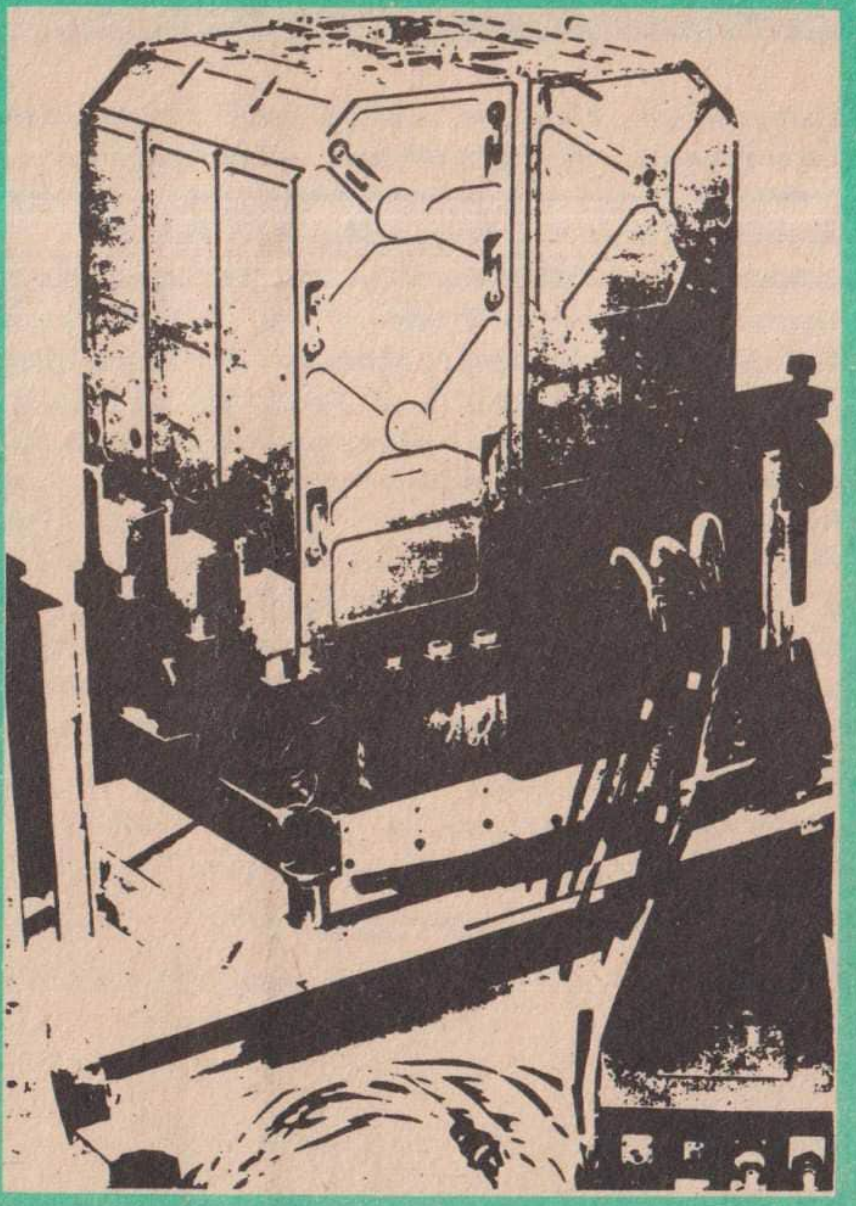
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK
CHEMIE UND BIOLOGIE
13. Jahrgang
(1979/8
40 Pf

impuls 68

1



Liebe Leser

*

Elektronenstrahllithografie

*

Themenangebot Chemie

*

Multispektralsystem

*

Laufkäfer

*

Edelsteine

*

Energie aus dem All

Titelbild:
Multispektralkamera MKF-6

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

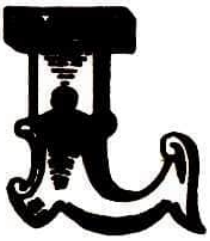
Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Dipl.-Phys. Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Nebelung (Versand)

Liebe Leser	3
Büchermarkt	4
Elektronenstrahllithografie	PHY 5
URANIA Themenangebot Chemie	CHE 9
Das Multispektralsystem des Kombinat VEB Carl Zeiss JENA	PHY 13
Laufkäfer	BIO 17
Edelsteine	CHE 21
Gustav Hertz	25
Energie aus dem All	DOK 27
Schülerversuch III	31

Heft 1 gestaltet von: V. Masurat

Redaktionsschluß: 3. 5. 79



iebe eser

Sie halten jetzt den "Beginn" unseres 13. Jahrgangs in der Hand. Wir versichern Ihnen, daß die Redaktion nicht abergläubisch ist, so daß Sie sich sicher sein können, keinen "rabenschwarzen" Jahrgang zu erhalten. Unsere Redaktion hat sich wieder große Ziele gesetzt. Sie sollen zehn Hefte lang über moderne Erkenntnisse und die Geschichte der Wissenschaft und Technik informiert werden. Sie sollen über Beziehungen zwischen Naturwissenschaft und Philosophie erfahren, und Sie sollen, d. h. Sie können sich hoffentlich auch über den Humor erfreuen.

Helfen Sie uns bitte auch ein wenig. Teilen Sie uns mit, ob Ihnen die Beiträge gefallen. Vielleicht haben Sie eigene Vorschläge oder sogar Artikel?

Zur besseren Unterstützung von zukünftigen Studenten der Sektion Physik der FSU Jena, die ihren Ehrendienst in der NVA leisten, werden wir beginnen, einen engen Kontakt zu ihnen herzustellen. Eine Frage an unsere Leser: Gibt es solche Aktivitäten auch an anderen Universitäten, Hoch- und Fachschulen? Wir treten gerne in einen Erfahrungsaustausch.

Zum Ende dieser Einleitung der neuen Impulssaison noch einige Bemerkungen zu personellen Änderungen, die Sie bestimmt schon im Impressum festgestellt haben.

Besonders möchten wir an dieser Stelle unserem ehemaligen, langjährigen Chefredakteur Hans-Dieter Jähnig für seine Redaktionsarbeit danken; er übernahm kürzlich eine verantwortungsvolle Tätigkeit an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Aber auch allen anderen Mitarbeitern von Impuls 68, die ihr Studium bzw. ihre Weiterbildung erfolgreich abgeschlossen haben, gilt unser Glückwunsch.

Der Vorrede genug. Viel Spaß beim Studieren, Lesen oder auch nur Überfliegen des 13. Impulsjahrganges wünscht im Namen der gesamten Redaktion

Ihr Wilfried Hild

Stellvertr. Chefredakteur

BÜCHERMARKT

Friedrich Herneck
„Einstein privat"
Buchverlag Der Morgen, Berlin 1978,
1. Auflage,
169 Seiten, Preis: 7,50 M

8, 1. Auflage,

Am 14. März 1979 **jährte** sich der Geburtstag des weltbekannten Physikers Albert Einstein zum 100. Mal. **Dieses** Jubiläum hat Prof. Dr. Friedrich Herneck zum Anlaß genommen, einen weiteren dokumentarischen Beitrag über Einsteins Leben herauszugeben. Er trägt den Untertitel "Herta W. erinnert sich an die Jahre 1927 - 1933" und ist eine Zusammenfassung von fünf Gesprächen, die Prof. Herneck mit der ehemaligen Hausangestellten Frl. Herta Schiefelbein geführt hat. **Die** "Gespräche" sind als Frage-Antwort-Dokument wiedergegeben und mit ausführlichen Ergänzungen Prof. Hernecks aus anderen Quellen versehen.

Herneck ist einer der führenden Einstein-Forscher des In- und Auslandes und verfolgt mit seiner letzten Einstein-Dokumentation das Ziel, zuverlässige Informationen über den großen Naturforscher Einstein mitzuteilen und falsche legendäre Veröffentlichungen zu **widerlegen**. Hier ist weniger von Einsteins wissenschaftlichen Leistungen die Rede als von seiner menschlichen Größe, von seiner Bescheidenheit und seinen zum Teil eigenartigen Lebensgewohnheiten - ein leicht lesbares Buch mit einem bisher kaum gesehenen Bildteil.

Wolfgang König

BÜCHERMARKT

Reiner Nebelung
Sektion Physik
FSU Jena
2. Stdj.

Elektronenstrahllithografie

Im Sommer 1978 wurde vom 2. und 3. Studienjahr unserer Sektion ein zusätzliches Seminar "Elektronik" als Jugendobjekt durchgeführt. An dieser Stelle soll nun ein Teil eines dort gehaltenen Vortrages zur Mikroelektronik veröffentlicht werden.
Es geht dabei um ein sehr modernes Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, speziell zur Herstellung von integrierten Schaltungen.

Um aus einem Siliziumkristall ein Halbleiterbauelement herzustellen, muß dieser mit Fremdatomen dotiert werden. Man erhält so verschiedene p- und n-leitende Gebiete, deren Anordnung im Kristall dann einen Transistor, eine Diode oder eine ganze integrierte Schaltung ergibt. Dazu wird der Kristall mit einem lichtempfindlichen Lack beschichtet, der nach Auflegen einer Maske belichtet wird. Die belichteten Stellen härten aus, die unbelichteten Stellen werden herausgeätzt. Wo der Lack herausgeätzt wurde, werden jetzt durch einen chemischen Prozeß die Fremdatome hineindotiert. Durch mehrmaliges Anwenden dieser Prozedur können also verschiedene Stellen verschieden dotiert werden, man erhält das fertige Bauelement.
Dieses Verfahren heißt Fotolithografie, und das Freilegen der verschiedenen Gebiete zum Dotieren nennt man Strukturieren.
Den Anforderungen der Technik entsprechend, müssen immer mehr Bauelemente auf einem Kristall untergebracht werden, d.h. der Integrationsgrad muß immer weiter erhöht werden. Dem oben beschriebenen Verfahren der Fotolithografie sind aber Grenzen gesetzt: Durch Beugung des Lichts an der Maske können nicht beliebig kleine Strukturen erzeugt werden. Die Linienbreite, das ist hier die Breite des kleinsten Strukturelements, kann nicht schmaler werden als einige /um, weil man noch eine genügend scharfe Abbildung braucht. Selbst die Verwendung von ultravioletttem Licht bringt hier kaum noch Vorteile. Ein ande-

rer Nachteil der Fotolithografie ist natürlich die Maske selber, die nicht beliebig oft verwendbar ist.
Eine Alternative zu diesem Verfahren bietet die Elektronenstrahllithografie. Hier braucht man keine Maske, da die"Belichtung" des Fotolackes über die Intensitätsänderung des Elektronenstrahles gesteuert werden kann. Außerdem wird, da die Wellenlänge des Elektronenstrahles wesentlich kleiner ist, die Beugungsbegrenzung auch viel geringer. Dadurch können kleinere Strukturen realisiert werden.

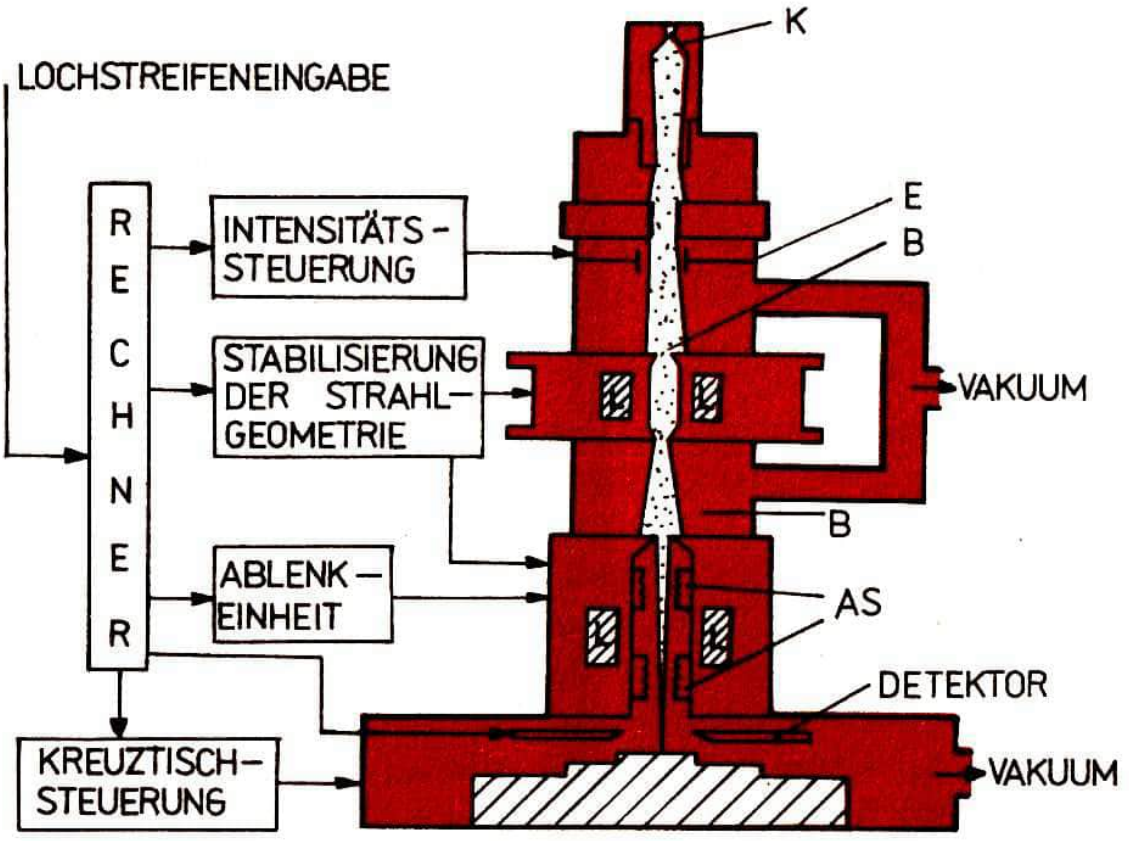


Abb. 1

Das Gerät zur Erzeugung der Oberflächenstrukturen mittels Elektronenstrahl ist im Aufbau ähnlich dem Elektronenmikroskop. Im Kopfteil des Gerätes befindet sich eine Kathode (K) zur Erzeugung des Elektronenstrahles. Darunter ist eine Elektrode (E) zum schnellen Austasten des Strahles und zur Regulierung der Strahlintensität. (Abb. 1)

Weiter folgen Blenden (B), elektromagnetische Linsen (L) und Ablenkspulen (AS), um den Strahl in verschiedene Richtungen auslenken zu können. Mit Hilfe der Magnetlinsen kann der Strahldurchmesser an der Stelle des Auftreffens auf den Kristall von 0,05 µm bis 5 µm variiert werden.
Um hinreichend kleine Strukturen zu erreichen, wird mit einem Strahldurchmesser gearbeitet, der einem Viertel der kleinsten zu erzeugenden Linienbreite entspricht. Über der Kristalloberfläche befindet sich ein Detektor. Dieser erfaßt von der Kristalloberfläche reflektierte Elektronen und gibt diese Signale an die Steuerelektronik weiter. Sie werden dort sofort umgesetzt in Steuersignale für die Fokussierung und Ablenkung des Strahls. Um die gesamte Oberfläche des Wafers (großer Grundkristall, aus dem man später durch Teilen die einzelnen Bauelemente erhält) zu erreichen, ist dieser auf einem Präzisionskreuztisch gelagert, der sich in zwei Richtungen bewegen läßt.

Wo liegen nun die Vorteile eines solchen Gerätes? Da ist zunächst, wie schon oben erwähnt, die Möglichkeit, wesentlich kleinere Strukturen zu erzeugen, als das auf normalem optischen Wege möglich ist. Zum anderen bietet diese Anlage die Möglichkeit, den gesamten Prozeß der Strukturerzeugung vollständig zu automatisieren: Bei der Herstellung vieler Einzelbauelemente auf dem Wafer treten viele sich ständig wiederholende Grundmuster, sogenannte Basiszellen auf. Zerlegt man die Gesamtstruktur in solche Basiszellen, dann erfolgt die Belichtung durch zeilenweises Abtasten dieser Basiszellen. Das Programm dafür wird vorher entsprechend der geforderten Struktur erarbeitet. Jede Zelle hat dann eine "Adresse", die durch einige

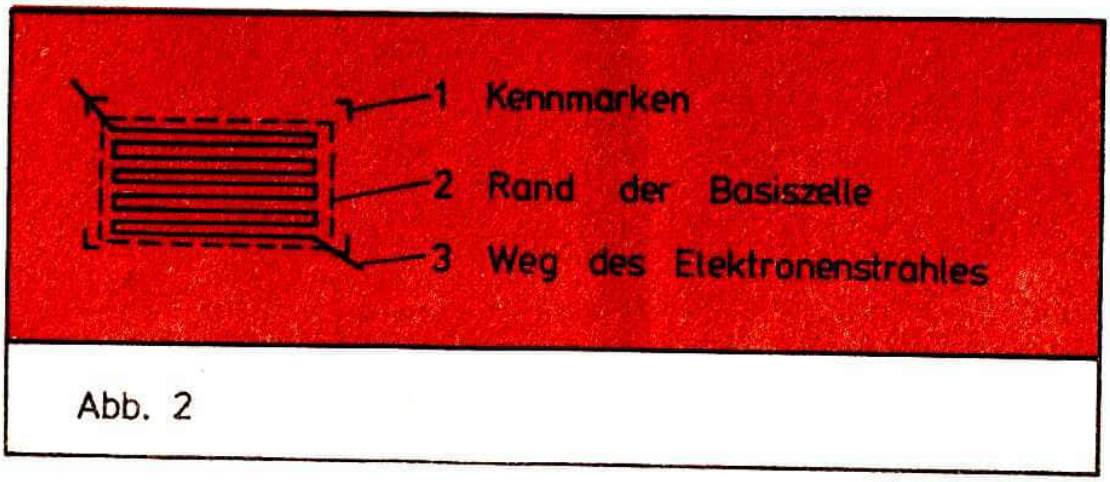
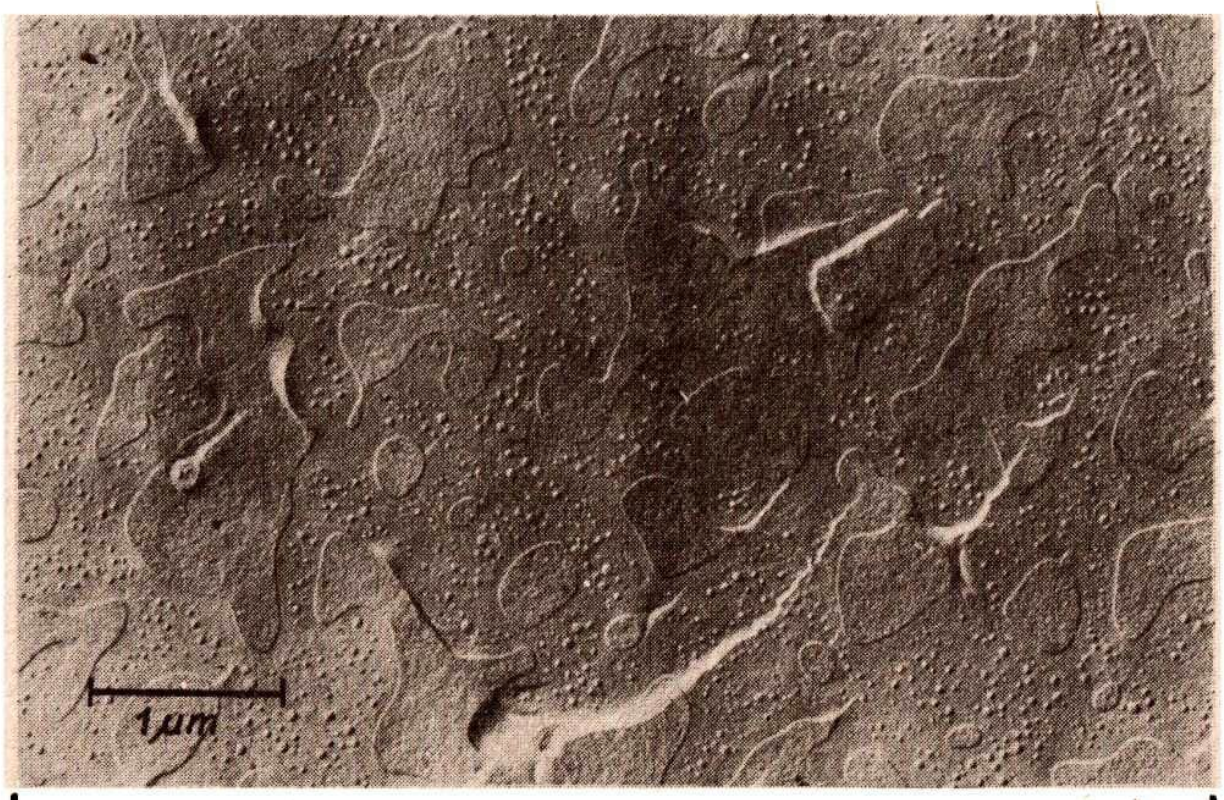


Abb. 2

Dualwerte definiert wird. Zusätzlich sind als Kontrolle für

den Rechner auf dem Wafer Kennmarken angebracht, die einen Teil des Elektronenstrahls reflektieren und über den Detektor ein Signal an den Rechner geben (Abb. 2).
Somit kann das Gerät, mit Hilfe der Kennmarken sich selbst kontrollierend, vollautomatisch arbeiten.
Ganz so einfach, wie hier dargestellt, ist das Verfahren natürlich nicht. Besonders technische und elektronische Probleme sind dabei noch zu beachten. Es ist damit zu rechnen, daß dieses Verfahren Anfang der 80iger Jahre von der Industrie angewandt wird, weil bis zu dieser Zeit 1 µm-Strukturen erforderlich werden, um die notwendige Bauelementedichte zu erreichen.
Es ist nicht zuletzt auch die Aufgabe der zukünftigen Absolventen unserer Sektion, an der Weiterentwicklung dieser und anderer Verfahren in der Zukunft mitzuwirken.



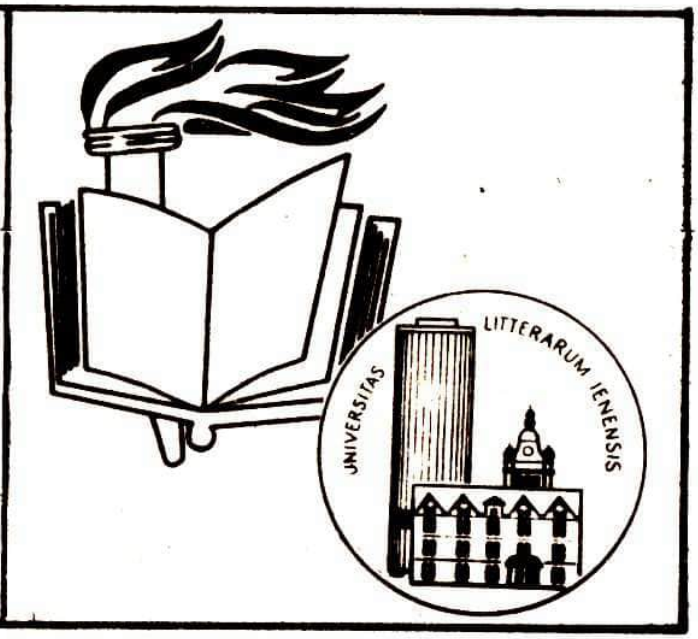
Elektronenmikroskopische Aufnahme des Pt/Ir/C-Abdruckfilms der Bruchfläche eines mehrfach entmischten Natriumborosilikatglases. Die Probe ist visuell völlig getrübt. Diese Aufnahme zeigt, daß die geometrische Gestalt der glasigen Produkte einer Mikrophasentrennung nicht immer kugelförmig ist.

Elektronenmikroskopische Aufnahme: Wissenschaftsbereich Glaschemie der Sektion Chemie an der FSU Jena

URANIA

Themenangebot

Chemie



Hochschullehrer und junge Wissenschaftler der Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena unterbreiten ein Themenangebot, um Ihnen wichtige Probleme aus der Sicht der Chemie nahezubringen.

Wir führen für Sie durch

- Einzelveranstaltungen zu den Themen aus unserem Angebot;
- Veranstaltungszyklen nach Ihrer Wahl,

z.B. Menschheitsprobleme aus der Sicht der Chemie
(Thema 1, 2, 8)
Werkstoffe nach Maß
(Thema 5, 10, 14)
Chemie und Leben
(Thema 3, 4, 13)
Chemische Prinzipien in Natur und Technik
(Thema 3, 6, 7)

In der Gestaltung der Veranstaltungen sind wir variabel und bereit, uns Ihren Wünschen anzupassen. Die Veranstaltungen werden mit Dias und anderem Anschauungsmaterial aufgelockert. Bei geeigneten Themen werden kleine Experimente vorgeführt. Die Veranstaltungen können auch in Form von Podiumsdiskussionen ablaufen. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, Referenten für speziell von Ihnen gewünschte Themen außerhalb unseres Themenangebotes zu gewinnen.

Zur Klärung inhaltlicher Probleme wenden Sie sich bitte an:

Dr. Peter H a l l p a p (Telefon Jena 82 26025)
Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität
69 Jena, Steiger 3, Haus 3

Vertragsanforderungen richten Sie bitte an Ihren zuständigen URANIA-Kreisvorstand oder direkt an:

URANIA Jena-Stadt (Telefon Jena 24657)
69 Jena, Johannisstraße 19

1. Rohstoffprobleme der Chemieindustrie (ab 9. Klasse)
   - Die Rohstoffbasis der DDR (anorganische Rohstoffe, Braunkohle, Erdöl)
   - Wie kann man Erze mit niedrigem Metallgehalt verhütten?
   - Chemische Reaktionen nach Maß durch Reaktionssteuerung
   - Vollständige Verwendung der Rohstoffe ohne Abfallprodukte

2. Die Lösung von Energieproblemen - Hilfe der Chemie (ab 10. Klasse)
   - Umwandlung chemischer in elektrische Energie
   - Moderne Energieerzeugung: Brennstoffelemente, MHD-Generatoren
   - Erhöhung des Wirkungsgrades der Energieerzeugung

3. Katalyse in Natur und Technik (ab 8. Klasse)
   - Was ist Katalyse?
   - Die Bedeutung katalytischer Prozesse in der chemischen Industrie
   - Wie funktioniert ein Katalysator?
   - Beispiele für katalytische Reaktionen in der Natur (biochemische Reaktionen)

4. Sonne und Chemie (ab 8. Klasse)
   - Die Sonne und die Entstehung des Lebens
   - Die Photosynthese der Pflanzen und ihre Bedeutung
   - Wie nutzen wir die Sonnenenergie?

5. Glas - ein alter Werkstoff mit großer Zukunft (ab 8. Kl.)
   - Glas als Träger wertvoller optischer und elektronischer Eigenschaften
   - Glas als Werk- und Baustoff mit extremen mechanischen Eigenschaften
   - Glas - schlagfest, elastisch, lötbar

6. Brennstoffelementegetriebenes Auto kontra Benzinkutsche
   - Was sind Brennstoffelemente? (ab 10. Klasse)
   - Anwendung in Raumfahrt, Kraftfahrzeugen, Nachrichtenan-

lagen, Herzschrittmachern usw.

- Haben brennstoffelementegetriebene Autos eine Zukunft?

7. Korrosion - ein oberflächenchemisches Problem (ab 9.Klasse)
   - Metallkorrosion - gemeinsame Wirkung von Luft und Wasser
   - Aktiver und passiver Korrosionsschutz
   - Oberflächenvergütung und -beschichtung - Einsatz von Plasten
8. Kampf gegen die chemische Umweltverschmutzung - ein Gebot unserer Zeit
   - Industrialisierung und Umweltverschmutzung
   - Gibt es Grenzen der Industrialisierung durch Umweltprobleme?
   - Vorschriften für die Luftreinhaltung
   - Gibt es eine umweltfreundliche Chemie?
   - Umweltschutz - das Gebot unserer Zeit
9. Chemie und Mikroelektronik (ab 11. Klasse)
   - Wie klein werden elektronische Bauelemente noch?
   - Was ist und wie funktioniert ein Mikroprozessor?
   - Chemische Verfahren bei der Herstellung von Mikrobauelementen
   - Bedeutung der Mikroelektronik für die Intensivierung
10. Vom Schmelzofen zum Ionenaustauscher - Metallgewinnung einst und jetzt (ab 9. Klasse)
    - Entwicklung der Metallurgie
    - Aufarbeitung metallarmer Erze
    - Spurenmetalle aus dem Meerwasser
    - Kreislauf der Metalle
11. Erdöltrassen - Trassen der Freundschaft (ab 4. Klasse)
    - Wie entstand Erdöl und wozu wird es verwendet?
    - Das System der Erdöl- und Erdgastrassen - Ausdruck der Gemeinsamkeit der sozialistischen Staaten
12. Atome und Moleküle: die kleinsten Energiespeicher
    - Wie speichern Atome und Moleküle Energie? (ab 9. Klasse)
    - Spektren: "Fingerabdrücke" der Atome und Moleküle
    - Welche Bedeutung haben Atom- und Molekülspektren?
13. Chemie der Sinne - Riechen und Schmecken (ab 8. Kl.)
    - Was schmeckt süß, sauer, salzig oder bitter?

- Warum riechen die Stoffe?
- Herstellung von Düften und Aromen

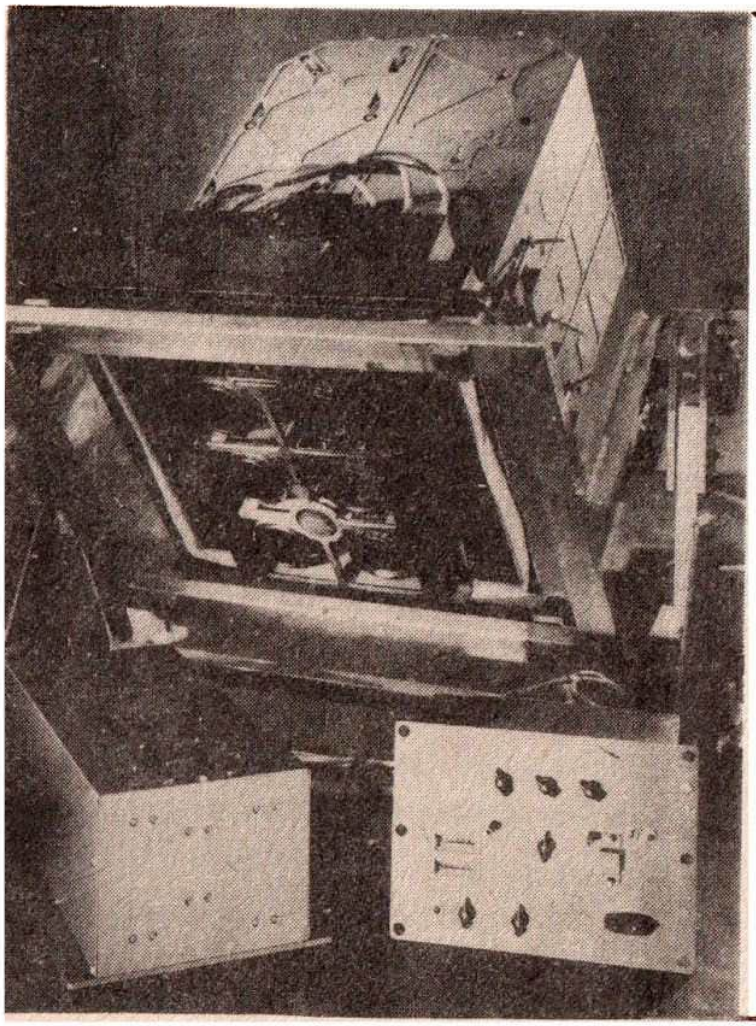
14. Polyurethane - ein neuer Werkstoff mit großer Zukunft
    - Bedeutung der polymeren Werkstoffe, Materialsubstitution
    - Beeinflussung der Eigenschaften, Werkstoffe nach Maß
15. Chemische Waffen - Bedrohung der Menschheit
    - Chemische Waffen als Bestandteil der imperialistischen Kriegsführung
    - Wirkungsweise und Schutzmöglichkeiten
    - Kampf um Abrüstung als Alternative
16. Elementarteilchen - Atome - Moleküle (ab 9. Klasse)
    Gibt es Grenzen der Erkennbarkeit der Welt?
    - Rolle des Atombegriffs für die Entwicklung der Chemie
    - Erkenntnis als Prozeß und Resultat der sinnlichen und rationalen Widerspiegelung der objektiven Realität
    - Werkstoffe nach Maß - Wo liegt die Grenze?
    - Welche brennenden Probleme hat die Chemie zu lösen?
17. Mumien, Glas und Goldenes Vlies - Wie alt ist die Chemie?
    - Gewinnung der Metalle
    - Glasherstellung
    - Farben und Medikamente
    - Erste Theorien
18. Das Berufsbild des Chemikers
    - Informationen über Ausbildung und Einsatz von Laboranten, chemisch-technischen Assistenten und Diplomchemikern

Ein Buch ist wie ein Spiegel: wenn ein Affe hineinguckt, so kann freilich kein Apostel herausschen. Lichtenberg

Das Multispektralsystem des Kombinats VEB Carl Zeiss Jena

Der XXV. Parteitag der KPdSU stellte der Kosmosforschung die Aufgabe, stärker als bisher die Belange der Volkswirtschaft in den Mittelpunkt zu stellen. Im Rahmen von Interkosmos sollen dabei in größerem Umfange die anderen sozialistischen Staaten die Möglichkeit zur Mitarbeit erhalten.

Eine aus dieser Orientierung abgeleitete Schwerpunktaufgabe ist die Erforschung und Erkundung der Erde, ihrer Bodenschätze, ihrer Konfiguration und vieler anderer Parameter aus dem Kosmos.



MULTISPEKTRAL-KAMERA MKF-6

Im Kombinat VEB Carl Zeiss Jena wurde dazu die inzwischen weltbekannte Multispektralkamera MKF-6 entwickelt. Mit Methoden herkömmlicher Landvermessung wären 80 Jahre benötigt worden, um die Gebiete zu vermessen, die die Kamera MKF-6 im Rahmen des Interkosmosprogramms innerhalb weniger Minuten erfaßt. Bei der dabei verwendeten Multispektraltechnik wird die Reflexion und Remission in sehr schmalen Spektralbereichen genutzt.
Die Mehrzahl der irdischen Objekte weisen bei diskreten Wellenlängen oder in schmalen Wellenlängenbereichen charakteristische Absorptionen auf. Bei normaler Betrachtung mit dem Auge und auf Farbfotos haben viele Objekte (besonders innerhalb der Klassen Boden, Gewässer und Vegetation) gleiche Farbe und Helligkeit und sind nicht unterscheidbar. Erst die Multispektralfotografie schafft dafür die Voraussetzungen.

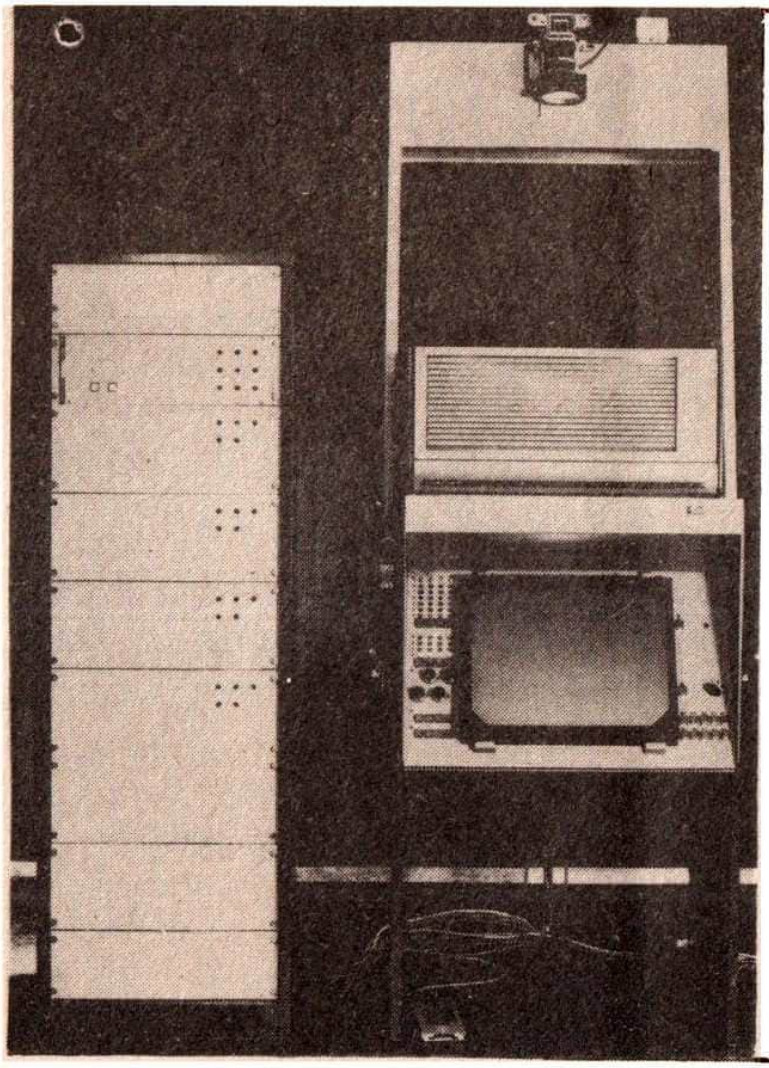
Mit der Multispektralkamera MKF-6 wurde der Schritt aus den Versuchsstadien in eine neue höhere Qualität gegangen. Ein Optimum an zeitlicher und damit auch an örtlicher Übereinstimmung der von jedem fotografierten Gebiet angefertigten 6 Einzelbilder (durch jeweils ein anderes schmalbandiges Farbfilter auf Schwarz-Weißfilm) konnte erreicht werden. Es wurden höchste Qualität der optischen Systeme und Stabilität der Apparatur mit den beim Start des Raumschiffes auftretenden hohen Belastungen in Einklang gebracht.

Die Kamera selbst besteht aus

- Kameragrundkörper mit 6 Hochleistungsobjektiven, Kompensation der Bewegung usw.
- 6 Kassetten mit Filmtransportvorrichtungen
- Aufnahmering zur Befestigung des Grundkörpers im Raumschiff
- Elektronikblock (Signalverarbeitung und Telemetrie)
- Bedienpult zur Steuerung der Kamera (Verschlußzeiten, Kompensation der Bewegung, Überdeckungsgrad, Auslösen der Belichtung usw.)
- Reservesteuerpult
- umfangreichen Meß- und Prüfeinrichtungen.

Auf jeder Aufnahme wird ein Gebiet auf der Erde von 115 x 165 km^2 abgebildet. Während der Flüge von SOJUS 22 und SALUT 6 arbeiteten die Kameras ohne die geringsten Störungen.

Zur visuellen Auswertung der multispektralen Schwarzweiß-Aufnahmen der sechskanaligen Multispektralkamera MKF-6 wurde der Multispektralprojektor MSP-4 entwickelt.



MULTISPEKTRAL-PROJEKTOR MSP-4

Fotos: Kombinat VEB Carl Zeiss Jena

Mit dem MSP-4 ist es möglich, die Fülle der multispektralen Bildinformationen von 4 derartigen Schwarzweiß-Aufnahmen dem Auswerter gleichzeitig in einem Farbmischbild übersichtlich darzustellen. Vielfältige Falschfarbdarstellungen ermöglichen es, geringe spektrale Helligkeitsunterschiede der Erderkundungsobjekte, die bei der konventionellen Farb- und Falschfarbfotografie nur zu geringen Farbdifferenzen zwischen ihnen führen, in deutlicher wahrnehmbare Farbabstufungen umzuwandeln.

Der Multispektralprojektor hat 4 voneinander unabhängige optische Kanäle. Jeder verfügt über eine Beleuchtungseinrichtung, eine Halterung für Planfilm, einen Kanalverschluß, Farb- und Neutralfilterräder sowie ein panchromatisches Projektionsobjektiv 5,6/175. Durch Dezentrierung werden die 4 Filmebenen 5fach vergrößert über einen Ablenkspiegel auf einen geneigten Durchlichtprojektionsschirm vom Format 350 x 455 mm^2 abgebildet. Die genaue Scharfstellung sowie Überdeckung der Einzelbilder auf dem Projektionsschirm durch Bildkantung, Bildverschiebung und Maßstabskorrektur erfolgen mittels elektromechanischer Stelleinheiten in jedem Kanal. Für die Aufzeichnung des Farbmischbildes auf Colorfilm ist der MSP-4 mit einer Spiegelreflexkamera "Pentacon six" ausgerüstet. Durch Austausch des Projektionsschirmes gegen eine fotografische Registrierkassette kann das Farbmischbild mit wesentlich höherer Qualität direkt in der Bildebene auf Colormaterial aufgenommen werden.

Die Qualität der mit der Hochleistungsoptik MKF-6 und MKF-6M erfaßten Informationen und deren Auswertung mit dem Projektor MSP-4 ist bisher einmalig in der Welt und von großem Wert für viele Bereiche der Volkswirtschaft.

Dem Kombinat VEB Carl Zeiss Jena wurde für diese wissenschaftlich-technische Spitzenleistung 1976 der Karl-Marx-Orden verliehen.

KOMBINAT VEB CARL ZEISS JENA

Nur **das** heißt **LEBEN,**

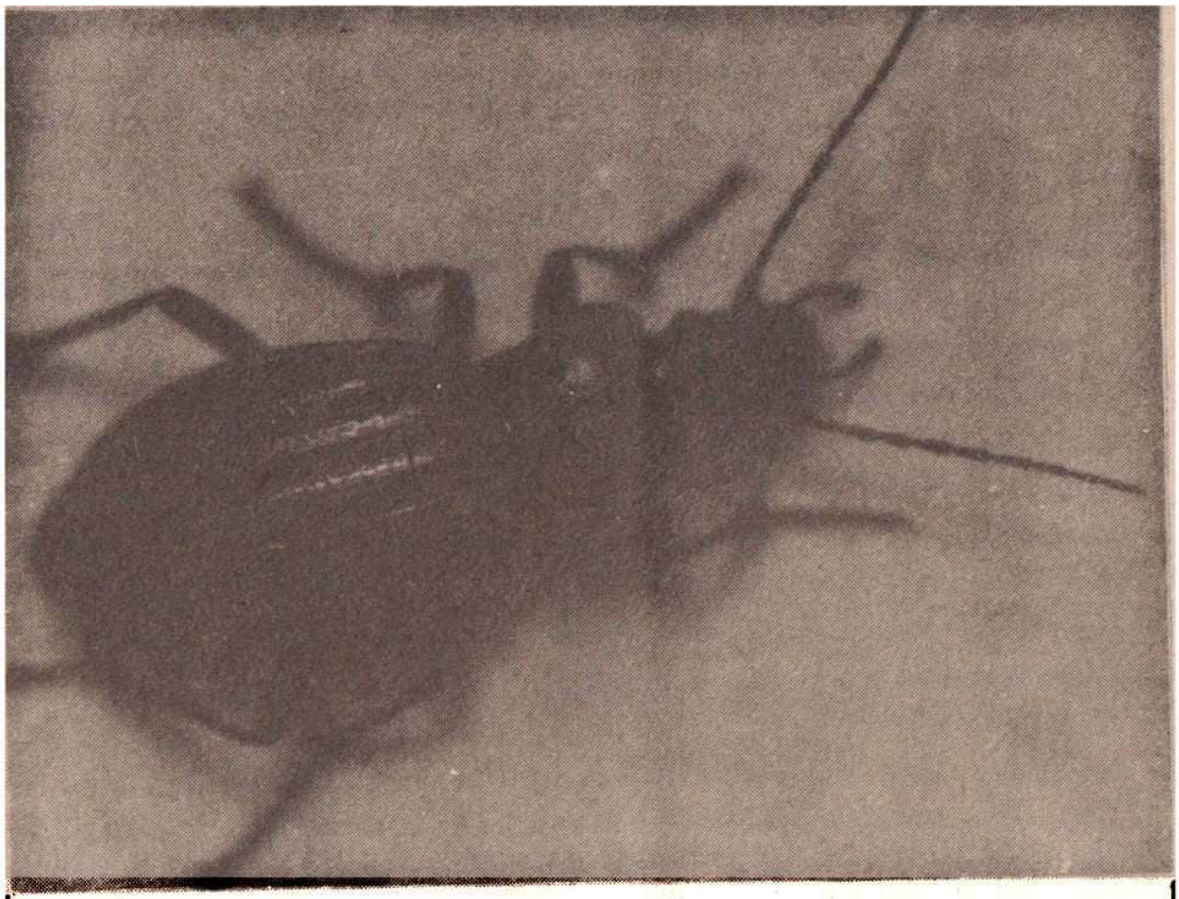
wenn dein **Heut'** ein **MORGEN** hat.

Emanuel Geibel

Lesereinsendung
von
Erik Arndt

Laufkäfer

Seit vier Jahren züchte und beobachte ich Laufkäfer. Ich möchte hier einen kleinen Einblick in Lebensweise und Haltung dieser Tiere geben.
Zur Familie der Laufkäfer (Carabidae) gehören mehr als 25 000 meist räuberisch lebende Arten. Die Carabiden besitzen kräftige Beine und starke Mundwerkzeuge, mit denen sie ihre Beute ergreifen und bearbeiten. Ihre Flügeldecken tragen eine artkonstante Skulptur (Zeichnung). Die Käfer sind einfarbig schwarz oder auffallend metallisch bunt gefärbt. Sie ernähren sich von Würmern, Spinnen, Weichtieren und Insekten, darunter zahlreichen Schädlingen. Laufkäfer verdauen ihre Nahrung extraintestinal, d.h. außerhalb des Körpers. Das Verdauungssekret wird aus dem Mitteldarmtrakt erbrochen und mit der Nahrung wieder eingesogen. Carabiden legen rundliche bis extrem gestreckte, weiße Eier, aus welchen räuberisch lebende schwarze Larven schlüpfen. Die Larven häuten sich zweimal und verpuppen sich daraufhin. Der gesamte Prozeß Ei - Jungkäfer dauert bei den großen Arten 2 bis 3 Monate. Das ausgewachsene Insekt (Imago) überwintert. In einigen Fällen überwintern die Larven und verpuppen sich erst im Frühjahr. Laufkäfer sind meist Nachttiere und aus diesem Grund relativ unbekannt. Sie bewohnen von der Sanddüne am Meeresrand bis zur Schneegrenze im Hochgebirge alle Lebensräume.
Im folgenden sollen kurz einige bedeutende Vertreter vorgestellt werden:
Die größte heimische Laufkäferart ist der Lederlaufkäfer (Carabus coriaceus). Er wird bis zu 40 mm lang, ist einheitlich schwarz gefärbt, lebt auf Wiesen und ernährt sich u.a. von Schnecken. Ein typischer Bewohner der Mittel- und Hochgebirge Europas ist der goldglänzende Laufkäfer (Carabus auronitens). Dieses Tier (siehe Foto) fällt durch seine herrlichen,



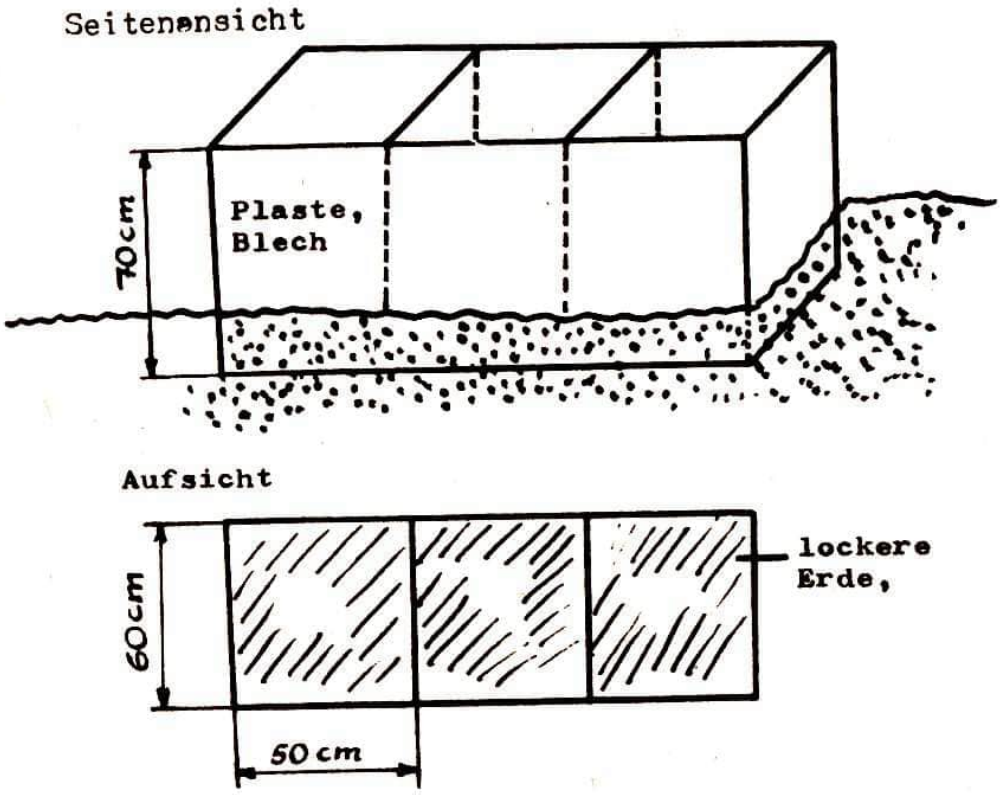
Laufkäfer (Carabus auronitens)

goldgrün glänzenden Flügeldecken auf. Vereinzelt ist er auch in unseren Mittelgebirgen zu finden. Immer seltener trifft man den Puppenräuber an (Calosoma sycophanta). Er frißt vor allem Schmetterlingsraupen. Dieser 30 mm lange Käfer steht unter Naturschutz! Im Vergleich zu den eben genannten großen Carabiden treten kleinere, unscheinbare Arten geradezu massenhaft auf. Man kann sie überall, auf Wiesen, Feldern, in Wäldern und Gärten beobachten.

Die Haltung der Tiere erfolgt in Terrarien. Die Käfer werden mit Rindfleisch, Regenwürmern und weichem Obst (Pflaumen, überreife Äpfel, Birnen) gefüttert. Weshalb diese räuberischen Insekten auch Obst fressen, ist noch nicht geklärt. Die Annahme, daß die Tiere durch die Früchte einen Teil ihres Wasserbedarfes decken, konnte ich durch meine Haltungsversuche nicht bestätigen.

Obgleich die Carabiden nach längerem Aufenthalt in Gefangenschaft zunehmend träger werden, bleiben sie weiterhin aggressiv

Kannibalismus unter den Tieren in einem Terrarium ist mitunter zu beobachten.
Das Ziel meiner Haltungsversuche ist die Zucht der Käfer. Hier treten große Schwierigkeiten auf, da die Mortalität (Sterblichkeitsrate) bei den Larven sehr hoch ist. Häufig nehmen sie kein Futter an oder fressen sich gegenseitig. Weiterhin benötigen die Larven während ihrer Entwicklung eine artspezifische Bodenfeuchtigkeit. Diese liegt für Waldbewohner höher als bei Feldbewohnern. Im Labor ist es äußerst kompliziert, für jede Art die optimale Bodenfeuchtigkeit herzustellen. Bei Freilandversuchen, die man beispielsweise im Garten durchführen kann, entfällt dieses Problem und der Erfolg steigt um etwa 50-70 %. (Siehe dazu Skizze).



Die Freilandterrarien müssen oben und unten offen sein(bei flugfähigen Arten mit Gaze bedecken;).Der Boden sollte mit mäßigem Pflanzenwuchs und zahlreichen Holz-und Rindenstücken (Versteckmöglichkeiten)bedeckt sein.

Stehen die Käfer auch im Winter in geheizten Räumen, so halten sie keinen Winterschlaf. Während Carabiden unter natürlichen

Umständen nur zwei Sommer überleben, können sie in Gefangenschaft vier Jahre und älter werden.
Gelingt es, alle Probleme der Laufkäferzucht zu lösen und die Tiere regelmäßig im Labor zu vermehren, kann man Carabiden im großen Rahmen für die biologische Schädlingsbekämpfung benutzen. Meine Arbeiten sollen helfen, dieses Ziel bald in die Realität umzusetzen.

Wissenswertes:

„Erdöl" aus Pflanzenrückständen

Der Bedarf an Erdöl nimmt in der Welt jährlich zu. Doch schon ist abzusehen, daß auch diese Vorräte nicht unerschöpflich sind. Nur noch bis zum Jahr 2000 kann die Förderung dieses wichtigen Rohstoffes gesteigert werden, auch wenn man davon ausgeht, daß man Vorräte gewinnen kann, die heute technisch noch nicht erschließbar sind.
Deshalb bemühen sich seit Jahren Wissenschaftler, wichtige Rohstoffe, die im Erdöl enthalten sind, aus anderen Stoffen zu gewinnen. Eine andere Möglichkeit stellt die Gewinnung von erdölähnlichen Produkten aus pflanzlichen Rückständen dar. Solche Rückstände sind z. B. Stroh, Abfallprodukte der Papierherstellung und der Holzverarbeitung sowie Laub und Algen. Diese Rohstoffe werden in Wasser mit Kohlenmonoxidgas behandelt. Unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen setzt sich Kohlenmonoxid mit Wasser zu reaktivem Wasserstoff um, und dieser bewirkt bei höheren Temperaturen sehr schnell die Bildung von Olen. Als Nebenprodukte entstehen Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff sowie feste kohleähnliche Rückstände mit hohem Aschegehalt.
Daß solche Verfahren in der Zukunft helfen werden, unser Rohstoffproblem zu lösen, ist klar; es ist aber noch einige Anstrengung nötig, um effektive Technologien für die industrielle Nutzung zu finden.

Edelsteine

Edelsteine haben es den Menschen angetan, seit sie den Wert dieser blitzenden Kleinode erkannten. Man hat Edelsteine schon in den Anfängen der Menschheitsgeschichte gesammelt, später bearbeitet, mit ihnen gehandelt, hat sie gestohlen und verschenkt, ihretwegen Kämpfe geführt.

Der Begriff Edelstein

Unter "Edelstein" versteht man im allgemeinen die Mineralien, die sich von allen anderen durch ihre Durchsichtigkeit, Härte, Glanz und Schönheit der Farbe unterscheiden. Zu diesen Eigenschaften kommt noch die Seltenheit des Vorkommens und der damit bedingte hohe Wert hinzu.

Die Entstehung der Edelsteine

Edelsteine sind unter extrem hohen Drücken und Temperaturen entstanden. Es wird angenommen, daß sie in der Nähe von Vulkanen gebildet wurden. Da es aber sehr selten zu solchen extremen Bedingungen in der Natur kommt (Drücke über 10^{10} Pa und Temperaturen von über 3 000 K), ist es erklärlich, daß Edelsteine, insbesondere der Diamant, so rar sind.

Die Einteilung der Edelsteine

Im Jahre 1820 fand der Wiener Professor Moos (1773-1836) eine geeignete Methode, um die Gesteine in Gruppen einzuteilen. Nach seiner aufgestellten Härteskala sind die Mineralien in 10 Härten eingeteilt, von denen jedes Mineral das vorhergehende ritzt.

Die Moossche Härteskala:

Härte 1 - Talk, $(OH)_2\ Mg_3\ [Si_4O_{10}]$

Härte 2 - Gips, $Ca\ [SO_4] \cdot 2\ H_2O$

Härte 3 - Kalkspat, $CaCO_3$
Härte 4 - Flußspat, CaF_2
Härte 5 - Apatit, $Ca_5 [F/ (PO_4)_3]$
Härte 6 - Feldspat, $K [AlSi_3O_8]$
Härte 7 - Quarz, SiO_2
Härte 8 - Topas, $Al_2 [F_2/SiO_4]$
Härte 9 - Korund, Al_2O_3
Härte 10 - Diamant, C

Häufig werden die Edelsteine aber auch nach ihrem Wert eingeteilt. Hierbei ist der Diamant der wertvollste Edelstein. Der Wert richtet sich nach dem Farbenspiel, der Lichtbrechung, Härte, Glanz und Schönheit der Farbe eines Edelsteins.
Auch kann eine Einteilung in durchsichtige und undurchsichtige Steine vorgenommen werden.

Beispiele:

Durchsichtige Steine	Undurchsichtige Steine
- Brillant	- Achat
- Rubin	- Muckenstein
- Safir	- Katzenauge
- Smaragd	- Tigerauge
- Olivin	- Türkis
	- Quarz mit Gold
- Korund	- Karneol
- Kunzit	- Amazonit
- Beryll	- Malachit
- Amethyst	- Nephrit
- Granat	- Labradar
- Opal	- Chalcedan
- Rauchquarz	- Heliotrop

Der Aufbau der Edelsteine

Edelsteine sind Kristalle. Jeder Kristall ist durch seinen eigenen charakteristischen Gitterbau gekennzeichnet. Denkt man sich in einen Kristall ein dreidimensionales Koordinatensystem hinein, so kann man sieben Kristallsysteme (Gitter) erkennen.

1. Kubisch oder regulär	alle Richtungen gleich lang, würflig	Diamant, Steinsalz, Granat, Spinell
2. Hexagonal	6seitige Säulen und Pyramiden	Graphit, Zink Beryll, Quarz I
3. Trigonal oder rhombisch	3- oder 6seitige Säulen, Rhomboeder	Quarz II, Turmalin, Korund, Kalkspat
4. Tetragonal	4seitige Säulen oder Pyramiden	Zirkon, Rutil, Kupferkies
5. Rhomboedrisch	rhombisch verzerrte Säulen oder Platten	Leolithe, Schwerspat
6. Monoklin	schief verzerrt längliche Kristalle	Kali-Feldspat, Gips, Zucker
7. Triklin	alle Hauptkristallkanten schief zueinander	Kalk-Feldspat

Einzig und allein durch den Gitterbau werden die Eigenschaften eines Kristalls bestimmt. Der Diamant und Graphit sind beides Modifikationen des Kohlenstoffs. Durch die unterschiedliche Struktur jedoch erhalten die beiden Stoffe ein völlig unterschiedliches Aussehen.

Der Diamant als „König der Edelsteine"

Der Diamant besteht aus reinem Kohlenstoff, ist unlöslich und vollkommen unempfindlich gegen chemische Einflüsse. Er besitzt drei Eigenschaften, die sein Wesen ausmachen. Erstens ist er der härteste bekannte Stoff (Härte 10), dann hat er eine Dichte von $3{,}5 \cdot 10^3$ kg m^{-3} und drittens verbrennt er in Sauerstoff bei etwa 700 °C, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Er kristallisiert in allen einfachen Formen des regulären Systems und ist einfachlichtbrechend, besitzt jedoch im geschliffenen Zustand ein unübertroffenes Farbstreuungsvermögen, das man mit "Feuer" bezeichnet. Ist er nicht durch Einschlüsse verunreinigt, ist er völlig kristallklar.
Unter "lupenreinen" Steinen versteht man solche, die bei einer zehnfachen Vergrößerung keinerlei Einschlüsse und Verunreinigungen erkennen lassen.

Edelsteine wurden bisher in
Indien, Brasilien, Südafrika, Südwestafrika, Kongo, Australien, Borneo, Kalifornien und der UdSSR gefunden und gefördert.

MOSAIK

Tieftemperaturkabel zur Übertragung großer Leistungen

Für die Übertragung großer elektrischer Leistungen (5 000 MW) haben Tieftemperaturkabel große Aussicht auf Anwendung. Diese nicht mit Supraleitungskabel (Widerstand = 0) zu verwechselnden stickstoffgekühlten Kabel haben bei einer Temperatur von 70 K nur noch einen Widerstand von etwa 1/7 des Wertes bei den sonst üblichen Normaltemperaturen, so daß die Verluste durch Widerstandserwärmung kleiner werden. Tieftemperaturkabel benötigen außerdem nicht den hohen technischen Aufwand von Supraleitungskabeln.

Verringerung des Energiebedarfs bei Klimaanlagen

Durch Verwendung von Wärmepumpen (z. B. Luft oder Wasser als Wärmeträger) kann in großen, klimatisierten Gebäuden Energie gespart werden, in dem die überschüssige Wärme der sonnenbeschienenen (also zu kühlenden) Hausseite auf die sonst zu heizende sonnenabgewandte Hausseite gepumpt wird. Damit können 30 bis 60 % der Heizungs- und Kühlungsenergie eingespart werden.

Isotopenbatterien für Herzschrittmacher

Die beim radioaktiven Zerfall von Plutonium 238 entstehende Wärme wird über Thermoelemente (1200 Stück in Reihe geschaltet) in eine Spannung von 6 V umgewandelt. Es wird eine Leistung von 140 µW bei einem Wirkungsgrad von 0,14 % abgegeben. Als Thermoelemente wird ZnPb und Wismut benutzt, das auf einem 36 mm breiten Polyamidband aufgedampft ist.

Gustav Hertz

Gustav Hertz, der am 22. Juli 1979 92 Jahre alt geworden wäre, stellt eine jener großen Wissenschaftler-Persönlichkeiten dar, die so nachhaltig zur Neuformung unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes beigetragen haben. Selbst zu einer Zeit geboren, in der die sogenannte "klassische Physik" des 19. Jahrhunderts in ihrer höchsten Blüte stand, war er bereits während seiner Studienzeit in Berlin Zeuge der Bemühungen Plancks, die seltsamen Schwierigkeiten der damaligen Physik zu überwinden.

Das Jahr seiner Doktor-Dissertation (1911) fiel dann zufälligerweise zusammen mit demjenigen, das die endgültige Anerkennung der bahnbrechenden Ideen Plancks und Einsteins brachte. Zugleich aber begann Gustav Hertz, in Zusammenarbeit mit James Franck, am Physikalischen Institut der Berliner Universität jene Arbeiten in Angriff zu nehmen, die im Ergebnis zu einem der Eckpfeiler der modernen Atomphysik führten. Die Untersuchung der Stöße nämlich, welche in Dampfform verteilte Quecksilber-Atome durch geeignet beschleunigte Elektronen erfahren, erwies sich im Verlaufe der Arbeiten als ein direkter experimenteller Beweis sowohl für Plancks Quantenhypothese als auch für das erst im Jahre 1913 konzipierte Bohrsche Atommodell: Die Quecksilber-Atome nahmen nach den Franck-Hertzschen Experimenten Energie nur in für sie typischen, festgelegten Beträgen auf und konnten diese danach auch wieder verlieren, unter Verlust eines entsprechenden Licht-Quantums.

Derart gelang den Physikern dann auch eine von Strahlungsmessungen unabhängige Festlegung der Planckschen Konstante. Die Franck-Hertzschen Versuche machten so den Weg frei für eine stürmische Entwicklung der Atomphysik, die auch heute

---

aus ND vom 23. 24.7.1977 von M. Brauer

noch keineswegs als abgeschlossen angesehen werden kann. Für ihre Arbeiten erhielten Franck und Hertz 1925 den Nobelpreis für Physik.

Die weitere Tätigkeit von Gustav Hertz bis zum Beginn des zweiten Weltkrieges vollzog sich dann sowohl an den Instituten der Universitäten Halle bzw. Berlin-Charlottenburg als auch an Forschungsinstituten der Industrie. Neben der konsequenten Fortführung seiner früheren Arbeiten zum Durchgang von Elektronen durch verdünnte Gase und ihrer technischen Nutzung eröffnete sich ihm mit der damals aufblühenden Kernphysik ein neues Betätigungsfeld.

Im Mittelpunkt des Interesses stand dabei für Gustav Hertz die Frage nach der rationellen Trennung verschieden schwerer Atome der gleichen chemischen Substanz, d. h. der sogenannten Isotope. In langjähriger Erforschung der zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten gelang es ihm um das Jahr 1932 erstmals, ein Diffusions-Verfahren zur Trennung der Isotope des Neons anzugeben, das sich dann später bei der entsprechenden Trennung der verschiedenen Uran-Isotope als höchst wichtig erwies.

Nach einem neunjährigen Aufenthalt in der Sowjetunion, in dessen Verlauf er u. a. mit dem Staatspreis der UdSSR ausgezeichnet wurde, übernahm Gustav Hertz im Jahre 1954 die Leitung des Leipziger Physikalischen Instituts und war dort bis zu seiner Emeritierung 1962 an zentraler Stelle für die Ausbildung unserer jungen Physiker verantwortlich.

Hohe Auszeichnungen wie der Nationalpreis und der Titel "Hervorragender Wissenschaftler des Volkes" bewiesen die außergewöhnliche Wertschätzung, welche die Arbeit von Gustav Hertz in dieser Zeit erfuhr.

Auch nach seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst in Forschung und Lehre widmete er seine ganze Kraft der nachhaltigen Förderung der physikalischen Forschung in der DDR. Seinen unermüdlichen Anstrengungen, insbesondere denjenigen zur Vorbereitung der 75-Jahr-Feier der Quantentheorie, setzte erst sein Tod am 30. Oktober 1975 ein Ende.

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Energie aus dem All

Von Iossif Soritsch
Aus der Zeitung NEDELJA „JA

Der Raumstationskomplex "Salut-Sojus", der von vollautomatischen Raumfrachtern betreut wird, ist der Wegbereiter für verschiedene Objekte im Kosmos, darunter für orbitale Kraftwerke.

Die Strahlungsleistung der Sonne ist 5000mal so groß wie die Gesamtleistung aller übrigen Energieträger auf der Erde. Diese Quelle ist außerdem unversiegbar. Es gibt jedoch auf der Erde Gebiete, in denen die Sonne alles Lebende versengt, dafür läßt sie sich woanders monatelang nicht sehen. Aber sogar in den Wüsten Nordafrikas und Mittelasiens scheint die Sonne nur zwölf Stunden täglich. Kein Wunder also, daß die Heliotechnik als industrielle Elektroenergiequelle für die Wissenschaftler bis vor kurzem zweitrangig war.
Doch an einem Ort leuchtet die Sonne ständig. Das ist der offene Weltraum. Dort geht die Sonne nicht unter, dort werden ihre Strahlen weder durch Wolken noch durch die Atmo - sphäre geschwächt. Heute sind Wissenschaftler vieler Länder der Ansicht, daß die Sonnenenergie im All geschöpft und zur Erde geleitet werden muß. Ist das überhaupt möglich? Gewiß, wenn auch nicht heute, so doch in absehbarer Zukunft.
Erdsatelliten und Raumschiffe werden bereits mit fotoelektrischen Wandlern ausgestattet. Diese setzen die Sonnenenergie in elektrische Energie um und versorgen damit die Apparaturen und Hilfstriebwerke der Raumflugkörper. Wir wollen uns eine Raumstation vorstellen, die sich auf der sogenannten Synchronbahn, d.h. in 35 800 Kilometer Entfernung von

der Erde befindet. Die Umlaufzeit einer solchen Station beträgt 24 Stunden und entspricht damit der Rotationsdauer der Erde. Die Station hängt gewissermaßen über einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche. Die geostationären oder Synchronbahnen sind schon praktischer Alltag. Auf diesen befinden sich die Nachrichtensatelliten,mit deren Hilfe Telegrafie- und Telefonieinformationen sowie Fernsehsendungen über große Entfernungen übertragen werden.
In dieser Höhe erhält jeder Quadratmeter der Solarzellenfläche etwa anderthalb Kilowatt, doch nur ein Zehntel davon kann in Elektroenergie umgewandelt werden. 150 Watt von einem Quadratmeter ist natürlich nicht viel, doch im All hat man ja Platz.Dort kann man ungestört Solarzellenflächen mit einer Spannweite von einigen Dutzend Kilometern entfalten, um Tausende Megawatt zu erzielen. Es ist errechnet worden, daß ein Raumsonnenkraftwerk (RSKW) mit zwei Solarzellenauslegern von je 6 mal 5 Kilometer Ausdehnung 5000 Megawatt Elektroenergie erzeugen kann.

Utopie? Nein, fast Wirklichkeit

Es gibt auch ein anderes Verfahren zur Umwandlung der Sonnenenergie, und zwar das solar-dynamische. Eine Auffangvorrichtung fängt die Sonnenstrahlen ein und wirft sie auf einen fokussierenden Spiegel. Dieser konzentriert die Energie zu einem Strahlenbündel, das auf den Behälter mit Flüssigkeit zur Dampferzeugung geleitet wird. Der auf diese Weise erzeugte Dampf treibt nun eine Turbine an, die mit einem Generator gekoppelt ist.
Problematisch bleibt jedoch der Transport der erzeugten Energie zur Erde. Der Drahtweg kommt nicht in Frage. Es werden zwei Verfahren zur drahtlosen Energiefernübertragung vorgeschlagen, das erste mittels Laserstrahlen und das zweite unter Verwendung von Ultrahochfrequenzen (UHF).
Die UHF-Technik erfuhr in den letzten Jahrzehnten eine stürmische Entwicklung, in diesem Zentimeterwellenbereich führen die Radioastronomen ihre Beobachtungen aus, er wird auch für den Funkverkehr genutzt. Untersucht wird auch die Möglichkeit, große Elektronenenergiemengen für industrielle Zwecke über UHF-Kanäle zu übertragen. Als erster kam der hervorragende sowjetische Physiker, Akademiemitglied Pjótr Kapiza auf diesen Gedanken.

Dieses Verfahren verheißt der Menschheit große Vorteile. Elektroenergie würde dann durch Hohlleiter fließen, die gleich Erdöl- und Gasleitungen unter der Erde verlegt werden können. Dies gilt jedoch für irdische Verhältnisse. Zum Transport von Elektroenergie aus dem All werden nicht einmal Rohre gebraucht. Eine viele Tausend Kilometer lange UHF-Brücke wird das Raumsonnenkraftwerk mit der Erde verbinden. Nichts wird diese Brücke außer Betrieb setzen können, weder die kosmische Kälte noch die dichte Atmosphäre, weder Nebel noch Gewitterwolken. Sie wird im Sommer und im Winter, am Tage und bei Nacht störungsfrei funktionieren. Auf der Erde wird die UHF-Strahlung von einer Empfangsantenne in Form einer Schale mit einem Durchmesser von 1 000 Metern oder mehr empfangen, in üblichen Gleich- bzw. Wechselstrom umgewandelt und an die Verbraucher weitergeleitet. Utopie? Nein, fast Wirklichkeit. Dieses grandiose Vorhaben fußt real auf Berechnungen und Experimenten. Die Masse eines Solarzellenkraftwerkes mit einer Leistung von 10 000 Megawatt dürfte etwa 35 000 Tonnen und die eines Kraftwerkes mit Turbogeneratoren über 100 000 Tonnen betragen. Alle Baumaterialien, Baugruppen und Blöcke wird man in den Weltraum befördern, sie dort montieren, testen und dann das RSKW in Betrieb setzen. Die Montage eines solchen Kraftwerkes soll auf einer erdnahen Bahn (200 bis 300 Kilometer von der Erde entfernt) von Menschen und Robotern ausgeführt werden. Nach der Montage und dem Probebetrieb würde man das Kraftwerk auf die Synchronbahn bringen. Dazu benötigt man Hunderte von Triebwerken, die auf der ganzen Oberfläche des Kraftwerkes anzubringen sind. Ohne Hilfstriebwerke wird das Kraftwerk auch auf der Synchronbahn nicht auskommen. Sie werden die Solarzellenflächen nach der Sonne ausrichten, durch Sonnenwind hervorgerufene Lageänderungen ausgleichen und die genaue Ausrichtung des Kraftwerks gegenüber der Empfangsantenne auf der Erde sichern.

Es sind natürlich noch viele Probleme zu lösen, bevor der Bau von RSKW in Angriff genommen wird. Diese Probleme sind eher technischer als prinzipieller Natur. Übrigens darf man auch wirtschaftliche, sozial-rechtliche, ökologische und andere Aspekte bei der Schaffung von RSKW nicht außer acht

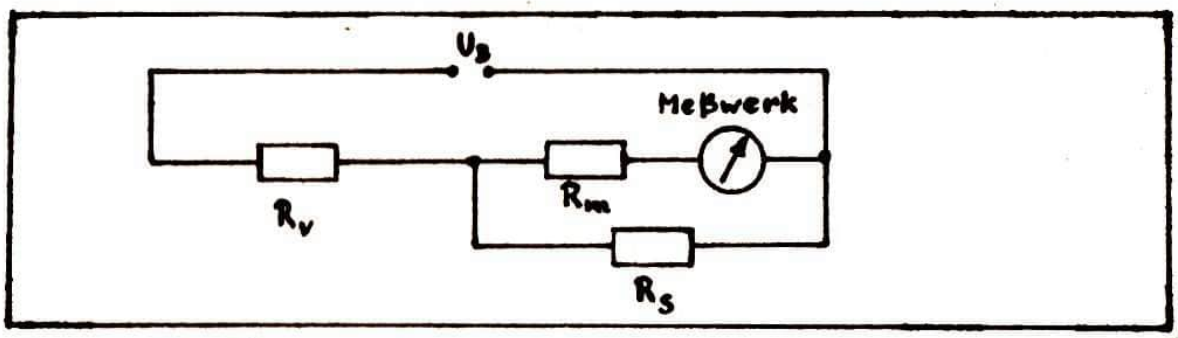
lassen. Wie wird sich z.B. eine mächtige UHF-Strahlung auf die Funkverbindung auswirken? Wie sind verschiedene Abschnitte von Synchronbahnen zwischen den Ländern zonal zu verteilen sowie gleiche Rechte und gleiche Möglichkeiten für alle Länder zu sichern?

Mehrfachverwendungsraumschiffe im Weltraum

Nun stellen wir eine auf den ersten Blick paradox anmutende Frage, die alles Gesagte völlig durchkreuzt, ist es überhaupt notwendig,die Elektroenergie aus dem All zur Erde zu übertragen?
Unter irdischen Verhältnissen ist der Transport von Rohstoffen oft billiger als der von Energie. Könnte man diesen Weg auch im Weltraum gehen? Wäre es nicht zweckmäßiger, Betriebe einiger Industriezweige auf erdnahen Bahnen zu einem Komplex zusammenzufassen und mit RSKW auszustatten? Mehrfachverwendungs-Raumfrachter würden dorthin Rohstoffe befördern und Halbfabrikate oder Fertigerzeugnisse auf die Erde bringen. Besatzungszubringer würden einen Wechsel des Bedienungspersonals sichern.
Erstens könnten dadurch die Schadstoffemissionen der "schmutzigsten" Produktionen in die Erdatmosphäre verringert werden. Zweitens ist es im Weltraum - unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit und des fast absoluten Vakuums - leichter als auf der Erde höchstreine und höchsthomogene Stoffe zu erhalten und große Kristalle mit vorgegebenen Eigenschaften zu züchten.
Sowjetische Raumflieger haben den Grundstein zur Raumtechnologie gelegt, die sich zweifellos weiterentwickeln und vervollkommnen wird, wenn die industrielle Nutzung an die Stelle des Experimentierens tritt. Sowjetische Raumschiffe der Serie "Sojus" und orbitale Raumstationen des Typs "Salut" stehen nicht nur im Dienst der Wissenschaft, sondern sie arbeiten für die Zukunft der Menschheit. Eine vordringliche Aufgabe in dieser Zukunft dürfte die Erschliessung des energetischen Brachlandes im Weltraum sein.

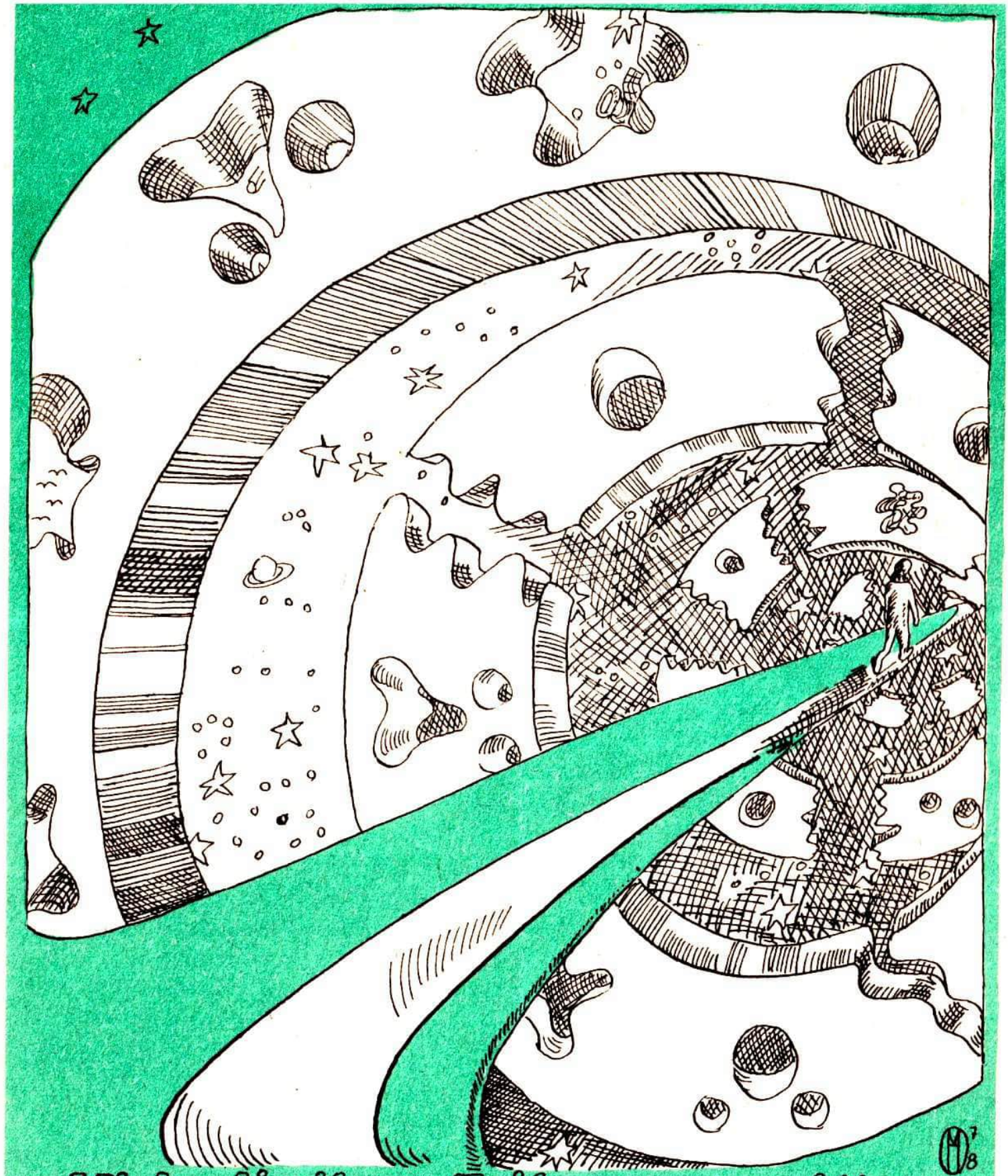
Schülerversuch III (Elektrotechnik)

Bekanntlich sind an den Vielfachmeßgeräten im Physik-Praktikum der Schulen die Angaben über den Innenwiderstand des Gerätes enthalten. Mit diesen Vielfachmeßgeräten können im Allgemeinen sowohl Strom- und Spannungs- als auch Widerstandsmessungen durchgeführt werden. Bessere Geräte gestatten auch das Ausmessen von Kapazitäten und Induktivitäten.
Wir wollen nun einmal selbst den Innenwiderstand des Meßwerks eines Drehspulinstrumentes bestimmen. (Was gibt es sonst noch für Meßwerke, auf welchem Meßprinzip beruhen sie und für was werden sie besonders eingesetzt ?)
Im Allgemeinen kann man sich ein Meßgerät durch folgendes Ersatzschaltbild darstellen:



R_V ... Vorwiderstand bei Spannungsmessung
R_S ... Shuntwiderstand (Parallelwid.) bei Strommessung
R_m ... Innenwiderstand des Meßwerkes
U_B ... Batteriespannung 1,5 V (Polarität des Meßgerätes beachten)

Nach den Gesetzen im verzweigten und unverzweigten Stromkreis (Kirchhoff'sche Gesetze) läßt sich allgemein der Meßwerkinnenwiderstand R_m bestimmen.
Auf welche experimentelle Art und Weise kann man unter Berücksichtigung des Zeigerausschlages und verschiedener Zuschaltung von R_V und R_S den Innenwiderstand R_m bestimmen ?
Benötigte Geräte: 1 Batterie 1,5 V; 1 Vielfachmeßgerät (kleinster Strommeßbereich/Spannungsmeßbereich); Verbindungskabel; R_V und R_S als Widerstandsdekaden.
Hinweis: evtl. ein ausgesondertes Meßgerät benutzen, oder unter Aufsicht des Lehrers experimentieren; sollten kleinster Strom- und Spannungsmeßbereich nicht zusammenfallen, macht sich das Öffnen des Gerätes erforderlich, um R_m bestimmen zu können.



Viele, die ihrer Zeit vorausgeeilt waren, mußten auf sie in sehr unbequemen Unterkünften warten.

S. Lec

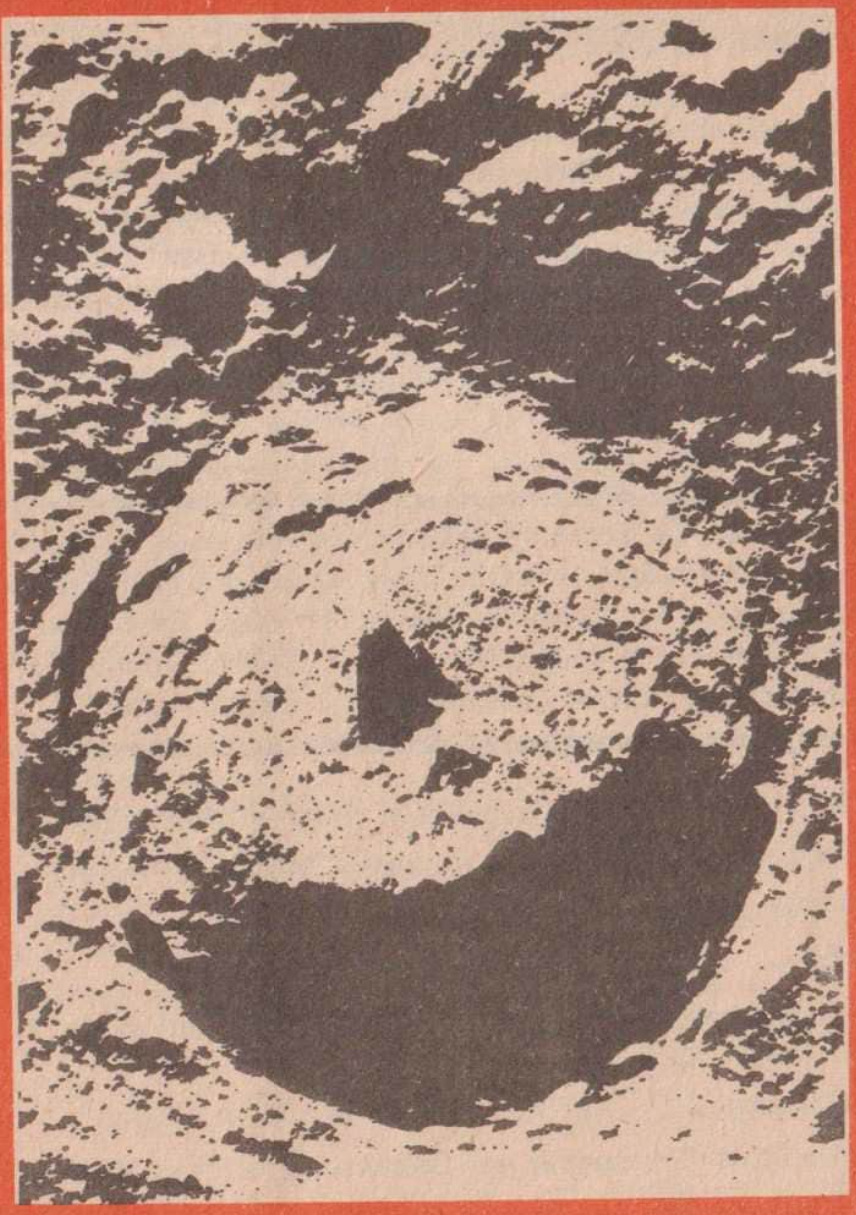
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

13. Jahrgang (1979/80)

40 Pf

impuls 68

2



Kommunikation des Wildschweines

*

Entdeckung des Penizillins

*

Pluto-Außenseiter im Sonnensystem

*

Verbindungen des Fluors

*

Büchermarkt

*

Sektion Physik der FSU Jena

Titelbild:
Mondkrater "Tycho" (L.G.)

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Beyer (Korrektor); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Die akustische Kommunikation des Wildschweines	PHY 3
Einsteins Beitrag zum wissenschaftlichen Weltbild	10
Die Entdeckung des Penizillins	BIO 13
Pluto — Außenseiter im Sonnensystem	AST 17
Alltagschemie: Verbindungen des Fluors und deren Anwendungen	CHE 23
Büchermarkt: „Auf den Spuren des Unendlichen"	26
Ein Stück Geschichte der Sektion Physik der FSU — Jena	DOK 28
Physikaufgabe 42, Lösung Nr. 35	31

Heft 2 gestaltet von: Reiner Luthardt
Redaktionsschluß: 7. 7. 79

Dr. Fritz Klingholz
HNO-Klinik, Abt. für
Phoniatrie
FSU Jena

Die akustische Kommunikation des Wildschweines

PHYSIK

Zwischen der Physik und der Biologie existieren eine Vielzahl mehr oder weniger selbständiger interdisziplinärer Fachgebiete. Die Ethologie, die meist von Zoologen betrieben wird, ist bei der Erforschung der Kommunikation im Tierreich auf Physik und Chemie angewiesen. Dabei haben diese Wissenschaften oftmehr als nur einen methodischen Anteil (z.B. bei der Erforschung des Ultraschallortungssystems der Fledermaus).

Informationskanäle

Das Tier verfügt im wesentlichen über drei Informationskanäle, den olfaktorischen (geruchlich), den visuellen und den mechanischen (meist akustisch).
Da einmal die physikalisch-chemischen Mechanismen der Geruchsempfindung im Vergleich zu anderen Sinnesorganen wenig bekannt sind, zum anderen die chemische Analyse von Sekreten, die der Kommunikation dienen, aufwendig ist, ist der olfaktorische Kanal noch relativ wenig erforscht, obwohl er bei vielen Tieren eine ganz wesentliche Rolle spielt.
Während die Analyse des Sehvorgangs mehr von Sinnesphysiologen und Bionikern betrieben wird, beschäftigt sich der Verhaltensforscher mit der Entstehung, Variation, Bedeutung und der Wirkung von optischen Zeichen, die von Tieren oder aus deren Umwelt stammen. Die Erforschung der "Körpersprache" (Mimik, Gestik usw.) bildet einen Schwerpunkt in der Verhaltensforschung. Da die akustischen Signale relativ leicht zu empfangen und zu analysieren sind, wird dem akustischen Kanal von Seiten der Biokommunikation sehr viel Aufmerksamkeit gewidmet.

Der akustische Kanal

Zur akustischen Übertragungskette gehört nicht nur das Signal sondern auch der Sender (Lauterzeugungsmechanismus), der Übertragungskanal (mit Störeinflüssen) und der Empfänger (Perzeptionsmechanismus). Die Erforschung von Sende- und Empfangsorganen ist primär eine physikalisch-physiologische Aufgabe. Zum Beispiel wird der Vogelgesang mit schwingenden Membranen erzeugt, der menschliche Kehlkopf arbeitet dagegen wie eine Polsterpfeife.

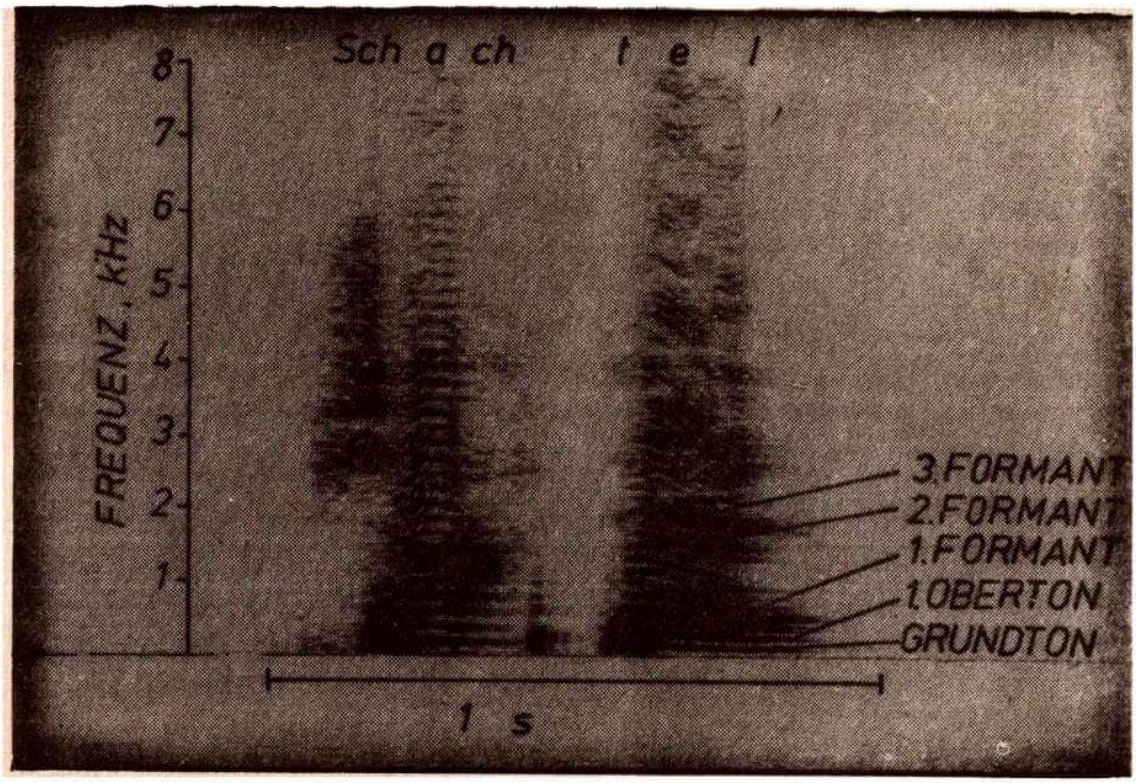


Abb. 1 Das Wort „Schachtel" gesprochen von einem Mann. Es sind einige wichtige akustische Größen eingetragen.

Letzteres zeigt, daß die Lautäußerung einer Tierart durch den Lauterzeugungsmechanismus bestimmt wird. Daneben beeinflußt der Übertragungskanal (Umwelt) die Lautgebung. Eine in dichter Vegetation lebende Tierart, z.B. das Wildschwein, ist neben dem olfaktorischen mehr auf den akustischen Kanal angewiesen, während Rind oder Pferd, die auf freien Flächen leben, neben dem olfaktorischen einen ausgeprägteren visuellen Kanal haben. Das Lautinventar von Pferd und Rind ist daher etwa halb so umfangreich wie das des Schweines. Die

"Akustik" des Lebensraumes ist recht unterschiedlich, d.h. eine Tierart muß ihre Lautäußerungen an den Frequenzgang und die Stör- und Verdeckungsgeräusche des Lebensraumes anpassen. Weiterhin werden Lautäußerungen durch emotionale Zustände der Tiere erheblich variiert. Allerdings enthalten Lautäußerungen auch Merkmale, die für eine Art oder ein Individuum typisch sind, sogenannte Invarianten.
Die Erfassung und Analyse des Lautinventares einer Tierart enthält daher verschiedene Aspekte. Die wichtigsten sind:

- der physikalische Aspekt: physikalische Struktur der Laute
- der funktionelle Aspekt : Bedeutung und Wirkung der Laute

Die experimentelle Methodik

Um in den Besitz des unverfälschten Lautinventars einer Säugetierart zu kommen, muß man mit den Tieren leben, d.h. Mitglied eines Sozialverbandes oder Partner werden. Ein Beispiel hierfür sind die Untersuchungen von Meynhardt, der Mitglied einer bei Burg (Magdeburg) lebenden Rotte Wildschweine wurde. Neben vielen Daten hat er über mehrere Jahre Bandaufnahmen von Lautäußerungen des Schwarzwildes gesammelt. Die akustische Analyse der Bandaufnahmen wurde in der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Friedrich-Schiller-Universität Jena mittels eines Sonagraphen vorgenommen. Der Sonagraph ist ein Gerät, das komplizierte, akustische Signale in seine Frequenzanteile zerlegt und den Verlauf dieser Anteile in der Zeit angibt. Das Analyseprodukt ist ein sogenanntes Sonagramm (akustisches Spektrum), eine dreidimensionale Darstellung, bei der auf der Abszisse die Zeit, auf der Ordinate die Frequenz und senkrecht zur Abszissen-Ordinaten-Ebene die Intensität (als Schwärzungsgrad der Aufzeichnung) aufgetragen sind, siehe Abb. 1.
Die Laute der Tiere haben eine gewisse zeitliche Folge und Verknüpfung. Die Laute haben eine spektrale Struktur, d.h. unperiodisch akustische Signale, sie sind Klänge oder Geräusche oder Klänge mit Geräuschen. Ein Klang besteht aus einem Grundton mit Obertönen, wobei die Obertöne verschiedene Intensität haben. Frequenzgebiete hoher spektraler Energiedichte werden Formanten genannt, siehe Abb. 1.

Beim Menschen bestimmt das Intensitätsprofil der Obertöne, d.h. die Lage der Formanten,den Vokaltyp (a,e,i,o,u...). Die Parameter der spektralen Anteile (Frequenz und Intensität) sind zeitabhängig.

Das Lautinventar des Wildschweines

Das Wildschwein verfügt über 10 Laute, die natürlich Modifikationen unterliegen. Man kann die Laute nach physikalischen Gesichtspunkten in zwei Gruppen teilen, wobei diese Einteilung gleichzeitig auch eine gewisse ethologische Klassifikation darstellt, siehe Tabelle. Die Laute der Gruppe 2 sind intensitätsreicher und werden mit erhöhter bzw. stark variierender Grundfrequenz geäußert. Diese Erscheinungen drücken erhöhte Erregung aus. Alle Situationen, in denen diese Laute auftreten, verursachen eine Frustration der Tiere, die dann zu entsprechender Erregung führt. Wegen der erheblichen Modifikation der Laute durch die Erregung ist das Vorhandensein individueller Invarianten in Lauten recht unwahrscheinlich.
Für in sozialen Verbänden (Herden, Rotten, Kolonien, Familien) lebende Tiere spielt die akustische Individualerkennung, z.B. die Bekanntgabe: "Ich bin der Frischling Emil", eine wichtige Rolle. Es ist das Erkennen von Kindern, Müttern, Partnern, Reviernachbarn, Revierfremden usw. für die Aufzucht der Jungen und den Schutz des Verbandes lebensnotwendig und damit arterhaltend.
Die individualtypischen Merkmale werden meist erlernt, ein gewisser Anteil ist jedoch mit der morphologischen Struktur angeboren. Es gibt in der Entwicklung des einzelnen Lebewesens bestimmte Phasen, in denen für relativ kurze Zeit eine erhöhte "Lernbereitschaft" vorhanden ist. Das Erkennenlernen (z.B. eines akustischen Musters) in einer solchen Phase wird Prägung genannt. Beim Wildschwein prägt die Bache bei der Geburt bis einige Stunden danach die Frischlinge auf ihren Kontaktlaut. Die Frischlinge ahmen diesen Laut mehr oder weniger gut nach. Damit erkennen Mütter ihre Kinder und umgekehrt, wobei unter den Frischlingen eine Schwankung der Lautparameter auftritt und so eine Uniformierung des Lautes vermieden wird. Es lassen sich aus den Spektren der Kontaktlaute von Frischlingen und Bachen individuelle Invarianten (Lautdauer und mittlere Tonhöhe) ableiten.

Trägt man diese Daten für jedes Tier in eine zweidimensionale Lautdauer-Tonhöhen-Darstellung ein, so ergibt sich,

- daß sich verschiedene Bachen deutlich voneinander unterscheiden;
- daß verwandte Bachen (Geschwister) dichter beieinander liegen als nichtverwandte;
- daß Frischlinge ihren Müttern in der Lautäußerung ähnlich sind;
- daß sich die Frischlinge eines Wurfes nur gering unterscheiden;
- daß zwischen den Würfen größere Unterschiede bestehen.

Damit ist bewiesen, daß die Tiere an den Lauten individuell erkannt werden können. Wie aber kann man das experimentell verifizieren? Zu diesem Zweck werden Playback-Experimente durchgeführt. Man spielt z.B. vom Bandgerät einem Muttertier die Laute der eigenen oder fremden Frischlinge vor und registriert die Reaktion oder mißt die Aktivität des Muttertieres. Es zeigt sich, daß die Bachen auf die Stimmen fremder Frischlinge nicht reagieren, beim Vorspielen der Stimmen der eigenen Frischlinge stürmt jedoch die Bache zum Lautsprecher, und wenn sie dort die Jungen nicht findet, zur Lagerstatt der Jungen (Wurfkessel). Meynhardt hat diese sehr eindrucksvollen Experimente durchgeführt.

Tabelle

1. Gruppe: Verbale Beschreibung: Grunzen

Struktur: Lautdauer von 50 ms bis 400 ms
Grundfrequenz: Bachen von 20 Hz bis 70Hz
Frischlinge von 60 Hz bis 150 Hz
Formantenzahl: maximal 3
Besonderheiten: oft starke Aperiodizität der Schwingungen
Erzeugung: im Kehlkopf (Stimmlippenschwingungen)
Funktionen: Kontaktlaut (Stimmfühlung in der Rotte, Erkennungsbegrüßung, Mutter-Kind-Kontakt, Locken der Frischlinge)
Besonderheiten: trägt individuelle Merkmale

Zwischengruppe: Verbale Beschreibung: modifiziertes Grunzen

Funktion und Struktur:
- überlanges Grunzen als Warnlaut(länger 400 ms)
- kurzes, intensitätsreiches Grunzen mit Schnaufen und Schreiandeutung als Alarmlaut

- extrem kurzes Grunzen oder Schnalzen als Werbelaut des Keilers (Erzeugung noch unbekannt)

2. Gruppe: Verbale Beschreibung: Schreien, Quieken

Struktur: Lautdauer von 100 ms bis 4000 ms
Grundfrequenz von 100 Hz bis 4000 Hz
Formantenzahl: bis 5
Besonderheiten: Grundfrequenz oft stark zeitabhängig, Frequenzbrüche, Kombinationen mit Grunzlauten
Erzeugung: im Kehlkopf (Stimmlippenschwingungen und Spalttöne)
Funktion: Anzeige von Nahrungsmangel (Hungerlaut), Abb. 2, Isolation (Suchlaut), Abb. 3
Rivalen- und Rangordnungskämpfe (Kampflaut)
Angst (Angstlaut oder Wehgeschrei)
Schmerzen (Klagelaut)
Abwehr, Bedrohung (Abwehrlaut, Drohlaut)
Besonderheit: starke Erregungsabhängigkeit

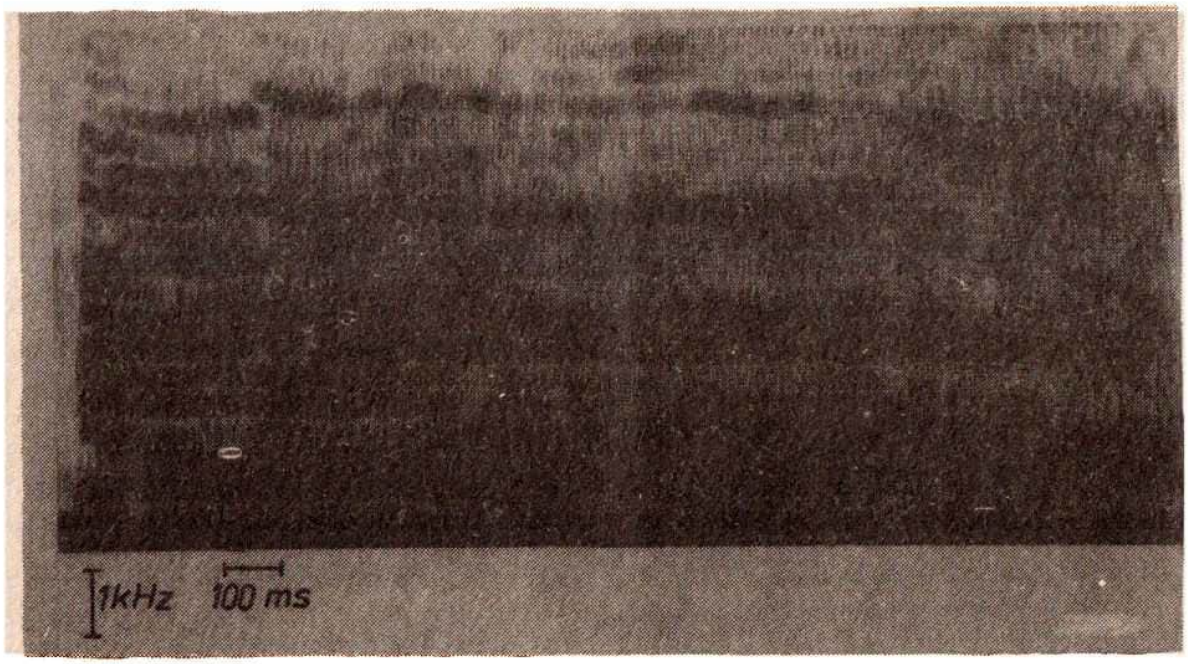


Abb. 2 Hungerlaut, geäußert von einer Bache, die einem ranghöheren Tier bei der Nahrungsaufnahme den Vortritt lassen muß

Literatur H. Meynhardt Schwarzwildreport, Vier Jahre unter Wildschweinen - Neumann-Verlag, Radebeul, 1978.

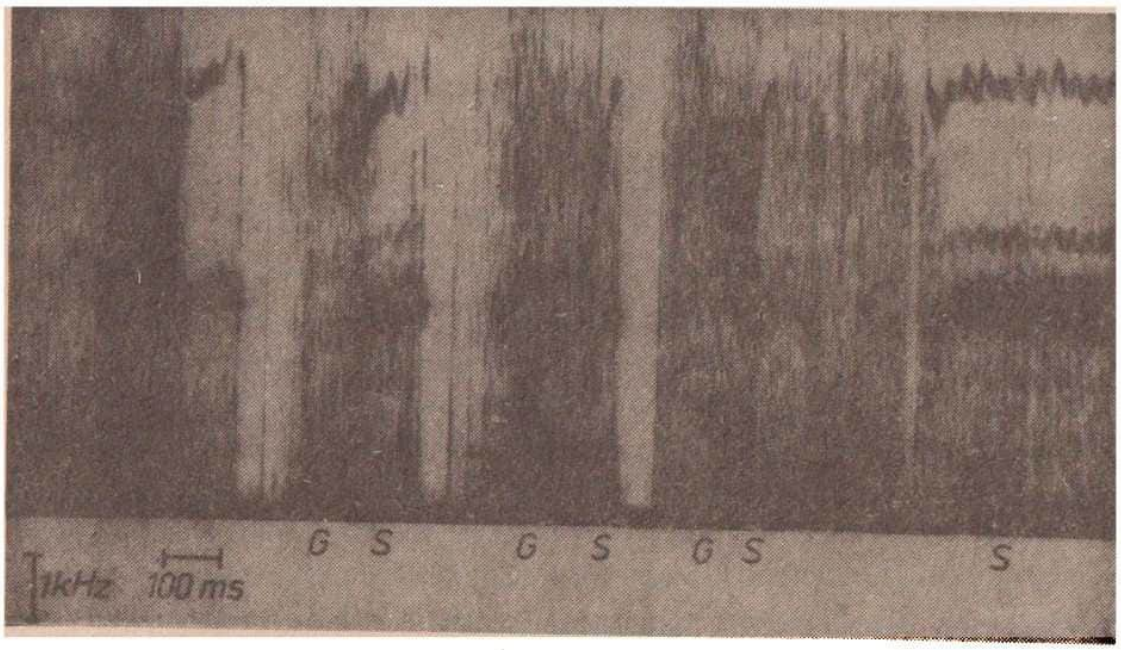


Abb. 3 Lautäußerung eines von der Rotte isolierten Frischlings, der die Rotte sucht (G=Grunzlaut, S=Suchlaut)

Wissenswertes:

Uraniumlagerstätten biologischen Ursprungs

Der Geologe E.T.Degens von der Hamburger Universität hat im Schwarzen Meer eine Uranium-Lagerstätte entdeckt, die die größte bisher bekannte Ablagerung der Erde sein soll. Das U-235 stammt aus einer winzigen Algenart, die in der Lage ist, das im Wasser enthaltene Uranium auf das 10 000-fache anzureichern. 5 000 Jahre lang sanken die "Uranium-Algen" auf den Meeresboden und bildeten ein weiches Sediment, das mehr als sieben Millionen Tonnen Uraniumoxid enthalten soll, deren Wert bei mehreren 100 Mrd. liegen dürfte. Die Lagerstätte liegt allerdings in 1 000 bis 2 000 m Tiefe, so daß die Förderung ein schwieriges Unternehmen wird.

Dipl.-Phys. F. Haney
Sektion Marx.-Leninist.
Philosophie
FSU Jena

Einsteins Beitrag zum wissenschaftlichen Weltbild

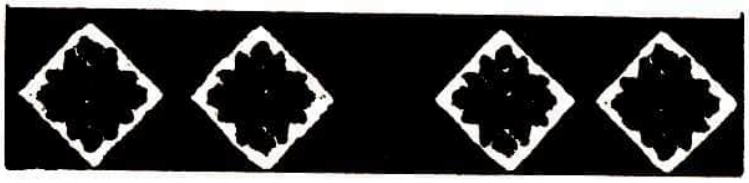
Wenn wir in diesem Jahr den 100. Geburtstag Albert Einsteins feiern, so ehren wir damit einen der Physiker, die allein durch ihr persönliches Wirken einen bedeutenden Beitrag zum wissenschaftlichen Selbstverständnis unserer Zeit geleistet haben. Überhaupt gibt es außer der Relativitätstheorie kaum eine andere moderne physikalische Theorie, deren Entstehung und Durchsetzung sich so stark mit dem Wirken eines einzigen Physikers verbindet. Einsteins Leistung erhält dadurch besonderes Gewicht, daß sich hinter den von ihm geschaffenen Theorien nicht nur eine bloße quantitative Vermehrung unseres Wissens verbirgt, sondern eine der größten wissenschaftlichen Revolutionen der Wissenschaftsgeschichte. Damit ist Einsteins Wirken in die große Umwälzung eingebettet, die die Grundlagen der Physik im ersten Viertel unseres Jahrhunderts erfahren hat. Diese Umwälzung vollzog sich auf zwei Gebieten: der Relativitätstheorie und der Quantentheorie. Obwohl Einsteins Hauptanteil an der Überwindung des mechanischen Weltbildes auf dem ersten Gebiet liegt, darf man den Beitrag, den er zur Schaffung der Quantentheorie geleistet hat, nicht vernachlässigen. Zunächst wollen wir darauf eingehen. Neben seiner grundlegenden Arbeit über die Spezielle Relativitätstheorie veröffentlichte Einstein im Jahre 1905 im Band 17 der "Annalen der Physik" zwei Arbeiten, die eng mit der Entwicklung der Quantentheorie verbunden sind. Die eine Arbeit beschäftigt sich mit der "Brownschen Bewegung", in der anderen wird die Lichtquantenhypothese formuliert, Einsteins originärer Beitrag zur Quantenphysik. Mit der ersten Arbeit griff Einstein in die Diskussion ein, die unter den Physikern vor und um die Jahrhundertwende für und wider die atomistische Struktur der Materie geführt wurde. Viele in den Traditionen der klassischen Feldphysik erzogene Physiker, so z.B. die

Vertreter der Energetik, lehnten die Atomistik und damit auch die von Boltzmann gegebene statistische Interpretation der Thermodynamik ab. Einstein versuchte, in seiner Arbeit den überzeugenden Nachweis zu führen, daß die Materie aus Atomen aufgebaut ist. Durch seine Arbeit über die Lichtquanten, die nach ihrer tatsächlichen Entdeckung den Namen Photonen erhielten, führte Einstein die Quantenhypothese Plancks weiter, der diese nicht bis zur letzten Konsequenz getrieben hatte und eigentlich bis zu seinem Lebensende der klassischen Physik verhaftet blieb. Gleichzeitig setzte Einstein den Schlußpunkt unter die Entwicklung und den Streit um die richtige Lichttheorie, eine Entwicklung, die von der Kontroverse zwischen Newtons Korpuskulartheorie und Huygens' Wellentheorie über die Durchsetzung des Wellenbildes im 19. Jahrhundert bis zu dessen theoretischer Begründung in der elektromagnetischen Theorie Maxwells reichte. Einsteins Beitrag bedeutete aber nichts weniger als eine einfache Restaurierung des Teilchenbildes nach Newton, obwohl natürlich Beziehungen bestehen. Einstein gelang es, auf der Basis der Quantenhypothese, in der die körnige Struktur der Materie wesentlich tiefer erfaßt wird als in der Mechanik, Energie der Lichtquanten und Wellenfrequenz in Beziehung zu setzen. Damit löste er diesen Jahrhunderte alten Widerspruch der Wissenschaftsgeschichte, wenn auch der Begriff des Welle-Teilchen-Dualismus nicht auf ihn zurückgeht. Tragisch ist bloß, daß Einstein die weitere Entwicklung der Quantentheorie nicht mehr nachvollziehen konnte. Besonders mit der statistischen Interpretation der Wellenfunktion konnte er sich nie abfinden. Sein berühmter Ausspruch ist "Gott würfelt nicht!". Ihm erging es dabei ähnlich, wie Planck vor ihm.

Den größten Beitrag für unser wissenschaftliches Weltbild leistete Einstein zweifellos durch die Relativitätstheorie. Kernpunkt sind die Relativitätsprinzipien. In der Speziellen Relativitätstheorie beseitigt er die Widersprüche, die zwischen der Mechanik und der Elektrodynamik aufgetreten waren. Die auf der unmittelbaren Fernwirkung und dem Galileischen Relativitätsprinzip beruhende Mechanik mußte zwangsläufig

mit der von der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit und dem Nahwirkungsprinzip ausgehenden Elektrodynamik in Konflikt geraten. Die der Tradition der mechanischen Naturerklärung verhafteten Physiker versuchten, dieses Problem durch Einführung eines Äthers zu beseitigen. Einsteins Leistung besteht darin, daß er erkannte, daß das Relativitätsprinzip verändert werden muß. So kam er zur Formulierung des Speziellen Relativitätsprinzips, nach dem alle gleichförmig gegeneinander bewegten Bezugssysteme für die Formulierung der physikalischen Gesetze gleichberechtigt sind. Daraus ergeben sich dann die bekannten speziell-relativistischen Effekte und auch die Vierdimensionalität der Raum-Zeit.

Die Weiterentwicklung seines Relativitätsgedankens in der Allgemeinen Relativitätstheorie brachte die größte Revolution der Raum-Zeit-Auffassung in der Geschichte. Durch die Verknüpfung der Raum-Zeit-Struktur mit der Materieverteilung in den Einsteinschen Feldgleichungen wurde es möglich, die Raum-Zeit-Geometrie auf materialistischer Grundlage, frei von jedem Apriorismus, als Existenzform der Materie zu begreifen. Einstein gelang es dabei,die Grundlagen für unsere modernen kosmologischen Vorstellungen zu legen, indem er sein Allgemeines Relativitätsprinzip auf die Gravitationstheorie anwendete und die Newtonsche Gravitationslehre weiterentwickelte.Die Diskussionen,die heute über die Evolution des Kosmos geführt werden,haben ihre Grundlage in der Allgemeinen Relativitätstheorie und der Einsteinschen Gravitationstheorie.Einsteins Versuche, alle physikalischen Erscheinungen in einer einheitlichen Feldtheorie widerzuspiegeln, scheiterten an der Begrenztheit seiner Konzeption und der qualitativen Vielfalt der Physik.Trotzdem trugen sie dazu bei,dem durchaus fruchtbaren Streben nach Synthese des physikalischen Wissens Geltung zu verschaffen.



Dipl.-Biol.
Astrid Voigt
Sektion Biologie
FSU Jena

Die Entdeckung des Penizillins

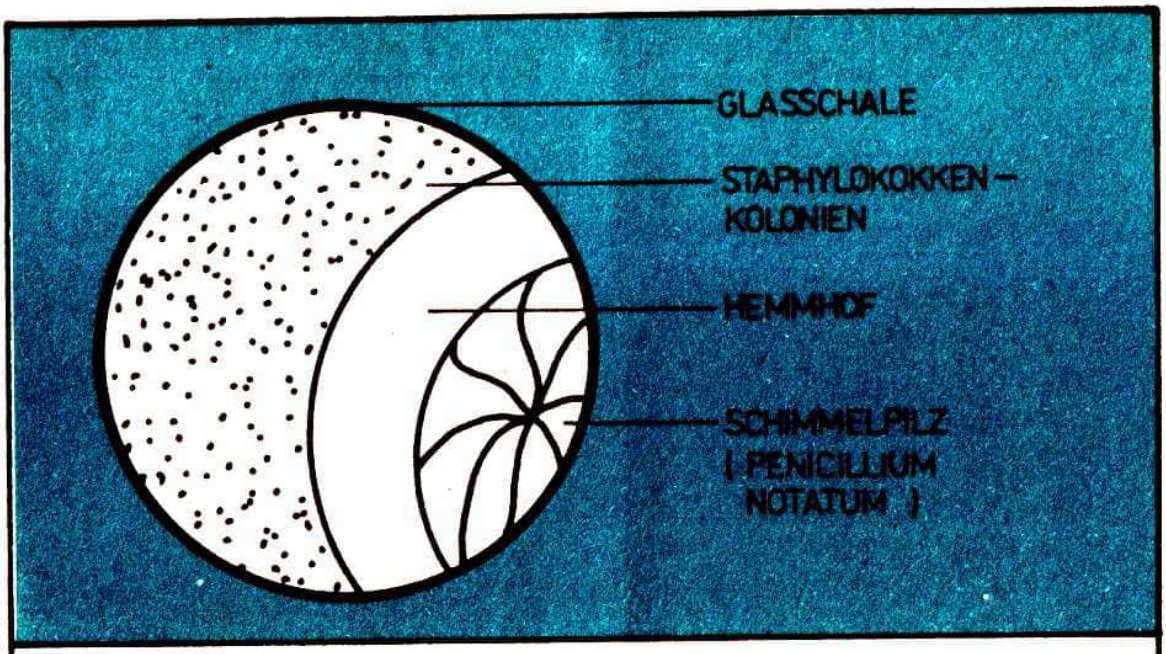
Sicherlich haben Sie bereits von einem Antibiotikum namens Penizillin gehört oder bei einer Krankheit mit ihm Bekanntschaft gemacht. Wie es schon häufig bei wissenschaftlichen Entdeckungen vorgekommen ist, hatte auch im Falle des Penizillins der Zufall seine Hand im Spiel.

Bereits im 19. Jahrhundert war bekannt, daß die Entwicklung von Mikroorganismen durch Stoffwechselprodukte anderer Organismen gehemmt wird. Diese Erscheinung bezeichnet man als Antibiose. Erst ein halbes Jahrhundert später gelang es, das erste Antibiotikum (Substanz, die von einem Mikroorganismus gebildet wird und auf andere Mikroorganismen wachstumshemmend wirkt) in reiner Form zu gewinnen und industriemäßig herzustellen.

Entdeckt wurde das Penizillin von Alexander Fleming im Jahre 1928. Er wurde am 6. August 1881 in einem kleinen Dorf bei Kilmarnock in Schottland geboren, wo sein Vater eine kleine Farm bewirtschaftete. Nach dem Besuch der Dorfschule und der Lehrzeit in einer Reederei mußte er seiner Militärpflicht nachkommen. Vermutlich in dieser Zeit erwachte in ihm der Wunsch, Medizin zu studieren.

Fleming nahm daher ein Studium an der Medizinischen Hochschule von Saint Maryś Hospital auf. Nach seinem Staatsexamen 1908 blieb er an der Hochschule, um sich mit den Forschungsmethoden der Bakteriologie vertraut zu machen. Der erste Weltkrieg unterbrach diese Studien. Während seiner Arbeit in verschiedenen Lazaretten stellte Fleming fest, daß die gegen Wundinfektionen verwendeten Mittel nicht seinen Vorstellungen entsprachen; sie drangen zu schnell über die Wunden in die Blutbahn ein und zerstörten die Blutzellen. Flemmings Wunsch war es daher, einen Stoff zu finden, der einerseits den Körper in

seinem Abwehrkampf unterstützt, ihn andererseits aber nicht schädigt. Nach dem Kriege übernahm Fleming eine Praxis in Saint Mary's Hospital und widmete sich verstärkt der Erforschung antiseptischer Mittel gegen Staphylokokken (Bakterienart), die gefährlichen Erreger der Wundinfektion.
Die Bakterien wurden in flachen Schalen kultiviert und mußten gegen Befall von Fremdkeimen geschützt werden. Bei der Kontrolle bemerkte Fleming eines Tages eine Kultur, in die Schimmelpilze eingedrungen waren. Am Rande der Schale befand sich eine graugrüne Schimmelschicht - die Kultur war verdorben. Doch dabei machte er eine bemerkenswerte Beobachtung: Während die gesamte Fläche des Nährbodens von Staphylokokkenkolonien übersät war, blieb die Umgebung des Schimmelpilzes frei von Bakterien, der Pilz hatte also ihre Ausbreitung verhindert, hatte sie vernichtet. Fleming nannte den Stoff, auf den diese Wirkung zurückzuführen war, Penizillin, da er von dem Schimmelpilz Penicillium notatum produziert worden war. Untersuchungen zeigten ihm, daß der Stoff auch in großer Verdünnung noch wirksam war.



Abbildung

Aber alle Versuche, das Penizillin zu extrahieren, schlugen fehl. Ersuchen um Hilfe durch eigene Mitarbeiter wurden von der britischen Regierung wiederholt abgelehnt. Fleming mußte

daher seine Arbeiten beenden, ohne den wertvollen Stoff isoliert zu haben. Seine bis dahin gewonnenen Ergebnisse veröffentlichte Fleming, inzwischen zum Professor ernannt, in einem Aufsatz "Über die bakterientötende Wirkung von Kulturen eines Schimmelpilzes". Erst zehn Jahre nach der Entdeckung wurden die Isolierungsversuche des Penizillins wieder aufgenommen. In Oxford gelang es H.W. Florey und E.B. Chain 1939 das Penizillin als Natriumsalz darzustellen. 1941 wurde es erstmalig bei einem staphylokokkeninfizierten Menschen eingesetzt. Trotz einer kurzen Besserung starb jedoch der Patient; die verfügbare Penizillinmenge von nur drei Gramm war zu gering. Eine grössere Menge brachte dann den erwarteten Erfolg. Aber noch war die Herstellung des Penizillins sehr umständlich und teuer. Um einen einzigen Patienten zu heilen, mußten 1000 Liter Pilzbrühe hergestellt und verarbeitet werden.
Während des zweiten Weltkrieges wurde die Penizillinherstellung in den USA und in England von 38 Forschungsgruppen intensiv untersucht und methodisch verbessert, da man es dringend zur Heilung der Verwundeten benötigte. 1942 wurde Florey in Oxford aus London telefonisch um die Überlassung von 10 Gramm Penizillin gebeten, und Florey überlegte keinen Augenblick. Der Anrufer war Alexander Fleming, der das Antibiotikum für einen schwerkranken Freund benötigte. Später äußerte Fleming, dieser Tag sei der glücklichste seines Lebens gewesen.
Noch 1943 schrieb eine englische Zeitschrift: "Das Penizillin ist unvergleichlich, aber es ist nicht zu bekommen."
Eine großtechnische Produktion, die den Bedarf decken konnte, war erst möglich, nachdem Penizillinstämme gefunden wurden, die mehr als die hundertfache Penizillinmenge gegenüber dem Wildstamm produzierten. Heutige Hochleistungsstämme produzieren 10 Gramm Penizillin in einem Liter Nährlösung. Die Kultivierung des Schimmelpilzes erforderte jedoch eine neue Technologie, insbesondere die Nutzung von speziellen Tanks (Fermenter). Zusammen mit Florey und Chain erhielt Fleming 1945 den Nobelpreis für Medizin und Physiologie. Er konnte noch miterleben, welch große Bedeutung seiner Entdeckung zukam, bevor er am 11. März 1955 verstarb.
Inzwischen gelang es, weitere Antibiotika zu isolieren. Dabei wurden von zahlreichen Chemikern und Biologen fast zweitausend

verschiedene Antibiotika gefunden, die auch von anderen Bakterien- und Pilzarten gebildet werden (z.B. Streptomyzin, Chloramphenicol, Neomyzin, Erythromyzin, Nystatin). Aber nur etwa achtzig Antibiotika werden bisher in der medizinischen Praxis eingesetzt.

Literaturquelle für interessierte Leser:

Plesse, W. und D. Rux Biographien bedeutender Biologen; Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin, 1977.

Wissenswertes:

Vela-Pulsar auch optisch nachgewiesen

Mit dem neuen 3,9 m-Teleskop bei Coonobarabran (Australien) gelang es einem anglo-australischen Team, das wohl schwächste, jemals photoelektrisch nachgewiesene Objekt aufzuspüren: den Pulsar PSR 0833-45. Seine Helligkeit gleicht der einer 40 Watt-Glühlampe, die auf dem Mond leuchtet und von der Erde aus beobachtet wird.

Der Vela-Pulsar ist somit nur im Röntgenbereich, im Sichtbaren und über Radiowellen nachgewiesen. Die Radiopulse erscheinen alle 89 ms, 20ms nach einem Radiopuls registriert man einen optischen Puls, 42 ms nach ersterem wieder einen optischen, etwas stärkeren Puls. Die beiden optischen Pulse liegen symmetrisch zwischen zwei Röntgenpulsen, die 35 ms voneinander getrennt sind. Aus den Phasenbeziehungen der Pulse bei verschiedenen Wellenlängen hofft man eine wichtige Aussage über die Magnetosphäre von Neutronensternen gewinnen zu können.

Mit der wohl z. Z. genauesten Uhr der Welt, der Cäsium-Uhr des National-Bureau of Standards der USA, wurde festgestellt, daß die "internationale Sekunde", die in Paris produziert wird, $1{,}1 \cdot 10^{-12}$ s zu kurz ist. Die neue Cs-Uhr hat eine maximale Abweichung von $\pm$ 1 s in 370 000 Jahren. Da sage nur noch jemand, seine Armbanduhr ginge genau!

Lutz Grunwaldt
ZIPE Potsdam

Pluto - Außenseiter im Sonnensystem

"Als ich am Nachmittag des 18. Februar 1930 das Plattenpaar zu einem Viertel durchgesehen hatte, stieß ich plötzlich auf das Bild von Pluto! Mich packte eine heftige Erregung, da die Natur des Objektes auf den ersten Blick offenkundig war. Die Positionsverschiebung zwischen dem 23. und 29. Januar entsprach ungefähr der für ein Objekt, das sich eine Milliarde Meilen hinter der Neptunbahn bewegt. Unter all den 2 Millionen Sternen, die bisher durchmustert worden waren, wurde nichts gefunden, das so vielversprechend war wie dieses Objekt".

So beschreibt Clyde Tombaugh, der Entdecker des Planeten Pluto, den Abschluß einer fast 25jährigen Suche nach dem äußersten Planeten unseres Sonnensystems. Wie sich heute herausstellt, war dieses Resultat hauptsächlich einem großen Zufall zu verdanken.

Die Suche nach Planet X

Im 19. Jahrhundert hatte die theoretische Astronomie einen großen Triumpf gefeiert: Aus den beobachteten Bahnstörungen des Uranus berechneten Leverrier und Adams unabhängig voneinander die Masse und die Bahn eines noch weiter außen laufenden Planeten. Die Rechnung ging auf: 1846 wurde auf der Basis der theoretischen Vorhersagen der Neptun aufgefunden.

Waren damit die Unregelmäßigkeiten in der Uranusbahn erklärt? Einige Astronomen glaubten auch jetzt noch geringfügige Störungen zu messen und auch die Bahn des neuentdeckten Neptun schien nicht ganz den Vorausberechnungen zu folgen. Also war wohl ein weiterer Planet jenseits der Neptunbahn die Ursache!

Aus den Neptunstörungen wurden nun Masse und Bahnlage des hypothetischen Planeten bestimmt. 1906 begann der amerikanische Astronom P. Lowell am Flagstaff-Observatorium in Arizona die Suche nach Planet X. Ein Erfolg war ihr nicht beschieden. Lowell starb 1916, ohne sein Ziel erreicht zu haben.
Die Suche ging jedoch weiter. Ab 1918 wurde sie unter Pickering

am Mount-Wilson-Observatorium intensiviert. Durch gewisse Effekte blieb der Erfolg jedoch auch hier aus. Dabei war Pluto auf den Mount-Wilson-Platten abgebildet! Die Platten waren jedoch nicht sorgfältig genug abgesucht worden.
Tombaugh, der 1930 in Flagstaff zum Erfolg kam, hatte die Suchmethodik noch wesentlich verfeinert. Jedes "verdächtige" Himmelsareal wurde dreimal fotografiert, um irreführende Plattenfehler auszumerzen, Dabei war man sich stets bewußt, daß das Bild des Pluto so klein und lichtschwach sein würde, daß es sich nur durch eine signifikante Bewegung von den mit abgebildeten Sternen unterschied. Tombaugh suchte emsig und hatte schließlich Erfolg. Pluto war gefunden - was ließ sich über ihn aussagen?

Pluto tanzt aus der Reihe

Bereits nach kurzer Zeit wurde klar, daß Pluto eine gewisse Sonderstellung im System der Planeten einnahm. Das betraf in erster Linie seine Bahn. Betrachten wir Abbildung 1!

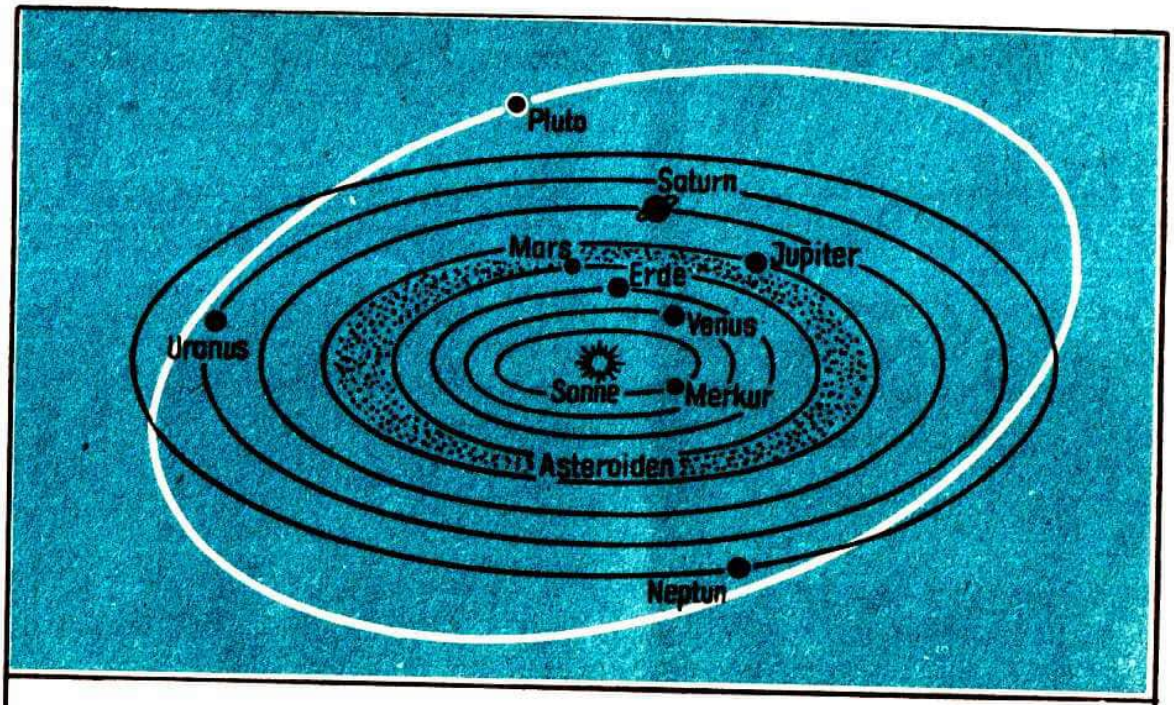


Abb. 1

Die Bahn des Pluto ist um fast 17° gegen die Ekliptik geneigt - ein einzigartiger Fall unter den Planeten! Aber noch eine weitere Besonderheit tritt auf: die Bahn des Planeten verläuft in ihrem sonnennahen Teil innerhalb (!) der Neptunbahn. Das ließ sofort

einen Verdacht aufkommen: war Pluto vielleicht gar kein "richtiger" Planet, sondern ein ehemaliger Mond des Neptun, der diesem Planeten auf irgendeine Art "verlorenging"?

Weitere Probleme ergaben sich aus der Bestimmung von Größe und Masse dieses merkwürdigen Außenseiters. Schon nach kurzer Beobachtungsdauer des Pluto war klargeworden, daß seine Masse wesentlich kleiner als vorausberechnet sein mußte.

Quelle	Jahr	$m_{Pl.}/m_{E.}$	Methode
Lowell	1915	7	Neptunstörungen
Wylie	1942	1.01	Neptunstörungen
Duncombe	1968	0.184	Neptunstörungen
IAU	1976	0.111	
Cruikshank et al.	1976	0.0026	IR-Albedo
Christy and Harrington	1978	0.0017 bis 0.0024	Differenz der Photozentren Pluto/Begleiter
Zum Vergleich: Mars		0.108	
Merkur		0.055	
Ganymed		0.025	
Ceres		0.0018	

Abb. 2 Bestimmungen der Pluto-Masse

Im Jahre 1942 hatte man z. B. die Massenschätzung des Pluto bereits um den Faktor 7 reduziert, und in den darauffolgenden Jahren zeigte sich, daß sie offenbar noch kleiner war. Waren die gemessenen Neptunstörungen wirklich real? Man begann langsam zu zweifeln. Ein beobachtbarer Mond des Pluto, der die Massenbestimmung kollossal vereinfacht hätte, wurde zunächst nicht beobachtet. Wie benutzt man einen Planetenmond, um die Masse des Planeten selbst zu ermitteln? Betrachten wir dazu Abb. 3!
Um die Rechnung zu vereinfachen, machen wir zwei Annahmen:

- die Bahn des Mondes sei kreisförmig
- die Masse des Mondes sei wesentlich kleiner als die des Planeten.

Diese beiden Bedingungen sind im allgemeinen in guter Näherung erfüllt.
Die nun folgende Rechnung geht von einer ganz einfachen Erkenntnis

aus: Um den Mond auf einer kreisförmigen Bahn um den Planeten zu halten, müssen nach außen wirkende Zentrifugalkraft und zum Planeten hin wirkende Gravitationskraft stets den gleichen Betrag haben:

$$|\vec{F}_Z| = M_1 \cdot \omega^2 \cdot R$$

$$|\vec{F}_G| = \gamma \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{M_1 (2\pi)^2 R}{T^2} = \gamma \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

M_1 - Masse des Mondes
R - Abstand Planet - Mond
$\omega = \frac{2\pi}{T}$
T - Umlaufszeit
M_2 - Masse des Planeten
γ - Gravitationskonstante

Wie man sofort sieht, kürzt sich die Masse des Mondes heraus und nach einfachen Umstellungen ergibt sich:

$$M_2 = \frac{4\pi^2}{\gamma} \cdot \frac{R^3}{T^2}$$

Außer Konstanten enthält die Formel nur zwei zu bestimmende Größen: den Abstand zwischen Mond und Planeten sowie die Umlaufzeit des Mondes. Beide lassen sich durch astronomische Messungen leicht ermitteln.

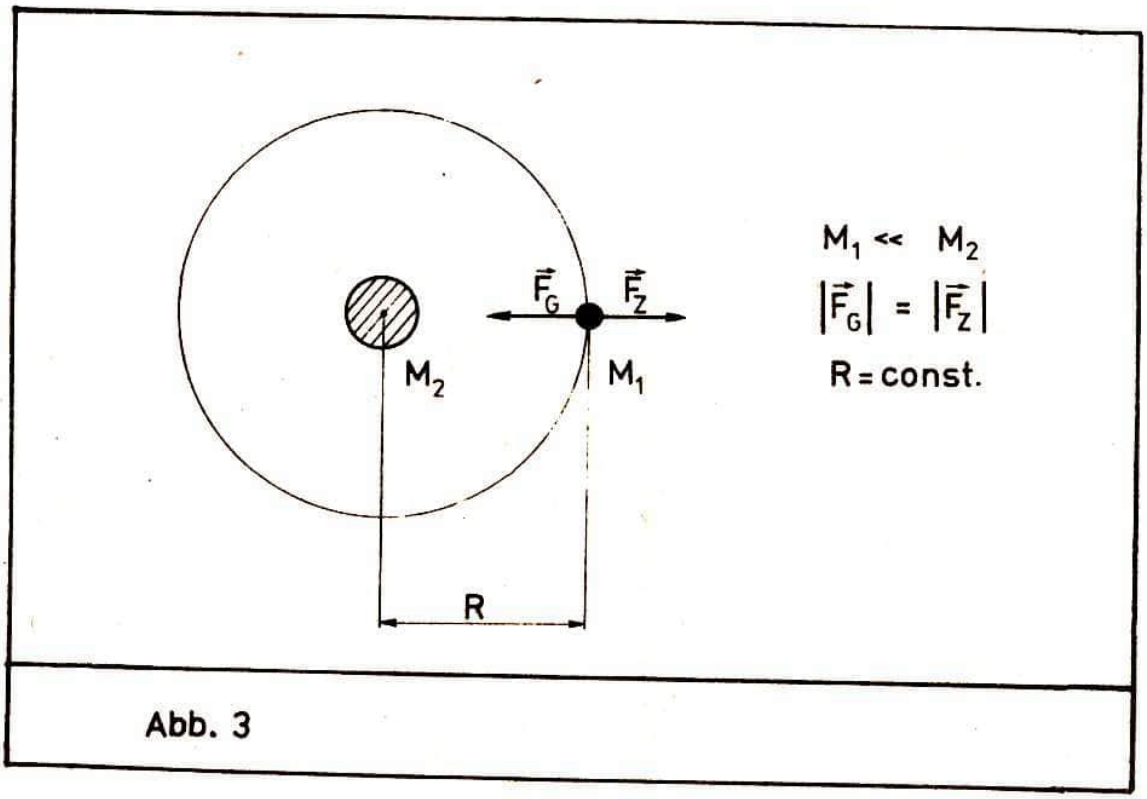


Abb. 3

Methaneis auf Pluto?

Im Jahre 1976 war noch immer kein Plutomond entdeckt worden. Die Internationale Astronomie Union (IAU) hatte empfohlen, als wahrscheinlichsten Wert für die Plutomasse 0.111 Erdmassen anzunehmen.

Da ließ eine Mitteilung aufhorchen: Cruikshank und seine Mitarbeiter hatten das Reflexionsvermögen des Pluto im Infrarotbereich gemessen und waren zu erstaunlichen Ergebnissen gelangt:
Das Infrarotspektrum der Pluto-Oberfläche ähnelte stark dem von gefrorenem Methan! Offenbar waren also große Teile des Planeten mit diesem Eis bedeckt. Das aber hatte weitreichende Schlußfolgerungen: Methaneis reflektiert sichtbares Licht sehr stark, also stammte die gemessene Helligkeit des Pluto von einer sehr viel kleineren Oberfläche als bisher vermutet! Der Wert für den Durchmesser des Planeten mußte revidiert werden. Statt der bisher angenommenen 6000 km betrug seine Ausdehnung höchstens noch die Hälfte davon, wahrscheinlich sogar weniger.
Das gab auch Anlaß, nochmals die Plutomasse zu diskutieren. Da der Planet wesentlich kleiner war als vermutet, mußte auch seine Masse geringer sein, wollte man nicht phantastisch hohe Werte für seine mittlere Dichte annehmen. Der von Cruikshank ermittelte Wert ist Abb. 2 zu entnehmen. Die Bestätigung dieser Werte erfolgte bereits zwei Jahre später.

Pluto hat doch einen Mond!

Es war die astronomische Sensation des Jahres 1978: Zwei Mitarbeiter des US-Naval Observatory (des gleichen Observatoriums, an dem vor etwa 100 Jahren die Marsmonde entdeckt wurden) identifizierten auf Fotoplatten einen Pluto-Begleiter! Wie so oft war auch diesmal das gesuchte Objekt bereits Jahre zuvor abgebildet worden:
Es fand sich auf Platten der Jahre 1965 und 1970, ohne entdeckt worden zu sein.
Der Pluto-Begleiter läßt sich fotografisch nicht vom Pluto selbst trennen, so nahe sind durch die gewaltige Entfernung des Pluto beide Bilder scheinbar zusammengerückt. Er macht sich nur durch eine winzige "Ausbuchtung" des Pluto-Bildes auf hochauflösenden Platten bemerkbar. Trotzdem gelang es, die wichtigsten Daten zu ermitteln (siehe Abb. 4).

Bisherige Daten über Pluto und seinen Begleiter

(aus: Nature 274: 309)

	Pluto	Begleiter
Entdeckung	1930	1978
scheinbare Helligkeit	14^m	$16^m - 17^m$
Albedo	0.6	
Masse (g)	$1.56 \cdot 10^{25}$	10^{24} (?)
Durchmesser (km)	2700	850
mittlere Dichte (g/cm^3)	1.5	
Umlaufzeit (d)		6.4
Bahnneigung (Grad)		105
maximaler Abstand (km)	20000	

Abb. 4

Viele der angegebenen Daten sind noch sehr unsicher. Die Masse des Pluto jedoch konnte mit Hilfe der angeführten einfachen Rechnungen ermittelt werden (Abb. 2). Sie stimmt gut mit den durch Infrarot-Messungen gefundenen Werten überein. Eins ist sicher: Ein so massearmer Pluto kann niemals die angeblich beobachteten Bahnstörungen von Uranus und Neptun hervorrufen. Wahrscheinlich existieren sie gar nicht.

Sollte sich die gefundene Umlaufzeit des Pluto-Mondes von 6,4 Tagen bestätigen, so wäre das ein einzigartiger Fall im Sonnensystem. Die Rotationsdauer des Pluto beträgt nämlich auch ca. 6,4 Tage! In diesem Falle würde der Pluto-Trabant stets über ein und derselben Stelle der Pluto-Oberfläche "stehen" - ein natürlicher Synchron-Satellit!

Es ist möglich, daß weitere Messungen Licht in die noch ungeklärten Probleme bringen werden. Auf jeden Fall scheint eines der Rätsel in unserem Sonnensystem vor seiner Lösung zu stehen.

Hanka Bartels
Sektion Chemie
Humboldt-Universität
Berlin

Alltagschemie: Verbindungen des Fluors und deren Anwendungen

CHEMIE

In diesem Artikel der Serie "Alltagschemie" wollen wir das Element Fluor und seine Verbindungen betrachten, um uns einige Fragen, wie: Wie funktioniert ein Kühlschrank? Wie kann man die Zahnfäule (Karies) verhindern? Was befindet sich in den Aerosolflaschen? - und andere zu beantworten.

Fluor - ein Element der 7.Hauptgruppe - zeichnet sich hauptsächlich durch seine ungewöhnliche Reaktionsfähigkeit aus, weshalb es von einigen Wissenschaftlern mit einem Menschen verglichen wird, der weder "Maß noch Ziel kennt" (1).
Ursache dafür ist die Struktur seiner Elektronenhülle. Zwei Elektronen befinden sich auf der inneren Schale und sieben auf der äußeren. Um eine stabile Achterschale zu erhalten, muß ein achtes Elektron aufgenommen werden.
Daraus allein läßt sich aber nicht die hohe Oxydationskraft ableiten.
Auf Grund der niedrigen Dissoziationsenergie des Fluormoleküls (F_2) dissoziiert es schon bei niedrigen Temperaturen in Fluoratome, die nun anderen Substanzen energisch Elektronen entreissen können. (Auf die Ursachen der niedrigen Dissoziationsenergie soll hier nicht eingegangen werden).
Vielen ist aus der Schule bekannt, daß Sauerstoff in Verbindungen die Oxydationsstufe -2 trägt, jedoch ist das keine allgemeine Regel. Eine Ausnahme bildet Sauerstoffluorid (OF_2), in dem der Sauerstoff positiv geladen ist. Fluor vermag auch Wasser zu "verbrennen", wobei die Flußsäure (Fluorwasserstoff HF) entsteht und Sauerstoff freigesetzt wird.

---

(1) Vergleiche Bausteine der Erde (I).

Fluor verbindet sich sogar mit einigen Edelgasen, wie z.B. mit Krypton, Xenon und Radon.
Auf Grund der Aggressivität des Fluors war es lange unmöglich, dieses Element herzustellen. 1886 gelang dem französischen Chemiker Moissan, Fluor durch Elektrolyse der Flußsäure (HF) herzustellen. (Dieses Verfahren wird heute noch angewendet).

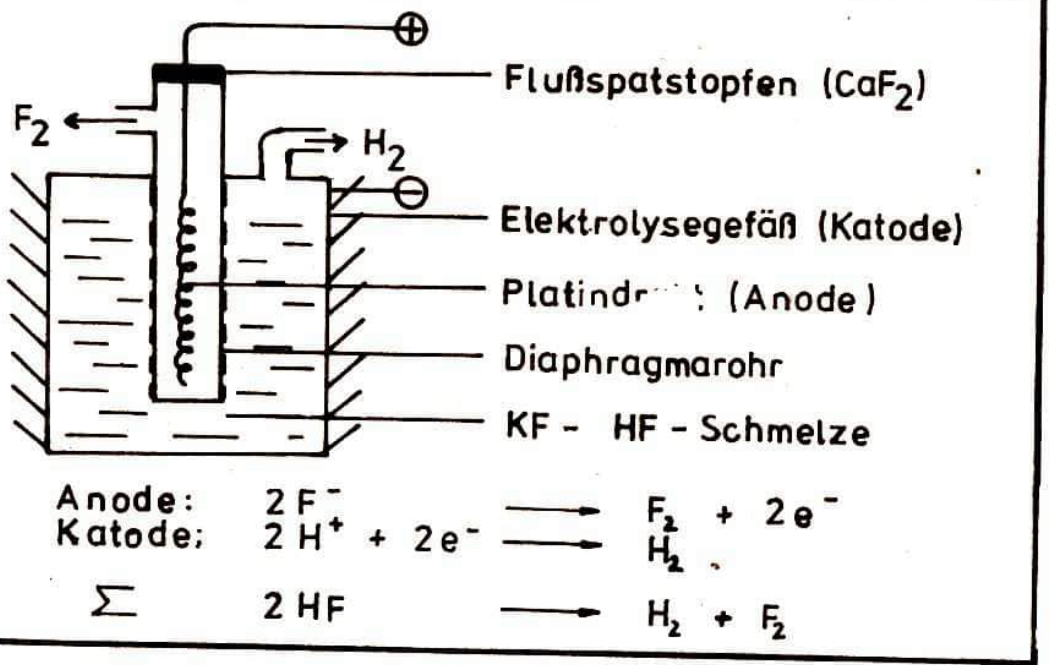


Abb. : Zur Darstellung des Fluors

Doch gehen wir weg von der Aggressivität des Fluors und wenden uns seinen Verbindungen - insbesondere den fluororganischen Verbindungen - zu. Wir werden staunen , wie friedlich einige von ihnen sind.
Die fluororganischen Verbindungen (Freone) erhält man durch Substitution von Wasserstoffatomen in einfachen organischen Verbindungen durch Fluor bzw. durch Fluor und Chlor.

$$CCl_4 + HF \longrightarrow CCl_3F + HCl$$
$$CCl_4 + 2HF \longrightarrow CCl_2F_2 + 2HCl$$
$$CCl_4 + 3HF \longrightarrow CClF_3 + 3HCl$$

Das Dichlordifluormethan (CCl_2F_2), ein farbloses, wasserunlösliches und unbrennbares Gas, wird hauptsächlich in unseren Haushaltskühlschränken angewendet.
Das komprimierte Freon verdampft durch Druckminderung mittels eines Kompressors so schnell, daß der Behälter Temperaturen

weit unter 0 °C annimmt. (Gase kühlen sich bei einer Expansion ab. Joule-Thomson-Effekt).
Die abgesaugten Dämpfe werden durch Kompression kondensiert. Das somit wieder verflüssigte Kältemittel wird in den Verdampfer zurückgeleitet. Der Temperaturregler schaltet den Kompressor ein und aus.
Gegenüber anderen Kältemitteln verträgt sich das Freon wesentlich besser mit den Bauteilen (geringe Korrosivität) und ist weniger giftig.
Aber auch als Treibgase in Spraydosen finden fluororganische Verbindungen Verwendung. In einem druckfesten Behälter befindet sich das Freon mit dem zu versprühenden Stoff unter einem bestimmten Druck vermischt. Durch das Ventil tritt das Treibgas mit dem darin gelösten Stoff aus. Durch die niedrige Siedetemperatur ist das sofortige Verdampfen des Treibmittels gewährleistet, und der Stoff wird in feinster Form versprüht. (Auch hier zeichnen sich die fluororganischen Stoffe durch ihre Unbrennbarkeit und Ungiftigkeit aus).
Obwohl - wie anfangs hervorgehoben - Fluor sehr gefährlich ist, findet es in der Medizin breite Anwendung.
Ein Beispiel: Die Zähne können durch Fluormangel an Karies erkranken, weshalb einige Zahnpasten Fluor in geringen Konzentrationen enthalten. (Erste Trinkwasserfluoridierungsanlage der DDR in Karl-Marx-Stadt)

Kommen wir zu einem anderen Anwendungsbereich:
Auch in der Kerntechnik kommt man ohne Fluor nicht aus, d.h. ohne Fluor gäbe es heute noch kein Atomkraftwerk.
Um den Kernbrennstoff U^{235} zu erhalten, muß es von dem anderen Uranisotop (U^{238}) getrennt werden, was auf Grund des Hohen Siedepunktes des Urans (3500 °C) durch Destillation schwer möglich ist. Die Hexafluoride der beiden Uranisotope (UF_6) können wegen ihrer Flüchtigkeit (Siedepunkt liegt bei 56,2 °C) leichter getrennt werden.

Mit diesen Beispielen wurde der Anwendungsbereich des Fluor und seiner Verbindungen noch nicht vollständig erfaßt. Die Fluorchemie wird auch weiter erforscht, um sie für den Menschen nützlich zu machen, woran insbesondere die Sektion Chemie der Humboldt-Universität in Berlin ihren Anteil hat (Zentrum der Fluorforschung in der DDR).

BÜCHERMARKT

Wiktor N. Komarow

„Auf den Spuren des Unendlichen"

(Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Bd.39)
Verlag Mir, Moskau und Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig,
1978, 226 Seiten, 11,-M

Wußten Sie schon, daß Schwarze Löcher gar nicht "schwarz" sind, sondern Gravitationswellen aussenden, also infolge quantenfeldtheoretischer Effekte doch strahlen? Wußten Sie, daß Neutronensterne und die 3-K-Hintergrundstrahlung lange vorausgesagt waren, bevor sie 1967 entdeckt wurden? Wie vereinbart sich die These von der Unendlichkeit der Materie (eines der Grundprinzipien des dialektischen Materialismus) mit den Einstein-Friedmannschen Weltmodellen, welche u.a. beinhalten, daß der Raum zwar geometrisch endlich, aber physikalisch unbegrenzt sei ? Immerhin ist diese Auffassung eine der gegenwärtig am häufigsten vertretenen Ansicht über die Struktur des Kosmos. Rechtfertigen die durch Beobachtung gewonnenen Erkenntnisse über das heute überschaubare Weltall die Annahme einer homogenen und isotropen Welt ? Auf solche und andere Fragen versucht der sowjetische Autor Komarow, Leiter der astronomischen Abteilung des Moskauer Planetariums, eine Antwort in populärwissenschaftlicher Form zu geben.

Dieser 39. Band der Physikreihe aus der kleinen naturwissenschaftlichen Bibliothek ist ein anspruchsvolles Buch, setzt die Bereitschaft zum Mitdenken über mathematische, physikalische, astronomische und philosophische Probleme voraus. Wenngleich auf Formeln jeglicher Art verzichtet wird, sind doch wenigstens Kenntnisse der Abiturstufe wünschenswert, um die Schrift mit Gewinn zu lesen. Sie gibt eine Fülle von Denkanstößen.

"Die Unendlichkeit ist eine objektive Eigenschaft der uns umgebenden Welt. Jedoch ist die Erkenntnis der Unendlichkeit ein äußerst komplizierter Prozeß, in dem der Mensch mit paradoxen Situationen, zahlreichen Widersprüchen und merkwürdigen Tatsachen, die ihn in Konflikt mit seinem gesunden Menschenverstand

bringen, konfrontiert wird." (Zitat Komarow/S. 15)
Man wird automatisch angeregt, zu weiterführender Literatur zu greifen.
Dem Übersetzer Dr. Dautcourt und dem Herausgeber Dr. Gehlhar ist zu danken, daß zwischen dem Erscheinen der Originalausgabe 1974 in Moskau und der deutschen Fassung nur vier Jahre liegen.

Wolfgang König

Astronaut E. White, der als erster Amerikaner aus dem Raumschiff in's All ausstieg (Gemini 4, Juni 1965)

1949-1979: Ein Stück Geschichte der Sektion Physik der Friedrich-Schiller Universität Jena

An einer Hochschuleinrichtung trägt die Forschung einen etwas anderen Charakter als beispielsweise an Akademieinstituten oder im Forschungszentrum eines Großbetriebes. Eine Hochschule hat gleichzeitig Lehraufgaben und besitzt nur eine begrenzte personelle Forschungskapazität. Ausgehend davon müssen bei der Entwicklung der Forschung folgende zwei Gesichtspunkte im Vordergrund stehen:

- Forschung als Grundlage für die praxisorientierte Ausbildung der Studenten auf hohem theoretischen Niveau
- Auf der Basis einer am Weltstand orientierten Grundlagenforschung auf ausgewählten Gebieten wissenschaftlich-technische Höchstleistungen mit hohem volkswirtschaftlichen Nutzen erbringen.

Für eine derartig gestaltete Forschung bestanden nach dem 2. Weltkrieg in Jena nicht gerade günstige Voraussetzungen. Die amerikanischen Besatzer verschleppten die Direktoren und zahlreiche Mitarbeiter der damaligen vier physikalischen Institute. Alle transportablen Institutseinrichtungen sowie wertvolle Bücher im Werte von 320 000 Reichsmark wurden geplündert. Dazu kamen starke Gebäudezerstörungen.

Somit bestand beim Neubeginn keine wissenschaftliche Schule zur Erfahrungsvermittlung an Jüngere, von unmittelbaren Aussichten auf internationale Anerkennung der eigenen Leistungen konnte nicht die Rede sein. Es mußten überhaupt erst einmal tragfähige Forschungsrichtungen aufgebaut werden.

Noch viele Jahre nach der Gründung der DDR wurde die physikalische Forschung der Friedrich-Schiller-Universität in Jena hauptsächlich an vier völlig selbständigen und voneinander unabhängig arbeitenden Instituten getrieben:

- am physikalischen Institut, Molekülspektroskopie aller Wellenlängen und Röntgenfeinstrukturanalyse
- am technisch-physikalischen Institut, Physik leichter Kerne und Beschleunigerphysik
- am theoretisch-physikalischen Institut, relativistische Physik und Theorie atomarer Systeme
- am Institut für angewandte Optik, physikalisch-optische Systeme kohärenter Strahlung.

Für die Studentenausbildung entwickelte man eine Arbeitsteilung. Die Förderung durch den Arbeiter- und Bauernstaat (z. B. 5,5 Mio Mark für Neubau eines Institutsgebäudes) verbesserte besonders die materiellen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Forschung. Allerdings wurden lange Zeit vor allem Probleme untergeordneter volkswirtschaftlicher Bedeutung bearbeitet. Die Aufsplitterung der Mitarbeiter in kleine Gruppen zur Bearbeitung vieler Aufgaben, die relativ unabhängig voneinander waren, entsprach nicht dem international bewährten Trend. Hiernach war es erfolgversprechender, komplexe Themen von größeren Kollektiven bearbeiten zu lassen. Doch dafür erwiesen sich die Institutsmauern als zu eng. Damit im Zusammenhang mußten zahlreiche ideologische Probleme gelöst werden. Immerhin gelang es verstärkt erst Anfang der sechziger Jahre, einen Prozeß des Nach- und Umdenkens über große politische Zusammenhänge und grundsätzliche hochschulpolitische Fragen in Gang zu setzen. Daß man am physikalischen Institut 1959 ein Mitglied und 1965 acht Mitglieder der SED fand, spricht für sich. Der entscheidende Schritt wurde im März 1968 mit der Gründung der Sektion Physik getan. Neben den 4 Instituten wurden noch 5 weitere Forschungsgruppen zusammengefaßt. Erst so konnte eine Konzentration der Forschung entsprechend volkswirtschaftlichen Erfordernissen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Aufgaben von Erziehung und Ausbildung im nötigen Maße vorangetrieben werden.

In den Wissenschaftsbereichen der Sektion Physik wurden zunehmend Aufgaben bearbeitet, die sich an den Forschungsplänen der Hauptkooperationspartner VEB Carl Zeiss und Zentrum für Wissenschaftlichen Gerätebau der AdW (gegenwärtig in wachsendem Maße auch das Kombinat für Mikroelektronik) orientierten. So ist z. B. in der jetzigen 5-Jahrplan-Direktive der Aufbau eines Dünnschichttechnikums enthalten. Dabei sollen Verfahren zur Herstellung von Dünnschichtsystemen produktionsnah entwickelt und anschließend überführt werden. Außerdem ist die Kleinserienproduktion von Sonderbauelementen vorgesehen.

Durch die großzügige staatliche Unterstützung wurden die materiellen Grundlagen seit Sektionsgründung beträchtlich erweitert. In den Jahren von 1973 bis 1978 stieg der Bestand an Großgeräten auf den dreifachen Wert. Für Lehrzwecke wurden von 1968 bis 1977 3,375 Mio M ausgegeben.

Von der gewachsenen internationalen Anerkennung zeugen Kooperationsbeziehungen zu Akademie- und Hochschuleinrichtungen der UdSSR, oder der Besuch von 230 ausländischen Gästen in den Jahren 1974 bis 1977. Seit Sektionsgründung zählen wir über 70 Patente und über 1000 wissenschaftliche Veröffentlichungen der Sektion. Zahlreiche Monographien, Hochschullehrbücher und populärwissenschaftliche Bücher wurden von Sektionsangehörigen geschrieben. Stellvertretend für die Nachwuchsausbildung mögen die 108 Promotionen (1971 bis 1977) stehen.

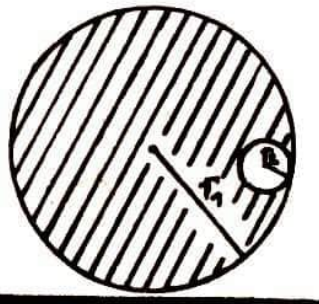
Es ließen sich noch zahlreiche weitere Beispiele anführen, die den Aufschwung der Forschung seit der eingangs gekennzeichneten Ausgangssituation verdeutlichen würden. Auf Vollständigkeit kann hier aber natürlich kein Wert gelegt werden. Wenn abschließend bemerkt wird, daß der Prozeß der Forschungsentwicklung auch im 30. Jahr unserer Republik weiter vorangebracht wird, so erscheint das einfach selbstverständlich.

Verfasser: Dipl.-Phys. Bernd Schröder, Sektion Physik der FSU Jena

physikaufgabe 42

Es ist der Schwerpunkt der skizzierten Scheibe zu berechnen ! (Der nichtschraffierte Kreis ist herausgeschnitten)

r_1=20 cm r_2=5 cm



Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe: Name, Alter, Adresse). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

lösung der aufgabe 35 aus heft 4/12.jg.

aufgabe: 2 Kryptogramme

lösung:

Auf Grund der vielen Einsendungen haben wir 3 richtige Einsendungen ausgelost. Es sind dies:
Martina Bosse, Heimburg, 16 Jahre
Frank Gaßmann, Ilmenau, 15 Jahre
Ute Panitz, Leipzig, 16 Jahre

Das Ergebnis lautet:

```
456 · 328
 1368
  912
 3648
149568
```

und

```
109197708:12=9099809
108
 119
 108
  117
  108
   97
   96
    108
    108
      0
```

Wer von der Hand in den Mund lebt, bekommt beim Suppeessen ganz schöne Schwierigkeiten.

In eine Dorfapotheke kommt ein Mädchen und verlangt schüchtern eine Salbe, „damit ich auch so eine runde und schöne Brust bekomme wie die Marylin Monroe". Der Apotheker hat ein entsprechendes Mittel nicht vorrätig, verspricht aber, es innerhalb von drei Tagen herbeizuschaffen. Enttäuscht antwortet die von der Natur so stiefmütterlich Behandelte: „Das nützt nichts, ich brauchte es schon heute abend."

Postamt vier. Großer Andrang vor dem Briefmarkenschalter. Herr Krausemann gibt dem Mann hinterm Schalter einen Zehnmarkschein und verlangt eine Zehnpfennigmarke. „Leider habe ich keinen Groschen", entschuldigt er sich. „Macht nichts", meint der Postler lächelnd. „Gleich werden Sie neunundneunzig haben."

„Pawel, gib mir mal eine Zigarette!" „Ich denke, du hast das Rauchen aufgegeben?" „Ich bin noch im ersten Stadium. Ich habe vorerst aufgehört, mir welche zu kaufen . . ."

Der kleine Hans vergaß sein Frühstück für die Schule. Als er mittags nach Hause kam, klagte er über Magenschmerzen. „Das kommt davon", sagte die Mutter, „weil du einen leeren Magen hast. Hättest du etwas im Magen, würde er nicht schmerzen." Nachmittags besucht der Onkel die Familie und klagt über Kopfschmerzen. Hänschen sagt gleich: „Siehst du, Onkel, das kommt davon, weil du nichts in deinem Kopf drin hast, denn hättest du was drin, würde er dir nicht schmerzen."

„Ich verstehe nicht, wie du so viel essen kannst. Du bist schon ganz schön rund!"

„Ach, mit etwas Willenskraft geht alles!"

Oma belehrt die Enkelin: „Sei folgsam, Nataschka, du weißt doch: Rotkäppchen war nicht folgsam, deshalb hat es der Wolf aufgefressen." „Weiß ich, die Großmutter hat er aber auch gefressen!"

Ein Reporter fragte einen Hundertjährigen „Worauf führen Sie Ihr hohes Alter hauptsächlich zurück?"

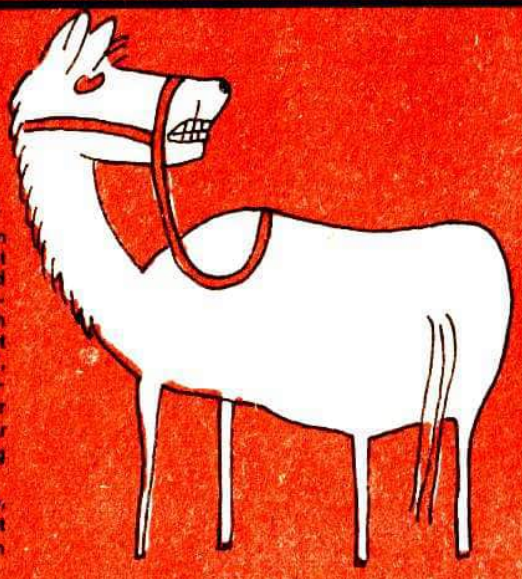
„Hauptsächlich auf die Tatsache, daß ich 1879 geboren wurde!"

„Wie findest du die neuen Hundertmarkscheine?"

„Kann ich dir nicht sagen – habe bis jetzt noch keine gefunden!"

„Ich habe ja solche Sorgen mit meinem Mann", klagt Frau Argmann ihrem Hausarzt, „er bildet sich seit vier Wochen ein, daß er ein Pferd ist, frißt nur noch Hafer, säuft Wasser aus dem Eimer, und wenn ich ihm Vorwürfe mache, dann wiehert er." „Die Sache läßt sich beheben", beruhigt sie der Mediziner, „wir machen eine Injektionskur und ein paar tiefenpsychologische Sitzungen. Nur – die Behandlung ist ein wenig kostspielig . . ."

Frau Argmann winkt ab: „Also, wenn's nur das ist. Mein Mann hat am Wochenende erst zwei Rennen gewonnen!"



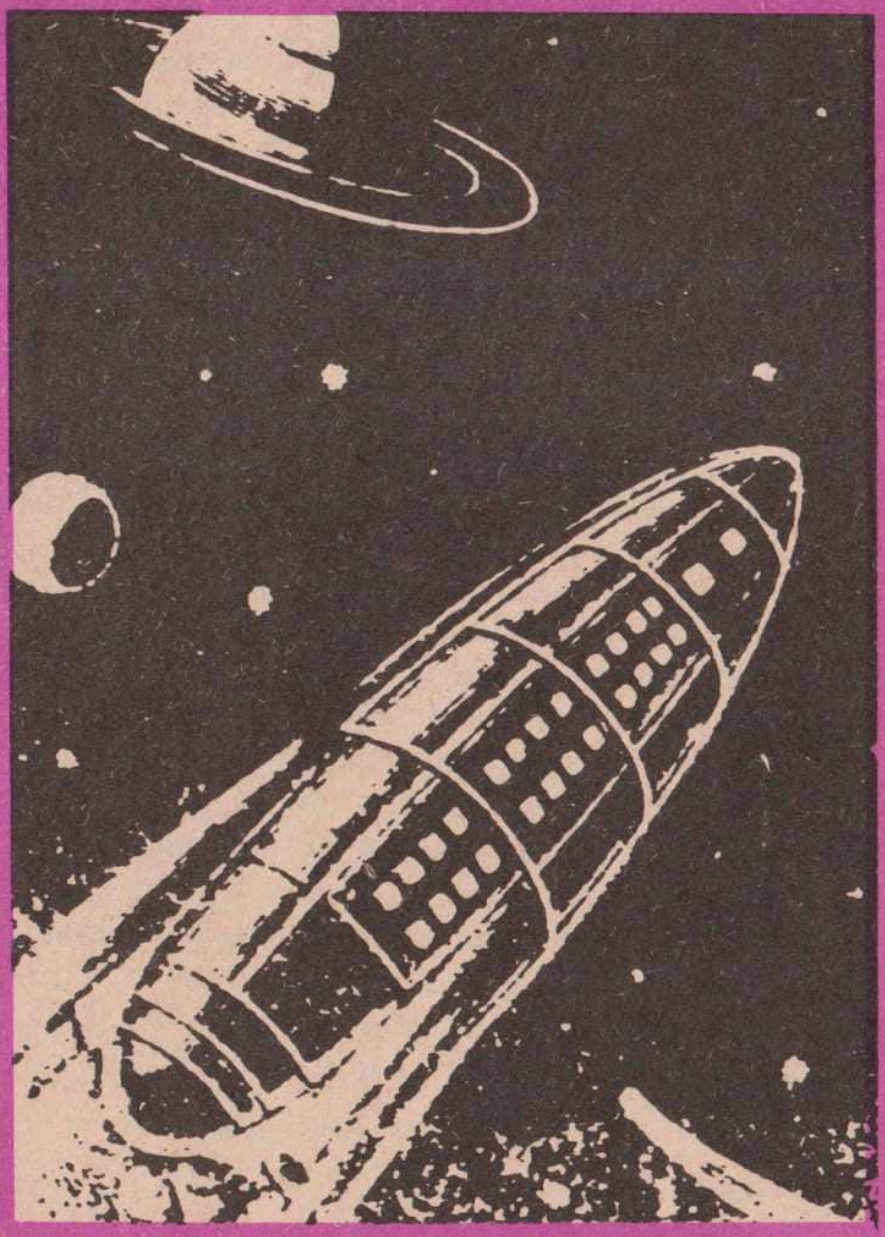
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

13. JAHRGANG (1979/80)

40 Pf

impuls 68

3



Konstantin E. Ziolkowski

☆

Chemische Kampfstoffe

☆

Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung

☆

Schützt alles Lebende

☆

Per Laserstrahl ins All

Titelbild:
„Raumschiff-Projekt von K. E. Ziolkowski"

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Beyer (Korrektor); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski – ein Begründer der modernen Weltraumfahrt PHY 3

Chemische Kampfstoffe – chemische Struktur, Analytik und Wirkungsweise (1) CHE 10

Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung, eine moderne militärtechnische Anwendung des Radars PHY 15

Mosaik 22

Schützt alles Lebende BIO 23

Auf der Spitze eines Strahls in den Weltraum DOK 27

Physikaufgabe 43, Lösung Nr. 33 und 34 31

Heft 3 gestaltet von: Reiner Luthardt

Redaktionsschluß: 10. 9. 79

Reiner Luthardt
4. Stdj.
Sektion Physik
FSU Jena

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski - ein Begründer der modernen Weltraumfahrt

PHYSIK

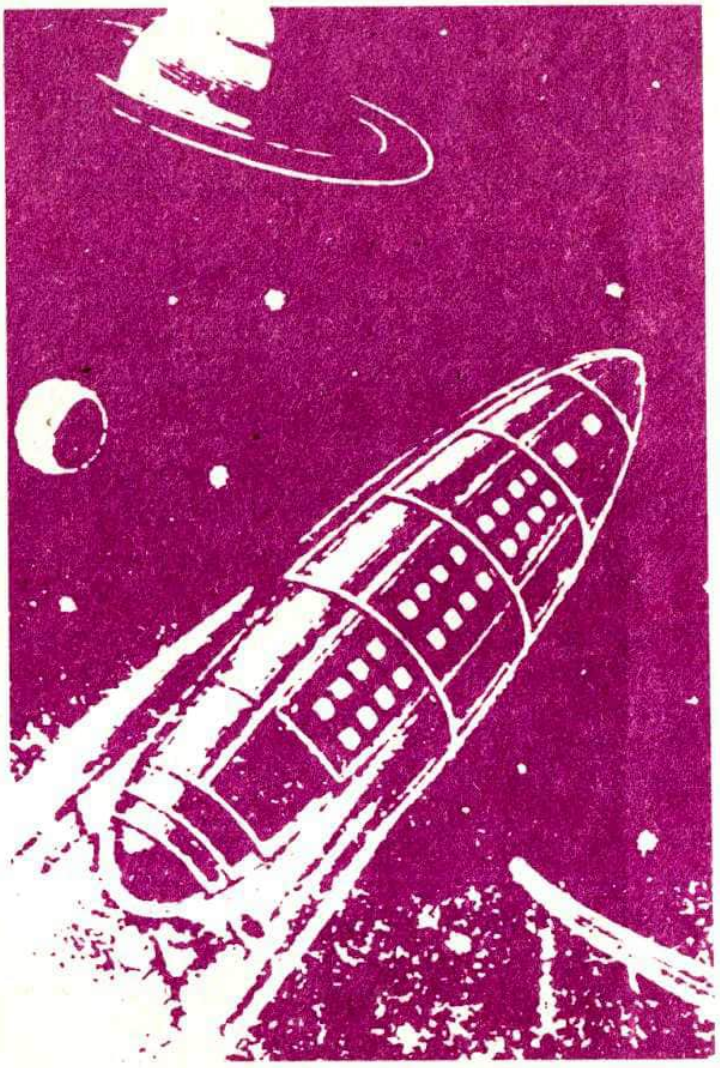
Der Start eines künstlichen Erdsatelliten oder eines Raumschiffes ist heute schon fast zu einem alltäglichen Ereignis geworden. Wie unentbehrlich sind diese neuen Trabanten unserer Erde doch schon in der Wissenschaft und Volkswirtschaft, wie viele neue Erkenntnisse bekommen wir von unseren Nachbarplaneten durch Raumsonden. Dabei liegt der Start von Sputnik 1, dem ersten dieser ganzen Familie, nicht einmal ein Vierteljahrhundert zurück. Die Ideen zu solchen kühnen Vorhaben existierten jedoch schon lange vorher.

Als einer der Begründer, der Väter der modernen Raumfahrt gilt Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski. Der am 17. September 1857 in Ishewskoje (Gouvernement Rjasan, ca. 150 km südöstlich von Moskau) geborene Wissenschaftler führte als erster streng wissenschaftliche Arbeiten über die Theorie der Raketen- und Raumflugtechnik durch.

Schon frühzeitig litt Ziolkowski an einer starken Gehörschädigung. Er konnte deshalb nicht einmal am Schulunterricht teilnehmen. Seine Mutter brachte ihm zu Hause das Lesen und Schreiben bei. Aus Büchern erwarb er sich später erste naturwissenschaftliche Kenntnisse. Auf Grund der finanziellen Notlage der Familie mußte er ein begonnenes Studium wieder aufgeben. Schließlich wurde er Lehrer. Sein wissenschaftliches Interesse vergaß er dennoch nicht. In der verbleibenden Zeit eignete er sich zielstrebig naturwissenschaftliche und mathematische Kenntnisse an und führte zahlreiche Untersuchungen auf den Gebieten der Aerodynamik und Gaskinetik durch. Er projektierte zum Beispiel ein Ganzmetallflugzeug und ein Ganzmetall-Luftschiff und baute sogar einen Windkanal für seine Untersuchungen.

Schließlich wandte er sich immer mehr den Problemen der Weltraumfahrt zu. Nach einigen Vorstudien auf astronomischem Gebiet begann er 1896 mit der Untersuchung mathematischer und anderer Pro-

bleme der Raketentechnik und des Raumflugs. Das Ergebnis dieser Forschungen wurde dann 1903 in seiner berühmten Schrift "Erforschung des Weltraums mittels Reaktionsapparaten" veröffentlicht.

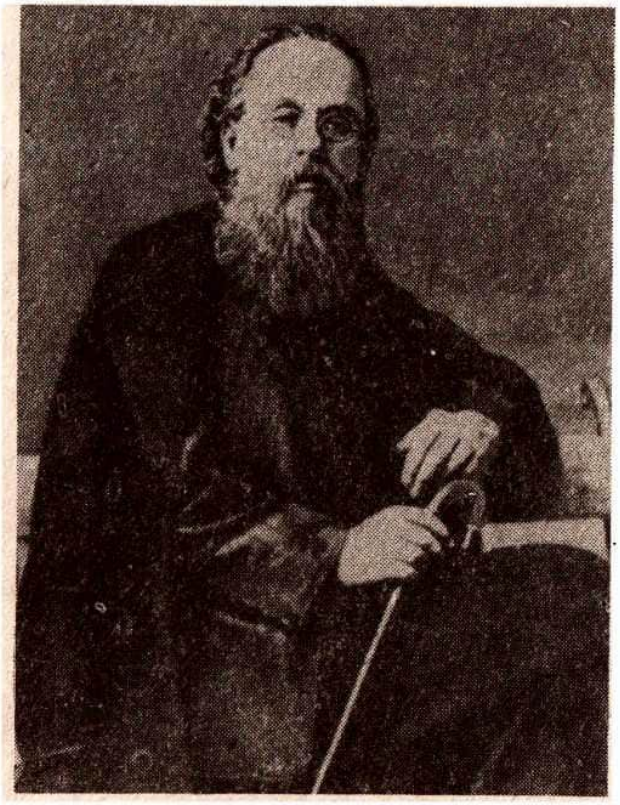


Raumschiff-Projekt von Ziolkowski

Das Kernstück dieser Arbeit war die Ableitung der sogenannten Raketengrundgleichung, die wir noch besprechen werden. Sie war und ist von fundamentaler Bedeutung für die Raketentheorie.
In den Jahren 1911 bis 1914 veröffentlichte er noch weitere Ergebnisse seiner Forschungen. So plädierte er zum Beispiel für das Flüssigkeits-Raketentriebwerk, ja er dachte schon an die Verwendung von Flüssigsauerstoff und -wasserstoff. Da es aber für die großtechnische Herstellung von flüssigem Wasserstoff große Schwierigkeiten gab, wollte Ziolkowski geeignetere Brennstoffe, wie zum Beispiel Benzol, Benzin oder Alkohol verwenden. Auch mit der Steuerung von Raketen beschäftigte er sich. So sollte der Strahl durch vor der Düsenmündung angebrachte Strahlruder abgelenkt werden.

Zu den wichtigsten Erkenntnissen Ziolkowskis gehörte jedoch das Prinzip der Stufenrakete, das heute eine generelle Voraussetzung für die Trägerraketentechnik darstellt.
Die heutzutage auf die Tagesordnung gelangten ständigen bemannten Raumstationen existierten auch schon auf dem Papier des großen Forschers. Er schlug zum Beispiel zur Klimaregelung und Sauerstofferzeugung eine mit Pflanzen besetzte Abteilung, eine sogenannte Orangerie, vor.
Leider wurden Ziolkowskis Arbeiten zunächst im zaristischen Rußland kaum beachtet. Erst nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution, im jungen Sowjetstaat erkannte man die Bedeutung seiner Forschungen. Es begann eine starke Förderung, so daß sich viele Wissenschaftler und Techniker mit seinen Arbeiten vertraut machen konnten. Nicht wenige von denen wurden führende Raketen- und Raumfahrtspezialisten, zum Beispiel Sergej Koroljow, der bedeutendste sowjetische Konstrukteur von Trägerraketen und Raumflugkörpern.

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski starb am 19. September 1935 in Kaluga. Dort befindet sich heute das Ziolkowski-Museum, in dem sich jeder mit den großen Verdiensten dieses bedeutenden Wissenschaflers bekanntmachen kann.



Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski (1857-1935)

Die Raketen-Grundgleichung und ihre Herleitung

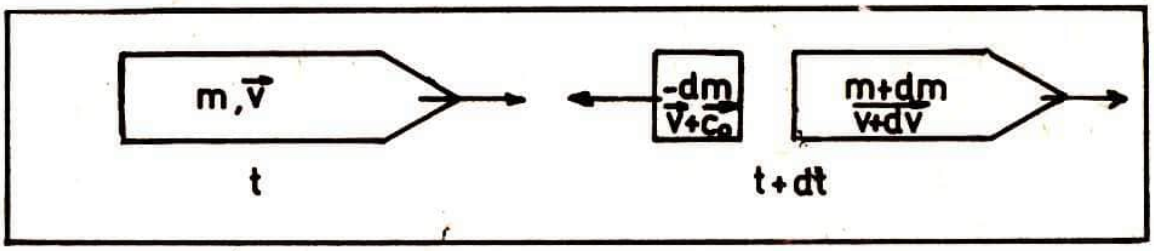
Nun wollen wir uns, wie versprochen, der sogenannten Raketengleichung zuwenden.
Wir betrachten eine Rakete mit der Leermasse m_R. Sie hat Treibstoff der Masse m_T getankt. Er soll zur Zeit τ vollständig verbraucht sein. Die Verbrennungsprodukte, der Gasstrahl, verläßt die Rakete mit der Geschwindigkeit $\vec{c_o}$, wobei wir $\vec{c_o}$ auf die Rakete beziehen.
Zum Ziel stellen wir uns, die Endgeschwindigkeit der Rakete $\vec{v_E}$ zu berechnen, wenn der gesamte Treibstoff verbraucht ist.
Nach dem Start der Rakete nimmt ihre Gesamtmasse, solange das Triebwerk arbeitet, linear ab, da ständig die gleiche Menge Treibstoff verbraucht wird. Zum Zeitpunkt t beträgt demnach die Masse der Rakete:

$$m(t) = m_R + m_T - \frac{t}{\tau} m_T \qquad (1)$$

Zum Zeitpunkt t=0 hat die Rakete also ihre Leermasse plus Treibstoffmasse, zum Zeitpunkt $t=\tau$ ist der Treibstoff verbraucht, es bleibt die Leermasse übrig.
Ersetzen wir $\frac{m_T}{\tau}$ durch μ, wobei μ die pro Zeiteinheit ausgestoßene Treibgasmasse ist, sowie m_R+m_T durch M, erhalten wir anstelle von (1) die Gleichung

$$m(t) = M - \mu t \qquad (2)$$

Jetzt betrachten wir die Rakete zu einem beliebigen Zeitpunkt t, zu dem aber noch das Triebwerk arbeitet, sowie ein **kurzes** Zeitintervall später, zum Zeitpunkt t+dt. (dt bedeutet ein infinitesimal kleines Zeitintervall)
Zur Zeit t besitzt also die Rakete die Masse m(t) und fliegt mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$. Im Zeitintervall dt wurde die Treibstoffmasse -dm ausgestoßen, und zwar mit der Geschwindigkeit $\vec{c_o}$ (dm ist kleiner Null) Die Rakete fliegt dann demnach mit der Geschwindigkeit $\vec{v}+\vec{dv}$, wobei $\vec{dv}$ der Geschwindigkeitszuwachs **ist,** der durch die Kräfte, die die Treibgase auf die Rakete ausüben, **hervorgerufen wird.**



Erinnern wir uns jetzt an den Impulserhaltungssatz. Dieser besagt, daß der Gesamtimpuls des Systems Rakete plus ausgestoßene Treibstoffgase bei keiner Einwirkung äußerer Kräfte sich nicht ändert Deshalb können wir den Impuls des Systems zur Zeit t und den Impuls zur Zeit t+dt gleichsetzen. Es gilt:

$$m\vec{v} = (m+dm)(\vec{v}+\vec{dv}) - dm(\vec{c}_o+\vec{v}+\vec{dv})$$

$$= m\vec{v}+dm\vec{v}+m\vec{dv}+dm\vec{dv}-dm\vec{c}_o-dm\vec{v}-dm\vec{dv} \qquad (3)$$

Da $dm\vec{dv}$ gegenüber den anderen Gliedern vernachlässigbar klein ist, können wir auch schreiben:

$$m\vec{v} = m\vec{v} + m\vec{dv} - dm\vec{c}_o \qquad (4)$$

$$0 = m\vec{dv} - dm\vec{c}_o \qquad (5)$$

Davon bilden wir die zeitliche Ableitung :

$$0 = m\frac{\vec{dv}}{dt} - \frac{dm}{dt}\vec{c}_o \qquad (6)$$

$$\frac{dm}{dt}\vec{c}_o = m\frac{\vec{dv}}{dt}$$

Berücksichtigen wir, daß $-\frac{dm}{dt} = \mu$,gilt

$$-\mu\vec{c}_o = m\frac{\vec{dv}}{dt} \qquad (7)$$

Im Falle einer geradlinigen Bewegung der Rakete in z-Richtung, also bei vertikalem Aufstieg, sind die x- und y-Komponenten der Geschwindigkeitsvektoren gleich Null.
Wir können also festlegen:

$$v_z = v$$

$$c_{o_z} = -a$$

Somit sind bei Fortbewegung der Rakete v und a positiv.
Gleichung (7) kann dann geschrieben werden:

$$\mu a = m\frac{dv}{dt} = -\frac{dm}{dt}a \qquad (7a)$$

Wir haben hiermit eine gewöhnliche Differentialgleichung 1. Ordnung mit trennbaren Variablen. Diese können wir durch Integration unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen

$$v(0) = v_o$$

$$m(0) = M$$

lösen :

$$- dm\, a = m\, dv \tag{8}$$

$$-a \frac{dm}{m} = dv \tag{9}$$

$$dv = -a \frac{dm}{m}$$

$$\int_{v_0}^{v(t)} dv = -a \int_{M}^{m(t)} \frac{dm}{m} \tag{10}$$

$$v(t) - v_0 = -a \ln \frac{m(t)}{M} \tag{11}$$

$$v(t) = a \ln \frac{M}{m(t)} + v_0 \tag{12}$$

Befindet sich die Rakete zur Zeit t=0 in Ruhe, so ergibt sich ihre maximale Endgeschwindigkeit zu

$$v_E = a \ln \frac{M}{m_R} \quad , \tag{11}$$

da zum Zeitpunkt τ der Treibstoff restlos verbraucht ist.
Die Rakete besitzt also nur noch ihre Leermasse.
Man bemerkt, daß die Maximalgeschwindigkeit der Rakete nur von der Ausströmgeschwindigkeit der Treibgase und dem Massenverhältnis Startmasse zu Leermasse abhängt.
Diese Gleichung (11) nennt man Ziolkowskische Raketengleichung.

In dieser Formel ist aber die Erdanziehungskraft, die bei einem Start von der Erde aus zwangsläufig eine Rolle spielt, nicht eingearbeitet.
Wir nehmen daher an, die Rakete steigt im homogenen Schwerefeld senkrecht nach oben. (Die z-Koordinate zeigt nach oben)
In diesem Falle wirkt auf das betrachtete System eine äußere Kraft, die eine zeitliche Änderung des Gesamtimpulses des Systems bewirkt. Der Impulssatz besagt ja, daß die zeitliche Änderung des Gesamtimpulses eines Systems gleich der Summe der einwirkenden äußeren Kräfte ist.
In unserem Falle gilt also :

$$- mg = m \frac{dv}{dt} + \frac{dm}{dt} a \tag{12}$$

oder :

$$\frac{dv}{dt} = -g + \frac{1}{m}\frac{dm}{dt}\,a \qquad (13)$$

$$\int_0^{v(t)} dv = -g\int_0^t dt + \int_M^{m(t)} \frac{dm}{m}\,a \qquad (14)$$

$$v(t) = -gt + a\,\ln\frac{M}{m(t)} \qquad (15)$$

Die Endgeschwindigkeit zur Zeit τ beträgt dann also :

$$v_E = -g\tau + a\,\ln\frac{M}{m_R} \qquad (16)$$

Sie ist groß, wenn τ klein, a groß und das Massenverhältnis $\frac{M}{m_R}$ groß ist.

Soll eine Rakete eine hohe Geschwindigkeit erreichen, muß also möglichst schnell sehr viel Treibstoff verbraucht werden, und die Verbrennungsgase müssen mit einer hohen Geschwindigkeit ausgestoßen werden.

Zu bemerken wäre noch, daß bei einer Rakete der Energieerhaltungssatz der Mechanik nicht angewendet werden kann, da die chemische Energie des Treibstoffes in mechanische Energie umgewandelt wird.

Dr. Manfred Hüller
Dr. Dieter Klemm
Sektion Chemie
FSU Jena

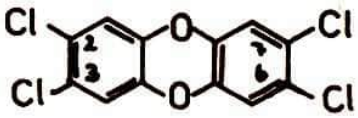
Chemische Kampfstoffe - Chemische Struktur, Analytik und Wirkungsweise (Teil 1)

1. Historie und gegenwärtige Bedeutung chemischer Kampfstoffe

Die kriegerische Anwendung chemischer Gifte reicht weit in die Vergangenheit zurück. Bereits 230 u.Z. findet man in den Schriften von Sextus Julius Africanus Hinweise zur Vernichtung von Feinden durch Vergiftung von Lebensmitteln und Trinkwasser sowie die Anwendung des "griechischen Feuers", einer Art altertümlicher Brandbombe aus Schwefel, Salpeter und verschiedenen Ölen. Im Laufe der Geschichte wurden immer wieder Rezepturen angegeben und Vorrichtungen beschrieben, die für terroristische Anschläge auf kleinere Personengruppen gedacht waren. Beispielsweise verfaßte der bekannte Chemiker Julius Rudolph Glauber 1661 eine Anwendungsschrift für blindmachenden Nebel und 1660 erschien die Schrift eines polnischen Artillerieoffiziers über taktische Ansichten des militärischen Einsatzes von Rauch und Nebel. Derartige "chemische Waffen" gelangten jedoch nicht im größeren Stil zum Einsatz, da ganz einfach die Möglichkeiten für ihre Produktion fehlten. Das änderte sich jedoch schlagartig, als mit der Entstehung der chemischen Großindustrie die Mittel und Anlagen für die Synthese chemischer Gifte zur Verfügung standen. Den ersten Großeinsatz mit chemischen Kampfstoffen führte die imperialistische deutsche Wehrmacht 1915 in Frankreich durch. Aufgrund der verheerenden Wirkung insbesondere des Yperits (vgl. Abschnitt Hautgifte) und weltweiter Proteste wurde das Genfer Protokoll von 1925, das ein Anwendungsverbot für diese Waffen vorsieht, von den meisten Großmächten unterzeichnet, von den USA aber erst 1974 ratifiziert.

Dessen ungeachtet, wurden im nazistischen Deutschland Ende der dreißiger / Anfang der vierziger Jahre Phosphorsäureester ent-

wickelt, die für den Einsatz als chemische Kampfstoffe geeignet sind und eine Toxizität aufweisen, die alles bis dahin bekannte in den Schatten stellte.
Nach 1945 wurden - vor allem in den USA - neue hochtoxische Verbindungen wie die V-Kampfstoffe und Psychogifte entwickelt. Derartige Kampfstoffe gehören heute zu den Standardausrüstungen imperialistischer Armeen und werden in ihrer militärischen Bedeutung Kernwaffen mittlerer Größenordnung etwa gleichgestellt.
Ein bekanntes Beispiel für die chemische Kriegsführung aus jüngster Zeit ist die Anwendung von Herbiciden [1] durch die USA gegen das um seine Freiheit kämpfende vietnamesische Volk. Neu an dieser Situation war, daß hierbei chemische Mittel zum Einsatz kamen, die selbst von Kampfstoffexperten zunächst nicht in die Gruppe der chemischen Kriegsmittel eingeordnet wurden, weil es sich um Produkte der zivilen chemischen Großindustrie wie 2,4-Dichlorphenoxyessigsäurederivate [2] handelte, die weltweit in der Landwirtschaft eingesetzt wurden. Bereits Ende der sechziger Jahre stellten auf Druck der Öffentlichkeit nach Vietnam entsandte Untersuchungskommissionen schwerste ökonomische Schäden fest; Personen, die bei Besprühungsaktionen mit Herbiciden in Berührung gekommen waren, hatten schwere Hautschäden davongetragen. Erst vor wenigen Jahren, spätestens aber seit der Katastrophe von Seveso auch im Blickpunkt der Weltöffentlichkeit, entdeckte man, daß derartige Phenolderivate eine durch den technischen Herstellungsprozeß bedingte hochgiftige Verunreinigung, das 2,3,6,7-Tetrachlordibeno-p-dioxin (1) enthalten, das aufgrund seiner extremen Giftigkeit

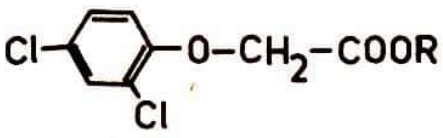


(1)

---

1) Unkrautvertilgungsmittel

2)



(LD_{50}-Wert[3]) = 0,03 mg/kg Körpergewicht) den hochtoxischen Phosphorsäureester-Kampfstoffen "ebenbürtig" ist. Typisch für das Dioxinderivat ist seine Spätwirkung, so daß befürchtet werden muß, daß die hauptsächlichen Schäden (Krebserkrankungen, teratogene Effekte[4]) erst nach Jahren voll wirksam und erkannt werden.

Die USA haben sich bisher einem internationalen Verbot[5]) über die Entwicklung, Herstellung und Lagerung chemischer Waffen widersetzt, weil sie die Meinung vertreten, daß Reizstoffe und Entlaubungsmittel per Definition nicht als Kampfstoffe eingestuft werden sollten. Im Hinblick auf den Vietnamkrieg offenbart dieser Standpunkt die ganze Doppelzüngigkeit der amerikanischen Politik. -

Eine moderne chemische Großindustrie ist heute ohne Schwierigkeiten in der Lage, im Bedarfsfall innerhalb kurzer Zeit die Produktion chemischer Kampfstoffe aufzunehmen. Aufgrund dieser Tatsache und der Einschätzung, daß der Imperialismus auch bereit ist, derartige Mittel einzusetzen, müssen wir auf einen solchen Fall vorbereitet sein und geeignete Schutzmaßnahmen vorbereiten.

2. Wichtige chemische Kampfstoffe

Eine Einteilung chemischer Kampfstoffe ist zwangsläufig willkürlich, bewährt hat sich eine Aufgliederung nach der Wirkungsweise in Haut-, Lungen-, Nervengifte usw., die auch in diesem Artikel benutzt wird.

2.1. Hautgifte

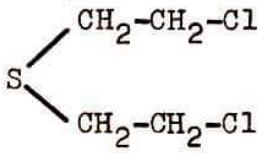
Zu den hautschädigenden Kampfstoffen zählen S-Yperit[6]) (2), -Lewisit[7]) (3)

---

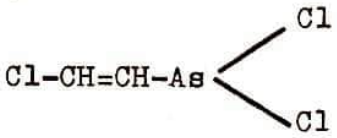
3) LD_{50}-Wert = 50 proz.tödliche Dosis, d.h. 50 % der eingesetzten Versuchstiere verenden nach Applikation innerhalb eines bestimmten Zeitraums (12 h, 30 Tage u.ä.)

4) Mißbildungen bei Neugeborenen.

5) Eine derartige Konvention für biologische Waffen wurde am 10.4.1972 von 83 Staaten unterzeichnet.

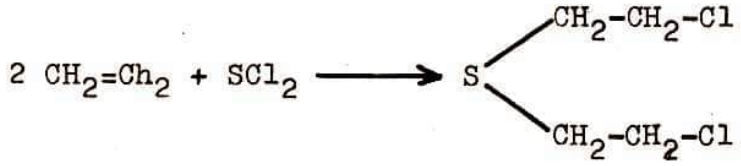


(2)



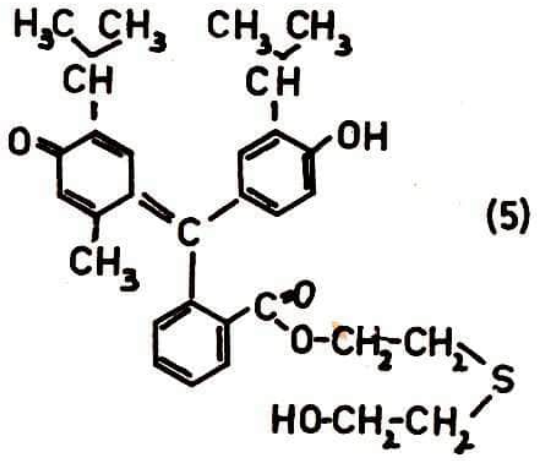
(3)

und die unter der Bezeichnung "Rotkreuz"-Kampfstoffe bekannt gewordenen Nesselstoffe. Der wichtigste Vertreter der Hautgifte ist ohne Zweifel S-Yperit, dem auch heute noch Aufmerksamkeit geschenkt wird.
S-Yperit kann großtechnisch aus Äthylen und Schwefeldichlorid hergestellt werden (4).



(4)

Analytisch läßt es sich bereits in minimalen Konzentrationen durch Bildung eines beständigen Farbstoffs (5) bei der Umsetzung mit Thymolphthalein nachweisen.
S-Yperit ist ein Zell- und Kapillargift, das vermutlich mit dem Zelleiweiß bzw. mit lebenswichtigen Stoffwechselprodukten der Zelle reagiert. Wenn es auf die ungeschützte Haut gerät, bemerkt man erst nach einer Latenzzeit von 2-6 Stunden Schwellungen und Rötungen. Später bilden sich große Blasen und langwierige Eiterungen, deren Behandlung Wochen und Monate in Anspruch nimmt.



(5)

Bei Einwirkung von 60 mg/kg Körpergewicht auf die ungeschützte Haut tritt, wenn keine Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, nach 3 Tagen der Tod ein. Auch Augen und Atmungsorgane werden bei Kontakt schwer geschädigt.
Zunächst wurde das S-Yperit lediglich als Hautgift angesehen und Folge- und Spätwirkungen nicht berücksichtigt. Aber bereits in den zwanziger Jahren, als das volle Ausmaß des deutschen Yperiteinsatzes im 1. Weltkrieg deutlich wurde, erkannte man die verheerenden Spätfolgen. Praktisch jede Person, die einmal eine akute Yperitvergiftung hatte, litt unter mehr oder weniger ausgeprägten Folgezuständen wie allgemeines Elendsein, frühzeitiges Altern, Kräfteverfall, depressive Verstimmungen und langwierigen Störungen des Verdauungsapparates.
Eine Zerstörung des Kampfstoffes ist durch Oxydation beispielsweise mit Chlorkalk möglich; Schutzanzug aus Neoprongummi[8] bietet bereits in Millimeter-Stärke einen zuverlässigen Schutz gegen S-Yperit.

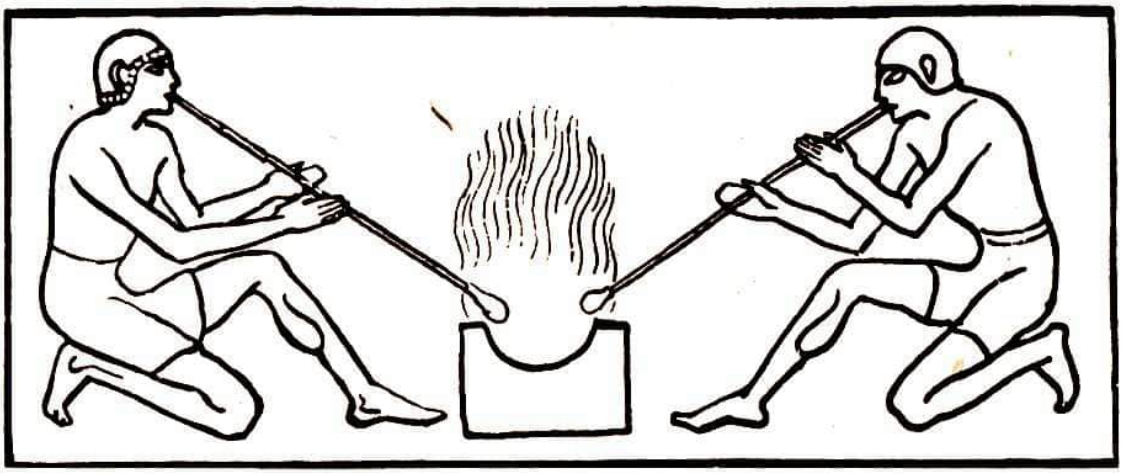
---

6) Andere Bezeichnungen sind 2,2'-Dichlordiäthylsulfid, Senfgas, Gelbkreuz oder S-Lost

7) Chlorvinylarsindichlorid

8) Polychloropren, durch Emulsionspolymerisation von Chloropren, $CH_2=CCl - CH=CH_2$.

Teil 2 folgt



„Ägyptische Glasmacher", nach einer zeitgenössischen Darstellung

Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung, eine moderne militärtechnische Anwendung des Radars

Von Stephan Großwig und Theo Christoph, 4. Stdj. Physik

Experimente mit Mikrowellen werden von den Physikstudenten im Rahmen der Praktika durchgeführt.
Um für die Versuchsvorbereitung einen tieferen Einblick in die Anwendungen der Mikrowellentechnik (Radar) zu geben, wurde zu diesem Thema ein Jugendobjekt ausgeschrieben. Im Rahmen dieses Jugendobjektes wurden Diskussionsgrundlagen über den Mikrowelleneinsatz in der Militärtechnik, Anschauungsmaterialien und Seminarvorträge erarbeitet. Nach einem kurzen Überblick behandelt der folgende Artikel die Grundlagen einer speziellen Anwendung des Radars- der Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung.

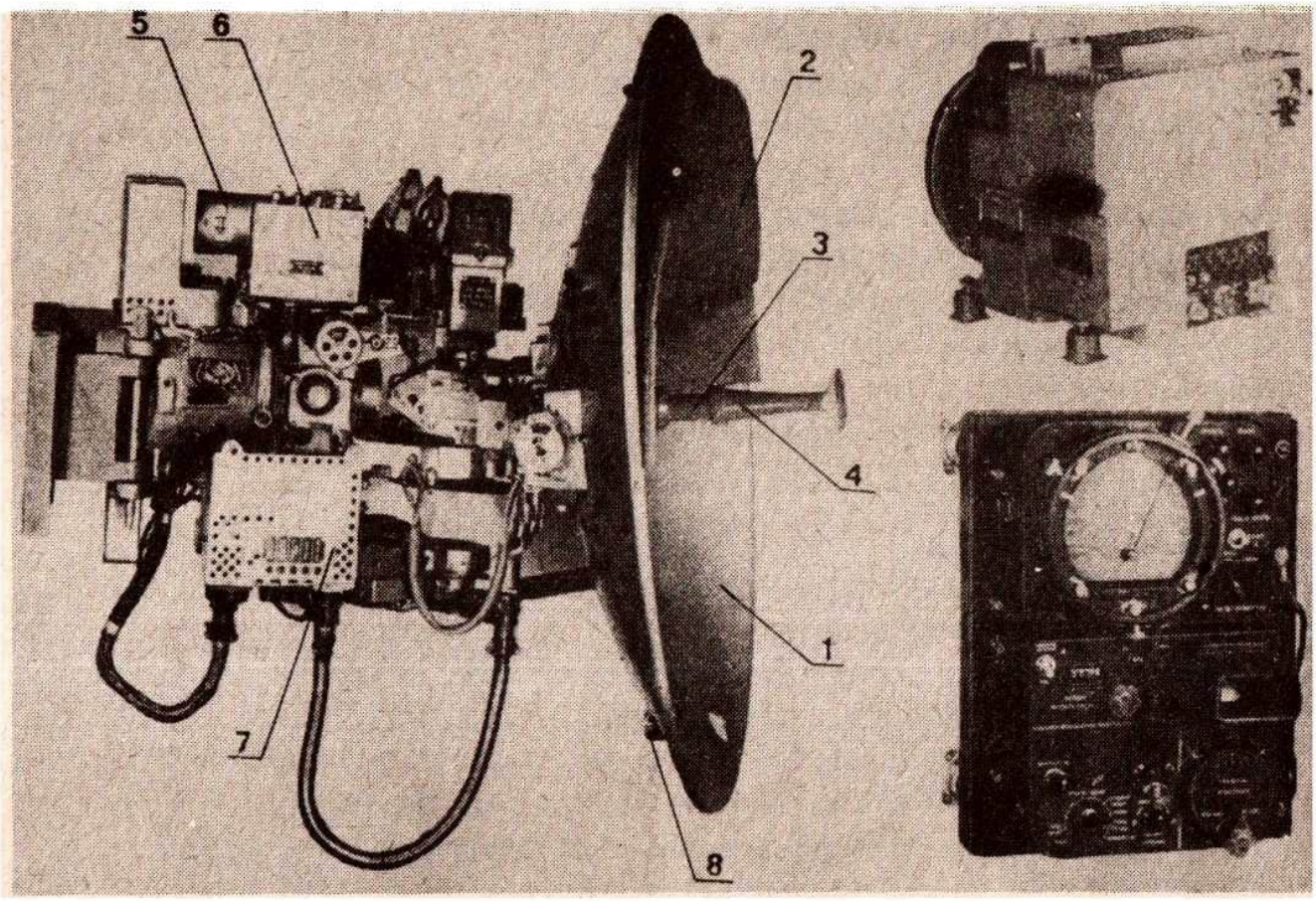
1. Allgemeine militärische Aufgabenstellung und ihre Realisierung durch die Mikrowellentechnik

Um die Gefechtssicherstellung der Streitkräfte zu garantieren, sind folgende Aufgaben unabhängig von allen meteorologischen Bedingungen zu lösen:

- Gewinnung von Informationen über gegnerische Luft- und Seeziele (Koordinaten und Geschwindigkeit)
- Gewinnung von Informationen und Aussendung von Informationen zur Lenkung, Leitung und Navigation eigener Flugkörper.

Diese Aufgaben können durch Anwendung der Infrarottechnik, der Lasertechnik oder der Mikrowellentechnik (Radar) gelöst werden. Die Mikrowellentechnik als älteste dieser Methoden (Einführung des Radar im 2. Weltkrieg) wird auch heute noch vorrangig eingesetzt. Ursache sind folgende physikalisch-technischen Parameter: Mikrowellensender sind kohärente Strahler mit relativ hohen Sendeleistungen und geringen räumlichen Abmessungen. Die Wellenlänge von etwa 3 cm sichert ein den militärischen Anforderungen genügendes Auflösungsvermögen und geringe Streuung an den atmosphärischen Staub- und Wasserteilchen. Dies bedingt gemeinsam mit der Sendeleistung eine große Reichweite.
Der militärische Einsatz von Radaranlagen ist deshalb sehr viel-

seitig. Er erfolgt einerseits in Form von Bodenstationen zur Großraum- und Nahbeobachtung, andererseits in Form von Bordstationen in Flugkörpern (Abb.1) und auf Schiffen. Bei Flugkörpern handelt es sich um Abfang-, Bombenziel-, Navigations-, Wetter- und Kollisionsschutzradaranlagen, bei Schiffen um Luftraumbeobachtungs-, Seeraumbeobachtungs-, U-Boot-Jagd- und Feuerleitradaranlagen und bei Raketen-, Artillerie- und Luftabwehrtruppenteilen um Funkmeß-Feuerleitanlagen.



2. Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung für den Tiefflug

2.1. Notwendigkeit der Einführung dieses Radarsystems

Der Einsatz des Kollisionsschutzradars in Flugzeugen wurde erst in jüngster Vergangenheit notwendig. Bedingt durch die wissenschaftlich-technische Revolution im Militärwesen wurden in den letzten Jahren die Mittel und Systeme der Luftabwehr immer weiter vervollkommnet, so daß das Eindringen in den gegnerischen Luftraum mit einer ständig steigenden Vernichtungswahrscheinlichkeit (P_{Vern}) verbunden ist. P_{Vern} verringert sich aber sehr stark, wenn in geringen Höhen ($h < 100$ m) geflogen wird. Der Grund dafür liegt in der Verringerung der zur Bekämpfung des Zieles verbleibenden Zeit durch die herabgesetzte Auffassungsentfer-

nung. In dieser Zeit müssen die Zielerfassung, die Koordinatenbestimmung, die Entschlußfassung, das Geben der Kommandos an den Abwehrkomplex, das Leiten des Abwehrsystems an das Ziel und letztlich die Bekämpfung des Zieles erfolgen. Für die Bekämpfung von Flugkörpern in geringen Höhen erweisen sich außerdem Reflexionen der von der Bodenstation ausgesandten Mikrowellenstrahlung an der Erdoberfläche als sehr störend. Bodenerhebungen, hinter denen der Flugkörper zeitweise "untertauchen" kann, erschweren ebenfalls die Bekämpfung niedrig fliegender Ziele. Andererseits steigt jedoch mit der Verringerung der Flughöhe die Wahrscheinlichkeit der Kollision (P_{Koll}) mit Hindernissen oder der Erdoberfläche an. Aus der Vernichtungswahrscheinlichkeit und der Kollisionswahrscheinlichkeit kann man die Wahrscheinlichkeit des Überlebens (P_L) berechnen:

$$P_L = (1 - P_{Vern})(1 - P_{Koll})$$

P_L, dargestellt in Abhängigkeit von der Flughöhe h, hat ein Maximum bei h_{opt} (siehe Abb. 2). Mit der Flughöhe h_{opt} ist das Eindringen in den gegnerischen Luftraum am effektivsten. Die einzige Möglichkeit P_L zu erhöhen, besteht in der Herabsetzung von h_{opt} durch die Verringerung von P_{Koll} (siehe P'_{Koll}, h'_{opt} in Abb. 2). Die Realisierung erfordert, daß man in ausreichender Entfernung genügend genaue Informationen über das Bodenrelief in Flugrichtung gewinnt, welche ein Ausweichen ermöglichen. Dieser Aufgabe dient die Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung.

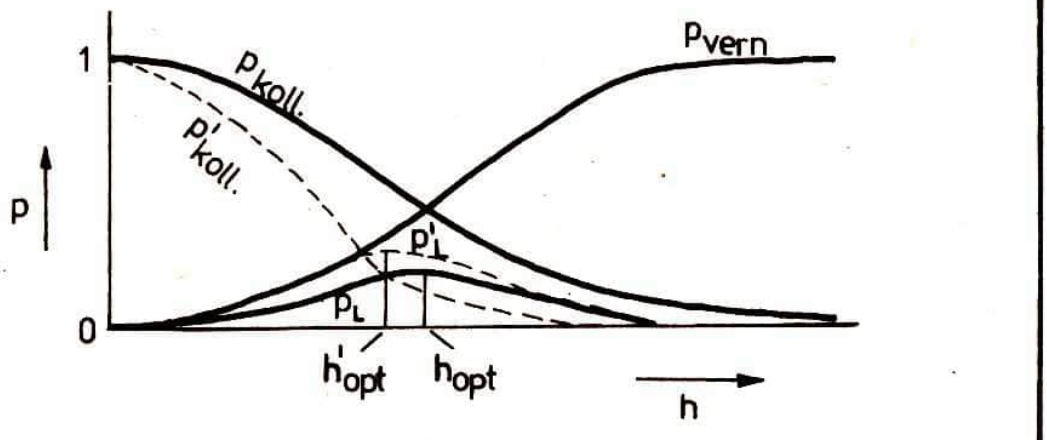


Abb. 2

2.2. Anforderungen an die Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung

Die Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung arbeitet als Flughöhenortungssystem. Die Ausmaße des Sektors, über welchem die Höhenbestimmung erfolgt, sind durch die Entfernung (d) und den Seitenwinkel (Ψ_{Az}) gegeben. Die Größe d ist dabei durch die Geschwindigkeit des Flugzeugs, seine Manövriereigenschaften und die Charakteristik des Bodenreliefs bestimmt, während Ψ_{Az} im wesentlichen von der Verteilung der Hindernisse auf der Erdoberfläche abhängt.

Praktisch ist für Geschwindigkeiten um 1200 km h^{-1} und große Flugzeuge (strategische Bomber) d = 5 km ... 12 km, für Jagdflugzeuge gleicher Geschwindigkeit und langsame Flugkörper (z.B. Hubschrauber) d = 0,5 km ... 2,0 km ausreichend. Für den Seitenwinkel Ψ_{Az} ist ein Wert von 60° zweckmäßig.

Wird die Antenne in vertikaler und horizontaler Richtung geschwenkt, kann die voraussichtliche Flughöhe im gesamten Sektor ermittelt werden. Das Meßprinzip zur Informationsgewinnung zeigt Abb. 3. Aus der Geometrie der Darstellung ergibt sich die voraussichtliche Überflughöhe:

$$h_x = d_x \sin(\beta_x - \alpha)$$

d_x ... Entfernung des Flugzeugs zum Punkt x
β_x ... Winkel zwischen der Flugzeuglängsachse und der Richtung zum Punkt x
α ... Anstellwinkel des Flugzeugs

Der relative Fehler des ermittelten h_x soll im Verhältnis zur Turbulenz der Atmosphäre, die zu einem unruhigen Flug führt, gering sein. 1-5 % der Höhe sind als Unsicherheit zulässig. Für diesen Fehler ergibt sich aus der obigen Gleichung folgende Beziehung:

$$\frac{\Delta h_x}{h_x} \approx \frac{\Delta d_x}{d_x} + \frac{\Delta \beta_x}{(\beta_x - \alpha)} + \frac{\Delta \alpha}{(\beta_x - \alpha)} \quad 0{,}01 \ldots 0{,}05$$

wobei für kleine Winkel $\tan(\beta_x - \alpha) \approx \beta_x - \alpha$ genähert wurde.

Der Entfernungsmeßfehler $\frac{\Delta d_x}{d_x}$ beträgt bei den gebräuchlichen Meßverfahren nur Bruchteile $\frac{}{d_x}$ eines Prozentes und kann somit vernachlässigt werden. Das trifft ebenfalls auf den Fehler

bei der Bestimmung des Anstellwinkels des Flugzeuges $\frac{\Delta\alpha}{\beta_x - \alpha}$ zu. Dadurch reduziert sich die Fehlerformel auf:

$$\Delta\beta_x < (0{,}01 \ldots 0{,}05)(\beta_x - \alpha)$$

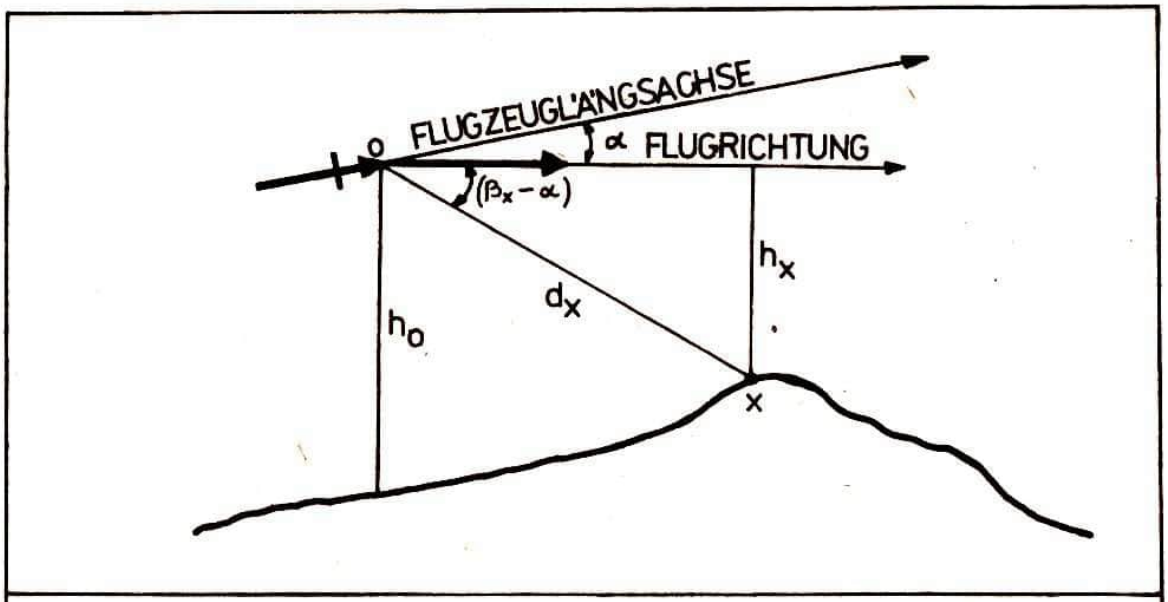


Abb. 3

Die Bedeutung dieser Forderung soll an einem Beispiel erläutert werden:

Für den praktisch auftretenden Wert $(\beta_x - \alpha) = 1^\circ$ und einen Höhenfehler $\frac{\Delta h_x}{h_x} = 0{,}03$ erhält man ein $\Delta\beta_x < 0{,}03^\circ$. Eine solche Meßgenauigkeit kann nur erreicht werden, wenn man an den Öffnungswinkel des Antennendiagramms in vertikaler Richtung (θ_{Vert}) extreme Forderungen stellt. Bei dem optimalen Peilverfahren, der sogenannten Vergleichspeilung [1], ist zu fordern:

$$\theta_{Vert} - (40 \ldots 50)\Delta\beta_x$$

Für unser Beispiel bedeutet das:

$$\theta_{Vert} = (1{,}2 \ldots 1{,}5)^\circ$$

Im Flugzeug steht für die Parabolantenne nur ein begrenzter Raum zur Verfügung. Bei Antennendurchmessern von (40 ... 60)cm ist die geforderte Genauigkeit nur mit Zentimeter-Wellen oder noch kürzeren zu realisieren.

[1] Weiteres über Peilverfahren:

- Autorenkollektiv: "Lehrbuch der Funkmeßtechnik", Band 2, S. 189 ff, Deutscher Militärverlag Berlin 1964
- "ABC Physik", Band 2, S. 1246 ff, Brockhaus Verlag Leipzig 1973.

2.3. Arbeitsweise von Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtungen

Das Ausweichen vor einem Hindernis ist durch Manöver in vertikaler und horizontaler Richtung möglich. Im ersten Fall (Terrain-Folge-Radar) reicht es aus, die Flughöhe über einem in Flugrichtung vorausliegenden Punkt zu ermitteln, wobei die Entfernung zu diesem Punkt das Manöver des Flugzeuges noch zulassen muß. In der Praxis wird aber die Höhe h_x nicht aus den für d_x und β_x gemessenen Werten errechnet, sondern das Meßverfahren wird zur Erhöhung der Sicherheit auf die Messung nur eines Parameters reduziert. Dabei wird entweder

- bei fixiertem Antennenwinkel β_f die gemessene Entfernung d mit der zur Sicherheitshöhe h_s gehörenden Entfernung d_s

$$d_s = \frac{h_s}{\sin(\beta_f - \alpha)} \qquad \text{oder}$$

- bei einem festen Entfernungswert d_f der gemessene Winkel β mit dem zur Sicherheitshöhe h_s gehörenden Winkel β_s

$$\beta_s = \alpha + \arcsin\left(\frac{h_s}{d_f}\right)$$

verglichen. Je nachdem , ob d größer oder kleiner als d_s, bzw. β größer oder kleiner als β_s ist, wird ein Befehl zum Sinken oder Steigen des Flugzeuges abgeleitet.

Beim Umfliegen der Hindernisse in horizontaler Ebene muß im Flugzeug die Höheninformation nicht nur für einen bestimmten Punkt, sondern in einem für horizontale Manöver ausreichenden Sektor vorhanden sein. Dazu erfolgt eine Schwenkung des Antennendiagramms in horizontaler Richtung und man erhält dann an Bord des Flugzeuges eine Darstellung des Bodenreliefs, nach der der Flugzeugführer die Hindernisse umfliegen kann.

Abschließende Bemerkungen

Wie eingangs festgestellt wurde, ist die technische Realisierung sehr aufwendig, da die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Systems sehr groß sein muß. So ist für die Kontrolle der Arbeitsfähigkeit ein automatisches Kontrollsystem notwendig, das in regelmäßigen Abständen die Parameter der Geräte überprüft. Die Nutzung des Kollisionsschutzradars stellt hohe Anforderungen an Können und Leistungen des Flugzeugführers und des Wartungspersonals. Damit entscheidet letztendlich der Mensch über den Erfolg des Einsatzes der Kampftechnik, wodurch der politisch-moralische Faktor ausschlaggebend wird. Diese Tatsache sichert die Überlegenheit unserer Streitkräfte.

Das behandelte Beispiel zeigt aber auch deutlich, daß in immer stärkerem Maße wissenschaftliche Erkenntnisse militärtechnische Anwendung finden. Deshalb muß sich jeder Wissenschaftler seiner hohen persönlichen Verantwortung bewußt sein und davon ausgehen, daß erst in unserer Gesellschaftsordnung ein militärischer M i ß b r a u c h wissenschaftlicher Erkenntnisse ausgeschlossen ist.

Literatur:

1 "Lehrbuch der Funkmeßtechnik" - Lehrbuch an den Schulen der NVA, Deutscher Militärverlag Berlin 1964

2 Militärtechnik mt 11/77, R. Scheffel "Kollisionsschutz-Funkmeßstationen für den Tiefflug".

MOSAIK

Ein geheimnisvoller Stamm

Kürzlich ist in schwer zugänglichen Gebieten des Elefantengebirges ein unbekannter Volksstamm entdeckt worden, dessen Lebensweise sehr merkwürdig ist. Die Männer gehen nicht nur auf die Jagd und auf Fischfang, sondern helfen sogar den Frauen im Haushalt, und die Frauen sind schweigsam, freundlich und immer mit dem zufrieden, was sie gerade haben.

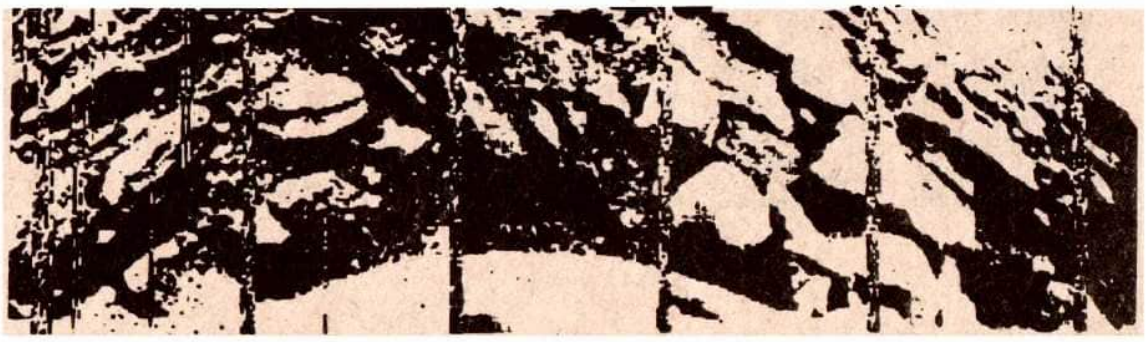
Aus der Zeitschrift KROKODIL

Langlebigkeitsrezept

Lew Korssunski

Ich habe beschlossen, mein Leben zu verlängern. Man kann das natürlich damit erreichen, daß man nicht trinkt, nicht raucht und nachts schläft, aber was ist das schon für ein Leben ?
Ich will es anders schaffen, nämlich mit Sparen. Ich schlafe durchschnittlich zehn Stunden. Wenn ich nur acht schlafe, habe ich 60 Stunden im Monat und 720 Stunden im Jahr mehr für mich. Folglich gewinne ich in den nächsten 20 Jahren fast zwei Jahre hinzu.
Bier trinke ich eine halbe Stunde pro Tag. Wenn ich nur 20 Minuten trinke, kann ich 5 Stunden im Monat einsparen. Und so gibt es noch vieles, wobei man Zeit sparen kann. Ich habe mir das ganz genau ausgerechnet und herausbekommen, daß ich mit der gesparten Zeit mindestens 120 Jahre alt werde.

Aus der Zeitung LITERATURNAJA GASETA



Panorama-Aufnahme der Venus-Oberfläche
durch die Raumsonde „Venus 9"

Maria Tscherkassowa

Schützt alles Lebende

Auch heutzutage gehen die meisten Menschen einzig vom Standpunkt des eventuellen Nutzens oder Schadens an die Tier- und Pflanzenwelt heran. Nutzbringend sind für sie jene Arten, die für unser Leben förderlich sind, jene aber, die das Leben, die Gesundheit oder das Wohlergehen bedrohen - Raubtiere, Parasiten, Unkräuter - , werden als schädlich abgestempelt; darum könnten sie auch allesamt ausgerottet werden.

Doch wollen wir uns in dieser Frage Klarheit verschaffen: Gibt es in der Welt wirklich etwas absolut Schädliches oder Nutzloses?

Nehmen wir nur das Unkraut, das seit eh und je bekämpft wird. Wer weiß, daß mit seiner Hilfe von der Industrie vergiftete, versalzene, um Wasser und Nährstoffe gebrachte Ländereien rekultiviert werden? Auf solch einem Boden vermag keine Nutzpflanze zu gedeihen, wohl aber Unkraut, weil es eine größere Vitalität aufweist und den verdorbenen Boden nach und nach wieder urbar macht. Später werden auf diesem Boden anspruchsvolle Kulturpflanzen wachsen.

Zu einer wahren Geißel von Gewässern in den Tropen ist die Wasserhyazinthe geworden, deren undurchdringliches Dickicht mit schönen, stark duftenden Blüten (die sie weltweit zur beliebtesten Zierpflanze gemacht haben) die Schiffahrt und den Fischfang bedroht. Dieselbe Hyazinthe aber erwies sich als überaus resistent gegenüber Wasserverunreinigungen. Sie absorbiert nämlich bestimmte chemische Stoffe und dient der Säuberung von Gewässern.

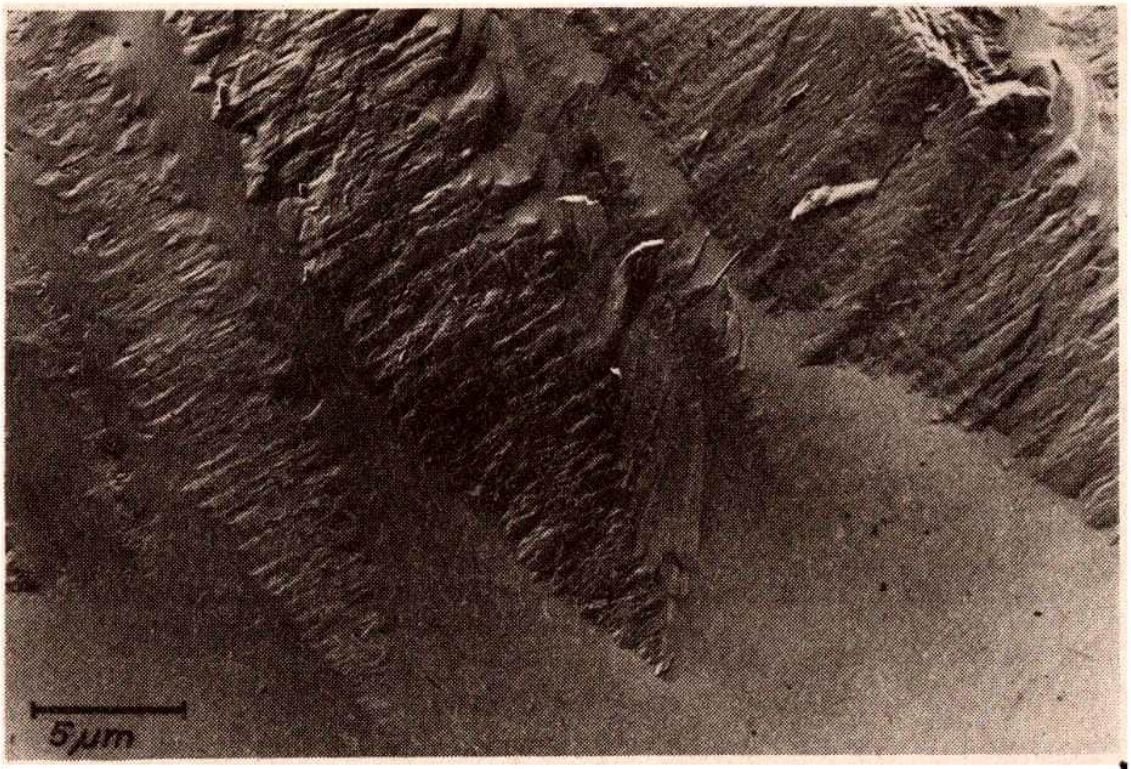
Betrachten wir einmal Schimmel und Mutterkorn. Diese scheinen besonders unheilbringend und giftig zu sein, werden aber heute sogar gezüchtet. Arzneimittel aus diesen Pilzen haben schon zahlreichen Menschen das Leben gerettet. Sogar den Tuberkelbazillus betrachtet man heute als einen eventuellen Verbündeten

im Kampf gegen den Krebs.
Selbstverständlich heißt das nicht, daß Unkräuter, Mutterkorn oder Tuberkelbazillus überall zu beschützen seien. Sie werden nach wie vor bekämpft. Aber ganz und gar - d.h. als biologische Arten - dürfen sie aus der Welt nicht verschwinden. Eine optimale Lösung wäre, wenn sie Platz in einem Winkel eines Naturschutzgebietes, auf einem Versuchsfeld oder im Reagenzglas von Forschern fänden.
Dasselbe bezieht sich auf die Tierwelt, z.B. auf Raubvögel. Vom Standpunkt der modernen Wissenschaft aus ist die Jahrhundertelange Dezimierung der Raubvögel eine Absurdität. In besiedelten Gebieten sind Raubvögel fast gänzlich verschwunden. Nun werden sie in speziellen Farmen gezüchtet und dann freigelassen, damit sie ihrer Hauptfunktion nachgehen, d.h. der natürlichen Auslese dienen. Die Ausmerzung der Raubvögel hat nämlich kein Eldorado für Fasanen und Rebhühner geschaffen, eher das Gegenteil.
Das 20.Jahrhundert mit seiner leistungsfähigen Technik hat enorme Probleme, die es vor hundert Jahren gar nicht gegeben hat, aber auch neue Bedürfnisse mit sich gebracht, zu deren Befriedigung man nach wie vor aus der natürlichen Quelle schöpft. Nur werden heute ganz unerwartet ganze Arten, Gruppen, Klassen, ja sogar Typen von Organismen benötigt, die uns früher vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gar nicht interessierten.
In den letzten Jahren sind Bakterien und Algen bei der Lösung mancher ökologischer Probleme unentbehrlich geworden. Besonders aussichtsreich erscheinen Wissenschaftlern jene Mikroorganismen, die imstande sind, Erdöl auf dem Wasser bzw. auf dem Boden zu "vertilgen".
Die technische Revolution hat eine Revolution bei der Nutzung der Natur ausgelöst. Die Perspektive, sich immer neuer Pflanzen und Tiere zu bedienen und so die Produktivität zu erhöhen, ist angesichts der wachsenden Bevölkerungszahl auf unserem Planeten sehr aussichtsreich.
Wollten wir eine "Inventur" vornehmen, würde die Zahl der verschiedenen Arten der Organismen auf der Erde mit etwa 1,7 Millionen angegeben werden. Doch täuscht diese Zahl, denn die Lebewesen sind erst zu 50 Prozent beschrieben worden, die Mikro-

organismen zu weniger als 10 und die Insekten höchstens zu 50 Prozent. Nach Angaben der Internationalen Union zur Erhaltung der Natur sind von 1700 bis 1970 etwa 150 Tierarten ausgestorben, davon die Hälfte in den letzten 50 Jahren. Es wurde ermittelt, daß vor 400 Jahren auf der Erde innerhalb von 3 Jahren eine Tierart bzw. -unterart ausstarb, während dasselbe gegenwärtig innerhalb von acht Monaten geschieht. Also hat sich das Aussterbetempo bedeutend erhöht, was alles andere als natürliche Ursachen hat. Heute sind nach Angaben derselben Union annähernd 700 Arten von Säugetieren und Vögeln vom Aussterben bedroht. Selbstverständlich sind nicht alle Arten gleich anfällig. Die einen erweisen sich als resistenter und anpassungsfähiger als andere, und wieder andere legen eine völlige Unverträglichkeit mit dem Menschen an den Tag. Worauf das zurückzuführen ist, muß erst noch geklärt werden, um den Naturschutz effektiver zu gestalten.
Der Mensch versetzt der Natur derartige "Tiefschläge", daß nicht nur einzelne Arten aussterben, sondern ganze Landschaften und größere Naturgebilde verwüstet werden. Heutzutage schweben z.B. Tropenwälder in höchster Gefahr. Den größten Schaden aber fügt der Mensch der Umwelt zu, indem er den Genbestand vernichtet. Verunreinigtes Wasser läßt sich wieder reinigen, den abgeholzten Wald kann man wieder aufforsten, beim Versiegen einer Brennstoffart kann man zu einer anderen greifen. Es ist jedoch unmöglich, eine Tier- bzw. eine Pflanzenart wieder zum Leben zu erwecken, wenn ihr Genbestand aufgehört hat zu existieren, d.h., jene genetische Information, die für ihre Reproduktion notwendig ist und die von Generation zu Generation vererbt wird. So ein Verlust ist unersetzlich, denn der Genbestand ist das Ergebnis der jahrmilliardenlangen Evolution. Selbst bei den phantastischsten Perspektiven für das Modellexperimentieren mit genetischem Material wird es kaum möglich, die verlorengegangenen Gene "wiederaufzubauen", wenn es keine Muster zum Nachbilden gibt. Wer weiß, vielleicht befindet sich unter diesen zum Untergang verurteilten Organismen jener Schimmel, der Millionen Menschenleben zu retten vermag wie seinerzeit der Pinselschimmel (Penicillium). Vielleicht verschwinden unter den Steppengräsern gerade solche Pflanzen, die die Atmosphäre am meisten mit Sauerstoff anreichern. Auf ähnliche Weise können wir unvorstellbare Reichtümer verlieren.

Aus diesen Gründen muß sehr viel mehr für den Tier- und Pflanzenschutz getan werden. So ist der Fang, die Jagd bzw. die Ausfuhr wilder Tiere, die in einem "Roten Buch" stehen, in der Sowjetunion nur nach einer speziellen Genehmigung möglich. Von großer Bedeutung ist die Erweiterung der Naturschutzgebiete. In den nächsten 10 - 15 Jahren werden sie um 4,5 bis 5 Millionen ha, d.h. um ein Drittel, vergrößert. Die sowjetischen Forscher setzen sich für die Schaffung eines Genfonds aller Pflanzen und Tiere des Landes und des ganzen Planeten ein.

Aus "SPUTNIK" 3, 1979, 53-57, leicht gekürzt.



Elektronenmikroskopische Aufnahme des Pt/Ir/C-Abdruckfilms der im Hochvakuum erzeugten Bruchfläche eines phosphathaltigen Glases. Die stark strukturierten Bereiche zeigen an, daß die Probe teilweise kristallisiert ist. Die Spitzen der Kristallisationsfront sind deutlich beobachtbar.

Elektronenmikroskopische Aufnahme: Wissenschaftsbereich Glaschemie der Sektion Chemie an der FSU Jena

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Auf der Spitze eines Strahls in den Weltraum

Von Iosef Soritsch

Aus der Wochenzeitung NEDELIA

Mehr als zwei Jahrzehnte zählt das Raumzeitalter. Auf dem Bildschirm haben wir schon oft gesehen, wie Raketen von einigen Dutzend Meter Länge gestartet werden. Die Raketen scheinen die gigantische Weltraumtechnik zu verkörpern. Die Wissenschaftler machen sich dennoch immer öfter Gedanken darüber, ob solche riesengroßen Trägerraketen überhaupt nötig sind. Der Raumflugkörper, den die Rakete in die Umlaufbahn bringt, ist doch ein Gerät von viel bescheidenerer Dimension und Masse. Die Rakete dagegen - das sind die Triebwerke und Treibstoffbehälter, d.h. Energieträger an Bord, die viel Raum einnehmen.

Sollten keine anderen Energieträgerbeförderungsmittel für Interplanetarflüge möglich sein? Vielleicht der Laser? Der Laserstrahl als mächtiger Strom gebündelter, konzentrierter elektromagnetischer Energie wäre gerade das, was das Raketentriebwerk für Schub und Vorwärtsbewegung benötigt.

Vor 15 Jahren wurden die sowjetischen Physiker G.Askarjan und J. Moros erstmalig auf folgende Tatsache aufmerksam: Richtet man auf einen Festkörper (nennen wir ihn das Ziel) einen Laserstrahl von einer Stärke, bei der das Ziel nicht erst schmilzt, sondern gleich verdampft, so wird der Dampf mit ungeheurer Geschwindigkeit herausgestoßen, wobei das Ziel einen Rückstoß erfährt, ähnlich dem Rückstoß eines Gewehrs beim Schießen. Einige Jahre später schlugen amerikanische Forscher vor, diese Erscheinung für den Raketenantrieb zur Beförderung künstlicher Erdsatelliten auf eine Umlaufbahn auszunutzen.

Diese Idee beruhte auf reiner Logik und war durch keine exakten Berechnungen und Experimente belegt. Sie lenkte

jedoch die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich. Physiker und Gasdynamiker in der Sowjetunion und in anderen Ländern beschlossen, sie auf ihre Lebensfähigkeit zu prüfen. In der UdSSR leiteten die theoretischen und experimentellen Forschungen u.a. Akademiemitglied A. Prochorow und das korrespondierende Mitglied der AdW der UdSSR F. Bunkin.

Wie entsteht eigentlich der Schub unter Einwirkung des Laserstrahls? Das geschieht folgendermaßen. Übersteigt die Strahlungsintensität eine gewisse Schwelle (etwa 100 kW/cm^2) und ist das Ziel am Boden der Rakete massiv genug, so daß sich der Strahl nicht hindurchbrennt, so erhitzt es sich momentan bis auf etwa 4 000 ^{o}C und beginnt zu verdampfen. Die rasche Bildung großer Dampfmassen steigert den Dampfdruck rapid. Ein Gefälle von Hunderten Atmosphären entsteht zwischen diesem Bereich und der Umwelt. Der Dampfstrahl entweicht mit Überschallgeschwindigkeit durch die Düse der Rakete. Der Rückstoß drückt auf den Raketenboden und setzt die Rakete in Bewegung.

Es besteht noch eine zweite Möglichkeit. Bereits 1965 sagte der sowjetische Wissenschaftler J. Raiser theoretisch eine bemerkenswerte Erscheinung voraus, die später auch experimentell ermittelt werden konnte. Konzentriert man auf einen kleinen Bereich einen außerordentlich mächtigen Laserstrahl, so erhitzt sich die Luft (bzw. ein beliebiges anderes Gas) in diesem Bereich so weit, daß die Atome des Gasmediums ionisiert werden, wobei es zur Plasmabildung und zu einer Art Mikroexplosion kommt.

Wie bei jeder Explosion bildet sich eine Stoßwelle, die sich mit Überschallgeschwindigkeit in Richtung auf den Laserstrahl ausbreitet. Dabei muß aber unbedingt auch eine Rückstoßkraft ausgelöst werden. Solange diese Kraft wirkt, ist der Laserstrahl unnötig, er kann gelöscht werden. Nach einiger Zeit wird der nächste Laserimpuls ausgesandt, und der Vorgang wiederholt sich. Die Rakete erhält so ihre Rückwirkungskraft raten- bzw. stoßweise. Daraus ergibt sich ein mächtiger Schub.

Das Laser-Luft-Rückstoßtriebwerk weist große Vorzüge auf.

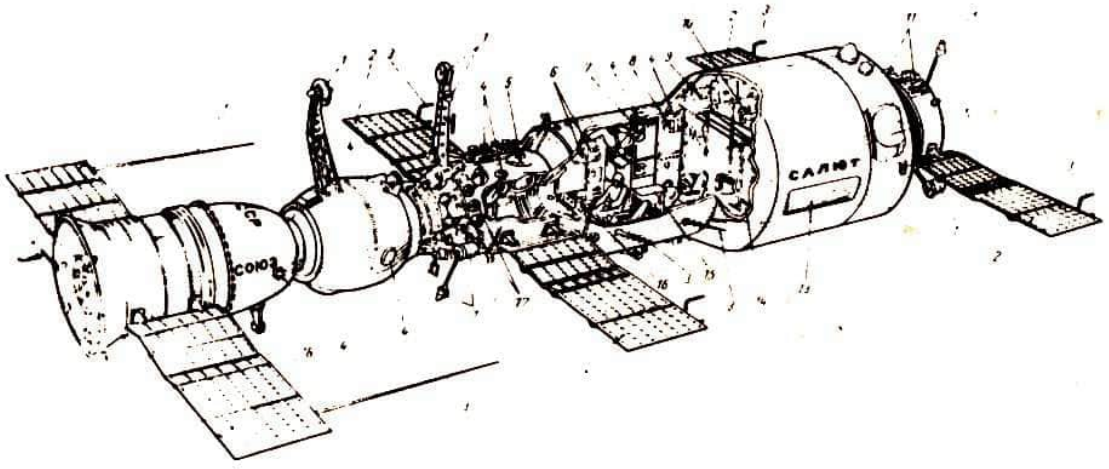
Erstens braucht der Treibstoff nicht an Bord des Raumschiffes gespeichert zu werden, sondern wird der Luft entnommen (solange die Rakete sich in der Atmosphäre bewegt), so daß die Nutzmasse der Rakete ihrer Startmasse nahekommt. Zweitens arbeitet der Laser im Impulsverfahren, wodurch der Energieverbrauch sinkt. Das alles läßt das Laser-Luft-Rückstoßtriebwerk als aussichtsreichstes Triebwerkmodell erscheinen. Laut Schätzungen kann das Laser-Triebwerk, das nach dem Verdampfungsprinzip funktioniert, in verschiedenen wichtigen Kennziffern die besten Flüssigkeitstriebwerke, die z.Z. für den Start von Raumflugkörpern aller Art benutzt werden, zwei- oder dreifach übertreffen. Bei einem Laser-Luft-Rückstoßtriebwerk dürften die technischen Daten noch höher liegen.
Als besonders geeignet (und hauptsächlich billig) können sich Laserraketen für die Zustellung verhältnismäßig leichter Frachten zu Orbitalstationen erweisen. Stellen wir uns folgende Situation vor. Auf einer Erdumlaufbahn befindet sich eine bemannte Raumstation. Eines ihrer Geräte muß dringend ersetzt werden. Von der Erde startet eine kleine Rakete mit dem benötigten Gerät. Als Antrieb dient ein Laserstrahl, und für die Manöver zur Kopplung mit der Orbitalstation verfügt die Rakete noch über einen elektrischen Mini-Jetantrieb. Das ist einfacher und billiger als die Entsendung einer herkömmlichen mächtigen Rakete mit chemischem Treibstoff.
Per Laserstrahl können übrigens Sendungen nicht nur in den Weltraum befördert werden, sondern auch an einen beliebigen Ort auf der Erde, und zwar binnen weniger Minuten. Nehmen wir z.B. Raketen des meteorologischen Dienstes. Sie werden in der Regel senkrecht gestartet, und ihre Gipfelhöhe ist ohne weiteres noch von Laserstrahlen erreichbar, wobei die Raketen, die nicht dazu bestimmt sind, Satelliten auf eine Erdumlaufbahn zu bringen, die kosmische Geschwindigkeit nicht zu erreichen brauchen.
In Zukunft - es wäre noch verfrüht zu sagen, ob in ferner oder naher Zukunft - wird man in erdnahen Kreisbahnen bemannte Stationen bauen, ja nicht nur Stationen, sondern ganze Städte mit Energiesystemen und Industriebetrieben. Für

den Bau und das weitere Funktionieren dieser Stationen wird man regelmäßig Baumaterial, Ausrüstungen und Rohstoffe zustellen müssen. Viele Güter werden offensichtlich auch vom Mond aus dorthin entsandt werden. Hier werden aller Wahrscheinlichkeit nach Laserraketen eingesetzt werden. Es ist prinzipiell möglich,auf dem Mond Laseranlagen zu montieren,die durch Sonnenkraftwerke gespeist werden und regelmäßige Flüge vom Mond zu Orbitalstationen und zurück gewährleisten.

Utopie? Keineswegs. Wissenschaftler und Ingenieure machen sich bereits ernsthaft Gedanken über diese Variante und stellen entsprechende Berechnungen an. Natürlich bedarf es noch großer Anstrengungen, bis es soweit ist, daß die erste Rakete auf der Laserstrahlspitze in den Kosmos startet. Außer Zweifel steht aber, daß das über kurz oder lang der Fall sein wird. Schon heute testet man Modelle von Lasertriebwerken.

2 Schnittzeichnung von Salut-4, einer für langen Raumflug ausgelegten Raumstation mit einem angekoppelten »Sojus«-Zubringer-Raumfahrzeug

3 Aufbauschema eines Raumstationskomplexes vom Typ »Salut« mit einem Zubringer-Raumfahrzeug vom Typ »Sojus«
1 Antennen für Rendezvousmanöver, 2 Ausleger für Solarzellenflächen, 3 Antennen des Telemetriesystems, 4 Fenster, 5 Sternteleskop vom Typ »Orion«, 6 Anlage zur Luftregenerierung, 7 Filmkamera, 8 Fotoapparat, 9 Geräte für biologische Untersuchungen, 10 Kühlbehälter für Nahrungsmittel, 11 Lageregelungstriebwerke, 12 Treibstoffbehälter, 13 Mikrometeoritendetektor, 14 »Laufbänder«, 15 Arbeitstisch, 16 zentrales Steuerpult, 17 Druckgasbehälter, 18 Suchvorrichtung des Raumfahrzeugs, 19 Triebwerksanlage des »Sojus«-Raumfahrzeugs



physikaufgabe 43

Auf dem Boden eines leeren Becherglases liegt eine Münze. Um wieviel mal größer erscheint diese Münze, wenn das Glas mit Wasser gefüllt ist ? (Blickrichtung von oben)

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

lösung der aufgabe 33 aus heft 2/12.jg.

aufgabe:

Personenwaage

lösung: eingesandt von Hans-Jürgen Däweritz, Pirna, 18 Jahre

Die Arme erhalten einen Impuls nach oben, vom Trittbrett der Waage weg. Nach dem Impulserhaltungssatz folgt die Existenz eines Impulses des Körpers, der auf das Trittbrett eine Gegenkraft ausübt, also zusätzlich zum Gewicht des Körpers eine aus dem Impuls folgende Kraft erzeugt. Es wird im Moment des Armehochreißens ein Gewicht, welches größer als das Körpergewicht ist, angezeigt.

lösung der aufgabe 34 aus heft 3/12.jg.

aufgabe:

Warum "hebt" sich ein Schiff, wenn es von einem Fluß in das offene Meer fährt, aus dem Wasser heraus ?

lösung: eingesandt von Frank Bendin, Berlin, 15 Jahre

Nach dem Archimedischen Gesetz taucht ein Körper nur so tief in eine Flüssigkeit ein, bis das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit gleich seinem Gesamtgewicht ist. Weil die Dichte von Salzwasser größer ist als die von Süßwasser, wird die gleiche Verdrängung schon bei geringerem Eintauchen erreicht - das Schiff "hebt"sich also aus dem Wasser.

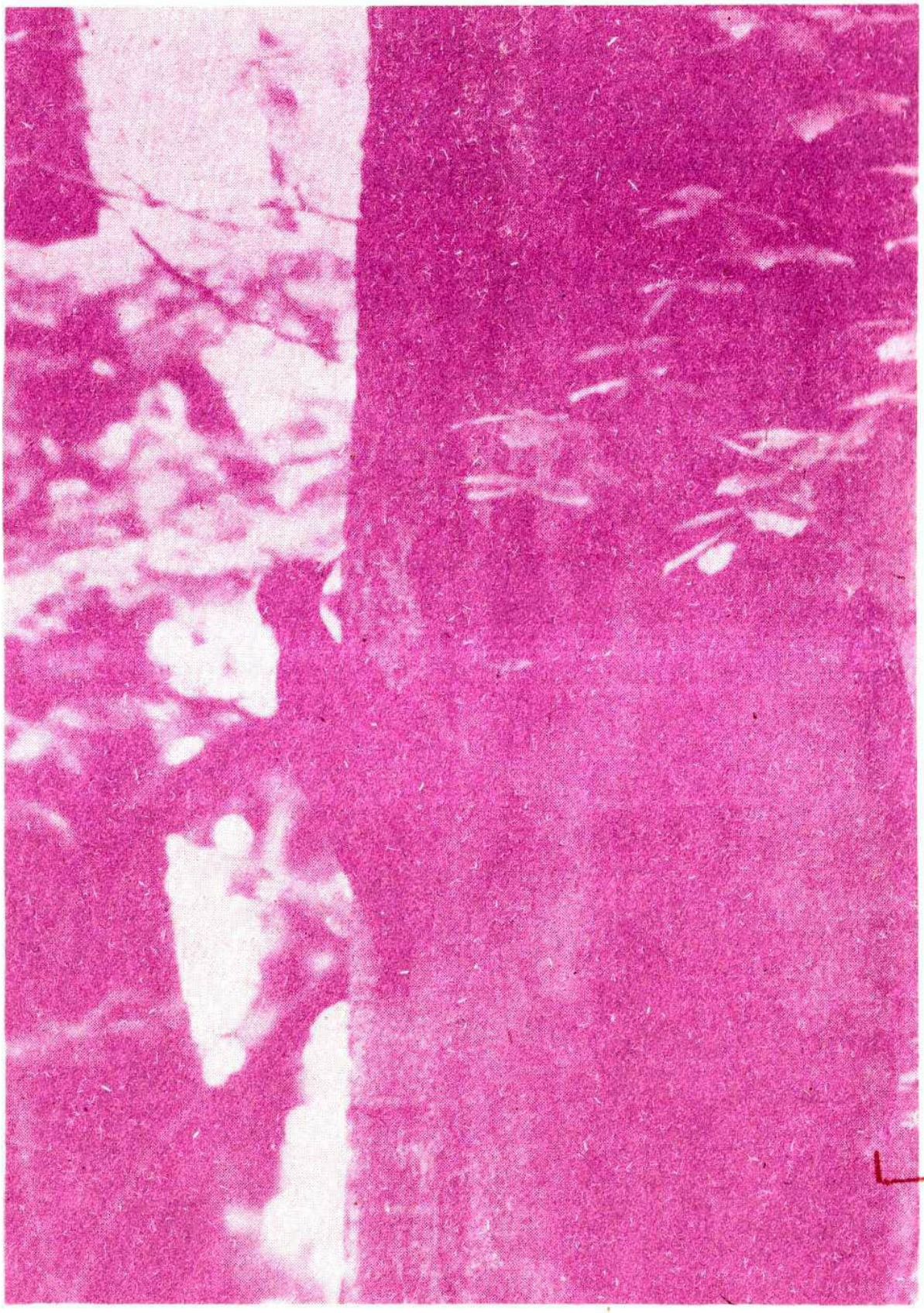
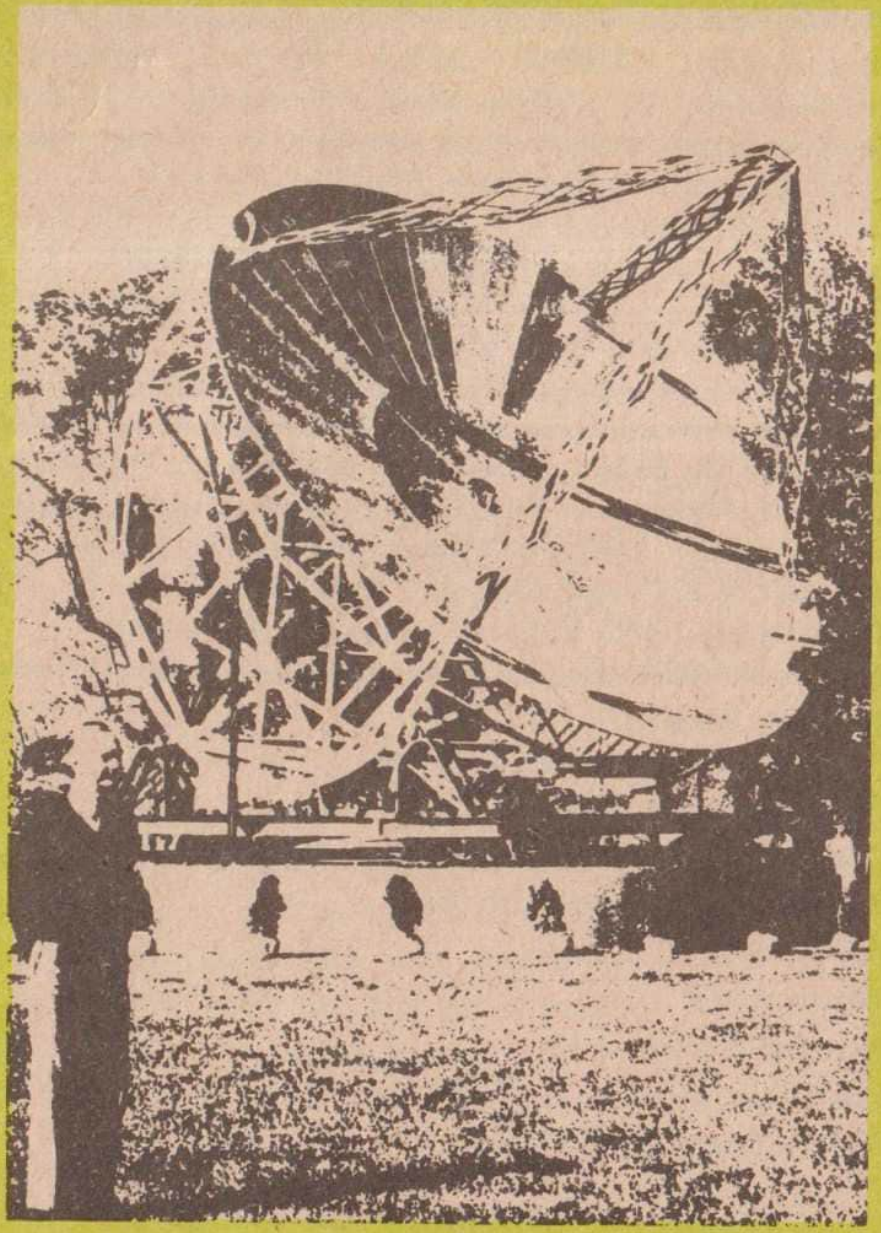


FOTO: PEER LIEMEN, WALTERSHAUSEN

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK,
CHEMIE UND BIOLOGIE
13. JAHRGANG
(1979/80)
40 Pf

impuls 68

4



Pränatale Diagnostik

☆

G. I. Bucker

☆

Chemische Kampfstoffe

☆

Arzt und Morgenrot

☆

Investition in die Zukunft

Titelbild: Kleines Radioteleskop in Green Bank, West Virginia

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Beyer (Korrektor); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Pränatale Diagnostik	BIO	3
Das Leben eines großen Gelehrten- Gersch Izkowitsch Budker		7
Chemische Kampfstoffe - chemische Struktur, Analytik und Wirkungsweise (2)	CHE	11
Büchermarkt		17
Wissenswertes		18
Azur und Morgenrot (1)	PHY	20
Eine Investition in die Zukunft	INT	26
Physikaufgabe 44, Lösung Nr. 36		31

Heft 4 gestaltet von: Vera Masurat und Wilfried Hild
Redaktionsschluß: 26. 9. 79

Dr. med. Rüdiger Hauschild
Facharzt für Humangenetik
stellv. Leiter der Humangenetischen
Beratungsstelle am Institut
für Anthropologie und Humangenetik
der FSU Jena

Pränatale Diagnostik

BIOLOGIE

In den letzten Jahren hat die pränatale (vorgeburtliche) Untersuchung für die Beantwortung zahlreicher humangenetischer Fragestellungen im Rahmen der genetischen Familienberatung zunehmend an Bedeutung gewonnen.
Es ist bekannt, daß bei etlichen Schwangerschaften, sei es durch eine vorbestehende genetische Belastung der Eltern, die Geburt bereits erkrankter Kinder oder aber auch durch ein erhöhtes Alter von Mutter und Vater, oftmals primär schon mit einem vermehrten Risiko bezüglich der Geburt eines z. T. schwer erbkranken oder geschädigten Kindes gerechnet werden muß. Mit den verschiedenen Methoden der vorgeburtlichen Diagnostik wird heute versucht, einzelne Krankheiten oder Anomalien bereits zu einem so frühen Zeitpunkt zu erkennen, daß aus medizinischer Indikation und mit Einverständnis der Eltern ein Schwangerschaftsabbruch noch rechtzeitig möglich ist. Die Geburt eines schwer geschädigten Kindes kann auf diese Weise verhindert werden. In vielen Fällen ermöglicht die vorgeburtliche Diagnostik glücklicherweise den sicheren Ausschluß von drohenden Anomalien und kann dadurch die werdende Mutter von einer schweren psychischen Last befreien.

Allerdings muß betont werden, daß pränatal-diagnostische Maßnahmen bislang nur für eine begrenzte Anzahl von Krankheiten zur Verfügung stehen und bis auf Ultraschall-Untersuchungen (s. u.) auch nicht als völlig risikolos anzusehen sind. Folgende Methoden kommen derzeitig zur Anwendung:

1. Fruchtwasserpunktion mit Entnahme von Fruchtwasser
2. Fruchtwasserpunktion in Verbindung mit der Amnio-Fetographie
3. Fetoskopie
4. Ultraschall-Untersuchung

Die Fruchtwasserpunktion (Amniozentese) etwa in der 16. Schwangerschaftswoche dient der Gewinnung von Fruchtwasser aus der Gebärmutter (s. Abb.). Im Fruchtwasser sind Zellen vorhanden, die von der Hautoberfläche des Foeten (Kind) herstammen. Sie können zur Chromosomenanalyse - beispielsweise zum Ausschluß oder zur Erkennung einer Chromosomenanomalie (z. B. Down-Syndrom = Trisomie 21 = sog. Mongolismus), zur Bestimmung des fetalen Geschlechtes bei geschlechtsgebundenen Erbkrankheiten (z. B. Bluterkrankheit) - oder auch anderen Untersuchungen herangezogen werden. Das Fruchtwasser selbst dient in manchen Fällen der Diagnostik erblicher Defekte. Die Methode ist bei sachgerechter Anwendung als relativ gefahrlos anzusehen.

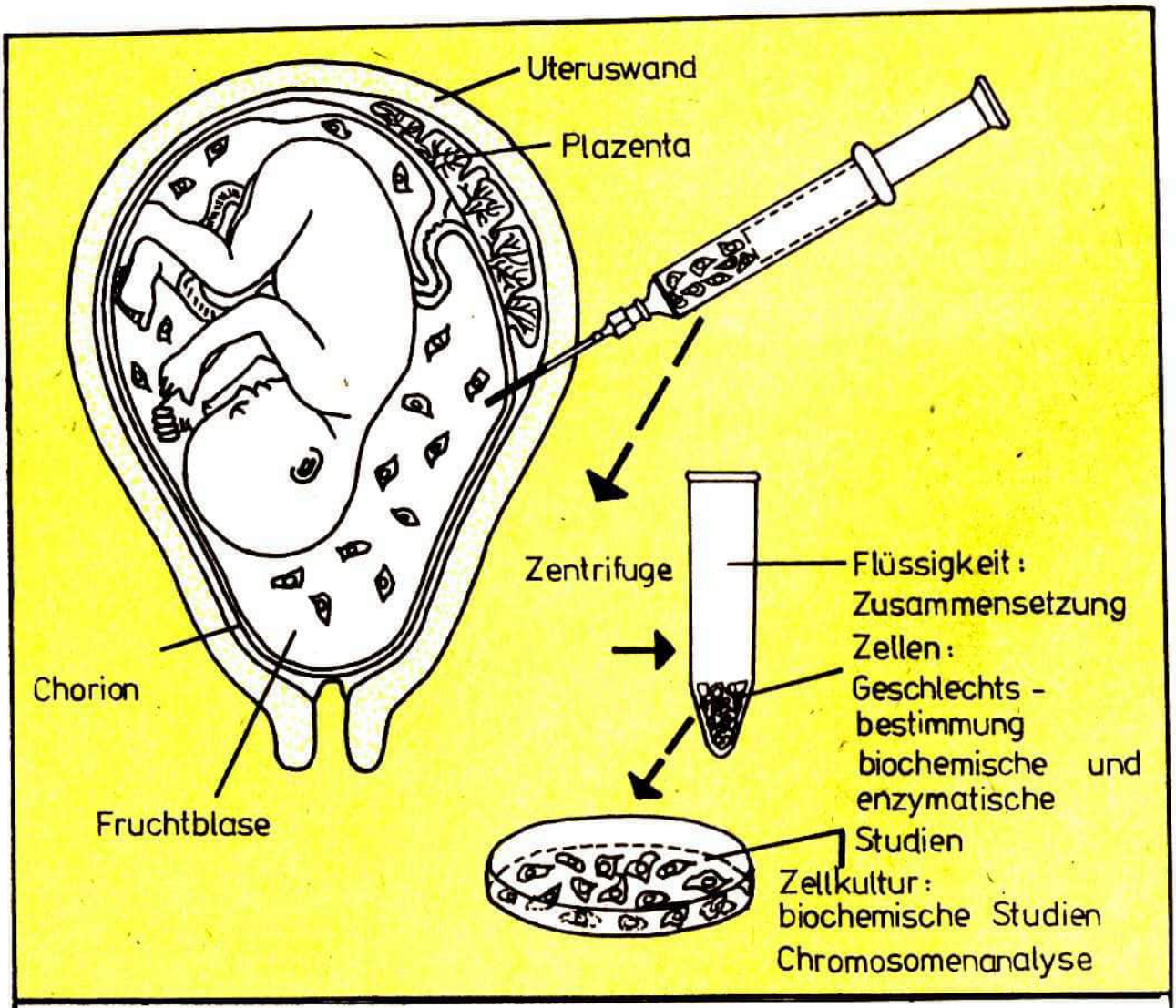


Abb.: Schematische Darstellung zur Amniozentese

Mittels der Amnio-Fetographie lassen sich eine Reihe von groben äußeren und zum Teil auch inneren Fehlbildungen erkennen. In die Fruchthöhle bringt man ein fett- oder wasserlösliches Röntgenkontrastmittel ein. Das wasserlösliche Kontrastmittel verteilt sich gleichmäßig im Fruchtwasser und zeigt im Röntgenbild einen "Aussparungseffekt" dort, wo der Foet sich befindet (Amniographie). Das fettlösliche Kontrastmittel lagert sich an die vernix caseosa (sog. Käseschmiere) tragende Oberfläche des Kindes an. Anschließende Röntgenaufnahmen bringen die kindlichen Konturen relativ gut zur Darstellung und Beurteilung (Fetographie). Da das Kind das laufend neu gebildete Fruchtwasser ständig trinkt, gelangt Kontrastmittel auch in den Magen-Darm-Kanal und kann über dort bestehende Verhältnisse (z. B. Darmmißbildungen) Aufschluß geben.
In seltenen Fällen besteht eine Notwendigkeit, die wachsende Frucht direkt zu betrachten. Diese Möglichkeit ist durch die Fetoskopie (Einführen eines stabartigen optischen Gerätes durch die Bauchdecken in die Fruchthöhle) gegeben.
Man muß davon ausgehen, daß die Methode in Zukunft jedoch mehr zur Blutentnahme aus foetalen Plazentablutgefäßen bei der Diagnostik von aus dem Blut erkennbaren Stoffwechselerkrankungen eingesetzt wird. Der direkten Betrachtung des gesamten Foeten sind aus technischen Gründen (Optikgröße) Grenzen gesetzt. Die Inspektion nur von Einzelorganen oder Teilen derselben ist äußerst schwierig und gelingt nicht immer im erforderlichen Ausmaß. Die Fetoskopie ist deshalb z. Z. noch nicht als Routinemethode zu betrachten.

Viel häufiger und bereits routinemäßig wendet man heute Ultraschall-Untersuchungen an. Es handelt sich um eine wiederholt ausführbare und völlig gefahrlose Methode, mit der Konturdarstellungen bestimmter Organe des Foeten ermöglicht werden und auf einem Bildschirm zur Abbildung gelangen. Sie können auf diese Weise bezüglich ihrer Größe und Entwicklung beurteilt werden. Aus genetischer Sicht ist eine Indikation zu ihrer Anwendung u. A. bei Verdacht auf Schädelanomalien sowie Spaltbildungen im Wirbelsäulenbereich gegeben.

Alle genannten Untersuchungsmethoden müssen hinsichtlich ihrer Notwendigkeit, der praktischen Durchführbarkeit und

des vorhandenen Risikos sorgfältig abgewogen werden, damit in jedem Falle die erforderliche Maßnahme zur Anwendung gelangt sowie Nutzen und Risiko in der richtigen Relation zueinander stehen. Die pränatale Diagnostik ist Angelegenheit von Spezialisten und nur auf relativ wenige über Erfahrung und apparative Ausstattung verfügende Zentren beschränkt. Man darf damit rechnen, daß diese Form der hochspezialisierten medizinischen Betreuung weiter verbessert und ausgebaut wird.

Idylle am Strand

Von Günter Krone

An einer einsamen Stelle des Strandes saß ein Pärchen und schaute müßig in die Wellen. Da kam eine junge blonde Schöne geschritten. Das Pärchen beobachtete, wie sich die Maid in der Nähe niederlegte, um ihren Mittagsschlaf zu halten.

"Sieh nur", sagte er, "welch ein Prachtweib. Diese Hüften! Diese Beine! Direkt zum Anbeißen!"

"Wenn du Lust verspürst", erwiderte sie, "versuche es doch mal bei ihr. Vielleicht hält sie still."
"Ich versuche es", erklärte er entschlossen. "Möglicherweise kann ich sie überrumpeln."

Lüstern näherte er sich der Schläferin und verübte an ihr, was das Mädchen ihm nie erlaubt hätte. Und als sie durch sein Tun erwachte, hatte er seinen Appetit schon gestillt und kehrte zu seiner Gefährtin zurück.

"Es war ein Hochgenuß", sagte er mit Behagen.
"Ich freue mich mit dir", sprach sie sanft und ohne Vorwurf.

Dann schauten beide wieder müßig in die Wellen.
Ein glückliches Mückenpärchen.

BEMERKUNG: Obige Geschichte enthält einen Fehler. Wer ihn erkennt, sollte seine Berichtigung zu uns schicken. Eine Anerkennung für richtige Zuschriften erfolgt analog der Auswertung der Einsendungen mit Lösungen der Physikaufgabe.

Das Leben eines großen Gelehrten - Gersch Izkowitsch Budker

Am 4. Juli 1977 starb unerwartet im 60. Lebensjahr der bedeutende sowjetische Physiker Akademiemitglied Gersch Izkowitsch Budker, Direktor des Instituts für Kernphysik der Sibirischen Abteilung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Träger des Leninpreises und des Staatspreises. Er war einer jener Wissenschaftler, deren selbstlose Arbeit und hervorragendes Talent die Grundlagen für die experimentelle Basis der Kernphysik und der thermonuklearen Forschungen gelegt haben.

Nachdem er 1941 die physikalische Fakultät der Moskauer Staatsuniversität beendet hatte, diente G.I. Budker bis zum Ende des Großen Vaterländischen Krieges in der Sowjetarmee. Er durchmaß den Weg vom Soldaten bis zum Obersten.

Als er seine wissenschaftliche Tätigkeit nach der Demobilisierung aus der Sowjetarmee im Jahre 1946 aufgenommen hatte, erwies sich G.I. Budker sofort als ein Wissenschaftler, der in der Lage war, komplizierte wissenschaftlich-technische Probleme aufzuwerfen und zu lösen und neue Tendenzen in der Wissenschaft zu entwickeln.

Die Spannweite der wissenschaftlichen Interessen G.I. Budkers war ungewöhnlich groß. Von ihm wurden einige neue Richtungen in der Plasmaphysik, der gesteuerten thermonuklearen Synthese und der Beschleuniger für geladene Teilchen vorgeschlagen und ausgearbeitet, die in vielen wissenschaftlichen Zentren der Welt betrieben werden.

Weltbekannt wurde G.I. Budker durch seine Ideen zur Entwicklung und Schaffung von thermonuklearen Anlagen unter Ausnutzung von Magnetfeldern, Ausnutzung des Prinzips gegenläufiger Strahlen in der Physik der Elementarteilchen und der Methode der Elektronenkühlung in der Beschleunigertechnik.

Von 1954 an leitete G. I. Budker unmittelbar die experimentellen Arbeiten zur Verwirklichung dieser Ideen, zuerst im Institut für Atomenergie "I. W. Kurtschatow" und seit 1957 im Institut für Kernphysik der Sibirischen Abteilung der Akademie der Wissenschaftschaften der UdSSR, das unter seiner Leitung zu einem der bedeutendsten kernphysikalischen Zentren geworden ist.

Für G. I. Budker war charakteristisch eine präzise praktische Zielsetzung seiner physikalischen Forschungen, das Bestreben, sie so schnell wie möglich in der Praxis zu realisieren. Unter seiner Leitung wurden im Institut für Kernphysik Beschleuniger origineller Konstruktion für die Bedürfnisse der Volkswirtschaft entwickelt und geschaffen.
G. I. Budkerwidmete auch der Ausbildung junger Wissenschaftler und dem Aufbau einer wissenschaftlichen Schule für Physik in Sibirien sehr viel Kraft. Die Verdienste G. I. Budkers sind von der sowjetischen Regierung hoch gewürdigt worden.

"impuls 68" veröffentliche im 9.Jg Heft 4 und 5 einen Artikel von Prof. Budker unter dem Titel "Auf der Suche nach dem Schicksal der Wissenschaft".

Der Wochenpost-Mitarbeiter Hartmut Moreike war einer der letzten Journalisten, die Prof. Budker kurz vor seinem Tode sprechen konnten. Er beginnt die Schilderung seines Besuches bei Prof. Budker so:
Das Konferenzzimmer liegt in einem angenehmen, indirekten Licht. Beinahe den ganzen Raum füllt ein runder, schwarzer Tisch aus. Seine glatte Oberfläche spiegelt einen Schrank mit dickbändigen Büchern wieder.Die Wand gegenüber zwischen zwei Türen ist von einer grünen Tafel bedeckt, ohne jeden Kreidestrich. Statt unverständlicher Formeln ist auf ihr ein kleiner Karton in einer Ecke befestigt. Etwa das Leitmotiv?

Wer eine Sache machen will,
der findet auch Mittel.
Wer es nicht möchte,
der findet Ausreden.

Prof. Budker steht am Tisch, mittelgroß, breitschultrig, mit gedrungenem Hals, einem runden, beinahe kahlen Schädel, der in einem graugewirkten, respektablen Vollbart ausläuft. Auf der gewölbten Stirn zeichnen tiefe, endgültige Falten die Form der dunklen Brauen nach.
"Ich erinnere mich noch recht deutlich an die Tagung des wissenschaftlichen Rates am Institut für Atomenergie in Moskau. Kurtschatow leitete sie. Es stand das Projekt jener Anlage zur Debatte, mit der zum ersten Mal in der Welt Elementarteilchen der Antimaterie in großen Mengen produziert werden konnten. Niemand

glaubte so recht an unsere Theorie. Kurtschatow gefiel das Projekt, doch er schlug vor, es den drei bekanntesten Kernphysikern des Landes zu übertragen. Alle drei lehnten ab, bezeichneten unsere Idee als Utopie. Wladimir Wechsler, damals schon ein Wissenschaftler von Weltruf, sprang vor Erregung beinahe aus den Hosen, wie wir sagen. Nach diesem Rückschlag lud Kurtschatow mich, den damals blutjungen Wissenschaftler, zu sich in seine "Waldhütte" ein. "Wir werden einen Vorschlag für die Regierung ausarbeiten", sagte er. - Er war kein Fachmann für Beschleuniger. Offenbar hatte sein erfahrener und nüchterner Verstand jedoch sofort erfaßt, wie ernst die Sache war, weil sich die Opponenten dermaßen ereiferten. Die Idee widerspräche nicht den Naturgesetzen, seien hochinteressant, aber praktisch undurchführbar. So lautete das Urteil der Autoritäten. Was den Naturgesetzen nicht widerspricht, das ist machbar. Igor Kurtschatow vertraute auf uns junge Physiker, die gerade erst nach Sibirien übergesiedelt waren. Wissen ist ein Vorteil der Alten, Wagemut ein Vorzug der Jungen.

Die Jahre vergingen, die Aufgabe schien wirklich unlösbar. Es war zum Verzweifeln. Die Teilchenbündel wichen einander aus, und wenn sie zusammenprallten, dann vernichteten sie einander. Schließlich gelang es doch, die Bündel zu zwingen, in Eintracht neue Teilchen zu zeugen. Ich kann das so erzählen, weil ich es mit eigenen Augen gesehen habe." Budker macht eine Pause. Vielleicht denkt er an diese Tage zurück. Er scheint durch uns durch zu sehen.

Mstislaw Keldysch, der damalige Präsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, man nannte ihn scherzhaft einen der drei berühmten "K" (die anderen waren Kurtschatow und Koroljow), fuhr eigens zu diesem Ereignis nach Akademgorodok.

Akademiemitglied Budker holt tief Luft und fährt fort: "Keldysch hatte Wechsler, unseren härtesten Opponenten, mitgebracht. Der wollte anfangs nicht so recht. "Was soll ich schon in Sibirien?" Zwei Tage ging er dann schweigend durch unser Institut. Am dritten Tag war wissenschaftlicher Rat, hier an diesem Tisch.

Ich bat die hohen Gäste um ihre Meinung zur Arbeit unseres Forschungskollektivs. Genosse Keldysch erteilte Wladimir Wechsler das Wort und lächelte schlau. Wechsler erhob sich und sagte:

"Wie Sie alle wissen, war ich immer gegen diese Methode. Ich

glaubte, daß dabei nichts herauskommt. Meine Mitarbeiter behaupteten das gleiche. Aber es ist besser, einmal zu sehen als siebenmal zu hören. Ich möchte offiziell erklären, daß ich nicht geirrt habe. Diese Methode hat eine großartige Zukunft. Und was in meinen Kräften steht, so werde ich diese wunderbare Arbeit unterstützen."

Aus: "Wochenpost" 30/1977 (redaktionell bearbeitet)

Farbensinn der Bienen und Wespen

Neuerdings hat Sir John Lubbock eine Reihe sinnreicher Experimente über die Gewohnheiten der Bienen und Wespen gemacht, insbesondere darüber, wie die genannten Insekten die verschiedenen Farben unterscheiden.
Beim ersten Versuche breitete er in der Nähe eines Bienenstockes kleine Mengen von Honig auf verschieden gefärbten Schachteln aus, auf weißen, gelben, orangenen, grünen, blauen und roten. Der größte Teil der Bienen besuchte die gelben und orangenen Schachteln und zeigte so eine ausgesprochene Vorliebe und Sympathie für diese zwei Farben.
Darauf machte er einen noch instruktiveren Versuch; er legte gleiche Mengen von Honig in ein von blauem und ein von gelbem Papier gemachtes Gefäß; dann brachte er eine Biene an das blaue Gefäß, und nachdem diese dann dort von selbst schon zwei Besuche gemacht hatte, wechselte er die beiden Gefäße, indem er das gelbe an die Stelle des blauen und das blaue an die Stelle des gelben setzte. Nichts destoweniger fuhr die Biene fort, das blaue Gefäß zu besuchen. Die Umwechslung wiederholte er dann einige Male und immer mit dem gleichen Erfolg. Analoge Versuche machte er mit einer Wespe, und diese benahm sich ganz ebenso wie die Biene.
Dadurch ist deutlich die Funktion der gefärbten Blütenteile erwiesen; es dienen diese Organe den bestäubenden Insekten als Wegweiser, wonach sie ihre Besuche auf bestimmte Blütenarten beschränken können, und bei dem Bestäubungsgeschäft beträchtlich Zeit und Mühe gespart wird.
(Dinglers Polytechnisches Journal 227, 1878, S. 592).

Dr. Ludwig Haase
Dipl.-Chem. Klaus Bellstedt
Dipl.-Chem. Harald Räthe
FSU Jena Sektion Chemie

Chemische Kampfstoffe - Chemische Struktur, Analytik und Wirkungsweise (Teil 2)

CHEMIE

In Teil 1 dieses Beitrages wurde über Historie und gegenwärtige Bedeutung chemischer Kampfstoffe berichtet. Die dort begonnenen Ausführungen zu wichtigen Kampfstofftypen sollen in diesem Teil fortgesetzt werden.

2.2. Lungengifte

Mit dem Einsatz von Chlorgas (6) und Phosgen[9] (7) an der Westfront begann 1915 der "moderne" chemische Krieg.

$$Cl - Cl \quad (6) \qquad O = C\begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown Cl \end{matrix} \quad (7)$$

Phosgen war einer der wichtigsten Kampfstoffe im ersten Weltkrieg. Es ist großtechnisch durch Überleiten von Chlor und Kohlenoxid bei 100 - 120 °C über einen Aktivkohle-Katalysator leicht zugänglich (8).

$$Cl_2 + CO \xrightarrow{\text{Kat./100-120 °C}} COCl_2 \quad (8)$$

Der Nachweis dieser Kampfgase erfolgt heute vorwiegend mittels Gasprüfröhrchen (ein bekannter Prüfröhrchentyp für zivile Zwecke ist das Alkoholprüfröhrchen). Als typisches Lungengift verursacht Phosgen zunächst nur einen leichten Augen- und Hustenreiz. Danach kann der Vergiftete bis zu drei Tagen weitgehend beschwerdefrei sein. In der Zwischenzeit wird das Lungengewebe bis zu einem Zustand zerstört, wo nicht mehr genügend Sauerstoff aufgenommen werden kann. Schlagartig kommt es

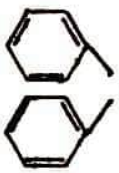
---

[9] Kohlensäuredichlorid; wurde schon 1812 von DAVY entdeckt

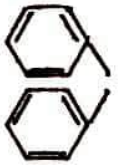
dann zu Erstickungsanfällen und der Tod tritt schnell ein. Chlor und Phosgen lassen sich an speziell präparierter Aktivkohle in weniger schädliche Verbindungen überführen, und so wurden bald nach deren Einsatz wirksame Atemschutzfilter entwickelt.

2.3. Nasen - Rachen - Reizstoffe

Gegenwärtig sind besonders drei Vertreter dieser Kampfstoffklasse von Interesse, die unter den Decknamen CLARK I für Diphenylarsinchlorid (9), CLARK II für Diphenylarsincyanid(10) und ADAMSIT für Phenarsazinchlorid (11) bekannt wurden.

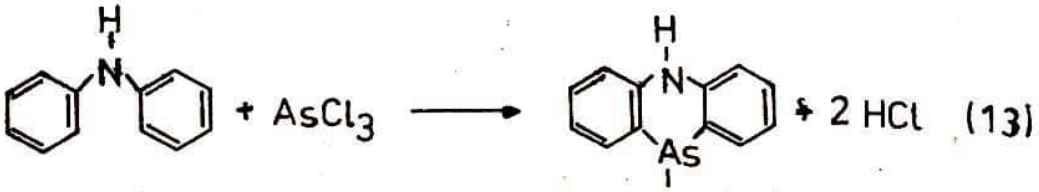


(9)



(10)

Adamsit, das von den USA in Vietnam eingesetzt wurde, ist technisch aus Diphenylamin (12) und Arsentrichlorid erhältlich (13).

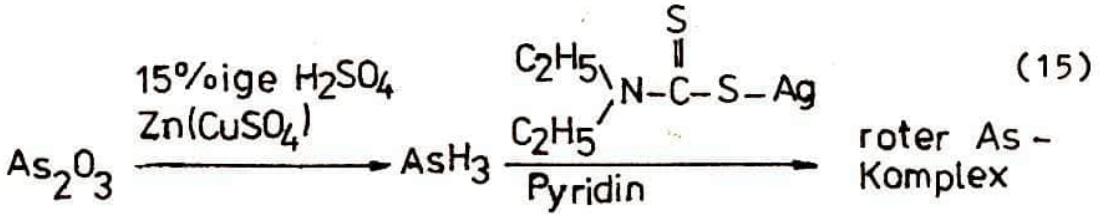


(13)

(12) (11)

Für den analytischen Nachweis muß zunächst das organisch gebundene Arsen durch eine Aufschlußreaktion in Arsentrioxid As_2O_3 überführt werden. Letzteres wird mit Zink zu Arsenwasserstoff AsH_3 reduziert, der mit der gelben Lösung von Silberdiethyldithiocarbaminat (14) in Pyridin einen intensiv rot gefärbten Arsenkomplex bildet (15).

(14)



(15)

Die sehr empfindliche Nachweisreaktion hat eine Erfassungsgrenze [10] von 0,04 µg.
Weil die genannten arsenorganischen Kampfstoffe kristalline Verbindungen sind, werden sie bevorzugt als Aerosole [11] eingesetzt. In dieser Form durchdringen sie Schutzmasken, die nicht mit Schwebstoffiltern ausgerüstet sind. Sie wurden deshalb im ersten Weltkrieg auch unter dem Namen "Maskenbrecher" unrühmlich bekannt.
Schon zwei bis drei Minuten nach Einwirkung stellen sich Hustenreiz und Atemnot sowie unerträgliche Schmerzen in der Kopfregion ein. Quälende Schmerzen in der Brust, Kurzatmigkeit, Schwindelgefühl und Erbrechen machen den Vergifteten handlungsunfähig. Hört die Einwirkung rechtzeitig auf, erholt sich der Betroffene nach ein bis zwei Stunden fast vollständig.
Zur Entgiftung verwendet man zweckmäßig verdünnte Natronlauge.

2.4. Augenreizstoffe

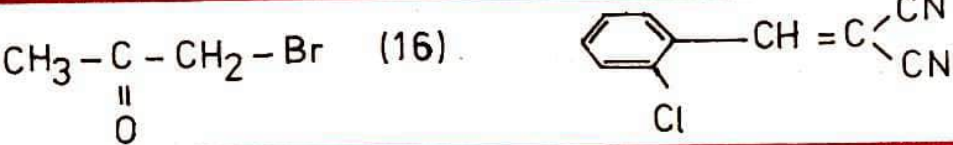
Obwohl die bisher behandelten Kampfstoffe wirksamer sind, haben Augenreizstoffe bis heute nicht an Bedeutung verloren. Sie werden bei militärischen Übungen sowie zur Schädigung überraschend überfallener rückwärtiger Truppenteile eingesetzt. Immer mehr kommen sie in imperialistischen Staaten zur Anwendung (Tränengasgranaten, Wasserwerfer), um unliebsame Demonstrationen brutal zu zerstreuen. Skrupellos erfolgt der Einsatz gegen Teile der Zivilbevölkerung, ohne Rücksichtnahme auf Langzeitwirkung und zu erwartende Spätschäden.
Mit Bromaceton (16) und CS [12] (17) sollen nur zwei Vertreter einer breiten Palette vorgestellt werden.

---

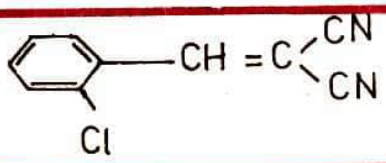
[10] Erfassungsgrenze = kleinste Menge eines Stoffes, die mit einem bestimmten Reagens bei bestimmten Ausführungsweisen gerade noch nachgewiesen werden kann. 1 µg = 0,001 mg.

[11] In Gasen verteilte feste oder flüssige Teilchen von ca. 0,0001 bis 0,1 mm Durchmesser; Anwendung z.B. bei Spray-Dosen.

[12] ortho-Chlorbenzylidenmalodinitril; von den USA gegen das vietnamesische Volk eingesetzt.



(16)



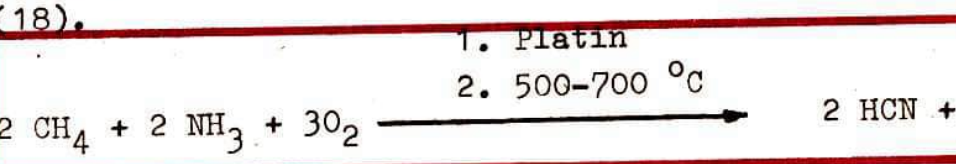
(17)

Die zitierte Literatur [15-17] ermöglicht für Interessenten eine weitergehende Information über Darstellung, Nachweis und Entgiftung.

2.5. Nervengifte

Eines der bekanntesten und stärksten klassischen Nervengifte ist der Cyanwasserstoff HCN. Als Blausäure oder Zyklon B wurde diese Substanz von den deutschen Faschisten zur Massenausrottung (Vergasung) von Menschen verbrecherisch mißbraucht.

Der industriellen Darstellung liegen meist katalytische Verfahren zugrunde, so z.B. die partielle Oxidation eines Methan-Ammoniak-Gemisches mit Luftsauerstoff an Platin-Katalysatoren (18).

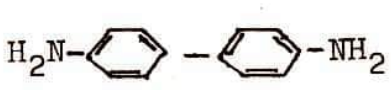


(18)

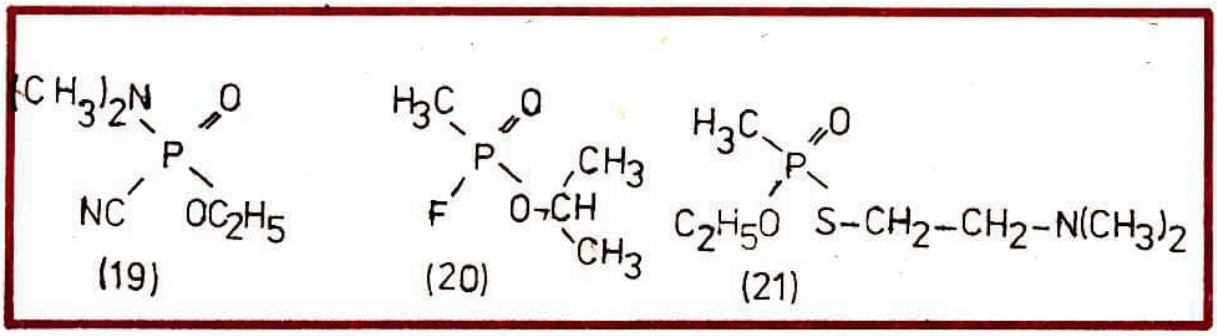
Der Nachweis erfolgt sowohl mittels Gasprüfröhrchen als auch labormäßig durch Umsetzung mit Benzidin [13] zu einem roten Farbstoff. Die Giftigkeit der Blausäure und ihrer Salze (z.B. Kaliumcyanid KCN - auch Cyankali genannt) ist allgemein bekannt. Wird die tödliche Dosis von 1,0 mg HCN/kg Körpergewicht für den Menschen überschritten, wird dem Betroffenen sofort schwindlig, nach 10 bis 20 Sekunden wird er bewußtlos und windet sich in Krämpfen. Die Atmung hört bis auf eine gelegentliche "Schnappatmung" auf, und obwohl das Herz noch einige Minuten weiterschlägt, endet die Vergiftung tödlich.

Deutsche IG-Farben-Chemiker erkannten die Wirkung phosphororganischer Verbindungen als ultrastarke Nervengifte. Ihre Erprobung im zweiten Weltkrieg wurde nur durch die Zerschlagung der faschistischen Wehrmacht verhindert.

---

13) 

Ausgehend von Phosphortrichlorid PCl_3 und Phosphoroxychlorid $POCl_3$ läßt sich in technisch gut beherrschten Synthesen eine Vielzahl äußerst giftiger Organo-Phosphor-Verbindungen darstellen [15]. Als repräsentative Vertreter sollen TABUN (19), SARIN (20) und ein V-Kampfstoff (21) vorgestellt werden [14], deren Giftwirkung in der angegebenen Reihenfolge zunimmt.



Die analytische Erfassung solcher Kampfstoffe ist sehr kompliziert und soll an dieser Stelle nicht behandelt werden.

Organo-Phosphor-Verbindungen unterbinden die Reizleitung im Nervensystem und verursachen dadurch neben anderen Wirkungen in kürzester Zeit eine tödliche Atemlähmung. Wegen der enormen Giftigkeit dieser Verbindungen gibt es in der Regel keine sichere Kenntnis der LD_{50}-Werte beim Menschen. Im Mittel lösen schon 0,0005 mg Sarin pro Liter Luft nach 1 bis 2 Minuten schwerste Vergiftungssymptome aus. Die tödliche Wirkung verdeutlicht auch nachstehende Zusammenstellung:

1 Tropfen SARIN auf der Haut

● Entgiftung innerhalb 2 Minuten	80 % Überlebenschancen
● Entgiftung innerhalb 5 Minuten	30 % Überlebenschancen
● Entgiftung innerhalb 10 "	keine Überlebenschancen

---

14) TABUN - Dimethylaminocyanophosphorsäureethylester
SARIN - Methylfluorphosphorsäureisopropylester
V-KAMPFSTOFF - z.B. O-Ethyl-S-dimethylaminoethylmethylphosphorsäureester

Eine wirksame Methode zur Entgiftung phosphororganischer Kampfstoffe ist die Umsetzung mit Chlorkalk unter bestimmten Reaktionsbedingungen. Nachweis und Entgiftung stellen jedoch an die Angehörigen der bewaffneten Organe höchste Anforderungen, da stets unter vollständiger Schutzkleidung gearbeitet werden muß.

3. Chemische Waffen müssen verboten werden!

Die USA und ihre Verbündeten entwickelten in den letzten Jahren neben Schmerzstoffen und Psychogiften (z.B. LSD) besonders die sogenannten Binärwaffen (aus zwei Stoffen bestehend) weiter. Hier werden zwei wenig giftige Ausgangskomponenten erst nach dem Aufschlagen des Geschosses im Gelände miteinander vermischt. In einer darauffolgenden chemischen Reaktion vereinigen sich beide Komponenten zu einem hochgiftigen V-Kampfstoff. Eine Kontrolle der Kampfstoffvorräte wird dadurch sehr erschwert, wenn nicht unmöglich, da nur die wenig giftigen Komponenten gelagert werden.

Andererseits steht fest, daß phosphororganische Verbindungen nicht nur abscheuliche Massenvernichtungsmittel sondern auch wertvolle Präparate zur Hygiene, zum Pflanzen- und Vorratsschutz vor Schädlingen, ja selbst Medikamente gegen Krebs und andere schwere Krankheiten sein können.
Es gibt deshalb nur einen Weg, der von der Sowjetunion und an ihrer Seite von allen sozialistischen Staaten und antiimperialistischen Kräften beschritten wird:

Der Kampf um das bedingungslose Verbot der Anwendung chemischer Waffen und damit die Verhinderung des Mißbrauchs der Organo-Phosphor-Verbindungen für militärische Zwecke.

Literatur

15) LOHS, K. Synthetische Gifte; Militärverlag der DDR, 1973

16) Autorenkollektiv Schutz vor Massenvernichtungsmitteln; Militärverlag der DDR, 1975

17) Weltföderation der Wissenschaftler Chemische Waffen müssen verboten werden; 1975

BÜCHERMARKT

Dieter B. Herrmann

„Vom Schattenstab zum Riesenspiegel"

Verlag Neues Leben Berlin 1978, 1. Auflage
219 Seiten, zahlreiche Abbildungen im Text, Preis: 16,80 M

"2000 Jahre Technik der Himmelsforschung" (Untertitel) auf rund 200 Seiten eines populärwissenschaftlich geschriebenen, gut illustrierten Buches - das verbirgt sich hinter dieser Neuerscheinung, verfaßt von Dr. Herrmann, dem Direktor der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow und Mitglied der kürzlich an der AdW der DDR gegründeten GWR (Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt).

Weltraumforschung bedeutet heute nicht mehr nur erdgebundene Astronomie, sondern schließt Erkundungen des Alls mittels Raumsonden, Sputniks, Orbitalstationen und bemannten Raumschiffen ein. Der Autor deutet diese Möglichkeiten im letzten Kapitel seines Buches an, im übrigen behandelt er jedoch die Entwicklung der terrestrischen Astronomie vom Altertum bis heute. Die einzelnen Kapitel tragen die Überschriften "Himmelskunde ohne Fernrohr", "Künstliche Augen entdecken den Himmel", "Sterne über den Ozeanen", "Vorstoß in die Tiefen des Raumes" und "Augen für das Unsichtbare". Man bekommt eine chronologische Darstellung der astronomischen Beobachtungstechnik geboten, unterstützt von gut ausgewählten Fotos (Kunstdruckeinlagen) vor allem von den bekanntsten Observatorien und Volkssternwarten der DDR und des sozialistischen Auslandes. Auch die farbigen Zeichnungen im Text sprechen Schüler der 8. - 12. Klassen sicher besonders an und dürften das Interesse auf bestimmte technische Probleme der praktischen Himmelsbeobachtung lenken.

Hervorgehoben seien die Abschnitte "Das Riesenauge von Selentschukskaja" und "Kosmische Hörrohre" sowie die sich daran anschließenden Kapitel, weil diese Entwicklungsphase der Beobachtungstechnik in den Astronomielehrbüchern der 10. Klasse bisher naturgemäß fehlt.

Wolfgang König

BÜCHERMARKT

Wissenswertes:

Reine Luft mit Hilfe des Laserstrahls

Aus der Zeitung „Sozialistitscheskaja Industrija"

Die Reinheit der Atmosphäre zu überwachen ist eine sehr komplizierte Angelegenheit, vor allem, weil dies aus grösserer Entfernung zu erfolgen hat. Die Frage war, wie ein solches Überwachungssystem geschaffen werden kann. Vielleicht auf der Grundlage der Funkwellen? Doch ist die Länge einer solchen Welle um ein Vielfaches größer als der Durchmesser einer Verschmutzungskomponente.
Um diese Komponenten anzupeilen, muß man sich schon der Strahlen in einem sehr kurzen Wellenbereich, z.B. der Laserstrahlen, bedienen. Zu diesem Zweck entwickelte man Laserortungsgeräte. Mit ihrer Hilfe kann man Staub, Rauch, Wasser und sogar manche Gase in der Luft, im Umkreis von über zehn Kilometern ausmachen.
Zum erstenmal setzte man Laserorter in Leningrad ein, um die Stadtluft auf ihre Sauberkeit hin zu überprüfen. Mit der Laserortung kann man ein Territorium von Dutzenden Quadratkilometern inspizieren und Karten zusammenstellen, die ein objektives Bild über den Grad der Luftverschmutzung in der Stadt ergeben. So erhält man einen genauen Überblick über Zonen mit erhöhter Verunreinigung, ihre Verbreitungstendenzen und ihre Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen. Vergleicht man eine solche Karte mit einem Schema der Standortverteilung von Produktionsstätten, kann man leicht feststellen, wer welchen "Beitrag" zur Verunreinigung leistet. Die Ergebnisse der Laserortung werden bei der Planung von Wohnbezirken, Kindereinrichtungen, Erholungszonen, sowie beim Anlegen von Hauptverkehrsstraßen berücksichtigt. Nun plant man, ein automatisiertes System zur Kontrolle der Sauberkeit der Luft zu schaffen. Einige in verschiedenen Stadtteilen installierte automatische Laserortungsstationen wer-

den Vermessungen vornehmen und deren Ergebnisse an eine Zentrale weiterleiten. Ein großer Bildschirm wird hier den Luftverschmutzungsgrad in verschiedener Höhe anzeigen, während eine Auswertung von sich über Jahre erstreckenden statistischen Angaben Aufschluß über die Gesetzmäßigkeiten der Schmutzverteilung gibt und es gestattet, die Qualität der Luft zu prognostizieren.
Vorläufig handelt es sich um eine Luftkontrolle von ortsfesten Anlagen von der Erde aus. Welche Perspektiven eröffnen sich aber erst, wenn man ein Flugzeug oder ein Raumschiff zu diesem Zweck einsetzt! Ein auf die Erde gerichteter Laserstrahl könnte gleichzeitig mehrere Aufgaben erfüllen, z.B. die Qualität der Atmosphäre im ganzen Land überprüfen und das komplizierte Bodenrelief untersuchen. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus ist das vorteilhafter, als in jeder Großstadt ein Lasersystem (Kostenpunkt: einige Millionen Rubel) zu errichten. Die kosmische Laserortung könnte die Angaben der irdischen ergänzen und zur Aufrechterhaltung gesunder Lebensbedingungen auf der Erde beitragen.

Steffen Beyersdorfer
Dipl.-Phys.
Sektion Physik
FSU Jena

Azur und Morgenrot (Teil 1)

PHYSIK

Die blaue Färbung des wolkenlosen Taghimmels, das Azur, ist jedem eine selbstverständliche, unbewußt als normal empfundene Erscheinung der Umwelt. Die durch den blauen Himmel strahlende Sonne erscheint dem irdischen Beobachter weiß bis gelblich. Veränderungen dieses Farbbildes sind die vom rötlich-rosa Schimmer bis zum kräftig leuchtenden Rot reichenden Farben des Himmels zur Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne, die dann häufig über dem Horizont als rote Scheibe steht.

Die tägliche Wiederholung dieser gewohnten Farbspiele am Himmel kann in seltenen Fällen durchbrochen werden. So sahen an einigen Tagen im September des Jahres 1950 über großen Teilen Europas und Nordamerikas die Sonne blau und an verschiedenen Orten der Himmel rings um die blaue Sonne rot aus. Der gewöhnlich in gelber Farbe leuchtende Mond nahm wie die Sonne eine blaue Farbe an.

Diese verschiedenen Farberscheinungen am Himmel entstehen durch die Streuung des von der Sonne auf die Erde fallenden Lichtes an den Luftmolekülen und kleinen Schwebeteilchen der Erdatmosphäre. In diesem Artikel werden physikalische Gesetzmäßigkeiten der Streuung von Lichtstrahlung an Teilchen dargelegt und auf die Erklärung der einzelnen Phänomene angewandt.

1. Beschreibung der Streuung elektromagnetischer Strahlung an kleinen Teilchen

Trifft eine elektromagnetische Welle, z. B. Licht, auf ihrem Weg durch einen Stoff der Brechzahl n_o auf einen sehr kleinen Bereich, dessen Brechzahl n verschieden ist von n_o, so erfährt ein Teil der ankommenden elektromagnetischen Strahlung - auch

Primärstrahlung genannt - eine Wechselwirkung mit dem Stoff der Brechzahl n. In deren Folge wird dem Primärstrahl Energie entzogen und vom Zentrum der Wechselwirkung mit unterschiedlicher Stärke nach allen Raumrichtungen wieder ausgestrahlt. Dieser Vorgang heißt Streuung. Der kleine Bereich mit der Brechzahl m wird Streuzentrum - im folgenden auch mit streuendem Teilchen oder Partikel bezeichnet - genannt. Im Falle von Lichtstreuung in der Erdatmosphäre stellen die Luftmoleküle, deren Brechzahl n äußerst geringfügig verschieden von der des sie unmittelbar umgebenden molekülfreien Raumes ($n_o = 1$) ist, und die in der atmosphärischen Luft ($n_o \approx 1$) suspendierten feinen Schwebeteilchen, z. B. die Wassertropfen ($m = 1.33$) der Wolken, sowie Staubteilchen die Streuzentren dar. Befinden sich in einem kleinen Volumen ΔV mehrere streuende Teilchen, so wirken die einzelnen Streuzentren unabhängig voneinander. Die Intensität der gesamten gestreuten Strahlung ist die Summe der Intensitäten der einzelnen Streuprozesse.

Bei der Untersuchung der allgemeinen physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Streuprozesses wird angenommen, daß die Streuzentren Kugelgestalt haben, aus homogenem Material (Brechzahl n) bestehen und in einem Stoff der Brechzahl $n_o = 1$ (Vakuum oder in sehr guter Näherung Luft) verteilt sind.

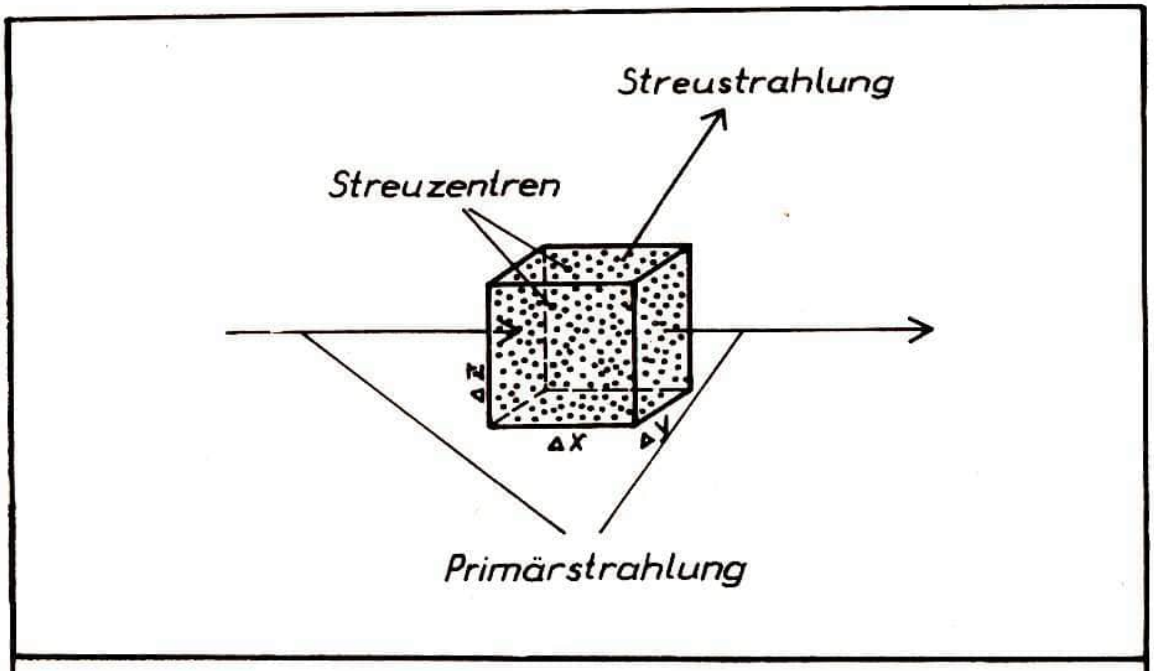


Abb. 1 : Streuender Volumenbereich ΔV

Um die Streuung in einem Medium untersuchen zu können, wird ein kleiner Volumenbereich $\Delta V = \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z$ (Abb. 1), in dem,

$$\Delta N = N \cdot \Delta V \qquad (1)$$

Streuzentren enthalten sind, betrachtet.

N = Anzahl der Streuzentren pro Volumeneinheit

Fällt auf den Volumen-Bereich ΔV ein Lichtstrahl der Intensität I_o (Energie pro Zeit), so beträgt die Intensität ΔI der gesamten in ΔV gestreuten Strahlung - vernachlässigbar kleine Absorption und Reflexion vorausgesetzt -

$$\Delta I = I_o \cdot b \cdot \Delta x, \qquad (2)$$

(b - Streukoeffizient).

Sie ist also neben der durchstrahlten Weglänge Δx und der Primärintensität I_o proportional einer Konstanten b, dem Streukoeffizienten. Der Streukoeffizient gibt den pro Längeneinheit gestreuten Anteil der Primärstrahlung an und bringt die Abhängigkeit von ΔI von den Kenngrößen des streuenden Mediums zum Ausdruck. Die Intensität ΔI der gestreuten Strahlung ist der Dichte N der Streuteilchen proportional, da diese unabhängig voneinander streuen. Folglich kann der Streukoeffizient in der Form

$$b = N \cdot C \qquad (3)$$

geschrieben werden, wobei mit der Konstanten C die Stärke der Streuung am einzelnen Teilchen zu berücksichtigen ist. Da die Stärke der gestreuten Strahlung von der Teilchengröße, insbesondere von der geometrischen Querschnittsfläche

$$Q = \pi \varrho^2 \qquad (4)$$

(ϱ - Radius eines kugelförmigen Streuzentrums)

abhängt, erweist es sich als sinnvoll, C als Produkt dieses Querschnittes Q mit einer Konstanten K darzustellen.

$$C = Q K = \pi \varrho^2 K \qquad (5)$$

Aus den Beziehungen (3) und (5) ergibt sich der Streukoeffizient

$$b = N \pi \varrho^2 K \qquad (6)$$

in der sowohl für experimentelle als auch theoretische Untersuchungen geeigneten Form. Die Konstante K heißt Streuquerschnitt. Sie gibt an, um das Wievielfache b größer ist als der geometrische Querschnitt $N\pi\varrho^2$ sämtlicher in einer Volumenein-

heit enthaltenen Teilchen. K ist eine Funktion der Streuzentrengröße (ϱ), der Brechzahl n sowie der Wellenlänge λ der elektromagnetischen Strahlung und kann für den konkreten Fall mit Hilfe umfangreicher theoretischer Überlegungen ermittelt und im Experiment überprüft werden.

Zu untersuchen ist nun die Verteilung des insgesamt gestreuten Lichtes Δ I auf die verschiedenen Richtungen des Raumes. Dazu werden zwei Größen eingeführt, der Raumwinkel und die Strahlungsstärke.

Analog der Definition des ebenen Winkels als Bogenstück des Einheitskreises wird ein Raumwinkel Ω definiert als Flächenstück F der Oberfläche einer Einheitskugel (Abb. 2). Für den gesamten Raum gilt z. B.

$$\Omega = 4\pi \quad \text{(Oberfläche der Einheitskugel)} \qquad (7)$$

Mit Hilfe der Größe Ω läßt sich eine Aussage über die Stärke der von einem Punkt oder einem sehr kleinen Volumenbereich in einer bestimmten Richtung ausgesandten Strahlung treffen.

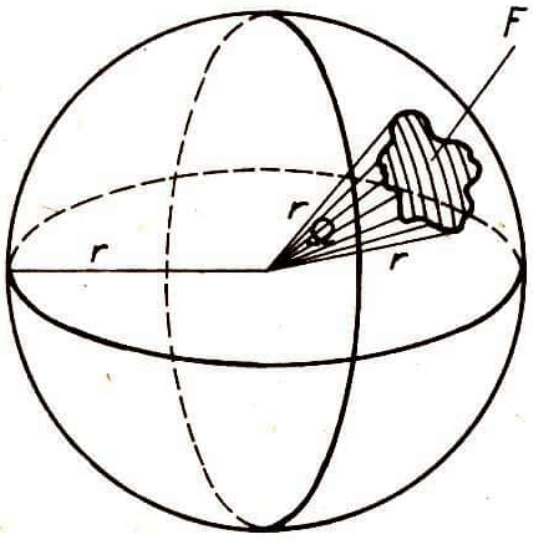


Abb. 2 : Veranschaulichung eines Raumwinkels Ω

Die mit

$$J = \frac{I}{\Omega} \qquad (8)$$

wobei I - Intensität der Strahlung, die in den Raumwinkel Ω hineingestrahlt wird

definierte Größe, die Strahlungsstärke (Energie pro Zeit und Raumwinkel), charakterisiert die Stärke der von einem Punkt bzw. kleinen Volumenbereich in eine bestimmte Richtung ausgestrahlten elektromagnetischen Welle.

Die Anwendung beider Begriffe auf den Streuvorgang ermöglicht auszudrücken, mit welcher Stärke J ein streuender Volumenbereich ΔV Strahlung in eine bestimmte Richtung streut. Wegen der Kugelform der Teilchen hängt J nur von dem Streuwinkel φ , zwischen Richtung der Streustrahlung und Richtung des Primärstrahles, ab (Abb. 3):

$$J = J(\varphi). \qquad (9)$$

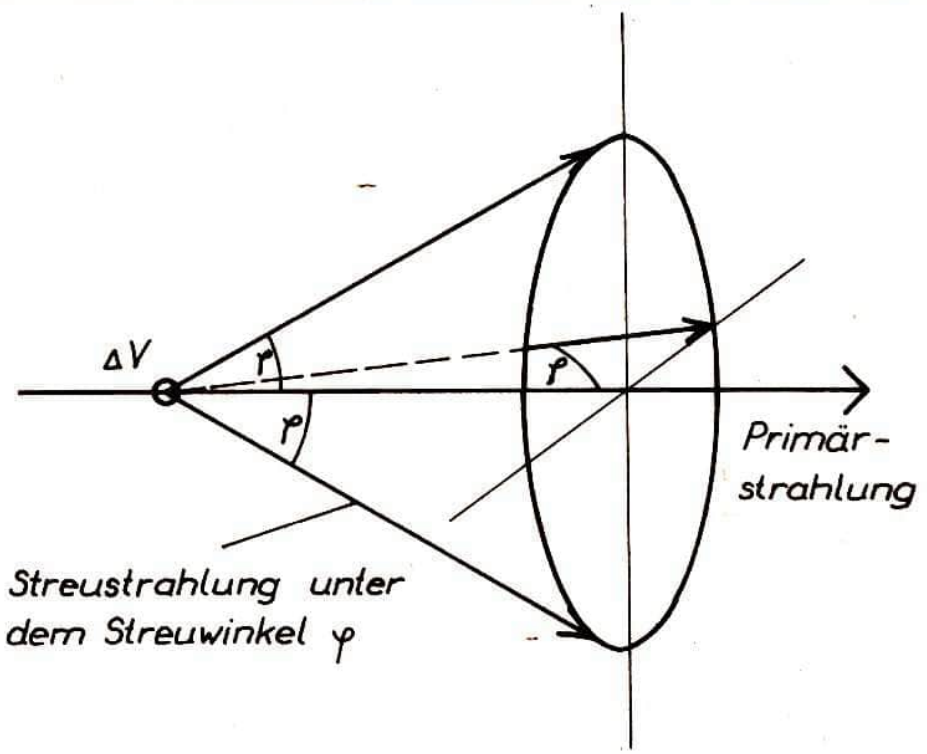


Abb. 3 : Streuwinkel φ

Die Richtungscharakteristik der Streustrahlung gibt die sogen. Streufunktion $\sigma'(\varphi)$ an. $J(\varphi)$ ergibt sich also zu

$$J(\varphi) = \sigma'(\varphi) \cdot \Delta I \qquad (10)$$

mit (2)

$$J(\varphi) = I_0 \cdot b \cdot \sigma'(\varphi) \cdot \Delta x \qquad (11)$$

und mit (6) zu

$$J(\varphi) = \sigma'(\varphi) \cdot K \pi \varrho^2 \cdot N I_0 \cdot \Delta x \qquad (12)$$

$\sigma'(\varphi)$ hängt ebenso wie K von ϱ, λ und n ab und kann durch umfangreiche theoretische Überlegungen gewonnen sowie experimentell überprüft werden.

Die Kenntnis der Funktionen $K = K(\varrho, \lambda, n)$ und $\sigma' = \sigma'(\varphi, \varrho, \lambda, n)$, deren Behandlung unter Abschnitt 2. erfolgt, ermöglicht, in Verbindung mit den Gleichungen (2), (6) und (12) den Streuvorgang vollständig mathematisch zu beschreiben.

(Teil 2 im nächsten Heft)

Papier aus Kenaf

Nach Ansicht von Fachleuten werden künftig Sträucher, Stroh und andere Materialien als Grundstoffe zur Papierfabrikation eine immer größere Rolle spielen, weil Holz einfach zu wertvoll ist, um in die Papiermühlen zu wandern.
Wissenschaftler des US-Landwirtschaftsministeriums haben nach der Prüfung von 3500 Pflanzen auf den Kenafstrauch als faserreichsten Rohstoff hingewiesen. Kenaf, ein 1 bis 3 m hoher Strauch aus der Familie der Hibiskuspflanzen, ergibt pro Hektar Anpflanzung bis zu siebenmal mehr Ausgangsstoffe für die Papierherstellung als Fichtenholz. Dazu kommt, daß der Kenafstrauch schon in vier Monaten als ausgereift gilt, während ein Fichtenbaum fünfzigmal mehr Zeit benötigt, bis er geschlagen werden kann. Der Kenafstrauch könnte eines Tages die Fichtenbäume als Hauptquelle von Faserrohstoffen für die Papierherstellung verdrängen.

wissenschaft im kreuzverhör

Eine Investition in die Zukunft

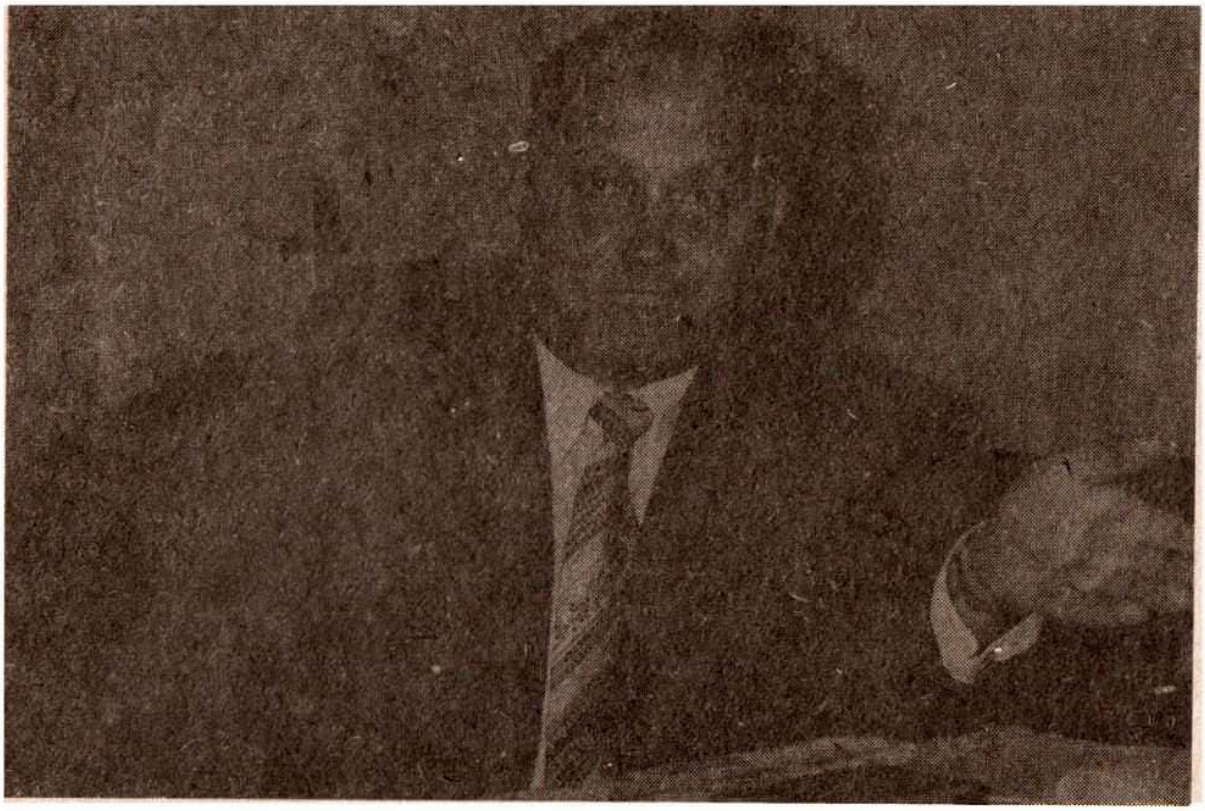
Interview mit Prof. Dr. Hans Joachim Fischer, AdW

Genosse Professor Fischer!

Sie haben schon mehrere Raketenstarts in der Sowjetunion miterlebt.
Was für ein Gefühl war das für Sie?

Der Start ist zum einen der Schlußpunkt der eigenen Arbeit, wo die entwickelten Geräte zum Einsatz kommen, wo alles stimmen muß und zum anderen die überwältigende Beherrschung der Technik durch den Menschen. Die Spannung steigt vor dem Start immer mehr. Im Moment des Startes wirken ungefähr zwei Millionen Pferdestärken, die diese bleistiftförmige Nadel, die Rakete, nach oben treiben. Der Feuerschein des Triebwerkes der Rakete wandert dann immer weiter nach oben. Dann wartet man auf die ersten Ergebnisse der Telemetrie und sagt:
"Jetzt ist der Sputnik auf dem Weg rund um die Erde, kündet vom Forscherdrang des Menschen und von v i e l Arbeit großer, auch internationaler Kollektive."

Zur Person: Jahrgang 1930, Studium der Pädagogik und der angewandten Physik, tätig auf verschiedenen Gebieten der physikalischen Elektronik, der Mikrowellentechnik, der Radioastronomie und der Nachrichtentechnik, seit 1961 an der Akademie der Wissenschaften, mit Beginn der Interkosmoskooperation mit der Entwicklung von Bordgeräten und dazugehörigen Prüfverfahren beschäftigt, 1971 Promotion, 1977 Ernennung zum Professor für angewandte Physik, seit 1973 Direktor des Instituts für Elektronik der AdW in Berlin. Stellvertreter des Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Beirats Interkosmos, Autor mehrerer Fachschullehrbücher, Träger des Ordens "Banner der Arbeit", Nationalpreisträger



Prof. Dr. Hans-Joachim Fischer (Fotos: R. Luthardt)

Wie kommen die Vorzüge der internationalen Integration bei der Interkosmos-Forschung zum Tragen?

Durch eine Spezialisierung der Partner des Interkosmosprogramms konzentrieren sie sich auf ihren, dem jeweiligen Stand der Produktivkräfte und der sich historisch herausgebildeten Fähigkeiten und Möglichkeiten entsprechenden Beitrag zum abgestimmten Gesamtprogramm. Leonid Breshnjew betonte einmal, daß die Zusammenführung der einzelnen Wissenschaftspartner nicht zur Addition sondern zur Multiplikation der Potenzen führt.

Als führende Kraft und als Erfahrungsträger steht natürlich die UdSSR im Zentrum der Kooperation, ohne die das alles nicht möglich wäre. So stellt die Sowjetunion alle notwendige Technik den Partnern kostenlos zur Verfügung. Natürlich helfen sich alle Partner bei der Vorbereitung der Experimente über Ländergrenzen hinweg.
Die Zielsetzung der sozialistischen Staaten bei der Erforschung des Kosmos ist, daß wir
a) Neue Erkenntnisse für die Menschheit gewinnen wollen und

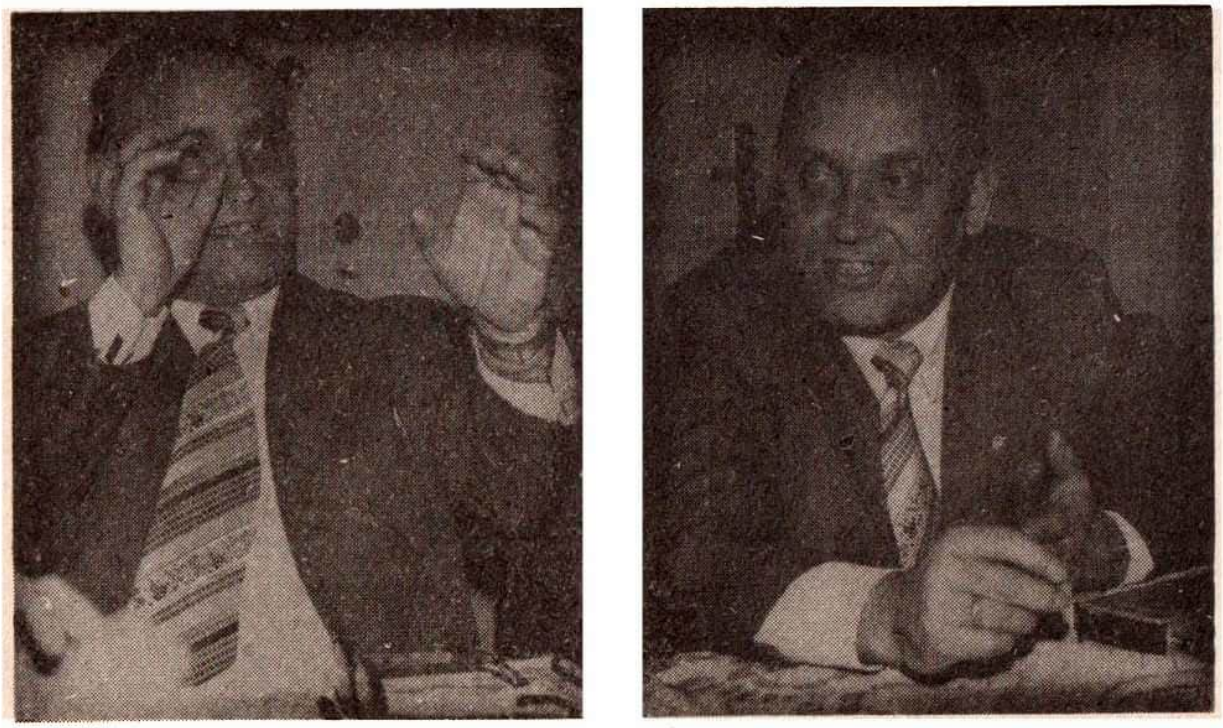
b) Nutzen in der jeweiligen Volkswirtschaft des beteiligten Landes erzielen wollen.

Dieser Nutzen schlägt sich in zweifacher Weise nieder:

1. der primäre Nutzen: Erkenntnisgewinn, Ausbildung der Kader, Demonstration des Standes der Produktivkräfte

2. der sekundäre Nutzen: mehrfaches Anwenden der Ergebnisse auch für andere Zwecke, Beachtung der Patentfähigkeit, interdisziplinäre Kopplung fachspezifischer Ergebnisse.

Es sind Forschungsgruppen entstanden, die in der Lage sind, komplexe Aufgaben zu lösen. Disziplinäre Richtung, z. B. Physik, Chemie und Biologie sind fortgesetzt worden mit neuen Mitteln und Methoden durch die Einbeziehung des Kosmos. Das hat zu neuen Erkenntnissen und zu Rückwirkungen auf die je-



„Daß man sagt, in einem solchen Kollektiv mitzuarbeiten, ist auf der einen Seite Freude und auf der anderen Verpflichtung und harte Arbeit."

weilige Richtung geführt. Schließlich sind Technologien und Techniken entstanden, die in weiten Bereichen der Industrie angewandt werden können.

Professor Dr. Fischer, oft sind schon Beispiele der materiellen Nutzung von Weltraumtechniken in unserer Republik genannt worden.
Könnten Sie die moralische Wirkung auf den Wissenschaftler darlegen?

Das, was die Beschäftigung mit der Wissenschaft bringt, ist einmal die Qualifikation der dort arbeitenden Kader, die ja steigt; zum anderen ist es auch so, daß die Kollektivbildung davon abhängt, wie das Kollektiv motiviert ist. Daß man sagt, in einem solchen Kollektiv mitzuarbeiten, ist auf der einen Seite Freude und auf der anderen Verpflichtung und harte Arbeit. Das formt natürlich auch. Diese Arbeit hat eine Reihe von Kollektiven an den Akademieinstituten ideologisch und in ihrem Zusammenhalt weiter vorangebracht. Das ist auch eine Investittion für die Zukunft, das ist eine Investition in die beteiligten Kader, ist eine Investition für die rasche Weiterentwicklung der Volkswirtschaft.

Eine Reihe der gesammelten Erfahrungen können zielgerichtet zur Verbesserung der Qualität industrieller Erzeugnisse eingesetzt werden. Ein typisches Beispiel ist die Arbeit, die das Kombinat VEB Carl Zeiss Jena im Rahmen der Arbeiten an der MKF-6 geleistet hat. Jeder Betrieb, der an dieser Arbeit, gleich in welcher Form, beteiligt ist, hat eigenen Nutzen.

Professor Dr. Fischer, wagen Sie eine Aussage über die prognostische Entwicklung der Raumfahrt im Jahr 2000?

Die Aktivitäten werden sich auch in der Zukunft noch ähnlich wie jetzt verteilen, nämlich

- Eindringen in den tiefen Weltraum zur Erkenntnisgewinnung
- bemannte Raumfahrt zur Schaffung besserer Anpassungsmöglichkeiten des Menschen an den Kosmos (Langzeitaufenthalt im Kosmos)
- komplexe Fernerkundung der Erde zur Sicherung des Friedens und zur Erkundung der Ressourcen der Erde.

Schöpft die DDR derzeit ihre wissenschaftlich-technischen Potenzen auf dem Gebiet der Kosmosforschung aus?

Im Prinzip ja. Die jetzt daran arbeiten, arbeiten mit voller Kraft. Es gibt aber noch sehr viele, die mitdenken und die später vielleicht auch einmal mitarbeiten können. Im Hochschulwesen sind z. B. noch Erfahrungsträger und -potentiale vorhanden, und es ist auch so, daß der eine und der andere Industriebetrieb noch Erfahrungen hat, aber sich im Moment vielleicht noch nicht traut, mitzuarbeiten.

Manch einer unserer Leser wird den heimlichen Berufswunsch "Kosmonaut" haben. Wie stehen die Chancen, einen Beruf mit einer Beziehung zur Raumfahrt zu ergreifen?

Die Berührungsflächen sind sehr breit. Sie fangen an mit den Gesetzmäßigkeiten im Physikunterricht. Das geht weiter im Denken über komplexe Systeme und das führt dahin, daß der eine oder andere später einen Beruf wählt, der direkt oder indirekt mit dem Kosmos verbunden ist. Dieser Anteil wird steigen. Wenn z. B. ein Schüler in Zukunft den Beruf des Geodäten erlernt, wird er begreifen, daß er nur dann das Land richtig vermessen kann, wenn er kosmische Aufnahmen verwendet und sie richtig auswertet. Es wird auch einige wenige geben, die direkt in der Forschung und Entwicklung oder auch in der Durchführung solcher praktischer Raumfahrtunternehmen mitarbeiten. Aber das wird immer die kleinere Anzahl sein.
So, wie es immer nur eine Primaballerina gibt, aber ein ganzes Ballett wird es immer nur einige wenige geben, die das selbst mitgestalten. So hat z. B. Sergej Pawlowitsch Koroljew auf den Schultern vieler gestanden und hat in sich ihre geballte Kraft verkörpert.

Gen. Prof. Dr. Fischer!
Wir danken Ihnen, auch im Namen unserer Leser, für die Gewährung des Interviews.

(Mit Prof. Dr. Fischer sprach Wilfried Hild).

physikaufgabe 44

Um wieviel Minuten pro Tag geht eine am Äquator geeichte Pendeluhr auf dem Nordpol falsch ?
Geht sie vor oder nach ?

Erdbeschleunigung am Äquator : $g_1 = 9{,}7804\ ms^{-2}$

Erdbeschleunigung am Nordpol : $g_2 = 9{,}8321\ ms^{-2}$

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

---

lösung der aufgabe 36 aus heft 5 /12.jg.

Aufgabe :

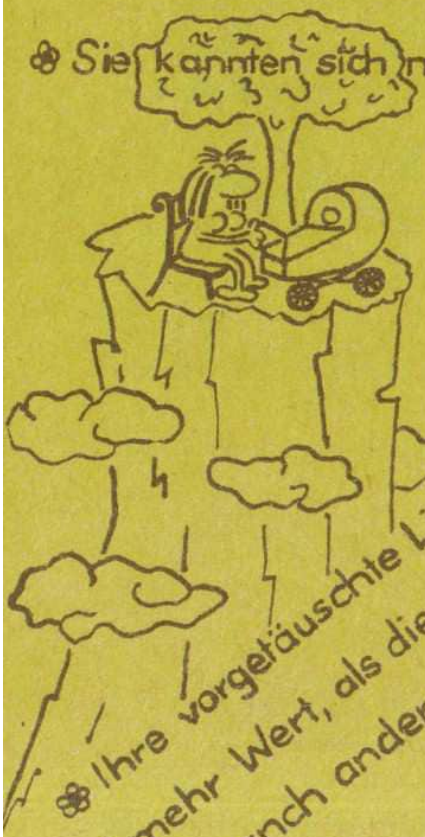
Warum kühlt "Kölnisch Wasser" ?

Lösung :
eingesandt von Gitta H e i n z, 13 Jahre, Neuhaus a. Rwg.

Beim Verdunsten geht das Kölnisch Wasser vom flüssigen zum gasförmigen Aggregatzustand über. Die Wärme, die dazu benötigt wird, wird der Umgebung entzogen. Die Umgebung kühlt sich ab. Wenn es sich bei der Umgebung um die Haut des Menschen handelt, wird auf der Haut ein kühlender Effekt erzeugt. Darum kühlt Kölnisch Wasser.

FRAUEN ✿ FRAUEN ✿ FRAUEN

✿ Sie kannten sich nur vom Sehen, aber nach dem ersten Kind hörte auch das auf.



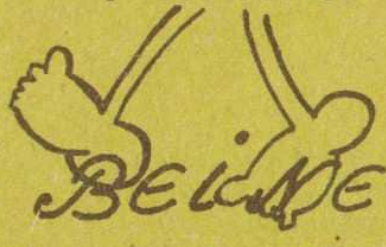
✿ Zu einer schönen Frau: "Veni-vidi-vicisti."
✿ Zu einer anderen: "Wie schade, daß ich Sie nicht 20 Kilo früher kennengelernt habe."

✿ Ihre vorgetäuschte Liebe ist mehr Wert, als die wahre Liebe manch anderer Frau.

✿ Die Männer ahnen nicht, wieviel Verstand man braucht, um sich dumm zu stellen.

✿ Der Altar einer gutgewachsenen Frau ist ihre eigene Figur ✿

✿ *Auch die schönsten*



sind einmal zu Ende.

✿ Wenn man heiratet, baut man sich ein Nest, und dann stellt man erstaunt fest, daß es ein Käfig ist.

jw79

POLNISCHE APHORISMEN

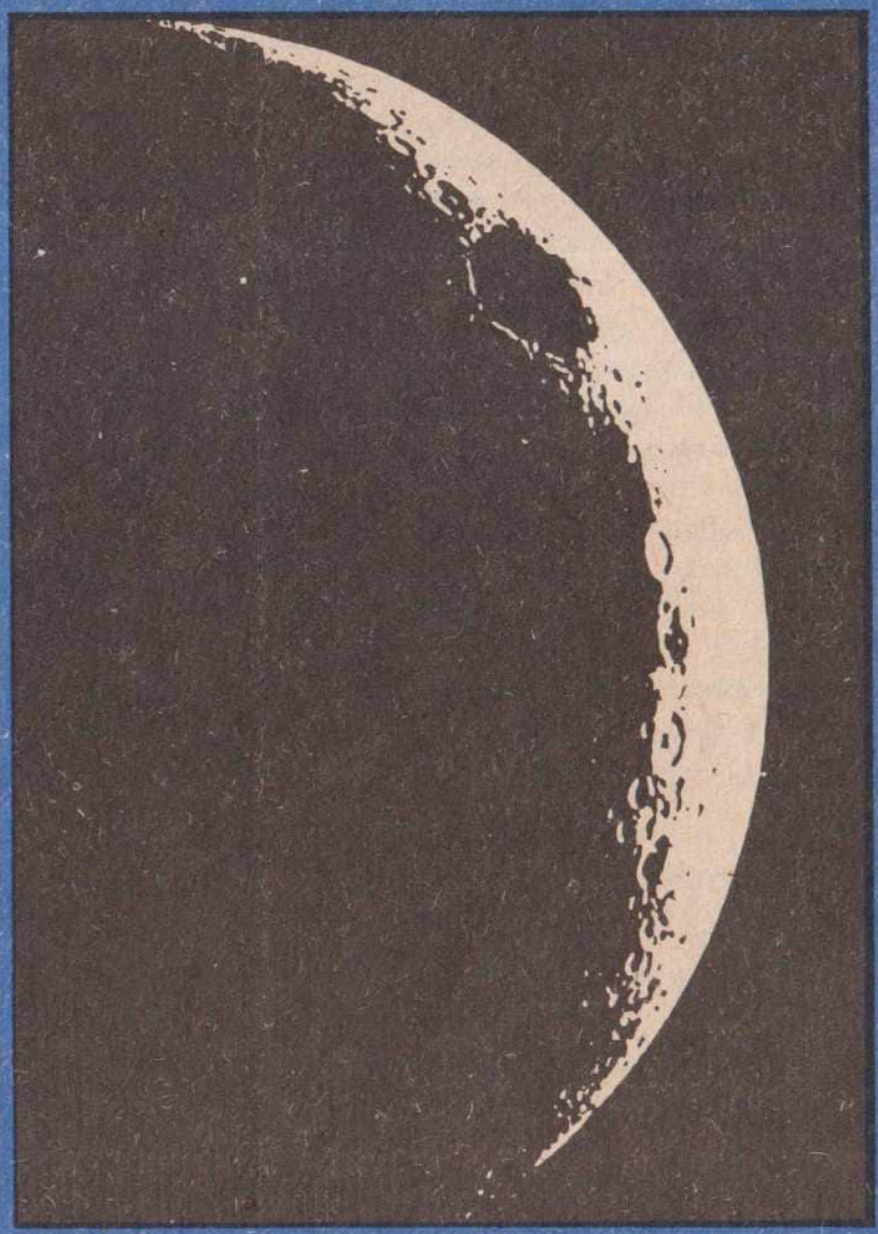
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

13. JAHRGANG (1979/80)

40 Pf

impuls 68

5



Himmelsblau

☆

Mikrobiologische Industrie

☆

Uranus

☆

Professor und Student

Titelbild: Mond, 4 Tage nach dem Neumond (R. L.)

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universitat Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Beyer (Korrektor); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Azur und Morgenrot (2)	PHY	3
Mikrobiologische Industrie – ein neuer Industriezweig entsteht	BIO	11
Mosaik		16
Uranus – ein Ringplanet	AST	17
Professor und Student	DOK	25
Physikaufgabe 45, Lösung Nr. 37		31

Heft 5 gestaltet von R. Luthardt
Redaktionsschluß: 31. 10. 1979

Steffen Beyersdorfer
Diplomphysiker
Sektion Physik
FSU Jena

Azur und Morgenrot (Teil II)

PHYSIK

2. Gesetzmäßigkeiten der Lichtstreuung an kugelförmigen Teilchen

Eine vollständige theoretische Erfassung und Beschreibung des Vorganges der Streuung elektromagnetischer Strahlung an kleinen kugelförmigen homogenen Streuzentren gelang den Physikern John William Rayleigh und Gustav Adolf Ludwig Mie. Rayleigh entwickelte (vor allem in den Jahren 1881 und 1899) eine Theorie der Streuung elektromagnetischer Strahlung an Teilchen, deren Radius ϱ klein gegenüber der Wellenlänge λ der Strahlung ist, $\varrho < \frac{\lambda}{10}$. Mie schuf eine Streutheorie (1908 veröffentlicht), die für Teilchen von beliebigem Radius, also für ϱ kleiner, gleich und größer λ, gilt und die Rayleighsche Theorie als Spezialfall einschließt. Beide Theorien liefern - für den jeweiligen Gültigkeitsbereich - Aussagen über die funktionale Abhängigkeit des Streuquerschnittes $K = K(\varrho, \lambda, n)$ und der Streufunktion $\sigma(\varphi) = \sigma'(\varphi, \varrho, \lambda, n)$ von den Größen ϱ, λ und n.

Die Rayleighsche Streutheorie ergibt

$$K = \frac{8}{3} \left(\frac{2\pi\varrho}{\lambda}\right)^4 \left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\right)^2 . \qquad (13)$$

Die Intensität des Streuprozesses kann berechnet werden, indem K nach Gleichung (13) eingesetzt wird in Gleichung (6). Sie ist proportional der sechsten Potenz - K selbst proportional der vierten Potenz - des Teilchenradius ϱ und umgekehrt proportional der vierten Potenz (λ^{-4}-Gesetz) der Wellenlänge λ. Grössere Teilchen streuen also viel stärker als kleinere. Kurzwelliges Licht (λ klein, blau) erleidet eine wesentlich intensivere Streuung als langwelliges (λ groß, rot).

Die Streufunktion σ' hängt nach der Rayleighschen Streutheorie nicht von ϱ, λ und n ab und ist

$$\sigma'(\varphi, \varrho, \lambda, n) = \sigma'(\varphi) = \frac{3}{16\pi}(1 + \cos^2\varphi) \qquad (14)$$

$\sigma'(\varphi)$ nach (14) eingesetzt in (11) bzw. (12) ergibt die Strahlungsstärke $J(\varphi)$, mit der ein Volumenbereich ΔV unter dem Winkel φ Streulicht emittiert. Sie läßt sich in Form einer "Streufigur" veranschaulichen, wenn auf von einem Streuzentrum strahlenförmig ausgehende Radien der Betrag von $J(\varphi)$ für die jeweilige Richtung eingezeichnet wird (Abb. 4). Die Vorwärtsstreuung und die Rückstreuung erfolgen mit gleicher Intensität und sind doppelt so stark wie die Seitwärtsstreuung ($J(0^\circ) = J(180^\circ) = 2\,J(90^\circ)$). Eingehendere Untersuchungen ermöglichen eine Erklärung dieser bezüglich der $\varphi = 90^\circ$-Ebene symmetrischen Streufigur. Das Streulicht ist additiv aus einer parallel (j_1) und einer senkrecht (j_2) zur Schwingungsebene des einfallenden Lichtes polarisierten Komponente zusammengesetzt, wobei j_1 der "1" im Klammerausdruck $(1 + \cos^2\varphi)$ und j_2 dem Term "$\cos^2\varphi$ " entspricht.

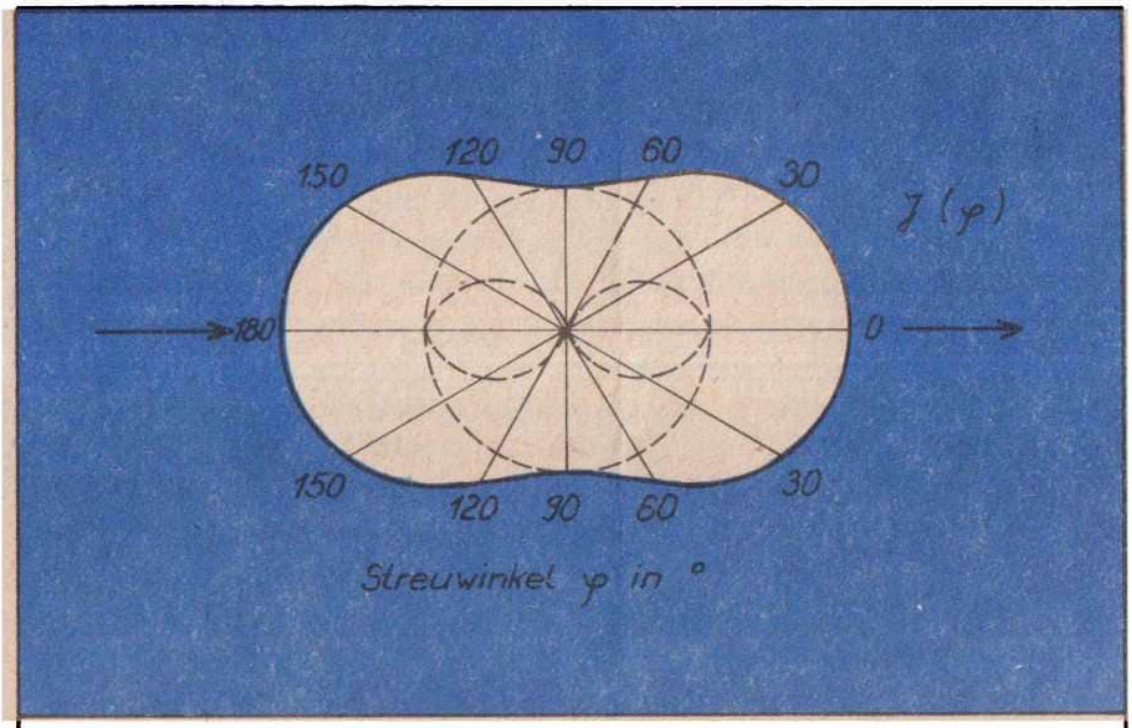


Abb. 4 : Winkelabhängigkeit der Rayleigh-Streuung, dargestellt als Streufigur (Maßstab beliebig)

Die Aussagen der Mieschen Streutheorie lassen sich nicht in so einfachen analytischen Ausdrücken darstellen wie die der Rayleighschen, die Rechnungen sind besonders für größere Teilchen kompliziert. Auch in der Mieschen Streutheorie wird die Streustrahlung als aus zwei senkrecht zueinander polarisierten elek-

tromagnetischen Wellen zusammengesetzt aufgefaßt.

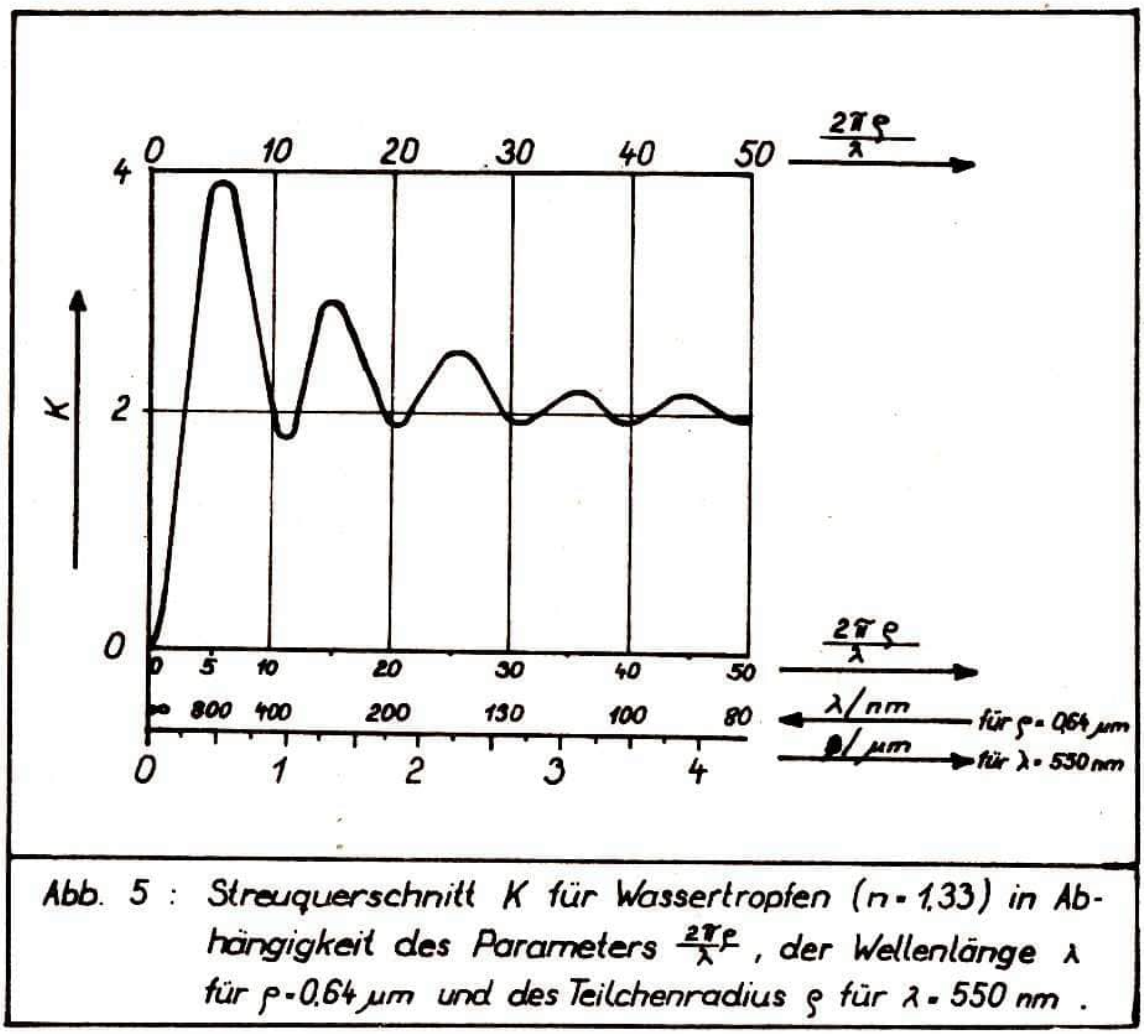


Abb. 5 : Streuquerschnitt K für Wassertropfen (n = 1,33) in Abhängigkeit des Parameters $\frac{2\pi\rho}{\lambda}$, der Wellenlänge λ für $\rho = 0{,}64\ \mu m$ und des Teilchenradius ρ für $\lambda = 550\ nm$.

Abb. 5 zeigt den Streuquerschnitt K für Wassertropfen (n = 1.33) in Luft in Abhängigkeit von ρ und λ . Für andere Brechzahlen n sieht der Kurvenverlauf ähnlich aus. Da K nur von dem Verhältnis $\frac{2\pi\rho}{\lambda}$ abhängt, wurde diese Größe als Abszisse gewählt. Ferner wurden ρ bei festem λ (λ = 550 nm) und λ bei festem ρ (ρ = 0.64 µm) auf der Abszisse angetragen. Im Gegensatz zur Rayleigh-Streuung wächst K (wenn λ = const.) bei der Mie-Streuung nicht unbegrenzt mit der vierten Potenz von ρ , sondern fällt nach Durchlaufen eines hohen Maximums wieder ab, um bei großem Radius ρ nach Durchlaufen weiterer Maxima dem konstanten Grenzwert zwei zuzustreben. Für die Wellenlängenabhängigkeit (ρ = const.) von K gilt bei der Lichtstreuung an größeren Teilchen das λ^{-4}-Gesetz der Rayleighstreuung nicht mehr. Die Kurve $K = K(\lambda)$ durchläuft sowohl Abschnitte positiven als auch Ab-

schnitte negativen Anstiegs, d. h. während es Bereiche gibt, in denen die Stärke der Streuung mit fallendem λ zunimmt - wie bei der Rayleigh-Streuung, jedoch schwächer -, gibt es auch Gebiete, in denen die Intensität der Streuung bei größeren Wellenlängen stärker ist als bei kleinen.

Die Verteilung der Streustrahlung auf die verschiedenen Richtungen des Raumes weist eine sehr komplizierte Winkelabhängigkeit auf (Abb. 6). Die bei der Rayleigh-Streuung vorhandene Symmetrie bezüglich der $\varphi = 90^{\circ}$-Ebene ist verlorengegangen. Das "keulenförmig" nach vorn gestreute Licht überwiegt. Rück- und Seitwärtsstreuung treten fast nicht auf.

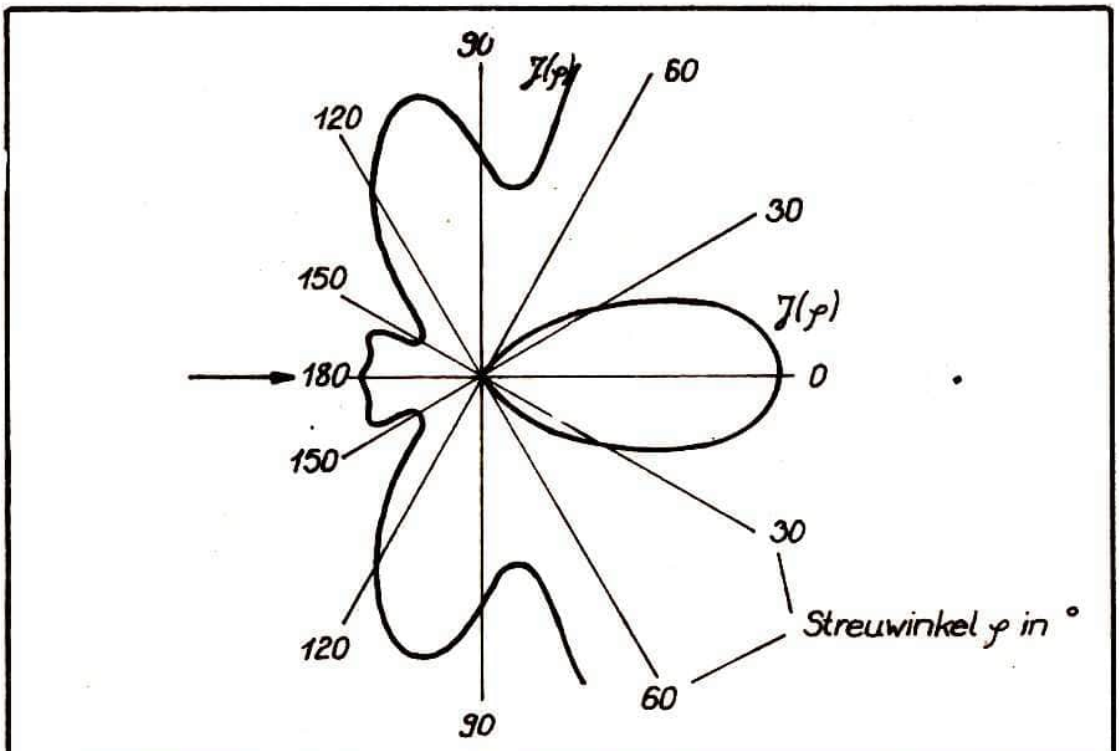


Abb. 6 : Beispiel für die Winkelabhängigkeit der Mie-Streuung, dargestellt als Streufigur für den Fall $n = 1{,}33$, $\varrho = 0{,}3\,\mu m$ und $\lambda = 600$ nm in zwei verschiedenen Maßstäben

Für die Streuung von Licht in der Lufthülle der Erde wirkt die Erdatmosphäre als ein optisches Medium, das zwei grundlegende Arten von Streuzentren enthält, die Luftmoleküle, deren Abmessungen mit $\varrho \approx 0.1$ nm klein sind gegenüber der Wellenlänge λ_S des sichtbaren Lichtes (400 nm $< \lambda_S <$ 760 nm), und die

in der atmosphären Luft suspendierten polymolekularen Schwebeteilchen, die Partikeln des atmosphären Aerosols (z. B. Wolken, Nebel, Dunst, Staub, Mikroorganismen), deren Abmessungen sich mit $10^{-2}\ \mu m < \varrho < 20\ \mu m$ in Größenordnungen um λ_S bewegen. Das Sonnenlicht erfährt also auf seinem Weg durch die Erdatmosphäre Streuung unter den Bedingungen sowohl $\varrho < \frac{\lambda}{10}$ als auch $\varrho \approx \lambda$. Die zu erklärenden Farberscheinungen des Himmels werden folglich durch das Zusammenspiel von Rayleigh-Streuung und Mie-Streuung bestimmt.

3. Blauer Himmel und weiße Wolken

Die blaue Färbung des Himmels entsteht durch Streuung des Sonnenlichtes an den Luftmolekülen. Da die Größe der Luftmoleküle die Bedingung $\varrho < \frac{\lambda}{10}$ erfüllt, laufen die Streuvorgänge nach den Gesetzen der Rayleigh-Streuung ab. Das kurzwellige blaue Licht wird wegen des λ^{-4}-Gesetzes wesentlich stärker gestreut als das langwellige. Dabei wird in der primären Sonnenstrahlung der Anteil kurzwelligen Lichtes (blau) vermindert. Das gestreute Licht mit hohem Blauanteil kann entweder direkt zur Erdoberfläche gelangen (vorwärts gestreute Strahlung) oder auf andere, außerhalb des Primärstrahles liegende Volumenbereiche und die darin enthaltenen Luftmoleküle treffen (seit- und rückwärts gestreutes Licht) und abermals gestreut werden. Mehrfache Wiederholungen dieser Prozesse, bei denen die kurzwelligen Anteile immer wieder stärker gestreut werden als die langwelligen, führt zur diffusen Lichtstrahlung im kurzwelligen Teil des sichtbaren Lichtes, die aus dem gesamten Halbraum auf die Oberfläche der Erde fällt, zum Blau des Himmels.

Die Blaufärbung des Himmels wird modifiziert durch die Anwesenheit von Aerosolteilchen in der Atmosphäre. Diese polymolekularen Teilchen unterscheiden sich neben ihren um einige Zehnerpotenzen größeren Radien von den Molekülen darin, daß sie gewöhnlich nicht wie diese in konstanten Teilchengrößen vorliegem, sondern mit ihren Radien in einem weiten Intervall variieren und einer Größenverteilung unterliegen. Bei der Untersuchung der Streuung an diesen atmosphärischen Partikeln, die wegen ihrer Größe nach den Gesetzen von Mie streuen, ist also zu berücksichtigen, daß die Intensität der Streuung mit abnehmen-

der Wellenlänge sowohl zu- (Kurvenabschnitte mit positivem Anstieg in Abb. 5) als auch abnehmen (Kurvenabschnitt mit negativem Anstieg in Abb. 5) kann, und daß stets Teilchengrößen vorliegen, die für Wellenlängen im sichtbaren Spektralbereich sämtlichen Abschnitten der Kurve in Abb. 5 entsprechen. Unter diesen Bedingungen ergibt sich eine Wellenlängenabhängigkeit der Streulichtintensität, die ungefähr einem λ^{-1}-Gesetz gehorcht. Die Unterschiede der spektralen Intensitäten des Streulichtes sind also, verglichen mit denen der Rayleigh-Streuung, wesentlich geringer. Während das Rayleigh-Streulicht des Himmels blau ist, kann das Streulicht der Aerosolteilchen als fast weiß aufgefaßt werden. Die ständige Gegenwart polymolekularer Teilchen in der Atmosphäre führt also zu einer Abschwächung des durch die Rayleigh-Streuung bedingten Himmelsblaus. Je nach dem Teilchengehalt der atomsphärischen Luft reichen die Blautöne vom matten Hellblau bei hohen Partikelkonzentrationen bis zur tiefen Blaufärbung bei Gegenwart sehr klarer Luftmassen.

Teilchen sehr großer Radien ($1\,\mu m < \delta < 20\,\mu m$) liegen in den Wolken vor. Ihr Streulicht ist weiß, da $K = K(\lambda)$ (Abb. 5) für große δ gegen den konstanten Wert zwei geht und die Streulichtintensität folglich nicht von der Wellenlänge abhängt. Bei dikken Wolkenschichten wird zusätzlich zur Streuung der Effekt der Absorption von Lichtstrahlung wirksam. Er führt zu einer Verminderung der Streustrahlungsintensität und ruft damit die Grautönung "dunkler" Wolken hervor.

4. Morgenrot und Abendrot

Wie in Abschnitt 3. erläutert wurde, wird der Blauanteil der direkten Sonnenstrahlung auf ihrem Weg durch die Erdatmosphäre, verursacht durch Rayleigh-Streuung an den Luftmolekülen, vermindert. Bei hohem Stand der Sonne, also bei relativ kurzen Strahlungswegen durch die Erdatmosphäre, reicht die Verminderung des Blauanteiles jedoch nicht aus, um diesen Effekt mit bloßem Auge beobachten zu können. Der irdische Beobachter sieht die Sonne weiß, höchstens gelb.

Anders zur Zeit des Sonnenauf- und Sonnenunterganges: Die primären Sonnenstrahlen haben dann in ihrem nahezu parallelen Ver-

lauf zur Erdoberfläche einen viel längeren Weg durch die Atmosphäre zurückzulegen, so daß der Effekt der Rayleigh-Streuung so stark wird, daß den Beobachter überwiegend der langwellige Anteil des Sonnenlichtes erreicht. Die Sonne erscheint ihm orange bis rot.

Die als Morgen- oder Abendrot bezeichneten Farbtöne entstehen ebenfalls durch das infolge Rayleigh-Streuung um den kurzwelligen Anteil des Spektrums verminderte Sonnenlicht. Das rote Licht der Sonne beleuchtet bei oder kurz vor Sonnenaufgang bzw. bei oder kurz nach Sonnenuntergang Wolken verschiedenster Art – auch bei normalen Beleuchtungsverhältnissen kaum sichtbare – und läßt sie in prächtigen Rottönungen erglühen. Die rote Strahlung der am oder unter dem Horizont stehenden Sonne wird an den Wolkenpartikeln gestreut, wobei sich ihre spektrale Zusammensetzung wegen $K = K(\lambda) \approx$ const. (Mie-Streuung für sehr große Teilchen) nur um Nuancen ändert, und erreicht so das Auge des Beobachters.

Da bei diesem Vorgang, wie stets bei Mie-Streuung, die Strahlung überwiegend nach vorn gestreut wird (Abb. 6), erstrahlen dem Beobachter die Wolken, die etwa zwischen ihm und der Sonne über dem Horizont liegen, viel heller und kräftiger als die im Zenit über ihm, deren seitwärts gestreutes Licht er sieht.

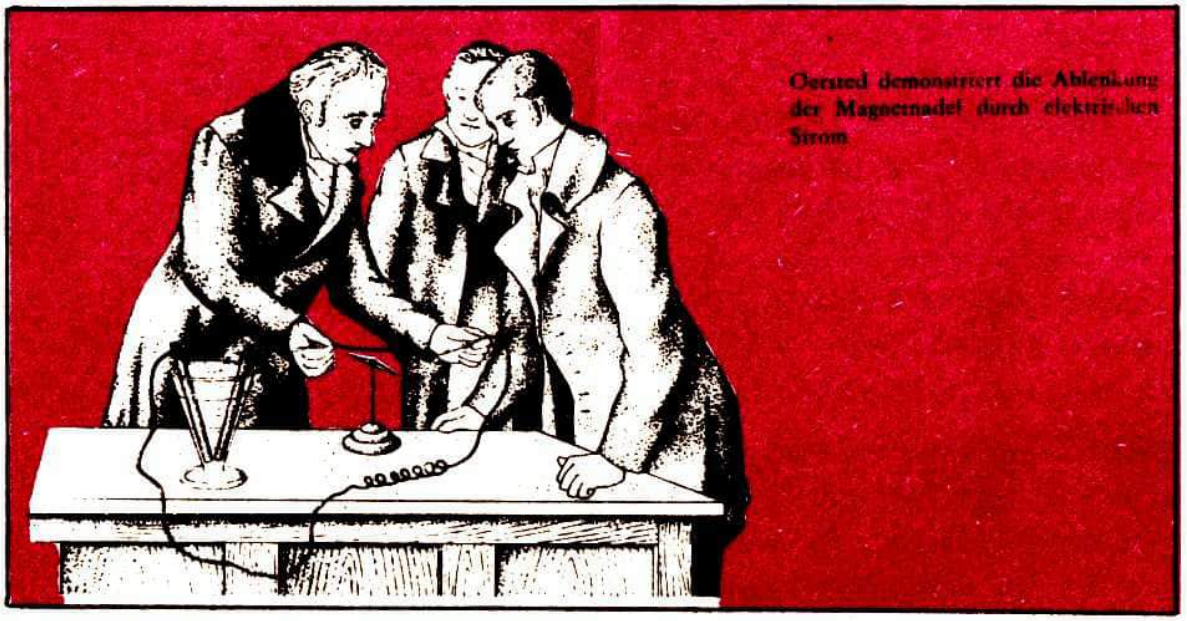
5. Blaue Sonne und blauer Mond

Die eingangs erwähnten, außergewöhnlichen Erscheinungen der blauen Sonne am roten Himmel und des blauen Mondes sind ebenso wie die gewohnten Himmelsfärbungen durch Lichtstreuung bedingt. Allerdings anders als im gewohnten Fall muß in diesem Sonderfall der langwellige rote Anteil der direkten Sonnenstrahlung auf ihrem Weg zur Erdoberfläche stärker gestreut worden sein als der kurzwellige, so daß er hinreichend vermindert war und vom kurzwelligen, dem blauen, überdeckt wurde. Das ist nur durch Mie-Streuung bei bestimmten Teilchengrößen möglich.

Die genannte seltene Erscheinung konnte in Verbindung gebracht werden mit ausgedehnten Waldbränden in Kanada, deren Rauchteilchen mit kräftigen Luftströmungen in beachtlichen Konzentrationen bis nach Afrika und Europa transportiert wurden. So lagen tatsächlich Teilchen in einem eng begrenzten Radienintervall, das

einer Stelle negativen Anstiegs der Kurve K = K(λ) in Abb. 5 entspricht, in großer Konzentration bis zu einigen Kilometern Höhe vor. Die Farbeffekte der Rayleigh-Streuung an den Luftmolekülen wurden durch die intensive Streuung an diesen Rauchpartikeln überdeckt. Die Sonne erschien blau vor rotem Himmel. Der Himmel war jedoch nur rings um die Sonne herum rot, da bei der Mie-Streuung die nach vorn gestreute Strahlung überwiegt (Abb. 6), das rote Licht sich also nicht nach der Seite hin über das gesamte Himmelsgewölbe bis zum Horizont als diffuse Streustrahlung fortsetzen konnte.

Die beschriebenen Gesetzmäßigkeiten gelten unter Berücksichtigung der Bedingung über die Relationen zwischen Wellenlänge und Streuzentrengröße allgemein für die Streuung elektromagnetischer Strahlung. Sie wurden in diesem Artikel, der sich mit Vorgängen der Streuung von Licht in der Erdatmosphäre befaßt, angewandt auf die Erklärung verschiedener augenfälliger Farberscheinungen am Himmel, sind aber ebenfalls wirksam bei der Streuung nichtsichtbarer, elektromagnetischer, insbesondere infraroter und ultravioletter Strahlung in der Atmosphäre.



Oersted demonstriert die Ablenkung der Magnetnadel durch elektrischen Strom

Doz. Dr. W. Fritsche
FSU Jena
WB Techn. Mikrobiologie

Mikrobiologische Industrie - ein neuer Industriezweig entsteht

BIOLOGIE

Auf dem IX. Parteitag der SED wurde der Aufbau einer mikrobiologischen Industrie in der DDR beschlossen. Was versteht man unter mikrobiologischer Industrie, was sind ihre Aufgaben, was sind die Ursachen für die Entwicklung eines eigenständigen Industriezweiges?

Unter mikrobiologischer oder mikrobieller Industrie versteht man eine Industrie, in der mittels des Stoffwechsels der Mikroorganismen bestimmte Produkte wie Antibiotika, Aminosäuren oder Enzyme aus einfachen Rohstoffen erzeugt werden bzw. die Mikroorganismen selbst das Produkt sind, z. B. in Form eiweißreicher Biomasse.

Die Nutzung von Mikroorganismen ist nicht neu. Unter den ersten Schriftdokumenten der menschlichen Zivilisation, über 4000 Jahre alten Keilschrifttexten aus Mesopotamien, befinden sich Rezepturen zur Herstellung alkoholischer Getränke. Bereits damals wurde, allerdings unbewußt, die Leistung der Mikroorganismen zur Gärung genutzt. Die Erkenntnis, daß Mikroorganismen die Gärung verursachen, erfolgte vor genau 100 Jahren (1878) durch L. Pasteur. Seitdem hat sich die Bierbereitung zu einem modernen Zweig der Lebensmittelindustrie entwickelt, die Bäckerhefeherstellung trat hinzu, moderne Verfahren der Käseherstellung wurden entwickelt.

Neben der bereits klassischen Gärungsindustrie entwickelte sich seit etwa 1942 im Schoße der pharmazeutischen Industrie die mikrobielle Antibiotikaproduktion. Sie geht auf die nun gerade 50 Jahre alte Erkenntnis des englischen Mikrobiologen A. Fleming (1928) zurück, daß Mikroorganismen Stoffwechselprodukte bilden, die andere Bakterien, Pilze und Viren hemmen oder abtöten. Diese Stoffe, die zur Bekämpfung Krank-

heiten verursachender Mikroorganismen eingesetzt werden, werden als Antibiotika bezeichnet.

Ein weiterer Zweig der mikrobiellen Produktion, die Futterhefeerzeugung, entwickelte sich verstärkt seit dem 2. Weltkrieg in der chemischen Industrie. Bei der Zelluloseherstellung aus Holz fallen als Abprodukte sogenannte Sulfitablaugen an. Sie enthalten Zucker, auf denen bestimmte Hefen (Candida-Arten) kultiviert werden. Diese Hefen werden vor allem als Eiweißquelle in der Tierernährung eingesetzt. Auf diese Weise werden Abfallprodukte beseitigt und gleichzeitig Wertstoffe gewonnen. In den verschiedenen Industriezweigen wurde eine Technologie entwickelt, die es ermöglicht, Mikroorganismen im großtechnischen Maßstab zu kultivieren. Dazu werden große (bis 500 m^3) mit Rühr-, Belüftungs- und Temperatureinrichtungen versehene Reaktorgefäße verwendet, sogenannte Fermentoren.

Die Suche nach neuen Möglichkeiten zur Ernährung und Gesunderhaltung des Menschen sowie zur Rohstoffgewinnung und zum Umweltschutz führte in Verbindung mit den Fortschritten der biologischen und technologischen Forschung zu der Erkenntnis, daß Mikroorganismen in weit größerem Maße als bisher zur Sicherung gesellschaftlicher Bedürfnisse eingesetzt werden können. Es wurde deutlich, daß neben der Pflanzen- und Tierproduktion in der mikrobiellen Produktion eine natürliche Hilfsquelle existiert, mit deren Erschließung wir erst am Anfang stehen. Die Erschließung setzt die enge Kooperation biologischer, chemischer und technologischer Disziplinen voraus, da sowohl die Organismen an die Bedingungen als auch die technischen Ausrüstungen an die Organismen angepaßt werden müssen, um eine effektive Produktion zu erreichen.
Um diesen Besonderheiten der Produktion gerecht zu werden und um eine schnelle Entwicklung der mikrobiellen Produktion zu erreichen, wurde der Aufbau eines eigenen Industriezweiges beschlossen.

Hauptprodukte

Vier Produktklassen stehen im Vordergrund der eingeleiteten Entwicklung: - Eiweiße, - Aminosäuren und andere organische Säuren (z.B. Zitronensäure), - Antibiotika und andere Wirkstoffe, - Enzyme.

Mit mikrobiellem Eiweiß soll vor allem der Bedarf der Tierernährung (Mischfutterzusatz) gedeckt werden. Neben der bereits erwähnten praktizierten Kultivierung der Futterhefen auf Sulfitablaugen und anderen billigen Kohlenhydraten laufen Vergleichsanlagen zur Kultivierung der Candida-Hefen auf Kohlenwasserstoffen des Erdöls. Die Fähigkeit einiger Bakteriengruppen, Methan und Methanol als Kohlenstoffquelle zu nutzen, hat zu Untersuchungen über die Eignung dieser Rohstoffe für eine zukünftige mikrobielle Eiweißproduktion geführt. In einer Forschungskooperation mit der Sowjetunion und anderen sozialistischen Staaten wurden geeignete Verfahren entwickelt. Dazu gehört nicht nur die Kultivierung der Mikroorganismen in kontinuierlichen Verfahren, sondern die Aufbereitung der zu etwa 50 % aus Eiweiß bestehenden Mikrobenzellen zu einem hochwertigen und toxikologisch unbedenklichen Produkt.

Aminosäuren, und hierbei vor allem das L-Lysin, sind weitere Produkte, deren Einsatz vor allem in der Tierernährung erfolgt. Lysin ist eine der Aminosäuren, die unsere Nutztiere nicht selbst synthetisieren können. Dem Futter zugesetzt, tragen sie sehr zu einer effektiven Futterverwertung und Beschleunigung der Tieraufzucht bei. Lysin wird mit Hilfe einer Mutante des Bakteriums Corynebacterium glutamicum erzeugt. Unter geeigneten Bedingungen scheidet die Bakterienkultur etwa 50 g/l Lysin aus. Das ist eine außerordentlich hohe Leistung, wenn man bedenkt, daß das Bakterium zu seinem eigenen Wachstum nur etwa 0,25 g/l benötigt. Die etwa 200-fache Überproduktion wurde durch genetische Methoden erreicht. Der Genetik kommt bei der Züchtung von Hochleistungsstämmen für die mikrobielle Industrie eine besondere Bedeutung zu.

Antibiotika wie Penicillin, Streptomycin, Tetracycline und Griseofulvin sind Heilmittel der Human- und Tiermedizin, deren segensreiche Rolle bei der Bekämpfung von Infektionskrankheiten allgemein bekannt ist. Bei der Entwicklung der mikrobiellen Industrie geht es nicht nur darum, den Bedarf an diesen und anderen Wirkstoffen zu decken, sondern neue und strukturell abgewandelte Wirkstoffe zu produzieren. Wir

brauchen neue Mittel, um schwer bekämpfbare Viruskrankheiten und Tumore zu heilen, und wir brauchen strukturell abgewandelte Antibiotika (halbsynthetische Antibiotika), um Krankheitserreger zu bekämpfen, die gegen die ursprünglichen Antibiotika resistent, d.h. unempfindlich geworden sind. Die mikrobielle Wirkstoffproduktion beschränkt sich nicht auf Antibiotika. Die von dem Mutterkornpilz gebildeten Alkaloide sind wichtige Geburtshilfe- und Kreislaufmittel. Weiterhin werden Mikroorganismen eingesetzt, um das Steroidmolekül so umzubauen, daß z.B. entzündungshemmende Wirkungen resultieren, oder Hormonwirkungen, die z.B. in der "Pille" Anwendung finden

Die Enzymproduktion ist noch ein junger Zweig der mikrobiellen Industrie, der jedoch zunehmend dadurch Bedeutung erlangt, daß es Chemikern gelungen ist, diese zwar hochwirksamen, aber empfindlichen Katalysatoren der Zelle so an Trägersubstanzen zu fixieren, daß sie über längere Zeit stabil bleiben. Die Einsatzmöglichkeiten für Enzyme sind außerordentlich groß. Mikrobiell produzierte Amylasen werden beispielsweise zum Stärkeabbau in der Brauereiindustrie eingesetzt, Proteasen zum Zartmachen von Fleisch oder als Waschmittelzusätze. Die medizinische Diagnostik bedient sich der Enzyme, z.B. der Glucoseoxidase beim Nachweis der Zuckerkrankheit. Auch als Arz neimittel kommen Enzyme zum Einsatz.

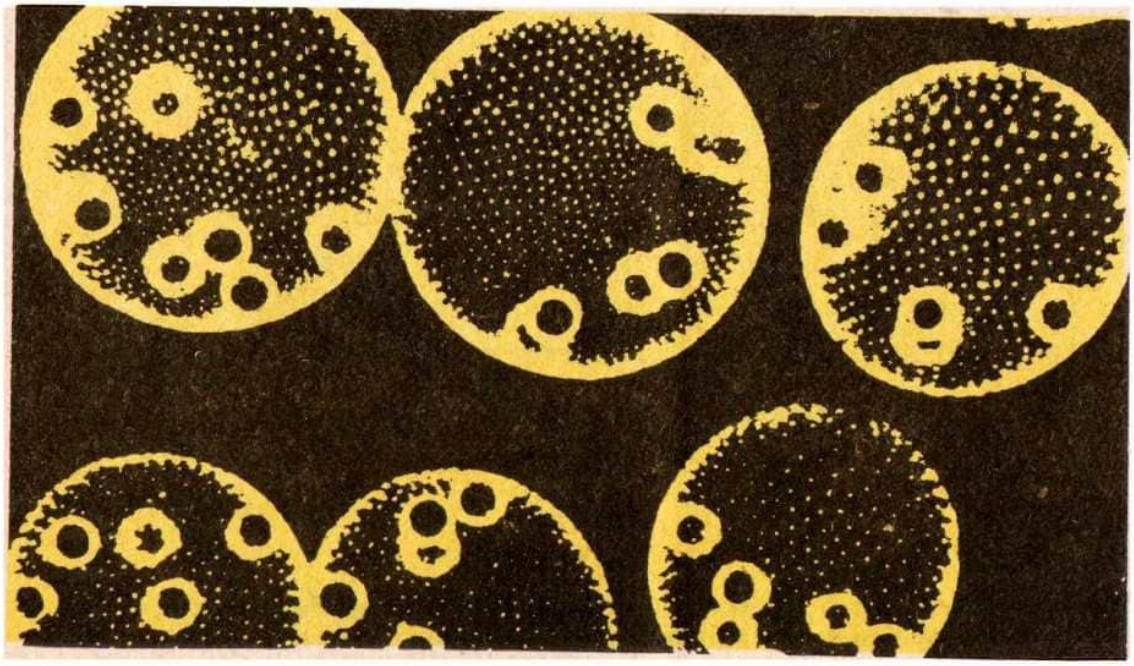
Es ist wahrscheinlich, daß sich in der Zukunft aus der mikrobiellen Industrie ein spezialisierter Industriezweig entwickelt, der sich nicht direkt der Mikroorganismen bedient, sondern der Enzyme, um mit ihrer Hilfe chemische Stoffwandlungen bei normalen Druck- und Temperaturverhältnissen und umweltfreundlich durchzuführen.

Weitere Entwicklung

Die technisch-mikrobiologische Forschung steht vor zwei Aufgaben: die eingeführten Verfahren weiter zu optimieren und neue Produkte, Prozesse und Prinziplösungen zu finden und einzuführen. So brauchen wir z.B. neue, bessere und umweltfreundliche Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Auch dafür stellen die Mikroorganismen ein noch

weitgehend unerschlossenes Potential dar. Ein Insektenbekämpfungsmittel biologischer Herkunft, das auf einem nur für Insekten giftigen bakteriellen Wirkstoff beruht, wird bereits in der UdSSR produziert. Die Menschheit braucht neue Wege der Rohstoffgewinnung. Bakterien sind in der Lage, aus erzarmen Gesteinen und Halden, deren Verhüttung mit klassischen Verfahren nicht ökonomisch ist, Kupfer und andere Metalle herauszulösen. Andere Bakterien sind in der Lage, aus dem Faulschlamm der Kläranlagen und anderen organischen Abprodukten Methan zu produzieren, das als Energie- und Rohstoffquelle eingesetzt werden kann. Diese Aufzählung mikrobiologischer Leistungen mit praktischer Bedeutung ließe sich fortsetzen. Anliegen der zukünftigen Forschung ist es, neue Leistungen zu erschließen, ihre gesellschaftliche Bedeutung zu klären und sie demgemäß einer technologischen Lösung zuzuführen.

Die Komplexität biologisch-technischer Prozesse erfordert in ganz besonderem Maße die Kooperation naturwissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Fachvertreter.
Die Ausbildung für Belange der mikrobiellen Industrie erfolgt in der DDR vorrangig durch folgende Fachdisziplinen: Mikrobiologie an den Universitäten Jena und Greifswald, Biochemie an den Universitäten Halle und Leipzig und Biotechnologie an der Ingenieurhochschule Köthen.



MOSAIK

Wasserstoff-2 minus- Ion nachgewiesen

1975 konnte das H^{--}-Ion nachgewiesen werden. Nachdem es 1970 als kurzlebiger Zwischenzustand der Reaktion

$$H^- + e \longrightarrow H^{--} + 2e$$

vorausgesagt worden war, wurde es nun als relativ langlebiges Ion mit einer Lebensdauer von $2{,}3 \cdot 10^{-8}$ s nachgewiesen. Diese Entdeckung ist besonders für die Astrophysik interessant, da in der solaren und stellaren Photosphäre reichlich H^- als Ausgangssubstanz für H^{--} gefunden wurde.

Eulensterben im Londoner Zoo

In den vergangenen Jahren starben im Londoner Zoo 55 Eulen; das ist eine ungewöhnlich hohe Todesrate bei einem Bestand von 60 bis 70 Eulen. In den Kadavern fand man keine Krankheitserreger, die eine tödliche Krankheit hätten auslösen können, und auch eine Vergiftung durch Schwermetalle konnte ausgeschlossen werden. Die verendeten Tiere enthielten aber ungewöhnlich hohe Dieldrin-Konzentrationen, und zwar zwischen 13 und 46 µg/g in den Lebern und zwischen 11 und 26 µg/g in den Gehirnen. Die weiteren Nachforschungen ergaben, daß mit diesem Insektizid die Mäuse kontaminiert waren, die die Eulen als Futter erhalten hatten. Diese Mäuse waren auf Sägemehl einer Baufirma gehalten worden, die ein Dieldrin enthaltendes Holzkonservierungsmittel verwendet hatte.

Reiner Luthardt
Sektion Physik
FSU Jena
4. Stdj.

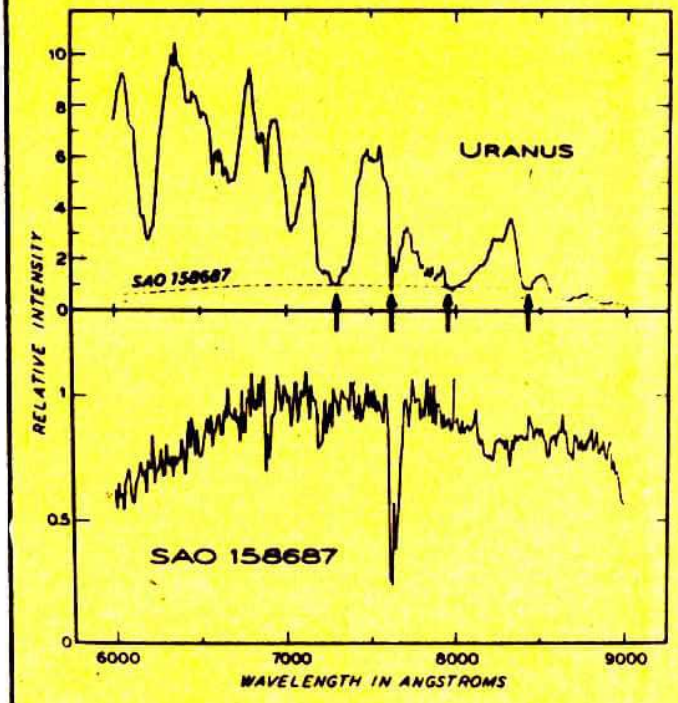
Uranus - ein Ringplanet

ASTRO

Im März 1977 mußte der 7. Planet unseres Sonnensystems ein bis dahin streng gehütetes Geheimnis preisgeben - seine Ringe, die er, ähnlich wie Saturn, besitzt.
Wie kam es dazu ?
Im Jahr 1973 sagte Gordon Taylor vom Royal Greenwich Observatory, gestützt auf Berechnungen, voraus, daß am 10. März 1977 der Stern 9. Größe SAO 158 687 durch den Planeten Uranus bedeckt werden würde. Diese Bedeckung sollte in den Ländern um den Indischen Ozean beobachtbar sein.
Sternbedeckungen durch Planeten spielen in der Astronomie eine nicht geringe Rolle. Mit Hilfe hochempfindlicher lichtelektrischer Empfänger kann man bei so einer Bedeckung den Lichtwechsel des Sterns festhalten und anhand der Lichtkurven, die in verschiedenen Spektralbereichen aufgezeichnet werden, wertvolle Informationen gewinnen. So kann man Rückschlüsse auf die Atmosphäre des Planeten ziehen, Informationen über Temperaturverhältnisse erhalten und vieles andere mehr. Außerdem kann bei exakter Zeitbestimmung solch einer Bedeckung von verschiedenen Orten der Erde aus der Durchmesser des Planeten genauer bestimmt werden.
Die Bedeckung des Sterns SAO 158 687 war also für die Wissenschaftler von großem Interesse. An mehreren Observatorien wurden deshalb Vorbereitungen zur Beobachtung dieser Erscheinung getroffen.
Bei einer ähnlichen Mission 1976 hatte sich ein fliegendes Observatorium, ausgerüstet mit einem 90-cm-Teleskop, hervorragend bewährt. Man entschloß sich deshalb, das sogenannte KAO - "Kuiper Airborne Observatory"- auch bei der Beobachtung dieser Bedeckung einzusetzen. Eine ander Gruppe sollte in Perth (Australien) Beobachtungen durchführen. Außerdem sollte dieses Ereignis auch von

anderen Observatorien rund um den Indischen Ozean verfolgt werden.

Die gewünschten Informationen über die Uranus-Atmosphäre konnte man nur über das Licht des Sterns erhalten, wenn es die Planetenatmosphäre durchdringt. Im sichtbaren Licht ist aber der Uranus vier Größenklassen heller als der Stern, so daß bei der Bedeckung insgesamt nur eine Lichtschwächung um 3% auftreten würde. Das hätte aber nur sehr unsichere Resultate gebracht. Im Rot und nahen Infrarot zeigt das Licht des Uranus jedoch, bedingt durch das Methangas in der Atmosphäre, starke Absorptionsbanden. In diesen Spektralbereichen ist die Intensität des Uranuslichtes ungefähr gleich der des Fixsterns. Das KAO sollte deshalb bei 6200 Å, 7300 Å und 8500 Å und das Observatorium in Perth bei 8500 Å beobachten.
(Å bedeutet Angström, eine Einheit für die Wellenlänge, die in der Astronomie verwendet wird. 1 Å = 0,1 nm = 10^{-10}m)

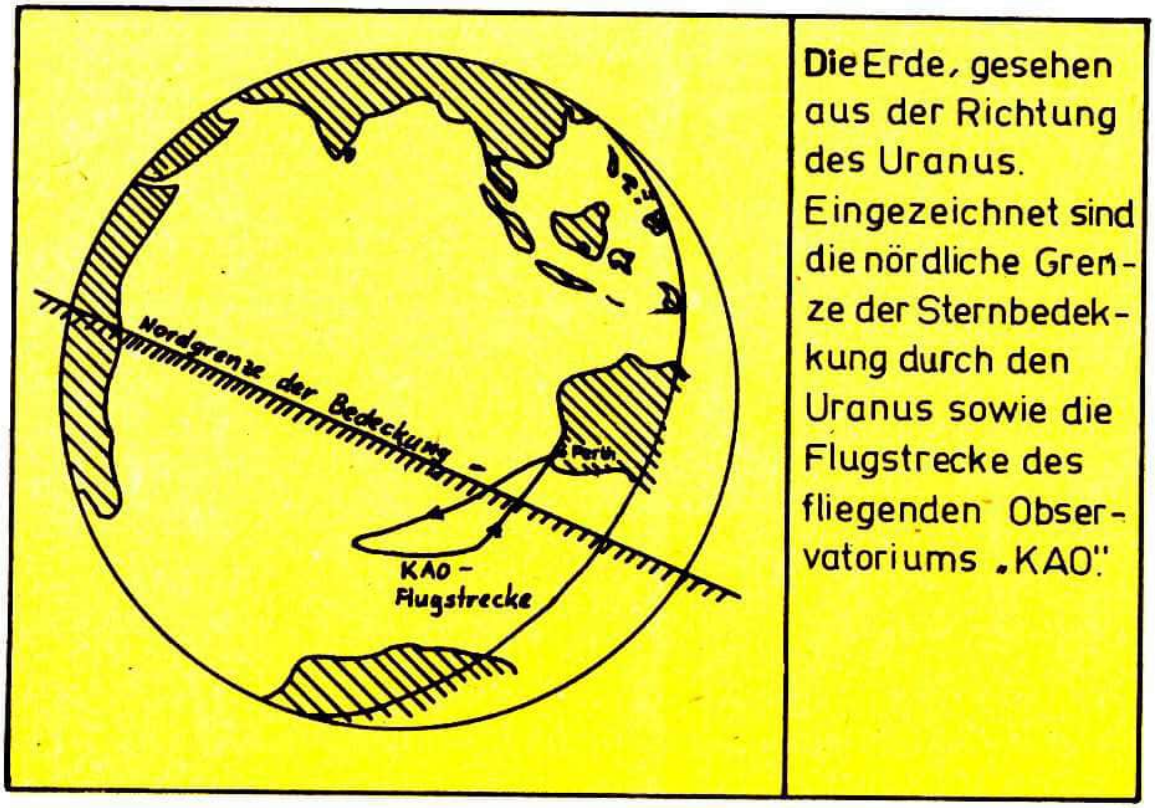


Intensitätsverteilung der Spektren von Uranus und SAO 158687 im roten bzw. nahen infraroten Bereich. Bei einigen Wellenlängen sind die Intensitäten beider Objekte nahezu gleich, bedingt durch die Methanatmosphäre des Uranus (Absorptionsbanden). Nur bei diesen ausgezeichneten Wellenlängen lassen sich gute Meßergebnisse erreichen.

Plötzliche Schwierigkeiten

Bereits im Januar 1977 zog Uranus an SAO 158 687 in einem Abstand von 1,3 Bogenminuten vorbei, bevor er seine scheinbare Bewegung umkehrte und den Stern im März bedecken sollte. Dieses Ereignis im Januar wurde benutzt, um die Position beider Objekte so genau

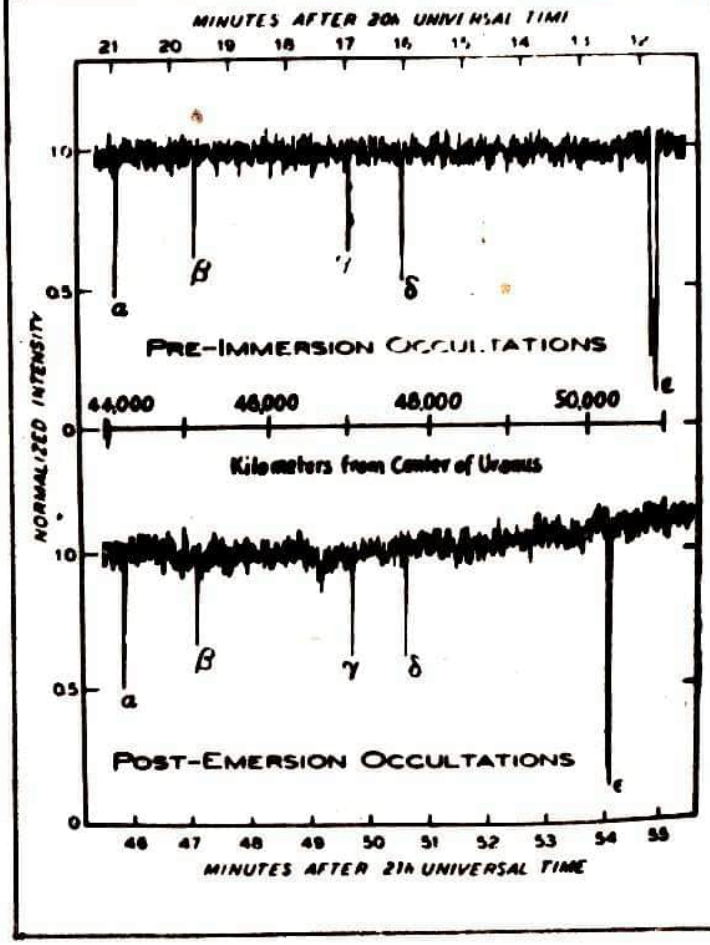
wie möglich zu bestimmen. Man wollte damit genaue Daten für die Bedeckung erhalten. Dabei gab es eine wenig erfreuliche Überraschung. Der Fixstern befand sich nämlich um 1,2 Bogensekunden nördlich seines Katalogwertes, während sich Uranus in Wirklichkeit 0,2 Bogensekunden südlich seiner angenommenen Position befand. Dadurch rückte die nördliche Grenze des Beobachtungsgebietes der Bedeckung um einige 1000 Kilometer nach Süden. Somit war die Bedeckung nur noch beobachtbar südlich der Linie Tansania, quer durch den Indischen Ozean zur Südspitze Australiens. Diese Grenze war darüberhinaus noch mit großer Unsicherheit behaftet, da der Durchmesser des Uranus nicht exakt genug bekannt war. Ausmessungen der in Perth und Sidney gewonnenen Aufnahmen ließen sogar den durch den Stern geworfenen Schatten vom Uranus an der Erde vorbeigehen. Was tun, fragte man sich jetzt. Sicher war auf jeden Fall, daß die ebenfalls vorgesehenen Beobachtungsstationen in Indien und Japan ausfielen. Sollte man dennoch, trotz der unsicheren Sache das kostspielige KAO - Unternehmen starten ? Die Entscheidung war sehr schwierig. Wäre die Bedeckung doch im südlichen Indischen Ozean sichtbar gewesen, und hätte man das KAO nicht eingesetzt, so würde das einen sehr großen Verlust für die astronomische Forschung bedeuten. Man entschloß sich, trotz der Unsicherheit der ganzen Sache, das Unternehmen durchzuführen.



Die Erde, gesehen aus der Richtung des Uranus. Eingezeichnet sind die nördliche Grenze der Sternbedekkung durch den Uranus sowie die Flugstrecke des fliegenden Observatoriums „KAO".

Geheimnisvolle Lichtkurven

Nach Abschluß der Vorbereitungen startete das fliegende Observatorium mit den Wissenschaftlern Jim Elliot, Ted Dunham, Doug Mink und anderen am 10. März 1977 von Perth aus in Richtung Südwesten. Es sollte gegen 20 Uhr Weltzeit das vorgesehene Beobachtungsgebiet erreichen. Für 20:47:40 wurde die Bedeckung erwartet. Aber man schaltete vorsichtshalber die Registriereinrichtungen schon etwas früher ein, um 20:05:40. Was passierte ?
Ganz unerwartet, um 20:11:46, zeigten die Registrierkurven einen starken, 7 Sekunden dauernden Ausschlag. Dieses Ereignis wurde erst eine Minute später bemerkt und überraschte die Besatzung. Man dachte an eine vorübergezogene Wolke oder an Störimpulse in der Apparatur. Beides schien jedoch unmöglich. Im Scherz sagte sogar einer der Wissenschaftler, daß soeben ein Ring um den Uranus entdeckt worden sei. Noch während die Diskussion andauerte, erfolgte 4 min 17 s nach dem ersten Ausschlag ein zweites, eine Sekunde andauerndes Auswandern des Schreibers. Danach kamen noch drei weitere, ähnliche Ausschläge hinzu.



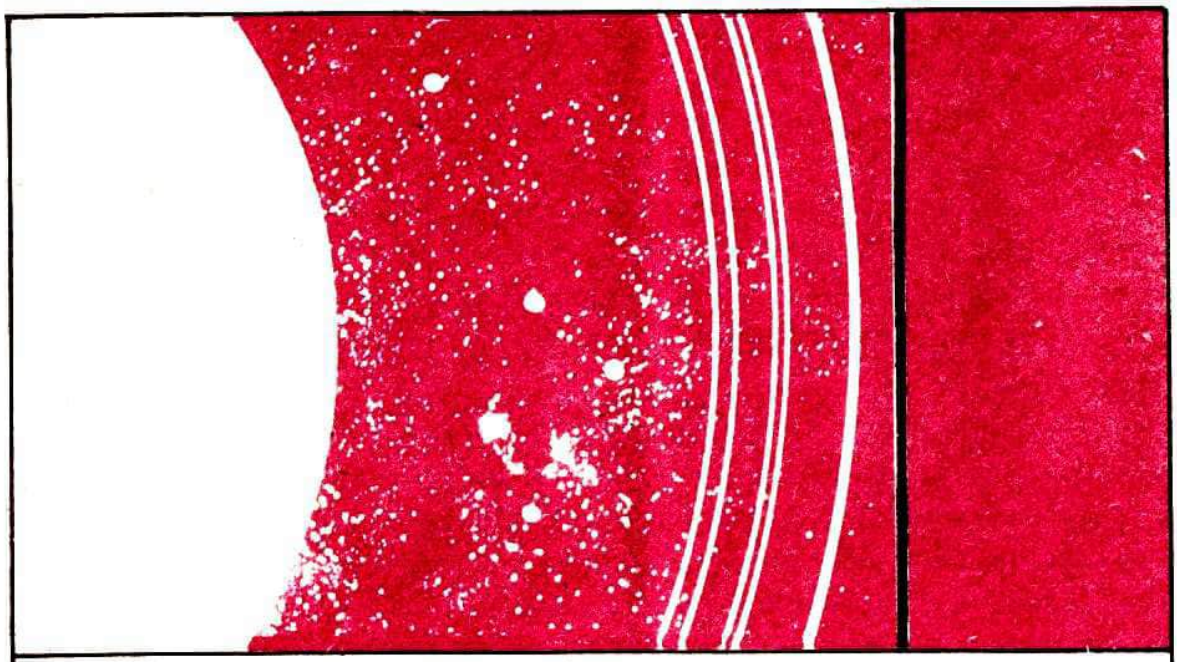
Die Lichtkurven, die von den Meßinstrumenten des KAO aufgezeichnet wurden. Deutlich sichtbar sind die 5 starken Ausschläge vor der Bedeckung, sowie die nach der Bedeckung in umgekehrter Reihenfolge.

Schließlich begann um 20:52 die eigentliche Bedeckung des Sterns SAO 158 687 durch den Uranus. Sie dauerte 25 Minuten. Nun wartete man ab, ob sich Ähnliches nach der Bedeckung wiederholen würde. Tatsächlich erfolgten fast haargenau die selben Ausschläge,nur in umgekehrter Reihenfolge.
Auch in Perth war um 20 Uhr Weltzeit mit der Beobachtung begonnen worden. Ungefähr 10 Minuten später fiel auch hier die Lichtkurve um ungefähr 30 % ab und kehrte nach ungefähr 10 Sekunden auf den ursprünglichen Wert zurück. In den nächsten 10 Minuten wurden ebenfalls vier weitere Ausschläge registriert. Man wartete dann auf die Bedeckung, die allerdings nicht erfolgte, da die Schattengrenze doch südlicher verlief. Auch konnten die entgegengesetzten Ausschläge nicht registriert werden, da die Morgendämmerung bereits einsetzte.
Auf dem Perther Flugplatz wurde die KAO-Besatzung von Millis, der die Beobachtungen in Perth leitete, in Empfang genommen. Er war etwas unsicher, da die Schattengrenze vielleicht doch so südlich verlaufen sein könnte, daß auch das fliegende Observatorium keine Bedeckung beobachten konnte. Aber Elliot stieg aus dem Flugzeug und fragte sogleich: "Wieviele Satelliten haben Sie gesehen ?" In der Diskussion im Flugzeug wurden nämlich die Ausschläge auch mit bisher unbekannten Satelliten des Uranus in Verbindung gebracht.

Die einzig plausible Erklärung

Am nächsten Morgen wurden sogleich die Ergebnisse flüchtig ausgewertet. Die plausibelste und einleuchtendste Erklärung war: Der Uranus ist von Ringen umgeben ! Diese Möglichkeit wurde schon im Verlaufe der Messungen in Erwägung gezogen, dann aber wieder fallengelassen auf Grund der extrem geringen Breite der Senken in den Lichtkurven.
In den darauf folgenden Wochen wurde das Material einer gründlichen Auswertung unterzogen. Es wurden die Entfernungen der Ringe vom Mittelpunkt des Uranus berechnet. Sie wurden mit griechischen Buchstaben bezeichnet, beginnend mit dem innersten Ring, fortlaufend mit α , β , γ , δ und ε .
Im Unterschied zu den Saturn-Ringen sind die Uranus-Ringe extrem schmal. Sie liegen in der Größenordnung von einigen Zehn Kilometern. (Die Saturn-Ringe sind ungefähr je 20 000 km breit.)

Deshalb sind sie nicht visuell nachweisbar, auch nicht mit den größten Teleskopen. Sie erscheinen von der Erde aus nur in einer Ausdehnung von weniger als 0,001 Bogensekunden. Die genaue Struktur kann wahrscheinlich erst durch Raumsonden aufgeklärt werden, die den Uranus anfliegen.

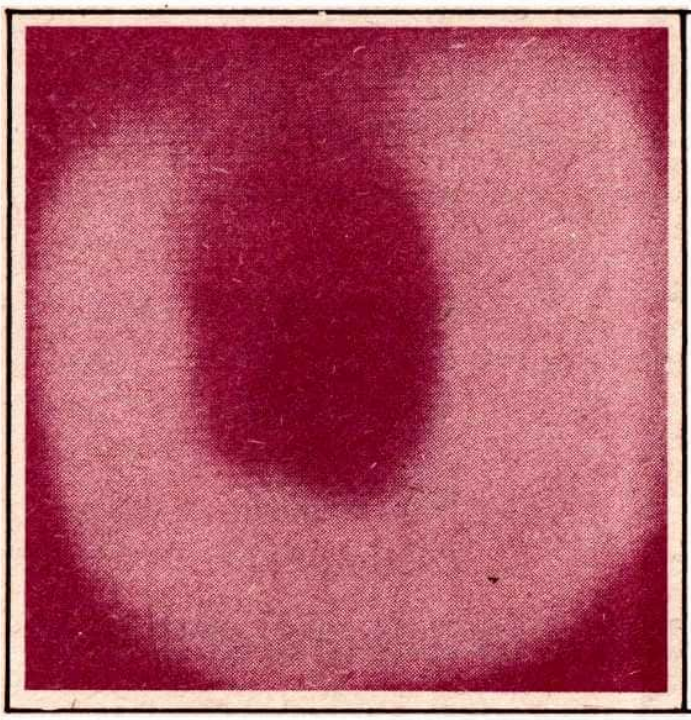


Der Uranus mit seinem Ringsystem

Der Computer macht es möglich

Am 2. November 1978 wurde nun das erste Bild des Ringsystems erhalten.
Das reflektierte Sonnenlicht des Uranus wurde bei zwei infraroten Wellenlängen gemessen. Bei 2,2 μm erscheint der Uranus überall dunkel, da seine Methan-Atmosphäre diese Wellenlänge stark absorbiert. Die Ringe jedoch reflektieren diese sehr gut. Bei 1,6 μm hingegen erscheint Uranus hell im Vergleich zu seinen Ringen. Mit diesen photometrischen Daten fütterte man einen Computer. Dieser "subtrahierte" quasi die beiden Wellenlängen voneinander. Auf der Grundlage dieser Daten wurde nun auf elektronischem Wege ein Bild zusammengesetzt.
Es zeigt, daß die Ringe den Planeten vollständig umgeben. Einzelheiten kann man jedoch auch hier nicht erkennen. So konnten die einzelnen Ringe nicht aufgelöst werden. Das geringere

Reflexionsvermögen der Ringe läßt schließen, daß sie nicht aus Eis, wie beim Saturn, sondern wahrscheinlich aus Gestein bestehen.



„Computerbild" des Uranus-Ringsystems

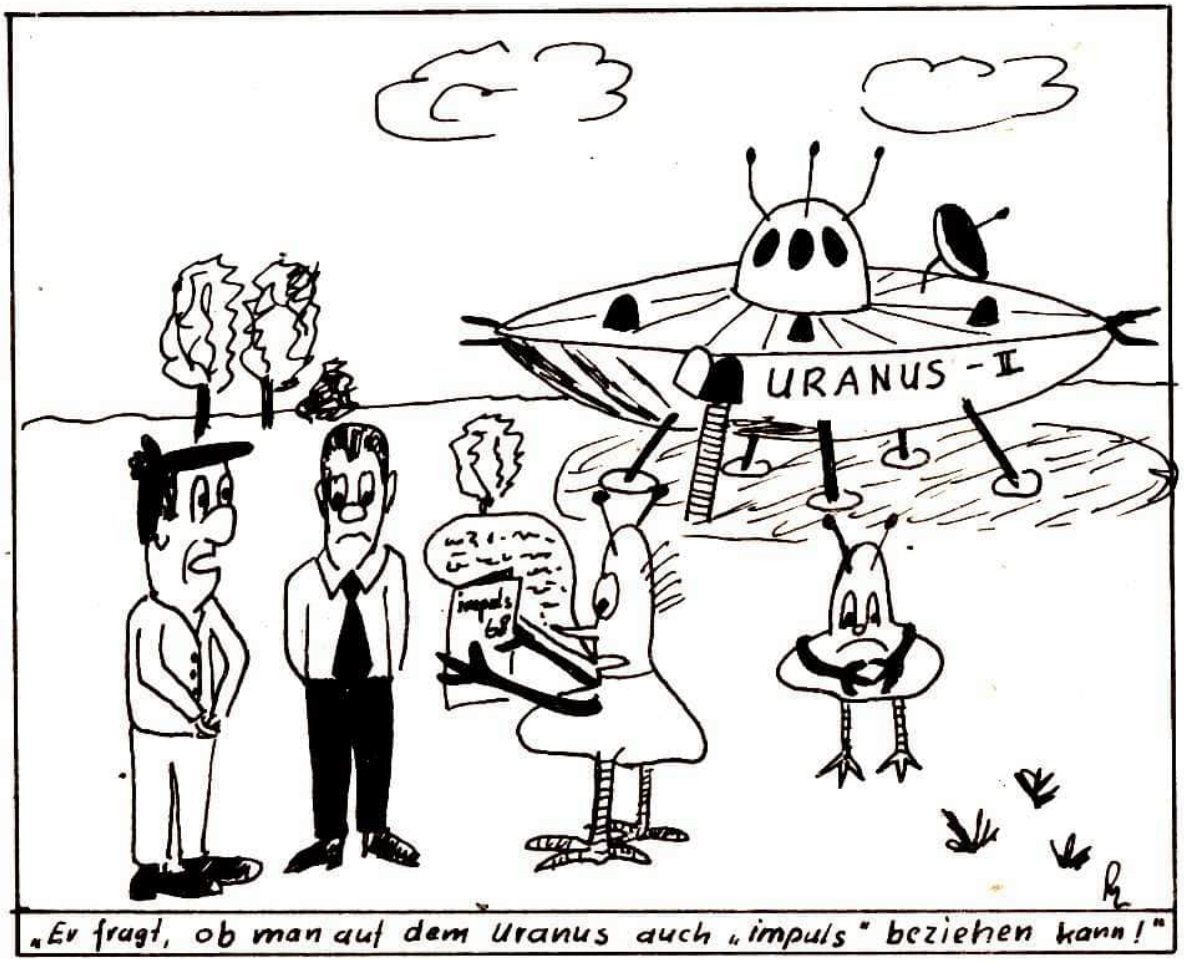
Neue Ringe entdeckt

Bei den fünf Ringen ist es in letzter Zeit nicht geblieben. Nachdem man die im März 1977 gewonnenen Daten erneut überprüfte, vermuteten Elliot und seine Mitarbeiter, daß sich innerhalb des α-Ringes drei weitere Ringe befinden, und auch zwischen dem β- und γ-Ring ein zusätzlicher Ring liegt.
Am 1o. April 1978 wurde das auch bestätigt. An diesem Tag wurde ein Stern 12. Größe von Uranus bedeckt. Diese Bedeckung wurde mit dem 2,5 m - Spiegelteleskop des Las-Campanas-Observatoriums in Chile verfolgt.

Alles schon mal dagewesen?

Sir William Herschel, der am 31. März 1781 den Uranus entdeckte, dachte bei Beobachtungen des Planeten in den Jahren 1787 und 1789, daß er zwei Ringe rechtwinklig zueinander um den Uranus sah. Spätere Beobachtungen ließen ihn jedoch aussagen, daß der Uranus keine Ringe, wie sie Saturn besitzt, aufweist.
Die neu entdeckten Ringe wären auch mit Herschels Teleskop niemals nachweisbar gewesen.

Daten der Uranus - Ringe		
Ring	Radius (km)	Breite (km)
6	41980	ca 5
5	42360	5
4	42360	5
α	44844	9
β	54799	15
η	47323	5
γ	47747	7
δ	48423	5
ε	51703 ... 51056 entweder elliptischer oder stark geneigter Ring	21...72



„Er fragt, ob man auf dem Uranus auch „impuls" beziehen kann!"

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Professor und Student

(Rede auf der Festveranstaltung des Moskauer Physikalisch-Technischen Institutes, 1963, - gekürzt)

von Pjotr Leonidowitsch Kapiza

(Nobelpreisträger für Physik 1978)

Deutsche Übersetzung: Wolfang Dick

Die Lehrtätigkeit an den Universitäten und Hochschulen ist von grundlegender Bedeutung für die Heranbildung eines wissenschaftlichen Nachwuchses, der den gewaltigen Forschungs- und Entwicklungsproblemen unserer Zeit gewachsen ist. Deshalb lohnt es schon, sich über die Optimierung von Ausbildungsmethoden für die Studenten gründlich Gedanken zu machen. Die Wissenschaftsgeschichte kennt eine Vielzahl von Beispielen dafür, wie aus dem engen Verhältnis von Lehrendem und Lernendem fruchtbringende, ja zum Teil sogar revolutionierende Ideen geboren werden. Und solche Ideen hatten sowohl Lehrer als auch Schüler. Ist der für beide Seiten offenbar so nützliche direkte Kontakt heute unmodern geworden? Hat man inzwischen bessere Methoden gefunden, die die Bedeutung der Lehrtätigkeit unserer besten Wissenschaftler gegenüber der Wichtigkeit ihrer Forschung zur Verschwindungsgröße werden läßt? Lassen wir Professor Pjotr Leonidowitsch Kapiza, einen der bedeutendsten Wissenschaftler und Nobelpreisträger für Physik ("impuls 68", 12. Jahrg., Heft 8), selbst zu diesem Problem sprechen ("Professor und Student", Rede auf der Festveranstaltung des Moskauer Physikalisch-Technischen Instituts, 1963, gekürzt):

Vom Gesichtspunkt der Erziehung der Jugend aus ist es sehr wichtig, daß die Grundlagen des Wissens von bedeutenden Wissenschaftlern vermittelt werden, die das Fundament legen, der Ju-

gend das mitzuteilen, was zur Errichtung des Gebäudes gebraucht wird. Wenn das Fundament ungenügend sicher ist, so wird auch das ganze Gebäude"auf unsicheren Füßen stehen".
Wie könnte die Angelegenheit verbessert, wie gewährleistet werden, daß in der Hochschule die besten Professoren, die besten Dozenten, die besten Wissenschaftler Vorlesungen halten? Es scheint, daß man die moderne Technik verwenden könnte, sagen wir, daß wir einen Film drehen, in dem der Lektor, der bedeutendste Wissenschaftler auf dem betreffenden Gebiet (oder sogar eine Gruppe von Wissenschaftlern), den Studenten über Physik oder Chemie oder Mathematik erzählt.
Selbstverständlich zöge das die besten Professoren zur Unterrichtung der Studenten an. Doch betrachten wir, was daraus in Wirklichkeit würde. Es kann sein, daß die Verwaltung des Instituts ein solches Vorhaben begrüßt - die Zahl der Planstellen wird eingeschränkt und es entfällt die Notwendigkeit, Lehrkader zu suchen und zu gewinnen. Vom Standpunkt des Ministeriums aus - dieselben Bequemlichkeiten. Indem ein Film gedreht wird, können sie ihre Planstellen kürzen und die Ausgaben für Hochschulen herabsetzen. Einige Studenten wären froh, daß es sich in dunklen Kinosälen doch besser schlafen läßt wie in hellen.
Und trotzdem ist ein solches System natürlich Unsinn. Stellen Sie sich vor, daß es im Institut statt der Professoren nur Kino-

wesend sind. Das wird eine ausschließlich langweilige und dunkle Einrichtung, zu der sie sich nicht wie zu ihrer alma mater verhalten werden. Doch nicht das ist die Hauptsache. Es heißt, die Studenten würden sich früher oder später dem irgendwie anpassen, irgendwie würden sie es ertragen. Die Sache ist die, daß vollkommen die andere Funktion der Hochschulen vergessen wird - nicht nur die Studenten zu lehren, sondern auch die Professoren und Dozenten selbst.
Ein guter Wissenschaftler lernt auch selbst, wenn er unterrichtet. Erstens überprüft er seine Kenntnisse, denn man kann erst überzeugt sein, daß man selbst die Frage versteht, wenn man sie einem anderen Menschen erklärt. Zweitens kommen oft neue Ideen, wenn man eine klare Beschreibung der einen oder anderen Fragen sucht. Drittens stimulieren die oft unsinnigen Fragen, die die Studenten nach der Lektion stellen, das Denken und führen zu

einem gänzlich neuen Standpunkt, die Erscheinung zu betrachten, die wir immer standardmäßig behandeln. Das hilft auch, schöpferisch zu denken.
Und schließlich kennen die Studenten die Fragen der Physik besser und umfassender als der Dozent. Er, als Spezialist, geht von einem engen Standpunkt aus an die Fragen heran. Die Betrachtungsweise ist bei Studenten wesentlich umfassender. Und wenn sich ein Student mit dem Dozenten unterhält, erfährt jener sehr viel von dem Studenten.
Eben darum müssen sich junge Wissenschaftler unbedingt mit Lehrtätigkeit befassen. Eine gute Hochschule ist eine solche, die den Talenten der Dozenten ebenso, wie den Talenten ihrer Schüler die Möglichkeit gibt, sich zu entwickeln.
Um zu zeigen, daß dies keine allgemeinen Phrasen sind, führe ich Ihnen eine ganze Reihe Bespiele an, wie Lehrtätigkeit zu großen Entdeckungen geführt hat. Die Beispiele sind derart frappierend, daß sie,so scheint mir, diese Idee vollkommen bestätigen.
Eines der klassischen Beispiele ist gut bekannt - Mendelejew und sein Periodensystem . Mendelejew suchte, auf welche Weise den Studenten leichter die Eigenschaften der Elemente zu erklären wären, damit diese Eigenschaften nach einem bestimmten System verstanden werden könnten. Er verteilte die Elemente auf Kärtchen, legte diese Kärtchen in verschiedener Reihenfolge aus und fand schließlich, daß die als periodische Tabelle ausgelegten Kärtchen ein gesetzmäßiges System darstellen. Auf diese Weise entstand das Periodensystem der Elemente in seiner Grundlage aus der pädagogischen Tätigkeit Mendelejews als Professor der Petersburger Universität.
Der zweite Fall, ein etwas früherer, gehört zur Mathematik. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts entschied die russische Regierung, daß alle Beamten eine Mittelschulbildung besitzen sollten. Jene Beamten, die keine Reifezeugnisse besaßen, mußten ein Reifezeugnis erhalten. Um ihnen dies zu erleichtern, wurden Kurse geschaffen, die auf die Reifeprüfung vorbereiteten. Einer der Dozenten der Geometrie in diesen Kursen war Lobatschewski. Er war damals 24 bis 25 Jahre alt, noch sehr jung, und er erklärte den hochbetagten Beamten die Prinzipien der Euklidischen Geometrie. Diese konnten auf keine Weise begrei-

fen, woher das Axiom, nach dem sich zwei parallele Linien niemals schneiden, genommen wird. Lobatschewski plagte sich lange damit herum, eine geeignete Erklärung zu geben, doch überzeugte er sich, daß eine solche Erklärung nicht existiert. Er begriff, daß man eine solche Geometrie aufbauen kann, in der sich die Linien immer schneiden. So wurde seine nichteuklidische Geometrie geschaffen. Auf diese Weise fand er einen neuen Zweig der Mathematik, der, wie Sie wissen, eine fundamentale Rolle in der modernen Physik spielen sollte.

Ich kann noch ein Beispiel anführen, von dem mir der bekannte Physiker Debye erzählte. Debye war zu dieser Zeit Dozent, Professor in Zürich. Er hatte einen Schüler, ebenfalls Dozent, Schrödinger, damals noch ein völlig unbekannter junger Mann. Debye machte sich mit der Arbeit de Broglies bekannt, in der de Broglie, wie Sie wissen, die Hypothese über die Existenz der Wellenstruktur des Elektrons aufstellte und damit zeigte, daß man unter bestimmten Interferenzbedingungen die Bewegung des Elektrons durch eine Wellenbewegung ersetzen kann. Die Idee der Äquivalenz von Wellenbewegung und Quantenprozessen, von Wellen- und Korpuskularbewegung wurde von einer ganzen Reihe Physikern überaus negativ aufgenommen. Ablehnend verhielt sich zu ihr auch Schrödinger. Als Debye ihn bat, der Jugend über die Arbeiten de Broglies zu erzählen, lehnte Schrödinger anfangs ab. Als dann Debye, seine Lage als Professor benutzend, ihm wiederum den Vorschlag antrug, sagte Schrödinger zu, und er begann zu suchen, wie man die Ideen de Broglies in der vollständigsten und mathematisch exaktesten Form erklären kann. Und als er über die Arbeiten de Broglies in der Darstellung erzählte, die er für die genaueste hielt, sagte Debye zu ihm: "Hören Sie, Sie haben ja eine neue bemerkenswerte Gleichungsform gefunden, die fundamental in der modernen Physik ist." Auf diese Weise wurde als Resultat pädagogischer Tätigkeit auch die Wellengleichung gefunden - die Grundgleichung der modernen Physik.

Ich führe noch ein viertes Beispiel an. Es geschah dies in Cambridge, in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Theoretische Physik unterrichtete damals Stokes. Zu ihm kam ein junger Mann, um die Aufnahmeprüfung zur Aspirantur abzulegen. Das Examen für Aspiranten war zu dieser Zeit ziemlich

schwer zu bestehen, weil es Aspirantenstellen damals sehr wenige gab - lediglich zwei - drei, und der Wettstreit um das Recht des Eintritts in die Aspirantur war sehr schwer. Stokes gab die Aufgaben aus, wobei das System folgendes war:
Es wurden ein Dutzend Aufgaben gestellt, und der Student wählte selbst diejenigen aus, die er lösen wollte. Er bekam eine bestimmte Zahl von Stunden, und Stokes, der sich keinen Zwang antat, gab oft unlösbare Aufgaben, um zu sehen, ob der Student weiß, daß diese Aufgabe unlösbar ist. Er stellte zum Beispiel folgende Aufgabe (es war in den Zeiten vor Maxwell): Zu finden ist die Verteilung der Geschwindigkeiten in Gasen. Damals war diese Verteilung der Geschwindigkeiten unbekannt, Bernoulli und alle übrigen waren der Meinung, daß die Geschwindigkeiten →

Darstellung des heliozentrischen Weltsystems in der Handschrift von Copernicus aus „De revolutionibus"

etwa gleich seien. Ein junger Mann, zum Erstaunen Stokes, löste diese Aufgabe und löste sie richtig. Sie erraten, daß dieser junge Mann kein anderer war als Maxwell. Auf diese Weise wurde das Gesetz der Verteilung der Geschwindigkeiten in Gasen von Maxwell im Examen gefunden.

Derartige Beispiele könnte man noch viele anbringen, doch mir scheint, es ist völlig offensichtlich: Wenn die Lehrtätigkeit in solchen ernsthaften, fundamentalen Fragen nutzbringend ist, dann ist sie es unzweifelhaft auch in einfacheren Fragen, sie kann oft einen fruchtbaren Einfluß auf die moderne Wissenschaft und die jetzigen Wissenschaftler ausüben. Deshalb muß man die Hochschulen nicht nur als Einrichtungen betrachten, in denen junge Wissenschaftler vorbereitet werden, sondern auch als Ort, wo sich wissenschaftliche Talente und schon gereifte Wissenschaftler entwickeln. Die Lehranstalten müssen so organisiert sein, daß die Möglichkeit in breitem Maße dem Lehrpersonal gewährleistet ist.

Bei uns wird das nicht immer anerkannt. Bis jetzt gilt es z.B. in Universitäten und anderen Hochschuleinrichtungen als vernünftig, daß sich ein Teil des Personals mit wissenschaftlicher und ein anderer mit pädagogischer Tätigkeit beschäftigt. Gerade in den Hochschulen muß ein solches System herrschen, das sich auf Wissenschaftlern aufbaut, die einen geringen Teil ihrer Zeit mit pädagogischer Tätigkeit befaßt sind. Nur dann kann die Lehreinrichtung alle ihre Funktionen erfüllen - die Studenten und das Lehrpersonal zu bilden. Deshalb ist der Ersatz der Professoren durch Kinoapparate völlig unsinnig, er würde den zweiten Teil der Tätigkeit der Hochschulen unmöglich machen, der sich in nächster Zeit unzweifelhaft entwickeln wird und auf den wir große Aufmerksamkeit richten müssen.

Wenn Sie als Wissenschaftler weiter wachsen, nicht altern und Ihre Kenntnisse entwickeln wollen, dürfen Sie den Kontakt mit der folgenden heranwachsenden Generation nicht verlieren, müssen Sie die heranwachsende Generation lehren und bei ihr lernen, Ihre Kenntnisse erweitern. Wenn Sie sich von der Lehre der Jugend trennen, werden Sie sofort altern und hinter der Wissenschaft zurückbleiben.

Dieses kleine Vermächtnis möchte ich Ihnen übergeben, weil ich es als sehr wichtig betrachte.

physikaufgabe 45

Warum kleckst ein Tintenfüller besonders dann, wenn er fast leer ist ?

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

---

lösung der aufgabe 37 aus heft 6/12.jg.

aufgabe:

Im Stadion finden Leichtathletikmeisterschaften statt. Dicht neben dem Starter für den 100 m - Lauf, der gerade die Pistole zum Startschuß hebt, steht das Mikrofon des Reporters. Wer hört den Startschuß eher, die Zuschauer im Stadion (ca. 50 m vom Starter entfernt) oder die Sportanhänger aus ihren Rundfunkempfängern in 500 km Entfernung, wenn es sich um eine Direktübertragung handelt ?

lösung:

eingesandt von Frank L e h m a n n , 17 Jahre, Neuzauche

geg.: $c_1 = 345\ ms^{-1}$ (Schallgeschwindigkeit)

$c_2 = 300000\ kms^{-1}$ (Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen)

$s_1 = 50\ m$, $s_2 = 500\ km$

ges.: t_1 und t_2

$t_1 = s_1/c_1 = 0{,}145\ s$, $t_2 = s_2/c_2 = 0{,}00167\ s$

Antwort: Die Zuhörer an den Radioempfängern hören den Startschuß um das (rund) Hundertfache eher als die Zuschauer im Stadion.

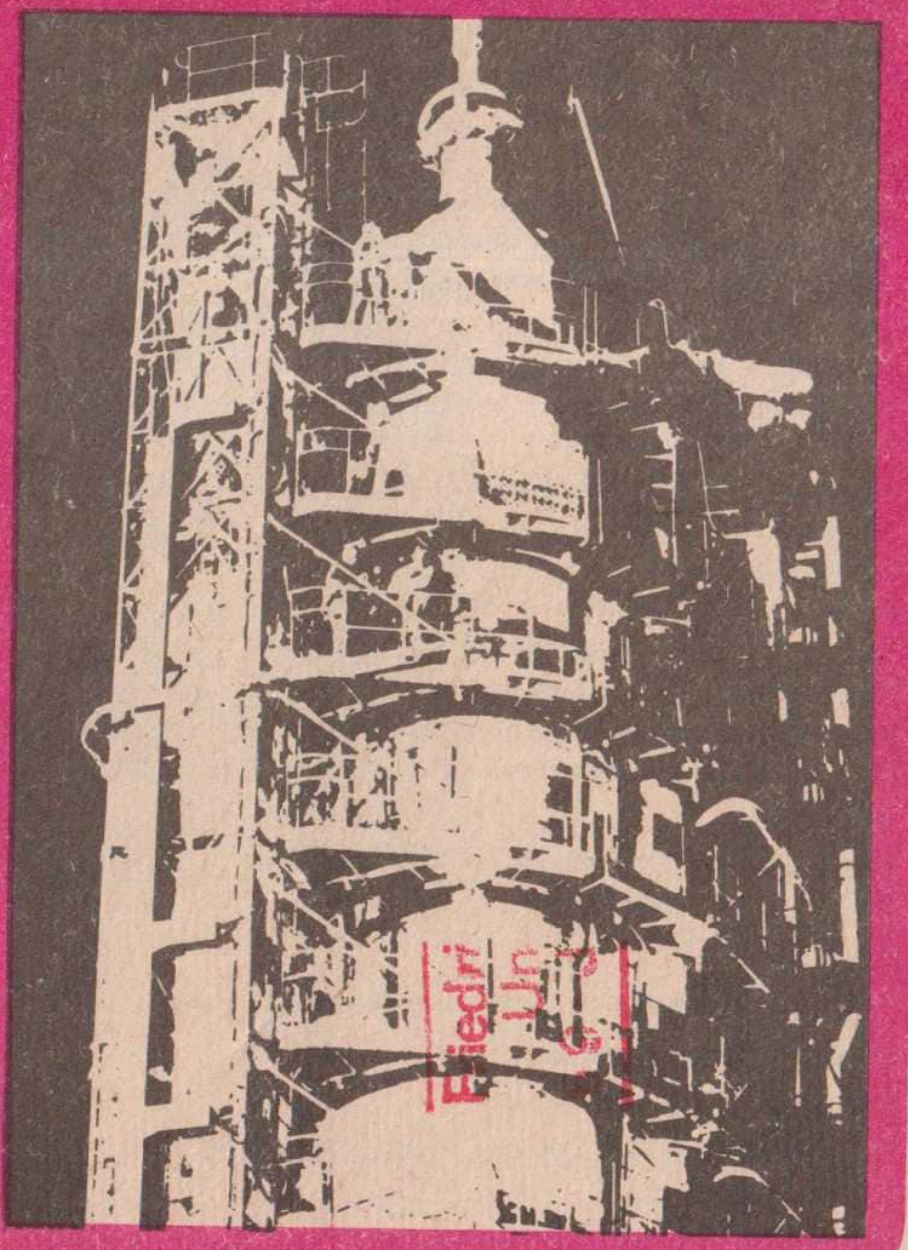
Verzögerungen des Hörens durch den Zuhörer am Radio treten auf: 1.durch die Umwandlung von Schallwellen in elektromagnetische Wellen und umgekehrt, 2.dadurch, daßein gewisser Abstand zwischen Quelle und Mikrofon, sowie zwischen Lautsprecher und Ohr des Zuhörers besteht.Diese Verzögerungen haben aber keinen entscheidenden Einfluß auf die Lösung.

FOTO: PEER LIEMEN, WALTERSHAUSEN

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK,
CHEMIE UND BIOLOGIE
13. JAHRGANG
(1979/80)
40 Pf

impuls 68

6



Goethe contra Newton

☆

Filzkulturensammlung

☆

Neutrinoastronomie

☆

Umweltforschung

☆

Wie zufällig entsteht Leben?

Titelbild: Startvorbereitung eines Sojus-Raumschiffes auf einen Nachtstart (L. G.)

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universitat Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Beyer (Korrektor); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Goethe contra Newton (Was hat uns Goethes Farbenlehre heute noch zu sagen? PHY 3
Die Pilzkulturensammlung der Sektion Biologie der Friedrich-Schiller-Universität BIO 11
Büchermarkt 15
Neutrinoastronomie – Blick ins Innere der Sonne? AST 17
Umweltforschung und Biochemie CHE 23
Wie zufällig entsteht Leben? DOK 27
Chemieaufgabe; Lösung der Physikaufgabe Nr. 38 31

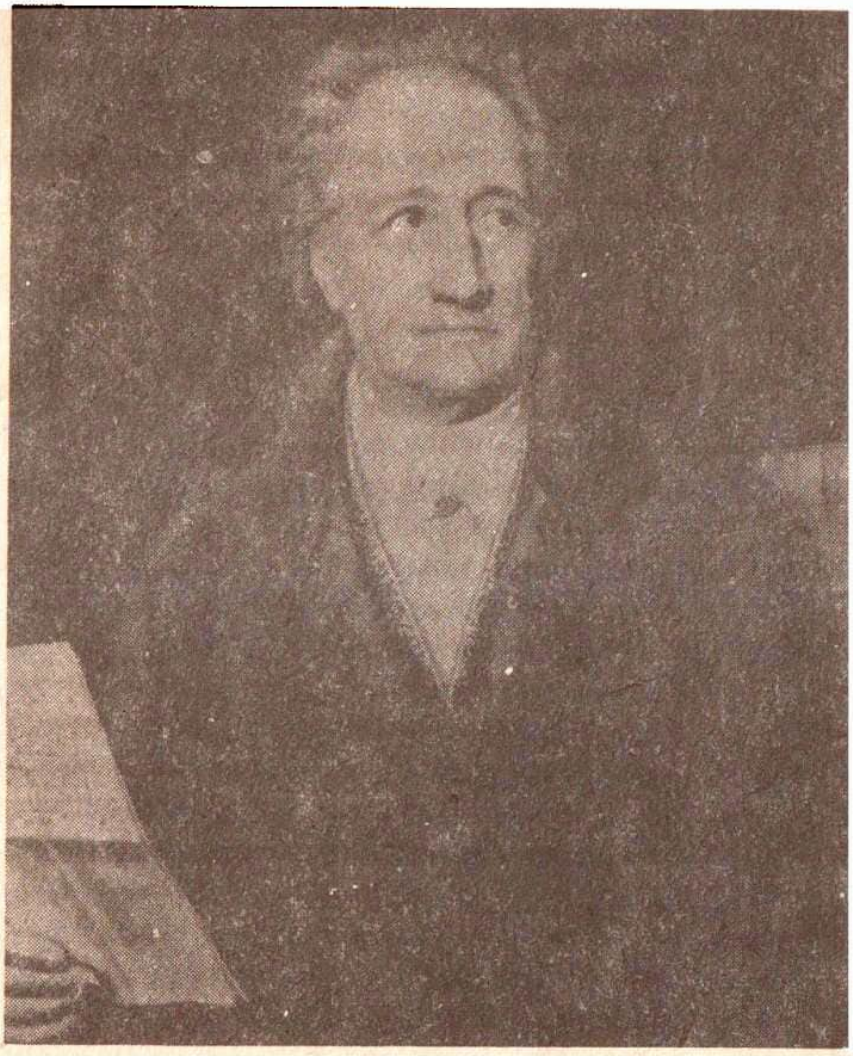
Heft 6 gestaltet von: V. Masurat
Redaktionsschluß: 8. 11. 1979

Wolfgang König
Lehrer für Mathematik,
Physik und Astronomie
EOS Meiningen

Goethe contra Newton

(Was hat uns Goethes Farbenlehre heute noch zu sagen?)

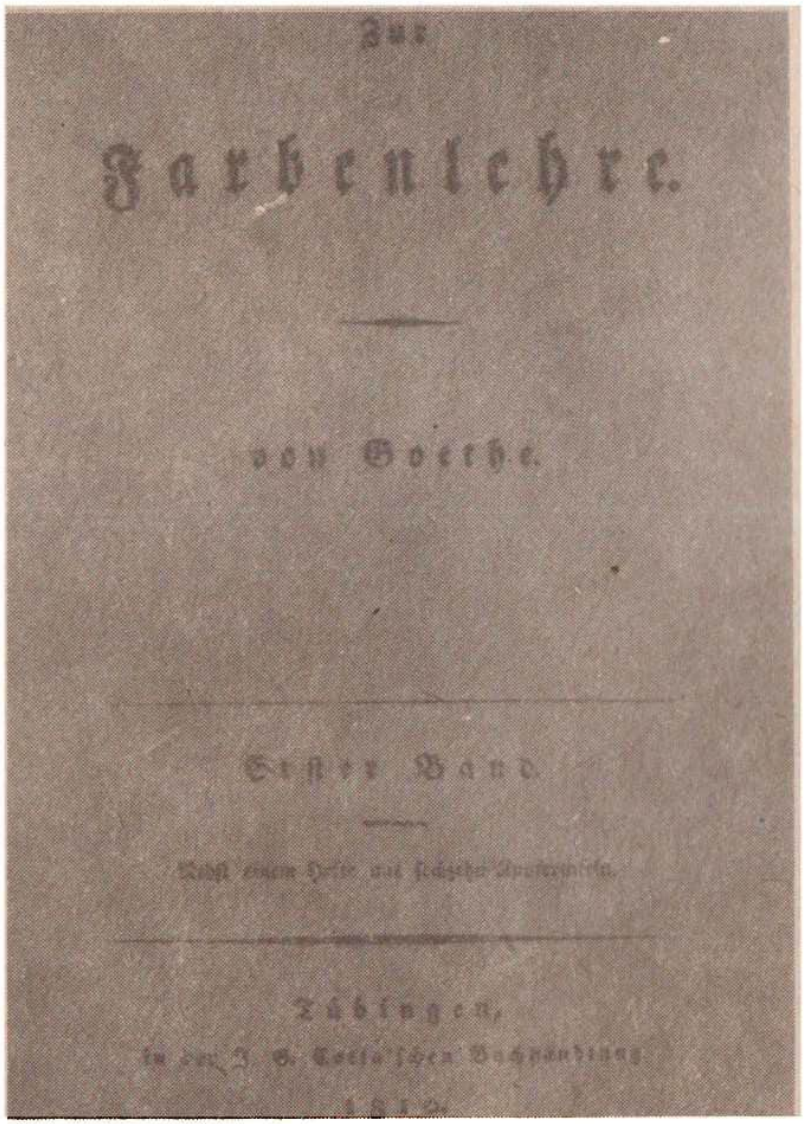
PHYSIK



Wir kennen Johann Wolfgang von Goethe (1749 - 1832) vor allem als Repräsentanten der bürgerlich-humanistischen Klassik innerhalb der deutschen Nationalliteratur, wir kennen ihn als Dichter, Philosophen und Staatsmann. Weniger ist er den meisten als Naturwissenschaftler ein Begriff, obgleich er sich viele Jahre intensiv mit naturwissenschaftlichen Studien beschäftigt hat, mit Studien zur Botanik, Mineralogie, Geologie und besonders zur Optik.

"Natur! Wir sind von ihr umgeben und umschlungen -
unvermögend, aus ihr herauszutreten...
Ihr Schauspiel ist immer neu, weil sie immer neue
Zuschauer schafft...
Man gehorcht ihren Gesetzen, auch wenn man ihnen
widerstrebt, man wirkt mit ihr, auch wenn man
gegen sie wirken will..."
(Goethe in einem aphoristischen Aufsatz "Die Natur")

1810 erschien Goethes "Farbenlehre" in Buchform (zwei Bände von nahezu 1500 Seiten mit einem Anhang handcolorierter Kupferdrucke; siehe Abb.1). Das war rund 100 Jahre nach der Herausgabe von


Zur

Farbenlehre.

von Goethe.

Erster Band.

Tübingen,

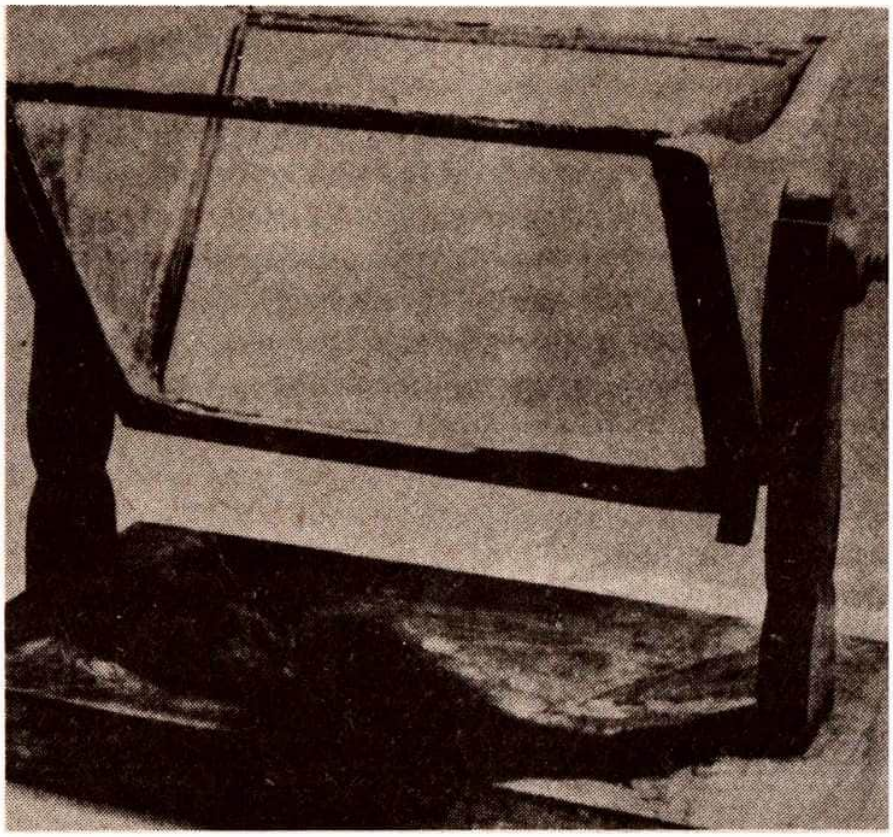
Isaac Newton's "Optik". Dieses Werk, veröffentlicht im Jahre 1704, gilt allgemein als die erste bedeutende Arbeit über eine wissenschaftlich betriebene Lichtforschung.

Da wir gegenwärtig das 275-jährige Jubiläum begehen (siehe Abb. 4),

liegt ein Grund vor, uns in der Schülerzeitschrift "impuls 68" selbst einige Impulse zu holen über den "Streit" der beiden Großen Newton und Goethe und darüber nachzudenken. Auch ist die

Goethesche Farbenlehre ihrer Entstehung nach auf besondere Art mit der alten Universitätsstadt Jena verbunden. Von hier nämlich kam ein Teil der wissenschaftlichen Geräte, die der von Göttingen nach Jena verzogene Hofrat Büttner Goethe zu Versuchszwecken leihweise überlassen hatte. Natürlich hat Goethe später viel eigenes Gerät entworfen und hinzugefügt, das man noch heute im Goethehaus am Frauenplan in Weimar besichtigen kann (siehe Abb. 3). Als Goethe seine Polemik gegen Newton schrieb - er war durch seine Italienreise zu verstärkten optischen Studien angeregt worden - lag Newton längst unter der Erde und konnte sich nicht mehr verteidigen. Allerdings galt vieles, was Newton an optischen

Gesetzen aufgedeckt hatte, schon damals als "Schulweisheit", ist auch heute noch als wissenschaftlich gesichert anzusehen, wogegen Goethe's Theorie von einem grundlegendem Irrtum ausging, wie wir noch nachweisen werden. Das ist der Grund, warum kaum ein Schüler im Unterrichtsfach Physik jemals etwas über die "Goethesche Farbenlehre" erfährt. Sie hat sich jedoch bei allen



physikalischen Fehlern eine gewisse Aufmerksamkeit verdient, deshalb wollen wir uns hier damit beschäftigen.
Ohne daß sich Goethe dessen bis zu seinem Lebensende bewußt wurde, hat er die Grundlagen einer neuen Wissenschaft legen helfen, der FARBENPSYCHOLOGIE. Der Leser mag sich fragen, was das mit PHYSIK zu tun hat. Doch Film, Fernsehen, Farbfotografie und Malerei sind künstlerische Bereiche, in denen sowohl physikalische als auch psychologische Gesetze wirksam werden, die der Gestalter kennen muß, um bestimmte Wirkungen zu erzielen.

Wir wollen hier nur eine knappe Gegenüberstellung der Newtonschen und Goetheschen Aussagen vornehmen, um zu beweisen, daß beide im Grunde auf etwas anderes abzielten und dieser Artikel nicht "Goethe contra Newton", sondern "Goethe cum Newton" heißen müßte.

Newton

- untersuchte vorrangig die physikalischen Eigenschaften des Lichtes (gesetzmäßige Anordnung der Spektralfarben und ihr Verhältnis zu "weiß").
- erkannte, daß sich das Licht der Sonne aus Strahlen verschiedener Brechbarkeit zusammensetzt, wobei violettes Licht stärker von der brechenden Kante eines Prismas abgelenkt wird als rotes Licht. Er selbst führte den Begriff des Spektrums (Gespenst) ein und definierte die sieben Spektralfarben rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett.
- bemühte sich erfolgreich um eine "mathematische Theorie der Farben" und kennzeichnete sie durch Brechungsindices, meßbar beim Durchgang des Lichtes durch optisch durchlässige Medien. Er machte bereits einen Unterschied zwischen einem objektiv existierenden monochromatischen (einfarbigen) Lichtstrahl und dessen physiologischer Wirkung im menschlichen Auge.
- Newtons fundamentaler Irrtum war, daß er das Licht als "aus Korpuskeln bestehend" auffaßte, womit sich nicht alle Erscheinungen der Optik / Wellenoptik / erklären lassen.
  - Dieser Punkt bleibt jedoch von der Goetheschen Polemik unberührt und wird erst Ende des 19. Jh. (Undulationstheorie) bzw. Anfang des 20. Jh. (Quantentheorie) bereinigt. -

Goethe

- untersuchte vorrangig, welchen Gesetzen das Farbempfinden der Menschen unterliegt (Quelle der Farbenharmonie).
- Der Gegensatz von Licht und Schatten entspricht einem Gegensatz von warmen und kalten Farben oder (wie es Goethe nannte) Farben der "aktiven" und "passiven" Seite.
  Auf der PLUS-Seite sind gelb, orange, rotgelb und rot, sie stimmen "lebhaft, regsam und strebend"; auf der MINUS-Seite sind blau, rotblau und blaurot, sie stimmen "zu einer unruhigen, weichen und sehnenden Empfindung".
  Die "sinnlich-sittlichen Wirkungen" liegen für Goethe darin, daß die einzelnen Farben besondere Gemütsstimmungen hervorrufen. Der Goethesche Farbenkreis enthält rot, gelbrot, gelb, grün, blau, blaurot.
- Auch die Nachbilder im Auge, die wir bei farbigem Sehen empfinden, hat Goethe schon erkannt. "Lebensäußerung des Auges ist es, daß es das Helle fordert, wo ihm das Dunkle geboten wird, daß es das Dunkle fordert, wenn man ihm Hell entgegenbringt.

Aber auch, sowie ihm eine Farbe (des Goetheschen Farbenkreises) geboten wird, fordert es die Gegenfarbe, so fordert Gelb das Violett, Orange das Blau, Purpur das Grün und umgekehrt." Goethes fundamentaler Irrtum lag darin, daß er "weiß" nicht als Mischlicht aus den einzelnen von Newton eingeführten Spektralfarben gelten lassen wollte, sondern dafür die Theorie des "trüben Mittels" setzte, wonach die Farben durch eine unterschiedliche Schwächung von "weiß" beim Durchgang durch absorbierende Medien entstehen sollten.

- Diese physikalische Fehlinterpretation führte dazu, daß Goethes Farbenlehre jahrzehntelang als bedauerlicher "Irrtum" des Großen von Weimar ad acta gelegt und als "Peinlichkeit" oft einfach verschwiegen wurde. -

All diese Aussagen machen deutlich, daß beide Naturforscher ihr Hauptaugenmerk auf einen anderen Gegenstand richteten (was ist Licht ? bzw. wie wirkt Licht auf den Menschen ?) und nicht die Polemik Goethes gegen Newton die Hauptsache an der "Farbenlehre" darstellt, sondern ihre Aussagen über psychologische Wirkungen.

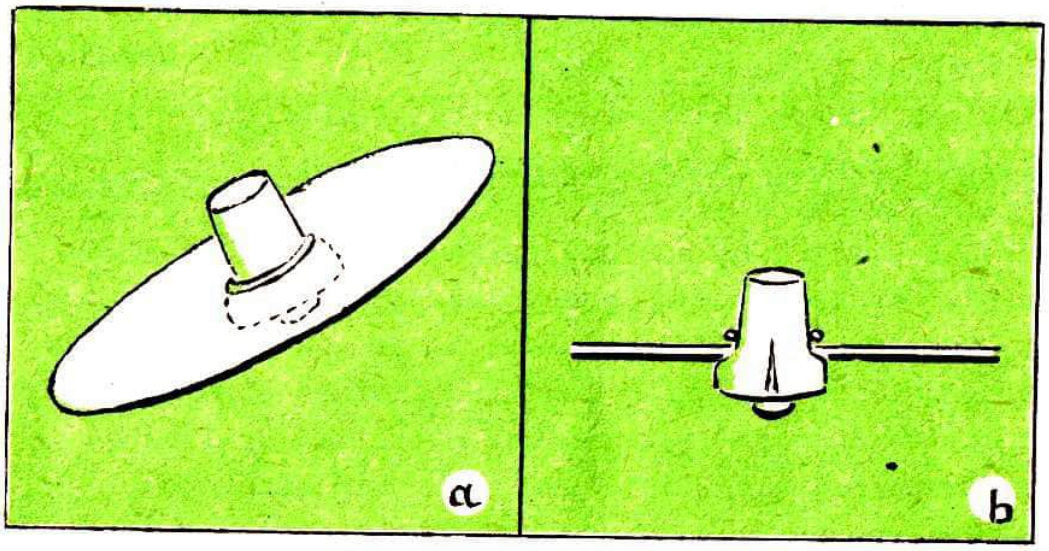
Anleitung für den Selbstbau eines Goetheschen »Farben-Kreisels«:

Der "Farbenkreisel" hat den Vorzug, bei geringem experimentellem Aufwand (jede Papierhandlung liefert die nötigen Farbkartons) eine Vielfalt von Farbkombinationen zu ermöglichen. Es ist nicht nur eine spielerische Beschäftigung mit physikalisch-physiologischem Hintergrund, sondern eine Hinwendung zur Farbenpsychologie, von der jeder Schüler und Student so viel wissen sollte, wie nötig ist, um die Wirkung eigener Gemälde oder Farbfotos auf den Betrachter bewußt zu beeinflußen und zu planen.

Grundausstattung:

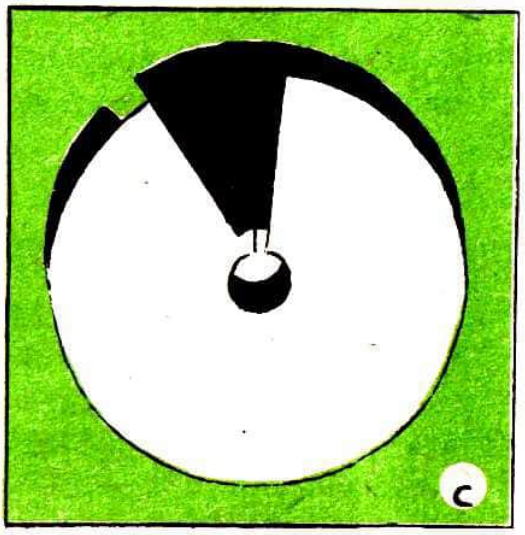
In der Mitte eines kreisrund ausgeschnittenen Pappkartons von 16 cm Durchmesser befestigen wir einen konischen Flaschenkorken und versehen diesen zusätzlich von der Unterseite mit einem Polsternagel (Nagelkopf als Kreiselspitze, s. Abb. a). Das obere schmale Ende des Korkens wird als"Griff" benutzt, um den Kreisel mit Daumen und Zeigefinger in Drehung zu versetzen. Ist keine glatte Unterlage vorhanden, bewährt sich ein umgestülpter Teller, um den Farbkreisel darauf tanzen zu lassen.

Die Oberseite der Pappscheibe nimmt auswechselbare Farbkartons auf, die von einem Haltering (Schlüsselring geeigneten Durchmessers) zusatzlich angedrückt werden können (s. Abb. b).



Zubehör:

Die im Handel angebotenen Velour-Papiere eignen sich wegen ihrer schön leuchtenden Farben für die Anfertigung eines ganzen Sortiments farbiger Kreisscheiben. Sie können noch ergänzt werden durch glattes Farbpapier, das jedoch auf dünne Pappen aufgeleimt werden muß, bevor man die Scheiben (s. Abb. c) auf den



Kreisel aufsteckt. Die Drehrichtung ist so zu wählen, daß sich die Luft nicht unter dem Seitenschlitz fangen kann !

Versuch 1:

Zur Überprüfung einer optischen Grundweisheit stecken wir zuerst die 3 sogenannten "Newton-Farben" auf:

Gelbrot (740...570 nm),
Grün (570...490 nm) und
Blauviolett (490...340 nm),

lassen den Kreisel tanzen und beobachten mit leicht zugekniffenen Augen (die Farben verschwimmen dann leichter). Nehmen die drei Farben durch geschicktes Übereinanderstecken etwa je ein Drittel des Vollkreises ein, hat man bei Rotation den Gesamteindruck "Grau". Was nach Newton theoretisch "Weiß" ergeben müßte, kommt immerhin als "Grau" heraus, da ja jede Farbe nicht ihr gesamtes "Licht" in die Summe des Mischlichtes einbringt, sondern eben aus technischen Gründen nur mit einem Drittel am Gesamtlichteindruck beteiligt ist. Dominiert die eine oder andere Teilfarbe innerhalb des Grauen, kann man durch Verschieben der einzelnen Anteile dennoch den gewünschten Effekt herbeiführen.

Versuch 2:

Hiermit kommen wir zum eigentlichen Anliegen Goethes.
Wir greifen uns aus dem Sortiment der Farben zunächst nur jeweils zwei, kombinieren sie zu etwa gleichen Teilen (je 50% des Vollkreises) und beobachten den Gesamteindruck bei Rotation des Kreisels. Nun ändern wir zunächst die Anteile der beiden Einzelfarben am Gesamtkreis (z.B. 30% Blaurot und 70% Gelbrot und umgekehrt), kombinieren schließlich auch noch andere "Goethe-Farben" und erhalten alle möglichen Farbeindrücke von Purpur-Rot bis Violett.
Solche Erkenntnisse (was erhält man woraus) helfen uns wiederum bei der Gestaltung unserer Aquarelle, Ölbilder und Plakate.
Nun ist auch unser natürlicher Spieltrieb erwacht und den Kombinationen sind keine Grenzen gesetzt. Immer neue Farbharmonien stellen sich ein, ein anderes Colorit taucht auf, und wir werden endlich Goethes Wunsch gerecht, experimentierend zu neuen Einsichten zu gelangen.

"Da gebt der Natur die Ehre,
froh, an Aug' und Herz gesund,
und erkennt der Farbenlehre
allgemeinen ewgen Grund."

Dr. Peter Hübsch
FSU Jena
Sektion Biologie

Die Pilzkulturensammlung der Sektion Biologie der Friedrich-Schiller-Universität

BIOLOGIE

Zur Entwicklung der Pilzkulturensammlung

Seit 1951 befindet sich in Weimar in der Freiherr-von-Stein-Allee 2 eine Einrichtung der Friedrich-Schiller-Universität Jena, die sich mit mykologischen Fragen beschäftigt. Anfangs wurden hier vor allem physiologische Probleme holzbewohnender Pilze bearbeitet. Dann standen eine Zeitlang die Mykorrhizapilze im Mittelpunkt der Forschungen. Heute werden taxonomische Probleme bei Askomyzeten und Fungi imperfekti, die Fruchtkörperbildung und Nebenfruchtformen bei Basidiomyceten, sowie Methoden der Kultivierung von Pilzen in Reinkultur bearbeitet. Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen waren und sind Reinkulturen der zu untersuchenden Pilze notwendig. Meist werden solche Kulturen nach Abschluß der Arbeiten nicht mehr weiterkultiviert. Anders war es in Weimar. Hier bildeten diese Arbeitskulturen den Grundstock für den Aufbau einer Sammlung von Stammkulturen, die als Vergleichsmaterial und als Fundus für solche Wissenschaftler dienen soll, die für ihre Arbeiten lebende Pilze benötigen.

Zur Information für diese Wissenschaftler wurde 1955 die erste Liste über die vorhandenen Stammkulturen herausgegeben.

Damals enthielt dieses Verzeichnis 320 Stämme [+)], die sich auf 153 Arten und 70 Gattungen verteilten. Dieses erste Verzeichnis war damals ein Anhang im Samenverzeichnis des Botanischen Gartens der Friedrich-Schiller-Universität. Um

---

+) Als Stamm bezeichnet man ein Isolat von einem bestimmten Organismus oder eine Herkunft.

gezielter den wirklichen Interessentenkreis für lebende Pilze ansprechen zu können, wurde 1957 das erste selbständige Verzeichnis herausgegeben, in dem 390 Stämme enthalten waren. Hierzu erschien bereits 1959 ein Nachtrag mit 230 Stämmen. Die Zugänge an Kulturen stammten zum einen aus eigenen Neuisolierungen durch Mitarbeiter der Pilzkulturensammlung, zum anderen aus dem Tausch von Kulturen mit anderen Stammsammlungen und Instituten, die über Pilzkulturen verfügen. Im Jahre 1963 wurde eine neue Liste zusammengestellt, die nun schon 764 Stämme enthielt. Dazu wurden 1969 und 1975 Ergänzungslisten gedruckt, eine weitere wurde gerade erarbeitet. Inzwischen ist die Sammlung auf etwa 3000 Stämme angestiegen.

Die Sammlung umfaßt Kulturen von Mucorales, Askomyzeten, Basidiomyzeten und Fungi imperfecti (Deuteromyzeten), dabei machen letztere den größten Anteil aus.

Im Jahre 1962 wurde innerhalb der International Association of Microbiological Societies eine Sektion Culture Collections gegründet. Diese hielt im Juli 1966 ein Treffen in Paris ab, welches von der UNESCO unterstützt wurde. Hier wurde beschlossen, eine Weltübersicht über alle vorhandenen Kulturensammlungen zu erarbeiten. Damals wurde auch unsere Sammlung gebeten, hierbei als eine der fünf großen Sammlungen in der DDR mitzuhelfen. So wurden unsere Kulturen von der World Federation of Culture Collections (WFCC), die mit einem umfangreichen Band über die Sammlungen und die dort vorhandenen Kulturen Auskunft gibt, erfaßt.

In der Arbeitsgruppe Pilzkulturensammlung in Weimar arbeiten zwei promovierte Wissenschaftler (Dr. sc. Günter Arnold und Dr. Peter Hübsch), 4 technische Mitarbeiter und eine Schreibkraft. Dr. Arnold beschäftigt sich mit den mikroskopischen Pilzen, während Dr. Hübsch die Basidiomyzeten betreut.

Die Arbeitsweise und die Aufgaben einer Pilzkulturensammlung

Bei den in der Sammlung vorhandenen Kulturen handelt es sich um Reinkulturen, die in Kulturröhrchen (Reagenzgläsern) auf Schrägagar gehalten werden. Diese Kulturen kön-

nen auf zwei Wegen entstehen. Im ersteren Fall geht man von Sporen aus, die man auf geeignetem Nährboden zum Auskeimen bringt. Dabei kann entweder eine einzige Spore als Ausgangspunkt für eine Stammkultur dienen, dann sprechen wir von einer Einsporkultur, oder aber es wird eine größere Anzahl von Sporen möglichst steril von dem zu isolierenden Pilz entnommen. Da es uns in vielen Fällen nicht gelingt, die Sporen zur Keimung zu bringen, gehen wir in solchen Fällen von Pilzgewebe aus (z.B. bei Basidiomyzeten oder bei größeren Askomyzeten). Hierbei wird von dem äußerlich gesäuberten, gesunden und möglichst jungen Fruchtkörper mit einer durch Abflammen sterilisierten und wieder abgekühlten Impfnadel oder Impflanzette ein Stück Pilzgewebe aus dem Inneren des aufgebrochenen Fruchtkörpers entnommen. Das Impfstück wird auf den sterilen Nährboden übertragen und hypht dort nach einigen Tagen aus.

Stammkulturen müssen in regelmäßigen Zeitabständen auf ein neues Nährsubstrat überimpft werden, um sie am Leben zu erhalten. Bei den Basidiomyzeten geschieht das in Intervallen von 3 Monaten, bei den schwierig zu kultivierenden Mykorrhizapilzen sogar monatlich. Bei den meist gut sporulierenden Askomyzeten, Fungi imperfecti und Mucorales wird nur zweimal im Jahr überimpft. Von einem Stamm werden 4 Parallelen auf Schrägagar in Kulturröhrchen mit Wattestopfen gehalten. Dabei werden jeweils ein Röhrchen von der vorhergehenden Impfung und 3 frische Abimpfungen pro Stamm aufbewahrt.

Zur Einsparung der aufwendigen Impfarbeit suchen wir auch nach Methoden, die Kulturen weniger häufig überimpfen zu müssen. Dazu werden Kulturen z.B. in der Tiefkühltruhe bei etwa -20 ^{o}C aufbewahrt. In Zukunft soll auch die Aufbewahrung der Stämme im Biocontainer über flüssigem Stickstoff getestet werden.

Über alle vorhandenen Kulturen wird eine möglichst umfangreiche Dokumentation angelegt. Diese beginnt mit der Aufbewahrung des Ausgangsmaterials, von dem der Pilz isoliert wurde, als Herbarmaterial, um auch später dieses Material noch nachbestimmen zu können und Vergleiche mit den Sporen, Sporenträgern oder Fruchtkörpern aus Kulturversuchen anstellen zu können. Über die Erstkultur wird eine genaue Be-

schreibung angefertigt und zusätzlich werden auch markante morphologische Details fotografiert oder gezeichnet. Von einer Kultur in Petrischale wird ein Foto angefertigt, das über Wachstumsgeschwindigkeit und Koloniecharakter Auskunft gibt. Vorhandene physiologische Leistungen, die aus Versuchen bekannt werden, werden ebenfalls auf der Stammkarte vermerkt, welche Isolierungsdatum, Name des Bestimmers und dessen, der den Pilz isoliert hat, Fundort und Standort des Ausgangsmaterials oder die Herkunft des Stammes enthält.
Die frisch geimpften Kulturen werden im Brutraum bei 22 °C bebrütet und nach ihrem Anwachsen nach optischer Kontrolle wieder in die Sammlung einsortiert. Die Temperatur der Sammlungsräume soll möglichst niedrig sein, um allzuschnelles Wachstum zu unterbinden, welches ein zu häufiges Überimpfen erfordern würde.
Werden Kulturen für eigene Versuche in unseren Arbeitsgruppen benötigt oder liegen Bestellungen von anderen Instituten vor, dann wird eine Abimpfung gemacht und der Pilz nach dem Anwachsen und nach entsprechender Kontrolle verschickt.

Wir stehen mit unserer Kulturensammlung mit vielen entsprechenden Sammlungen aus aller Welt im Tausch. An solche Institutionen, die über Tauschmöglichkeiten verfügen, werden die Kulturen kostenlos abgegeben. Werden Kulturen an kommerzielle Nutzer abgegeben, so müssen sie bezahlt werden.

Neben der Lieferung von Stämmen übernehmen die beiden Wissenschaftler auch häufig Bestimmungsaufgaben für andere Einrichtungen, sie geben unter Umständen auch Ratschläge für die Bekämpfung von Schadpilzen, oder sie beraten bei der Auswahl von Stämmen für bestimmte Zwecke. Außerdem können in der Pilzkulturensammlung auch Stämme deponiert werden, die beim bisherigen Nutzer nicht mehr benötigt werden, weil die Arbeiten mit ihnen abgeschlossen werden, deren weitere Haltung als Stammkultur aus bestimmten Gründen aber wünschenswert scheint.

Für die Erweiterung der Kulturensammlung ist es erforderlich, daß die beiden Wissenschaftler selbst oft in die Natur gehen und Pilze sammeln, um das Artenspektrum der Sammlung zu erweitern oder Kulturen, die nicht mehr so

leistungsfähig sind, durch neue zu ersetzen. Es gibt noch immer eine ganze Reihe von Arten, die im Laufe der Kultivierung manche der ursprünglich vorhandenen Eigenschaften einbüßen, sei es nun, daß sie die Fähigkeit Sporen zu bilden verlieren, daß sie in ihrer Wachstumsgeschwindigkeit nachlassen oder bestimmte Befallsbilder nicht mehr ausbilden. Deshalb stehen auch Untersuchungen über Degeneration und Regeneration von Stammkulturen mit im Mittelpunkt der Arbeiten.

Außer ihrer Forschungsarbeit sind die beiden Wissenschaftler auch in der Lehre tätig. Für die in Jena auszubildenden Mikrobiologen werden zwei Bestimmungskurse für Pilze durcngeführt, wobei sich der eine mit den mikroskopischen Pilzen und der andere mit den Makromyceten beschäftigt. Regelmäßig werden auch Weiterbildungskurse für bereits in der Praxis tätige Biologen durchgeführt. Diese Kurse beschäftigen sich ebenfalls mit Methoden der Bestimmung von Pilzen.

BÜCHERMARKT

Wolfgang Spickermann

„Kosmologie und die Legende vom Schöpfungsakt"

(Band 88 der Reihe „Zur Kritik der bürgerlichen Ideologie")

herausgegeben von Manfred Buhr
Akademie-Verlag Berlin 1978, 1. Auflage, Broschur, 121 S.,
Preis: 5,20 Mark

Mit diesem Büchlein hat sich Dr. Spickermann einem Thema zugewandt, das für angehende Physiker, Mathematiker, Astronomen und Philosophen gleichermaßen interessant ist. Erfreulicherweise nimmt die Literatur über weltanschauliche Fragen in Ver-

bindung mit neueren astronomischen und physikalischen Forschungsergebnissen in jüngerer Zeit zu. Dr. Spickermanns Schrift ist, was Allgemeinverständlichkeit betrifft, trotz einiger mathematischer Gleichungen, die über Oberschulniveau hinausgehen, von besonderer Bedeutung für Oberschüler und Studenten.
Hier wird eine konsequent parteiliche Wertung einzelner Weltmodelle vom Standpunkt des dialektischen Materialismus angestrebt, wobei die Diskussion des Einstein-Friedman-Kosmos im Mittelpunkt steht. Sehr wertvoll erscheint mir die klare Gliederung bezüglich philosophischer und physikalischer Begriffe und Kategorien mit zahlreichen Literaturhinweisen auf Originalquellen im Anhang.
Wenn der Autor in der Einleitung feststellt, daß auch "die klerikale Philosophie versucht, die moderne Naturwissenschaft in den Dienst ihrer überholten Vorstellungen von der Existenz eines universellen Schöpfers zu stellen", dann ist dies eine hinreichende Begründung dafür, sich vor allem von fachwissenschaftlicher Seite aus mit guten Argumenten gegen den "Mythos vom Schöpfungsakt" zu wappnen. Das Buch liefert zahlreiche Fakten in diesem Sinne.
Möge sich auch diese Erkenntnis bei unseren jungen Lesern festigen: "Die Philosophie ist ohne Einzelwissenschaft zwar leer, aber umgekehrt ist die Einzelwissenschaft ohne Philosophie blind." (Zitat S. 18)

Wolfgang König

BÜCHERMARKT

"Ach, Fräulein Marita", erkundigte er sich beim abendlichen Spaziergang, "würden sie um Hilfe rufen, wenn ich sie jetzt küsse?" -
"Wieso", lacht das Mädchen erstaunt. "Sie werden es doch wohl allein schaffen?!"

Lutz Grunwaldt
Diplom-Physiker
ZIPE Potsdam

Neutrinoastronomie - Blick ins Innere der Sonne?

ASTRO

In einer Goldmine in Süddakota (USA) befindet sich in 1500 m Tiefe ein riesiger, mit Perchloräthylen (C_2Cl_4) gefüllter Tank. Mit Hilfe dieser Apparatur wird versucht, von der Sonne stammende Neutrinos nachzuweisen. Eine ähnliche Anlage arbeitet in der UdSSR.
Woher rührt das große Interesse an solarer Neutrinostrahlung? Wie kommt der ungeheure apparative Aufwand zustande, ist er überhaupt gerechtfertigt? Im vorliegenden Artikel soll auf diese Fragen eingegangen werden.

Warum strahlt die Sonne?

Viele Generationen von Physikern und Astronomen versuchten, eine Antwort auf diese Frage zu geben, doch erst die Fortschritte der Kernphysik und Elementarteilchenforschung in unserem Jahrhundert erlaubten eine tiefergehende Untersuchung. Die heute allgemein akzeptierte Theorie geht davon aus, daß die gewaltige Energieabstrahlung der Sonne (und der Sterne allgemein) nur durch Kernfusionsreaktionen über lange Zeiträume aufrechterhalten werden kann. Speziell in den Zentralgebieten unserer Sonne und ähnlicher Sterne sollte dabei folgende Reaktion die Hauptrolle spielen:

$$4\,p \longrightarrow {}^4He + 2\,e^+ + 2\,\nu + 26{,}7\ MeV$$

Aus insgesamt vier Protonen (d. h. Wasserstoffkernen) bilden sich ein Heliumkern mit der Massenzahl 4 sowie 2 Positronen (Positronen sind die Antiteilchen der Elektronen) und 2 Neutrinos. Die Masse der auf der rechten Seite der Reaktionsgleichung stehenden Teilchen ist kleiner als die Massensumme der vier Protonen, aus denen sie hervorgegangen sind. Diese kleine Massendifferenz wird bei der Kernverschmelzung gemäß der be-

rühmten EINSTEIN-schen Gleichung

$$E = \Delta m \cdot c^2 \qquad (c = \text{Lichtgeschwindigkeit})$$

als Energie frei, pro Reaktionszyklus sind es 26,7 MeV.

Man bezeichnet die Reaktion, da sie von Wasserstoffkernen ausgeht, auch als "Wasserstoffbrennen". Ganz so einfach, wie in der obigen Reaktionsgleichung dargelegt, verläuft das Wasserstoffbrennen allerdings nicht. Die Reaktion geht über viele Zwischenschritte, als Zwischenprodukte treten Deuterium (D), Lithium (Li), Beryllium (Be) und Bor (B) auf. Ein vereinfachtes Modell der Reaktion kann aus Abbildung 1 entnommen werden.

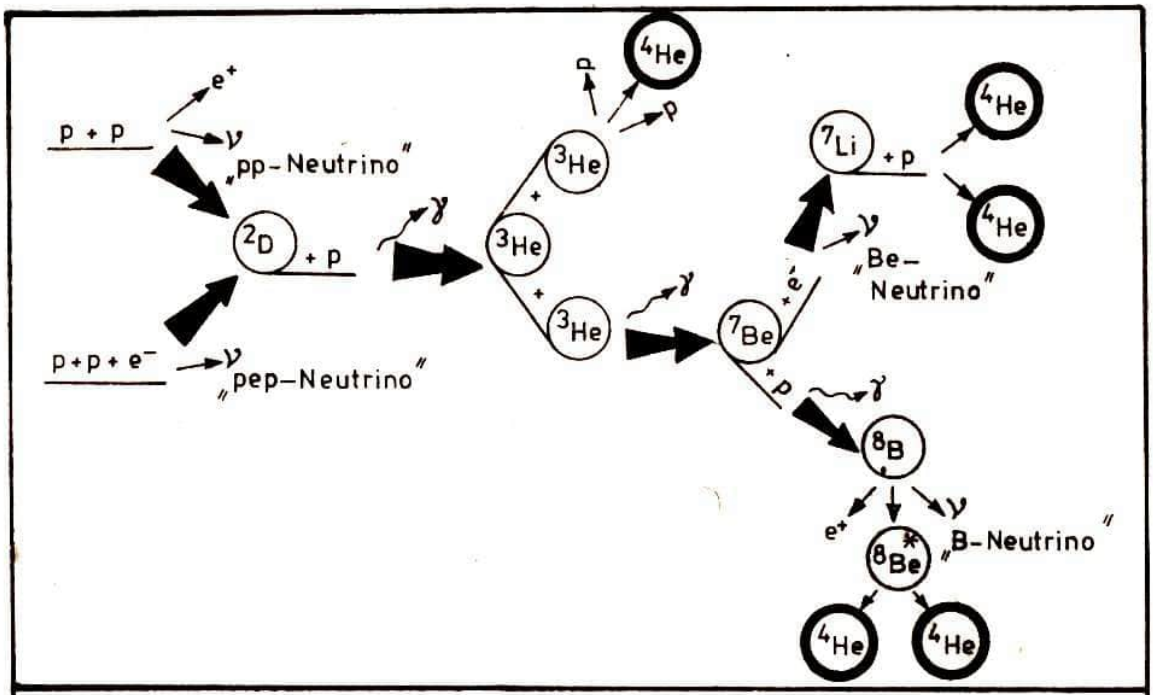


Abb.1: Schema des „Wasserstoffbrennens"

Neutrinos durchdringen die Sterne!

Wie wir in Abbildung 1 sehen, werden bei praktisch allen Zwischenschritten auch Neutrinos frei. Diese befinden sich keinesfalls in Ruhe, sie besitzen kinetische Energie und tragen so einen Teil der bei der Kernverschmelzung freiwerdenden Energie mit sich fort. Das gleiche gilt für die Positronen, doch der Weg beider Teilchenarten ist sehr verschieden:

- Die Positronen treffen bereits nach kurzer Wegstrecke auf ihr natürliches Antiteilchen, das Elektron, und zerstrahlen mit diesem, wobei die Teilchenmassen in Strahlungsenergie umgesetzt werden.

● Die Neutrinos passieren die gesamte Sonne praktisch ungehindert und gelangen in den freien Weltraum.

Warum können sich Neutrinos so ungehindert bewegen? Neutrinos besitzen weder Ruhmasse noch Ladung, außerdem nehmen sie nur an der sogenannten "schwachen Wechselwirkung" teil. All das führt dazu, daß die Wahrscheinlichkeit, daß ein Neutrino mit irgendeinem anderen Teilchen in Wechselwirkung tritt, praktisch verschwindend klein wird. Sie durchfliegen selbst große kosmische Körper ungehindert.

Auf dieser Eigenschaft der Neutrinos beruht nun auch das große Interesse der Astrophysiker an diesen kleinen "Ausreißern". Als einzige der bei den thermonuklearen Reaktionen tief im Sonneninneren erzeugten Teilchen kommen sie ungehindert nach außen, ohne vorher absorbiert oder zerstrahlt worden zu sein. Folgender Gedankengang ist nahezu zwingend:

● Die abgestrahlte Energie der Sonne ist bekannt, sie kann gemessen werden. Stimmen unsere Angaben über die Energieerzeugungsprozesse in der Sonne, so können wir die Zahl der dabei freiwerdenden Neutrinos errechnen. Gelingt es uns, die aus der Sonne stammenden Neutrinos zu zählen, so können wir daraus genaue Aussagen über die in der Sonne ablaufenden Reaktionen, über Druck und Temperatur gewinnen.

Eine verlockende Idee! Doch bleibt ein Problem:

Wie kann man Neutrinos registrieren?

Die Lösung ergibt sich zwangsläufig aus den oben angeführten Eigenschaften der Neutrinos: ist die Reaktionswahrscheinlichkeit sehr gering, muß sie eben durch geeignete Maßnahmen vergrößert werden! Dazu sind zwei Schritte erforderlich:

1. Eine geeignete Umwandlungsreaktion muß gefunden werden.
2. Eine ausreichend große Menge des Reaktionspartners muß als "Zielscheibe" dem Neutrino "in den Weg gelegt" werden.

Derartige Reaktionen sind bekannt. Als erste wurde die folgende ausgenutzt:

$$^{37}Cl + \nu \longrightarrow {}^{37}Ar + e^-$$

d. h. Chlor wandelt sich durch Neutrinoeinfang zu Argon-37 (radioaktiv) um. Die gebildeten Argonatome müssen nun radiochemisch nachgewiesen, d. h. gezählt werden! Da die Reaktionswahrscheinlichkeit äußerst klein ist, müssen enorm große Chlormengen als

"Zielscheibe" ausgebracht werden. Trotzdem bleibt die Rate der gebildeten Argonatome winzig, man bezeichnet als "Sonnenneutrinoeinheit" (SNU) 10^{-36} Einfänge pro Chloratom und Sekunde!

Trotzdem wurde der Chlordetektor, eine nachweistechnische Glanzleistung, in den 60er Jahren unter Leitung von R. DAVIS (USA) in Betrieb genommen. Nach mehrjähriger Beobachtungsdauer veröffentlichte man schließlich die ersten Resultate. Sie waren sensationell!

Zu wenig Sonnenneutrinos?

Theoretiker hatten für den Chlordetektor eine Nachweisgröße von 4,7 SNU vorhergesagt. Unter Beachtung aller möglichen Meßfehler und Störeinflüsse erhielten DAVIS und seine Mitarbeiter jedoch nur 1,7 SNU, also fast dreimal weniger!
Welche Schlußfolgerungen ergaben sich daraus? Möglich waren folgende:

1. Unsere Vorstellungen über die Energieerzeugung der Sonne sind falsch, die Reaktionen laufen wesentlich anders als heute von uns berechnet.
2. Die Neutrinos unterliegen entgegen bisherigen Erfahrungen auf ihrem Weg von der Sonne zur Erde entscheidenden Veränderungen und können die Nachweisreaktion nicht mehr auslösen.

Beide Schlußfolgerungen sind rigoros, und viele Wissenschaftler halten sie für verfrüht. Ihr Hauptargument: der Chlordetektor weist nur sehr energiereiche Neutrinos nach, gerade diese aber sind in geringerer Zahl anzutreffen als energieärmere, auf die der Detektor nicht mehr anspricht.
Tatsächlich beträgt die notwendige Mindestenergie der Neutrinos, die an der Chlor-Argon-Umwandlung teilnehmen sollen, $E_\nu > 814$ keV. Derartige Energien weisen aber nur Neutrinos aus der Teilreaktion

$$^{8}B \longrightarrow {}^{4}He + {}^{4}He + e^{+} + \nu \quad \text{(s.Abb. 1)}$$

auf. Diese Reaktion ist außerordentlich stark temperaturabhängig, und möglicherweise ist die zu geringe Neutrinorate auf unsere ungenaue Kenntnis der Temperatur im Sonneninneren zurückzuführen. Also müssen andere Detektoren geschaffen werden, die auch auf energieärmere Neutrinos ansprechen.

Zukünftige Neutrinodetektoren

R. SCOTT schlägt vor, die Reaktion

$$\nu + {}^{81}Br \longrightarrow {}^{81}Kr + e^-$$

zum Neutrinonachweis auszunutzen. Ihre Schwelle liegt bei $E_\nu > 490$ keV und erlaubt die Registrierung von Neutrinos aus der Teilreaktion

$$e^- + {}^{7}Be \longrightarrow {}^{7}Li + \nu$$ (s. Abb. 1).

Jedoch stehen dem nur geringen Gewinn an Schwellerniedrigung enorme technische Probleme gegenüber. Wesentlich aussichtsreicher scheint der Gallium-Detektor zu sein. Er beruht auf der Reaktion

$$^{71}Ga + \nu \longrightarrow {}^{71}Ge + e^- .$$

Als einziger Detektor spricht er auf Neutrinos aus der häufigen Reaktion

$$p + p \longrightarrow {}^{2}H + e^+ + \nu$$

an, die auch nicht so stark von äußeren Parametern abhängt. Wie soll nun ein solcher Ga-Detektor arbeiten?

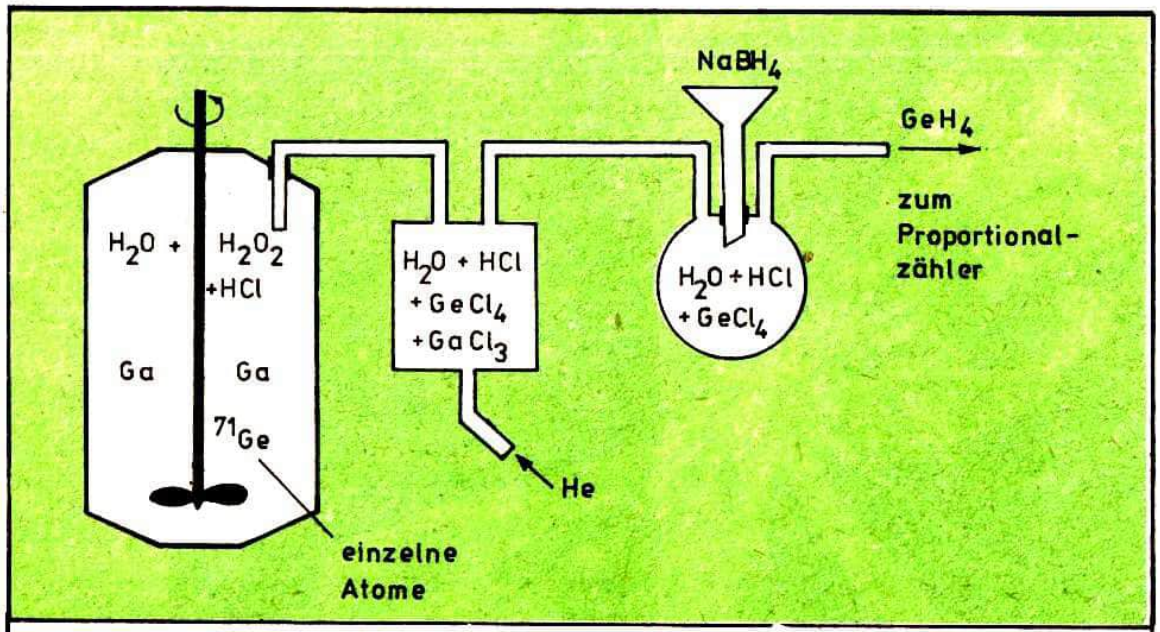


Abb.2: Schema des Galliumdetektors

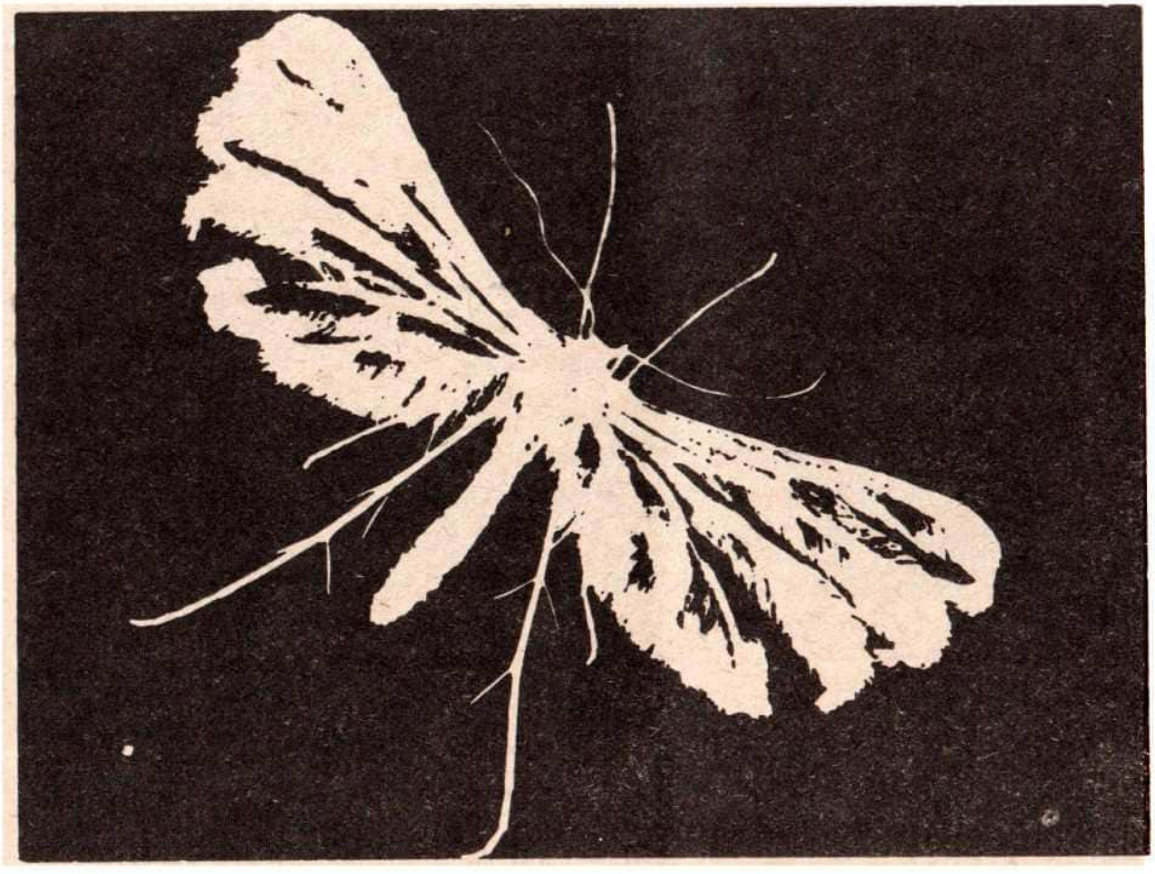
Etwa 40 t reinstes Gallium werden bei ca. 30 °C der solaren Neutrinostrahlung ausgesetzt. Das Gallium befindet sich unter diesen Bedingungen im flüssigen Zustand, durch einfallende Neutrinos

werden einzelne Galliumatome in Germanium-71, ein radioaktives Isotop, umgewandelt. Durch spezielle, mit H_2O_2 gemischte Substanzen (z. B. HCl) wird das Germanium in die Verbindung $GeCl_4$ überführt und "ausgewaschen". In einem zweiten Schritt wird das $GeCl_4$ durch Reaktion u. a. mit $NaBH_4$ in GeH_4 umgewandelt. Die GeH_4-Moleküle werden sorgfältig von Beimischungen befreit und in einem Proportionalzähler nachgewiesen (das enthaltene ^{71}Ge ist radioaktiv!).

Trotz der immensen technischen Schwierigkeiten seiner Realisierung (es bereitet z. Z. noch erhebliche Mühe, genügend Reinstgallium herzustellen) hätte der Detektor einen entscheidenden Vorteil: seine Ausbeute sollte theoretisch 95 SNU betragen - mehr als zwanzigmal mehr als beim bereits existierenden Chlordetektor!

Ein kleines Versuchsmuster mit 20 kg Gallium wurde 1977 in Brookhaven (USA) erprobt. Zur Zeit arbeiten sowjetische und amerikanische Wissenschaftler intensiv daran, einen großen Gallium-Detektor einsatzbereit zu machen und somit die Frage entscheiden zu helfen, welche physikalischen Bedingungen im Innern unserer Sonne herrschen.

Man darf auf diese Ergebnisse gespannt sein!



Eine Motte: "Federgeistchen"
Ordnung: Mikrolepidopteren
Familie: Pterophoridae

Dr. Dieter Schlee
MLU Halle

Umweltforschung und Biochemie

CHEMIE

aus: Wissenschaft und Fortschritt 3, 1979, 108 - 112.

Die zunehmende Erschließung von Rohstoffquellen und Primärenergieträgern geht mit einer technischen und chemischen Veränderung der Umwelt einher. Die Industrialisierung und die dadurch bedingte Konzentration der Menschen in bevorzugten Siedlungsräumen bewirken, daß auch die Atmosphäre beeinträchtigt wird.
Die Hauptverursacher von Luftverschmutzungen sind Industrie (z.B. chemische und petrolchemische Anlagen, Kraftwerke, Müllverbrennung), Verkehr (Auto- und Flugzeugabgase) und zu einem beträchtlichen Teil auch Haushalte (Heizungen). Die Palette der in die Luft ausgestoßenen Stoffe reicht von Staub über Ozon, Blei und Kohlenmonoxid bis hin zu gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen. Gerade einige der letzteren verdienen wegen ihrer kanzerogenen Wirkung größtes Interesse.

Hauptschadstoff Schwefeldioxid

Lange Zeit galt Schwefeldioxid (SO_2) als Leitindikator für die Luftqualität. Man schätzt, daß jährlich auf der Erde etwa 40 bis 80 Mill. t SO_2 in die Luft abgegeben werden. Photooxidation, Niederschläge und Abscheidung der Schwebeteilchen durch Koagulation und Ablagerung bedingen eine Verweildauer der SO_2-Moleküle in der Luft zwischen 5 und 40 Tagen.
SO_2 ist die Hauptkomponente des sog. "reduktiven Smogs", der ehemals für London charakteristisch war. Die biologische Aktivität des SO_2 wird durch seine Umwandlung in noch reaktivere chemische Substanzen weiter erhöht. Das gasförmige SO_2 wird in der Atmosphäre sehr rasch zu SO_4^{2-} oxidiert. Mit Wasserdampf entsteht Schwefelsäure (H_2SO_4). Zahlreiche klinische Befunde und epidemiologische Studien zeigen deutlich, daß Luftverunreinigungen die Gesundheit des Menschen stark belasten

und gefährden können. Die Häufigkeit und Stärke asthmatischer Anfälle, die Zunahme chronischer Erkrankungen der Atemwege (Bronchitis) - besonders bei Kindern - lassen sich eindeutig auf Luftverschmutzungen zurückführen.

Umweltkontrolle durch Bioindikation

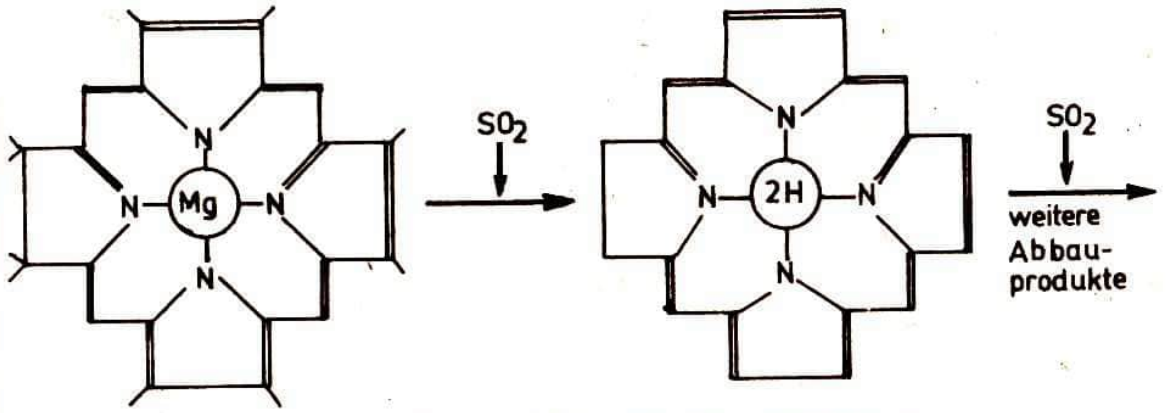
Um Umweltveränderungen und Umweltschäden, aber auch die Umweltbelastbarkeit zu erfassen, werden in verstärktem Maße biologische Indikations- und Kontrollsysteme eingesetzt. Dabei sollte pflanzlichen Organismen eine bedeutende Rolle zukommen, weil Luftverunreinigungen auch tiefgreifende Veränderungen im Stoffwechsel der Pflanzen bedingen. Sowohl ihre dissimilatorischen aus auch besonders ihre assimilatorischen Prozesse werden durch die Luftqualität maßgeblich beeinflußt - häufig schon bei sehr niedrigen Schadstoffkonzentrationen, was ihre Eignung als Indikatoren noch unterstreicht.
Die unterschiedliche Resistenz pflanzlicher Organismen gegenüber Schadstoffen und deren physiologischen und biochemischen Wirkungen ermöglicht es, "Indikatorpflanzen" zur biologischen Frühdiagnose der Umweltqualität zu verwenden. Diese Methode, Veränderungen an Flora und Fauna und deren einzelnen Gliedern als Anzeiger für die Belastung der Umwelt durch bestimmte Faktoren zu benutzen, bezeichnet man als "Bioindikation". Im Gegensatz zur Bioindikation bleibt bei chemischen und physikalischen Methoden die biologische Wirkung der nachzuweisenden Stoffe unberücksichtigt, da diese nur aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften identifiziert werden. Die biologische Wirkung einer Substanz ist aber - wie für das SO_2 noch zu zeigen sein wird - von komplexen Umweltbedingungen abhängig. Sie wird in ihrer Ganzheit nur am biologischen Objekt erkennbar.
Zur Bioindikation kann man verschiedene Organisationsstufen des organischen Lebens benutzen. Mit steigender Organisationshöhe nimmt die Komplexität der Wechselbeziehungen mit den Standortfaktoren zu. Neben höheren Pflanzen werden als biologische Kontrollsysteme insbesondere auch niedere Pflanzen eingesetzt, wie Bakterien (z.B. für die Wasserqualität), Pilze (z.B. für Schwermetallanreicherungen), Moose und Flechten (z.B. für die Luftqualität).

Flechtenkartierung zum Erfassen der Luftqualität

Bereits seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist die extreme Verarmung unserer Städte an Flechten bekannt. Diese Pflanzen, bei denen Alge und Pilz in Symbiose leben und die teilweise extreme Standorte besiedeln können, reagieren im allgemeinen empfindlich auf Luftverschmutzungen. Ihre Sensibilität gegenüber SO_2 übertrifft die der höheren Pflanzen erheblich. So sind bestimmte Flechtenarten zu einem wichtigen Hilfsmittel entsprechender Untersuchungen geworden. Etwa 50 Städte sind in den vergangenen 100 Jahren auf ihre Besiedlung mit Flechten untersucht worden. Für die dabei stets festgestellte "Flechtenzonierung" (eine Normalzone in den Randgebieten, eine "Kampfzone" und eine nahezu flechtenfreie Zone im Stadtzentrum) werden als wichtigste Faktoren der SO_2-Gehalt und andere Schadstoffe aus Kraftfahrzeugabgasen verantwortlich gemacht.
In der Vergangenheit kartierte man hauptsächlich die natürlich vorkommenden Flechtenarten (in Abhängigkeit von der Emissionsquelle oder vom Stadtzentrum), oder man registrierte die äußerlich sichtbaren Schäden. Beispielsweise hat sich beim Kartieren der weitverbreiteten Krustenflechte Lecanora conizaeoides im Rauchschadengebiet Dübener Heide gezeigt, daß ihr Wachstum an freistehenden Bäumen gut mit der allgemeinen Luftqualität korreliert.

Eine andere weitverbreitete Methode ist das sog. Transplantatverfahren, das es ermöglicht, die Reaktion von Flechten auf Luftverunreinigungen auch in Gebieten ohne natürliche Flechtenflora zu testen. Die Flechten, z.B. Hypogymnia physodes, werden den natürlichen Standorten (luftfeuchte, immissionsarme Standorte in Mittelgebirgslagen) entnommen und auf Holztafeln befestigt. In dieser Form werden sie in verschiedener Entfernung vom Emittenten oder in verschieden stark luftverschmutzte Zonen ausgesetzt. In bestimmten Zeitintervallen werden die Flechten biochemisch-physiologisch (z.B. Chlorophyllgehalt) oder morphologisch-anatomisch (z.B. mikroskopische Bestimmung der abgestorbenen Zellen) analysiert.
Als Bioindikatoren für chemische Substanzen können auch bestimmte Grünalgen dienen. In verschiedenen Bereichen der Praxis (Entwicklung umweltfreundlicher Pflanzenschutzmittel, Abwasserreinigung) wird die Alge Chlorella vulgaris bereits erfolgreich eingesetzt.
Das bereits erwähnte SO_2 hat verschiedene Auswirkungen auf die

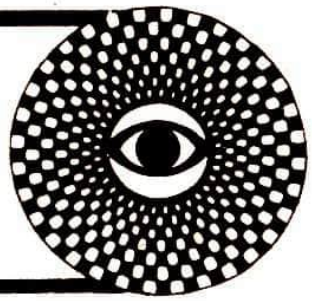
Pflanze. So greift es in entscheidender Weise in die Photosynthesereaktion ein. Unter dem Einfluß des Schadstoffes schwellen die Chloroplasten an und werden deformiert. Eine solche Veränderung der Chloroplastenmembranen kann die photosynthetische Aktivität bereits beeinträchtigen. Durch SO_2 wird der Katalysator der Photosynthese - das Chlorophyll - zerstört,



Abbau des Catalysators der Photosynthese, des Chlorophylls, zum photosynthetisch inaktiven Phäophytin unter dem Einfluß von SO_2

indem ein Magnesiumatom aus dem Molekülverband herausgelöst und durch Wasserstoff ersetzt wird (siehe Abb.). Dadurch entstehen Abbauprodukte des Chlorophylls - z.B. das Phäophytin -, die photosynthetisch inaktiv sind. Durch den Einfluß von SO_2 und anderen Schadstoffen sinkt also die Photosyntheseleistung der Pflanzen beträchtlich ab. Vielleicht erinnern wir uns dabei auch an folgende Zahlen:
Eine hundertjährige Eiche mit über 500 000 Blättern produziert an einem Sonnentag in "sauberer Luft" so viel Sauerstoff, wie 40 Menschen in 24 Stunden verbrauchen.
Wenn wir auch um den Sauerstoffgehalt unserer Atmosphäre nicht zu bangen brauchen (die Reserven sind gewaltig) - die Produktivität der Pflanzen wird durch SO_2 erheblich herabgesetzt.
Letzten Endes manifestieren sich Veränderungen biochemischer Reaktionen im Absterben der Zellen und Gewebe, in Verfärbungen an Blättern, vorzeitigem Abfall der Blätter bzw. Nadeln, in Wachstumsdepressionen und anderen äußeren Symptomen. Die mannigfaltigen Schadbilder nur einem Schadstoff zuzuordnen, ist - wie wir im Beispiel des SO_2 erörtert haben - schwer möglich. Eine Indikation auf zellulärem Niveau kann uns aber dabei wertvolle Hilfe leisten. Der Vorteil dieser Methode liegt besonders im frühen Erkennen der Schäden.

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Dr. Eberhard Welsch, Sektion Physik der FSU Jena

Wie zufällig entsteht Leben?

Dinge zu bezweifeln, die ganz ohne weitere Untersuchung jetzt geglaubt werden, das ist die Hauptsache überall.

Lichtenberg

Der Mensch stellt sich - möglicherweise aus Eitelkeit - immer wieder die Frage, ob er wohl einmalig ist. Aber nicht nur das läßt ihn dann und wann nachdenklich werden, sondern - viel mehr noch - Spekulationen über die Einmaligkeit des Lebens überhaupt bewegen von jeher die Gemüter und Geister.

Schätzt man die Zahl der sonnenähnlichen Sterne mit einem Planetensystem ab, so kommen beachtliche Werte heraus, und es gibt zunächst keinen Grund zu der Annahme, daß nicht allenthalben in den Weiten des Alls Leben - vielleicht sogar höher entwickeltes - existiert. In der Tat weiß man heute mit ziemlicher Sicherheit, daß die biologische Entwicklung des Lebens, sind die notwendigen Bedingungen erst einmal gegeben, zwangsläufig einsetzt und somit unweigerlich auch Leben zutage fördert. Von dieser Seite gibt es also keine Schwierigkeiten. Aus einem ganz anderen Grund allerdings werden wahrscheinlich Enttäuschungen trotzdem nicht ausbleiben, sollten wir uns eines zukünftigen Tages aufmachen, um auf Flügen durch das Weltall nach bestaunenswerten Lebensformen zu suchen. Denn es zeigte sich, daß für die Entwicklung des Lebens neben einem geeigneten Stern und einem geeigneten Planeten ein Raumgebiet in der Nähe eben dieses Sternes nötig ist, in dem dieser Planet Oberflächenbedingungen besitzt, die mit dem Ursprung und der Evolution des Lebens verträglich sind. Die Toleranzen für dieses Raumgebiet, die sogenannte ÖKOSPHÄRE

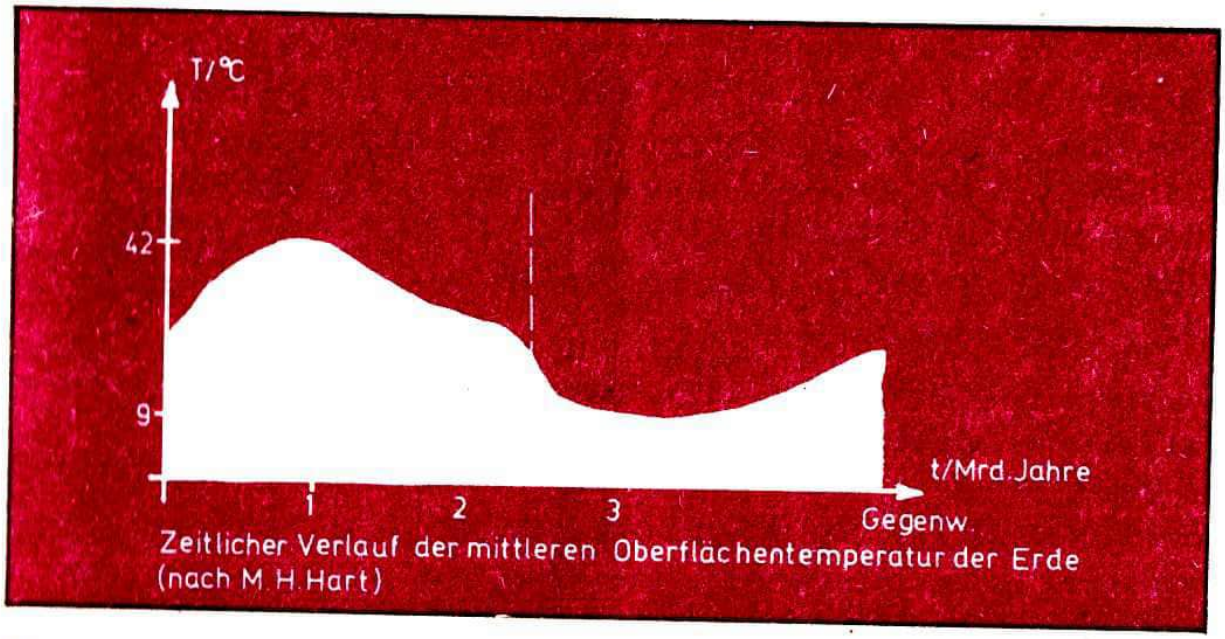
der Sterne, sind jedoch viel viel kleiner als bisher angenommen wurde! Dieses bemerkenswerte Resultat ergab sich aus einer von M. H. Hart (USA) 1977 durchgeführten Computersimulation der zeitlichen Entwicklung der Erdatmosphäre, ausgehend von einer angenommenen Gasmischung der Uratmosphäre vor etwa 4 Milliarden Jahren, die a m b e s t e n zur Lufthülle der Gegenwart führt. Berücksichtigt wurden dabei alle bekannten Prozesse, die das Geschehen beeinflussen, so z. B. die Menge des vulkanisch ausströmenden Gases, die Kondensation des Wasserdampfes in die Ozeane, die Entwicklung primitiver Organismen, der Entzug des Kohlendioxids aus der Luft durch Minerale und schließlich der langsame Anstieg der Sonnenleuchtkraft.+) .

Nach der Computerberechnung lief nun die Entwicklung etwa folgendermaßen ab: In der Atmosphäre befand sich anfangs neben Wasserdampf und Edelgasen sehr viel Kohlendioxid. Eine Kohlendioxidatmosphäre wirkt aber ähnlich wie die Glasdächer eines Treibhauses: Sie "fängt" infolge ihrer selektiven Lichtdurchlässigkeit Sonnenenergie ein. Durch diesen sogenannten Treibhauseffekt konnte über lange Zeit die noch fehlende Leuchtkraft der Sonne ausgeglichen werden; die Temperatur stieg im Jahresmittel trotzdem auf über 40 Grad an. Über eine Dauer von rund 2½ Milliarden Jahren ging so alles gut. Fast gut. Denn es bahnte sich eine Katastrophe an. Der allmähliche Abbau des Kohlendioxides in der Lufthülle machte den Treibhauseffekt langsam aber stetig zunichte (die Sonne, obzwar schon wärmer geworden, besaß immer noch nicht ihre heutige Leuchtkraft!), die Wolken regneten ab, das Wetter wurde klar und trocken, die Temperatur sank auf unterhalb 10 Grad im Jahresmittel. Große Eiskappen wuchsen an den Polen. Nur wenige Grad fehlten und die Meere hätten sich vollständig in eine Eiswüste verwandelt, eine totale, ewige Eiszeit wäre angebrochen, die vereiste Oberfläche hätte für immer das Sonnenlicht reflektiert, eine neuerliche spätere Erwärmung der Erdoberfläche wäre damit unmöglich geworden. - Ein früh-

---

+) Eine Folge der Entwicklung der Sonne zu einem "normalen" G-Stern ist ein Anstieg der Temperatur an der Oberfläche um etwa 25 % innerhalb der letzten 4 Milliarden Jahre.

zeitiger Abbruch der so hoffnungsvoll begonnenen Entwicklung - denn die ersten Pflanzen begannen gerade bescheiden zu assimilieren und sich zu mehren - hätte uns der Notwendigkeit heutiger Nachforschungen enthoben.
Indessen, die Katastrophe blieb aus, das Schicksal des Planeten Mars wurde der Erde nicht zuteil - aber ihr Abstand zur Sonne hätte nicht 1 % größer sein dürfen! Das entspricht, da die Erde die Sonne in einem mittleren Abstand von 150 Millionen Kilometern umkreist, einer absoluten Toleranz "nach oben" von nur 1,5 Millionen Kilometern!



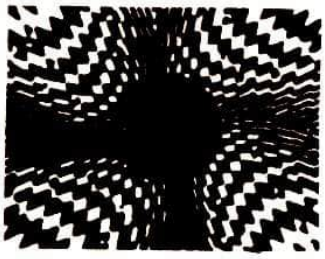
Zeitlicher Verlauf der mittleren Oberflächentemperatur der Erde (nach M.H.Hart)

Nun gut, könnte man folgern, rücken wir also die Umlaufbahn der Erde in Gedanken etwas näher an die Sonne heran und alles geht gut. Aber die Sache hat einen Haken: Kohlendioxid wird nämlich nur dann abgebaut, wenn Wasserdampf kondensiert, also der Planet kühl genug bleibt. (Der Abbau des Kohlendioxids durch Silikatverbindungen verläuft am besten in Wasser.) Der Abstand Erde - Sonne ist folglich auch "nach unten" beschränkt. Der Computer lieferte dafür eine Toleranz von weniger als 5 % Abweichung. Sonst ist es zu warm, der Kohlendioxidabbau wird gedrosselt, der Treibhauseffekt bleibt bestehen. (Da die Sonneneinstrahlung überdies stetig zunahm, hätte sich dieser Prozeß zu keiner Zeit mehr umkehren lassen.) Die Erde wäre dazu verdammt gewesen, für immer in einer überhitzten Treibhausatmosphäre dahinzudämmern. Sie hätte ein Schicksal ähnlich der Venus ereilt: eine Hölle aus Koh-

lendioxid, mit Stürmen aus Schwefelsäurewolken und Temperaturen um 500 Grad an ihrer Oberfläche. Nimmt man den Abstand Erde - Sonne gleich 1, dann berechnete also der Computer die Grenzen der Ökosphäre zwischen 0,95 und 1,01! Hätte die Erde eine Umlaufbahn außerhalb dieser Toleranz gehabt, wäre die Entstehung von Leben auf ihr praktisch für alle Zeiten unterdrückt worden. Und selbst in diesem winzigen Intervall "klappt" es, wie wir gesehen haben, nur dann, wenn eine zeitlich abgestimmte Selbstaufheizung der Sonne um 300 Grad vorausgesetzt wird. Sterne, die leichter sind als die Sonne, werden keine kontinuierliche Zone mehr besitzen. Die Planetenbahnen solcher Sterne weichen nämlich stärker von der Kreisbahn ab als die Erdbahn. Die Folge davon ist, daß entweder der sonnennächste Punkt oder der sonnenfernste Punkt außerhalb der Toleranz liegt. Die schwereren Sterne scheiden aus einem anderen Grund aus: Ihre Lebensdauer ist viel zu klein, um als Besitzer einer über Milliarden von Jahren passablen Ökosphäre in Frage zu kommen.

Damit Leben sich entwickeln kann, muß ein Planet in ein - wie wir gesehen haben - schmales Raumgebiet um einen geeigneten Stern hinein geboren werden. Aber es muß auch ein geeigneter Planet sein, ein Planet nämlich, der - um sich als Lebensträger zu qualifizieren -eine Reihe von präzisen Anforderungen an die Masse, die Eigenrotation, die Abweichung von der Kreisbahn, die Neigung der Drehachse sowie an seine Monde zu erfüllen hat. Das wäre nicht minder interessant, soll hier aber nur erwähnt werden der Vollständigkeit halber. Worauf es uns ankam, war, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß der Zufall bei der Entstehung des Lebens nicht in der biologischen Entwicklung selbst, die - wie man heute ziemlich sicher weiß - vor etwa 4 Milliarden Jahren zwangsläufig einsetzte, sondern womöglich in den äußeren planetaren und stellaren Bedingungen steckt.

Chemie-aufgabe



Die Analyse eines Gemisches aus Propyljodid (C_3H_7J) und Äthylbromid (C_2H_5Br) zeigte, daß die Summe der Massen von Jod und Brom 74,00% der Gesamtmasse des Gemisches ausmacht. Bestimmen Sie den prozentualen Gehalt der Stoffe im Gemisch (bezogen auf Stoffmengen) !

(eingesandt von Th. Wandlowski, Lohmen)

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

---

lösung der aufgabe 38 aus heft 7/79

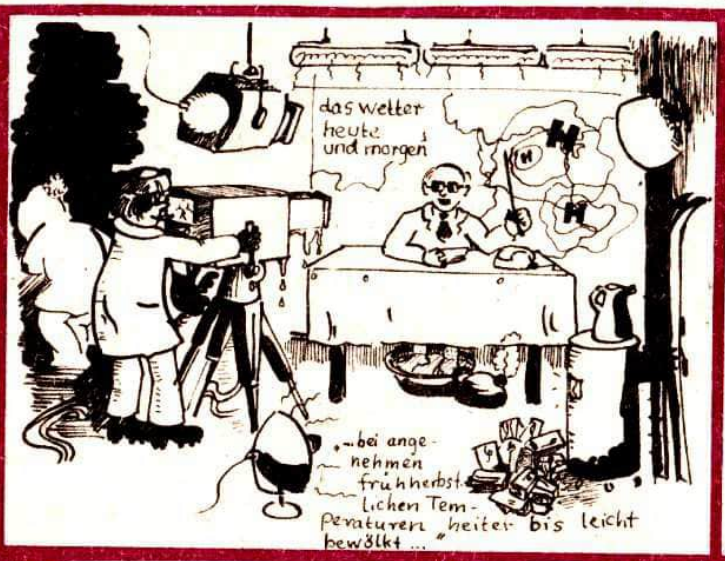
aufgabe :

1. Man betrachte die Formeln der Lorentztransformation. Ein Gegenstand befinde sich bei x' = 0. Nimmt seine x-Koordinate im Laufe der Zeit zu oder ab ?

2. Kehrt ein Kosmonaut, der die Erde umkreist, jünger, älter oder gleich alt zurück, als wenn er auf der Erde geblieben wäre ?

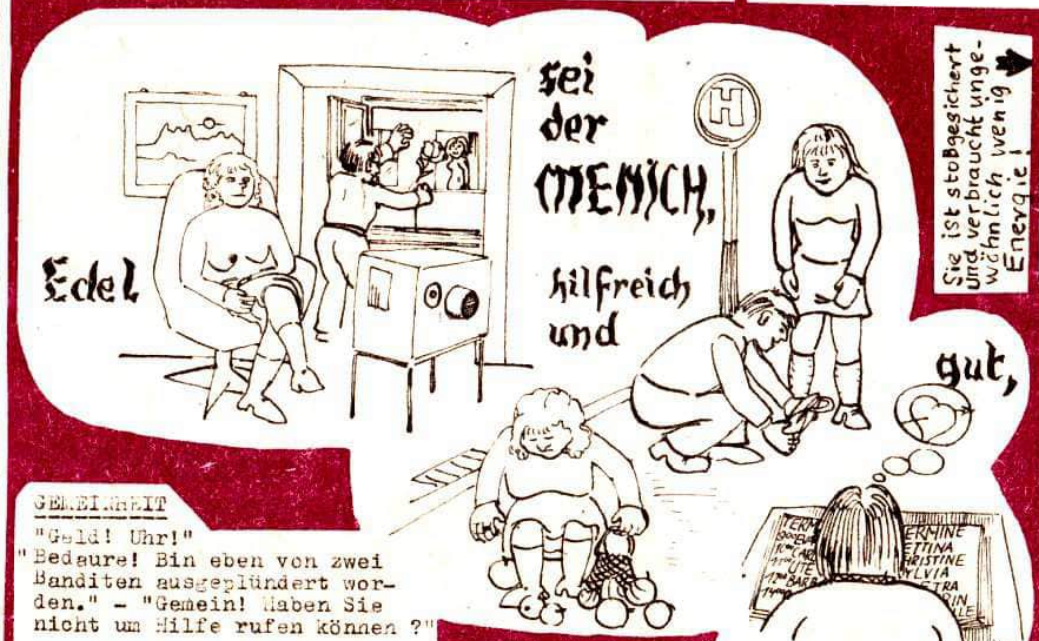
lösung : (eingesandt von Gerald Werner, 17 Jahre, Meiningen)

1. Durch relativistische Vertauschung ($v \to -v$) erhält man aus $x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ die Gleichung $x = \frac{x'+vt'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Da x' = 0 =const, nimmt x mit der Zeit t' wie auch mit t zu, da sich die Zeiten nicht in ihrer Richtung unterscheiden.
2. Der Kosmonaut kommt geringfügig jünger zurück, als wenn er auf der Erde geblieben wäre.
   Wegen $v \ll c$ ist dieser Effekt für die herkömmlichen Geschwindigkeiten der Raketen allerdings praktisch nicht zu bemerken.

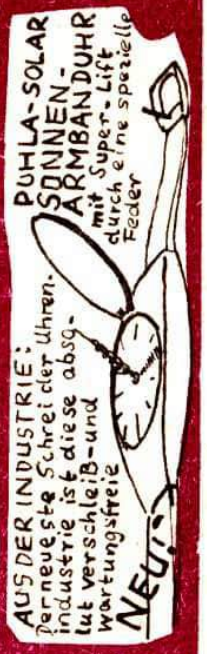


WISSBEGIERIG

"Mutti , kann man mit 14 Jahren schon Kinder bekommen ?" "Gewiß, mein Kleines, warum fragst Du?" – "Ohweh !"



Sie ist stoßgesichert und verbraucht ungewöhnlich wenig Energie!

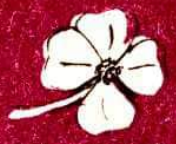


GEMEINHEIT

"Geld! Uhr!" "Bedaure! Bin eben von zwei Banditen ausgeplündert worden." – "Gemein! Haben Sie nicht um Hilfe rufen können ?"

"Können Sie mir wohl sagen , mein Herr , ob es hier im Waggon eine Notbremse gibt?" "Ich glaube nicht , ich sehe keine." – "Dann darf ich sie wohl bitten , mir Ihre Brieftasche zu übergeben."

"Geben Sie mir einen Revolver." "Was für ein System soll es denn sein?" – "Kann sein für sechs Personen ."



...OH-Hunger...

für alle waren hocherfreut das Tante Sylvia das Fest mit ihrer Anwesenheit verschonte ...

—Mk 79

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

13. JAHRGANG (1979/80)

40 Pf

impuls 68

7

Ladungstrennung

☆

Metallorganochemie

☆

Photosynthese

☆

Lichte und Lampen

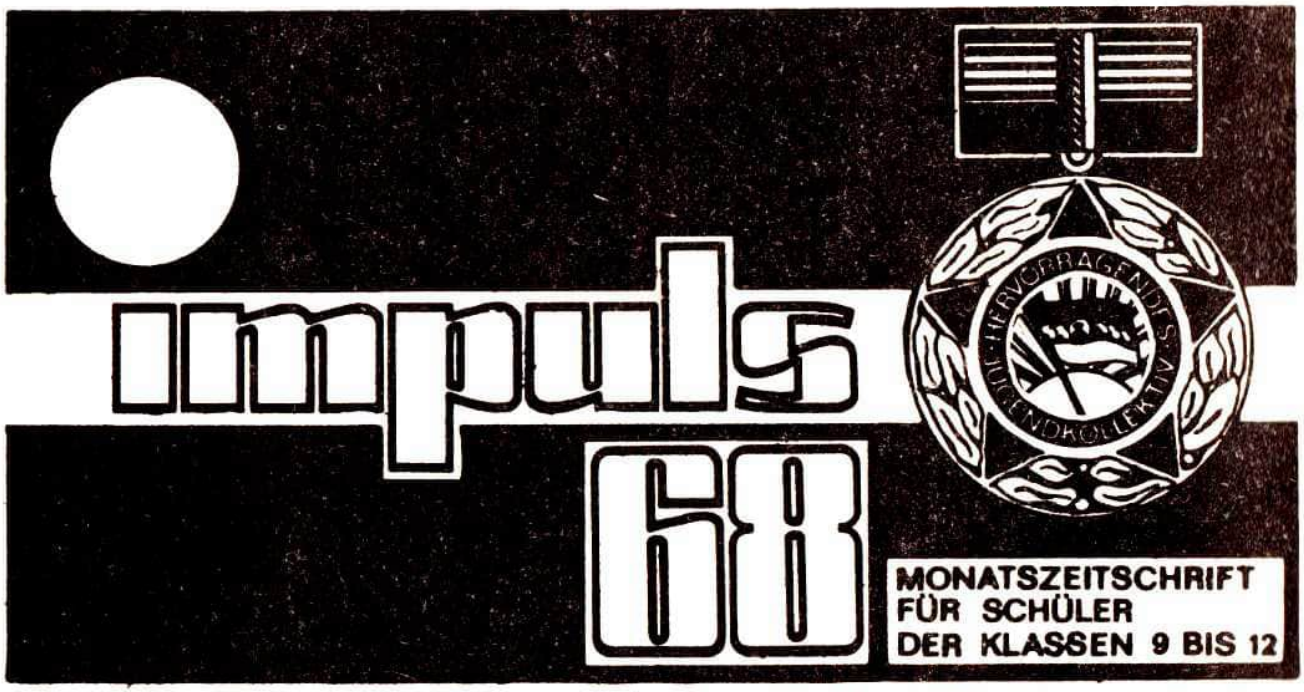
☆

Steuerung durch Wärme

☆

Kunst und Wissenschaft

Titelbild:
Jupiter mit dem großen Roten Fleck.



Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universitat Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Vogel (Korrektur); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Alltagsphysik: Ladungstrennung in einer Gewitterwolke PHY 3
Was ist Metallorganochemie? (1) CHE 7
Wissenswertes 12
Zur Rolle des Chlorophylls bei der Photosynthese der Pflanze (1) BIO 13
Lichte, Lampen und Laternen 19
Wärme steuert Prozesse 23
Kunst und „wissenschaftliches Zeitalter" DOK 26
Physikaufgabe 46, Lösung Nr. 39 31

Dr. Günther Tittelbach
Sektion Physik
FSU Jena

Alltagsphysik: Ladungstrennung in einer Gewitterwolke

PHYSIK

Die Effekte der Trennung elektrischer Ladungen bei der Berührung stofflich verschiedenartiger Körper begegnen uns im Alltag in mannigfaltiger Form. Jeder hat sie schon beim Umkleiden im dunklem Zimmer beobachtet. In der Industrie sind sie zum Beispiel bei der Verarbeitung organischer Stäube (Zucker, Mehl, Kohle) sicherheitstechnisch zu berücksichtigen, um Staubexplosionen zu vermeiden. Die Trennung elektrischer Ladungen ist aber auch die Ursache für das Auftreten der Wasserfallelektrizität und der Potentialdifferenzen in Gewitterwolken (Impuls 68, 11. Jg. 1977/78, Heft 1).

Im folgenden wird ein einfaches Experiment beschrieben, mit dem die Ladungstrennung in einer Gewitterwolke demonstriert werden kann.
Bei der Gewitterentstehung spielt unter anderem der sogenannte Lenard-Effekt eine große Rolle. Fallen große Wassertropfen in Luft, so werden von der äußeren Schicht der Tropfen kleine leichte Teile abgerissen. Diese Teilchen sind negativ geladen. Sie werden durch die aufsteigende Luft nach oben getragen, während die schwereren, positiv geladenen Resttropfen nach unten fallen.

Im Gegensatz zu den tatsächlichen Vorgängen in einer Gewitterwolke wird bei unserem Analogieexperiment die Ladungstrennung bei der Berührung unterschiedlicher Festkörper ausgenutzt. Bei der Berührung zweier unterschiedlicher Substanzen treten Elektronen von dem einen Körper in den anderen über, so daß sich beide Körper entgegengesetzt elektrisch aufladen. In der Grenzschicht beider Körper entsteht dabei ein elektrisches Feld mit kurzen Feldlinien. Man nennt es Doppelschicht und seine Spannung die Berührungsspannung. Als ihre Größenordnung kann man einige Volt annehmen, einwandfreie Meßverfahren sind jedoch nicht bekannt. Trennt man die beiden, elektrisch entgegengesetzt aufge-

ladenen Körper, so entsteht ein bei der Berührungsspannung U_B mit einer Ladung Q aufgeladener Kondensator der Kapazität C. Beim weiteren Auseinanderziehen der Körper (der beiden Kondensatorplatten) verringert sich die Kapazität C und demzufolge steigt die Spannung zwischen den Körpern auf hohe Werte an, sie kann Tausende von Volt erreichen. In der Folge kann es dann zu elektrischen Entladungen kommen.
Die experimentelle Anordnung für unseren Demonstrationsversuch ist schematisch in Abb. 1 als Schattenriß dargestellt.

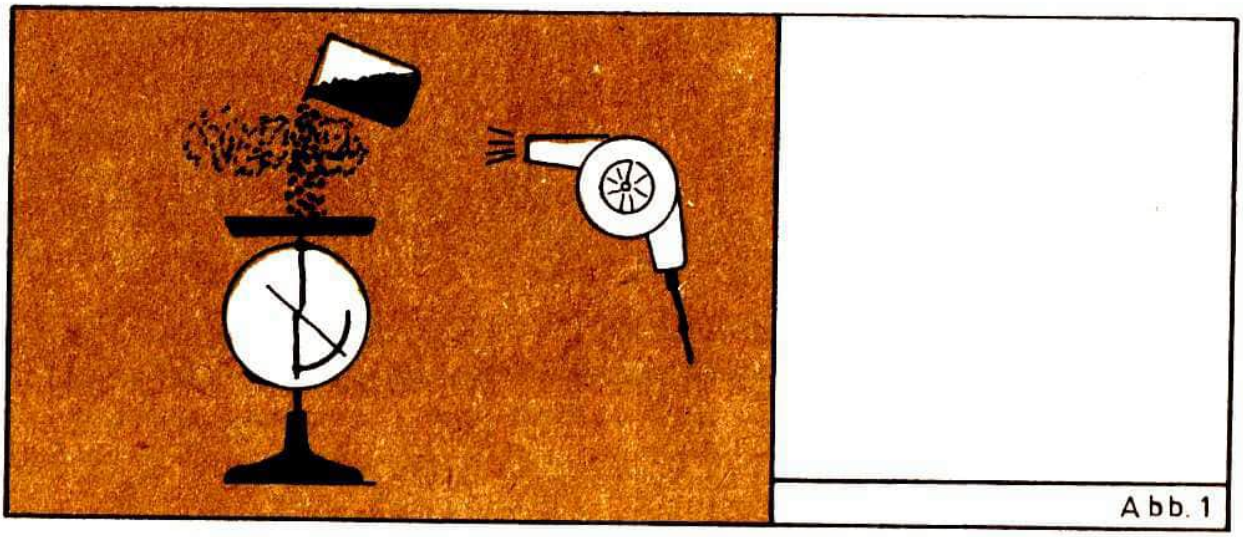


Abb. 1

Für die Durchführung des Experimentes benötigen wir feinsten Bleischrot, Schwefelpulver, einen Fön, ein Becherglas und ein Elektroskop. Auf das Elektroskop ist eine metallische Auffangschale elektrisch leitend aufzusetzen. Schüttet man ein Gemisch von Bleischrot und Schwefelpulver in einiger Höhe über der Auffangschale des Elektroskopes aus, so fallen nur die schweren Bleiteilchen sofort in die Auffangschale. Die leichten Schwefelteilchen bilden eine langsam sinkende Wolke oberhalb der Auffangschale. Da in dem Gemisch bei der Berührung des Bleischrotes mit dem Schwefelpulver eine Ladungstrennung auftritt - die schweren Bleiteilchen werden positiv aufgeladen, das Schwefelpulver negativ −, wird das Elektroskop positiv aufgeladen und zeigt einen Ausschlag. Die Ladungstrennung kann verstärkt werden, wenn die Wolke des Schwefelpulvers durch einen seitlichen Luftstrom (Fön) von der Elektroskopauffangschale weggeblasen wird. Schon bei kleinen Fallstrecken lassen sich bei diesem Versuch leicht Spannungen von Tausenden von Volt erreichen.

Bauanleitung für ein einfaches Elektroskop

An der Unterseite einer Metallschale von etwa 80...100 mm Ø wird ein genügend fester Blechstreifen von 5...10 mm Breite und 100...150 mm Länge angeschraubt oder angelötet. An dem Metallstreifen befestigt man als Zeiger einen nur wenig schmaleren Streifen dünnster, leicht biegsamer Aluminium-Folie, die man vorher gut geglättet hat. Dünne Alufolie kann man dabei einfach mit einem Tröpfchen Alleskleber befestigen. Handwerklich versiertere Experimentatoren können an den Blechstreifen einen Bügel aus dünnem Kupferdraht anlöten (Bügelabstand etwa 0,5...1,0 mm). Der Zeiger, der dann auch aus etwas steiferer Alufolie bestehen kann, wird in diesen Bügel so eingehängt, daß er sich leicht bewegen kann. In beiden Fällen soll der Zeiger in der Ruhelage lotrecht mit geringem Abstand neben dem Blechstreifen nach unten hängen. Die elektrisch isolierte Aufstellung des Elektroskops kann auf verschiedene Weise erfolgen. Man kann zum Beispiel den Metallblechstreifen lotrecht in den Schlitz eines Fußes aus Plexiglas einklemmen oder auch das Elektroskop so mit der Metallschale auf den Rand eines geeigneten Becherglases auflegen, daß der Zeiger innerhalb des Becherglases hängt.

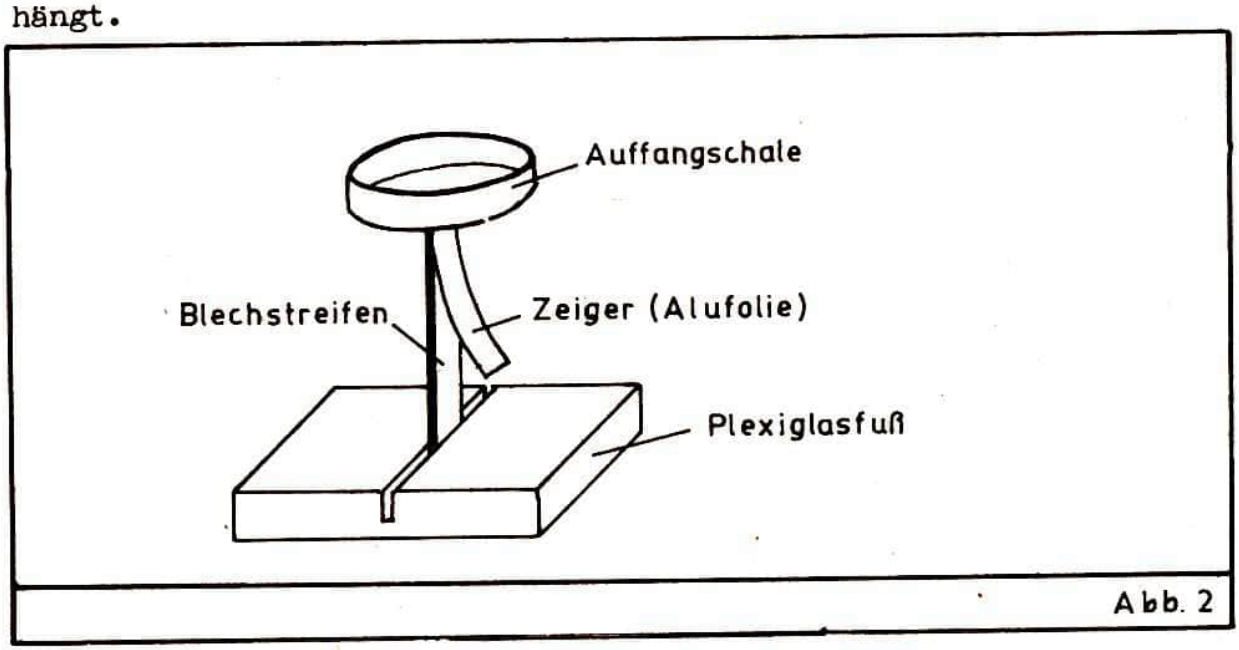
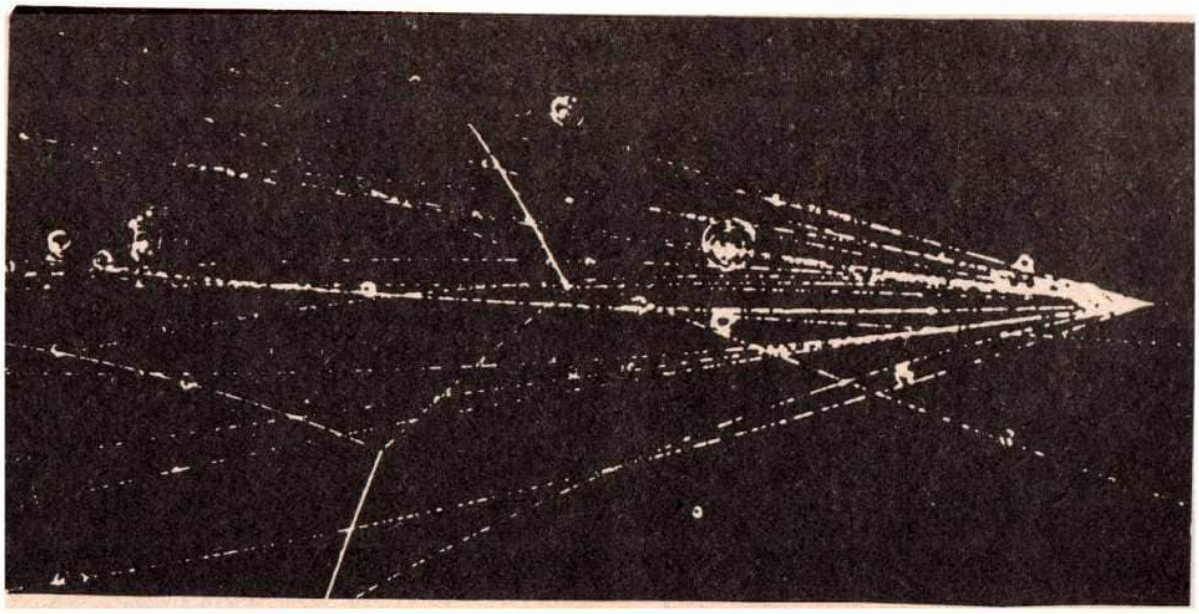


Abb. 2

Führt man einem Kondensator der Kapazität C die Ladungsmenge Q zu, so stellt sich zwischen den Belegungen die Spannung $U = \frac{Q}{C}$ ein. Da die Kapazität C eines Kondensators umgekehrt proportional zum Abstand d seiner Belegungen ist, wächst bei konstanter La-

dung Q die Spannung U proportional mit dem Abstand d der Belegungen an. Speziell für den Plattenkondensator gilt $C = \varepsilon_0 \frac{F}{d}$, ε_0 ist dabei die elektrische Feldkonstante des Vakuums und F die Plattenfläche. Damit ergibt sich für die Spannung zwischen den Kondensatorplatten $U = \frac{Q\,d}{\varepsilon_0 F}$.

Elektrische Entladungen in einem Stoff treten immer dann auf, wenn die elektrische Feldstärke einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Gemäß obiger Gleichung ist jedoch in einem Plattenkondensator die elektrische Feldstärke $E = \frac{U}{d}$ unabhängig vom Plattenabstand d. Das Auftreten elektrischer Entladungen infolge der Berührungselektrizität wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß erstens alle Körper eine gewisse, im Falle der Isolatoren allerdings sehr kleine, elektrische Leitfähigkeit aufweisen und daß zweitens alle Körper kleine Oberflächenunebenheiten besitzen. Diese Unebenheiten sind Stellen, die einen im Vergleich zur Umgebung kleinen Krümmungsradius besitzen. Da die elektrische Feldstärke in der Nähe der Oberfläche eines elektrischen Leiters mit abnehmendem Krümmungsradius stark zunimmt, weist das elektrische Feld in der Nähe solcher Unebenheiten infolge von Ladungsverschiebungen längs der Körperoberfläche starke Inhomogenitäten auf, und es können so große Feldstärkewerte auftreten, daß ein elektrischer Durchbruch, eine Gasentladung, die sogenannte Spitzenentladung, zustande kommt.

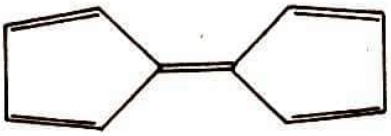


Dr. Bernd Nestler
Sektion Chemie
FSU Jena

Was ist Metallorganochemie? (Teil 1)

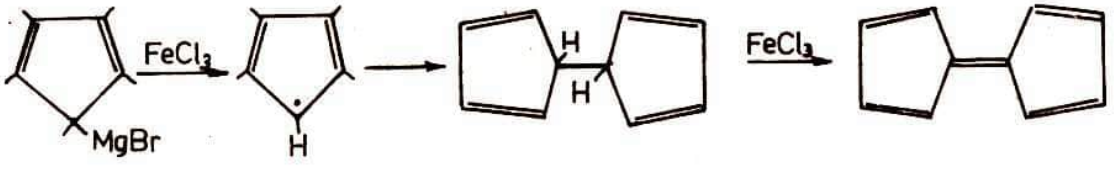
CHEMIE

In diesem Artikel soll ein Teilgebiet der modernen Chemie vorgestellt werden, das in den letzten 25 Jahren einen rasanten Aufschwung erlangt hat.
An der Friedrich-Schiller-Universität Jena beschäftigt sich der Wissenschaftsbereich Koordinationschemie mit metallorganischen Verbindungen (siehe "impuls 68", Heft 9/10, 9. Jg. 1975/76, Seite 13-16).
Anhand von Beispielen und technischen Anwendungen soll versucht werden, das Wesentliche metallorganischer Verbindungen zu erläutern.
1951 beschäftigten sich zwei Chemiker mit der Synthese einer neuen organischen Verbindung, dem Fulvalen $C_{10}H_8$. Fulvalen besteht aus zwei Ringen des Cyclopentadien C_5H_6, die durch eine Doppelbindung miteinander verbunden sind (Abb. 1).



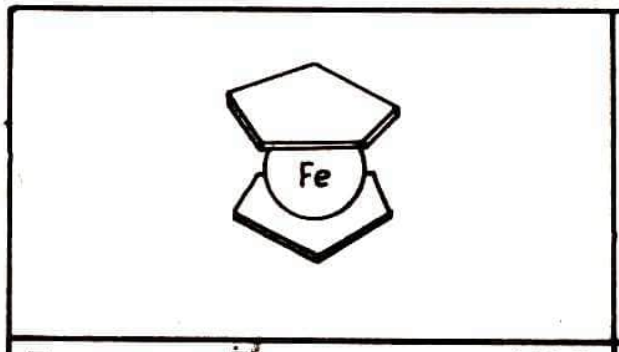
Fulvalen $C_{10}H_8$ Abb. 1

Folgender Syntheseweg war geplant:



Ausgehend vom Cyclopentadienylmagnesiumbromid (a) sollte mit Hilfe von Eisen-III-Chlorid ein instabiles Zwischenprodukt mit einem einsamen Elektron (Radikal) erzeugt werden (b), das zum

Dicyclopentadienyl $C_{10}H_{10}$ dimerisiert(c).Durch weiteres Eisen-III-Chlorid müßte dann (c) zum Fulvalen oxidiert werden. Das Ergebnis war überraschend. Die beiden Wissenschaftler erhielten grosse orangefarbene Kristalle, deren Analyse Eisen als Bestandteil ergab und die Summenformel $FeC_{12}H_{10}$ lieferte. Die Kristalle wiesen eine Reihe außergewöhnlicher Besonderheiten auf, z.B. war ihre Löslichkeit in vielen organischen Lösungsmitteln für eine metallhaltige Verbindung erstaunlich. Der strukturelle Aufbau blieb unklar. Erst einige Jahre später konnte das Geheimnis aufgeklärt werden. Wie sich durch eine Röntgenstrukturanalyse herausstellte, lag ein völlig neuartiger Strukturtyp vor. Das Eisenatom befindet sich symmetrisch zwischen zwei parallel liegenden Cyclopentadienyl-Ringen, etwa wie die Wurst zwischen den beiden Brotscheiben. Daher auch der Name "Sandwich-Verbindung". Die Verbindung erhielt den Namen Ferrocen cp_2Fe (Abb. 2a). Durch π-Bindungen ist das Eisenatom mit den beiden organischen Liganden verbunden.



Ferrocen cp_2Fe Abb.2a

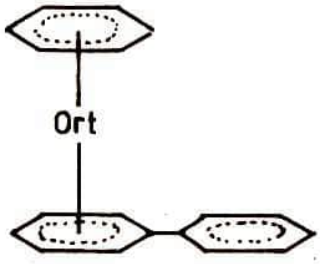
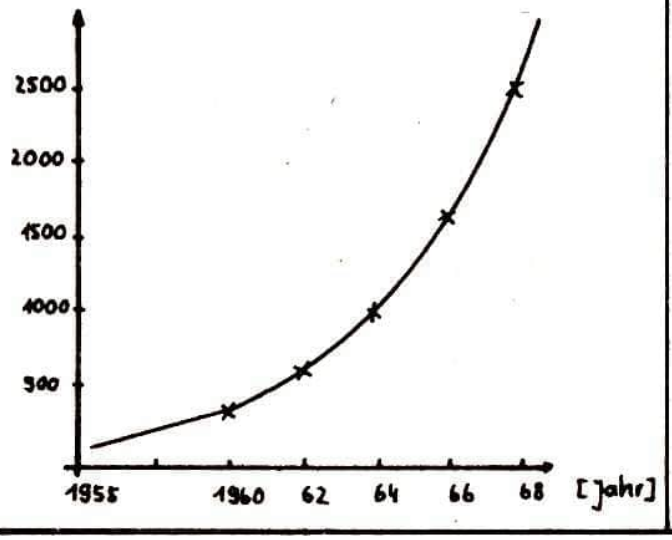


Abb.2b

Jetzt wurde klar, daß auch die schon 1919 von Franz Hein in Jena synthetisierten Chromphenylverbindungen "Sandwich-Verbindungen", damit die ersten, waren (Abb. 2b).
Die Synthese des Ferrocen leistete einen enormen Aufschwung, der Anfang der 50er Jahre oft noch als "Hobby-Forschung" bezeichneten metallorganischen Komplexchemie ein (Abb.3). Er führte, was die Sandwich-Verbindungen betrifft, zur Synthese der dem Ferrocen analogen Verbindungen sehr vieler Übergangsmetalle, angefangen vom Titanocen (Zentralatom Titan) bis zum Nikeocen (Zentralatom Nickel) und einiger höherer Homologen dieser Elemente. Auch Verbindungen mit 3 Fünfringen, zwischen denen 2 Metallatome liegen, wurden dargestellt. Sie wurden als Tripeldecker-Sandwich-Verbindungen bezeichnet (Abb. 4).



Anzahl der wissenschaftlichen Berichte über metallorganische Verbindungen in der Fachliteratur pro Jahr.

Abb. 3

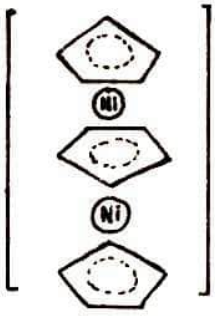
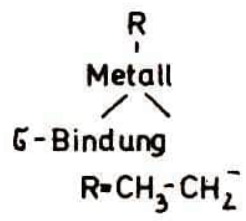
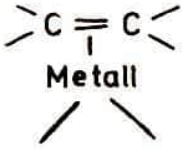


Abb. 4

Die eben beschriebenen Verbindungen, in denen Kohlenstoff-Atome über π-Bindungen mit einem Metallatom verbunden sind und die Untersuchung ihrer Reaktivität sind ein wesentliches Teilgebiet der metallorganischen Chemie.
Ein zweiter Verbindungstyp sind Moleküle mit Metall-Kohlenstoff-σ-Bindungen (Abb. 5)





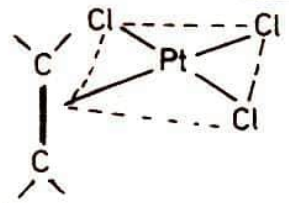
Olefinkomplexe

C(und andere aromatische Systeme)

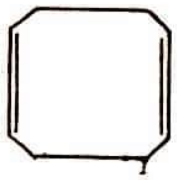
Metall Aromaten Komplexe u.a.

Arten metallorganischer Verbindungen nach Bindungsart — Abb. 5

Beispiele dafür sind solche Stoffe wie das Bleitetraäthyl $Pb(C_2H_5)_4$, zunächst den Kraftfahrern als Antiklopfmittel im Benzin bekannt. Aluminiumtriäthyl $Al(C_2H_5)_3$, eine weitere metallorganische Verbindung, ist eine farblose Flüssigkeit, die sich an der Luft von selbst entzündet. Als drittes Beispiel sei das Diäthyldipyridyl-Nickel $(dipy)Ni(C_2H_5)_2$ genannt.
Heute gibt es Tausende solcher Verbindungen und besonders vielfältig ist die chemische Landschaft bei den Verbindungen der Metalle der Nebengruppen des Periodensystems.
Schließlich sei ein Verbindungstyp erwähnt, der in etwa zwischen den beiden erstgenannten eingeordnet wird, die Olefinkomplexe. Schon um 1830 hat der Chemiker Zeise eine solche Verbindung hergestellt, ohne es allerdings gewußt zu haben. Erst viele Jahrzehnte später stellte sie sich als der erste Olefinkomplex heraus (Abb. 6).



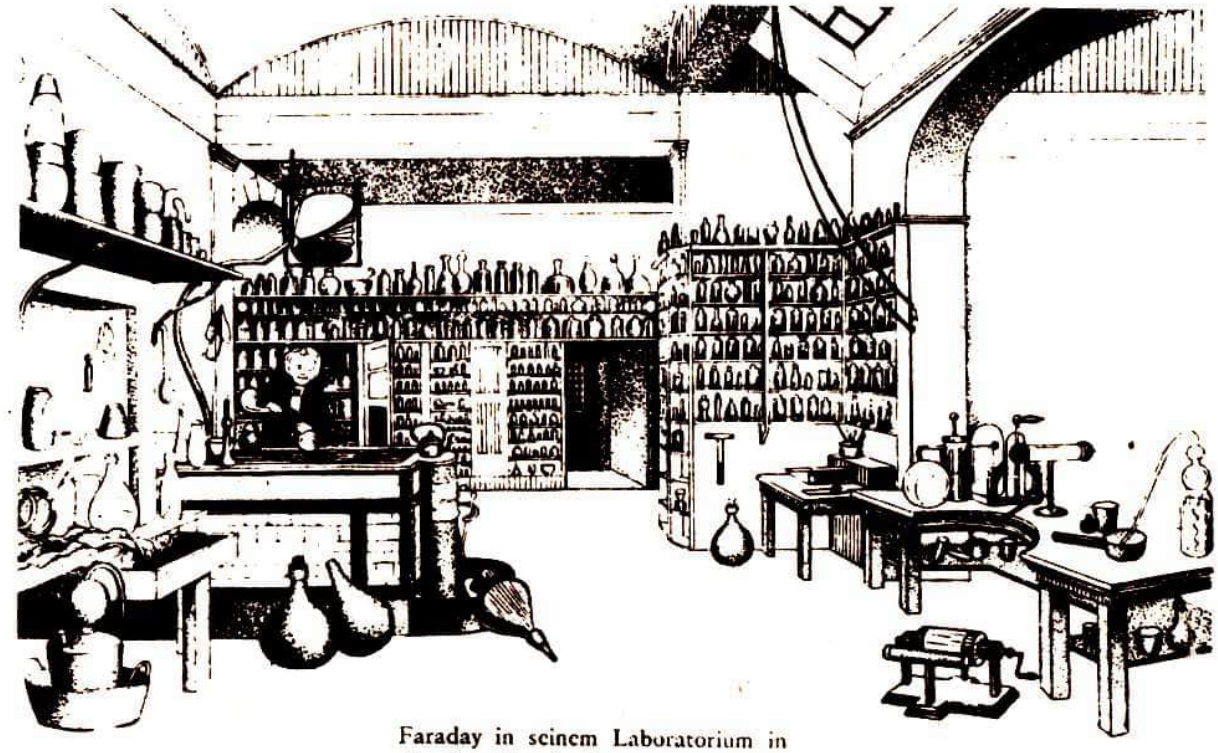
Struktur des $K[PtCl_3(C_2H_4)]$ erster Olefinkomplex — Abb. 6



Cyclooktadien (COD) — Abb. 7

Zwischen den π-Elektronen der Doppelbindung des Äthylens und leeren Atom-Orbitalen des Metalls tritt ebenso eine Wechselwirkung ein, wie umgekehrt zwischen den besetzten Metallorbitalen und unbesetzten Orbitalen des Olefins, so daß das Olefin fest an das Metall gebunden ist. Ein weiteres Beispiel für einen Metall-Olefin-Komplex ist das Bis-Cyclooktadien-Nickel $(COD)_2Ni$ (Abb. 7).
Hier tritt eine wesentliche Besonderheit vieler metallorganischer Verbindungen zutage. Das Nickel hat in dieser Verbindung, es sind gelbe Kristalle, die Oxidationsstufe Null. Oxidationsstufen sind ein wichtiges Hilfsmittel beim Aufstellen von Redox-Gleichungen. Dabei wird die Oxidationsstufe Null immer bei den reinen Elementen angenommen, während in den Verbindungen z.B. der Metalle immer positive Oxidationsstufen auftreten. So hat das Nickel im Nickelchlorid die Oxidationsstufe +2, Eisen im roten Blutlaugensalz $K_3[Fe(CN)_6]$, die Oxidationsstufe +3 usw.

Durch die besondere kovalente Art der Bindung folgt in vielen metallorganischen Verbindungen eine hohe Elektronendichte am Metall, das Resultat sind ungewöhnliche in der Koordinationschemie sonst nicht bekannte niedrige Oxidationsstufen der Zentralatome. Diese Stoffe sind oftmals leicht zu oxydieren und um mit ihnen arbeiten zu können, müssen Luftsauerstoff und Feuchtigkeit ferngehalten werden. Alle Operationen wie Abwiegen, Lösen, Mischen, Filtrieren und Trocknen werden deshalb in einer Inertgasatmosphäre durchgeführt. Als inertes Gas dient heute vielfach das Edelgas Argon, früher waren es Stickstoff oder Kohlendioxid. Dieses inerte Arbeiten an speziell dazu entwikkelten Gefäßen und Apparaturen stellt an den Chemiker besondere Anforderungen, macht das Arbeiten mit metallorganischen Verbindungen aber auch interessant und vielseitig.
In einem zweiten Teil sollen einige technische Anwendungen metallorganischer Verbindungen vorgestellt werden.



Faraday in seinem Laboratorium in der Royal-Institution in London

Wissenswertes:

Das Kohlemikrofon

Das in seinem Aufbau wohl einfachste Mikrofon ist das Kohlemikrofon. Die notwendige Umwandlung der Schallsignale in elektrische Signale erfolgt durch ein stromdurchflossenes Kohlepulver. Die Schallwellen "rütteln" die Körner des Kohlepulvers mit der Frequenz der auftreffenden Schallschwingungen; dadurch ändert sich der Durchgangswiderstand des Kohlepulvers, und der angelegte Gleichstrom wird schallfrequenzmoduliert.

Im Prinzip ist das Kohlemikrofon eine mit kleinen Kohlekörnern gefüllte Kapsel, die auf der einen Seite mit einer Kohleelektrode und auf der anderen mit einer Membran zur Schallübertragung abgeschlossen ist.
Als das Kohlemikrofon vor 100 Jahren von dem englischen Physiker David Edward Hyghes in den USA erfunden wurde, stellte es eine für die damals eingeführte Fernsprechtechnik willkommene Erfindung zum Schallwandeln dar. Obwohl nur Frequenzen zwischen 500 und 3 000 Hz übertragen werden und seine Empfindlichkeit auch nicht Spitze ist, wird das Kohlemikrofon noch heute als Sprechkapsel in Telefonhörern benutzt.
Man ist zwar bestrebt, bessere Sprechkapseln zu entwickeln (größerer Frequenzumfang, höhere Empfindlichkeit), doch einige Jahre, vielleicht auch Jahrzehnte dürfte uns die Kohlepulversprechkapsel als Telefonschallwandler noch begleiten. Und, schütteln Sie mal ein transistorverstärktes Mikrofon (die Körner rütteln sich dadurch wieder neu). Die Einfachheit besticht eben!

Jährlich gelangen etwa 3o ooo t Quecksilber mit dem Regen auf die Erde. 7o Millionen Tonnen von diesem hochgiftigen Element lagern in unseren Ozeanen.

Dr. Friedrich Lux
Sektion Chemie
FSU Jena

Zur Rolle des Chlorophylls bei der Photosynthese der Pflanze (Teil 1)

Die grünen Pflanzen sind autotroph, d.h., sie können mit Hilfe des Sonnenlichtes aus anorganischen Stoffen energiereiche organische Verbindungen aufbauen. Bei diesem im engeren Sinne als Photosynthese bezeichneten Prozeß werden nach der bekannten Bruttogleichung

/1/ $n\,CO_2 + nH_2O \longrightarrow (H_2CO)_n + nO_2;\ \Delta H = 114 \cdot n\ \frac{kcal}{mol}$

aus Wasser und dem Kohlendioxid der Erdatmosphäre Kohlenhydrate (z.B. Zucker, Stärke) gebildet. Diese Verbindungen sind als Nahrungsmittel für Mensch und Tier unentbehrlich, da der tierische Organismus Kohlenhydrate aus Kohlendioxid nicht synthetisieren kann und seine Energie aus dem Abbau dieser Stoffe bezieht.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß die Pflanzen nur weniger als 1 % der auf die Erdoberfläche einfallenden Sonnenstrahlung für die Photosynthese nutzen und damit doch jährlich etwa 100 Milliarden Tonnen Kohlendioxid in Kohlenhydrate umwandeln.

Heute bemüht sich die Forschung mehr als früher um die Ausnutzung der Sonnenenergie. Dabei versucht eine Forschungsrichtung, die vielen und komplizierten Vorgänge der Photosynthese aufzuklären und damit einen Beitrag zu liefern für eine mögliche technische Anwendung der Prozesse in der Pflanze. Der Aufbau eines künstlichen Photosynthesesystems z.B. zur Gewinnung von Wasserstoff aus Wasser ist bisher jedoch über das Versuchsstadium noch nicht hinausgekommen.

In einer konzeptionell anderen Forschungsrichtung bemüht man sich um den industriellen Anbau schnellwachsender Pflanzen, die man nach der Ernte z.B. zu Methan vergären könnte.

Bei diesen Arbeiten sind aber eine Reihe ökonomischer Randbedingungen zu berücksichtigen (Nutzfläche, Düngung, Bewässerung,

mechanische Arbeitsleistung).
Insgesamt wird die Photosyntheseforschung wegen ihrer großen ökonomischen und damit auch politischen Bedeutung weiter ausgebaut und intensiviert.

1. Die Licht- und Dunkelreaktionen der Photosynthese

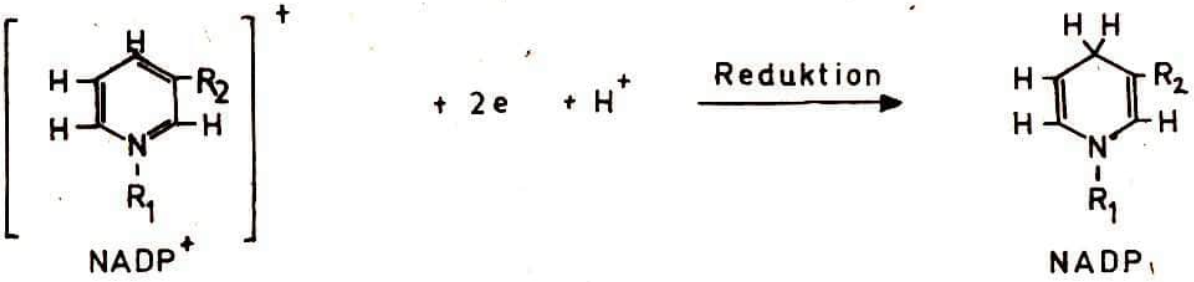
Die Gleichung /1/ enthält nur die Ausgangs- und Endstoffe der Photosynthese und bringt zum Ausdruck, daß für die Bildung von 1 mol Sauerstoff eine Energie von $4{,}8 \cdot 10^5$ J benötigt wird. Bei einer näheren Untersuchung der Photosynthese findet man jedoch, daß der tatsächliche Ablauf im Prinzip durch zwei räumlich voneinander getrennte Teilprozesse bestimmt wird, /2 und 3/.
So konnte durch Zuführung von isotopenmarkiertem Wasser und Kohlendioxid an Pflanzen nachgewiesen werden, daß der photosynthetisch gebildete Sauerstoff aus dem Wasser stammt:

/2a/ $2\ H_2O \xrightarrow{\text{Oxydation}} 4\ H^+ + O_2 + 4\ e$ (Lichtreaktion)

Diese Zerlegung des Wassers ist von der Elektronenbilanz her eine Oxydation, denn Oxydation bedeutet Abgabe von Elektronen. Die mit dieser Oxydation gekoppelte Reduktion (Reduktion bedeutet Aufnahme von Elektronen) führt bei der Photosynthese zur Bildung von komplizierten und energiereichen organischen Verbindungen. Die wichtigste Verbindung ist dabei das reduzierte Nikotinsäureamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat (abgekürzt:NADPH):

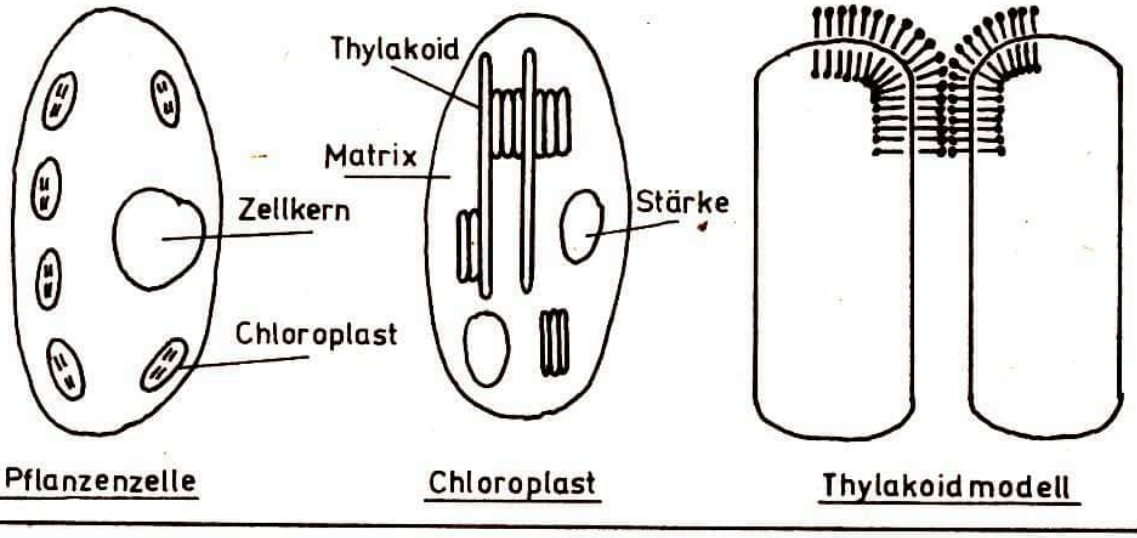
/2b/ $2\ NADP^+ + 4\ e + 2\ H^+ \xrightarrow{\text{Reduktion}} 2\ NADPH$ (Lichtreaktion)

Die folgende Darstellung entspricht der Gleichung /2b/ und dient durch die Wiedergabe einer vereinfachten Strukturformel zur Veranschaulichung des Molekülteils von $NADP^+$ bzw.NADPH, der für das Redoxverhalten verantwortlich ist:



Die Zerlegung des Wassers /2a/ und die Bildung von NADPH /2b/ bilden eine Einheit. Für den Ablauf dieses Redoxprozesses ist die Lichtenergie eine unabdingbare Voraussetzung. Deshalb be-

zeichnet man diese Teilprozesse der Photosynthese /2a und 2b/ auch als "Lichtreaktion". Die "Lichtreaktion" läuft in den Thylakoiden der Chloroplasten ab (Abb. 1).



I - Symbol für Chlorophyllmolekül (senkrechter Strich veranschaulicht den lipophilen Molekülteil)

(Abb. 1)

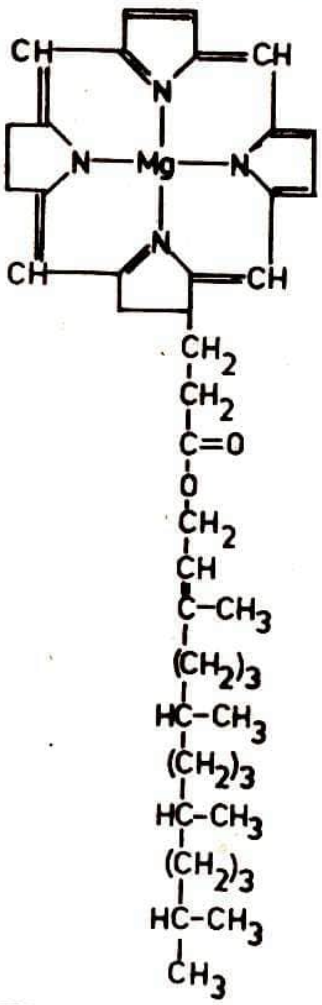
Von den grünen Thylakoiden gelangt das NADPH in die farblose Matrix der Chloroplasten (Stroma genannt) und bewirkt hier die Reduktion des Kohlendioxids nach der Gleichung:

$$/3/ \quad CO_2 + 2\ NADPH + 2\ H^+ \xrightarrow[(Dunkelreaktion)]{Redoxreaktion} (H_2CO) + 2\ NADP^+ + H_2O$$

Dabei werden in einem vom Licht prinzipiell unabhängigen Kreisprozeß die Kohlenhydrate gebildet. Diesen Teilprozeß der Photosynthese /3/ nennt man auch "Dunkelreaktion". Das bei der "Dunkelreaktion" freiwerdende $NADP^+$ kann in den Thylakoiden durch die "Lichtreaktion" wieder zu NADPH reduziert werden und steht damit erneut für eine Elektronenüberführung vom Wasser zum Kohlendioxid zur Verfügung.

2. Die für die „Lichtreaktion" wichtigen Eigenschaften des Chlorophylls

Eine Schlüsselstellung bei der "Lichtreaktion" und damit bei der Photosynthese nimmt das Chlorophyll ein. Auf Grund seines Molekülaufbaus (Abb. 2) besitzt dieser grüne Pflanzenfarbstoff bestimmte Eigenschaften, die für seine Funktionen im Rahmen der Photosynthese bedeutungsvoll sind.



Chlorophyll

(Ringsystem vereinfacht gezeichnet)

Abb. 2

1) Chlorophyll absorbiert "sichtbare" elektromagnetische Strahlung

Wie bereits dargelegt erfolgt bei der Photosynthese ein Elektronentransport vom Wasser über $NADP^+/NADPH$ zum Kohlendioxid. Dieser Vorgang verläuft in der angegebenen Richtung nicht freiwillig, sondern muß mit Hilfe der Energie des Lichtes erzwungen werden.

Man kann diese Elektronenüberführung mit den Vorgängen in einer galvanischen Kette, bestehend z.B. aus $Zn/ZnSO_4$ - $CuSO_4/Cu$ veranschaulichen. Bei fehlender äußerer Energiezufuhr wandern die Elektronen "freiwillig" im geschlossenen äußeren Stromkreis von der Zink- zur Kupferelektrode. Dieser Vorgang liefert elektrische Energie. Der Ablauf des umgekehrten Prozesses (= Elektrolyse) kann nur mit einer äußeren Spannungsquelle erzwungen werden, deren Spannung größer als etwa 1 Volt ist. In diesem Fall wandern die Elektronen im äußeren Stromkreis von der

Kupfer- zur Zinkelektrode. Der bei der Elektrolyse zugeführten elektrischen Energie entspricht bei der Photosynthese die von der Pflanze aufgenommene Lichtenergie.

Licht ist uns als sichtbarer Teil des elektromagnetischen Spektrums bekannt. Es umfaßt einen Wellenlängenbereich von etwa 400 nm(blaues Licht) bis etwa 700 nm (rotes Licht). Nach einem photochemischen Gesetz kann aber eine elektromagnetische Strahlung und damit also auch das Licht chemisch nur wirksam werden, wenn die Strahlung von mindestens einem an der Reaktion beteiligten Partner absorbiert wird. Die eigentlichen Ausgangsstoffe der Photosynthese, Kohlendioxid und Wasser, absorbieren aber nur UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von ungefähr 200 nm. Eine solche kurzwellige Strahlung gelangt aber wegen der Absorption in der Atmosphäre von der Sonne nicht an die Erdoberfläche. Damit Licht für die Photosynthese nutzbar werden kann, muß eine chemische Verbindung in den Pflanzenzellen vorhanden sein, die sichtbare Strahlung absorbiert, selbst also farbig ist. Dieser Pflanzenfarbstoff ist in allen photoautotrophen Organismen das grüne Chlorophyll. Chlorophyll erscheint uns deshalb grün, weil diese Verbindung u.a. rotes Licht absorbiert.
Stoffe, die, wie das Chlorophyll, Licht absorbieren und mit dieser Energie eine chemische Reaktion ermöglichen, nennt man Sensibilisatoren. Beispielsweise sind in den handelsüblichen photoempfindlichen Materialien auf Silberhalogenidbasis bestimmte Farbstoffe als Sensibilisatoren enthalten. Dadurch wird von den Filmmaterialien auch gelbes und rotes Licht registriert, obwohl z.B. das in den lichtempfindlichen Materialien enthaltene Silberbromid rotes Licht selbst nicht absorbiert.
Der Sensibilisator in den Chloroplasten ist das Chlorophyll, wobei bei der Photosynthese das Chlorophyll a die Hauptrolle spielt.

Abb. 3 zeigt das Absorptionsspektrum von Chlorophyll a. (Bei einem Absorptionsspektrum wird der Quotient aus absorbierter und auf die Probe auftreffender Lichtintensität als Funktion der Wellenlänge dargestellt). Man erkennt, daß Chlorophyll a blaugrünes Licht mit einer Wellenlänge von etwa 400 nm und ro-

tes Licht mit einer Wellenlänge von etwa 700 nm absorbiert. Bei der Lichtabsorption entsteht aus einem Chlorophyllmolekül, das sich ohne Lichteinstrahlung in einem energetischen Grundzustand befindet, ein energiereicheres, sogenanntes angeregtes Chlorophyllmolekül. In diesem angeregten Zustand bleibt das Molekül nur Bruchteile von Sekunden und nimmt, falls keine Reaktion mit einem Partner erfolgt, meist unter Abgabe von Wärme seinen energetischen Grundzustand wieder ein.
In der Abb. 3 sind die möglichen Energiezustände des Chlorophyll a in einem Energieschema dargestellt. Dabei entspricht dem Abstand zwischen dem Grundzustand und den darüberliegenden Energieniveaus die Energie des absorbierten Lichtes. So werden durch die Absorption von Licht der Wellenlänge 700 nm (diese Lichtquanten) Chlorophyllmoleküle in den 1. angeregten Zustand überführt, bei einer Absorption von 400 nm ($2{,}9 \cdot 10^5$ J /mol) bilden sich noch energiereichere Moleküle (2. angeregter Zustand). Die Verweilzeit im 2. angeregten Molekülzustand beträgt nur etwa 10^{-13} Sekunden. Unter Abgabe eines Teiles der absorbierten Energie nimmt das Chlorophyllmolekül den 1. angeregten Zustand ein. Die Verweildauer in diesem Zustand beträgt etwa 10^{-9} Sekunden. Um den zeitlichen Verlauf derart schneller Prozesse aufzuklären, braucht man Untersuchungsmethoden mit entsprechenden Zeitauflösungen. Die kürzesten derzeit erreichbaren Meßimpulse werden in der Lasertechnik mit speziellen Methoden erzeugt. Deshalb werden in jüngerer Zeit verstärkt Anstrengungen unternommen, mit solchen ultrakurzen Lichtimpulsen (Zeitdauer 10^{-12}s) Vorgänge der Photosynthese detailliert aufzuhalten.
Da die Moleküle in angeregten Zuständen sehr reaktiv sind, kann während der 10^{-9}Sekunden das energiereiche Chlorophyll unter Ausnutzung seiner Anregungsenergie chemische Arbeit leisten und eine Reaktion erzwingen, die freiwillig nicht abläuft.
Bei der Photosynthese ist dies die Elektronenüberführung von Wasser zum $NADP^+$.

(Abb. 3 ist im Teil 2 enthalten.)

Teil 2 erscheint im nächsten Heft.

P. Zimmermann

Lichte, Lampen und Laternen

"Wüßte nicht, was sie Besseres erfinden könnten, als wenn die Lichte ohne Putzen brennten!"
Damit charakterisierte einst Goethe, wie es mit der künstlichen Beleuchtung seiner Zeit bestellt war. Heute ist das, was er so sehnlichst wünschte, bei weitem übertroffen. Längst brennen die "Lichte" "ohne Putzen", denn vom technisch-physikalischen Prinzip her haben sie sich völlig verändert.

Hochentwickelte Glüh- und Gasentladungslampen mit enormen Lichtströmen bestimmen die heutige Leuchttechnik auf den verschiedensten Gebieten. Alle anderen Lampenarten, von denen hier berichtet werden soll, wurden durch sie nach und nach verdrängt.

So produziert der VEB Kombinat NARVA in fünf Fertigungszentren der DDR etwa 5000 Lampentypen für die unterschiedlichsten Beleuchtungszwecke: Die kleinste Glühlampe - u.a. für Elektronenrechner und medizinische Geräte gedacht - ist nur sechs Millimeter lang und hat einen Durchmesser von zwei Millimetern. Die größte in der Palette, eine Lichtwurflampe für Scheinwerfer, mißt über 60 Zentimeter und ist 38 Zentimeter "dick". Ihre Leistungsaufnahme: 20 000 Watt!
Der Ehrgeiz der Wissenschaftler und Entwicklungsingenieure für Leuchttechnik war es seit jeher und ist es vor allem auch heute, Lampen zu entwickeln, die weitgehend wirtschaftlich sind, also einen hohen Lichtstrom abgeben, eine lange Lebensdauer besitzen und bei kleinen äußeren Abmessungen möglichst wenig Energie verbrauchen.

Einst idealer Brennstoff

Versetzen wir uns in das 19. Jahrhundert: Die von Goethe zu Recht kritisierten "Lichte", worunter neben Kerzen auch Öllampen gemeint sind, verloren ihre Bedeutung, als Ende der fünfziger

Jahre das weit billigere Petroleum auf den Markt kam. Dieser Brennstoff war für die damalige Zeit geradezu "ideal". Eine seiner guten Eigenschaften war den Lampenkonstrukteuren besonders willkommen: Er stieg - im Gegensatz zu den herkömmlichen Brennölen pflanzlichen oder tierischen Ursprungs (Waltran) - in den Lampendochten ganz von selbst nach oben. Damit entfielen die oftmals recht komplizierten Mechanismen, die bei vielen damals gebräuchlichen Öllampen das Öl in den Docht preßten. Hinzu kam, daß auf einen bereits bekannten Brenner zurückgegriffen werden konnte, den 1786 der Schweizer Argand erdacht hatte.

Argand hatte geschlußfolgert, daß der im Brennöl enthaltene Kohlenstoff um so vollständiger und intensiver verbrennen und damit heller leuchten kann, wenn ihm im Lampenbrenner mehr Luftsauerstoff zugeführt wird. Er ersetzte den bis dahin gebräuchlichen Runddocht daher durch einen ringförmigen und führte der Flamme somit auch von innen Luft zu. Diese Grundkonstruktion Argands bewährte sich in modifizierter Form von da an bei den vielfältigsten Typen von Petroleum- und frühen Gaslampen.

Siegeszug des Gases

Zwar war bereits im 17. Jahrhundert brennbares Gas durch Trokkendestillation von Steinkohle gewonnen worden, aber erst seit 1792 wurde das Verfahren von dem englischen Mechaniker Murdock erneut aufgenommen und kommerziell erweitert. Murdock baute einige kleinere Gaserzeugungsanlagen, mit denen er zuerst seine Wohnung, dann die Werkstatt seines Zeitgenossen James Watt und 1805 die Baumwollspinnerei in Manchester mit 3000 Gasflammen beleuchtete. Daß das Gas lange Zeit mit der Elektroenergie auf beleuchtungstechnischem Gebiet konkurrieren konnte, ist dem österreichischen Chemiker Auer von Welsbach zu danken. Ihm gelang es 1885, den "Gasglühstrumpf" zu entwickeln, wodurch die Gasbeleuchtung eine völlig neue Qualität annahm.
Das, was der Argandbrenner einst für Lampen mit Flüssigbrennstoffen war, wurde der Auerbrenner nunmehr für gasförmige Brennstoffe aller Art.
Auer ging bei seinen Versuchen von vor ihm gemachten Entdeckungen aus, daß schwerschmelzbare Stoffe, setzt man sie nur einer genügend hohen Temperatur aus, hell aufglühen. Er selbst untersuchte

die Strahlungseigenschaften der schwerschmelzbaren seltenen Erden auf ihre Lichtemission. Er fand zufällig heraus, daß eine Mischung aus 99 Prozent Thoriumoxyd und ein Prozent Ceroxyd in einer Bunsenflamme besonders intensiv strahlte.

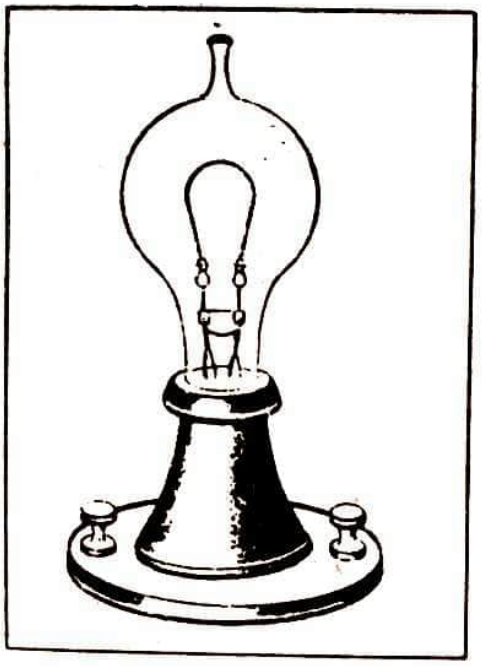
Um das Gemisch technologisch in eine besonders glühgünstige Form mit möglichst großer Oberfläche zu bringen, löste Auer die Nitrate dieser seltenen Erden und tränkte mit der Flüssigkeit Baumwollgewebe. Getrocknet formte er dieses zu kleinen Säckchen und stülpte sie über eine Bunsenflamme. Das organische Gewebe brannte heraus, zurück blieb ein relativ stabiles Glühkörpergerüst. Dieses Gasglühlicht nach Auer war bedeutend heller und sparsamer im Gasverbrauch. Somit konnte die Gasbeleuchtung mit der elektrischen bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hinein konkurrieren.
Die elektrische Beleuchtung kennt ebenfalls mehrere Entwicklungsstufen, die heute einerseits in der vervollkommneten Glühlampe, andererseits in der sich ständig noch weiterentwickelnden Gasentladungslampe gipfeln.
Historisch gesehen, ist als erste elektrische Lichtquelle die Bogenlampe zu nennen. Sie wurde 1808 von dem englischen Physiker Davy entwickelt. Praktisch genutzt wurden Bogenlampen vereinzelt jedoch erst ab Mitte des vorigen Jahrhunderts, als der Franzose Foucault die Holzkohle durch wesentlich langsamer, gleichmäßiger und reiner abbrennende Stifte aus harter Retortenkohle ersetzt hatte. Mit einem mechanischen Regelwerk versehen, das die abbrennenden Kohlen gleichmäßig nachführte, wurde eine derartige "Foucaultsche Laterne" 1846 erstmalig als Effektlichtquelle im Pariser Opernhaus verwendet.

Dennoch konnte lange nicht von einer allgemeinen Lichtbogenbeleuchtung gesprochen werden, da es für die dafür benötigten relativ hohen Stromstärken eines leistungsfähigen Energienetzes bedurfte. Das änderte sich erst, nachdem Werner Siemens die Dynamomaschinen für Gleich- und Wechselstrom fabrikationsreif gemacht hatte und nach und nach Energienetze geschaffen wurden. Aber dennoch erlangte die Kohlebogenlampe, obwohl sie ständig konstruktiv verbessert wurde, nie die breite Anwendung wie die Glühlampe.

Lampen-Außenseiter

Neben der Bogen- und Glühlampe wurden in der Geschichte der Beleuchtungstechnik noch weitere, nach unterschiedlichen physikalischen Wirkprinzipien arbeitende Lichtquellen entwickelt, die sich jedoch auf längere Sicht nicht durchsetzen konnten. Zu ihnen zählt z. B. die Nernst-Lampe (nach dem deutschen Physiker Nernst). Als Glühkörper diente ein Magnesiastäbchen. Da dessen elektrische Leitfähigkeit im kalten Zustand zur Selbstentzündung der Lampe nicht ausreichte, mußte es vorher angewärmt werden.
Gegenwärtig wird daran gearbeitet, Glühlampen hinsichtlich ihrer lichttechnischen Parameter weiter zu verbessern (Halogenlampe). Zum anderen wird den Lampen auf der Basis der Gasentladung besondere Aufmerksamkeit gewidmet (Quecksilber-Natriumdampflampen u. a.), da sich hier Wege abzeichnen, die Lichtströme weiter zu erhöhen.

Aus „Technische Gemeinschaft" 26 (1978/6)



Edison konstruierte 1879 die ersten gut verwendbaren und zuverlässigen Glühlampen mit Kohlefäden.

Wärme steuert Prozesse

Bislang hat die Wärme dem Menschen nur für grobe Arbeiten gedient. Sie dreht Räder oder schmilzt Metalle. "Intellektuellere" Aufgaben blieben der Elektrizität, dem Licht, den Funkwellen und Magnetfeldern vorbehalten. Ernstzunehmende Leute untersuchen nunmehr, ob nicht die Wärme auch Funktionen in der Steuerung, Regelung und Datenverarbeitung lösen kann.

Eine ganze Reihe von Urheberscheinen wurde sowjetischen Spezialisten ausgestellt für Erfindungen auf einem neuen Gebiet der Technik, der "Teplonik" (abgeleitet vom russischen Wort für Wärme). Kein Wörterbuch kann mit dem Tempo des wissenschaftlich-technischen Fortschritts mithalten. In der Sprache der Wissenschaftler gibt es bereits die Thermik, aber das ist etwas anderes. Vielleicht wird man, analog zu Elektronik, Hydraulik und Pneumatik, dieses Gebiet bald als Thermonik bezeichnen.

Wie ein Signal in Form eines Stromimpulses weitergegeben wird, ist bekannt. Schon schwerer läßt sich vorstellen, wie diese Aufgabe einem Wärmestrom zu übertragen ist, der durch einen Leiter vom warmen zum kalten Ende läuft. Unser "elektrizitätsgewohntes" Hirn wird sofort einwenden, daß sich die Wärme viel zu langsam ausbreite, daß sie sich ohne große Verluste kaum über beträchtliche Entfernungen übertragen lasse. Doch sind für den "Transport" metallische Leiter oder Gase bzw. Flüssigkeiten als Wärmeträger nicht unbedingt erforderlich. In einem sogenannten Wärmerohr, aus einer Vielzahl von Kapillaren bestehend, kann das Wärmesignal schneller und weiter übermittelt werden. Und wenn gar die Strahlung im Vakuum oder durch einen speziellen Kristall-Wärmeleiter übertragen wird, rechnen die sowjetischen Experten schon mit kosmischen Geschwindigkeiten und Entfernungen.

Aber jeder Rechner, jede Steuerungseinrichtung braucht Speicherelemente für die übergebenen Informationen. Wohin mit der Wärme? Die Verfechter der Teplonik verweisen auf die gewöhnliche Ther-

mosflasche als "einfachstes Modell", das pro Quadratzentimeter Oberfläche in 24 Stunden nur ein tausendstel Watt abgibt. Entsprechende Wärmespeichereinrichtungen in Erbsengröße würden nur ein Zehntel der Energie fordern, die ein Transistor gleicher Abmessung benötigt. Nach diesem Speicherprinzip wurde bereits ein Wärmerelais konstruiert, das alle logischen Funktionen ausführen kann. Und mehrere derartige Relais im Block sind bereits in der Lage, Automaten zu steuern.

Es gibt schon Geräte, die auf dem Gebiet der Teplonik als Erfindung registriert sind. Nehmen wir den Thermopneumohydro-Verstärker. Hier wird eine Druckluftleitung mit einem Eispfropfen verschlossen. Der widersteht zwar hohem Druck, doch schon ein relativ schwaches Wärmesignal taut ihn an den Wänden ab, er gibt den Weg frei, so daß sich das schwache Eingangs-Wärmesignal in ein starkes pneumatisches verwandelt. Auch ein gewöhnlicher Reflektor ist in der Teplonik als Verstärker einsetzbar, wenn er die Wärmestrahlungsenergie auf einen Punkt konzentriert.

Möglichkeiten über Möglichkeiten. Doch wozu das alles, mag mancher nun mit Recht fragen. Reichen uns denn die elektronischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen und schließlich auch noch die optoelektronischen Steuerungen nicht? In der Tat, sie reichen nicht. Denken wir nur an das Interkosmos-Programm. Eben die Temperaturschwankungen in kosmischen Dimensionen, dazu noch die harte Strahlung, sind kein Klima für elektronische, hydraulische oder pneumatische Elemente. Teplonik-Geräte fürchten dagegen weder Hitze noch Kälte, weder Strahlung noch Magnetfelder. Sie benötigen nur einen - ganz geringen - Temperaturunterschied im Inneren des Elements, analog zum elektrischen Potentialunterschied. Dann ist es ohne Bedeutung, ob sie an Bord eines Raumflugapparates oder in einem Hochofen arbeiten.

Bei alledem soll die Teplonik die herkömmlichen Automatisierungsmittel keineswegs verdrängen. Gute Perspektiven eröffnen sich ihr jedoch in Systemen, wo Wärmeenergie bezogen oder transportiert wird: in Heiz- und Kühlanlagen, in der Chemie, der Metallurgie und im Maschinenbau. Hier schreit der Überfluß an Energie gerade danach, diese Geräte damit zu speisen. Bei Unterbrechungen in der Energieversorgung von Steuerungseinrichtungen entsteht

in den Betrieben gewöhnlich schlagartig die Gefahr, daß die konventionellen Geräte mangels Speisung versagen. In solchen Fällen sind Teplonik-Geräte, die ohnehin als "Schmarotzer" arbeiten, für die Aufrechterhaltung des technologischen Regimes geradezu unersetzlich. Ihre Nichtanfälligkeit gegenuber elektro-magnetischen und Strahlungsfeldern prädestiniert sie auch für den Einsatz in Atomreaktoren und Raumschiffen, in Orbitalstationen und später vielleicht auch auf anderen Planeten.

Dipl.-Ing. oec. Klaus Ziegert
aus Technische Gemeinschaft 26 (1978)11

Geladenes Elektrometer (mit Feldlinien)

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Kunst und „wissenschaftliches Zeitalter"

Peter H. Feist
Humboldt-Universität Berlin

Das Verhältnis von Kunst und Wissenschaft gehört zu den Fragen, die immer wieder auftauchen und diskutiert werden. Leitinstanzen der Gesellschaft müssen sie für sich beantworten, um materielle und geistige Potentiale, über die sie disponieren, in angemessener Proportionen und mit tauglichen Strategien zur Wirkung zu bringen. Der einzelne Wissenschaftler - und natürlich nicht nur er - überdenkt seine persönliche Beziehung zu den Künsten. Den Kunstwissenschaftler bewegt diese Frage, weil sie an das Wesen des von ihm bearbeiteten Gegenstands Kunst rührt und auch das diffizile Problem tangiert, bis wohin und in welcher Weise dieser Gegenstand einem wissenschaftlichen Zugriff zugänglich ist.
Es läßt sich überhaupt beobachten, daß die Frage nach den Beziehungen zwischen Wissenschaft und Kunst in der Sowjetunion mit besonderer Aufmerksamkeit und einer schönen Leidenschaftlichkeit behandelt wird. Vor Jahren gab es eine längere Diskussion zwischen Physikern und Lyrikern, wobei diese Termini für naturwissenschaftlich bzw. künstlerisch denkende und arbeitende Menschen überhaupt standen.
Immer wieder geht es um den Wert von Rationalität und Emotionalität, Nüchternheit und Poesie, Planmäßigkeit und Intuition, aber auch Arbeit und Spiel im Leben heutiger Menschen und ebenso in den Verfahrensweisen heutiger Kunst im Sozialismus. Besonders eindrucksvoll sind Überlegungen des Schriftstellers Daniil Granin zu "Wissenschaftlich-technische Revolution, Persönlichkeit, Literatur". Sie zeigen am deutlichsten, daß es neben der Frage nach der Spezifik der jeweiligen Leistungsfähigkeit von Wissenschaften und Künsten bei der Aneignung der Wirklichkeit vor allem Fragen nach dem

Wesen des Menschen von heute und auch gewisse Sorgen um dessen weitere Entwicklung sind, welche der Diskussion Lebhaftigkeit und weltanschauliches Gewicht verleihen.
Ein Drehpunkt der Debatten ist stets das Problem, ob Kunst etwas Notwendiges sei. Niemand käme auf den Gedanken, den prinzipiellen Nutzen und demzufolge die Notwendigkeit von Wissenschaft anzuzweifeln. Mit Bezug auf die Kunst werden diese Kriterien immer wieder in Frage gestellt. Daraus folgert sehr leicht eine niedrigere Bewertung, geringere Schätzung der Kunst. Auf ein solches Urteil gereizt zu reagieren, bringt wenig ein. Die extreme Gegenposition, erst der Umgang mit der Kunst mache den Menschen vollwertig, ist, obwohl häufig vertreten, nicht aufrechtzuerhalten, soweit man sie auf jedes einzelne **Individuum** bezieht.
Für die Gattung Mensch ist allerdings auszusagen, daß sie seit sehr frühen Entwicklungsstufen nicht ohne Kunst ausgekommen ist.

Ein Synkretismus verschiedener Entäußerungen und Tätigkeiten, die wir von heute aus gesehen künstlerisch nennen, wie Musik, Tanz, Schauspiel, Poesie, Malerei, Skulptur war in frühen Entwicklungsphasen menschlichen Daseins untrennbar mit praktischen, lebensnotwendigen Tätigkeiten wie Jagd, Fortpflanzung Zusammenhalt der Gemeinschaft und ähnlichem verknüpft und von Verhaltensweisen, die in ihrer weiter entwickelten Form wissenschaftlich zu nennen sind, nicht unterscheidbar.
Jene Stufe der Wirklichkeitsaneignung, des Sich-Zurecht-Findens der Menschen in der Welt, die als Mythos bezeichnet wird, ist in starkem Maße durch eine künstlerische Form der Erkenntnis bestimmt. Das hat die Verbreitung der falschen Theorie erleichtert, alle Kunst, auch heute, sei ihrem Wesen nach mythenschaffend - eine Theorie, die im Kampf von Revisionisten wie Roger Garaudy gegen den sozialistischen Realismus eine gefährliche Rolle spielte und spielt.
Kunst ist während Jahrtausenden mit Ideologie in jener Form verknüpft gewesen, die Marx und Engels für die Epochen der Klassengesellschaft als falsches Bewußtsein diagnostizieren. Das gab ihr effektive Funktionen der Befestigung und Ausbreitung bestehender Herrschaftsverhältnisse, schloß allerdings auch die Möglichkeit zu vorausgreifender Spekulation und - meist utopischer - Idealbildung ein, die zur Unterhöhlung und Sprengung gegenwärti-

ger Verhältnisse beitragen konnte. Zugleich ging Kunst häufig Wechselbeziehungen zur Wissenschaft ein, indem sie sich an der Erkenntnis der Wirklichkeit und der sie bestimmenden Gesetzmäßigkeiten und Triebkräfte wie an der Verbreitung solcher Erkenntnisse beteiligte. Darin liegt die von unserem Ergriffensein immer wieder bestätigte Wahrheit und Wirkungskraft von Kunst aus längst vergangenen Epochen begründet.

In zwei häufig zitierten Briefstellen hat Friedrich Engels 1883 und 1888 angemerkt, er habe aus den Romanen von Honoré de Balzac über die Geschichte der französischen Gesellschaft im 19. Jahrhundert "sogar in den ökonomischen Einzelheiten ... mehr gelernt als von allen berufsmäßigen Historikern, Ökonomen und Statistikern dieser Zeit zusammengenommen". Akademiemitglied Jürgen Kuczynski hat dem hier vorliegenden Problem manche Untersuchung gewidmet und die These aufgestellt, bis zur Entstehung des Marxismus sei die Kunst in der Erkenntnis der gesellschaftlichen Wirklichkeit den Wissenschaften - zumindest häufig und tendenziell - überlegen gewesen. In der Tat läßt sich beispielsweise behaupten, daß der augenfälligen Tiefgründigkeit und Differenziertheit, mit der etwa in den Stifterfiguren aus der Mitte des 13. Jahrhunderts im Naumburger Dom oder in Porträts aus der Zeit Dürers um 1500 die soziale wie individuelle Psyche von Menschen erfaßt wurde, keine wissenschaftliche zeitgenössische Aussage dazu an die Seite gestellt werden könnte.

Wir sind damit an zwei wichtigen Punkten angelangt. Zum einen bei der Frage, ob mit der Ankunft im "wissenschaftlichen Zeitalter" die Gültigkeit oder Nützlichkeit von Kunst abgelöst werde. Dabei sei die Wissenschaftlichkeit unseres Zeitalters im doppelten Sinn verstanden - sowohl als allseitiger Triumpf materialistisch-dialektischer Naturerkenntnis und Anwendung ihrer Ergebnisse in allen Lebensbereichen, wie auch als durch den Marxismus-Leninismus erlangte wissenschaftliche Erkenntnis und Steuerung der gesellschaftlichen Verhältnisse und Prozesse. Letzteres hatte Bertolt Brecht vor allem im Sinn, wenn er Schlußfolgerungen aus der Situation der Künste im wissenschaftlichen Zeitalter zog.

Der andere Punkt ist der, daß für das Verhältnis von Kunst und Wissenschaft offensichtlich die Beziehung zu den Gesellschaftswissenschaften wichtiger ist als die zur naturwissenschaftlichen

Erkenntnis, weil die Kunst durchgängig mit dem Menschen befaßt ist, der, ohne daß er aufhört, ein biologisch erfaßbares Wesen zu sein, in erster Linie als gesellschaftliches Wesen begriffen werden muß.

Dieser zweite Punkt, scheint mir, beeinträchtigt nicht die Bedeutung der Frage auch für Naturwissenschaftler, da deren Tätigkeit, zumindest in der Sphäre ihrer Anwendung, gesellschaftliche Implikationen aufweist und damit ohne gesellschaftswissenschaftlich begründete Kriterien nicht auskommt, und da Naturwissenschaftler über ihre arbeitsteilige Spezialisierung hinaus als Glieder einer Gesellschaft, als Staatsbürger existieren.

Der oft bemühte Hinweis auf das Geigenspiel Einsteins oder die Äußerungen von Mathematikern über die Schönheit einer Problemlösung scheinen mir nicht besonders weit zu führen, wenn Naturwissenschaftlern die Kunst anempfohlen wird. In der Kunst eine notwendige Hilfe für die naturwissenschaftliche Arbeit erblicken zu wollen, ist nicht weniger vordergründig, kurzschlüssig und nur auf die Partikularität der gesellschaftlich geteilten, spezialisierten Arbeit hin gedacht, als der Versuch, vom Umgang der Werktätigen mit der Kunst eine unmittelbare Steigerung der Arbeitsproduktivität ("Kunst hilft Kohle") oder von Kunstwerken allein das direkte Auslösen revolutionärer Aktionen zu erwarten.

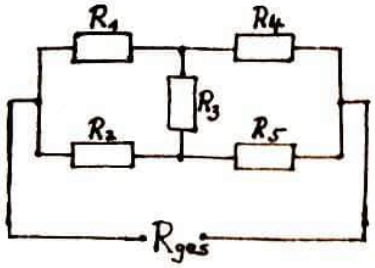
Das ist auch die Meinung D. Granins: "Natürlich muß sich ein Wissenschaftler nicht unbedingt für Lyrik, Musik oder Malerei begeistern. Er kann sich durchaus auf Tennis oder Bergsteigen beschränken. Auch ein Schriftsteller muß sich nicht für Astronomie, Biologie und andere Wissenschaften interessieren und kann trotzdem gut schreiben. Vielleicht kann ein Wissenschaftler, der sich weder in der Geschichte noch in der Malerei auskennt, ein guter Wissenschaftler sein. Aber nur so lange, wie wir diesen Wissenschaftler isoliert betrachten. Wenn wir ihn nicht als Wissenschaftler, sondern als Persönlichkeit und in seinen Beziehungen zu anderen Menschen sehen, sind andere Wertmaßstäbe notwendig. Die moralischen Kriterien des zwischenmenschlichen Verkehrs erfordern, daß Gewissen, Herz und Hirn entwickelt sind." Der sowjetische Schriftsteller, der seine Stoffe vorwiegend im Milieu von Naturwissenschaftlern findet, ist an der ethisch-moralischen Vervollkommnung der Menschen interessiert, und er sieht hier, möglicherweise mit einer gewissen Einseitigkeit, weil er

Schmuck-, Spiel- und Entspannungsbedürfnisse außer acht läßt, die hervorstechendsten Aufgaben der Kunst.
Wie aber kann sie diese lösen? Muß und kann sie sich dabei gegen den Rationalismus wissenschaftlicher Erkenntnis, Produktion und Handlungsbegründung behaupten? Wird sie nicht von anderen Formen ethisch-moralischer Erziehung und Bewußtseinsbildung übertroffen und ihrer Notwendigkeit enthoben?
Kunst (und im folgenden sei nur noch von bildender Kunst die Rede, obwohl die Aussagen weithin für andere Künste zu verallgemeinern sind) dient dem Gewinn von Erkenntnis und Genuß, beides ist in der Regel miteinander verknüpft. Die künstlerische Erkenntnis ist an das Subjekt gebunden, die sie macht; sie ist eine persönlich gewonnene Erfahrung, die stets ein Element der Wertung des Erkannten einschließt. In ihr dominiert neben rationalen Zügen ein emotionaler Bezug des Künstlers zur Wirklichkeit, der ein ebensolches Verhältnis des Rezipienten zum Kunstwerk und zur Wirklichkeit auslöst. Die Erkenntnis vollzieht sich in der Gestaltung eines "Bildes". Dabei gehen Arbeit und phantasievolles Spiel eine besondere Verbindung ein. Das Resultat soll in der Regel vom Betrachter genußvoll angeeignet, also positiv bewertet werden. Diesen Vorgang empfindet der Rezipient als schön.

Die Bildhaftigkeit, Emotionalität, Subjektivität, spielerische Freiheit und Geformtheit der Aussage erfüllt komplementär zu anderen geistigen und geistig-praktischen Aneignungen von Realität ganz offensichtlich auch heute latente Bedürfnisse des Menschen als Gattungswesen und der Gesellschaft. Sowohl als eine Form des Bewußtseins als auch als eine besondere Weise der Produktion, die unmittelbar umweltgestaltend und lebensgestaltend sein kann, rundet das ästhetische Verhalten und darin eingebettet die produktive wie rezeptive künstlerische Tätigkeit das Wesen des Menschen unverzichtbar ab.
Wer sich derlei Zugang zur Welt und zu sich selbst - aus welchen Gründen auch immer - verschlossen hält, bleibt sicherlich ein Stück ärmer.

(Aus "spektrum" 3/79, gekürzt)

physikaufgabe 46



Gesucht ist der Gesamtwiderstand R_{ges}.

Es gelte $R_1 = R_2 = 100\,\Omega$

und $R_4 = R_5 = 10\,\Omega$; $R_3 = 1000\,\Omega$

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

lösung der aufgabe 39 aus heft 8/79

aufgabe:

Welchen Abstand von der Erdoberfläche muß ein Satellit haben, der relativ zur Erde über einem Punkt auf dem Äquator stillstehen soll ?

lösung: (eingesandt v. U. Dressel, Falkenstein, 15 Jahre)

M: Erdmasse, m: Masse des Satelliten, k: Gravitationskonstante
R: Erdradius, r: Abstand des Satelliten von der Erdoberfläche,
T: Rotationsdauer der Erde

Die Lösung ergibt sich durch Gleichsetzen von Zentrifugal- und Gravitationskraft.

$$\frac{mv^2}{r+R} = k\frac{mM}{(r+R)^2} \; ; \; v = \frac{2\pi}{T}(r+R) \rightsquigarrow \underline{\underline{r = \sqrt[3]{\frac{MkT^2}{4\pi^2}} - R}}$$

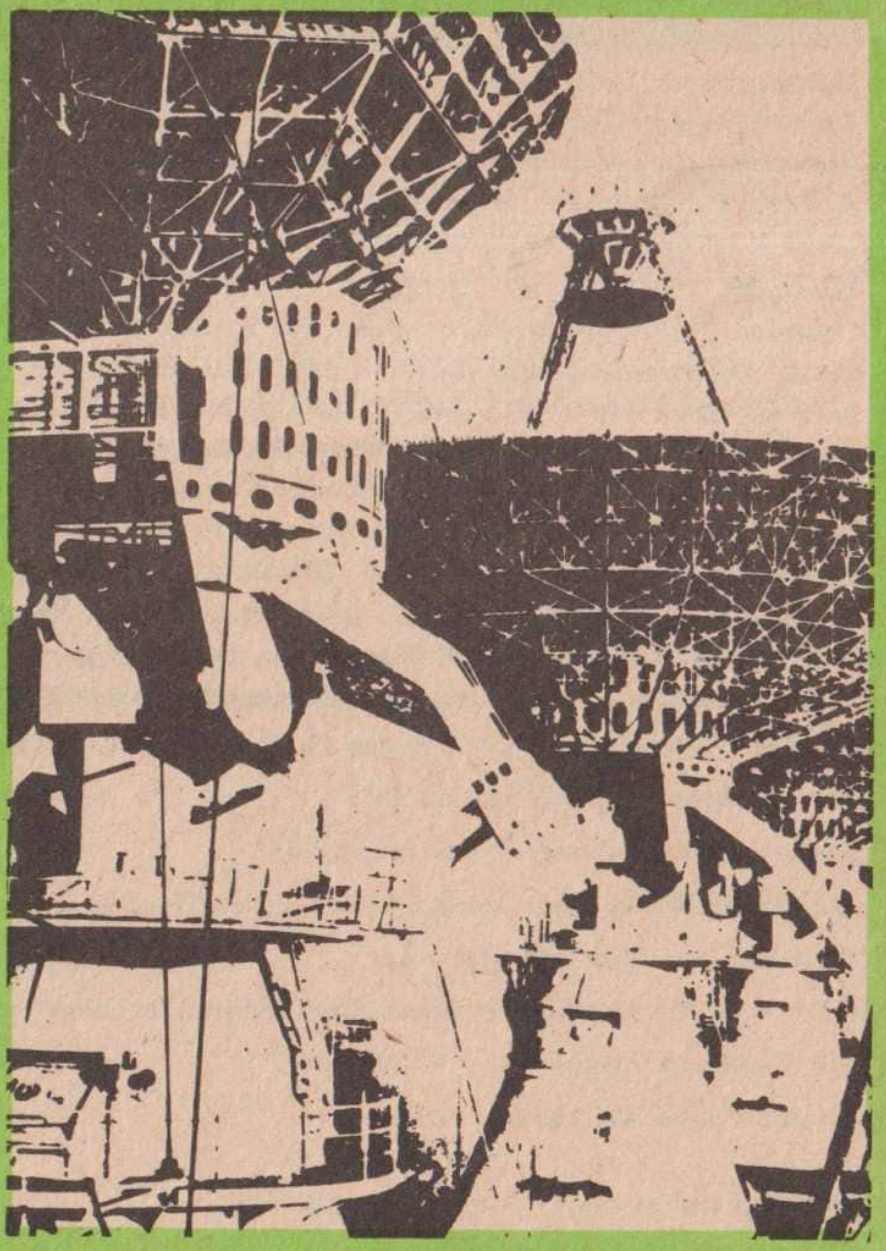
Das Einsetzen der Zahlenwerte, die man aus einem Tafelwerk entnehmen kann, liefert $r \approx 36000$ km.

GEDANKEN FORMEN
DAS EIGENE GEHIRN UM
S. J. LEC

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK
CHEMIE UND BIOLOGIE
13. JAHRGANG
1979/80
40 P

impuls 68

8



Photosynthese

☆

Metallorganochemie

☆

Relaxation

☆

Implosionsverfahren

☆

Gravitationskongreß GR 9

☆

Diamantsynthese

Titelbild:

Antennen zur Steuerung von Raumflugkörpern auf einem sowjetischen Forschungsschiff. (L. G.)

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universitat Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Uberweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Vogel (Korrektur); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Zur Rolle des Chlorophylls bei der Photosynthese der Pflanze (2)	BIO	3
Was ist Metallorganochemie? (2)	CHE	7
Der physikalische Begriff der Relaxation	PHY	11
DENKAUFGABE: Das Geldstück hinter der Flasche	PHY	14
Pate war ein alter Magdeburger		16
GR 9 – 9. Internationaler Gravitationskongreß in Jena	INT	21
Die Diamantsynthese	CHE	25
Physikaufgabe 47, Lösung Nr. 40		31

Heft 8 gestaltet von: V. Masurat und W. Hild.

Redaktionsschluß: 18. 2. 80

Dr. Friedrich Lux
Sektion Chemie
FSU Jena

Zur Rolle des Chlorophylls bei der Photosynthese der Pflanze (Teil 2)

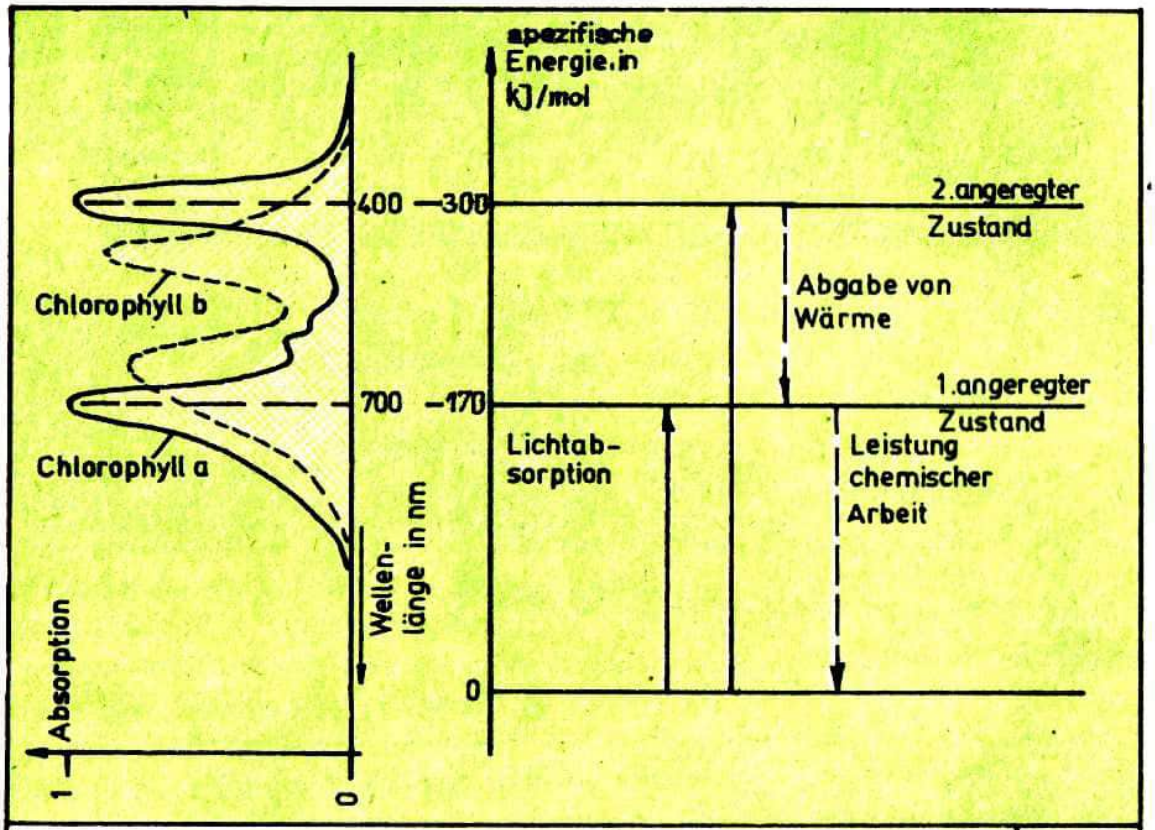
BIOLOGIE

Im Teil 1 wurde über die Licht- und Dunkelreaktion der Photosynthese sowie über Eigenschaften des Chlorophylls berichtet.
Die Abbildungen 1 und 2, auf die in diesem Teil nochmals verwiesen wird, befinden sich im Teil 1 und somit in Heft 7.

2. *Chlorophyll kann seine Anregungsenergie auf andere Chlorophyllmoleküle übertragen.*

Die Abb. 2 zeigt, daß ein Molekül Chlorophyll a aus vier miteinander verbundenen Fünfringen mit Magnesium als Zentralatom und einem relativ langen Kohlenwasserstoffrest mit 20 Kohlenstoffatomen aufgebaut ist. (Die Strukturen von Chlorophyll a und b unterscheiden sich nur geringfügig voneinander.) Auf Grund des mit Magnesium besetzten Ringsystems besitzt Chlorophyll hydrophile, wegen des langen Kohlenwasserstoffrestes lipophile Eigenschaften. Deshalb sind die Chlorophyllmoleküle in den Thylakoidmembranen auch orientiert eingelagert (Abb. 1). Die Orientierung erfolgt dabei in der Weise, daß sich der hydrophile Teil des Chlorophylls auf die eiweißreiche Matrix und auf den Thylakoidinnenraum hin ausrichtet. Die Folge davon ist eine dichte Pakkung der Chlorophyllmoleküle in den Membranen mit einem Abstand von weniger als 10 nm. Deshalb ist auch eine Übertragung der Energie des 1. angeregten Zustandes von einem Chlorophyllmolekül auf ein anderes möglich.
Diese Energieübertragung erfolgt aber stets auf solche Chlorophyllmoleküle, deren Anregungsenergie niedriger ist, bzw. deren "rote" Absorptionsbande bei längeren Wellenlängen liegt, als die des Spendermoleküls. So wird beispielsweise Anregungsenergie von Chlorophyll b auf Chlorophyll a übertragen und nicht

umgekehrt (s. Absorption von Chlorophyll a und b bei etwa 700 nm; Abb. 3).



Absorptionsspektren und Energieschema (vereinfacht) von Chlorophyll | Abb. 3

Die genaue Wellenlänge des Absorptionsmaximums von rotem Licht hängt nun im einzelnen von den Stoffen ab, die das Chlorophyllmolekül in den Thylakoiden umgeben. In diesem Zusammenhang wurde festgestellt, daß nur zwei Typen von Chlorophyll a photosynthetisch wirksam sind: Chlorophyll-a-Moleküle mit einem Absorptionsmaximum von 680 nm (abgekürzt Chl_{680}) und von 700 nm (abgekürzt Chl_{700}). Auf je eines dieser Moleküle Chl_{680} und Chl_{700} kommen etwa 250 andere Chlorophyllmoleküle (u.a. auch Chlorophyll b), deren Absorptionsmaxima bei kürzeren Wellenlängen als 680 bzw. 700 nm liegen und die ähnlich wie eine Antenne nur als Sammler für die Lichtstrahlen dienen und die absorbierte Energie zu den wenigen Chlorophyllmolekülen Chl_{680} bzw. Chl_{700} leiten. Auf diese Weise wird auch der diffuse Anteil der Lichtstrahlung, z.B. bei bedecktem Himmel, von der Pflanze für die Photosynthese genutzt.

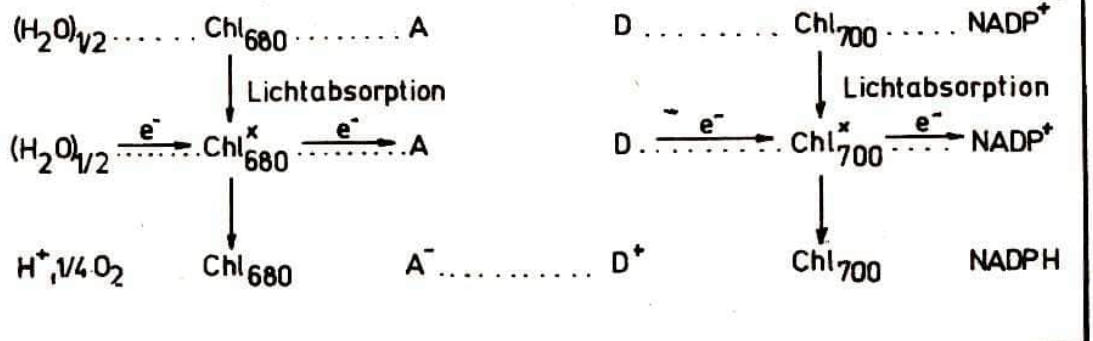
3. *Chlorophyll kann Bindungen sowohl zu Elektronendonator- als auch zu Elektronenakzeptormolekülen eingehen.*

Für die Wirksamkeit des Chlorophylls ist neben seiner Farbigkeit sowie seines hydrophilen bzw. lipophilen Charakters auch noch seine Fähigkeit zur Bindung zu Elektronendonator- bzw. Elektronenakzeptormolekülen ausschlaggebend. Elektronendonatormoleküle können Verbindungen mit freien Elektronenpaaren, wie z.B. H_2O sein, die lose Bindungen mit dem Magnesium des Chlorophyllmoleküls eingehen. Elektronenakzeptormoleküle, z.B. $NADP^+$, sind zur Aufnahme von Elektronen befähigt und können beispielsweise in Wechselwirkung mit den Stickstoffatomen des Chlorophyllringsystems treten.

In den Thylakoiden ist das photosynthetisch aktive Chl_{680} Bindungen eingegangen zu dem Elektronendonator Wasser und zu einem Akzeptor A, Chl_{700} bindet demgegenüber einen Donator D und den Elektronenakzeptor $NADP^+$. Die Symbole A und D stehen stellvertretend für eine Reihe größtenteils bekannter Verbindungen, die den Elektronentransport von Chl_{680} zu Chl_{700} vollziehen.

Kommt es zur Lichtabsorption, dann kann ein energiereiches Molekül Chl_{680} dem gebundenen Wasser ein Elektron entziehen und dieses auf den Akzeptor A übertragen. Da gleichzeitig ein Chl_{700} angeregt wird, erfolgt auch eine Elektronenübertragung von D auf $NADP^+$ unter Bildung von NADPH.

Nach dem erfolgten Ladungsausgleich zwischen A^- und D^+ wurde letztlich ein Elektron von H_2O auf $NADP^+$ übertragen. Chl_{680} und Chl_{700} haben danach den energetischen Grundzustand wieder eingenommen und stehen wieder zur Bindung mit Akzeptor- bzw. Dona-

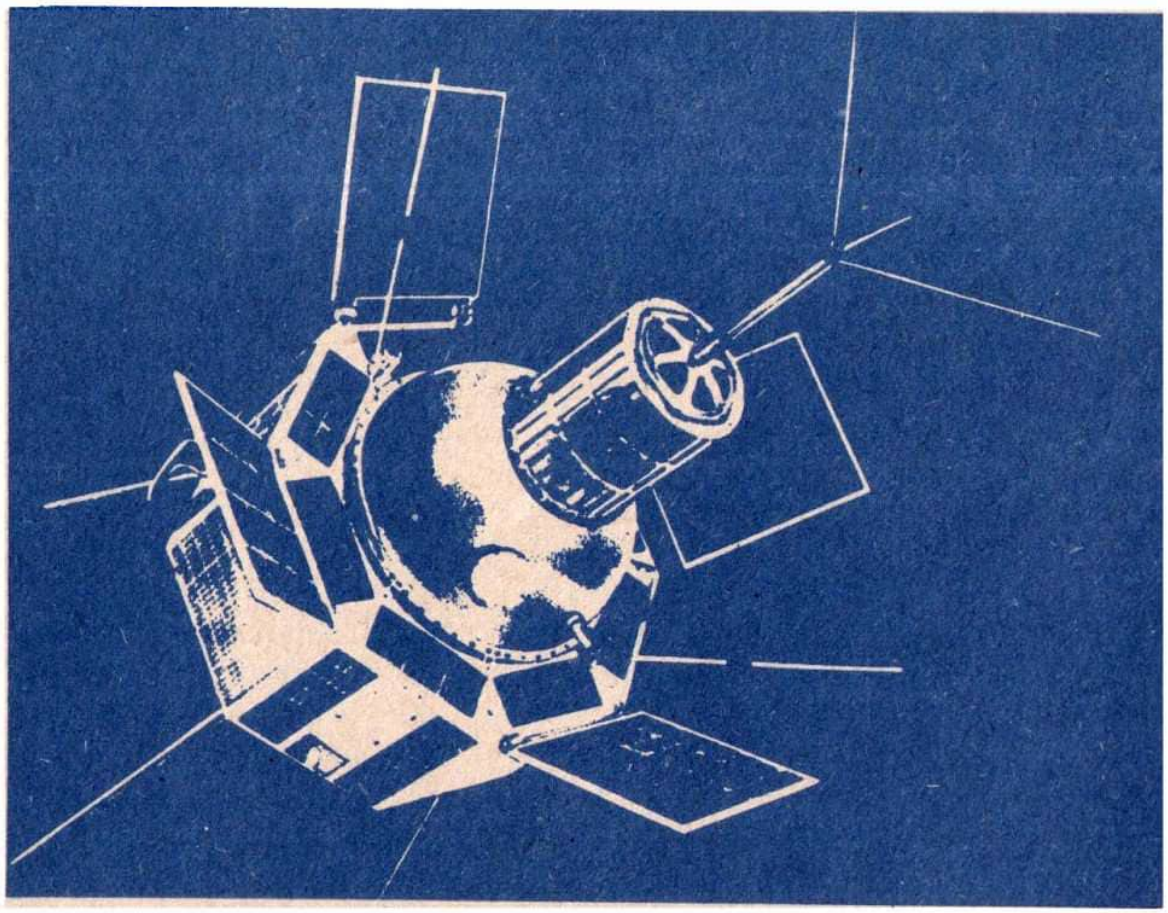


Schema des Elektronentransportes von H_2O zu $NADP^+$
(Chl^x veranschaulicht ein angeregtes Chlorophyllmolekül) Abb. 4

tormolekülen und damit als zwei hintereinandergeschaltete Elektronenpumpen zur Verfügung. Abb. 4 veranschaulicht stark vereinfacht den Elektronentransport zwischen H_2O und $NADP^+$.

Insgesamt sind für die Übertragung von 1 Elektron 2 Quanten der Wellenlänge von ungefähr 700 nm und demnach für die Bildung von 1 mol Sauerstoff 8 mol Lichtquanten erforderlich. Die dieser Lichtmenge entsprechende Energie beträgt 8 x 170 kJ = 1360 kJ. Da der Gewinn an chemischer Energie nach Gleichung /1/ aber nur 476 kJ beträgt, berechnet sich für die Photosynthese ein maximaler Wirkungsgrad von etwa 30 %.

Wasser und Kohlendioxid sind in ausreichender Menge auf der Erde vorhanden. Deshalb ist eine technische Nutzung der Sonnenenergie im Rahmen einer eventuell modifizierten Photosynthese unabhängig vom Wirkungsgrad eine wissenschaftliche Höchstleistung und von einem noch nicht abzusehenden Nutzen für die Menschheit.



Satellit „Kosmos 97", mit dem 1965 erstmals ein Molekulargenerator zum Nachweis der relativistischen Zeitdilatation auf eine Erdumlaufbahn gebracht wurde (L. G.)

Dr. Bernd Nestler
Sektion Chemie
FSU Jena

Was ist Metallorganochemie (Teil 2)

CHEMIE

Die im ersten Teil beschriebene Entdeckung, daß Metall-Kohlenstoff-Bindungen wie ein Ferrocen sehr stabil sein können, war ein wesentliches Moment für den Aufschwung der metallorganischen Chemie.
Ein zweiter und schwerer wiegender Gesichtspunkt, sich umfassend mit den Reaktivitäten metallorganischer Verbindungen zu beschäftigen, war der Nachweis, daß viele dieser Substanzen ausgezeichnete Katalysatoren für eine Vielzahl von organischen Synthesen in der chemischen Industrie sind.
Einen unter den Chemikern fast legendären Ruhm dabei haben die sogenannten Ziegler-Natta-Katalysatoren (benannt nach ihren Entdeckern). Sie bestehen aus einem Gemisch von Aluminiumorganischen Verbindungen (z.B. Aluminiumtriäthyl) und Übergangsmetallhalogeniden (z.B. einer Titanocenanalogen-Verbindung (P_2TiCl_2). Sie ermöglichen es, Äthylen bei Raumtemperatur und Normaldruck zum Polyäthylen zu polymerisieren (Niederdruckpolyäthylen). Vergleicht man einmal die Reaktionsbedingungen und die Eigenschaften des nach dem klassischen Hochdruck-Verfahren hergestellten Polyäthylens, werden die Vorteile der Niederdrucksynthese, ganz abgesehen vom wesentlich geringeren Energieaufwand, deutlich:

Polyäthylen	
durch metallorganisch katalysierte Polymerisation (Niederdruckverfahren)	durch radikalische Polymerisation (Hochdruckverfahren)
Polymerisation bei Normaldruck	bei hohem Druck (100 MPa)
Polymerisation bei Raumtemperatur	bei 100 ... 200 °C
lineare Anordnung der Kohlenstoffkette	Verzweigung in der Kohlenstoffkette

kristallines Produkt		nichtkristallines Produkt
Erweichungspunkt	124...134 °C	108...111 °C
Zugfestigkeit	25 ... 30 MNm^{-2}	12 ... 14 MNm^{-2}

Ein zweites Verfahren, bei dem durch Anwendung metallorganischer Verbindungen energieaufwendige technische Synthesen elegant unter einfachen Bedingungen realisiert werden können, ist das Wacker-Verfahren. Es ermöglicht, die in der Petrolchemie leicht darzustellenden Olefine, z.B. Äthylen, zu den Aldehyden, die selbst wieder Ausgangsstoff weiterer wichtiger Produkte sind, zu oxydieren.
Dem Verfahren liegt die schon seit 1894 bekannte Tatsache zugrunde, daß Palladium-II-Verbindungen schnell und unter milden Bedingungen mit Äthylen und anderen Olefinen reagieren.

$$\underset{\text{Äthylen}}{C_2H_4} + Pd^{2+} + H_2O \longrightarrow Pd + \underset{\text{Acetaldehyd}}{CH_3CHO} + 2H^+$$

65 Jahre später wurde diese Reaktion dann Grundlage des Wacker-Verfahrens.
Das entstehende elementare Palladium wird mit Kupferionen wiederum zum Pd^{2+} oxydiert.

$$Pd + 2Cu^{2+} \longrightarrow 2Cu^{+} + Pd^{2+}$$

Das entstehende Cu^{+} wird mit Luftsauerstoff leicht wieder zum Cu^{2+} oxydiert und der Katalysekreislauf ist geschlossen. Am Ende liegen wiederum Pd^{2+} und Cu^{2+} vor, so daß sich folgende Bruttogleichung ergibt

$$2C_2H_4 + O_2 \longrightarrow 2CH_3CHO$$

Die Aufklärung des Reaktionsmechanismus ergab, daß ein Palladium-Olefin-Komplex eine entscheidende Rolle bei der Olefinoxydation spielt. Durch Verwendung anderer Lösungsmittel lassen sich auch Vinylacetat, ungesättigte Äther u.a. sehr einfach herstellen.
Als weitere Beispiele technischer Synthesen unter Anwendung metallorganischer Katalysatoren seien die selektive Hydrierung von Olefinen mit Hilfe einer Rhodium-Verbindung und die Hydroformylierung, d.h. die Oxydation von Olefinen zu den

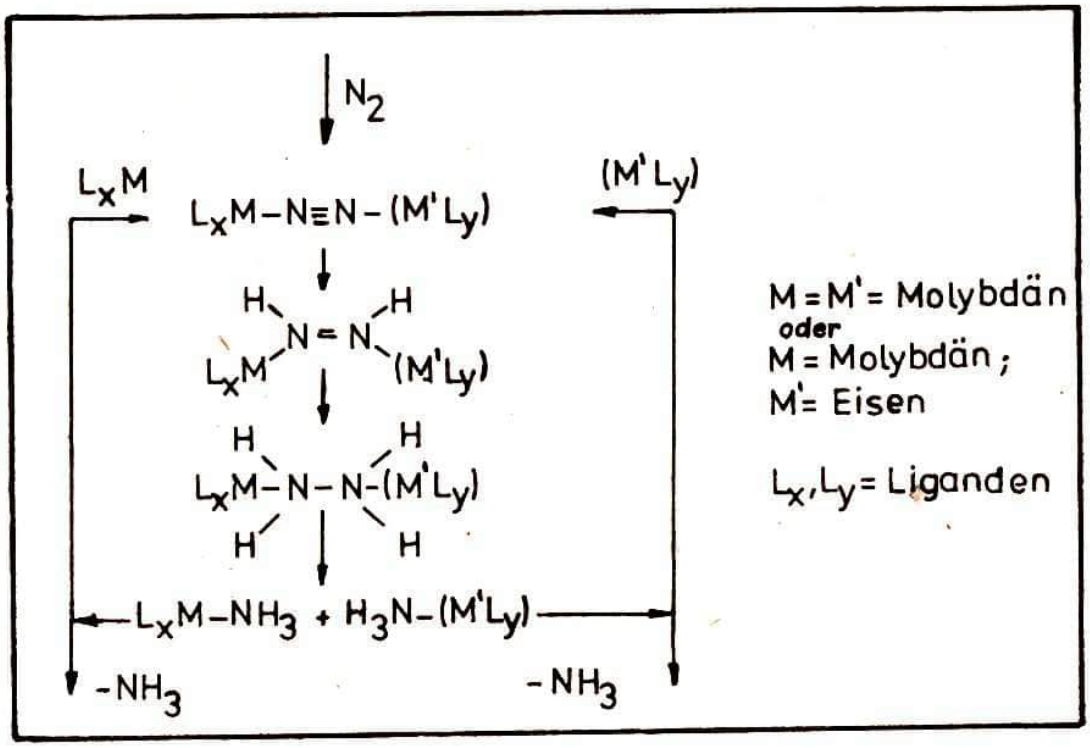
Aldehyden mit einem zusätzlichen Kohlenstoffatom durch Kohlenmonoxid und Wasser genannt. Dabei finden Kobalt-Carbonyl-Verbindungen z.B. $Co_2(CO)_8$, also Verbindungen des Kohlenmonoxids an Kobalt Verwendung.

Abschließend noch etwas Zukunftmusik. In vielen Forschungslaboratorien der Welt beschäftigt man sich mit Problemen,der Natur etwas abzugucken und aus einfachen Stoffen, wie sie in der Luft oder im Erdboden vorliegen, hochkomplizierte Verbindungen wie z.B. Eiweiße herzustellen.

So sind etwa die Knöllchen-Bakterien in der Lage, aus dem Stickstoff der Luft Ammoniak und daraus Aminosäuren zu produzieren und dies alles bei den normalen Umweltbedingungen. Sehen wir uns dagegen die technische Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren an. Bei 500 °C und 20 MPa Druck verbinden sich Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak. Die Ausbeuten sind recht gering, so daß das Synthesegas (N_2 u. H_2) im Kreislauf geführt werden muß. Dieses Synthesegas muß aufwendig erzeugt und gereinigt werden, dann hochverdichtet und in riesigen Druckgefäßen aus Stahl zur Reaktion gebracht werden. Alles in allem ein energie- und materialaufwendiger Prozeß. Dabei steigt der Bedarf an Ammoniak ständig, denken wir nur an den wachsenden Bedarf an Düngemitteln.

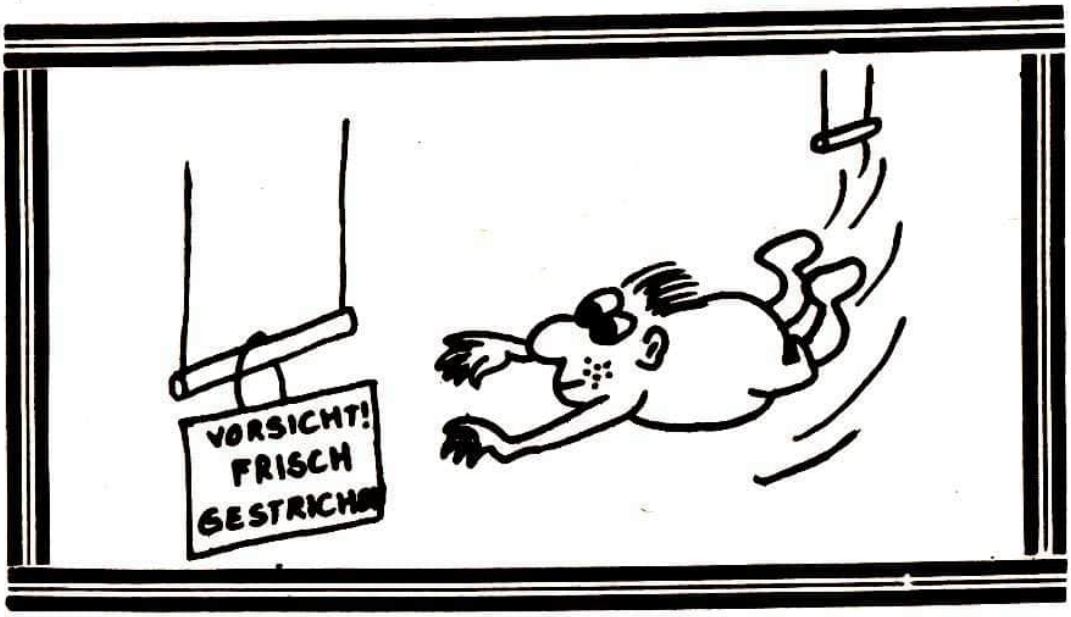
Es würde also eine gewaltige Umwälzung eines ganzen Zweiges der chemischen Industrie bedeuten, wenn es gelänge, ähnlich wie die Knöllchen-Bakterien den Luftstickstoff zum Ammoniak zu hydrieren. In den Bakterien wird diese Reaktion durch Enzyme, die Nitrogenasen katalysiert. Da diese Nitrogenasen Molybdän und Eisen enthalten, liegt der Gedanke nahe, daß Übergangsmetall-Stickstoff-Komplexe eine entscheidende Rolle im Reaktionsgeschehen spielen. Die Übergangsmetall-Stickstoff-Komplexe sind seit einigen Jahren bekannt, der erste war ein Komplex mit dem Zentralatom Ruthenium $[Ru(NH_3)_5N_2]Cl_2$, so wurde versucht, den darin gebundenen Stickstoff zum Ammoniak zu reduzieren. Diese Reduktion muß stufenweise erfolgen, da ja sonst der Stickstoff in einem Schritt 6 Elektronen und 6 Protonen aufnehmen müßte.

Folgendes stark vereinfachte Schema soll die einzelnen Reaktionsschritte veranschaulichen.



Das Schema enthält noch einige unbekannte Größen, z.B. welches Metall ist am geeignetsten, welche Moleküle müssen als Liganden an das Metall gebunden sein usw. Bis jetzt gelang die Reduktion des komplexchemisch gebundenen Stickstoffs zum Ammoniak leider noch nicht.

Obwohl dieses Problem streng genommen, nicht unmittelbar zur Metallorganochemie gehört, so wird doch sicher die metallorganische Chemie mit Pate stehen, wenn die komplexchemisch katalysierte Ammoniaksynthese eines Tages Wirklichkeit werden wird.



Hans-Joachim Behrens
Forschungsstudent
Sektion Physik
FSU Jena

Der physikalische Begriff der Relaxation

PHYSIK

Der Begriff der Relaxation ist überaus wichtig in der Physik und spielt in fast allen physikalischen Prozessen eine wesentliche Rolle. Er bezeichnet den Prozeß der Reaktion eines physikalischen Systems auf äußere Einwirkungen, bei denen die Wirkung gegenüber der Ursache verzögert eintritt. Im Grunde genommen ist das der Prozeß des Hinbewegens eines physikalischen Systems zum Gleichgewicht in einer endlichen Zeit, wenn dieses zuvor durch eine äußere Einwirkung gestört wurde. Dieser Sachverhalt soll an einem einfachen Beispiel eines physikalischen Systems verdeutlicht werden.

Zwei mit Gas gefüllte Kästen K_1 und K_2, die unterschiedliche Temperaturen besitzen (wobei $T_1 > T_2$ sein soll), kommen in thermischen Kontakt miteinander. $K_1 + K_2$ bilden jetzt ein einziges physikalisches System außerhalb des Gleichgewichtszustandes. Dieses strebt nun zum Gleichgewicht, indem die beiden Untersysteme K_1 und K_2 des Gesamtsystems ihre Temperaturen zu einem Gleichgewichtswert T_m hin verändern. Diese Änderung wird mit einer bestimmten Geschwindigkeit vor sich gehen, so daß das Gleichgewicht erst nach einer gewissen Zeit erreicht wird. Es wird die überschüssige Wärmeenergie in K_1 über die Wände der Kästen an K_2 übertragen, der diese zur Erhöhung seiner Temperatur verwendet.

Die Zeit, die für den Temperaturausgleich notwendig ist, hängt somit von der Stärke und Art des Kontaktes der beiden Körper ab, physikalisch gesprochen von der Art und Stärke der Wechselwirkung der beiden gekoppelten Systeme miteinander. Hieraus wird schon die Bedeutung der Messung von Relaxationsprozessen deutlich. Mit Hilfe der Kenntnis des Relaxationsprozesses lassen sich Informationen über die Art und Stärke der Wechselwirkungen in physikalischen Systemen gewinnen. Lange Relaxa-

tionszeiten zum Beispiel zeigen an, daß die betrachtete Wechselwirkung schwach ist.
Sind die Wände der Kästen hinreichend wärmeisolierend, so kann man feststellen, daß sich eine Temperaturdifferenz innerhalb von K_1 bzw. K_2 wesentlich schneller ausgleicht als die Temperaturdifferenz zwischen den Kästen. Dies wird dadurch verständlich, daß die Wechselwirkung zwischen den Gasteilchen in K_1 bzw. K_2 viel intensiver ist als zwischen denen von K_1 und K_2, die ja durch die Wände getrennt sind. Es gibt also im System $K_1 + K_2$ schon zwei verschiedene Relaxationsprozesse, die sich durch zwei verschiedene Relaxationszeiten repräsentieren.

Diesen Sachverhalt verallgemeinernd, kann man sagen, daß in einem physikalischen System entsprechend der Anzahl der verschiedenen möglichen Wechselwirkungen eine Vielzahl verschiedener Relaxationsprozesse existieren. Welche Prozesse im Experiment eine dominierende Rolle spielen, hängt davon ab, welche Wechselwirkungen durch die äußere Einwirkung des Experimentators angesprochen werden. Zum Nachweis der Relaxationsprozesse muß man entweder kurzzeitig das System aus dem Gleichgewicht bringen und danach das Zurückbewegen zum Gleichgewicht beobachten oder eine ständige Änderung herbeiführen, die das System veranlaßt, dem neuen Gleichgewicht zuzustreben. Unser Beispiel entspricht dem letzteren.

In vielen Fällen ist die Geschwindigkeit des Hinbewegens zum Gleichgewicht dem Abstand des Systems davon proportional. Für unser Beispiel bedeutet dies, daß die Änderung der Temperatur mit der Zeit ihrem Abstand von der Gleichgewichtstemperatur proportional ist. Formelmäßig ausgedrückt heißt das:

$$-\frac{d(T - T_m)}{dt} = c(T - T_m) \qquad (1)$$

wobei c einen Proportionalitätsfaktor darstellt.
Das "-"-Zeichen gibt an, daß die Temperaturdifferenz mit der Zeit abnimmt.
Die Lösung dieser Differentialgleichung lautet:

$$T - T_m = (T_a - T_m)\, e^{-ct} \qquad (2)$$

T_a Anfangstemperatur

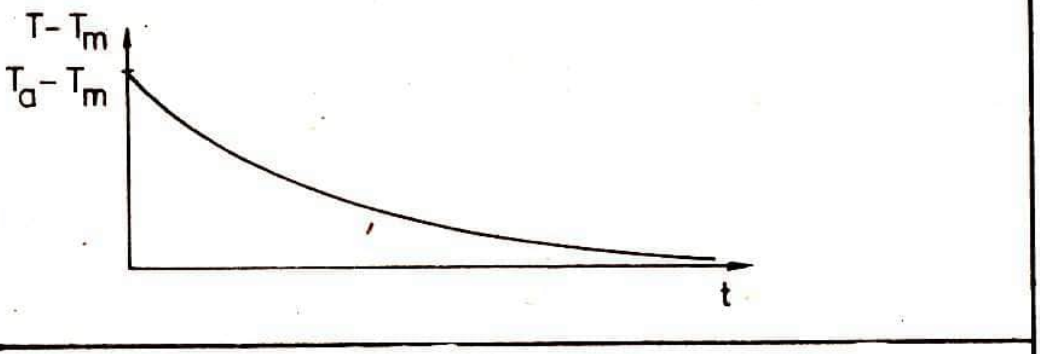


Abb.: Graphische Darstellung der Lösung von Gleichung (1)

Man erhält also einen exponentiellen Ablauf des Relaxationsprozesses.

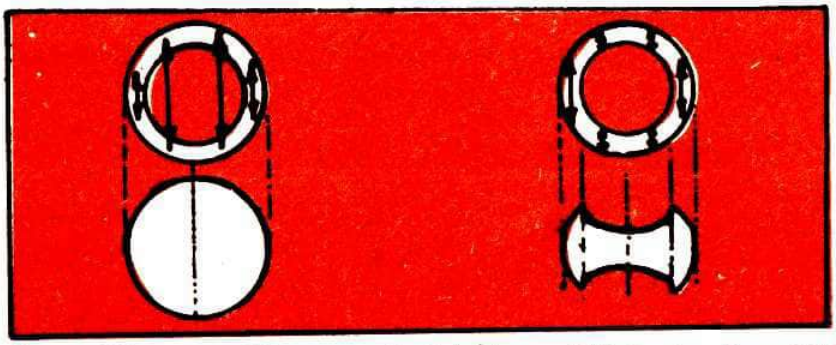
Allgemein wird der Ablauf eines Relaxationsprozesses auch als Relaxationsfunktion bezeichnet. Die Konstante c hat die Dimension des Kehrwertes der Zeit $c = \frac{1}{\tau}$, wobei τ auch als Relaxationszeit bezeichnet wird. τ bezeichnet die Zeit, nach der die Relaxationsfunktion auf den 1/efachen Teil ihres Anfangswertes abgesunken ist.

Es gibt auch Prozesse, deren Relaxationsfunktion eine kompliziertere Gestalt hat. Es ist dann eine vollständige Kenntnis des zeitlichen Verlaufs notwendig. Auch wird die Möglichkeit der Definition nur einer Relaxationszeit zur vollständigen Beschreibung des zeitlichen Verlaufs der Relaxation problematisch.

Denkaufgabe: Das Geldstück hinter der Flasche

Machen Sie selbst den Versuch:
Füllen Sie eine Flasche aus hellem Glas so weit mit Wasser, daß der Flaschenhals leer bleibt, wie das Bild hier zeigt. Dann halten Sie ein Geldstück direkt hinter die Flasche, so daß Sie es durch das Glas hindurch

sehen können, und zwar einmal hinter den mit Wasser gefüllten Flaschenbauch und einmal hinter den leeren Flaschenhals. Sie werden dabei feststellen, daß das Geldstück hinter dem Flaschenbauch oval verbreitert erscheint. Den Grund der scheinbaren Verbreiterung werden Sie sicher wissen. Das Glas der runden Flasche mitsamt Flüssigkeit bildet so etwas wie ein nur einseitig wirksames Vergrößerungsglas. Würde man statt der zylinderförmigen Flasche eine gläserne Kugel verwenden, so erschiene das Geldstück dahinter nicht oval, sondern kreisförmig vergrößert, wie durch eine Lupe gesehen.
Merkwürdigerweise erblicken wir aber dasselbe Geldstück durch den leeren Flaschenhals schmaler, als es in Wirklichkeit ist, also nach den Seiten hin verkleinert.
Wie ist das zu erklären?



Vergrößerungslinsen sind bekanntlich in der Mitte dicker als am Rand, wie unser Flaschenbauch. Beim leeren Flaschenhals aber ist die Glasschicht beim Durchblicken an den Seiten dicker als in der Mitte, wie es aus dem Bildchen hervorgeht. Im Schnitt gleicht diese Form einer Verkleinerungslinse, die ebenfalls in der Mitte dünner ist als an den Rändern.

Uran gehört zu den wenig verbreiteten Stoffen, und von den zahlreichen Uranmineralien, die größtenteils eine Seltenheit darstellen und keine technische Bedeutung besitzen, verdient nur die Uranpechblende Aufmerksamkeit, da aus ihr Verbindungen gewonnen werden, die man zur Färbung von Glas, Marmor und Emaille verwendet.

"Technitscheski sbornik", Nr. 10, 1876

St. P e t e r s b u r g. Der Mond ist nichts anderes als eine metallische Hohlkugel mit Schlackenkruste, die durch ihre zahlreichen Krater längst allen in ihr enthaltenen Kohlenstoff und Wasserstoff verbraucht hat. Solche mit Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff gefüllte Matallkugeln sind die Sonne und alle Planeten. Die infolge des Druckes innerhalb der Sonne austretenden Wasserstoffdämpfe vereinigen sich mit dem Sauerstoff des Äthers und geben, indem sie als Wasser niederfallen, möglicherweise ihren Sauerstoff an die metallische Masse der Sonne ab, um auf diese Weise, freigesetzt, ihren Kreislauf erneut zu beginnen.

"Niwa", Nr. 6, 1876

St. P e t e r s b u r g. Die menschliche Kunst versteht es noch nicht, alle Quellen zu nutzen, die zur Verfügung stehen. Ist es nicht zum Beispiel möglich, die Sonnenwärme zum unmittelbaren Nutzen zu verwenden? Ist es nicht auch möglich, die riesige, durch Ebbe und Flut erzeugte Arbeit zu gewinnen und auf diese Weise aus dem Mond Nutzen zu ziehen? Das sind Aufgaben, mit denen sich solche Leute beschäftigen können, die durch Erfindungen berühmt werden wollen, indem sie sich den Kopf über die Erfindung des Perpetuum mobile zerbrechen, das immer ein unerfüllbarer Traum bleiben wird.

"Snanije", Nr. 5, 1876

Pate war ein alter Magdeburger

Im Februar 1968 entstand in der DDR eine Erfindung, die unter dem sachlichen Titel firmierte "Formen und Verdichten von Beton nach dem Implosionsverfahren".
Das Verfahren beruht auf dem konstruktiven Einsatz der Implosion: In einem hermetisierten, evakuierten Formenraum breitet sich nach dem Entriegeln der Einlaßöffnung im plötzlichen Zusammenbrechen des Vakuums der Frischbeton aus. Durch Kombination der physikalischen Erscheinungen

Beschleunigung durch die Implosion,
Abbremsen durch die Formenkonstruktion und
Masseträgheit des beschleunigten Betons

sind nach dem Implosionsvorgang in der Dauer von einer Sekunde

alle Konturen des zu fertigenden Elementes gut ausgebildet,
die Bestandteile der Mischung homogen verteilt und
der Beton in hohem Maße verdichtet.

Der Erfinder ist promovierter Philosoph und Maschinenbauingenieur, Verdienter Techniker des Volkes, Korrespondierendes Mitglied der Bauakademie der DDR - und eine Frau. Dr. Ull Eisel arbeitet als leitender Wissenschaftler im Institut für Wohnungs- und Gesellschaftsbau an der Bauakademie der DDR.

Das Wirkprinzip der Eiselschen Erfindung tauchte vor über 300 Jahren schon bei Otto von Guericke, dem Entdecker des physikalischen Vakuums auf. Ohne den Begriff Implosion zu verwenden, beschrieb der große Magdeburger die Implosion in vielen seiner Versuche und wendet sie in einem Fall konstruktiv an, in der Erfindung einer "neuen zuvor niemals gebräuchlichen Windbüchse", die er in folgender Weise erklärt: "Was andere bei den gebräuchlichen Windbüchsen durch einen Überfluß an Luft bewirken, verrichte ich mit Hilfe des luftleeren Raumes, also auf umgekehrte Weise". (Otto von Guericke: Neue Magdeburger Versuche über den leeren Raum. Leipzig: Engelmann 1894.)

Auf welch abenteuerliche Weise noch bis vor wenigen Jahrzehnten die Implosion in praxi zu erleben war, erfuhr Dr. Eisel nach ihrer Erfindung von Kollegen aus Hohen Neuendorf. Jauchepiepel, so nannte man ob seiner kleinen Statur und seiner Tätigkeit wegen jenen Mann, der im Ort die Sickergruben zu entleeren hatte, bediente sich empirisch der Implosion. Vor seinem gefährlich in Szene gesetzten Unternehmen schirrte er die Pferdchen ab, brachte sie in Sicherheit, um dafür für seine Person um so kühner zu sein. Durch eine Öffnung im Faß zerstäubte er eine nur seinem Gefühl bekannte Menge Benzin, warf ein brennendes Zündholz hinterher und zog den Kopf ein.
Das Gasgemisch explodierte und entwich durch den lose aufliegenden, aber mit einer Dichtung versehenen Deckel. Der sprang auf, schlug wieder zu, und über einen Schlauch wurde das entstandene Vakuum schlagartig mit Jauche aufgefüllt.

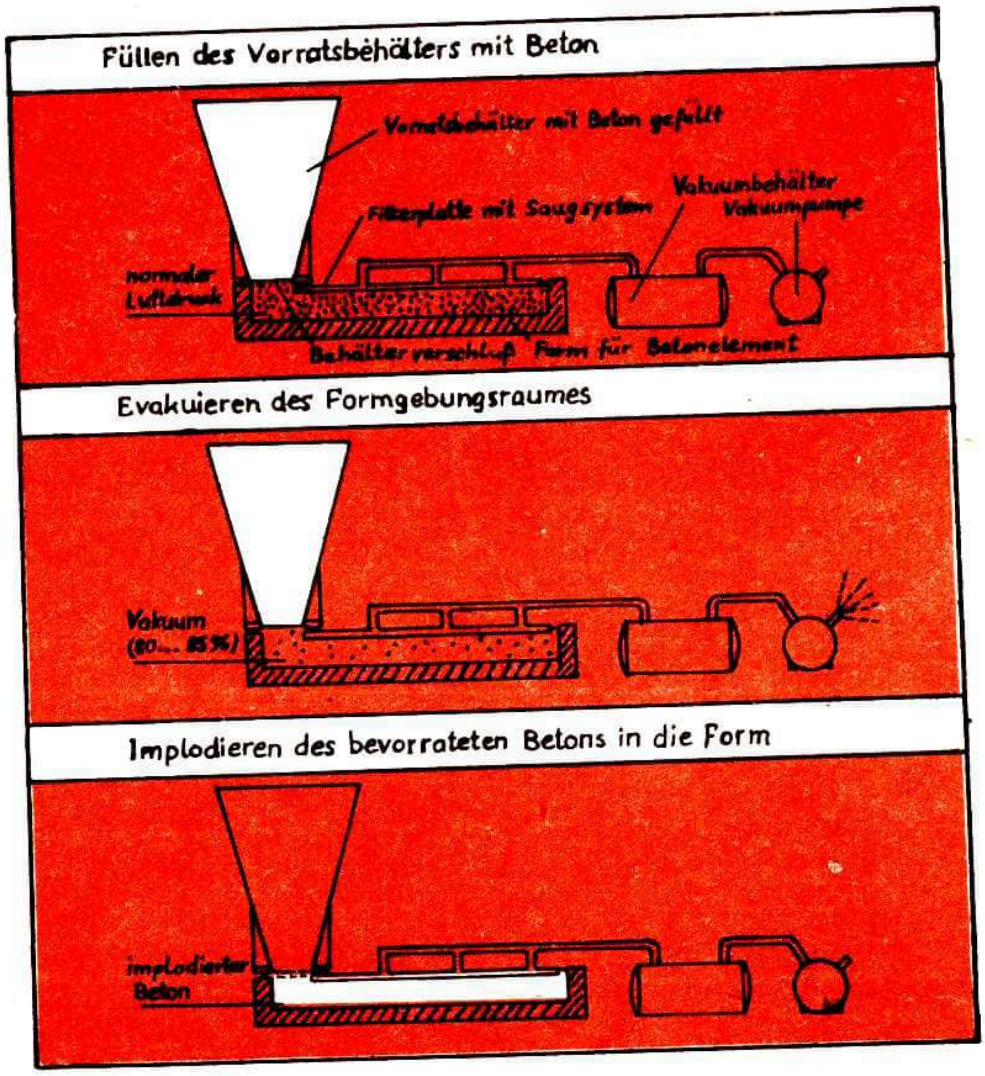
Für die Erfindung des Implosionsverfahrens und für ihren Anteil an der Entwicklung des Batterieformkastens ARS wurde Dr. Ull Eisel - als zweiter Frau überhaupt - der Titel "Verdienter Techniker des Volkes" verliehen. Das war 1976.

Die Förderer gewannen Oberhand

"Die Reaktion auf die Erfindung", so resümiert Dr. Eisel heute, "war sehr unterschiedlich. Sie fand Freunde, Beschützer, Förderer und Mitstreiter. Aber es fanden sich auch jene, die sie belächelten, ignorierten oder gar als unwissenschaftlich bekämpften."

Durch die Weitsicht von Prof. Herholdt, dem Direktor des Instituts für Wohnungs- und Gesellschaftsbau, blieb das Implosionsverfahren auf der Tagesordnung. Seine Entwicklung ging positiv weiter. Prof. Herholdt, selbst Urheber vieler neuer Ideen und deshalb im Kampf für ihre Umsetzung erfahren, besitzt die Fähigkeit, jene schöpferischen Bedingungen zu schaffen, die Neues entstehen lassen. Er betraute ein Entwicklungskollektiv mit der Aufgabe, eine großtechnische Versuchsanlage für Originalelemente des Wohnungsbaues (3 x 6 m) zu realisieren. Damit war 1975 das Implosionsverfahren für die Formgebung und Verdichtung von Beton durchgesetzt und der Weg für die Überleitung frei. Das Implosionsverfahren wurde Bestandteil des Staatsplanes Wissenschaft und

Technik. Ein Jugendkollektiv übernahm als 20. zentrales Jugendobjekt die Überführung in die Praxis. Das Kollektiv aus dem Institut für Technologie und Mechanisierung an der Bauakademie der DDR wurde für seine Arbeit auf der VI. Zentralen Leistungsschau der Studenten und jungen Wissenschaftler im November 1977 in Leipzig mit dem "Preis der FDJ für hervorragende wissenschaftliche Leistungen" geehrt.



Die Vorzüge sind die Argumente

Noch in diesem Jahr wird im Wohnungsbaukombinat Magdeburg die erste Produktionsanlage nach dem Implosionsverfahren die Arbeit aufnehmen. In einer Leistungsfahrt testete das Betonschwellenwerk Güsen großtechnisch die Verwendung des Implosionsverfahrens.

Es leitete damit die Vorbereitung der Produktion von Eisenbahnschwellen nach diesem Verfahren ein. Dieser Betrieb suchte selbst die Verbindung zur Erfinderin des Verfahrens. Die Direktverbindung zur Praxis ist hergestellt. Und sie funktioniert, weil das Forschungsergebnis für sich spricht. Die Produktion mußte sich von den überzeugenden Vorteilen des neuen Verfahrens beeindrucken lassen:

- Zusammenfassen der Arbeitsgänge Einfüllen, Verteilen, Verdichten und Glätten in einer Operation. Eingespart werden damit die bisher üblichen Ausrüstungen wie Fertiger, Verteiler, Glätt- und Rütteleinrichtungen.
- Mögliche Verwendung von Beton mit hohen Temperaturen, da alle arbeitsschutztechnischen Voraussetzungen erfüllt sind.
- Wegfall manueller Tätigkeiten und damit Wegfall subjektiver direkter Einflüsse auf die Qualität der Betonerzeugnisse.
- Die Reduzierung der Prozeßstufen ist mit Einsparung von Arbeitskräften verbunden.
- Das Implosionsverfahren ist lärmarm, vibrationsfrei und frei von Wärmebelästigung bei Arbaiten mit Heißbeton.

Besonders die vorteilhaften Arbeitsbedingungen gaben letztlich den Ausschlag dafür, daß sich die Werktätigen im Wohnungsbaukombinat Magdeburg und im Betonschwellenwerk Güsen so aufgeschlossen für die Einführung des Implosionsverfahrens engagierten.

Das Neue muß erkennbar bleiben

Dauerte es im Falle Formgebung und Verdichten von Beton mittels Implosion auch einige Jahre, bis die direkte Verbindung Forschung - Produktion zustande kam - neben subjektiven Faktoren spielten eben auch entscheidende objektive Ursachen eine Rolle so ist diese Verbindung heute intensiv und für beide Seiten gewinnbringend. Aus den bisherigen Erfahrungen der Partner in Forschung und Produktion lassen sich im konkreten Beispiel wesentliche Erfahrungen ableiten.
Nachgewiesen wurde in Zusammenarbeit zwischen Forschung und Produktion, daß das Verfahren besser als die Rütteltechnik den architektonischen Ansprüchen an Teile für eine variable und dauerhafte Sichtflächengestaltung entsprechen kann (Struktur-

beton, Kleinmosaik, Waschputz), da die plastischen Eigenschaften des Betons voll genutzt werden können. Hinzu kommt, daß infolge der kurzen Prozeßdauer keine Entmischung stattfindet.

In Auseinandersetzung mit den berechtigten Forderungen der Produktion entstand ein weiteres Patent, ein extrem variables Formaggregat, das als Mutterform die im Implosionsverfahren einzusetzende Gipsbetonform universell und industriell herstellen kann.
Als wesentlich für die weitere Einführung des Implosionsverfahrens kristallisierte sich in der Zusammenarbeit Forschung - Produktion heraus, ein neues Verfahren in seinen Möglichkeiten auszuloten, dabei aber eine Verkomplizierung der Prozesse zu vermeiden. Negative Folgen der Überorganisation könnten zu leicht dem überzuleitenden Verfahren angelastet werden. Ebenso klar muß auch - das ist mehr als nur eine taktische Frage - die technologische Einordnung erfolgen. Dr. Eisel will dies als wichtige Erkenntnis für die Durchsetzung jeder neuen Idee angesehen wissen.

Mangelnde Konsequenz bei der Realisierung eines technisch-technologischen Konzepts rächt sich durch unbefriedigendes und einem neuen Verfahren ideologisch nur schadendem ökonomischen Ergebnis. Große Forschungsdisziplin und Disziplin in der Erfüllung aller Positionen des Planes für das Überleitungsthema müssen deshalb ein vordringliches Anliegen der Verbündeten aus Forschung und Produktion sein.

J. Deffke

aus Technische Gemeinschaft
TG 26(1978)10 (leicht gekürzt)

ÜBER-STUNDEN

Der Kfz-Meister stand vor Petrus und beschwerte sich:
"Weshalb mußte ich so jung sterben? Ich bin doch gerade erst 38!"
"Hm", meinte darauf Petrus, "nach den Stunden, die du deinen Kunden aufgeschrieben hast, bist du genau 98 Jahre alt."

GR 9 – 9. Internationaler Gravitationskongreß vom 14. bis 19. Juli 1980 in Jena

Interview mit Prof. Ernst Schmutzer, Vorsitzender des Internationalen Programmkomitees

"Impuls 68": Herr Professor Schmutzer, Sie hatten uns vor nunmehr knapp zwei Jahren die Themenkomplexe genannt, mit denen sich der Kongreß voraussichtlich befassen wird (Impuls 68, 12.Jhrg. (1978/79), Heft 1). Wird es noch wesentliche Änderungen bzw. Ergänzungen geben?

Prof. Schmutzer: Im großen und ganzen ist es bei der ursprünglichen Konzeption geblieben. Bei den Diskussionskreisen zum experimentellen Gravitationswellennachweis hat sich auf Grund des internationalen Interesses eine Änderung ergeben: Statt des ursprünglich geplanten einen Kreises wird jetzt in sechs Kreisen zu folgenden Themen diskutiert: Kontinuierliche Signalantennen sowie Doppler-Satellitenpeilung für Gravitationswellennachweis, Resonanzdetektoren für Gravitationswellen (Weber-Zylinder), Parametrische Transducer und SQUID-Transducer für Gravitationswellenantennen, Laserexperimente zu Gravitationswellen, Free-mass-Interferometerantennen, nichtzerstörende Quanten-Detektoren für Gravitationswellen.

"Impuls 68": Bei der Erläuterung der Themenkomplexe hatten Sie von Einsteinscher Allgemeiner Relativitätstheorie gesprochen. Inwieweit kommen auch nicht-Einsteinsche Gravitationstheorien zur Sprache?

Prof. Schmutzer: Im Mittelpunkt steht selbstverständlich die Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie, jedoch in zweierlei Richtung erweitert:
Einmal wird der Theorie der Supergravitation und der damit verbundenen Supersymmetrie eine beachtliche Bedeutung zukommen. Es handelt sich hierbei um eine Erweiterung der Allgemeinen Relativitätstheorie, wobei Supersymmetrien entdeckt worden sind, die sich auf einen Superraum beziehen (ein gegenüber dem normalen vierdimensionalen Riemannschen höher dimensionaler Raum). Man glaubt, in diesem Superraum gruppentheoretische Strukturen durch Erweiterung

der Poincaré-Lorentz-Gruppe aufgefunden zu haben, wodurch eine Synthese von Quantenfeldtheorie und Einsteinscher Gravitationstheorie ermöglicht wird. Die Theorie dazu ist noch sehr im Fluß. Daher ist auch die Begriffsbildung keineswegs einheitlich. Es scheint aber in einer besonderen Variante der Theorie darauf hinauszulaufen, daß man neben der Raumkrümmung auch die Torsion+) in Betracht ziehen muß, wodurch man vollkommen neue Zugänge für die Theorie der Elementarteilchen zu finden hofft.

Zum anderen werden Erweiterungen der Einsteinschen Gravitationstheorie in zweierlei Hinsicht auf nichtquantentheoretischer Basis diskutiert werden:

1. Die Erweiterung der Einsteinschen Theorie zur Einstein-Cartan-Theorie (hier wird ebenfalls neben der Krümmung die Torsion eingebaut)
2. Sogenannte bimetrische Theorien, die neben der üblichen Einsteinschen Metrik noch eine Bezugsmetrik aus dem Minkowskischen Raum hinüberretten möchten, um die Abweichung der Einsteinschen Theorie vom Minkowski-Raum besser erfassen zu können.

"Impuls 68": Wieviele Haupt- und Kurzvorträge wird es geben? Wie sind die wissenschaftlichen Diskussionen organisiert? In welchem Umfang sind an dieser inhaltlichen und organisatorischen Programmgestaltung DDR-Wissenschaftler beteiligt?

Prof.Schmutzer: Es sind 20 Hauptvorträge als zusammenfassende Reports des gegenwärtigen Standes der internationalen Forschung und 21 Diskussionskreise geplant, wobei es zu jedem Themenkomplex einen oder mehrere dieser Kreise geben wird. Drei Diskussionskreise verlaufen in der Regel parallel, aber es stehen genug Hörsäle zur Verfügung, um zusätzlichen, sich spontan bildenden Diskussionsrunden Raum zu bieten.
Zu diesen Diskussionskreisen, in denen sofort diskutiert werden soll, haben wir uns entschlossen, um anstelle der hintereinander ablaufenden Kurzvorträge in vielen parallelen Sessionen (bisher üblich!) gleich zu produktiven Diskussionen zu kommen. Der leitende Moderator eines solchen Kreises, der für den Gang der Diskussion voll verantwortlich ist, bekommt aus

aller Welt etwa acht Wochen vor Kongreßbeginn die neuesten wissenschaftlichen Resultate seines Themenkreises in Form von Abstracts (Kurzfassungen) zugesandt. Die Kongreßteilnehmer erhalten bei ihrer Ankunft diese thematisch geordneten Kurzfassungen ebenfalls ausgehändigt, so daß sie vorbereitet in die jeweiligen Diskussionskreise gehen können. Damit sind wir in der Lage, in diesen Kreisen gleich zum Thema zu kommen und die Diskussionen aktuell zu gestalten, wobei sich die interessantesten Erkenntnisse von selbst durchsetzen müßten. Ich hoffe, daß sich dieses von mir ausgedachte und erstmals in Jena praktizierte System bewähren wird.

"Impuls 68": Wieviele "aktive" und "passive" Gäste werden erwartet?

Prof. Schmutzer: Bis jetzt liegen etwa 1200 Bewerbungen vor. Auf Grund der räumlichen Situation in Jena haben wir uns auf 800 Teilnehmer festlegen müssen (GR 8 Waterloo in Kanada: 600 Teilnehmer). Etwa 45 bis 50 Wissenschaftler werden als Hauptvortragende bzw. leitende Moderatoren fungieren. Obwohl wir einerseits natürlich über die internationale Resonanz erfreut sind, stellt uns dieser Ansturm aber andererseits vor nicht leicht lösbare organisatorische Probleme.

"Impuls 68": Gibt es Möglichkeiten für Nichttagungsteilnehmer, also z. B. für interessierte Schüler, Studenten und Lehrer, bestimmte Vorträge zu besuchen, führende Wissenschaftler in Diskussionen zu "erleben" oder auch Tagungsunterlagen einzusehen?

Prof. Schmutzer: Wegen der Ihnen geschilderten Situation sind wir entgegen früheren Absichten gezwungen, zu den Hauptvorträgen nur die registrierten Teilnehmer zuzulassen. Es ist jedoch eine Direktübertragung der Hauptvorträge aus dem grossen Hörsaal der Physik in einen zweiten Hörsaal geplant. Bei den Diskussionskreisen, die ebenfalls in größeren Hörsälen stattfinden, möchten wir jedoch versuchen, Interessenten die Möglichkeit der direkten Teilnahme zu geben. Die Tagungsunterlagen liegen im Konferenzbüro zur Einsicht aus, die Abstracts können sofort, die gedruckten Hauptvorträge später

im Buchhandel erworben werden.

"Impuls 68": Ist während des Kongresses in Jena auch "kulturell etwas los"?

Prof. Schmutzer: Dazu das Wichtigste in Schlagzeilen: Einstein-Ausstellung im Universitätshochhaus, Enthüllung einer Einsteinbüste des Rostocker Bildhausers Jastram im Hauptgebäude der Sektion Physik; Konzerte im Volkshaus, Kollegienhof, Studentenkeller, in der Aula und Rathausdiele sowie Exkursionen nach Weimar und Buchenwald; schließlich ein Gesellschaftsabend unter dem Motto "Thüringer Schlachtfest" in der Mensa.

"Impuls 68": Herr Professor Schmutzer, ich bedanke mich sehr herzlich für dieses Interview.

+) Zur Definition der Parallelverschiebung von Vektoren im Riemannschen Raum benutzt man die sog. Christoffel-Symbole, um die kovariante Ableitung einzuführen. Auf diese Weise gelingt es, im Infinitesimalen eindeutige Parallelverschiebungen zu beschreiben. Es bietet sich nun auf der Suche nach komplizierteren Strukturen als allererstes an, die Symmetrie in den unteren Indizes dieser Drei-Index-Symbole aufzugeben. Man spricht dann anstelle der Christoffel-Symbole von Affinitäten, deren antisymmetrischer Anteil die Torsion ist.

Dr. Peter Renner

Die Diamantsynthese

CHEMIE

Der Diamant, dessen Namen sich vom griechischen "adamas", dem unbezwingbaren ableitet, trug diesen Namen lange Zeit nicht nur wegen der unübertroffenen Härte und seiner großen chemischen Beständigkeit, sondern möglicherweise auch, weil es lange Zeit nicht möglich war, ihn künstlich herzustellen.
Unabdingbare Voraussetzung für die Synthese eines Naturstoffes ist es jedoch, daß man seine genaue chemische Zusammensetzung in qualitativer und auch quantitativer Hinsicht kennt. So konnte LAVOISIER 1788 bereits zeigen, daß bei der Verbrennung von Diamanten mit Sauerstoff Kohlendioxid entsteht, und folglich der Diamant reinen Kohlenstoff darstellt, den man ja außerdem noch in Form des Graphits kennt. Diese unterschiedlichen Zustandsformen ein und desselben chemischen Elementes bei grundverschiedenen physikalischen Eigenschaften bezeichnet man als M o d i f i k a t i o n e n . Speziell bei chemischen Elementen wird diese Eigenschaft noch als Allotropie bezeichnet, während man bei Verbindungen von P o l y m o r p h i e spricht. Die Eigenschaft der Allotropie ist recht weit verbreitet; erinnert sei hierbei nur an die verschiedenen Phosphormodifikationen (weißer, roter und schwarzer Phosphor).
Im folgenden wollen wir uns etwas näher mit den beiden Kohlenstoffmodifikationen beschäftigen. Nahezu alle makroskopischen Eigenschaften (Härte, Sprödigkeit, elektrische Leitfähigkeit) lassen sich recht zwanglos aus dem atomaren Aufbau, den Kristallstrukturen von Graphit und Diamant erklären (siehe Abb.1).
Im Kristallgitter des Diamanten ist jedes Kohlenstoffatom von genau 4 weiteren umgeben, die untereinander den gleichen Abstand von 0,154 nm (1 nm = 10^{-9} m) haben; jedes C-Atom sitzt genau in der Mitte eines Tetraeders. Man sagt auch, der Kohlenstoff besitzt hier die Koordinationszahl 4.

Beim Graphitgitter, einem typischen Schichtengitter, besitzen jeweils 3 Atome in der Ebene einen Abstand von 0,142 nm von einem vierten. Im Abstand von 0,344 nm folgt dann eine weite Netzebene. Diese Schichtstruktur ist die Ursache dafür, daß sich Graphit "fettig" anfühlt. Die Schichtebenen können leicht gegeneinander verschoben werden, da die Bindungskräfte zwischen den Schichten wesentlich geringer sind als innerhalb einer Schicht; hieraus resultiert auch die Verwendung als Schmiermittel. Auch die gute elektrische Leitfähigkeit des Graphits resultiert aus der Kristallstruktur. Innerhalb der Schichten sind die bindenden Elektronen sehr leicht beweglich, senkrecht zu den Schichten hingegen ist die Leitfähigkeit sehr viel geringer. Vergleicht man die Gitterstrukturen von Graphit und Diamant miteinander, so fällt auf, daß das Diamant-Gitter wesentlich dichter gepackt ist, was schließlich auch seinen Niederschlag in den Dichten der beiden Kohlenstoffmodifikationen findet (Diamant: 3,5 g . cm^{-3}; Graphit: 2,5 g . cm^{-3}).

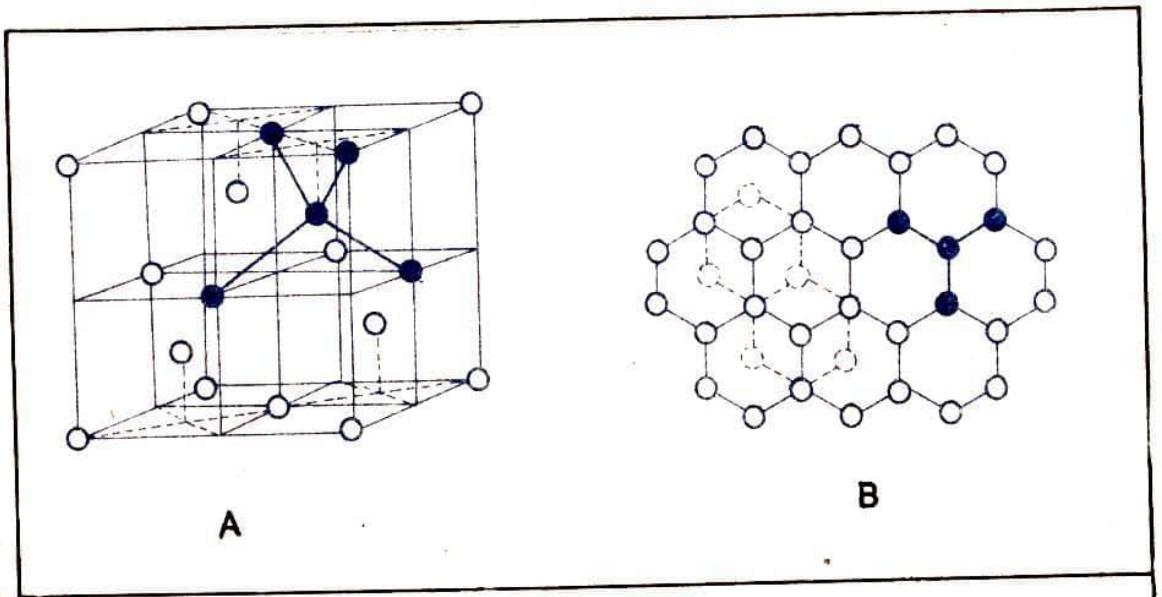


Abb. 1

Kristallgitterstrukturen von Diamant (A) und Graphit (B)
Im Diamantgitter ist ein Kohlenstofftetraeder hervorgehoben; das Graphitgitter ist als Projektion auf eine Schichtfläche dargestellt, jede folgende Schichtebene ist um den halben Durchmesser der Sechserringe verschoben.

Existieren von einem Element mehrere Modifikationen, so ist

immer jene die stabilste, welche den geringsten Energieinhalt besitzt. So wird beim Verbrennen von 1 g Diamant eine Energie von 155 J mehr frei als bei der Verbrennung einer entsprechenden Menge Graphit. Folglich ist der Diamant thermodynamisch instabiler als der Graphit und dürfte bei Normalbedingungen (Atmosphärendruck und 0 °C) gar nicht existent sein. Er müßte sich längst in Graphit umgewandelt haben; daß dies aber nicht geschieht liegt daran, daß die Umwandlungsgeschwindigkeit unmeßbar klein ist. Einen solchen "eingefrorenen" Zustand bezeichnet man auch als m e t a s t a b i l .
Abbildung 2 zeigt das Zustandsdiagramm des Kohlenstoffs, aus dem man erkennen kann, bei welchen Temperatur- und Druckverhältnissen die einzelnen Modifikationen stabil sind.

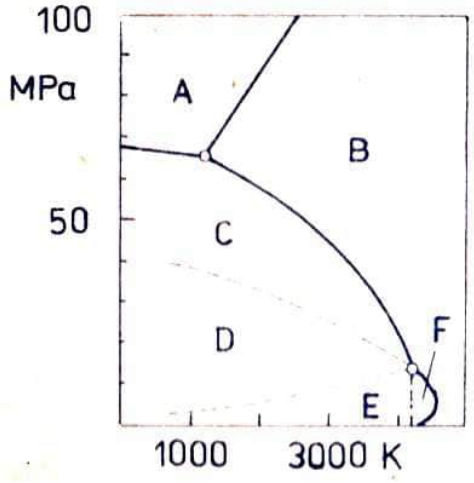


Abb. 2

Zustandsdiagramm des Kohlenstoffs; auf der Abszissenachse ist die Temperatur zu finden, die Ordinatenachse stellt den Druck dar. Durch die Buchstaben werden folgende Bereiche gekennzeichnet:

A - hexagonaler Diamant
B - flüssiger Bereich
C - Diamant
D - Diamant und metastabiler Graphit
E - Graphit und metastabiler Diamant
F - Graphit

Aus diesem Diagramm erkennt man, daß bei hohen Temperaturen und hohem Druck noch eine dritte Modifikation, der sogenannte hexagonale Diamant, existiert.
Will man nun Graphit in Diamant umwandeln, so sind hohe Drücke

und Temperaturen erforderlich. Dies versuchte Henri MOISSAN erstmals im Jahre 1894. Ausgehend von der Tatsache, daß auch in Eisenmeteoriten winzige Diamanten gefunden wurden, löste er Zuckerkohle (durch Verkohlen von Zucker hergestellter Kohlenstoff) in flüssigem Eisen, welches er in einem von ihm selbst erfundenen elektrischen Lichtbogenofen, der besten Wärmequelle der damaligen Zeit, schmolz. Durch den bei der raschen Abkühlung der Schmelze entstehenden Kontraktionsdruck sollten die Bedingungen für die Entstehung künstlicher Diamanten geschaffen werden. Tatsächlich fand MOISSAN auch nach Auflösen des Eisens in Säure winzige Körnchen, die er als Diamant identifizierte; wie spätere exaktere physikalisch-chemische Analysen zeigten, irrte er aber. Außerdem zeigten neuere Untersuchungen dieser Reaktionsbedingungen, daß eine Entstehung von Diamanten äußerst unwahrscheinlich gewesen wäre.

Die erste gelungene Diamantsynthese liegt heute 26 Jahre zurück. Vorausgegangen waren ihr genaue thermodynamische Untersuchungen des Umwandlungsprozesses zwischen Diamant und Graphit. Es zeigte sich, daß für technisch verwertbare Umwandlungsgeschwindigkeiten Temperaturen von 2000 °C und Drücke von mehreren 1000 MPa erforderlich sind. Und diese Reaktionsbedingungen galt es, nicht nur für kurze Zeiten (Sekundenbruchteile), wie sie in Stoßdruckversuchen erreichbar sind, aufrechtzuerhalten, sondern über Stunden, da die Diamantkristalle auch Zeit zum Wachsen benötigen. Derartige Anlagen wurden 1953 etwa gleichzeitig in Schweden und in den USA in Betrieb genommen. In Abbildung 3 ist der prinzipielle Aufbau einer solchen Apparatur dargestellt.

In dem hier dargestellten Autoklaven von etwa 500 cm^3 Fassungsvermögen konnten über Stunden Drücke bis 10 000 MPa bei ca. 4000 K aufrechterhalten werden.

Zunächst wird in einer ersten Stufe mit Hilfe einer hydraulischen 12 000-t-Presse ein Primärdruck von 500 MPa erzeugt. Dieser wirkt auf 6 gleichförmige Kugelsektoren, die als Druckübersetzer fungieren.

Die Kugelsektoren drücken auf die eigentliche würfelförmige Hochdruckkammer mit einer Kantenlänge von 7,5 cm. Das Druckübersetzungsverhältnis ist der Quotient aus Außenfläche der Kugelsektoren und der Würfeloberfläche; in diesem Beispiel 1:20, also bei 500 MPa Primärdruck beträgt der Innendruck

10 000 MPa . Die Hochdruckkammer besteht aus weichem Eisen oder aus Kupfer und enthält einen Heizstab (elektrisch isoliert) sowie den Reaktionsraum. In diesem befindet sich feinstgepulverter Graphit mit Eisenkarbid vermengt.

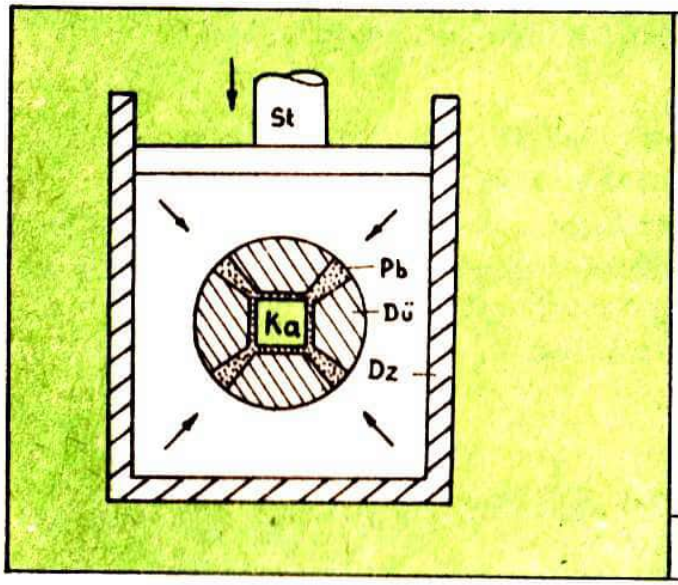


Abb.3

Schematische Darstellung des Autoklaven zur Diamantsynthese

Dabei bedeuten: St - Stempel zur Primärdruckerzeugung (500 MPa)
Pb - Bleizwischenlage
Dü - Drucküberträger
Dz - Druckzylinder
Ka - eigentliche Hochdruckkammer mit elektrischer Heizung und Reaktionsraum

Bei anderen Verfahren geht man nicht direkt vom Graphit aus, sondern von Paraffinkohlenwasserstoffen, da in deren Struktur die Kohlenstofftetraeder des Diamantgitters bereits vorgebildet sind, was eine kinetische Erleichterung der Umwandlung zur Folge hat. Als katalytisch wirkende Zusätze gibt man noch geringe Mengen von Nickel, Tantal oder Chrom bei.
Im Ergebnis der Diamantsynthese erhält man in Abhängigkeit von den genauen Reaktionsbedingungen klare oder auch gefärbte Kristalle von würfeliger bzw. oktaedrischer Gestalt und Größen zwischen 1 und 2 Millimeter, in neuerer Zeit bis 6 Millimeter durch Anwendung eines Temperaturgefälles bei der Züchtung.
Versuche, die extremen Druck- und Temperaturverhältnisse bei

der Synthese zu umgehen, sind bisher erfolglos geblieben. Heute stellen neben den bereits genannten Staaten USA und Schweden noch vier weitere Diamanten industriemäßig her. Dies sind Japan, Großbritannien, die UdSSR und die CSSR. Die Jahresproduktion der tschechoslowakischen Anlage betrug vor 3 Jahren etwa 200 kg, soll aber inzwischen mindestens verdoppelt worden sein.

Abschließend soll noch bemerkt werden, daß die synthetisch hergestellten Diamanten nicht etwa für Schmuckzwecke verwendet werden. Aus ihnen stellt man Schleifpulver, Ziehsteine für die Drahtfabrikation und Abtastspitzen für Tonabnehmersysteme her. Weiterhin dienen sie zum Besetzen von Bohrkronen sowie Sägeblättern für die Verarbeitung von Gesteinen.

Wissenswertes:

Pilze, die Kälber retten

Nur wenige wissen, daß man zur Käseherstellung seit Jahrhunderten sich des Kälberlabs, eines Naturferments zur Milchgerinnung, bedient, wobei das Lab nur von Milchlämmern stammen darf. Mit anderen Worten: Kälber wurden der Käseherstellung zum Opfer gebracht. Im Botanischen Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Leningrad wurde bei der künstlichen Vermehrung von Waldpilzen festgestellt, daß einige Täublingsarten Fermente enthalten, die das wertvolle Lab durchaus ersetzen können. Dabei sind diese Fermente sehr aktiv, denn sie lassen die Milch sehr schnell gerinnen. Eine Prise des Ferments ersetzt ein Glas voll des teuren Labs. Im Endergebnis erhält man Käse von hoher Qualität, wobei man auf das Kälberlab überhaupt verzichten kann.
Warum interessierten sich die Leningrader Wissenschaftler für die künstliche Vermehrung von Waldpilzen ? Sie gingen von der Hypothese aus, daß höhere Pilze hochwertige Substanzen enthalten können, wie z.B. Mikropilze, aus denen Penizillin gewonnen wird. Indessen weiß man Täublinge in Reagenzgläsern zu züchten, um das begehrte Enzym zu erhalten.

Aus der Zeitschrift TECHNIKA I NAUKA

physikaufgabe 47

Auf welche Entfernung muß man einen Fotoapparat einstellen, wenn man sich selbst in einem Spiegel fotografieren will ? Der Abstand zum Spiegel betrage 1 m.

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

---

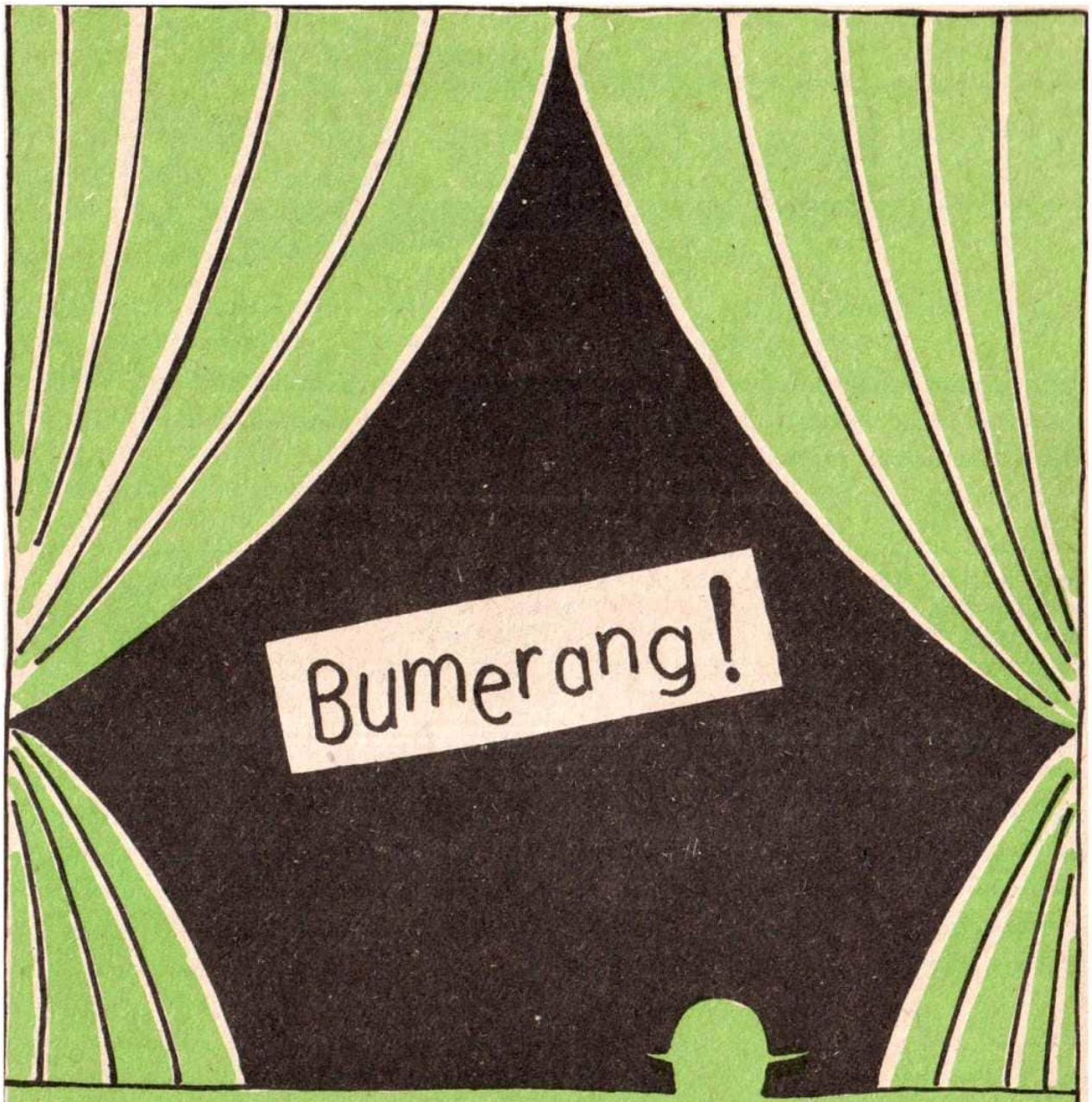
lösung der aufgabe 40 aus heft 9 /12.jg.

aufgabe:
In einem runden Gefäß (Durchmesser d) befindet sich Wasser (Höhe h), das durch eine kleine Öffnung (Durchmesser $a \ll d$) am unteren Rand des Gefäßes ausströmt. Wie groß ist die Ausströmgeschwindigkeit des Wassers ?

lösung:
Wir verwenden die Bernoullische Gleichung (siehe dazu den betreffenden Artikel in impuls 68, Heft 9 und 10 / 12. Jahrgang) Wir schreiben $p+\varrho gh+\frac{1}{2}\varrho v^2$ einmal an der Ausströmstelle und einmal bei der oberen Wasserfläche im Gefäß auf. Dabei ist p in beiden Fällen der äußere Luftdruck. Wegen $a \ll d$ ist die Geschwindigkeit, mit der sich die obere Wasserfläche senkt, praktisch gleich Null. An der Ausströmstelle ist h gleich Null. Somit bleibt lediglich übrig: $\varrho gh = \frac{1}{2}\varrho v^2$

Wir erhalten für die gesuchte Ausströmgeschwindigkeit:

$$v = \sqrt{2gh}$$



War einmal ein Bumerang;
War ein Weniges zu lang,
Bumerang flog ein Stück,
Aber kam nicht mehr zurück.
Publikum ~ noch stundenlang ~
Wartete auf Bumerang.

Joachim Ringelnatz

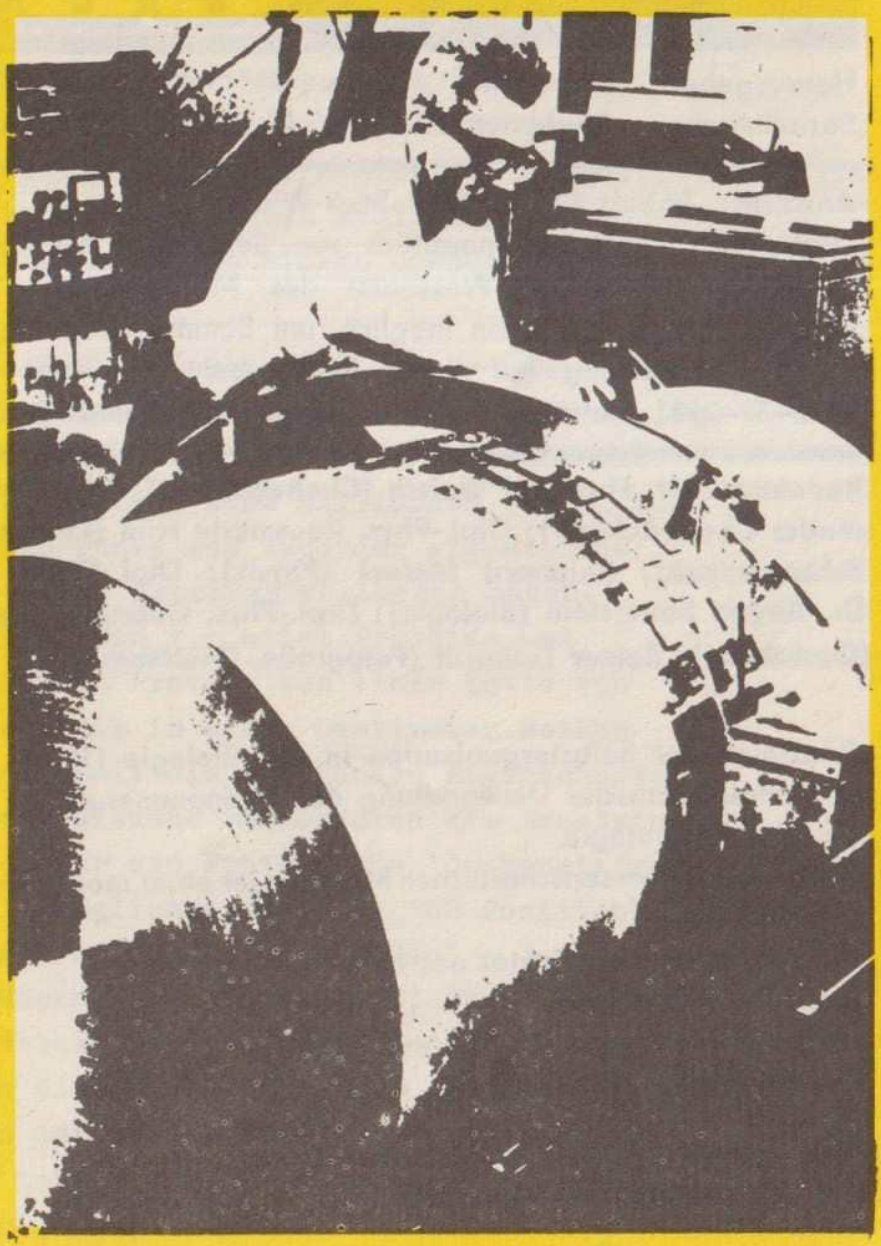
RK 79

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK,
CHEMIE UND BIOLOGIE 13. JAHRGANG (1979/80)
40 P

13. Js.

impuls 68

9



Selbstorganisttion in Biologie

☆

Sonnenenergie

☆

Seismologie

☆

Ernst Abbe

☆

Wüstenstaub

☆

Optische Instrumente

☆

Zuneigung zur Wissenschaft

Titelbild:

Gravitationswellen-Detektor von Prof. J. Weber (USA) (L. G.).

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universitat Jena Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Vogel (Korrektur); Vera Masura (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie (1)	PHY	3
Die photochemische Umwandlung der Sonnenenergie (1)	CHE	9
Von der Seismologie		13
Ernst Abbe – wissenschaftlicher Mitschöpfer einer modernen Großindustrie		17
Wüstenstaub – ein Faktor der Luftverschmutzung		20
Optische Instrumente	PHY	22
Über die Zuneigung zur Wissenschaft	DOK	27
Physikaufgabe 48, Lösung Nr. 41		31

Heft 9 gestaltet von Reiner Luthardt
Redaktionsschluß: 31. März 1980

Dr. Gottfried Jetschke
FSU Jena
Sektion Mathematik

Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie (Teil 1)

Die Frage nach dem Ursprung des Lebens ist eine der größten Herausforderungen an die Naturwissenschaft und hat schon seit vielen Generationen die Menschheit beschäftigt. Gerade in den letzten Jahren wurde auf diesem Gebiet ein großer Erkenntniszuwachs erreicht. Aufbauend auf modernen Forschungsergebnissen der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik (siehe hierzu den Artikel des Verfassers in Impuls 1976/77, Heft 9/10) und der Molekularbiologie haben Nobelpreisträger Manfred Eigen und seine Mitarbeiter ein Konzept entwickelt, das wesentliche Schritte der molekularen Evolution zu erklären versucht. Im folgenden sollen einige Grundzüge davon dargestellt werden.

Vor etwa vier Milliarden Jahren hatte sich die Urerde so weit entwickelt, daß eine Vielfalt von organischen chemischen Substanzen in ausreichender Menge vorhanden war. Die ersten Einzeller tauchen vor etwa zwei Milliarden Jahren auf. In der dazwischenliegenden Phase muß sich der eigentliche Schritt vom Nichtlebenden zum Lebenden vollzogen haben. Bausteine lebender Materie sind vor allem Proteine und Nukleinsäuren. So besteht ein Protein aus einer Kette von verschiedenen Aminosäuren, die in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sind und damit die chemischen Eigenschaften bestimmen. Da etwa 20 verschiedene Aminosäuren als Bausteine auftreten können, gibt es für ein Protein aus 100 Bausteinen $20 \times 20 \times \ldots \times 20 = 20^{100}$ Möglichkeiten, die 100 Positionen mit beliebigen Aminosäuren zu besetzen. Die Zahl $20^{100} \approx 10^{130}$ ist eine überastronomische Zahl, wenn man bedenkt, daß das gesamte Weltall "nur" aus etwa 10^{79} Wasserstoffatomen besteht. Von dieser riesigen Zahl der Ketten mit der Länge 100 werden nur einige wenige (das können durchaus noch Millionen sein!) die Funktion des Proteins,

zum Beispiel die Katalyse bestimmter chemischer Reaktionen, optimal erfüllen können. Oder: Der genetische Bauplan eines Coli-Bakteriums wird in Form eines riesigen DNS-Moleküls vererbt und besteht aus einer linearen Kette von etwa vier Millionen Symbolen eines molekularen Vierbuchstabenalphabets (das entspricht etwa einem Buch von 1000 Seiten). Diese mikroskopische Symbolfolge bestimmt eindeutig das Verhalten des Coli-Bakteriums, bestimmte Stoffe zu verwerten, um Energie zu produzieren, sich zu erhalten und fortzupflanzen. Kleine Änderungen der Buchstabenfolge hätten schwerwiegende Konsequenzen, nämlich Tod und Zerfall des Individuums zur Folge, und hier gibt es sogar $\approx 10^{2000000}$ mögliche Ketten dieser Länge! Wenn wir also nicht annehmen, daß das Leben von außen auf die Erde verpflanzt worden ist, dann kommen wir zwangsläufig zu dem Schluß, daß Proteine und Nukleinsäuren nicht zufällig entstanden sind (denn die Zeit hätte gar nicht gereicht, alle Varianten auszuprobieren), sondern das Ergebnis eines langen Prozesses der Anpassung und Optimierung darstellen.

Nun hat bereits Darwin vor über 100 Jahren einen Erfahrungssatz aufgestellt, der die Entwicklung der Tier- und Pflanzenarten beschreibt: Evolution entsteht durch natürliche Selektion. Die wesentliche Erkenntnis der letzten Jahre besteht in folgendem:

1. Das Darwinsche Prinzip gilt auch auf der Ebene der biologischen Makromoleküle.
2. Das Darwinsche Prinzip ist auf andere Naturgesetze zurückführbar.

Damit in einem System evolutives Verhalten auftritt, müssen die Elemente dieses Systems drei notwendige Bedingungen erfüllen: Sie brauchen die Fähigkeit des Metabolismus, der Selbstreproduktion und der Mutabilität. Metabolismus bedeutet Stoffwechsel und Energieaufnahme im weitesten Sinne, damit kein Gleichgewichtszustand entsteht, der Strukturabbau und Tod bedeutet (siehe Impuls 1976/77, Heft 9/10). Selbstreproduktion bedeutet identische Fortpflanzung, da die Elemente des Systems nur endliche Lebensdauer besitzen

und nicht irgendwie von neuem entstehen können. Außerdem müssen Schwankungen, zufällige Verluste wieder ausgeglichen werden. Mutabilität bedeutet , daß durch fehlerhafte Reproduktion Mutationen, also neue Elemente entstehen können, die sich dann im Laufe der Zeit durchsetzen, wenn sie bessere Eigenschaften als die übrigen besitzen. Erst dadurch kann es zu einer Höherentwicklung kommen.

Wir wollen dieses Verhalten an einem einfachen Würfelspiel simulieren. Dazu gehen wir von einem quadratischen Spielfeld aus, das aus 6 x 6 = 36 Feldern besteht, die wir waagerecht und senkrecht jeweils von 1 bis 6 numerieren. Außerdem benötigen wir Steine in vier verschiedenen Farben, etwa rot, grün, blau und schwarz. Am Anfang besetzen wir die 36 Felder in völlig zufälliger Weise mit Steinen aller Farben. Dann würfeln wir um den Auf- bzw. Abbau der Steinsorten, was wir stets abwechselnd tun, damit (der Einfachheit halber) die Anzahl der Steine erhalten bleibt. Mit einem weißen und einem schwarzen Würfel erwürfeln wir eine der 36 Positionen (z.B. weiß: waagerecht, schwarz: senkrecht). Zunächst geht es um den Abbau: Der erwürfelte Stein wird vom Spielfeld entfernt. Da wir das unabhängig von der Farbe des Steins tun, haben wir die Abbauraten für alle Sorten gleich gesetzt. Dann geht es um den Aufbau: Der erwürfelte Stein kann verdoppelt werden, indem das leere Feld mit einem Stein der Farbe des erwürfelten Steins besetzt wird. Dazu stellen wir aber noch eine weitere Bedingung. Mit einem dritten Würfel, etwa einem roten, wird eine weitere Zahl gewürfelt. Nur wenn diese eine Eins ist, wird ein schwarzer Stein verdoppelt. Ein blauer Stein wird verdoppelt, wenn 1 oder 2 gewürfelt wird, ein grüner Stein bei 1,2 oder 3 und ein roter Stein bei Augenzahlen von 1 bis 4. Wird diese zweite Bedingung nicht erfüllt, so erfolgt keine Verdopplung, sondern mit dem weißen und schwarzen Würfel wird ein neuer Stein erwürfelt. Dann wird wieder mit dem roten Würfel um eine mögliche Verdopplung gewürfelt. Aus diese Weise wird erreicht, daß die Aufbaurate, also die Selbstreproduktion, der roten Steine viermal so hoch ist wie die der schwarzen Steine bzw. doppelt so hoch wie die der blauen Steine usw. Erst wenn eine Verdoppelung ausgeführt wurde, wird wieder um den Abbau eines Steins gewürfelt, dann um den Aufbau usw.

Die Abbildung 1 zeigt einen typischen Spielverlauf. Die Anzahl der blauen und schwarzen Steine nimmt allmählich ab, da ihre Reproduktionsrate gegenüber den anderen Sorten zu gering ist. Die grünen und roten Steine konkurrieren eine gewisse Zeit, ehe sich auch hier die rote Sorte als bestangepaßte Sorte durchsetzt, während die grünen Steine ebenfalls aussterben. Als einzige Sorte bleiben die roten Steine übrig, und das ist tatsächlich Selektion im Darwinschen Sinne.

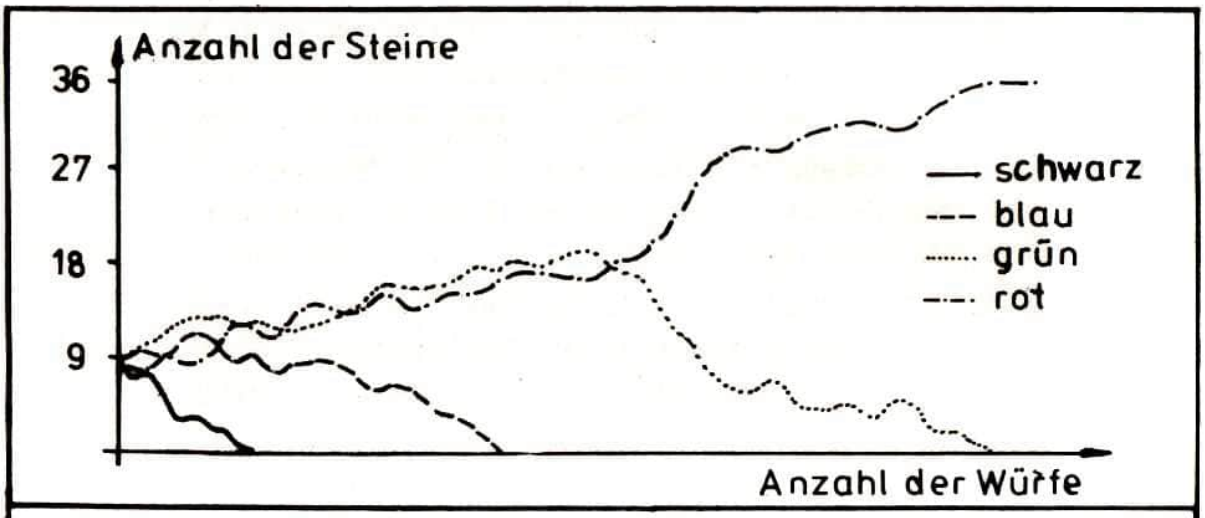


Abb. 1 Simulation eines Selektionsspiels

Allerdings fehlt hier noch die Fähigkeit zur Mutation, da jede Verdoppelung mit der richtigen Farbe ausgeführt wird (wenn wir nicht falsch spielen). Fehlerhafte Reproduktion bedeutet nicht nur "Verdoppelung" mit einer falschen Farbe (das würde nur zusätzliche Schwankungen bringen), sondern auch Einführung von Steinen neuer Farbe, z.B. gelben und weißen Steinen mit Aufbauraten von 5 bzw. 6 (d.h. ein weißer Stein, der in der Aufbauphase erwürfelt wird, wird stets verdoppelt, er hat somit die größte Reproduktionsfähigkeit). (Da die Zahl der möglichen Sequenzen für Proteine und Nukleinsäuren ungeheuer hoch ist im Vergleich zu den tatsächlich vorhandenen, wird ohnehin bei jeder Mutation eine neue Sequenz entstehen.)
Wenn wir die Verdoppelung mit einer gewissen Fehlerrate ausführen, also ab und zu zu einer anderen als der zu verdoppelnden Farbe greifen, dann werden irgendwann auch gelbe und weiße Steine ins Spiel kommen. Ein einzelner gelber

Stein kann unter Umständen(Chancen 1:6) wieder aussterben, aber zwei oder drei gelbe Steine sitzen bald so fest, daß sie auf Grund ihrer höheren Reproduktionsrate die anderen Farben verdrängen und stärkste Sorte werden. Erst das Auftreten der weißen Steine macht ihre Dominanz instabil, da diese noch angepaßter sind und alle anderen verdrängen. Abb.2 zeigt einen typischen Spielverlauf mit fehlerhafter Verdoppelung (der Anfang sei wie in Abb.1).

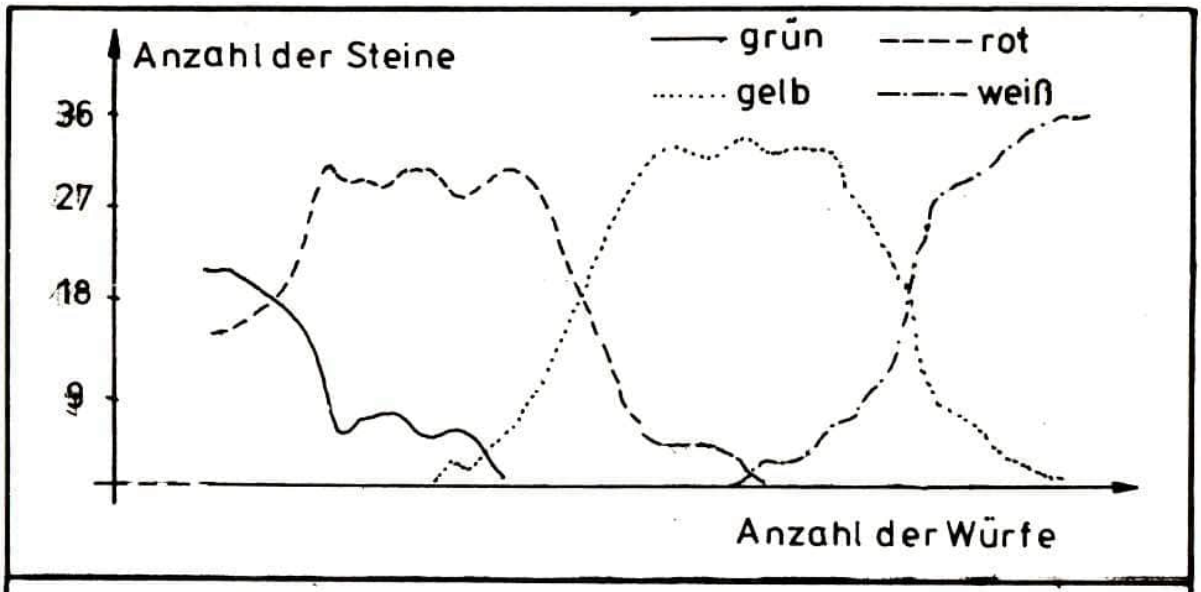


Abb.2 Selektionsspiel mit fehlerhafter Reproduktion

Natürlich gibt es bei einzelnen Spieldurchführungen Schwankungen um die im Mittel anzutreffende Tendenz,die um so geringer werden, je größer das Spielfeld ist, d.h. bei 8 x 8 oder 10 x 10 Spielfeldern tritt die Selektion viel schärfer auf. Die Fähigkeit zur Mutation läßt offenbar dem System die Möglichkeit offen, neue Sorten auszuprobieren, von denen sich dann die besser angepaßten durchsetzen. Damit liegt echt evolutives Verhalten vor.

Fassen wir die Ergebnisse dieses Spiels zusammen: Bei Erfüllung bestimmter Voraussetzungen, wie Metabolismus, Selbstreproduktion und Mutabilität kommt es mit Notwendigkeit zum Auftreten von Selektion und Evolution im Sinne Darwins. Dieses Verhalten ist somit keine unerklärbare Eigenschaft des Lebens, sondern aus einfacheren Naturgesetzen ableitbar und damit eine notwendige Eigenschaft von Systemen mit genügend hohem Komplexitätsgrad. Die Mutation ist zwar ein völlig zufälliger Prozeß und damit auch der konkrete Weg der

Evolution, die Richtung der Evolution zu besseren und angepaßteren Strukturen ist aber unausweichlich determiniert. Im übrigen läßt sich dieses Verhalten auch mathematisch exakt mit Formeln erfassen und auswerten, wodurch das Gesagte noch untermauert wird.

Wissenswertes:

In den USA hat die Lebensmittel- und Arzeneibehörde die Verwendung von Kunststofflaschen für Limonadengetränke verboten. Grund dafür ist die Auslaugung des Weichmachers aus den Kunststoffen. Die gesundheitsschädigende Wirkung wurde an Tierversuchen nachgewiesen.

Eine Gruppe von Genen (Träger der Erbanlagen) eines Bakteriums haben australische Wissenschaftler auf eine Tomatenpflanze übertragen. Die Pflanzenzellen mit der genetischen Information des Transplantats erhielten dadurch eine völlig neue Charakteristik. Dadurch besteht die Möglichkeit, den Stoffwechsel von Pflanzen zu verändern. Es seien Pflanzen denkbar, die den benötigten Stickstoff aus der Luft statt aus Düngemitteln entnehmen.

FRAGEN DES STANDPUNKTES

"Über Steine urteilt man nach ihrem Gewicht!", bleute der Pflasterstein dem Diamanten ein.

"Säge nicht an dem Ast, auf dem Du sitzt.
Es sei denn, man wollte Dich daran hängen!"

"Jetzt haben wir bald keinen Hunger mehr!", sprach die Katze zur Maus.

Dr. Peter Renner

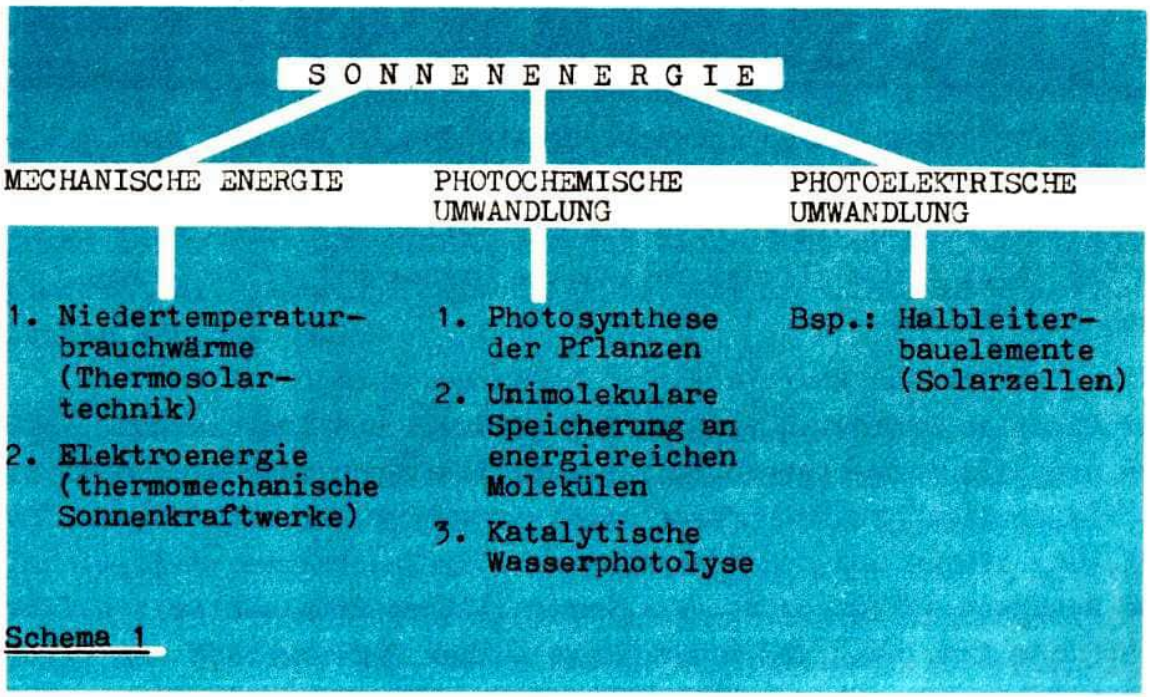
Die photochemische Umwandlung der Sonnenenergie (Teil 1)

CHEMIE

Die Erzeugung von Energie in ausreichender Menge hat sich angesichts der wachsenden Bevölkerungszahl auf unserem Planeten und des ständig fortschreitenden Entwicklungsstandes in Technik und Industrialisierung zu einem Hauptproblem unserer Zeit herauskristallisiert. Konnte bisher noch aus dem Vollen geschöpft werden, so ist jetzt der möglichst rationelle Umgang mit allen Energieformen die Devise.

Den Löwenanteil an den Energieträgern haben heute nach wie vor noch die fossilen Brennstoffe, also Kohle, Erdöl und Erdgas; außerdem noch die Wasserkraft. Es ist aber jedermann bekannt, daß uns die fossilen Energieträger nicht in unbegrenztem Umfang zur Verfügung stehen und irgendwann einmal der Tag kommen wird, da diese Reserven aufgebraucht sein werden. Diese Problematik ist nicht mehr ganz neu, und schon lange suchen Forscher auf der ganzen Welt nach alternativen Methoden zur Energiegewinnung. Einen hervorragenden Platz hierbei nimmt die technologisch bereits gut beherrschte Kernspaltung ein. Jedoch ist auch diese mit einigen Problemen verbunden, wofür stellvertretend nur die sichere Deponierung der hochradioaktiven Spaltprodukte (des "Atommülls") genannt sein soll.
Als weitere diskutierte und in bescheidenem Maßstab schon genutzte Energiequellen sollen die Kraft des Windes, die Gezeitenkräfte, die Wärme der Ozeane (Temperaturgradient zwischen warmen Oberflächenschichten und kalten Tiefseegewässern) und schließlich die Sonnenenergie genannt sein. Dabei kommt gerade letzterer eine hervorragende Bedeutung zu, denn die Sonnenenergie ist nahezu unerschöpflich und außerdem äußerst "umweltfreundlich". Dem stehen jedoch auch einige nicht zu unterschätzende Probleme gegenüber. So nimmt sich die Energiedichte, also die pro Flächeneinheit eingestrahlte Leistung, recht bescheiden aus; sie beträgt in unseren Breiten maximal 100 $W \cdot m^{-2}$ und überschreitet

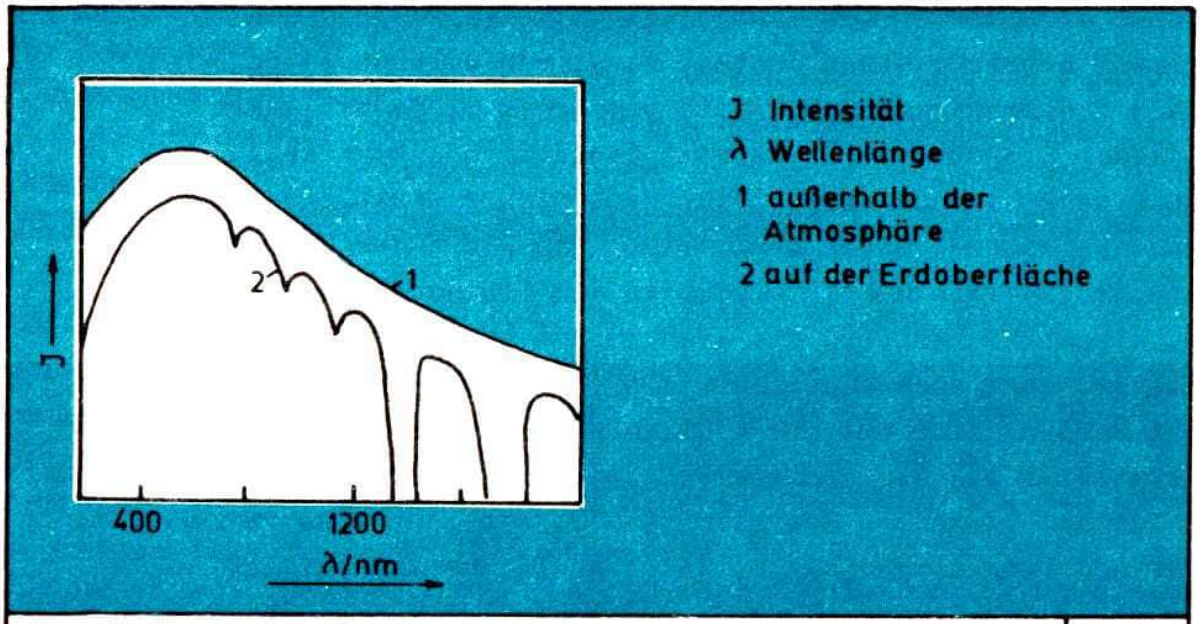
selbst in den wärmsten Wüstengebieten kaum das Doppelte dieses Wertes. Daraus folgt, daß zur Energiegewinnung große Kollektorflächen gebraucht werden. Des weiteren ist die Leistung von der geographischen Breite wie auch von den örtlichen Witterungsbedingungen und schließlich noch von der Tageszeit abhängig. Auf welche Weise wir uns nun die Energie der Sonne zunutze machen können, verdeutlicht das folgende Schema:



Schema 1

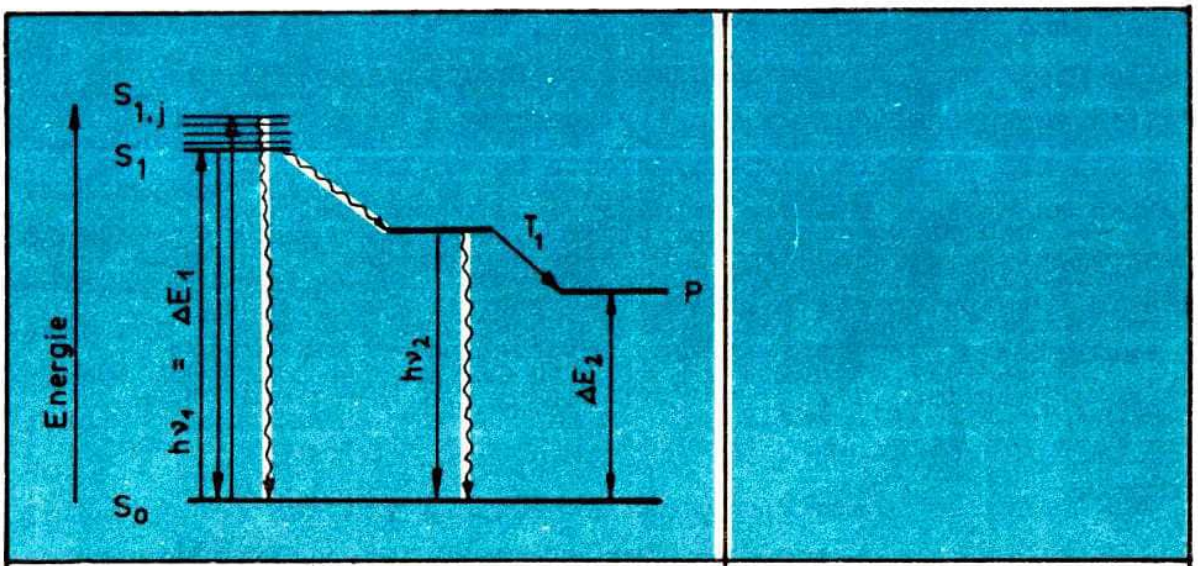
Dieser Beitrag soll sich ausschließlich mit der photochemischen Umwandlung befassen. Was wollen wir darunter verstehen?

Das Spektrum der von der Sonne abgegebenen Strahlung reicht vom Ultraviolett bis zum langwelligen Infrarot. In Abbildung 1 ist ein Ausschnitt hiervon wiedergegeben, einmal außerhalb der Erdatmosphäre, zum anderen unter deren Einwirkung. Die Erdatmosphäre bewirkt, daß ein großer Teil des UV-Anteils absorbiert wird (Ozonschicht). Weiterhin treten durch den Wasserdampf starke Absorptionen im IR-Bereich auf, außerdem noch Streuprozesse. Während praktisch der gesamte Teil des Spektrums, im Langwelligen noch bis zu 50 µm, für die thermische Energiespeicherung genutzt werden kann, kommt für die photochemische nur der Bereich von 400 bis 700 nm in Frage, welcher etwa 50 % der eingestrahlten Energie umfaßt.



Ausschnitt aus dem Sonnenspektrum | Abb. 1

Auf welche Weise nun ein Molekül mit dem Licht in Wechselwirkung zu treten vermag und dessen Energie übernehmen kann, wollen wir uns anhand des folgenden Energieschemas klarzumachen versuchen:



Energieniveauschema eines Lichtabsorbers mit Aktivierungs- und Desaktivierungsprozessen | Abb. 2

Aus einem relativ energiearmen Grundzustand, bezeichnet mit S_o, geht das Molekül bei Bestrahlung mit Licht der Energie $\Delta E_1 \geq h\nu_1$ in einen energiereicheren angeregten Zustand S_1 über. Ist die Energie der Strahlung größer als $h\nu_1$, so wird

der Überschuß noch in Form von Schwingungsenergie gespeichert; das Molekül erreicht einen Zustand $S_{1,i}$, von welchem es jedoch thermisch (unter Wärmeabgabe) bald wieder zu S_1 desaktiviert wird. Dieser S_1-Zustand ist äußerst instabil und kurzlebig, und es können verschiedene Desaktivierungsprozesse stattfinden: Einmal kann das Molekül unter Abstrahlung von Licht der gleichen Wellenlänge (Energie $h\nu_1$) wieder in den Grundzustand zurückkehren, dieser Prozeß wird als Fluoreszenz bezeichnet. Der Grundzustand kann aber auch thermisch (im Schema Wellenlinie) erreicht werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß auf thermischem Weg ein energetisch zwischen Grund- und angeregtem Zustand liegendes Energieniveau T_1 erreicht wird, welches stabiler und langlebiger als S_1 ist. Von T_1 aus kann wieder strahlungslos der Grundzustand S_0 erreicht werden oder unter Emission von energieärmerem langwelligerem Licht der Energie $h\nu_2$, man spricht dann von Phosphoreszens. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, daß von T_1 aus auf dem Wege einer chemischen Reaktion ein Zustand P erreicht wird, welcher einem faßbaren Umwandlungs- oder Reaktionsprodukt zugeordnet werden kann. Die Energiedifferenz ΔE_1 zwischen dem Grundzustand S_0 und P entspricht dann der gespeicherten Energie. Man wird also bestrebt sein, alle nicht zu P führenden Desaktivierungsprozesse so weit wie möglich auszuschalten, um den Wirkungsgrad (bei photochemischen Reaktionen auch als Quantenausbeute bezeichnet) so groß wie moglich zu halten. Mit der Bildung eines energiereichen Zwischenproduktes ist aber erst der halbe Weg geschafft. Es gilt nun, die in P gespeicherte chemische Energie in eine für uns direkt verwertbare Form umzuwandeln, beispielsweise durch eine katalytische Reaktion, die unter Freisetzung des Energiebetrages ΔE_2 in Form von Wärme das Photoprodukt in die Ausgangsverbindung zurückführt.

(1)

$$\text{Ausgangsverbindung} \underset{\text{Katalysator; Wärmeabgabe}}{\overset{h\nu}{\rightleftharpoons}} \text{Photo-Reaktionsprodukt}$$

Fortsetzung und Schluß im nächsten Heft

Dr. Richard Maaz
Zentralinstitut für Physik der
Erde der AdW der DDR
Institutsteil Jena

Von der Seismologie

Am Fuße des Hausbergs in Jena beginnt der Burgweg als hohle Gasse durch den Sandstein, doch bald trifft man auf den für unsere Gegend charakteristischen Kalkstein. An dieser Stelle steht ein Institutsgebäude, das durch seinen Turm mit dem zwiebelförmigen Dach von vielen Punkten der Stadt aus gut zu erkennen ist. Es wurde 1955 gebaut, da unser erstes Haus oberhalb des Abbeanums für die Aufgaben der Seismologie, die sich seit Anfang des Jahrhunderts in Jena nicht zuletzt dank des heutigen VEB Carl Zeiss entwickelt hat, zu eng geworden war.

Seismologie, das ist wissenschaftliche Erforschung der Erdbeben, ihrer Ursachen, der Bedingungen ihres Auftretens, der im Erdbeben ablaufenden Vorgänge und deren Wirkungen auf Natur und Technik. Schauplatz der Ereignisse ist die ganze Erde, die so selbst Forschungsgegenstand der Seismologie ist. Viele Fachrichtungen sind an ihr beteiligt: Von der Physik sind es besonders die Mechanik in allen Stufen bis hin zur Theorie verformbarer Stoffe, Festkörperphysik, Wärmelehre und selbst Atomphysik kommen zum Zuge, Chemie und Geologie werden benötigt, Meßtechnik und Geräteentwicklung, vielfältiger Einsatz von EDV nehmen breiten Raum ein, die ingenieurseismologische Arbeitsrichtung hat mit dem Bauwesen zu tun, nicht zuletzt aber finden viele Gebiete der Mathematik in der Seismologie ein breites Betätigungsfeld, denn mathematische Modelle müssen uns den Zustand im unzugänglichen Erdinnern und die darin verborgenen Prozesse verdeutlichen.

Wie aber kommt überhaupt etwas aus der finsteren Tiefe ans Licht des Tages ? Stellen wir uns vor, irgendwo in der Erde wird dort gespeicherte Energie plötzlich freigesetzt, durch eine Steinbruchsprengung oder Kernexplosion, den Aufschlag eines Meteors oder beim Zusammenbruch eines Stollens im Bergwerk, in Gasexplosionen tätiger Vulkane und besonders beim Bruch ganzer Schollen der Erdkruste, die den Kräften ausge-

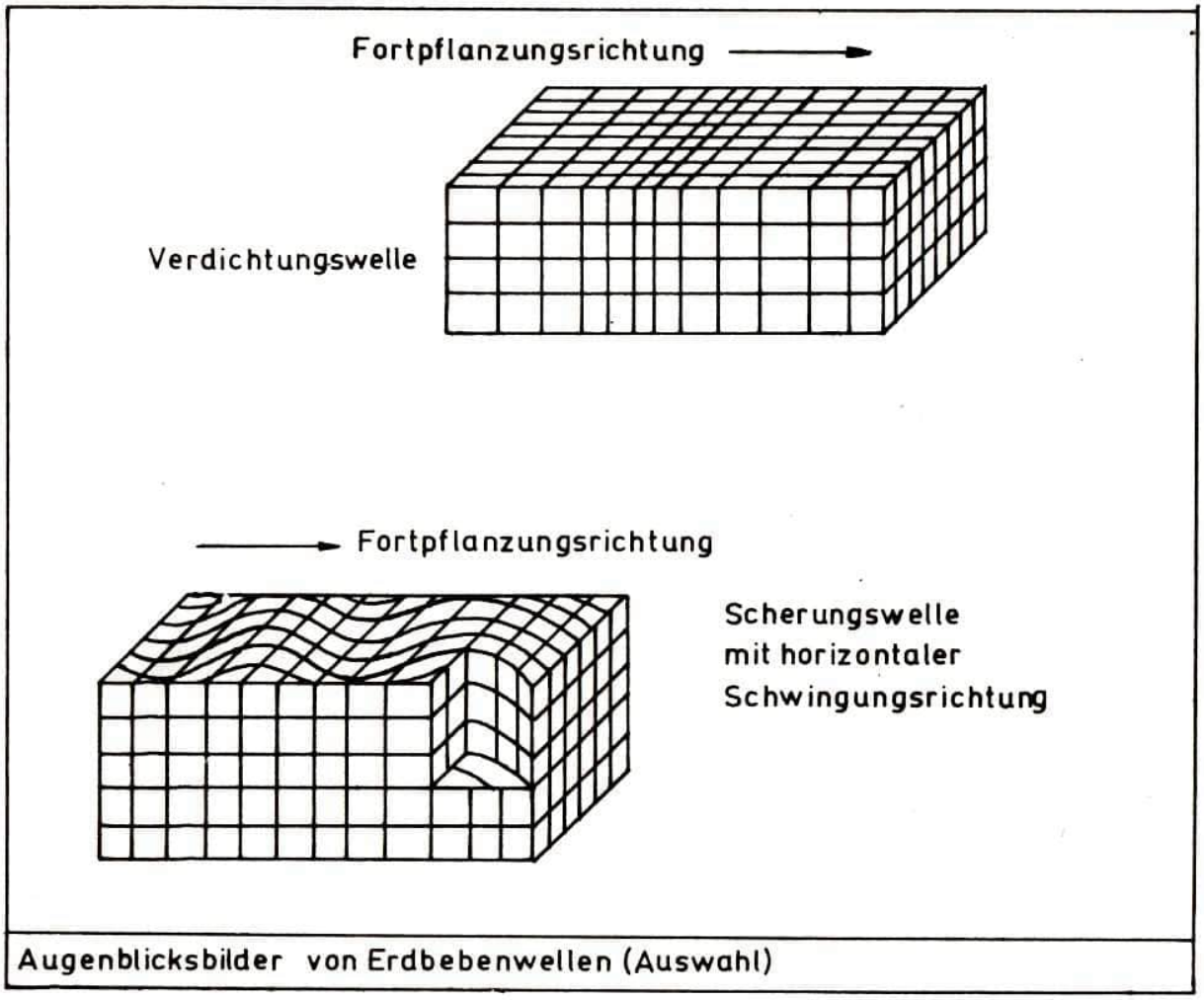
setzt ist, die auch die großen Gebirge unserer Erde bewirken.

Wir wissen, daß jede Energieanhäufung auseinanderstrebt; dementsprechend verteilt sich die Wärme so gut und schnell wie möglich, ebenso die Bewegungsenergie, bei der es wegen der Trägheit der bewegten Massenteilchen und dem Widerstand gegen Verformung zu um sich greifenden Schwingungen kommt, also zu Wellen im gesamten Erdkörper. Diese seismischen Wellen sind geprägt durch ihren Ursprung, die Art ihrer Entstehung und die Beschaffenheit der von ihnen durchlaufenen Stoffe. Erfassen die Wellen ein geignetes Meßinstrument am Rande der Erde, so muß es mitschwingen und seine Bewegung im Feld der Erdanziehung liefert ein Schwingungsbild, das Seismogramm. Die Seismogramme aller Beobachtungsstationen der Erde sind die Träger der gesamten verfügbaren Information.

Was machen wir mit ihr ? Erst einmal suchen Fachleute nach den Zeitpunkten, in denen die einzelnen Wellenzüge eines Bebens eintreffen. Es gibt davon recht viele, denn seismische Wellen sind viel komplizierter als der Schall, da sowohl der Verdichtungswiderstand als auch der Scherungswiderstand eigene Wellen bewirken, wenn wir nur an die simpelsten Stoffe denken. Wie beim Licht gibt es Reflektionen besonders an der Erdoberfläche, Beugung und Brechung, wenn die Welle in einen anderen Stoff eintaucht.
An der Grenzfläche werden gleichzeitig Verdichtungswellen und Scherungswellen angeregt.

Nun hat sich die Erde als geschichtet erwiesen. In den Schichten bilden sich durch Überlagerung von Teilwellen und bedingt durch Spiegelungen Wellen aus, die hauptsächlich innerhalb der Schicht weiterlaufen. Sie bestehen eigentlich aus einem Gemisch von Wellen verschiedenster Frequenz, die sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten, und zwar abhängig von der Schichtung. Aus der beobachteten Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von der Frequenz können wir daher auf die Schichtung der Erde schließen. Dazu braucht es theoretischer Modelle der Wellenausbreitung, die besonders schwierig werden, wenn die Schichten gestört, z.B. gegeneinander vertikal versetzt sind. Die Ausbreitung seismischer

Energie in Schichten erfolgt fast ganz in der Erdkruste, die bei uns 30 km mächtig ist, und im oberen Erdmantel, also nahe der Erdoberfläche. Aus diesen "Oberflächenwellen" kann man daher auch nur Rückschlüsse auf jene Bereiche erwarten. Informationen über tiefere Regionen bis hin zum Erdkern bekommen wir aus den Raumwellen, also aus sich allseitig ausbreitender Energie. Es ist erstaunlich, daß wir starke Beben in der Gegend unserer Antipoden so klar registrieren. Oberflächenwellen laufen übrigens manchmal mehrfach um den Erdball. Aus der Beobachtung von Raumwellen an vielen Stationen bei sehr vielen Erdbeben wurde mit höherer Mathematik ermittelt, wie schnell diese Wellen in jeder Tiefe laufen. Diese Werte stellen die wesentlichen Daten, um über den Druck, die Verdichtung und die elastischen Eigenschaften der Stoffe und damit auch über die chemische Zusammensetzung in unzugänglicher Tiefe einige Auskunft zu erhalten.

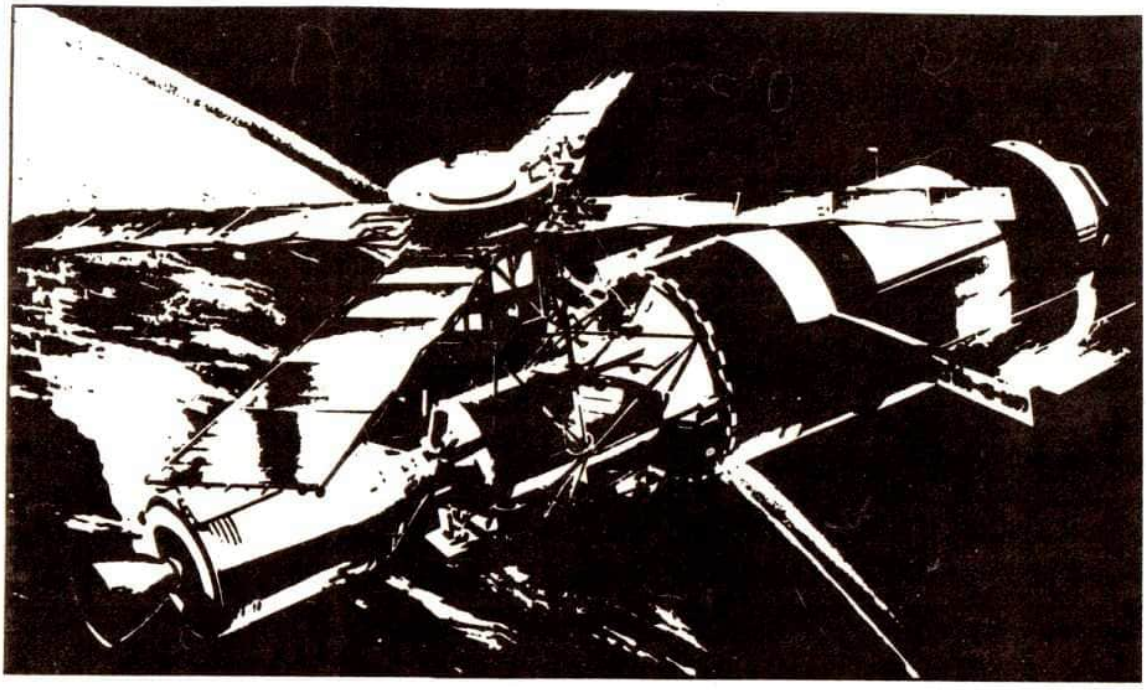


Augenblicksbilder von Erdbebenwellen (Auswahl)

Mehr darüber und über die Seismologie überhaupt kann man im bilderreichen Buch "Eroberung der Tiefe" von W. Arnold nachlesen. Ich möchte aber dennoch auf den globalen Charakter unserer Arbeit hinweisen. Da ist zunächst der starke Datenaustausch, den die Weltdatenzentren Boulder (USA) und Moskau unterstützen. Internationale Rechenzentren werden laufend mit neuesten Beobachtungsdaten über Telex und Lochkarten beliefert, berechnen rasch die wichtigsten Angaben über das Beben und schicken sie an uns, womit erst die endgültige Auswertung der Seismogramme ermöglicht wird.

Unsere wichtigsten seismischen Stationen stehen in Moxa bei Pößneck und auf dem Collm, einem Berg bei Oschatz. Dann wären die Stationen Berggießhübel, Oderberg, Kap Arkona, Quedlinburg und nicht zuletzt Plauen zu nennen, die neben anderen Stationen die vogtländischen Erdbeben überwacht. Wer nach Pößneck kommt und Schloß Ranis besucht, der kann einige ausgediente aber anschauliche Seismographen und Schaubilder zur Seismologie in einem auch regionalgeologisch interessanten Museum betrachten.

Nachdruck aus "impuls 68" 9 (1975/76) Heft 4 S. 21



USA - Raumstation »Skylap«

Ernst Abbe - wissenschaftlicher Mitschöpfer einer modernen Großindustrie

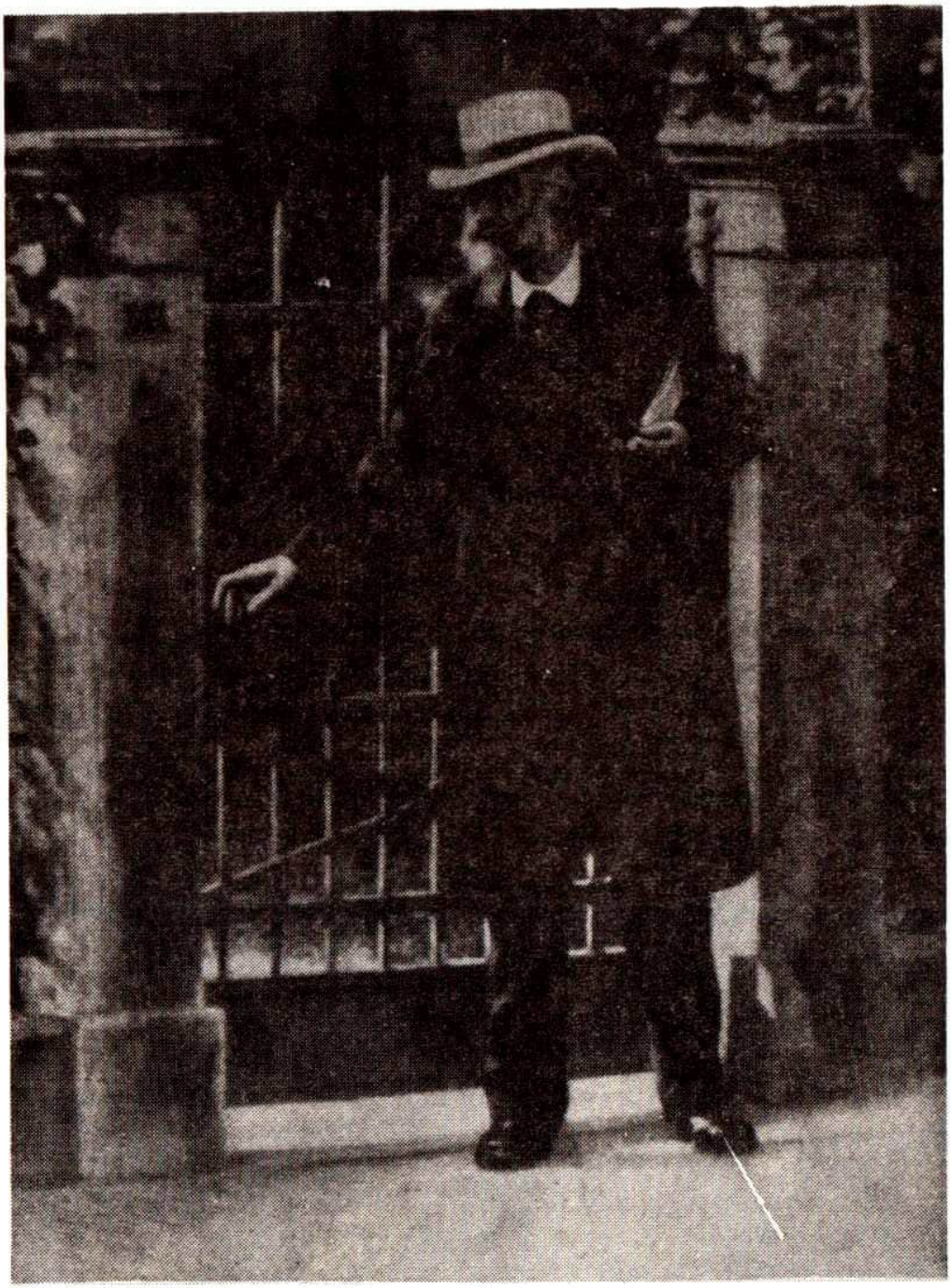
"Seht euch den gut an, aus dem wird etwas!"

"Das ist der lange Eisenacher ... Kommt bei diesem Unwetter ins Kolleg! Seht euch den gut an, aus dem wird etwas." Diese Worte - die dem Jenenser Universitätsprofessor Karl S n e l l nachgesagt werden - spiegeln nicht nur die hohe Wertschätzung wider, die bereits der junge Ernst A b b e bei seinen Lehrern genoß. Sie werfen zugleich auch ein bezeichnendes Licht auf dessen immensen Fleiß und eine unbedingte Pflichttreue, die für sein gesamtes Leben charakteristisch waren.

Solche Charaktereigenschaften sowie eine ungewöhnliche Begabung waren aber auch unabdingbar, damit der Sohn eines Eisenacher Spinnereiarbeiters die Hürden des bürgerlichen Bildungsprivilegs überwinden konnte.
Unter großen Opfern und bei Aufbietung all seiner Fähigkeiten besuchte Ernst Abbe zunächst das Gymnasium und anschliessend die Universität Jena, die er im Jahre 1861 - gerade 21jährig - mit dem Doktorexamen verließ. Seiner Neigung und Begabung entsprechend wählte Abbe den akademischen Lehrberuf, so daß er sich bereits zwei Jahre später in Jena im Fach Physik habilitierte. Die Stadt und die Universität sollten bis zu seinem Lebensende - er starb nicht einmal 65jährig am 14. Januar 1905 - die Stätten seines erfolgreichen wissenschaftlichen Wirkens bleiben.

Ende der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde Abbe mit Carl Zeiss, dem Besitzer einer kleinen feinmechanischen Werkstatt, näher bekannt. Zeiss bat den Universitätsprofessor um wissenschaftliche Unterstützung bei der Herstellung optischer Geräte, und es entwickelte sich so eine Zusammenarbeit,

die das weitere Leben beider prägen sollte.



Ernst Abbe 23. Januar 1840 - 14. Januar 1905

Abbe schuf in den folgenden Jahren die wissenschaftlichen Grundlagen des optischen **Gerätebaus,** die das bislang zeitraubende Probieren bei der Konstruktion optischer Instrumente weitgehend unnötig machten und dem Techniker Verfahren zur exakten Vorausberechnung der einzelnen optischen Konstruk-

tionselemente in die Hand gab. Insbesondere seine Arbeiten zur optischen Theorie des Mikroskops waren bahnbrechend. Er erkannte u.a. die fundamentale Rolle der Beugung in der mikroskopischen Abbildungstheorie und leitete die Berechnungsformel für die kleinste noch erkennbare Struktur (das sogenannte Auflösungsvermögen des Mikroskops) theoretisch her.

Die auf der Grundlage von Abbes Theorie gebauten Mikroskope fanden eine ständig steigende Nachfrage, und die Werkstatt von Carl Zeiss - dessen Teilhaber Abbe inzwischen geworden war - erfuhr im Verlaufe der siebziger Jahre einen ungeahnten Aufschwung. Dabei wurde es für die Fortentwicklung des Unternehmens wichtig, daß man sich auch den wissenschaftlichen Grundlagen der Herstellung optischer Gläser zuwandte, da es sowohl in Deutschland als auch im Ausland an brauchbarem optischem Glas mangelte. Aus diesem Grunde wurde in Jena gemeinsam mit dem Glashüttentechniker Otto Schott das "Glastechnische Laboratorium Schott und Genossen" gegründet, das nicht zuletzt unter dem Einfluß Abbes einen großen Anteil bei der Gesamtfabrikation von optischen Geräten gewann.

Im Verlauf weniger Jahre war damit in Jena eine mächtige optische Industrie von Weltruf entstanden, deren Produktionsprofil sich nicht mehr allein auf den Bau von Mikroskopen beschränkte, sondern auch die Herstellung anderer optischer Beobachtungs- und Meßinstrumente, fotografischer Objektive und astronomischer Fernrohre umfaßte. Ernst Abbe ist so zum Mitschöpfer der modernen optischen Großindustrie geworden. Optische Instrumente, die an sein Wirken erinnern, sind heute im Optischen Museum Jena zu sehen.

aus ND 12./13. 1. 1980

Wüstenstaub - ein Faktor der Luftverschmutzung

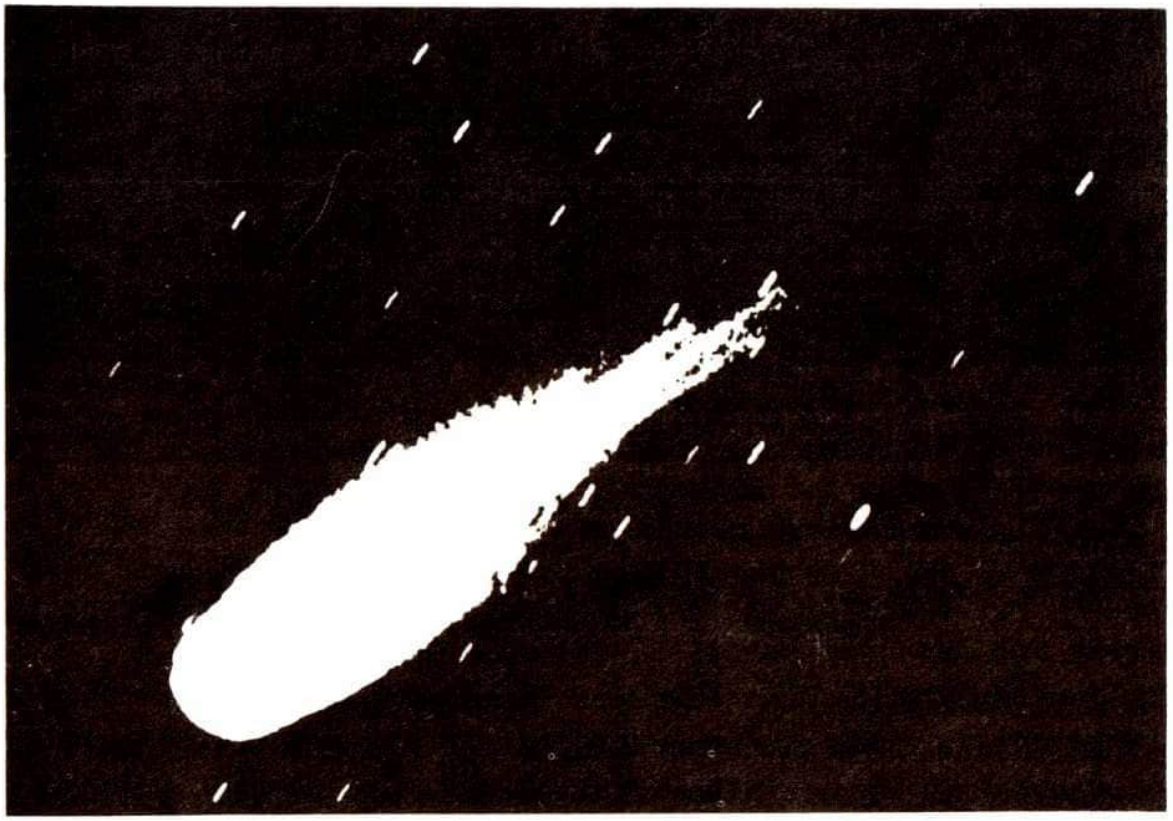
Die Atmosphäre enthält relativ große Mengen an Festkörperteilchen. Solche atmosphärischen Staubteilchen beeinflussen entscheidend die Kondensation und damit Eiskristallbildung sowie auch die elektrischen Eigenschaften der Atmosphäre; sie sind auch an chemischen Reaktionen beteiligt. Diese Festkörperteilchen sind lokal sowie zeitlich (um einige Größenordnungen) verschieden konzentriert. Der Durchmesser solcher Teilchen liegt meist zwischen 10^{-2} und 40 µm. Die Staubkonzentration in der Troposphäre nimmt mit der Höhe und mit der Entfernung von Ballungsgebieten ab. Industrienahe und Wüstengebiete ausgenommen, ist sie nahezu homogen.

Die Wüsten und der von dort transportierte Staub sind eine Gefahr für die Menschen - vor allem in den Siedlungen der Wüstenregionen. In den arabischen Ländern ist die vegetationsarme Erdoberfläche Hauptquelle der Luftverschmutzung. Die über den Wüstengebieten entstehenden staubhaltigen Winde setzen in den Dörfern, in Ställen und Wohnungen große Mengen Staub ab. Tagelange Staubstürme und über Wochen anhaltende staubtragende Winde sind dort (z.B. im Nordsudan, in Ägypten und im westlichen sowie südlichen Irak) nicht selten.

Der Staub in den arabischen Ländern besteht aus feinem Dünensand (Quarzkörnchen), aus Wüstenstaub (einem sehr feinen, auf Grund des Temperaturwechsels - z.B. $-10^{\circ}C$ nachts und $+80^{\circ}C$ tagsüber - ständig entstehenden Verwitterungsprodukt lehmhaltiger Böden) sowie aus Kalksteinpartikeln (im Meer gebildet, an Land gespült und mit den Winden landeinwärts geweht). Die arabische Landbevölkerung benutzt den Wüstenstaub, der angefeuchtet einen kolloiden Schlamm ergibt, traditionsgemäß zum Häuserbau. Die nach dem Trocknen dieses "Putzes" ständig entstehenden Staubpartikel (auch in den Innenräumen) sind eine der Hauptquellen der Umweltbelastung in den

dörflichen Wohnhäusern - zumal Fenster oft fehlen; hinzu kommen dann Kohlendioxidansammlungen in der Raumluft. Messungen des arabischen Meteorologen Lakany ergaben, daß der Staubgehalt der Raumluft dem von Staubschleiern in der Atmosphäre gleichkommt. Das Leben in den Siedlungen der Wüstenregionen wird zunehmend erschwert werden, wenn man keine gezielten Maßnahmen ergreift. Diese könnten u.a. darin bestehen, daß an der dem Wind zugekehrten Seite besonders staubbelasteter Ortschaften Grüngürtel angelegt und zusätzlich bodenbedeckende Pflanzen angebaut werden, sowie im Kalken und Verfestigen der Häuserwände und in geeigneterer Bauweise überhaupt - die auch entsprechende Belüftungsmöglichkeiten einschließt.

aus: Wissenschaft und Fortschritt 3, 1979, 107, leicht gekürzt.



H. Fricke

Optische Instrumente

PHYSIK

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

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

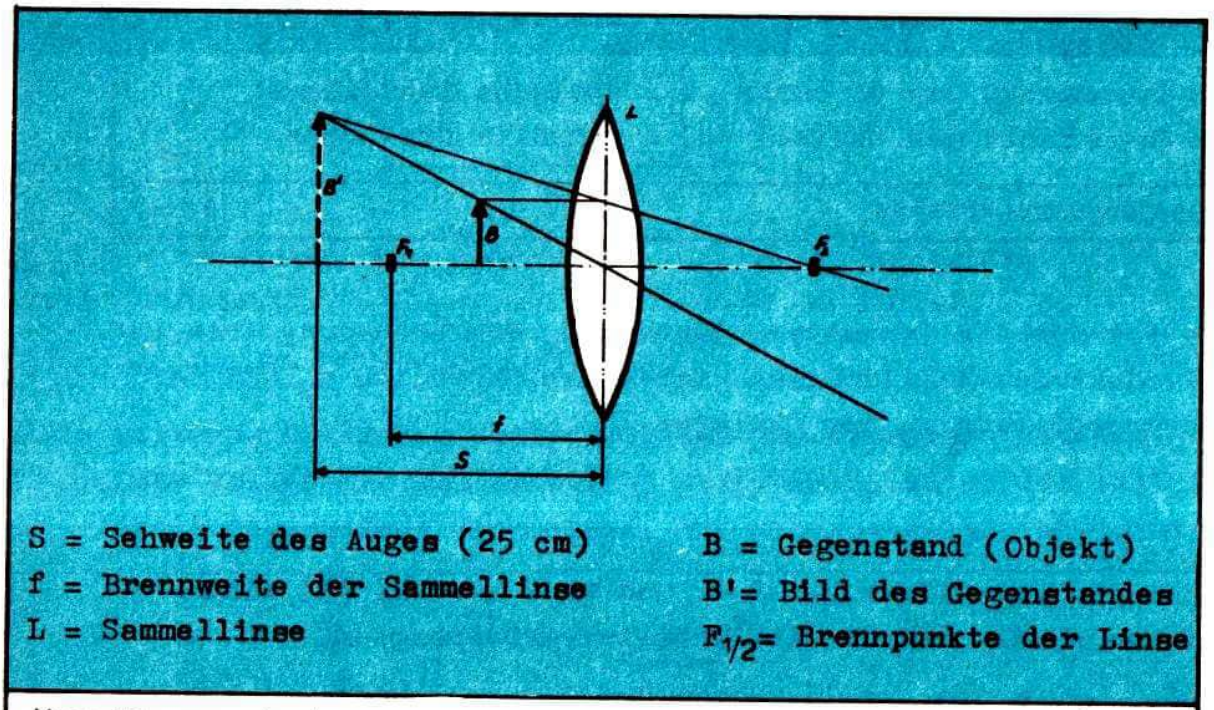
Das von seinem Aufbau her einfachste optische Instrument ist die Lupe. Man verwendet sie, wenn man kleine Objekte unter möglichst großem Sehwinkel betrachten will, denn die getrennte Wahrnehmung zweier benachbarter Punkte ist mit bloßem Auge nicht mehr möglich, wenn der Sehwinkel kleiner als 50 Bogensekunden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

Die Lupe (Abb. 1), die eine einfache Sammellinse darstellt, wirkt, direkt vor das Auge gehalten, so, als ob die Augenlinse zusätzlich gekrümmt wird. Durch diese scheinbar zusätzliche Krümmung wird der Nahpunktabstand, das ist der Abstand, der von dem Normalsichtigen in unmittelbarer Augennähe noch scharf gesehen werden kann und der in der Regel 8 cm vor dem Auge liegt, verringert und der Sehwinkel des Gegenstandes vergrößert sich.

Damit wird das scheinbare Bild in die deutliche Sehweite gerückt. Ein wichtiges Maß für die Wirkung einer Lupe ist die Vergrößerung, die wie folgt definiert wird:

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

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



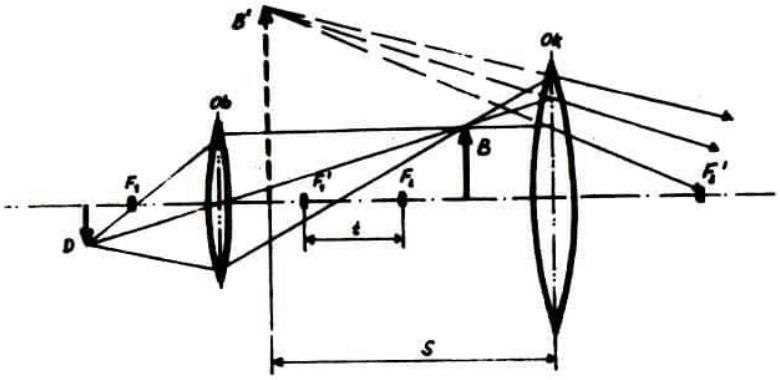
S = Sehweite des Auges (25 cm)
f = Brennweite der Sammellinse
L = Sammellinse
B = Gegenstand (Objekt)
B'= Bild des Gegenstandes
$F_{1/2}$= Brennpunkte der Linse

Vergrößerung der Lupe — Abb.1

Will man sehr kleine Objekte vergrößern, so kommt man mit einer Lupe nicht mehr aus. Das Objekt muß dann mit Hilfe des Mikroskops in zwei Etappen abgebildet werden.

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

Den Abstand zwischen den einander zugekehrten Brennpunkten von Objektiv und Okular bezeichnet man als Tubuslänge t. Diese



D = Gegenstand (Objekt)
Ob = Objektiv
Ok = Okular
F_1 = Brennpunkt des Objektes
F_2 = Brennpunkt des Okulars
B = Zwischenbild
B'= Vergrößerung des Zwischenbildes
t = optische Tubuslänge
S = Sehweite des Auges

Strahlengang im Mikroskop — Abb. 2

Größe ist für die Gesamtvergrößerung V_M von Bedeutung. Sie ist das Produkt des Abbildungsmaßstabes des Objektivs v_1 und der Lupenvergrößerung v_2 der Okulars:

(3) $V_M = v_1 \cdot v_2$

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

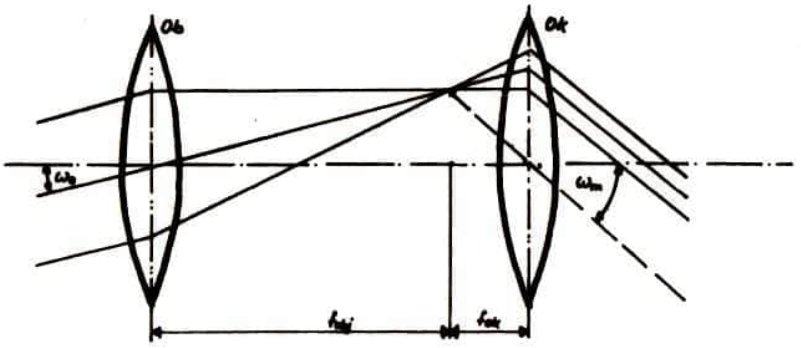
(4) $V_M = \frac{t \cdot S}{f_{obj} \cdot f_{ok}}$.

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

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

dabei ist λ die Wellenlänge des benutzten Lichtes, n der Brechungsindex des Mediums zwischen Objekt und Objektiv und u

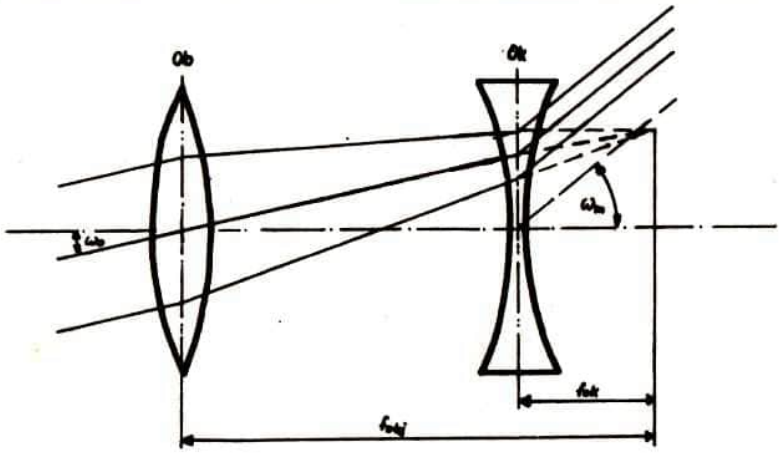
der halbe Öffnungswinkel (Aperturwinkel). Den Ausdruck n sinu bezeichnet man als numerische Apertur des Objektivs; sie stellt ein Maß für das Auflösungsvermögen dar. Hat man bei einem Mikroskop eine sehr starke Vergrößerung und ein kleines Auflösungsvermögen, dann nennt man den Teil der Vergrößerung, der keine neuen Details erkennen läßt, also praktisch sinnlos ist, "leere Vergrößerung".



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

Strahlengang des Keplerschen Fernrohres — Abb.3

Ein weiteres optisches Instrument ist das Fernrohr. Mit dem Fernrohr wollen wir den Sehwinkel vergrößern, unter dem weit entfernte Gegenstände erscheinen. Wir unterscheiden im wesent-



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

Strahlengang des Galileischen Fernrohres — Abb.4

lichen zwei Arten von Fernrohren, das Keplersche und das Galileische Fernrohr. Den Strahlengang des Keplerschen Fernrohres gibt Abbildung 3 wieder.

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

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

Lieber Leser!

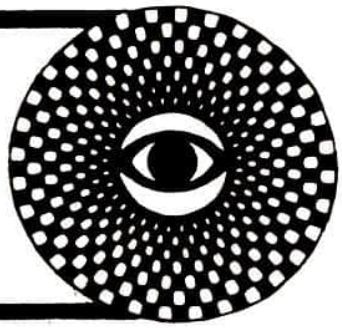
Wir bitten Sie, im Interesse einer störungsfreien Abwicklung des Versandes und der Kontierung der Bezahlung, folgende Hinweise unbedingt zu beachten:

Geben Sie bitte auf allen Einzahlungsbelegen und sonstigem Schriftverkehr grundsätzlich die Adresse an, an die "impuls 68" verschickt wird. Nur unter dieser Adresse sind Sie bei uns registriert.

Bitte vergessen Sie nicht, rechtzeitig Ihr Abonnement zu bezahlen; schließlich sind wir kein "Esel-streck-dich". Anbei liegen, bei einigen von Ihnen, Zahlkarten, damit der Weg zur Sparkasse etwas leichter wird.
Den Lesern, die schon bezahlt haben, danken wir recht herzlich.

Ihre Redaktion "impuls 68"

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Prof. Dr. Hermann Klare

Über die Zuneigung zur Wissenschaft

Wahrscheinlich verkünde ich nichts Überraschendes, wenn ich davon ausgehe, daß es heute mehr denn je notwendig ist, uns zu überlegen und uns zu entscheiden, mit welchen langfristig angelegten Vorhaben und Aufgaben wir uns in dem nächsten Vierteljahrhundert befassen werden. Das gilt für die Entwicklung der politischen Beziehungen, das gilt für die Volkswirtschaft einschließlich der Landwirtschaft, und das gilt insbesondere für die Entwicklung der Wissenschaft. Damit wird aber deutlich, daß unser künftiger Beitrag zur Entwicklung der Wissenschaft und zum wissenschaftlich-technischen und geistigen Fortschritt unserer sozialistischen Gesellschaft ganz beträchtlich vom Wissen, vom Können, von der Intuition, von der Phantasie, vom Fleiß und von der Begeisterungsfähigkeit derjenigen abhängen wird, die heute zur jungen Generation gehören, die noch in die Schule gehen; denn diese bestimmen in den kommenden Jahrzehnten mehr und mehr das internationale Ansehen, die wissenschaftliche und die volkswirtschaftliche Leistungsfähigkeit unserer Republik.

Wenn ich Albert Einstein nun gewissermaßen noch als Kronzeugen anführe, dann liegt das im "Einstein-Jahr" nahe; aber abgesehen davon hat dieser große Physiker und Naturforscher gerade im Hinblick auf unser Thema wirklich Wesentliches zu sagen, was die Erziehung junger Menschen angeht, beispielsweise dies:

"Ohne schöpferische, selbständig denkende und urteilende Persönlichkeiten ist eine Höherentwicklung der Gesellschaft ebenso wenig denkbar, wie die Entwicklung der einzelnen Persönlichkeit ohne den Nährboden der Gemeinschaft."

Damit wollte Einstein zweifellos auch ausdrücken, daß junge Menschen zu "schöpferischen, selbständig denkenden und urteilenden Persönlichkeiten" erzogen und ausgebildet werden müssen, also zu Menschen, in denen die Liebe (oder was mir mehr zusagt), die "Zuneigung" zur Wissenschaft geweckt wird, und zwar so, daß sie möglichst für ihr ganzes Leben wirksam bleibt. Ich meine damit natürlich keineswegs, daß die Schule die Aufgabe hat, jede nur denkbare Art von "Wissenschaftlern" zu erziehen und auszubilden, das wäre natürlich völlig abwegig, ich will damit vielmehr sagen, daß die Erziehung unserer Jugend so früh wie möglich als eine Art "Denkschule" und nicht so sehr als "Lernschule" begriffen wird, in der gelehrt wird und in der die Schüler lernen, Probleme selbst zu erkennen, vernünftige Fragen zu stellen (an sich selbst und an das Kollektiv) und zu beantworten, wobei vor allem das "Selbstdenken" geübt wird "und nicht etwa das "Nach-Denken", das dann leicht ein Nachschwätzen wird", wie Max Steenbeck einmal schrieb.
Es kann sein, daß mir Pädagogen jetzt vorhalten, dies sei eine reichlich graue Theorie und im Alltag der allgemein bildenden Oberschule sehr schwer auszuführen; da müsse man eben infolge der Fülle des Stoffes "lernen, lernen und nochmals lernen"; im übrigen übe und lehre man dabei auch das Selbstdenken. Ich bin mir derartiger Schwierigkeiten durchaus bewußt, und dennoch frage ich dagegen, ob das, was wir tun, im oft beschworenen "Zeitalter der wissenschaftlich-technischen Revolution" denn ausreicht, um unsere Jugend mit der Übung im Denken (und im Nachdenken) auszurüsten, die sie, die wir brauchen, damit möglichst alle am wissenschaftlich-technischen und am geistig - kulturellen Fortschritt aktiv teilhaben und mitwirken; denn das ist doch unser Wunsch und Ziel, wenn wir von einer gebildeten Nation sprechen? Darum brauchen junge Menschen ein richtiges Verhältnis, eben eine Zuneigung, eine Liebe (bitteschön) zur Wissenschaft. Die erwirbt und vermittelt man aber am wirksamsten über eine "Denkschule", über die Anregung und Pflege der Phantasie und über die bewußte Herausforderung zum Fragen-Stellen - vielleicht sogar bisweilen über das In-Frage-Stellen. Selbständiges Denken allgemein und naturwissenschaftliches Denken im besonderen lernt man sicher am besten, wenn man Fragen an die Natur stellt, zuerst gewiß Fragen, die schon beantwortet wurden,

aber trotzdem ist es eine Freude, die Antwort selbst zu finden. Das muß jungen Menschen, so meine ich, beigebracht werden, das müssen sie eben lernen; auch deshalb, damit sie nicht in die Irre gehen, wenn sie beginnen in Frage zu stellen, was die Jugend ja gern tut; denn sie sollen gesicherte Erkenntnisse selbst finden, aber nicht negieren - vielleicht aus Lust am Widerspruch.

Ich bin noch nicht so alt, daß ich nicht mehr wüßte, wieviel wir während meiner Schulzeit glaubten anzweifeln und "umwälzen" zu müssen, und ich bin einigen meiner Lehrer noch heute dankbar dafür, daß sie uns behutsam und geduldig gezeigt haben, wo die wirklichen Probleme lagen, worüber nachzudenken sich lohnte und wie man das am besten (im Hinblick auf das Resultat) tun konnte. Man mag es mir als Chemiker zugute halten, wenn ich meine, daß das Selbstdenken und das Auffinden von Problemen in den Disziplinen Mathematik, Physik, Biologie und Chemie besonders gut gelehrt und geübt werden kann. Ich bin aber überzeugt davon, daß das Gleiche in allen gesellschaftswissenschaftlichen Fächern ebenso möglich ist. Allein die immer wieder notwendigen Fragen und Überlegungen, wenn es um die Erhaltung des Friedens oder um die Politik der Entspannung geht, bieten genügend Stoff für eigenes Denken; denn gerade hier führt das Selbstdenken erst zur Überzeugung, daß und wie jeder einzelne beispielsweise sich für die Erhaltung des Friedens einsetzen kann.

Wenn ich von der Zuneigung zur Wissenschaft spreche, habe ich noch ein anderes Problem im Auge, das nicht nur mir allein einige Sorgen bereitet. Ohne hier die Ursachen dafür untersuchen zu können - dazu fehlt es an Platz - konstatieren wir (d. h. Akademie und Hochschulwesen) eine gewisse Abwehr der Jugend gegen naturwissenschaftlich-technische Berufe, zum mindesten gilt das für Mathematik und Chemie. Es ist kein Geheimnis, daß an den Universitäten und Hochschulen Ausbildungs- und Arbeitsplätze unterbesetzt sind. Hier geht es nun um unsere Verantwortung für den Nachwuchs auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und technischen Wissenschaften, die wir gar nicht ernst genug nehmen können! Dazu möchte ich aus den Erfahrungen eines Lebens als Chemiker noch etwas sagen. Wenn wir in diesem Zusammenhang davon sprechen, die Zuneigung der Jugend zur Wissenschaft, insbesondere zur Naturwissenschaft zu wecken, dann liegt es auch sehr ausgeprägt bei uns, die wir Chemiker, Physiker, Mathematiker oder

Biologen geworden sind, die Jugend für die Naturwissenschaft zu gewinnen und zu begeistern.
Ich möchte die Vertreter der Naturwissenschaften auffordern (ebenso wie alle Naturwissenschaftler in der DDR), dieses Wissen um die Notwendigkeit der Naturwissenschaft und Technik, dieses Wissen um die Notwendigkeit naturwissenschaftlicher Forschung und daraus sich entwickelnder neuer Technik und Technologie immer auf den Lippen zu tragen, um unsere Jugend dafür zu gewinnen und zu begeistern. Wer mit der gehörigen Portion Neugier die Dinge um sich betrachtet, wer Freude am kreativen Schaffen hat, für den ist doch die Naturwissenschaft (und ich finde verständlicherweise besonders die Chemie) eine der schönsten Tätigkeiten, bestehend aus Handwerk, Kunst, schöpferischer Arbeit und Theorie, um zu erkennen, was "die Welt im Innersten zusammenhält". Nebenbei ist die Naturwissenschaft aber auch noch eine Beschäftigung, bei der man meistens jederzeit weiß und auch "greifen" kann, was man getan hat.
Ich meine, dies und noch manches andere müssen wir unserer Jugend beibringen, und wir müssen ihr dabei auch klarmachen, daß nicht die Technik an sich "böse" ist und daß nicht die Technik alle modernen Übel in die Welt gebracht hat, böse und verbrecherisch ist nur der Mißbrauch der Technik. "Denn", so äußerte Akademiemitglied Rita Schober in einem Beitrag, "wissenschaftlich-technischen Fortschritt aufzuhalten, ist unmöglich, heroischer Alleingang des Verzichtes oder der Zurücknahme - wirkungslos. Erfindungen werden gemacht, wenn die Voraussetzungen dafür herangereift sind, ob von diesem oder jedem Wissenschaftler, in diesem oder jenem Land. Man kann den Erkenntnisprozeß nicht stoppen. Man kann nur eins, die Ergebnisse des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, den Grad der Beherrschung der Natur in Einklang bringen mit dem Grad der Beherrschung der Gesellschaft und damit die Voraussetzungen schaffen für eine Synchronisierung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts mit dem geistig-moralischen."
Wie gesagt, ich sehe darin eine große Erziehungsaufgabe der Schulen, der Universitäten, der Hochschulen und der Akademien. Wir müssen bereits in der Schule beginnen, und wir müssen helfen, daß sich der naturwissenschaftliche Unterricht nicht zu sehr in der Theorie erschöpft.
(Aus "spectrum" 7/79 und DLZ 23/79, gekürzt)

physikaufgabe 48

Ein Körper der Masse **m** fällt aus großer Höhe auf die Erde. Dabei wirkt auf ihn die Erdanziehungskraft und eine entgegen der Bewegungsrichtung gerichtete Bremskraft, die proportional zur Geschwindigkeit ist. (Proportionalitätsfaktor k)
Mit welcher Geschwindigkeit trifft der Körper auf die Erde auf?

m = 50kg , k = 100 kg/s

Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

lösung der aufgabe 41 aus heft 10/12.jg.

aufgabe:

Durch ein Rohr (Durchmesser d_1) mit einer Verengung des Durchmessers $d_2 < d_1$ (Venturi-Düse) ströme eine Flüssigkeit. Der Differenz des statischen Druckes an den Stellen der Durchmesser d_1 und d_2 entspreche die Höhendifferenz Δh einer Quecksilbersäule. (Quecksilberdichte ϱ_Q) Man berechne die Strömungsgeschwindigkeit v_1 an den Stellen des normalen Durchmessers d_1 des Rohres! (Dichte der Flüssigkeit ϱ)

lösung:

(1) $p_1 + \frac{\varrho}{2} v_1^2 = p_2 + \frac{\varrho}{2} v_2^2$ (Bernoullische Gleichung)

(2) $\frac{\pi}{4} d_1^2 v_1 = \frac{\pi}{4} d_2^2 v_2$ (Kontinuitätsgleichung)

(3) $p_1 - p_2 = \varrho_Q g \Delta h$ (Schweredruck der Quecksilbersäule)

Aus diesen drei Gleichungen erhält man :

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \varrho_Q g \Delta h}{\varrho \left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1 \right)}}$$

Kritik: "Lieber Meister, Ihrem Orchester fehlt es, wie ich aus der Partitur sehe, erheblich an Blech. Dafür gleicht allerdings das Textbuch diesen Mangel reichlich aus!"

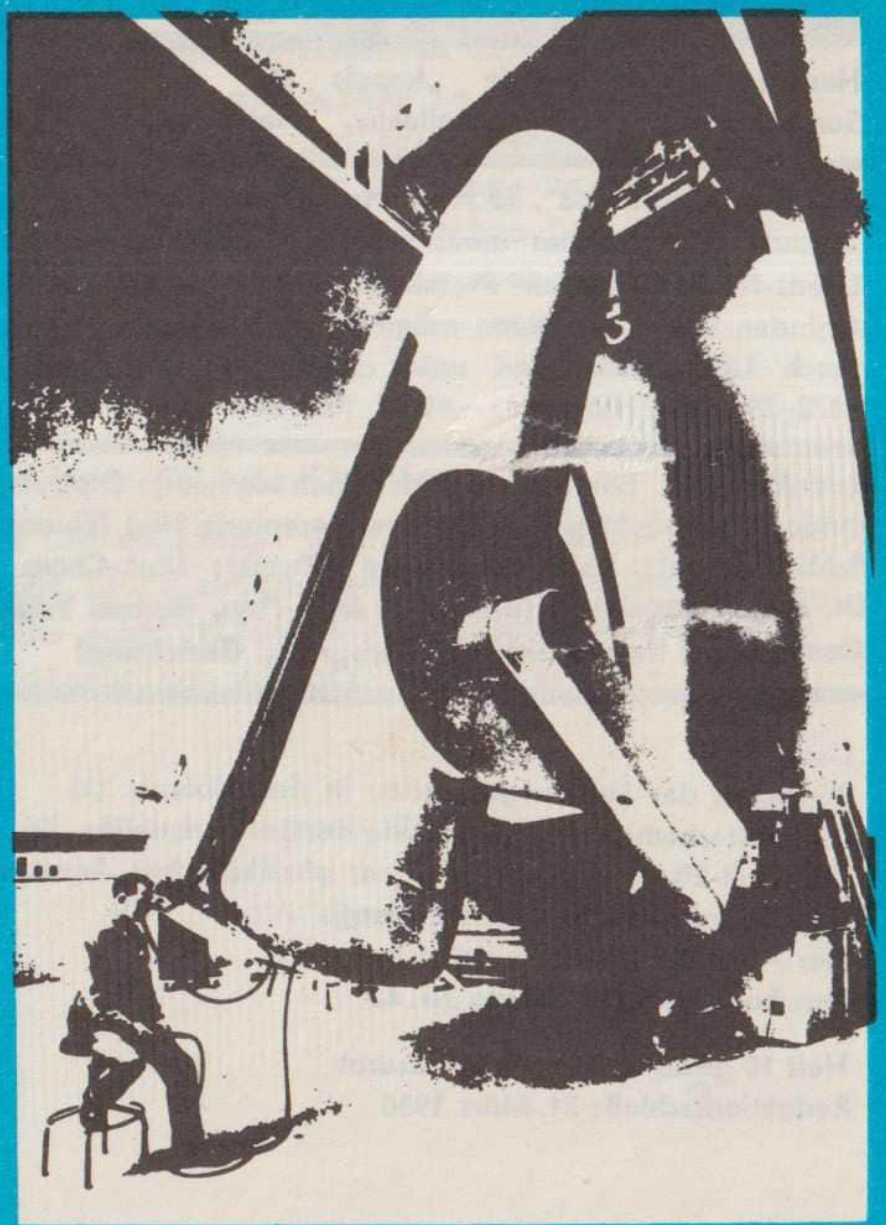
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

13. JAHRGANG (1979/80)

40 Pf

impuls 68

10



Selbstorganisation in Biologie

☆

Sonnenenergie

☆

Hall-Effekt

☆

Bier

Titelbild:

122-cm-Schmidt-Teleskop des Mount-Palomar-Observatoriums (L. G.)

Herausgeber: FDJ-Aktiv „impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni (zehn Hefte) unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir, wenn möglich, um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Wilfried Hild (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Achim Dittmar (Öffentlichkeitsarbeit); Reinhard Meinel (Physik); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Gudrun Vogel (Korrektur); Vera Masurat (Gestaltung); Reiner Luthardt (Fotografie, Gestaltung)

Liebe Leser		3
Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie (2)	PHY	2
Die photochemische Umwandlung der Sonnenenergie (2)	CHE	11
Der Hall-Effekt und einige seiner physikalischen Anwendungen	PHY	15
Inhaltsverzeichnis des 13. Jahrgangs		17
Bier – einmal wissenschaftlich betrachtet		23
Physikaufgabe 49, Lösung Nr. 42		31

Heft 10 gestaltet von Vera Masurat
Redaktionsschluß: 31. März 1980

Liebe Leser

Auch der 13. Jahrgang unseres Blattes wäre also geschafft; das 10. Heft ist Ihnen - hoffentlich fast pünktlich - zugegangen. Man könnte jetzt viel von dem wiederholen, was ich vor einem Jahr an der gleichen Stelle bemerkenswert fand. Aber mir scheint dieses Vorgehen keinesfalls das geistreichste. Deshalb sei nur soviel erwähnt, daß wir uns nicht nur viel vorgenommen, sondern auch einiges erreicht haben: Der Vorbereitungslehrgang für zukünftige Physikstudenten erschien in 7. verbesserter Auflage (Er kann auf Wunsch zugeschickt werden.), des weiteren die neuesten Informationen zum 9. Internationalen Gravitationskongress in Jena, Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie, Neues zum Pluto, Die akustische Kommunikation des Wildschweins, Umweltforschung und Biochemie. Damit sind wir schon fast bei den Sommerferien, zu denen ich Ihnen umseitig noch zwei Tips geben möchte (einen über Sinn und Unsinn des - hoffentlich nicht zuletzt - bei "impuls 68" Gelesenen, den anderen mehr zur aktiven Erholung).

Zuvor aber noch der folgende übliche Hinweis:

Abonnieren Sie "impuls 68" möglichst über eine Sammelbestellung. Ihr Abonnement läuft automatisch weiter, falls bis September 1980 keine schriftliche Abbestellung vorliegt. Und wenn Sie bei uns mitarbeiten wollen: Am besten, Sie studieren in Jena ...

Mit den besten Wünschen

Ihr Eberhard Wilsch

Der Wert der Bildung offenbart sich am deutlichsten, wenn die Gebildeten zu einem Problem, das außerhalb ihrer Bildungsdomäne liegt, das Wort ergreifen.

K.K.

Dr. Gottfried Ietschke
FSU Jena
Sektion Mathematik

Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie (Teil 2 und Schluß)

In dem beschriebenen Würfelspiel war jede Sorte nur durch eine Farbe charakterisiert. Das ist bei Lebewesen sicher eine sehr unvollkommene Charakterisierung. Auch die Eigenschwingungen eines Lasers zeigen unter geeigneten Bedingungen das Phänomen der natürlichen Auslese. Wir müssen genauer nach dem Informationsgehalt einer Einheit fragen, die sich selbst reproduzieren kann. Wie groß die Information ist, die ein Makromolekül, etwa eine Nukleinsäure, enthält, hat die moderne Molekularbiologie recht genau aufgeklärt. Uns interessiert, w i e diese Information entstanden ist und wie ihre Größe durch die Selektion begrenzt ist.

Auch das soll wieder an einem Spiel anschaulich gemacht werden. Die Aminosäuresequenz eines Proteins soll hier durch eine Folge von Buchstaben, einen Satz, dargestellt werden. Den einzelnen Aminosäuren entsprechen die Buchstaben des Alphabetes sowie Leer- und Satzzeichen, der Wertebene der Selektion entspricht hier die Sinnebene des Satzes. Je näher also der Satz einem sinnvollen Satz steht, um so höher soll seine Reproduktionsrate sein. In der Natur ist die Wertebene durch physikalische Eigenschaften vorgegeben, wir müssen dem Computer, der das Spiel simulieren soll, erst einen sinnvollen Satz sagen, z. B.

LERN AUS DEN FEHLERN.

Außerdem legen wir den Selektionsvorteil fest, nämlich, um wieviel besser sich eine Buchstabenfolge reproduzieren soll, die dem Zielsatz um ein Zeichen näher ist als die ursprüngliche Kopie. Das muß eine Zahl größer als Eins sein, etwa $\sigma = 10$. Ansonsten läuft das Spiel in ähnlicher Weise ab wie das Würfelspiel. Wir starten mit 100 zufälligen Anfangsfolgen, die aus jeweils 20 Zeichen bestehen. Nach einem dem Computer eingegebenen

Programm wird jeder "Satz" abgebaut oder reproduziert. Dabei sollen stets 100 (nicht notwendig verschiedene) Sätze vorhanden bleiben. Der Mutation entspricht eine bestimmte Fehlerrate 1-q pro Zeichen, z. B. heißt 1-q = 0,01, daß jedes einhundertste Zeichen falsch kopiert wird und damit (im allgemeinen) ein neuer Satz auftritt. Der Selektionsmechanismus bewirkt, wie im Würfelspiel, daß sich die Sätze durchsetzen, die mit dem Zielsatz möglichst gut übereinstimmen, die Mutationen lassen neue und darunter auch noch bessere Sätze entstehen, die die früheren verdrängen, bis schließlich der Zielsatz irgendwann dominiert und damit im Spiel die Evolution endet. Im Computer wird das alles in Sekundenschnelle realisiert, und an den Ergebnissen vieler Simulationen kann man zwei Fragen beantworten:

1. Wie hängt die Geschwindigkeit der Evolution von der Fehlerrate ab?

In der Abbildung 3 sind in Abhängigkeit von der Fehlerrate jeweils die besten Sätze aufgeschrieben, die nach einer gewissen Laufzeit des Spiels vorhanden sind. Man erkennt daran folgendes: Ohne Fehler zu machen, kann man nicht lernen, aber wenn man zu viele Fehler macht, ist das noch schlimmer! Es gibt eine optimale Fehlerrate, bei der das Ziel der Evolution am schnellsten erreicht wird. Macht man zu viele Fehler, so gibt es eine Schwelle für die Fehlerrate, oberhalb der der Prozeß umklappt und die Fehler sogar angehäuft werden. Man erkennt daran, daß die Evolution offensichtlich deshalb abläuft, weil die Fehler, die das System macht, eine ständige Qualitätsprobe des Erreichten bewir-

Fehlerrate 1-q	Bester Satz (nach einer festen Computerlaufzeit)
0,001	KORN ABS DEN FEDDERN
0,003	LERN AUS!DEN FEHLERR
0,005	LRRN AUS DEN FEHLERN
0,010	LERN AUS DEN FEHLERN
0,015	LERN?AUS DEN FEHLERN
0,020	LERN IUS DER FEHLER.
0,030	?ARA GUY??!NOVEHTUNA

Abb. 3 „Evolution" der Sätze bei verschiedenen Fehlerraten

ken. Macht man dagegen zu wenig Fehler, so kommt es zwar zur Evolution, aber diese verläuft sehr, sehr langsam.

2. Wie hängt die Geschwindigkeit der Evolution vom selektiven Vorteil ab?

Hierauf erhält man die Antwort, daß eine Erhöhung des Selektionsvorteils die Fehlerschwelle nur leicht nach oben verschiebt, die Evolution also im wesentlichen davon abhängt, daß überhaupt ein Vorteil einer Mutante vorhanden ist (also $\sigma > 1$ gilt).
Auch diese Beziehungen lassen sich mathematisch begründen, doch wollen wir nur ein Ergebnis angeben. Der Einfachheit halber sei die Fehlerrate 1-q für alle Positionen der Zeichenfolge gleich. Das bedeutet, q ist die Wahrscheinlichkeit für die richtige Reproduktion eines Zeichens, $q \cdot q \cdot \ldots \cdot q = q^N$ ist die Wahrscheinlichkeit für die exakte Verdoppelung einer Kette von N Buchstaben. Bei gegebenem selektiven Vorteil σ und gegebenem Qualitätsfaktor q muß für die Kettenlänge N die Ungleichung

$$N \leq N_{max} = \frac{\ln \sigma}{1 - q}$$

gelten, wenn die Information nicht zerfließen soll. Setzen wir für σ den Wert 2,7 an, so darf bei einer Kette von 100 Symbolen die Fehlerrate höchstens 1 % betragen, bei 1000 Symbolen nur noch 0,1 %. Ein Coli-Bakterium enthält vier Millionen Zeichen, dann muß die Fehlerrate kleiner als 10^{-6} sein, und beim Menschen mit drei Milliarden Zeichen kleiner als 10^{-9}. Daran erkennt man, daß nicht die chemische Zusammensetzung den Menschen vom Coli-Bakterium unterscheidet (die ist fast die gleiche), sondern die Menge der übertragbaren Informationen und damit die durch die Information repräsentierten Funktionen. Das theoretisch abgeleitete Kriterium wurde auch experimentell überprüft. Bei dem Q-β-Bakteriophagen wurden eine Fehlerrate von $1-q \approx 3 \cdot 10^{-4}$ sowie ein Selektionsvorteil von $\sigma \approx 4$ ermittelt. Damit ergibt sich eine maximale Kettenlänge von $N_{max} \approx 4600$. Tatsächlich liegt die Nukleotidzahl dieses Bakteriophagen bei etwa 4500, die Natur schöpft somit ihre Möglichkeiten voll aus.
Man erkennt auch, daß die maximale Kettenlänge nur logarithmisch vom Selektionsvorteil σ abhängt, der damit N_{max} nicht so sehr beeinflußt wie die Fehlerrate.

Die Übertragungsqualität q eines Symbols ist im wesentlichen durch die molekularen Eigenschaften, durch die für die Übertragung wesentlichen physikalischen und chemischen Wechselwirkungen bestimmt. Diese läßt sich nicht beliebig groß machen, z. B. reicht die Wechselwirkung zwischen Nukleotiden - auf den Wasserstoffbrücken zwischen den komplementären Basenpaaren (A-U bzw. G-C) - nur für einen q-Wert von 0,99 aus. Bei den Nukleinsäuren läßt sich mit q = 0,99 gerade so viel Information anreichern, wie in einer aus etwa 80 Nukleotiden bestehenden Transfer-Nukleinsäure enthalten ist. Wie kommt es aber dann zur Übertragung der Information von riesigen Makromolekülen, etwa des DNS-Stranges? Welche Möglichkeiten hat ein System, dessen Informationsmenge der Symbolübertragungsqualität bereits angepaßt ist? Man braucht dazu offenbar einen höher entwickelten Reproduktionsmechanismus, der in der Lage ist, ganze Einheiten von 100 oder 1000 Symbolen (nahezu) fehlerfrei zu übertragen. Die oben eingeführte Fehlerrate q muß dann durch eine mittlere Fehlerrate $\bar{q}$ ersetzt werden, die nun wesentlich kleiner werden kann. Wie kann aber ein solcher verbesserter Mechanismus entstehen?

Nehmen wir einmal an, ein abgeändertes Computerprogramm unseres Sprachspiels reiche gerade aus, um einzelne Worte zu erhalten. Um dann einen sinnvollen Satz zu reproduzieren, muß zwischen den Worten des Satzes auf der Sinnebene eine Kopplung eingeführt werden, indem beispielsweise die Reproduktion eines Wortes durch die Anwesenheit des entsprechenden vorhergehenden Wortes gefördert wird und damit der Selektionswert eines Wortes in gewisser Weise von den jeweils vorherigen Worten abhängt. In der Natur ist eine solche Wechselwirkung durch Bildung von Komplexen chemischer Reaktionen leicht realisierbar. Aber diese lineare Art der Kopplung reicht immer noch nicht aus, da sich der ganze Vorteil am stärksten auf das letzte Wort der Kette auswirkt. Um den Satz als ganzes zu stabilisieren, muß eine zyklische Kopplung vorliegen, die auch das letzte Wort mit dem ersten verbindet (das ist im Satz LERN AUS DEN FEHLERN symbolisch dadurch nahegelegt, daß die ersten und letzten vier Buchstaben identisch sind). Jetzt zeigt das Computerexperiment, daß die gesamte Information, also alle vier Worte des Satzes in ihrer Reihenfolge, erhalten bleibt, d. h. der Zielsatz unter den vorhandenen Sätzen die dominierende Rolle einnimmt. Solche zyklisch gekoppelten Reproduk-

tionseinheiten nennt EIGEN einen H y p e r z y k l u s , sie stellen einen verbesserten und stabileren Übertragungsmechanismus dar. Natürlich lassen sich dann auch Hyperzyklen auf einer höheren Ebene wieder zyklisch zusammenfassen.

Das Darwinsche Prinzip ist oft als Kampf ums Dasein verstanden worden. Man sollte eigentlich anders formulieren: Die besten Mutanten müssen stets mit ihren e i g e n e n Fehlern konkurrieren. Sie müssen sich gegenüber fehlerhaften Mutanten durchsetzen können, Einheiten entstehen, die noch bessere, angepaßtere Eigenschaften besitzen und ihrerseits hochwachsen. Das Wechselspiel von Mutation und Selektion ist ein ständiger Test eines Systems mit sich selbst.

In der Frühphase der Erde waren nach und nach organische Substanzen und letzten Endes auch Proteine und Nukleinsäuren entstanden. In der folgenden Phase der Selbstorganisation entwickelte sich (im Sinne Darwins) eine natürliche Selektion dieser ersten primitiven, zur Selbstreproduktion fähigen Moleküleinheiten. Es entstanden eine Reihe angepaßter und reproduzierbarer Strukturen, deren Informationsmenge jedoch noch viel zu begrenzt war. Es kam notwendig zu einer Kopplung zwischen Proteinen und Nukleinsäuren, die von hyperzyklischer Natur gewesen sein muß. Auf dieser Stufe konnten jetzt verschiedene Hyperzyklen miteinander konkurrieren. Ein Hyperzyklus besitzt aber eine andere Vermehrungsstrategie, die ab einer gewissen Grenze auch nicht mehr das Hochwachsen neuer und unter Umständen besserer Mechanismen erlaubt. Das einmal in größerer Menge entstandene Übertragungssystem wurde zwar durch weitere Selektion im Feinbau verbessert, erlaubte aber nicht mehr das Entstehen anderer Typen von Hyperzyklen. Auf diese Weise entstand ein einheitlicher Reproduktionsmechanismus, der in seiner konkreten Form wohl zufällig ist, aber mit Notwendigkeit alle anderen ausschaltet. Damit gewinnen wir auch den Schlüssel zum Verständnis für die Universalität des genetischen Codes in der belebten Materie.

Andere Mechanismen, auf die hier nicht mehr eingegangen werden soll, erlaubten dann wiederum die Entstehung einer neuen übergeordneten, reproduktionsfähigen Einheit, der Zelle. Dieser Prozeß war ebenfalls zwangsläufig, obgleich er für die Zelltypen mehrere Alternativen zuließ. Die Evolution der Arten im Sinne Darwins konnte beginnen.

MOSAIK

Isotope orten Kohle

Ein radiometrisches Anzeigegerät zur schnellen und exakten Ermittlung der Grenze zwischen Abraumdicke und Kohle haben Ingenieure des Braunkohlenkombinates Lauchhammer und der TU Dresden entwickelt. Der "Isotopenkundschafter" hilft Baggerfahrern und Technologen, die Fahrweise der Fördergeräte auf höchstmögliche Ausnutzung des Kohleflötzes einzustellen. In vielen Tagebauen bereitet das genaue Ermitteln dieser geologischen Grenze Schwierigkeiten. Entweder gelangt wertvoller Brennstoff auf die Kippe oder die Rohkohle verliert an Heizwert, wenn sie mit Sand vermischt aus der Grube gefördert wird.

Größere Erträge durch Kohlendioxidgaben

In Experimenten zur Nutzung von Kohlendioxid im Gartenbau an der Universität für Agrarwissenschaften in Keszthely (Westungarn) konnte bei Kopfsalat nach einmonatiger CO_2-Behandlung eine um 20–25 % höhere Masse und ein Rückgang der Anzuchtzeit von drei bis fünf Tagen festgestellt werden. Mit Tomaten- und Gurkenkulturen wurden bei sechs- bis zehnfachen Kohlendioxidgaben bis zu 25 % höhere Erträge erzielt.

Benzin aus Autoreifen

Benzin aus Autoreifen wollen polnische Experten nach technologischen Prozessen erzeugen, die im Forschungs- und Entwicklungszentrum der Raffinerieindustrie Ptock gemeinsam mit einer Technischen Hochschule entwickelt wurden. Durch die thermische Zersetzung des Kautschuks sollen auch verschiedene Kohlenwasserstoffe gewonnen werden.

Dr. Peter Renner

Die photochemische Umwandlung der Sonnenenergie (Teil 2 und Schluß)

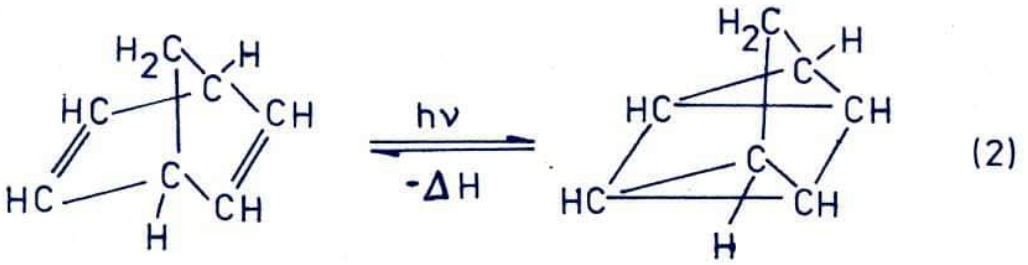
CHEMIE

Im folgenden wollen wir uns nun mit einigen speziellen photochemischen Reaktionen bzw. Prozessen befassen. Für uns alle am geläufigsten, zumindest dem Namen nach, ist eine täglich weltweit im 100 000-Tonnen-Maßstab ablaufende photochemische Energieumwandlung, nämlich die Photosynthese der Pflanzen, also die Bildung von Glucose aus Kohlendioxid und Wasser. So beträgt in tropischen Vegetationszonen die photosynthetische Kohlenstoffixierung etwa 1 kg pro Quadratmeter im Jahr. Die dabei stattfindenden recht komplizierten Prozesse sind heute weitestgehend aufgeklärt und sollen hier auch nicht näher betrachtet werden. Lediglich soll auf einen Aspekt hingewiesen werden, der für die Energiegewinnung in Ländern mit dafür günstigen klimatischen Bedingungen von Bedeutung sein könnte, nämlich die Weiterverarbeitung von photosynthetisch erzeugten Kohlehydraten durch alkoholische Gärung, die bei weiter steigenden Preisen für Erdöl und Erdgas durchaus rentabel werden kann. Das dabei erzeugte Ethanol kann einmal direkt als Treibstoff verwendet werden, weiterhin ist durch Dehydratisierung Ethylen erhältlich, einer der wichtigsten Grundstoffe der chemischen Industrie. Brasilien hat, da die klimatischen Verhältnisse dort besonders günstig sind, bereits damit begonnen, diese Möglichkeit zu nutzen. 1980 sollen aus Zuckerrohr 4 Milliarden Liter Ethanol produziert werden. Neben Ethanol können auch weitere Verbindungen durch Gärungsprozesse gewonnen werden.

Obwohl die Photosynthese eine komplizierte Verknüpfung vielfältiger Reaktionen darstellt, fehlte es nicht an Versuchen, die Vorgänge an künstlichen Modellsystemen außerhalb lebender Pflanzen nachzuahmen. Ein anderer Weg, der nicht ganz aussichtslos erscheint, ist die Nutzung einfacher unimolekularer

photochemischer Reaktionen zur Energiespeicherung in organischen oder anorganischen Molekülen, z. B. nach Gleichung (1).

Ein schon seit langem bekanntes und immer wieder zitiertes Beispiel hierfür ist die intramolekulare Photoaddition von Norbornadien zu Quadricyclan (s. Gleichung 2).



(2)

$-\Delta H$ = Wärmeabgabe

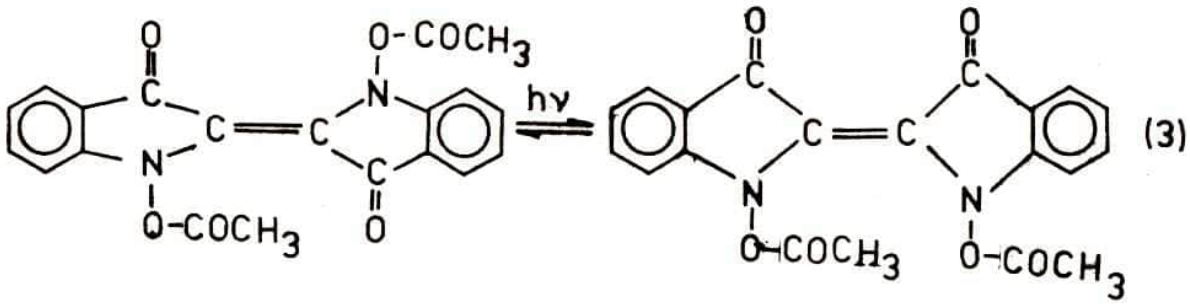
Bei dieser Photoaddition werden die beiden Doppelbindungen des ungesättigten Kohlenwasserstoffes aufgebrochen, und es entstehen zwei neue Einfachbindungen unter Ausbildung eines zusätzlichen Ringes.

Voraussetzung für den Ablauf einer photochemischen Reaktion ist es nun, daß die Ausgangsverbindung auch das Licht der eingestrahlten Wellenlänge absorbieren kann, im Falle des sichtbaren Bereiches also eine bestimmte Farbe besitzt (eine gelbe Verbindung beispielsweise absorbiert im kurzwelligen blauen Teil des Spektrums, also etwa um 400-450 nm). Farblose Verbindungen, wie auch unser Beispiel Norbornadien, besitzen im sichtbaren Teil des Spektrums keine Absorptionsbanden, sondern nur im ultravioletten. Der UV-Anteil des Sonnenlichtes macht aber nur einen ganz geringen Prozentsatz aus, so daß das System recht uneffektiv arbeiten würde. Man bedient sich deshalb eines "Tricks", der sogenannten Sensibilisierung, ohne die beispielsweise die Farbfotografie kaum denkbar **wäre** (auch die Farbfotografie nutzt die Lichtempfindlichkeit der Silberhalogenide, die jedoch nur im kurzwelligen und UV-Teil des Spektrums liegt). Man setzt dabei Farbstoffe, genannt Sensibilisatoren, zu, welche nun - da sie sichtbares Licht absorbieren können - dessen Energie aufnehmen und an den eigentlichen Reaktionspartner abgeben, ohne dabei selbst chemisch verändert zu werden.

Kehren wir zu unserem Beispiel, dem Quadricyclan, zurück. Dieses kann mit Hilfe eines Katalysators wieder in die Ausgangsverbindung, das Norbornadien, zurückverwandelt werden, wobei eine spontane Erhitzung auf etwa 110°C stattfindet.

Der Kreislauf kann nun von neuem beginnen. Die Anzahl der möglichen Reaktionscyclen hängt sehr stark von der Ausbeute der Teilreaktionen ab. Berechnungen ergaben, daß 10 000 l Norbornadien soviel Energie speichern können (in einem Cyclus) wie bei der Verbrennung von 200 l Heizöl frei werden.

Als ein weiteres Beispiel für Möglichkeiten der Solarenergiespeicherung wollen wir die photochemische trans-cis-Isomerisierung des Diacetylindigo betrachten (Gleichung 3).



(3)

trans cis

Indigo ist ein schon seit dem Altertum zum Färben von Wolle verwendeter blauer Farbstoff, der zuerst aus dem Indigostrauch (Indigofera tinctoria), seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts aber synthetisch gewonnen wird. Der Unterschied dieses Farbstoffes zu der hier eingesetzten Verbindung besteht lediglich darin, daß beim Diacetylindigo anstelle der H-Atome am Stickstoff sich jeweils eine $-O-COCH_3$-Gruppe befindet. Im Zentrum des Moleküls befindet sich eine C=C-Doppelbindung, um welche die beiden Molekülhälften nicht frei drehbar sind, d.h. die beiden $-O-COCH_3$-Gruppen können sich einmal auf derselben Seite der Doppelbindung befinden und zum anderen diagonal gegenüberstehen. Dabei ist die cis-Form die energiereichere, denn hier behindern sich die beiden Acetylgruppen sterisch viel stärker als im trans-isomeren. Durch Einstrahlung von Licht ist es nun möglich, die energiereichere cis-Form aus der trans-Verbindung zu erhalten. Dabei kommt uns hier noch zugute, daß die Verbindung selbst stark gefärbt ist, also den größten Teil des Sonnenlichtes absorbieren kann, ohne daß Sen-

sibilisatoren erforderlich sind. Dem stehen jedoch auch wieder einige schwerwiegende Nachteile gegenüber, so z. B. die geringe Quantenausbeute der Photoreaktion und die schlechte Wasserlöslichkeit der Indigoderivate.

Die gespeicherte chemische Energie kann bei der Rückisomerisierung zur trans-Form als Wärme gewonnen werden.

So optimistisch die hier vorgestellte Verfahrensweise auch anmuten mag, muß doch ausdrücklich betont werden, daß sich die Untersuchungen dazu noch im Laborstadium befinden und noch eine ganze Reihe von Problemen, die hier nicht genannt werden konnten, zu lösen sind, bevor man an technologische Nutzungsvarianten denken kann.

Ich kenne keine schwerere Lektüre als die leichte. Die Phantasie stößt an die Gegenständlichkeiten und ermüdet zu bald, um auch nur selbsttätig weiterzuarbeiten. Man durchfliegt die Zeilen, in denen eine Gartenmauer beschrieben wird, und der Geist weilt auf einem Ozean. Wie genußvoll wäre die freiwillige Fahrt, wenn nicht gerade zur Unzeit das steuerlose Schiff wieder an der Gartenmauer zerschellte. Die schwere Lektüre bietet Gefahren, die man übersehen kann. Sie spannt die Kraft an, während die andere die Kraft frei macht und sich selbst überläßt. Schwere Lektüre kann eine Gefahr für schwache Kraft sein. Leichter ist starke Kraft die Gefahr. Jener muß der Geist gewachsen sein; diese ist dem Geist nicht gewachsen.

K. Kraus

H. Pößel

Der Hall-Effekt und einige seiner physikalischen Anwendungen

PHYSIK

Wir wollen uns in diesem Artikel einem Effekt zuwenden, der unter Mitwirkung eines Magnetfeldes auftritt. Es handelt sich um den Halleffekt [+]. Ihn wollen wir uns mit Hilfe eines relativ einfachen Experimentes klarmachen.
Im Anschluß daran beschäftigen wir uns mit der klassischen theoretischen Erklärung und einigen Anwendungen dieses Effektes in der Praxis.
Zunächst zu unserem Experiment:
Wir legen eine metallische Platte (etwa Wismut) mit der Dicke d, der Breite b und der Länge l in einen Stromkreis (Abb. 1).

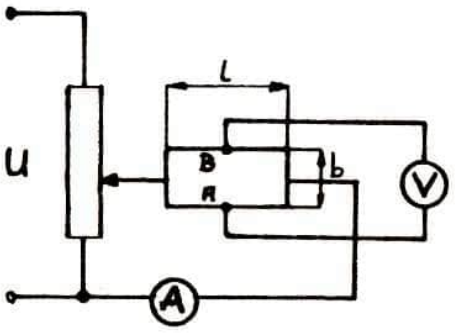


Abb.1

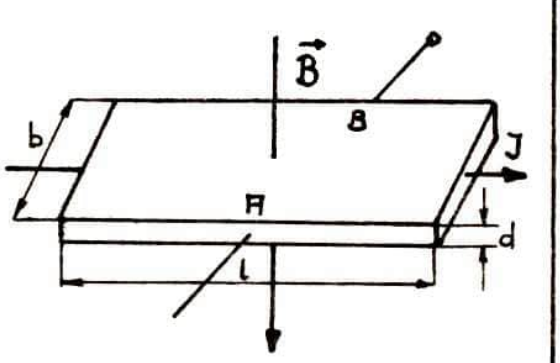


Abb.2

An der Platte sind seitlich zwei Kontakte (A und B) angebracht, die sich genau gegenüberstehen sollen. An diese Kontakte legen wir ein Voltmeter. Ein Blick auf das angeschlossene Voltmeter zeigt, daß zwischen den Punkten A und B keine Spannung herrscht. Dies ändert sich, wenn die Platte senkrecht von einem Magnetfeld der Kraftflußdichte $\vec{B}$ durchsetzt wird (Abb. 2). Die angezeigte Potentialdifferenz wollen wir Hall-Spannung nennen.
Der soeben geschilderte Effekt ist als Hall-Effekt bekannt.

Offensichtlich ist das Magnetfeld die Ursache für das Auftreten der Hall-Spannung. Kommen wir nun zur Erklärung dieser physikalischen Erscheinung. Für den Ladungstransport in der Hall-Probe sind die quasifreien Elektronen verantwortlich, die eine große kinetische Energie und damit auch eine große mittlere Geschwindigkeit besitzen.
Wir betrachten die Kräfte, die auf ein Leitungselektron in der Probe wirken. Dazu unterscheiden wir zwei Fälle:

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

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

$$\vec{K} = e\vec{E} \qquad (1)$$

die die Elektronen beschleunigt. Ihr entgegen wirkt eine Reibungskraft, die durch die Zusammenstöße der Elektronen mit den anderen Gitterbausteinen zustande kommt. Diese Reibungskraft ist der Geschwindigkeit der Leitungselektronen direkt proportional. Die Reibungskraft hat zur Folge, daß die Elektronen eine konstante Wanderungsgeschwindigkeit annehmen.
Wir wollen uns jetzt dem Strom zuwenden, der durch die Hall-Probe fließt. Er ist gegeben durch:

$$J = \frac{Q}{t} \qquad (2)$$

Hierin bedeutet: Q = N . e, wobei N die Gesamtzahl der Leitungselektronen und e die Elementarladung ist. t ist die Zeit, die ein Elektron zum "Durchlaufen" der Hall-Probe benötigt. Gleichung (2) behandeln wir weiter, indem wir die Zeit t durch die Geschwindigkeit v_e der Elektronen und den Weg l ausdrücken. Ersetzen wir Q durch die Leitungselektronendichte n, so erhalten wir

$$J = \frac{Nev_e}{l} = \frac{nev_e lbd}{l} = nev_e bd \qquad (3)$$

Nach Division durch die Querschnittsfläche F = b · d ergibt sich die Stromdichte j.

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

weiter auf Seite 20

„impuls 68" 13. JAHRGANG

Ergänzung des Inhaltsverzeichnisses aus Heft 10, 12. Jahrgang

Titel	Verfasser	Heft	Seite
Physik/Astronomie			
Elektronenstrahllithografie	H.Nebelung	1	5
Das Multispektralsystem des Kombinats VEB Carl Zeiss JENA		1	13
Die akustische Kommunikation des Wildschweins	F.Klingholz	2	3
Pluto - Außenseiter im Sonnensystem	L.Grunwaldt	2	17
Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski - ein Begründer der modernen Weltraumfahrt	R.Luthardt	3	3
Kollisionsschutz-Funkmeßeinrichtung, eine moderne militärtechnische Anwendung des Radars	S.Großwig/T.Christoph	3	15
Das Leben eines großen Gelehrten - Gersch Iskowitsch Budker		4	7
Azur und Morgenrot I	S.Beyersdorfer	4	20
II		5	3
Uranus - ein Ringplanet	R.Luthardt	5	17
Goethe contra Newton	W.König	6	3
Neutrinoastronomie - Blick ins Innere der Sonne	L.Grunwaldt	6	17
Alltagsphysik: Ladungstrennung in einer Gewitterwolke		7	3
Wärme steuert Prozesse		7	23
Der physikalische Begriff der Relaxation	H.-J. Behrens	8	11
Prinzipien der Selbstorganisation in der Biologie I	G.Jetschke	9	3
II		10	5
Von der Seismologie	R.Maaz	9	13
Ernst Abbe - wissenschaftlicher Mitschöpfer einer modernen Großindustrie		9	17

Optische Instrumente	H.Fricke	9	22
Der Hall-Effekt und einige seiner physikalischen Anwendungen	H.Pößel	10	15

Chemie

Edelsteine		1	21
Alltagschemie: Verbindungen des Fluors und deren Anwendungen	H.Bartels	2	23
Chemische Kampfstoffe - Chemische Struktur, Analytik und Wirkungsweise I	M.Müller/D.Klemm	3	10
II	L.Haase/K.Bellstedt H.Räthe	4	11
Umweltforschung und Biochemie	D.Schlee	6	23
Was ist Metallorganochemie I	B.Nestler	7	7
II		8	7
Die Diamantsynthese	P.Renner	8	25
Die photochemische Umwandlung der Sonnenenergie I	P.Renner	9	9
II		10	11
Bier - einmal wissenschaftlich betrachtet	P.Atrat	10	23

Biologie

Laufkäfer	E.Arndt	1	17
Die Entdeckung des Penicillins	A.Voigt	2	13
Schützt alles Lebende	M.Tscherkassowa	3	23
Pränatale Diagnostik	R.Hauschild	4	3
Mikrobiologische Industrie ein neuer Industriezweig entsteht	W.Fritsche	5	11
Die Pilzkulturensammlung der Sektion Biologie	P.Hübsch	6	11

Zur Rolle des Chlorophylls bei der Photosynthese der Pflanze	I	F.Lux	7	13
	II		8	3

Dokumentation für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Energie aus dem All	J.Soritsch	1	27
Einsteins Beitrag zum wissenschaftlichen Weltbild	F.Haney	2	10
1949 - 1979 - Ein Stück Geschichte der Sektion Physik der FSU Jena	B.Schröder	2	28
Auf der Spitze eines Strahls in den Weltraum	J.Soritsch	3	27
Professor und Student	P.L.Kapiza	5	25
Wie zufällig entsteht Leben	E.Welsch	6	27
Kunst undwissenschaftliches Zeitalter		7	26
Über die Zuneigung zur Wissenschaft	H.Klare	9	27

Aus dem Ohmschen Gesetz folgt für die spezifische Leitfähigkeit

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

Die Wanderungsgeschwindigkeit der Elektronen ist der anliegenden Feldstärke proportional:

$$v_e = \mu E \qquad (6)$$

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

$$\sigma = n e \mu \qquad (7)$$

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

Bei der Wirkung eines $\vec{B}$-Feldes auf die Hall-Probe kommt es zum Auftreten des Hall-Effektes.
Das erklärt sich dadurch, daß auf die Leitungselektronen neben den schon genannten Kräften eine Lorentzkraft $\vec{K}_L$ wirkt, die zum $\vec{B}$-Feld und zur Geschwindigkeit der quasifreien Elektronen $\vec{v}_e$ senkrecht steht.

$$\vec{K}_L = e[\vec{v}_e \times \vec{B}] \quad \text{also} \quad \vec{K}_L = e\,\vec{v}_e\,\vec{B}\sin(\vec{v}_e, B)$$

$$\sin(\vec{v}_e, \vec{B}) = \sin 90° = 1 \qquad (8)$$

$$K_L = e\,v_e\,B$$

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

Mit anderen Worten:
Durch die Wirkung der Lorentzkraft werden die Leitungselektronen auf der einen Seite der Probe zusammengedrängt, d.h. die eine Seite der Probe ist gegenüber der anderen Seite negativ aufgeladen, so daß es zwischen A und B zu einer Potentialdif-

ferenz, der Hall-Spannung, kommt (Abb. 3).

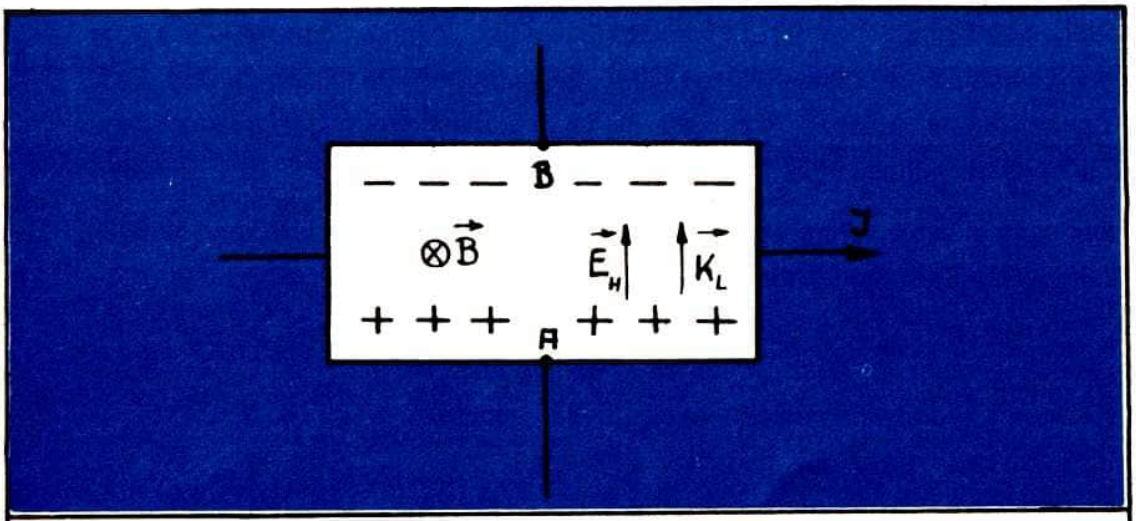


Abb. 3

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

$$e E_H = e v_e B \qquad E_H = v_e B \tag{9}$$

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

$$U_H = b \cdot v_e \cdot B \tag{10}$$

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

$$U_H = \frac{1}{n e} \frac{I B}{d} = C \frac{I B}{d} \tag{11}$$

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

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

Eine andere Anwendung beruht auf der Tatsache, daß in die Formel für die Hall-Spannung zwei elektromagnetische Größen (I und B) multiplikativ eingehen. Da man diese Größen variieren kann, können elektromagnetische Größen durch einen Hall-Generator multiplikativ miteinander verknüpft werden.
Man verfährt dabei nach folgendem Schema:
Die zwei zu multiplizierenden Größen (X_1 und X_2) müssen den Bedingungen $X_1 \sim I$ und $X_2 \sim B$ genügen. Wird X_1 um das n-fache und X_2 um das m-fache vergrößert, so vergrößert sich auch I um das n-fache und B um das m-fache. Die Hall-Spannung würde sich hierbei um das $n \cdot m$-fache vergrößern.

Der geschilderte Prozeß entspräche der Multiplikation $n \cdot m$. Hall-Multiplikatoren besitzen die Eigenschaft einer nahezu trägheitslosen Arbeitsweise. Sie finden deshalb in elektronischen Analogrechnern Verwendung.
Der Hall-Effekt ist ein typisches Beispiel dafür, daß physikalische Erscheinungen, deren theoretische Deutung lange Zeit bekannt ist, erst in jüngerer Zeit, bedingt durch neue Werkstoffe, Technologien usw., eine größere praktische Bedeutung erlangt haben.

Wiederabdruck vom 5.Jahrgang

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

TIP:

Überlegen wird man durch Überlegen!

Bier - einmal wissenschaftlich betrachtet

Peter Atrat

Erschrecken Sie bitte nicht, liebe Leser, wir wollen Sie keinesfalls zum Biertrinken verleiten, sondern Sie lediglich in einer populärwissenschaftlichen Plauderei in Ergänzung zum Chemie- und Biologieunterricht mit Werdegang, Eigenschaften und Tücken dieses, eines "Feindes" unserer modernen Zeit, vertraut machen. (Keine Angst Bierliebhaber! Auch für Sie wird es interessante Informationen geben!)

Apropos, moderne Zeit? So modern ist Bier gar nicht!

Bereits im alten Babylon wurde etwa 2500 v.u.Z. ein "Bierartiges Getränk" gebraut. In den Gesetzen des Hammurabi (1728 - 1686 v.u.Z.) war der Ausschank von Bier bereits ordnungsgemäß geregelt. Dagegen brachte in den Mittelmeerländern Wein mehr Geld ein, also sagt hier die Geschichte so gut wie nichts zum Bier aus. Tacitus erwähnte im 1. Jhdt. u.Z. das Bier als das Getränk der Germanen. Sehr durstige und gewitzte Kenner bauten eigene Hausbrauereien. Besonders gut verstand man sich in Klöstern auf das Bierbrauen. Von hier aus wurde die Entwicklung im wesentlichen bestimmt.

Selbstverständlich brauchte man auch damals schon eine schriftliche Genehmigung, die sogenannte Braugerechtsame. Bier wurde damals mit Brot verglichen. Da der Gemüse- und Kartoffelanbau in Europa noch nicht bekannt war, benutzte man Bier zur Herstellung feiner Speisen. (Beliebt: Bier-Suppen!)

Im Mittelalter haben sich einige Biersorten ob ihrer Wirksamkeit und Güte besonders hervorgetan, so z.B. die "Braunschweiger Mumme", das "Grätzer", der "Quedlinburger" und "Einbecker Bier". Da man sich auch zu dieser Zeit schon darauf verstand, möglichst viel an seiner Ware zu verdienen, machte ein einflußreicher bayrischer Bierkenner im Jahre 1516 seine Stimme geltend und forderte kategorisch:

"Bier darf nur aus Malz, Hopfen, Wasser und Hefe hergestellt werden". Dieses wurde Gesetz und den Schwindlern legte man so ihr Handwerk.

Jetzt aber zum eigentlichen Thema:

Definition:

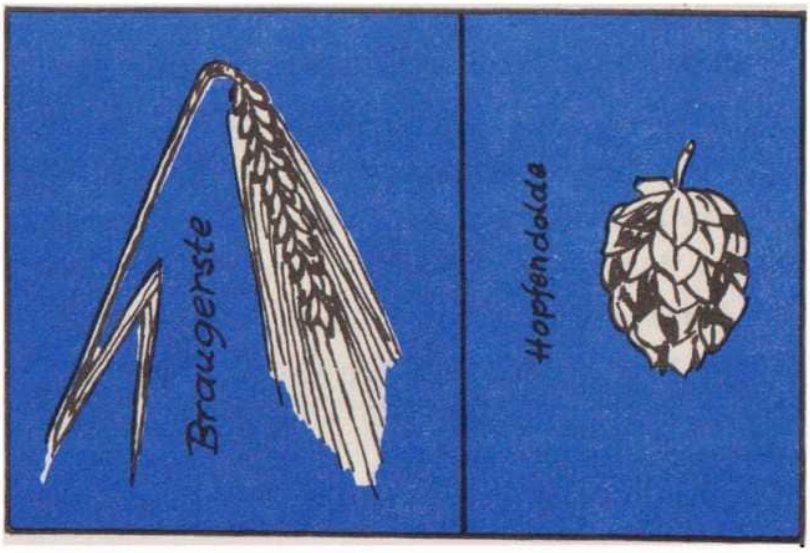
Nach der TGL 7764 ist Bier ein "gegorenes und moussierendes (schäumendes), auf der Grundlage von Malz, Hopfen, Hefe und Wasser hergestelltes Getränk". Eine andere, für den Hausgebrauch zu verwendende Definition lautet: "Bier ist gehopfter und anschließend vergorener Malzextrakt".

Zur Herstellung:

Im folgenden wollen wir uns an nebenstehendem Fließbild orientieren. Dem aufmerksamen Leser wird bereits auffallen, daß es sich auch bei der Bierherstellung nicht um ein technisches Verfahren schlechthin handelt, sondern daß es sich wie auch bei anderen Prozessen in der Volkswirtschaft um äußerst komplexe Beziehungen zu anderen Industriezweigen und Bereichen handelt.

Die Rohstoffe:

Rohstoffe für die Bierherstellung sind Hopfen, Gerste, Wasser, Rohfrucht und Hefe (für Spezialbiere auch Weizen, Zucker u.a. Stoffe). HOPFEN (humulus lupulus) ist eine kletternde Staudenpflanze der Familie der Hanfgewächse. Die weiblichen Blütenzapfen (Dolden)liefern die für das Bier erforderlichen Aromen und Bitterstoffe. Die wichtigsten davon sind das Hopfendrüsenmehl (Lupulin), ätherische Öle und Harze .



Die Qualität der GERSTE besitzt für die Bierherstellung eine ausschlaggebende Bedeutung. Es wird vorwiegend eine zweizeilige, extraktreiche und eiweißarme Gerstensorte (Braugerste) verwendet. (Der für die Bierherstellung wichtigste Bestandteil des Gerstenkornes ist der Mehlkörper). Fast die gesamte Gerste kommt als Malz zum Einsatz, welches im wesentlichen durch Keimen der Gerste gewonnen wird; sogenannte ROHFRUCHT kommt zum Einsatz, um den Extraktgehalt der Würze (s.u.) und die Effektivität des Brauens zu erhöhen. In den meisten Fällen verwendet man den stärkereichen Reis.

Auch das WASSER ist für die Bierherstellung von entscheidender Bedeutung. So sollen z.B. der pH-Wert nicht über 7 liegen, die Sulfathärte möglichst hoch und die Carbonat- und Bicarbonathärte möglichst niedrig liegen. Ein gewisser Gehalt an NaCl wirkt sich positiv und bereits geringe Mengen an Fe^{3+}-Ionen äußerst negativ auf die Qualität des Bieres aus. In der Brauerei gelangen verschiedene Arten von BIERHEFE (Saccharomyces Cerevisiae) zum Einsatz. Die wichtigste ist hierbei eine sogenannte untergärige Hefe, die sich nach dem Gärungsprozeß als Schicht auf dem Boden des Gefäßes absetzt.

Zum Werdegang des Bieres

Falls Sie, geschätzter Leser, diesen Beitrag immer noch nicht in den Papierkorb geworfen haben, möchte ich Sie höflichst bitten, gemeinsam mit mir einen Bummel durch eine Mälzerei und eine Brauerei zu unternehmen. (Bitte am Fließbild orientieren!)

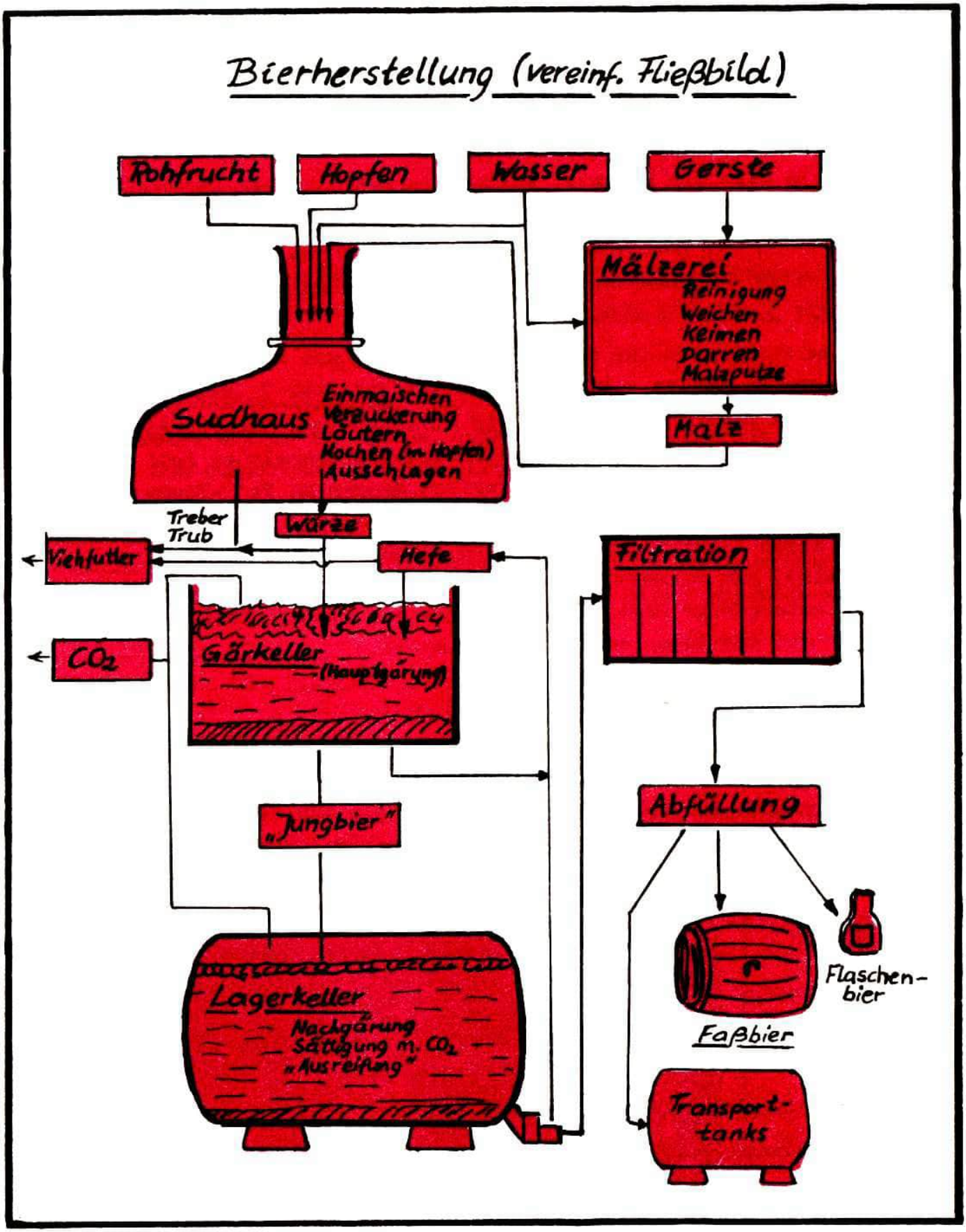
In der Mälzerei wird die Gerste durch einen Keimprozeß und anschließende Wärmebehandlung (Darren) in Malz umgewandelt.

Die wichtigsten Ergebnisse sind hierbei:

1. Bildung und Aktivierung von Enzymen, insbesondere die stärkeabbauenden Amylasen (durch den Keimling)
2. Entstehung von Aromastoffen
3. Umwandlungen am Mehlkörper

Das so entstandene Braumalz besitzt je nach Typ eine mehr oder weniger braune Färbung, einen süßlichen Geschmack und einen angenehmen Malzgeruch. (Übrigens, unter Malz versteht

Bierherstellung (vereinf. Fließbild)



man generell ein zum Keimen gebrachtes Getreide).
Eine der ersten Abteilungen einer Brauerei ist das sogenannte Sudhaus. Hier wird das geschrotene Malz zusammen mit Rohfrucht und Wasser einem Maischprozeß unterworfen. Die wichtigsten Vorgänge sind hierbei folgende:

1. Abbau der Stärke durch die obengenannten Amylasen zu Maltose (vergärbar) und Dextrinen.
(optimale Temperatur = 65 °C):

$$(C_6H_{10}O_5)_n \xrightarrow[+\ \frac{n}{2}\ H_2O]{(\text{Amylase})} \frac{n}{2}\ C_{12}H_{22}O_{11}$$

Stärke — Maltose ("Malzzucker")

2. Eiweißabbau

Nach einem entsprechenden Läuterungsvorgang gewinnt man eine WÜRZE, die anschließend mit Hopfen versetzt und gekocht wird. Es fällt hierbei der "Treber", ein wertvolles Futtermittel, welches vorwiegend aus Spelzen besteht, an. Die so entstandene "Ausschlagwürze" wird gekühlt und (nach dem Abscheiden von Eiweißabbauprodukten "Trub") im Gärkeller bei etwa 5 - 7 °C unter Zusatz von Hefe vergoren.

Die wichtigsten Vorgänge bei der Gärung sind:

1. Umwandlung der Maltose durch das Hefeenzym Maltase in Glucose:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{Maltase}} 2\ C_6H_{12}O_6$$

Maltose — Glukose (Traubenzucker)

2. Vergärung von Glucose zu Alkohol (Äthanol) und Kohlendioxid:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Hefe}} 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

3. Ausscheidung von etwa einem Drittel der Hopfenbitterstoffe

In einer Woche ist die Hauptgärung abgeschlossen; die Hefe hat sich stark vermehrt und auf den Boden des Gefäßes abgesetzt.

Das so entstandene "Jungbier" gelangt jetzt in den Lagerkeller, wo es bei etwa 1 °C und unter leichtem Überdruck einer Nachgärung unterworfen wird.
Das Bier reift so je nach Typ in etwa 4 Wochen geschmacklich aus und wird mit CO_2 gesättigt.

Alle hier beschriebenen Vorgänge wurden in stark vereinfachter Form angegeben. In Wirklichkeit spielen sich außerordentlich komplexe Prozesse ab, die allerdings auch noch nicht vollständig bis in Detail erforscht sind.

Nach einer speziellen Filtration gelangt nun das fertige Bier in Fässern oder Flaschen zum durstigen Verbraucher.

Biersorten und -zusammsetzung

Wie wir wissen, werden die verschiedenartigsten Biere im Handel geführt. Ausschlaggebend für die zu erwartende Biersorte ist das in der ersten Abteilung einer Brauerei (Sudhaus) praktizierte Maischverfahren, wobei die verschiedenen Einsatzmengen an Roh- und Zusatzstoffen einbezogen sind.

Dazu einige Grundbegriffe:

Entscheidend für die jeweilige Biersorte ist der sogenannte Stammwürzegehalt. Es ist dieses in Prozent ausgedrückt, die Gesamtmenge an in der sogenannten Ausschlagwürze (Endprodukt des Sudhauses) gelösten Stoffen (Extrakt). Hierzu zählen also alle vergärbaren und nicht vergärbaren Bestandteile. Vergärbar ist z.B. die Maltose, womit wesentlich der Alkoholgehalt des Bieres bestimmt ist. Nicht vergärbar sind z.B. die Dextrine, Mineral- und Eiweißstoffe. So sind z.B. von den 12 % Extrakt eines hellen Vollbieres rund 78 % vergärbar. (75 % sind nach Verlassen des Lagerkellers vergoren).

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die wichtigsten sich bei uns im Handel befindlichen Biersorten:

Sorten		% Stammwürzegehalt (etwa)	Braumalz (kg/hl)	Hopfen (g/hl) (etwa)	% Alkoholgehalt (etwa)
Schankbier	Weißbier	9	14,5	90	3,8
Vollbier	Hell	11,2	17,0	200	4,5
	Dunkel	11,2	17,0	180	4,0
	Doppel-Caramel-Malzbier	12,0	10,5	60	1,7
	Malznährbier	12,0	18,0	60	2,0
	Köstritzer-Schwarzbier	12,0	19,0	240	4,5
	Deutsches Pilsner	12,7	20,0	300	5,0
Starkbier	Weißer Bock oder Bockbier, Hell	16,0	26,0	200	5,5
	Dunkler Bock oder Bockbier, Dunkel	16,0	26,0	170	6,0
	Deutsches Porter	18,0	32,0	600	6,2

(vgl. TGL 7764)

Zum Abschluß noch ein paar Bemerkungen zum "Wert" des Bieres

Vollbier - Hell enthält noch nach der Vergärung etwa

5 % Extrakt
4,5 % Alkohol
0,4 % CO_2
92,9 % H_2O

1 l Vollbier entspricht einem Nährwert von 1840 kJ. Es enthält so z.B. Kohlenhydrate, Eiweißsubstanzen, Lezithin und Vitamin B.

Bier wirkt, in g e r i n g e n Mengen genossen, appetitanregend und nervenberuhigend, was auf die Hopfeninhaltstoffe zurückzuführen ist.

pH-Wert: 4,4 - 4,6

Pilsner und Vollbier-Hell sollen eine möglichst helle Farbe, einen beständigen weißen Schaum und "vollmundigen" Geschmack besitzen.

Vollbier-Hell ist 12, Deutsches Pilsner 15 und Deutsches Porter 24 Tage haltbar.

Die Haltbarkeit eines Bieres ist sehr stark abhängig von noch eventuell vorhandenen vergärbaren Stoffen und Hefe, von Infektionen mit Essig- und Milchsäurebakterien u.a.Faktoren.

Hier deutet sich an, daß während des gesamten Produktionsprozesses in der Mälzerei und Brauerei unter biologisch einwandfreien Bedingungen gearbeitet werden muß.

V O R S I C H T !

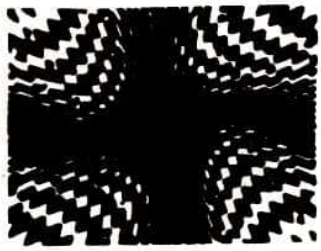
Bier in Massen konsumiert, wirkt sich nicht nur negativ auf die Umwelt, sondern auch auf den eigenen Organismus aus .....

Na, dann P R O S T !!

Wiederabdruck vom 5.Jahrgang/Heft 10

Frohe Ferien

physikaufgabe 49



Ein Forscher benötigt zum Durchqueren einer Wüste 4 Tagesreisen. Er kann aber nur 3 Tagesrationen Trinkwasser mit sich tragen. Wasserträger, die er zu Hilfe nehmen kann, können ebenfalls jeweils 3 Tagesrationen tragen. Wieviele Träger benötigt der Forscher mindestens, damit er die Wüste durchqueren kann, ohne, daß er oder einer der Träger verdurstet?

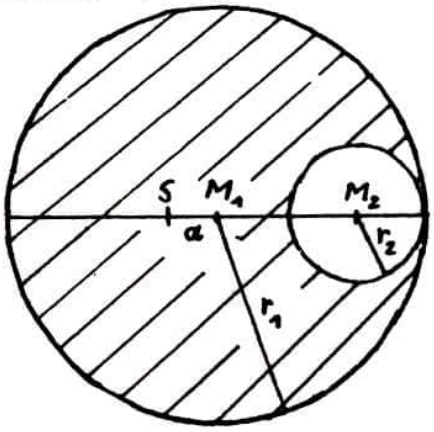
Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

---

lösung der aufgabe 42 aus heft 2/13.jg.

aufgabe: Es ist der Schwerpunkt der skizzierten Scheibe zu berechnen ! (Der nichtschraffierte Kreis ist herausgeschnitten) $r_1 = 20cm$, $r_2 = 5cm$

lösung: (eingesandt von Michael Hübner, 17 Jahre, Altendambach)



Aus Symmetriegründen liegt der Schwerpunkt S auf der Verbindungslinie der Kreismittelpunkte M_1 und M_2 , und zwar um die Strecke $\overline{SM_1}=a$ von M_1 entfernt. Man kann sich nun S als Drehpunkt eines einseitigen Hebels vorstellen, bei dem in M_1 nach unten das Gesamtgewicht G_1 des Vollkreises 1 zieht und bei M_2 nach oben das Gewicht des Kreises 2. Als Gleichgewichtsbedingung muß das Hebelgesetz gelten: $G_1\overline{SM_1} = G_2\overline{SM_2}$

Dabei gilt $G_1:G_2 = r_1^2:r_2^2$ (Verhältnis der Kreisflächen)

$\rightarrow r_1^2\overline{SM_1} = r_2^2\overline{SM_2}$ $\rightarrow r_1^2 a = r_2^2(a+r_1-r_2)$

$$\rightarrow a = \frac{r_1-r_2}{\frac{r_1^2}{r_2^2}-1} = 1cm$$

Der bisher in "impuls 68" recht wenig bekannte Humorartikelschreiber A. Hinzel heiratete kürzlich. Gleichzeitig verdoppelte er dadurch mit einem Schlag seinen Leserkreis.

Die Termine hielten sie nie ein, aber ihre Selbstkritik dazu kam immer pünktlich. impuls 68

Der verlorenste aller Tage ist der, an dem man nicht gelacht hat.

Eva M. (19, noch nicht verheiratet) stahl ihren Eltern die gute Sonntagslaune; sie hatte darauf bestanden, das selbständig zuzubereiten. Dabei hatte sie Mittagessen der Mensa gehalten.

Zuviel Salz in der Suppe bedeutet nicht immer, daß die Köchin verliebt ist. Bei uns kocht ein Koch.

Wir wünschen all unseren Lesern recht erholsame Sommerferien und einen guten Start ins neue Schuljahr.