ($\text{Rest}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix}$), Ketone ($\begin{smallmatrix} \text{Rest 1} \\ \text{Rest 2} \end{smallmatrix} > \text{C}=\text{O}$), die Fuselöle und eine ganze Reihe verschiedener Ester



und dem Alkohol $\text{HO}-\text{Rest 2}$ als Komponenten).

4. Weinarten und Weinetikett

Neben der groben Einteilung in Weiß-, Rot- und Dessertweine sind naturreine, verbesserte und verschnittene Weine zu unterscheiden. Um welchen der drei Typen es sich in einem konkreten Fall handelt, kann man am Weinetikett erkennen. Nach dem Weingesetz der DDR darf ein Wein nur dann als naturrein bezeichnet werden, wenn er in der unter 2.2. beschriebenen Weise hergestellt worden ist, wobei weder dem Traubenmost Zucker zugesetzt (das wäre ein verbesserter Wein) noch die Gärung vorzeitig abgebrochen worden sein darf. Das abgebildete Traminer-Etikett kennzeichnet einen solchen naturreinen Wein:

- "1973" ist der Jahrgang, in dem der Wein gekeltert worden ist,
- "Saale-Unstrut" gibt die geographische Herkunft an,
- "Kaatschener Boxberg" (Gemarkung und Lage - muß grund-



Tab. 1 Aromabestandteile eines Silvaner-Weins

Aldehyde/Ketone	Alkohole	Ester	
Azeton	Isopropylalkohol	Äthylformiat	Äthylkaprat
Isobutanal	Isoamylalkohol	Äthylazetat	Äthyllaurat
Isopentanal	Isobutylalkohol	Äthylproionat	Äthylsalizylat
Hexanal		Äthylvalerat	Äthylzinnamat
Zimtaldehyd		Äthylkapronat	Äthylmyristat
		Äthylpelargonat	Methylazetat

buchlich nachweisbar sein) kennzeichnet den Weinberg, auf dem der Wein gewachsen ist,

- "Traminer" ist die Rebsorte und die Angabe
 - "Natur-Originalabfüllung" in Verbindung mit dem Namen des Winzers oder Weinguts - hier "VEG Weinbau Naumburg"
- (sogenannte Kreszenz) kennzeichnet den Wein als naturrein.

Eine Gütekennzeichnung ("Spätlese" oder "Auslese") ist nicht angegeben. Der Wein stammt also aus der Hauptlese. (Spätlese- oder Auslese-Weine müssen stets naturrein sein.)

Fehlt die Kreszenzangabe, wie in dem anderen Beispiel, so braucht der Wein nur noch mindestens 2/3 naturreinen Wein - hier Riesling vom Freyburger Schlüfterberg zu enthalten, der allerdings den Charakter des Weines bestimmen muß. Das andere Drittel kann aus einem anderen (meist verbesserten) Wein bestehen. Solch ein Weingemisch wird als Verschnittwein bezeichnet.

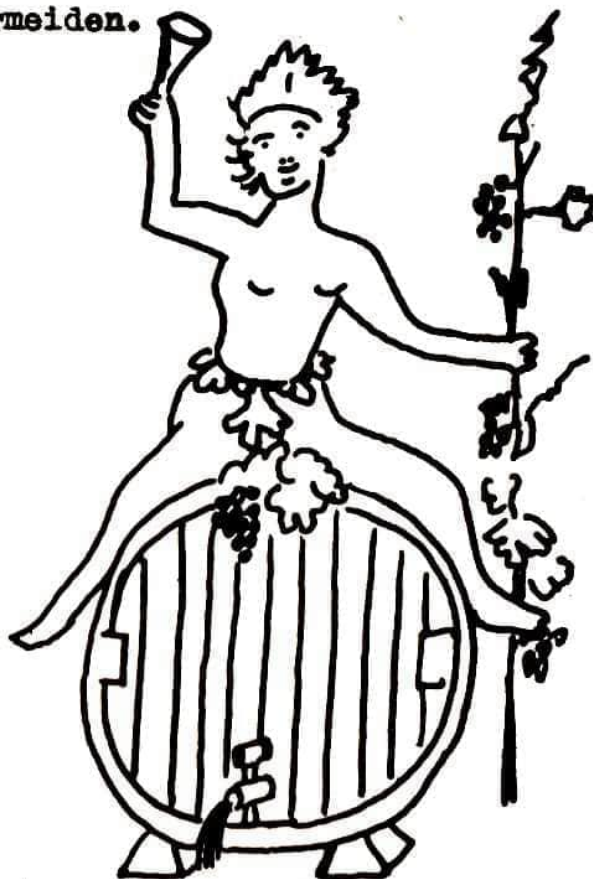
Würde schließlich die Bedingung, 2/3 Riesling vom Freyburger Schlüfterberg, nicht mehr erfüllt sein, so darf keine Lagebezeichnung ("Schlüfterberg") oder - falls weniger als 2/3 des Weines aus Riesling-Trauben gekeltert worden sind (für die Jahrgangsangabe gilt das Analoge) - nur eine Fantasiebezeichnung (z.B. "Liebeskummer") tragen. Darüber hinaus kann es sich bei diesen Weinen (ohne Lagebezeichnung) um "verbesserte" handeln, d.h., dem Traubenmost ist vor der Gärung noch Zucker zugesetzt worden. Solche verbesserten Weine dürfen zwar nicht mehr als naturrein bezeichnet werden, sind aber in der Art diesen vergleichbar, da eine Verbesserung nur in bestimmten Grenzen erlaubt ist.

Diese überwiegend herben Weine werden aber wegen des Publikumsgeschmackes in zunehmendem Maße durch sogenannte "restsüße Typenweine" verdrängt. Sie werden in der Regel hergestellt, indem ein normaler Weißwein (meist ein Gemisch) mit einer sogenannten "Süßreserve" verschnitten wird. Eine solche Süßreserve wird in der Regel hergestellt, indem man den Traubenmost nur kurz angären läßt und die Gärung durch Abtöten der Hefe vorzeitig abbricht. Hierdurch erhält man einen süßen "Wein", der dem Grundwein den süßlichen Geschmack ver-

leicht. Solche Weine dürfen nur mit Fantasienamen bezeichnet werden (z.B. "Goldener Herbst", "Goldener Nektar", "Klosterkeller" u.a.). Diese Weine sind biologisch instabil, da sie noch Zucker unter Bedingungen enthalten, bei denen Weinhefen noch lebensfähig sind (im Unterschied zu den Dessertweinen). Deshalb verlangen sie eine sterile Flaschenfüllung.

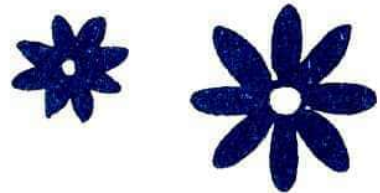
In der Regel sind solche Weine weniger bekömmlich als naturreine (Sie rufen in der Hauptsache Magenbeschwerden hervor.). Unabhängig davon sollte man den Naturwein vorziehen (auch wenn er herb ist und im ersten Eindruck "sauer" schmeckt - aber wem hat sein erstes Bier nicht "bitter" geschmeckt?), denn die Herstellung solcher zuckerhaltiger Weine birgt die Gefahr der Uniformierung in sich, denn der Geschmack dieser Weine wird nicht mehr vorrangig durch Rebsorte und Weinbergs-lage bestimmt, sondern durch die Kunst des Kellermeisters. Außerdem schmeckt er häufig gar nicht mehr wie Weißwein, sondern eher wie ein etwas alkoholarm geratener Dessertwein.

In diesem Sinne "Prost!" - aber nicht mehr als eine halbe Flasche täglich, um gesundheitsschädigende Wirkungen zu vermeiden.



Die Redaktion „impuls 68“ wünscht allen Lesern, die sich bis zur 312. Seite dieses Jahrganges durchgelesen haben (und die sich sicher auch die 312 nicht entgehen lassen) sowie auch denen, die mal ein paar Seiten überblättert haben, angenehme, sonnige (hoffentlich scheint die Sonne) und erholende Ferien, um im nächsten Schuljahr wieder fit zu sein für den neunten impuls-Jahrgang (nicht zu verwechseln mit Beethovens Nummer²), denn der kommt bestimmt (eventuell nicht verspätet).
²Beethoven schuf ein großes Werk

PERLE DES



JOURNALISMUS

Den Preis 'Perle des Journalismus' vergibt "impuls 68" 1974 an den Beitrag "Sparen ist nicht altmodisch" in der Zeitschrift 'Guter Rat' Heft 4/1974, S. 1. Die Autorin, Ruth Geist-Reithmeier, erhält von "impuls 68" eine besondere Rarität (wenn Sie will) - das erste Heft von "impuls 68". Wir möchten selbstverständlich diese "Perle" unseren Lesern nicht vorenthalten und veröffentlichen daher einen kleinen Auszug aus dem Artikel:

"Sparer können direkt oder indirekt sparen. Die wahrscheinlich direkteste Methode: Vater, Mutter und Kinder gehen nach einem knappen Abendmahl (hungrig - /d. Red./) ab marsch-marsch ins Bett. Da spart man Licht-, Gas- und Wassergeld (Offensichtlich wäscht sich unsere Autorin nach dieser Methode abends nicht? /d.Red./), es wird kein Konfekt geknabbert, kein Cognac getrunken (Was sonst die Kinder immer tun. /- Warum nicht?/ - d. Red.), kein Buch zerlesen, der Kühlschrank bleibt zwischen und nach dem Fernsehspiel geschlossen (die Autorin sieht sicherlich, nach dieser Methode, mit ihrem Mann und den Kindern im Bett fern und ist dadurch zu faul, aufzustehen - d.Red.), Pläne für Einkäufe des nächsten Tages bleiben unbesprochen (ist auch besser so - d. Red.)usf.usf.".



Der Autorin herzlichen Glückwunsch für die hohe Auszeichnung und ein recht herzliches Dankeschön im Namen aller Leser und der Redaktion von "impuls 68" für den 'Guten Rat', mühelos reich zu werden und schlank zu bleiben.

