

impuls 68

1



Der Josephsoneffekt

*

Das Leben an seinen Grenzen

*

Lumineszenzerscheinungen

*

Kakteen

*

Liebe Leser

Titelbild: Fingerhutblüten
(Foto S. W.)

impuls

68

Dr. Paul Seidel	Supraleitung – Der Josephsonneffekt	HPY	3
Dr. Alexander Schluttig	Wie leben Mikroorganismen unter extremen Bedingungen?		
	– Das Leben an seinen Grenzen –	BIO	7
Hanka Bartels	Lumineszenzerscheinungen und Anwendungsgebiete der Lumineszenzanalyse	CHE	18
Otto Jahn	Kakteen	BIO	24
	Liebe Leser		31

Gestaltung: Reiner Luthardt

Redaktionsschluß 25. 6. 1981

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur), Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Assmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Minister rates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M



Supraleitung - Der Josephsoneffekt

Die Träger der Supraleitung, die Cooper-Paare, lassen sich, wie wir in Teil 2 gesehen hatten, ebenfalls durch eine Wellenfunktion beschreiben.

In Analogie zu den Elektronen werden bei Tunnelementen mit genügend schwachen Barrieren auch Tunnelprozesse von Cooper-Paaren wesentlich. Damit kann ein von Cooper-Paaren getragener Suprastrom I_s durch die Isolierschicht fließen. Es kann gezeigt werden, daß ein solcher Stromtransport für Ströme unterhalb eines kritischen Wertes I_c widerstandslos erfolgt, d.h. ohne daß ein Spannungsabfall über dem Element auftritt, Abb.6. (Bei einem Josephson-Tunnelement erfolgt bei Überschreiten von I_c ein Sprung auf die Kennlinie der Elektronentunnelung.)

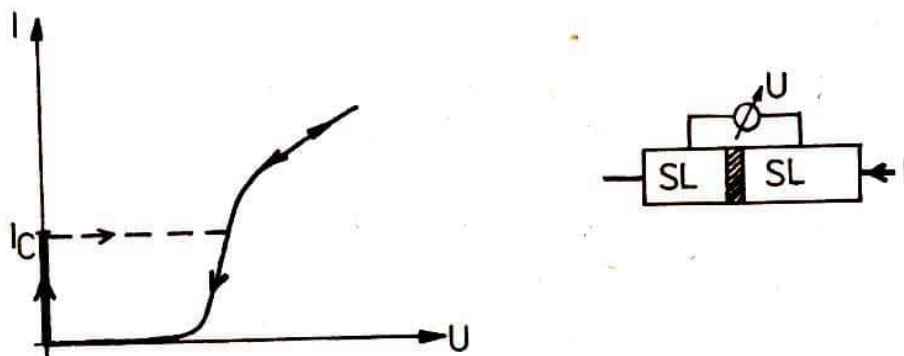
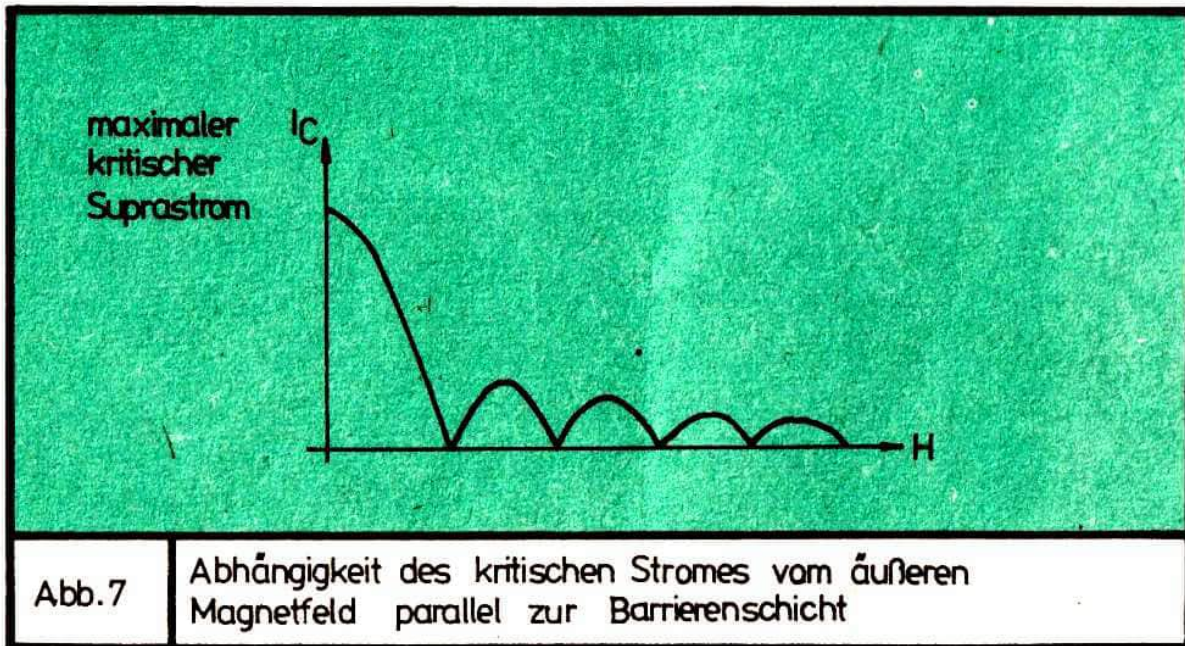


Abb. 6

Prinzipielle Kennlinie eines Josephson-Tunnelementes

Der Josephson-Gleichstrom ist in sehr charakteristischer Weise von einem äußeren Magnetfeld (parallel zur Barrierenschicht) abhängig, Abb. 7.



Es zeigt sich, daß die Nullstellen des Stromes bei Magnetfeldern auftreten, für die der magnetische Fluß Φ in der Tunnelanordnung ganzzahlige Vielfache von einem Φ_0 beträgt. Auffällig ist die Ähnlichkeit der Abhängigkeit mit einer Interferenzfigur in der Optik, wie sie beim Durchgang einer Welle durch einen Spalt entsteht.

Erklären läßt sich dieses Verhalten mit der schwachen Kopplung der beiden Cooper-Paarsysteme (vgl. Teil 2) in den beiden Elektroden. Diese Kopplung bewirkt, daß sich die Zustände der beiden Systeme infolge von Austauschprozessen zeitlich verändern. Dabei ist die Differenz $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ der Phasen beider Systeme die entscheidende Größe für Stärke und Richtung des Austausches. (Die einheitliche Phase aller Cooper-Paare war ja gerade das wesentliche Kennzeichen des supraleitenden Zustandes, vergleiche Teil 2.)

Nach Josephson gilt für den Supraström

$$I_S = I_C \cdot \sin(\Delta\varphi) ,$$

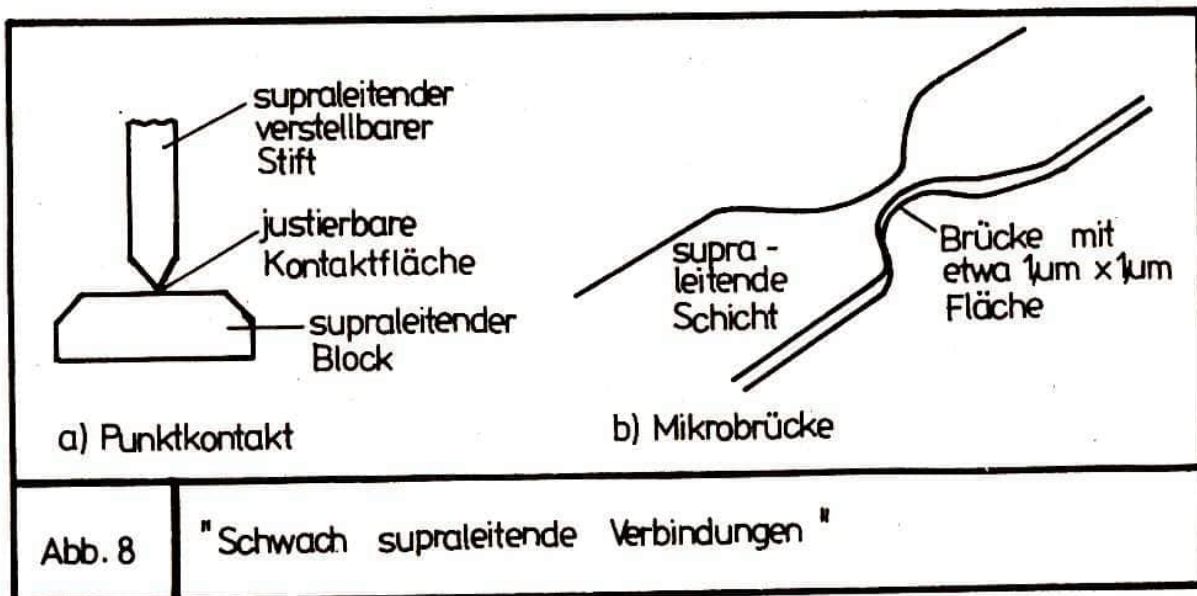
und unter Berücksichtigung der Magnetfeldabhängigkeit der

Phasendifferenz erhält man für den kritischen Strom

$$I_c(H) = I_c(0) \cdot \frac{\sin \frac{\pi \Phi}{\Phi_0}}{\frac{\pi \Phi}{\Phi_0}}$$

Hierbei ist Φ der vom Feld H in der ganzen Tunnelanordnung erzeugte magnetische Fluß. Dieses Verhalten bietet Möglichkeiten zur Messung kleinster Magnetfelder, wie später noch dargestellt werden soll.

Die schwache Kopplung zwischen zwei Supraleitern kann nicht nur durch Tunnелеlemente realisiert werden. Man unterscheidet eine ganze Reihe weiterer sogenannter "schwach supraleitender Verbindungen", von denen die Punktkontakte und Mikrobrücken am weitesten verbreitet sind, Abb. 8. Beim Punktkontakt wird eine als Spitze ausgebildete Elektrode gegen eine massive supraleitende Grundplatte gedrückt. Je nach Andruck läßt sich die Kontaktfläche sehr klein halten und in einem gewissen Bereich verändern. Bei den Mikrobrücken wird ein ähnlicher Aufbau erreicht, indem man eine strukturierte Schicht aus supraleitendem Material auf einem Substrat herstellt. Zwei "massive" supraleitende Bereiche werden durch eine "schwache" Verbindung gekoppelt. Die Kennlinien dieser Elemente unterscheiden sich zwar etwas von denen der Tunnелеlemente, sind aber ähnlich für Anwendungszwecke geeignet.

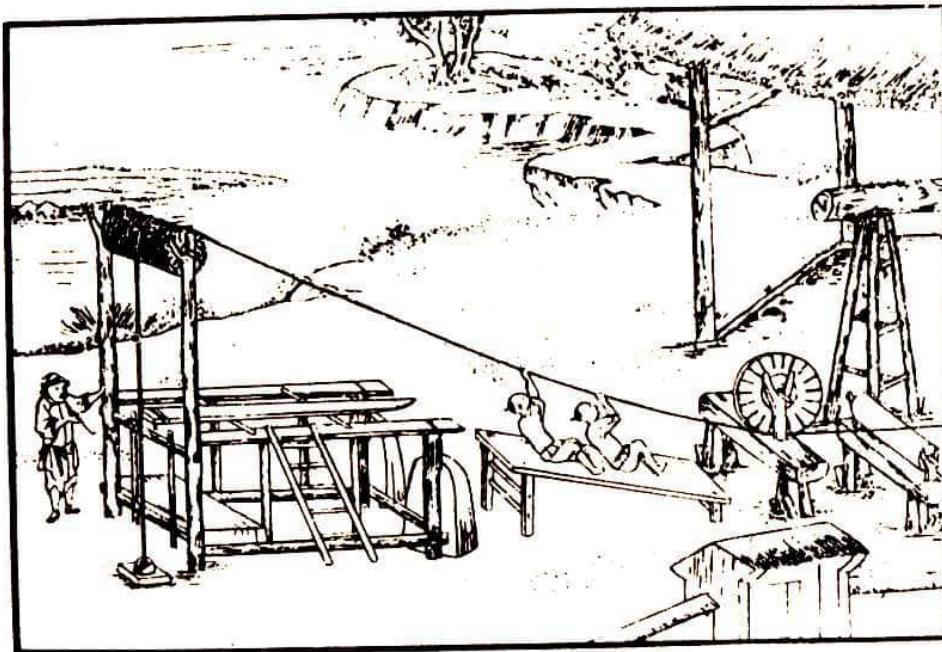


Neben dem Gleichstrom-Josephsoneffekt gibt es auch den Wechselstrom-Josephsoneffekt. Nach Überschreiten des kritischen Stromes tritt am Kontakt eine Spannung U auf. Diese bewirkt, daß die Cooper-Paarsysteme um eine Energiedifferenz $\Delta E = 2e \cdot U$ gegeneinander verschoben werden. Dadurch sind die inneren Frequenzen ν beider Systeme verschieden. Die Differenz beträgt gerade $\Delta \nu = 2e \cdot U / h$ und bewirkt eine Phasendifferenz

$$\Delta \varphi = 2\pi \Delta \nu \cdot t = 2\pi \cdot \frac{2eU}{h} \cdot t$$

Diese Phasendifferenz ist linear von der Zeit t abhängig, woraus für den Suprastrom I_s unmittelbar folgt, daß er als Wechselstrom fließen muß. Die Frequenz dieses Wechselstromes hängt dabei über die obige Relation mit der anliegenden Spannung zusammen. Für 1 mV beträgt sie beispielsweise $4,85 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$, was einer langwelligen Infrarotstrahlung entspricht, die bei der Tunnelung von Cooper-Paaren vom Kontakt emittiert wird. Umgekehrt führt auch die Absorption eines Strahlungsquants im Josephson-Kontakt zur Ausbildung einer Spannung zwischen den Supraleitern.

Der Wechselstromeffekt stellt einerseits höchste Anforderungen an die Experimente, eröffnet aber andererseits brillante Möglichkeiten für meßtechnische Anwendungen.



Bohranlage in China (600 v. u. Z.)

Wie leben Mikroorganismen unter extremen Bedingungen - Das Leben an seinen Grenzen

Leben bei hohen Temperaturen

Einige ökologische Betrachtungen

Mit Extrembedingungen wie hohen Wasserstoffkonzentrationen, hohem Druck oder tieferen Temperaturen (um 0°C) kommt der Mensch nicht in dem Maße in "schmerzlichen" Kontakt wie mit hohen Temperaturen. Wasser, das Temperaturen von 60 bis 100°C besitzt, ruft bei Berührung mit der Haut starke Schmerzen und Verbrennungssymptome hervor.

Unter diesen Bedingungen können thermophile Mikroorganismen leben; einige von ihnen benötigen diese Temperaturen für ihre Lebenstätigkeit, sie sind obligat thermophil.

Zum schmerzlichen Kontakt mit heißem Wasser kommt auf der anderen Seite die Faszination der Beobachtung, daß Lebewesen in heißen Quellen geothermalen Ursprungs leben können, die dazu geführt hat, daß der Extremstandort "hohe Temperatur" bisher von den Mikrobiologen im Vergleich zu anderen Extremstandorten wohl am besten untersucht wurde.

Extremstandorte sind für Studien zur Evolution von Mikroorganismen besonders gut geeignet, weil nur wenige Spezies diesen Bedingungen angepaßt sind. Man kann über die Kenntnisse der Besonderheiten dieser Organismen, die als Anpassungs- oder Adaptationsmechanismen zu verstehen sind, Einblicke in Evolutionsprozesse gewinnen.

Hierfür wiederum erweisen sich heiße Standorte aus mehreren Gründen als besonders attraktiv: Heiße Quellen geothermalen Ursprungs sind die wohl ältesten Extrembedingungen. Sie existieren länger, als die Evolution der Organismen auf der Erde währt.

Ein weiterer Vorteil der Untersuchung des Lebens unter hohen Temperaturen ist die sehr einfache Meßbarkeit des Parameters Temperatur und eine gute Übertragbarkeit dieser Bedingungen in das mikrobiologische Labor. (Mit der Extrembedingung "hoher Druck" ist letztere zum Beispiel nicht so einfach zu realisieren.)

Zunächst soll kurz erörtert werden, wie es zur Entstehung heißer Standorte gekommen ist bzw. kommt.

Man unterscheidet Standorte, die durch

- Sonnenenergie
- geothermale Aktivitäten
- Energiewandlungs- und Transportprozesse innerhalb industrieller Energiegewinnung und -verwertung (sogenannte "man made" = "vom Menschen geschaffene" Bedingungen)
- Zersetzung und Verwertung toten organischen Materials (Kompostierung)

entstehen.

Die höchsten Temperaturen, die auf Bodenoberflächen in Wüsten gemessen wurden, liegen bei 60 °C. Sie entstehen durch intensive Sonneneinstrahlung. Diese Standorte sind durch eine circadiane Inkonstanz oder Rhythmik dieser Temperaturen, was das gleiche bedeutet, gekennzeichnet.

Die höchsten in Gewässern gemessenen Temperaturen betragen etwa 40 °C. Hier kann man nicht von einem Extremstandort sprechen, weil eine relative Vielzahl von Organismen (Algen, höhere Pflanzen) bei diesen Temperaturen sehr gut zu existieren vermögen. In einer Sandwüste hingegen, in der am Boden Mittagstemperaturen von 60 °C und dazu ein extremer Wassermangel herrschen, ist die Anzahl der angepassten Arten äußerst gering.

Auf die Entstehung hoher Temperaturen durch Zersetzung toten organischen Materials wird im Hinblick auf die Bedeutung und die Verbreitung thermophiler Pilze einzugehen sein. Die Besonderheit dieser Standorte besteht darin, daß dort hohe Temperaturen durch die Tätigkeit der Mikroorganismen selbst entstehen. Die Anhäufung organischen Materials kommt sowohl in der Natur als auch als unter vom Menschen künstlich geschaffene Bedingung vor. Bei der biologischen Verwertung von vom Menschen produzierten "künstlichen" Polymeren (z.B. Plasten) haben Mikroorganismen zunehmende Bedeutung. Über vom Menschen geschaffene heiße

Standorte ist in diesem Zusammenhang relativ wenig zu sagen: In allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens wird Energie "erzeugt", transportiert und verbraucht. Hier sind es vor allem die Leitungen von Kühltürmen, Heizungsanlagen etc., die von thermophilen Mikroorganismen besiedelt werden. In den meisten Fällen ist eine Bekämpfung dieser Mikroorganismenpopulationen, die Leitungsrohre an ihrer Innenseite wie ein Filz überziehen können, notwendig.

In vielerlei Hinsicht sind die durch geothermale Aktivitäten entstandenen Extremstandorte für eine mikrobiologische Bearbeitung wohl am attraktivsten.

Es wurde bereits auf die Bedeutung heißer Quellen und Fumarolen (Orte ausströmenden Wasserdampfes geothermalen Ursprungs) für Untersuchungen zur Evolution der Mikroorganismen hingewiesen. Heiße Quellen weisen einen Temperaturbereich von 30 bis 100 °C, d.h. dem Siedepunkt des Wassers auf. Entscheidend für das Vorhandensein mikrobiellen Lebens ist hier: Wasser liegt im flüssigen Aggregatzustand vor.

Fumarolen hingegen, deren Temperatur nur geringfügig höher sein kann, die aber aus Wasserdampf bestehen, scheinen nach den bisherigen Untersuchungen frei von lebenden Organismen zu sein. Nicht zuletzt aber dürfte die landschaftliche Schönheit, in der heiße Quellen häufig vorkommen - vornehmlich in den USA, der UdSSR, Neuseeland und Japan - zu der Fülle von Kenntnissen, die wir über das Leben von Mikroorganismen an diesem Extremstandort besitzen, beigetragen haben.

Wie bereits bei der Besprechung anderer Extremstandorte erwähnt (siehe "impuls 68", Heft 6 u. 7/14. Jg.), treten verschiedene Extrembedingungen meist nebeneinander kombiniert auf.

So können heiße Standorte gleichzeitig sehr sauer, alkalisch oder trocken sein. Am Beispiel der heißen Quellen läßt sich das leicht zeigen. Die meisten Ergebnisse hierüber liegen durch die über zehn Jahre hinweg durchgeführten Untersuchungen von BROCK und seinen Mitarbeitern im Yellowstone Nationalpark in den USA vor.

Abbildung 1 gibt eine Verteilung der heißen Quellen hinsichtlich ihres pH-Wertes wieder.

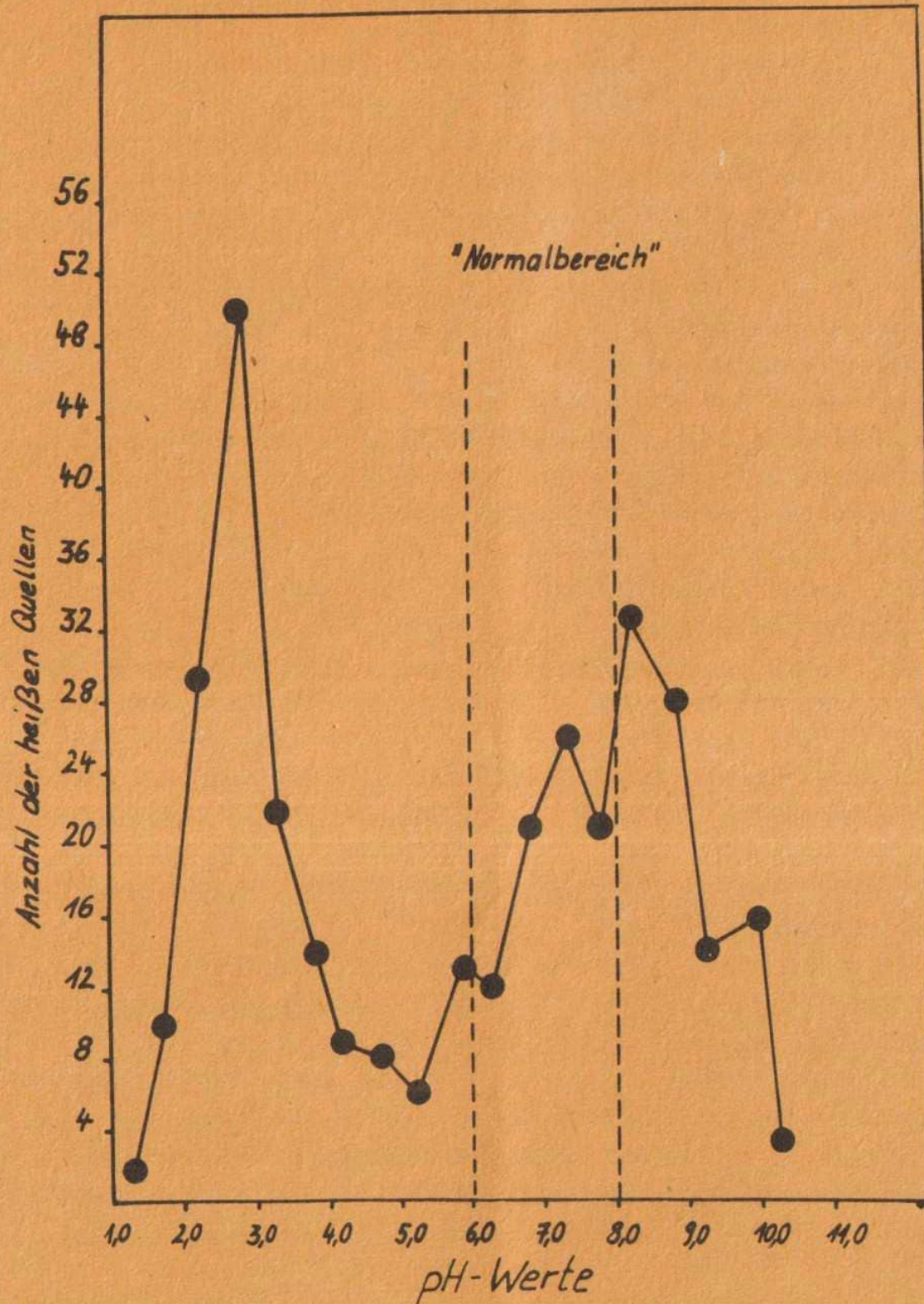


Abb. 1: Die pH-Werte heißer Quellen aus den verschiedensten Teilen der Erde

Von insgesamt 204 untersuchten heißen Quellen haben nur 48 einen pH-Wert, der im "Normalbereich" (etwa 6 bis 8) liegt. Die meisten dieser Standorte besitzen pH-Werte unter 5.

Entsprechend der Kombination von hoher Temperatur und hohen oder niedrigem pH-Wert ist die Mikroorganismenpopulation ausgeprägt. Um nur einige wenige Beispiele zu nennen:

Unter stark sauren Bedingungen leben vornehmlich Vertreter der Gattungen *Thermoplasma* und *Sulfobolus*. *Thermus aquaticus* und *Thermus thermophilus* hingegen bevorzugen den neutralen bzw. schwach alkalischen Bereich.

Heiße Quellen allein mögen ein sehr unwirtliches Milieu darstellen, sind sie darüber hinaus aber noch stark sauer, so müssen neben den Mechanismen der Anpassung an hohe Temperaturen noch Mechanismen vorhanden sein, die z.B. die hydrolytische Spaltung der Lipidesterbindungen, chemische Verbindungen in Membranen, in dieser heißen Säure verhindern.

Am Beispiel der Gattungen *Thermoplasma* und *Sulfobolus* ist dieser Aspekt sehr intensiv untersucht worden. Man hat hierbei interessante, bisher unbekannte Membranverbindungen nachweisen können.

Wo liegt nun die obere Grenztemperatur des Lebens?

Diese Frage läßt sich aufgrund der vielen vorhandenen Einzelergebnisse mit Hilfe von **Tabelle 1** beantworten

Auch hier gilt - wie für extreme Standorte allgemein:

Der Grenzwert für eine Organismenart ist jener, bei der sie ihren vollständigen Lebenszyklus durchlaufen kann. Nur dies garantiert die Erhaltung der Art unter den entsprechenden Bedingungen. Dauerformen, wie wir sie von vielen Mikroorganismen kennen, überleben meist noch wesentlich extremere Bedingungen über zum Teil längere Zeiträume. Wird jedoch eine Vermehrung des Mikroorganismus unter diesen Bedingungen nicht beobachtet, kann er nicht als Bewohner des extremen Standortes gelten.

Aus dem Tierreich und dem Reich der höheren Pflanzen gibt es eine Reihe von Beispielen dafür, wie Dauerformen (z.B. Samen) tiefe Temperaturen über Jahre und Jahrzehnte überdauern, um später, gelangen sie wieder unter "optimale" Bedingungen, ihren Lebenszyklus fortzusetzen. Ein Beispiel aus dem Bereich

der Insekten: Larven der Zuckmücke (Chironomidae) sind in der Lage, Temperaturen von -270 bis 103 °C zu überleben, ob-
schon der Temperaturbereich, in dem sich die Larve zum adulten
Tier entwickelt und sich vermehren kann, vergleichsweise klein
ist (mesophiler Bereich).

Tabelle 1

Die Maximaltemperaturen für die verschiedenen Organismen-
gruppen

Organismengruppe	Maximaltemperatur (°C)
<u>Tiere:</u>	
- Fische und andere aquatische Vertebrata	38
- Insekten	45...50
- Krustentiere (Crustaceae)	49...50
<u>Pflanzen:</u>	
- Gefäßpflanzen	45
- Moose	50
<u>Eukaryotische ⁺Mikroorganismen:</u>	
- Protozoa	56
- Algen	55...60
- Pilze	60...62
<u>Prokaryotische ⁺Mikroorganismen:</u>	
- Cyanobakterien	70...73
- Photosynthetische Bakterien	70...73
- Chemolithotrophe Bakterien	90
- Heterotrophe Bakterien	90

aus: BROCK, T.D., "Thermophilic microorganisms and life
at high temperatures", New York,
Heidelberg, Berlin, 1978

† Die Begriffe "eukaryotisch" und "prokaryotisch" dienen der Unterscheidung von Organismen hinsichtlich der Organisationsstufe des Lebens. Die prokaryotischen Mikroorganismen sind die höherentwickelten.

Betrachtet man Tabelle 1, so fällt auf, daß der Temperaturbereich zwischen 50 und 100 °C nur Mikroorganismen, der von 70 bis 100 °C wiederum nur Bakterien und Blaualgen, also den am niedrigsten organisierten Mikroorganismen vorbehalten ist.

Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die Maximaltemperatur für Lebewesen mit dem Grad ihrer Kompliziertheit und Differenziertheit abnimmt. Sehr einfach organisierte Lebewesen wie Bakterien sind dagegen bis zum Siedepunkt des Wassers lebensfähig. Es muß aber wiederum die Einschränkung gemacht werden, daß auch unter diesen Bedingungen nur Spezialisten (vielleicht Urformen) leben können.

Als die Grenze des Lebens hinsichtlich seiner Maximaltemperatur ist also der Siedepunkt des Wassers, d.h. das Vorhandensein f l ü s s i g e n Wassers anzusehen.

Im Folgenden sollen einige Vertreter thermophiler Mikroorganismen aus verschiedenen Ernährungstyp-Gruppen vorgestellt werden.

Die Maximaltemperatur photosynthetischer Bakterien und Blaualgen liegt zwischen 70 und 73 °C. Zu ihnen gehören das Bakterium *Chloroflexus aurantiacus* und die Blaualge *Synechococcus lividus*. Blaualgen besiedeln neben heißen Quellen vor allem künstlich beheizte Gewässer mit Temperaturen von etwa 45 °C und darüber. Man vermutet - aber darüber gibt es bis jetzt keine endgültige Klarheit - daß dieses Temperaturmaximum dadurch bedingt ist, daß oberhalb dieser Temperatur die Funktion des Membransystems, an das die Vorgänge der Photosynthese gebunden sind, nicht mehr gewährleistet ist.

Methanogene Bakterien spielen für den Kohlenstoffkreislauf in der Natur eine große Rolle. In den letzten Jahren ist die Gruppe der thermophilen methanogenen Bakterien durch Forschergruppen in der ganzen Welt näher untersucht worden, und man hat

eine Reihe von Eigentümlichkeiten im Stoffwechsel und in der molekularen Struktur gefunden, die darauf hindeuten, daß diese Gruppe als die Urform der Bakterien anzusehen ist.

Methanogene Bakterien sind auch aus heißen Quellen isoliert worden, wo sie in Gemeinschaft mit thermophilen Algen leben. Methanobakterium thermoautotrophicum, ein anaerob lebendes, extrem thermophiles Bakterium, wächst bei Temperaturen um 75 °C chemolithoautotroph⁺. Es ist in den letzten Jahren auf viele biochemische Eigenschaften (z.B. die Art und Weise der Energiegewinnung) und auf molekularbiologische Besonderheiten (Strukturen des Proteinsyntheseapparates) hin untersucht worden. Es ist möglich, dieses Bakterium insbesondere für vergleichende Studien zur Evolution der Mikroorganismen einzusetzen.

Sulfobolus acidocaldarius ist eines der interessantesten thermophilen chemolithoautotrophen Bakterien. Dieser Mikroorganismus lebt bei Temperaturen zwischen 85 und 90 °C unter stark sauren Bedingungen. Die für die Lebensprozesse notwendige Energie gewinnt dieser Organismus aus der Oxydation von Schwefel, der in thermalen Quellen oft in größeren Mengen zu finden ist. Um den an solchen Standorten in Form von Kristallen vorliegenden Schwefel nutzen zu können, hat der Organismus besondere Mechanismen für die Anheftung an diese Kristalle ausgebildet. Auch seine Zellmembran ist dem Leben unter heißen und sauren Bedingungen besonders gut angepaßt. (Darauf wird noch näher eingegangen sein.)

Thermophile heterotrophe Bakterien sind für den Menschen insofern von unmittelbarem Interesse, als sie als Produzenten thermostabiler Enzyme und Veredler von Rohstoffen bei hohen Temperaturen dienen können. (Bei technischen Fermentationen ist Kühlung ein sehr energie- und kostenintensiver Prozeß.) Thermostabile Enzyme, insbesondere Exoenzyme (Enzyme, die außerhalb der Zelle vorkommen) sind in einigen Bereichen der Volkswirtschaft von großem Interesse. Bei der Besprechung der thermophilen Pilze wird noch darauf eingegangen werden. Obwohl diese

+ Zur Bereitstellung von Energie werden chemische Elemente (Eisen o. a.) oxidiert.

Bakterien in der Natur in kochendem Wasser sehr gut leben können, ist bisher eine stabile kontinuierliche Kultivierung in Fermentationsanlagen im Labor- und Industriemaßstab erst bei 85 °C gelungen.

Hinsichtlich ihrer Physiologie sind vor allem *Thermus aquaticus* und *Bacillus stearothermophilus* genauer untersucht worden. *Bacillus stearothermophilus* dient in der mikrobiologischen Industrie als Produzent thermostabiler Proteasen, die wiederum in der Waschmittelindustrie als Waschmittelzusatz, in der Backwarenindustrie und in anderen Bereichen der Volkswirtschaft (z.B. in der Filmindustrie bei der Silber-Rückgewinnung) Verwendung finden.

Eukaryotische⁺ Mikroorganismen sind grundsätzlich durch geringere Temperaturmaxima gekennzeichnet (55 bis 62 °C).

Die Alge *Cyanidium caldarium* (Temperaturmaximum 60 °C) kann bei besonders niedrigem pH-Wert (bis pH = 0 !) wachsen und kommt sowohl in aquatischen als auch an terrestrischen thermophilen Standorten vor. In den "gemäßigten" Zonen heißer Quellen tritt sie vor allem in Gemeinschaft mit dem Pilz *Dactylaria gallopura* und dem Bakterium *Bacillus coagulans* in Form dichter Bewüchse (Matten) in den Quellenabläufen auf. Nach Untersuchungen von BELLY und Mitarbeitern (1973) scheinen hier symbiontische Beziehungen zwischen den einzelnen Arten eine Rolle zu spielen.

Obwohl wir uns bei der Betrachtung thermophiler eukaryotischer Mikroorganismen immer mehr von der oberen Temperaturgrenze des Lebens entfernen - thermophile Pilze wachsen bei Temperaturen um 50 °C - ist eine Beschäftigung mit diesen doch aus verschiedenen Gründen von Interesse.

Von den etwa 50 000 Pilzarten wurden bis zum Jahre 1978 lediglich 67 als thermophil beschrieben. Allerdings wird sich die Anzahl der thermophilen Arten in den folgenden Jahren sicher erhöhen. Ein Grund dafür ist das Interesse der Ökologen und der Mikrobiologen, die sich mit einer eventuellen industriellen Nutzung von Mikroorganismen beschäftigen, an thermophilen Pilzen.

⁺ siehe Fußnote zu Tabelle 1

Thermophile Pilze sind wesentlich am Vorgang der Kompostierung beteiligt. Darunter verstehen wir die Umsetzung hochpolymerer Substanzen (z.B. Cellulose des Stroh) in kleinere Bruchstücke und Monomere. Dieser Vorgang wird in erster Linie von thermostabilen Exoenzymen (z.B. Cellulasen), die von thermophilen Pilzen gebildet werden, bewerkstelligt. Die kleineren Bruchstücke und Monomere können sowohl vom Pilz selbst als auch von heterotrophen Bakterien genutzt werden. Der Vorgang der Kompostierung ist im geschlossenen Kreislauf der Stoffe von außerordentlicher Bedeutung. Kompostierung gewinnt auch für den Menschen zur Abfallbeseitigung immer mehr an Bedeutung. Aber auch für die Konvertierung von Abfallprodukten zu wertvollem Eiweiß werden thermophile Pilze (und Hefen) vorzugsweise genutzt.

Insgesamt gesehen, ist die Ökologie thermophiler Pilze sehr intensiv untersucht worden. Thermophile finden sich unter den Zygomyceten, Ascomyceten, Basidiomyceten und Deuteromyceten (Fungi imperfecti). Sie besiedeln eigentlich alle wärmeren Standorte, in denen sie heterotroph und aerob leben können: Kühlanlagen von Kernreaktoren, Heu- und Strohhaufen (hier tragen sie u.a. zur Selbstentzündung bei), die oberen Schichten des Bodens, Nester brütender Vögel etc. Auf weitere Details soll und kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Von Algen und Pilzen war die Rede. Wie sieht es aber mit thermophilen Flechten - einer Form der Symbiose zwischen Pilz und Alge - aus? Hierzu gibt es sehr wenige experimentelle Ergebnisse. Es scheint aber gesichert, daß sowohl thermotolerante als auch thermophile Flechten an geothermalen Standorten wachsen können.

Protozoen vermögen wie eukaryotische Mikroorganismen nicht bei Temperaturen über 60 °C zu wachsen. Aus heißen Quellen sind zwar Vertreter der Protozoa (z.B. *Tetrahymena pyriformis*) isoliert worden, dort aber aus Bereichen, in denen die Temperatur nicht höher als 54 °C liegt.

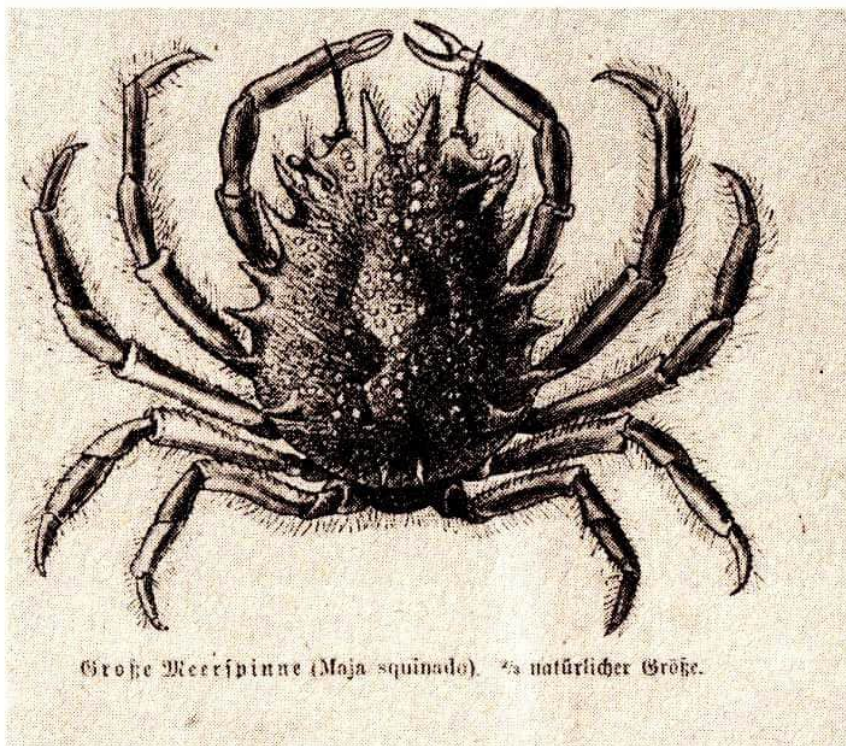
Hier ist auf sehr interessante Experimente mit Flagellaten hinzuweisen, in denen die Temperatur außerordentlich langsam über einen Zeitraum von mehreren Jahren erhöht wurde und auf

diesem Wege eine Anpassung dieser Organismen an eine Temperatur von 70 °C erreicht wurde. Diese 1887 von Dallinger publizierten Resultate wurden 1967 insofern reproduziert, als die Möglichkeit der Adaption von Flagellaten an höhere Temperaturen prinzipiell nachgewiesen wurde. Die von DALLINGER angegebene Maximaltemperatur von 70 °C wurde bisher aber nicht erreicht.

Derartige Adaptationsexperimente über längere Zeiträume sind neben vergleichenden Untersuchungen bestimmter homologer Eigenschaften mesophiler und thermophiler Mikroben und fakultativ thermophiler Mikroorganismen bei unterschiedlichen Temperaturen für den Biochemiker und den Molekularbiologen wichtige Hilfsmittel bei der experimentellen Beantwortung der Frage: "Warum können Mikroorganismen unter diesen Extrembedingungen leben?"

Gleichzeitig werden aber auch Hinweise zur Entwicklung dieser Adaptationsmechanismen in der Evolution der Mikroorganismen erwartet.

Nächste Folge: Leben bei hohen Temperaturen, Molekulare Mechanismen der Anpassung



In diesem sowie einem folgenden Artikel wollen wir uns mit dem "kalten Leuchten" beschäftigen, um uns die Funktionsweise der selbstleuchtenden Zifferblätter, des Fernsehbildschirmes und das Leuchten des Glühwürmchens (Leuchtkäfers) erklären zu können. Die beschriebenen Versuche sind leicht in Arbeitsgemeinschaften durchführbar und sehr eindrucksvoll.

1. Begriff der Lumineszenz

Unter Lumineszenz versteht man die Emission von Strahlung, die einige Stoffe (Luminophore) zeigen, wenn sie durch Zuführung von Energie angeregt werden.

Beim kalten Leuchten fehlt der ausgesandten Strahlung der infrarote Anteil, d.h. die Stoffe führen die erregende Energie nicht ihrer inneren Energie zu.

2. Biolumineszenz

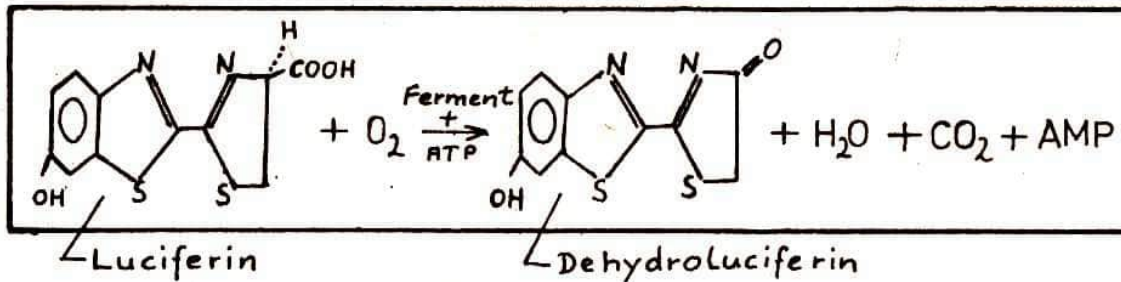
Sicherlich konnte jeder schon abends das Leuchten eines Glühwürmchens (*Photinus pyralis*) beobachten.

Ebenso trifft man auf die Emission von Licht bei einigen Bakterien, Pilzen, Schwämmen, Würmern, Schnecken und Insekten.

Die Biolumineszenz beruht auf der durch das Ferment Luciferase und Adenosintriphosphat (ATP) katalysierten Oxydation des Substrates Luciferin, wobei das Reaktionsprodukt Hydroluciferin entsteht. Die Oxydation liefert die zum Leuchten nötige Energie, ohne daß sich die Temperatur wesentlich erhöht. Im Organismus wird Hydroluciferin durch Reduktion wieder in Luciferin umgewandelt. Für das Leuchten selbst ist aber nicht die

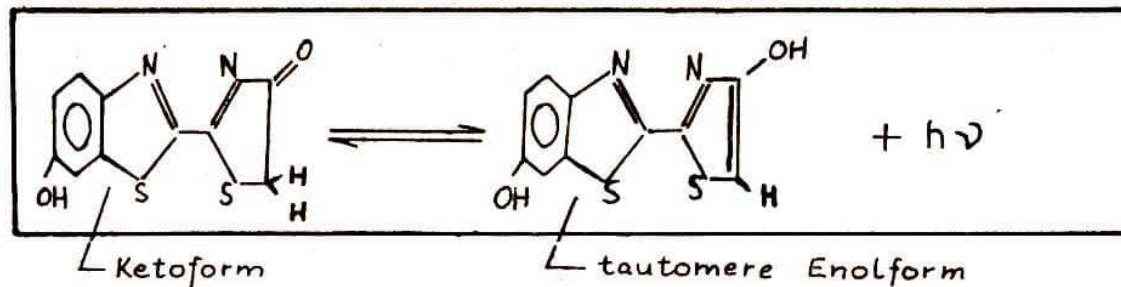
Oxydation, sondern die Bildung eines Zwischenproduktes (Dehydroluciferinoxid) verantwortlich.

a) Dunkelreaktion



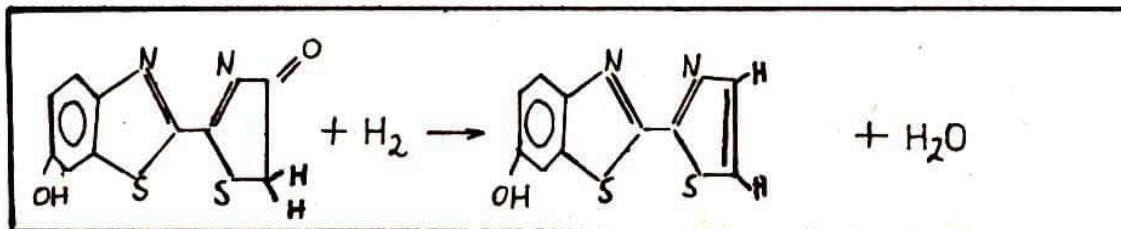
(AMP = Adenosinmonphosphat)

b) Lichtreaktion



Aus der Reaktionsgleichung ist ersichtlich, daß eine Protonenwanderung zwischen Kohlenstoff- und Sauerstoffatomen erfolgte. Die mit der Protonenwanderung gleichzeitig ablaufende Elektronenverschiebung bedeutet einen Energiegewinn.

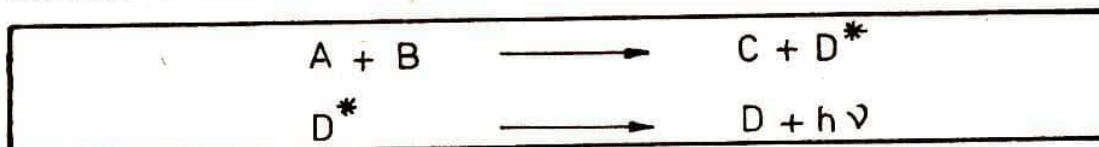
c) Reduktion



Anschließend wird Dehydroluciferin zu Luciferin reduziert.

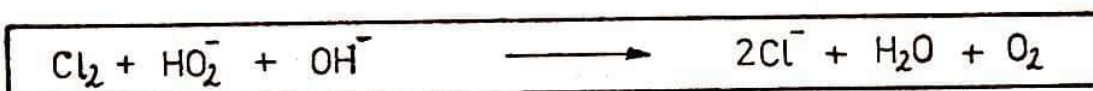
3. Chemilumineszenz

Wie schon bemerkt, liegen der Biolumineszenz chemische Reaktionen zugrunde, d.h. sie ist eine Art der Chemilumineszenz, bei der die chemischen Reaktionen in den lebenden Zellen ablaufen: Es reagieren zwei Stoffe A und B miteinander, bilden einen Stoff C und ein instabiles angeregtes Reaktionsprodukt D^* (Dunkelreaktion). Unter Lichtemission geht D^* in den Grundzustand D über.

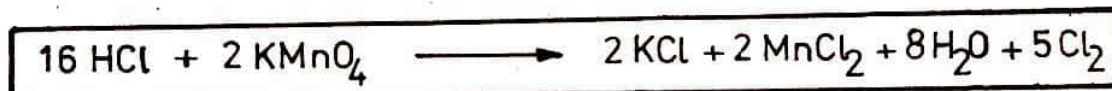


Versuch 1: Einwirkung von Chlor auf eine alkalische Wasserstoffperoxidlösung

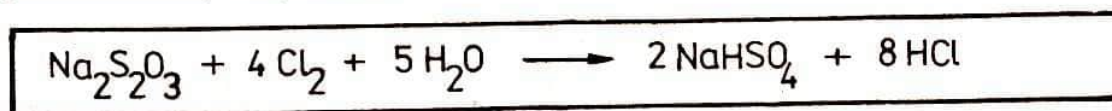
Leitet man einen Chlorstrom in eine alkalische Wasserstoffperoxidlösung (H_2O_2), so ist an der Phasengrenzfläche (Chlorgas/Lauge) eine rote Lumineszenzerscheinung sichtbar, die auf der Bildung von Sauerstoff im angeregten Zustand beruht.

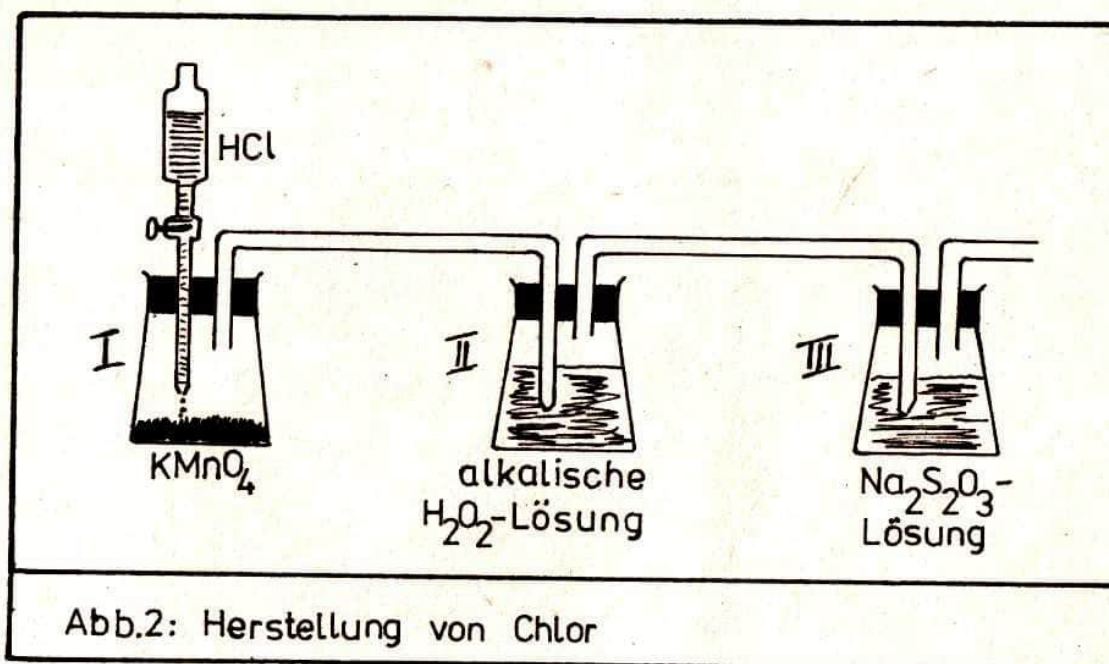


Chlor lässt sich leicht durch Reaktion von konzentrierter Salzsäure mit Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) herstellen (Abb. 2)



Durch ein zu einer feinen Spitze ausgezogenes Glasrohr wird das Gas in eine alkalische Wasserstoffperoxidlösung (konz. Natriumhydroxid - 3 Teile 30-prozentiges H_2O_2) geleitet (Kolben II). Dort ist eine Lumineszenz im abgedunkelten Raum sichtbar. Überschüssiges Chlorgas wird im Kolben III durch Natriumthiosulfat (Fixiersalz) umgesetzt:





Versuch 2: Chemilumineszenz mit Luminol (o-Aminophtalsäurehydrazid)

Die blaue starke Leuchterscheinung des Luminols ist besonders eindrucksvoll. Sicherlich können geringe Mengen Luminol durch den Arbeitsgruppenleiter bestellt werden.

Wir benötigen zwei Lösungen, die beim Vermischen lumineszieren.

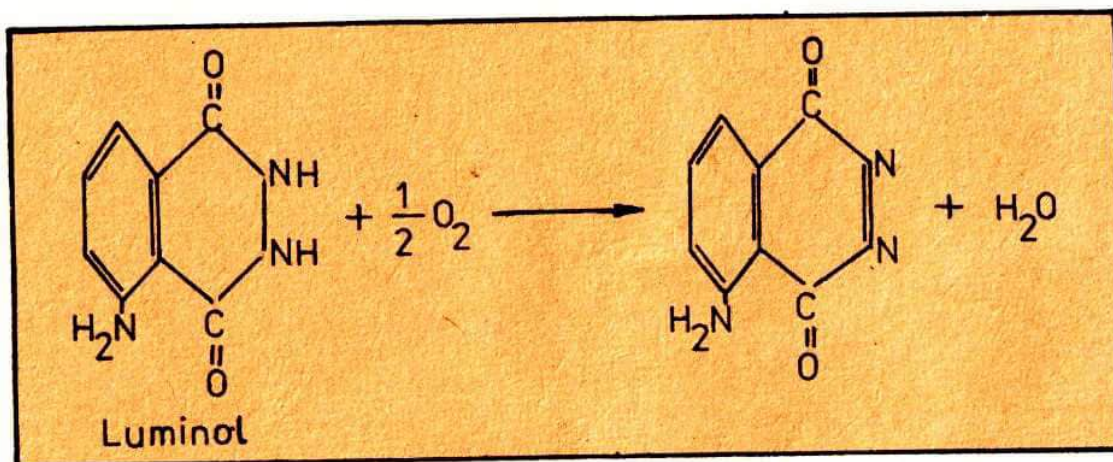
Lösung 1: 1 ml konz. NaOH
 10 ml Wasser
 2 Spatelspitzen Luminol

Lösung 2: 10 ml 30 prozentiges H_2O_2
 30 ml Wasser
 250 mg Kaliumhexacyanoferrat-III oder Kaliumpermanganat

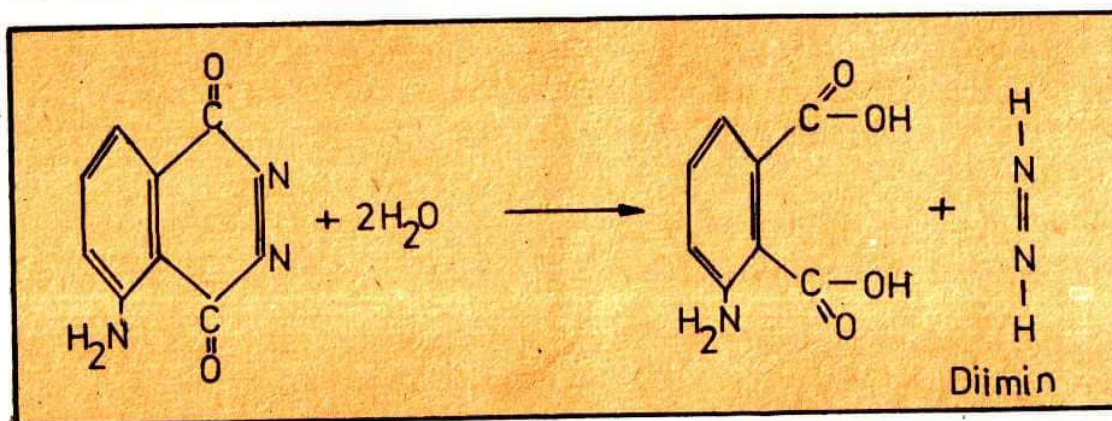
Nachdem man Kaliumhexacyanoferrat-III bzw. Kaliumpermanganat in Wasserstoffperoxidlösung gegeben hat, werden beide Lösungen sofort zusammengegossen, und ein intensives kaltes Leuchten tritt auf (Raum abdunkeln!).

Folgender Reaktionsmechanismus soll die Reaktion erklären:

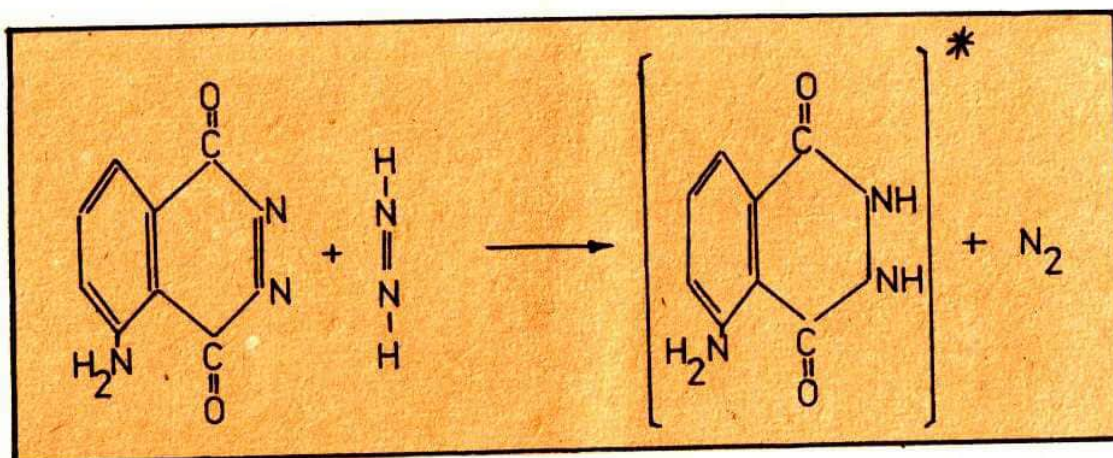
a) Oxydation des Luminols durch Wasserstoffperoxid



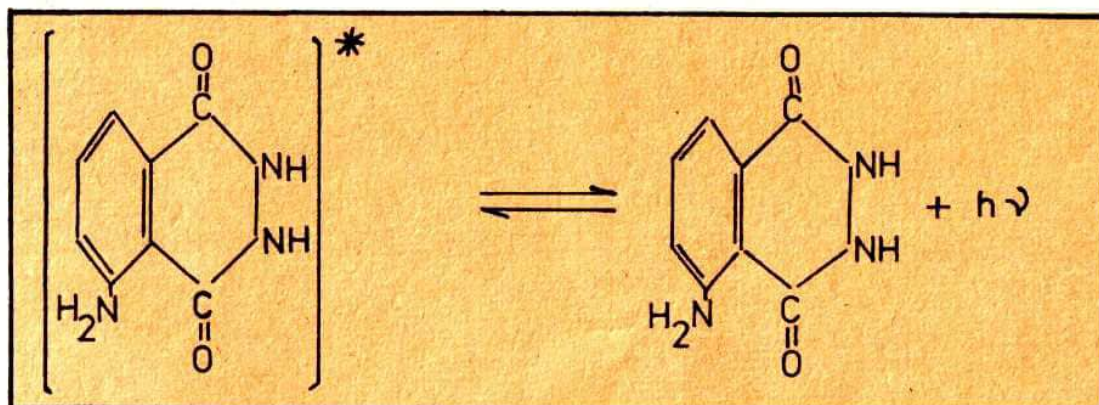
b) Hydrolyse zu Diimin und 3-Aminophtalsäure



c) Rückbildung des Luminols im angeregten Zustand



d) Lichtemission beim Übergang des angeregten Luminols in den Grundzustand



Versuch 3: Lumineszenzen durch Reaktion von Pyrogallol

Für diesen Versuch muß man vier Lösungen herstellen.

Lösung 1: 1 g Pyrogallolpulver - 10 ml Wasser

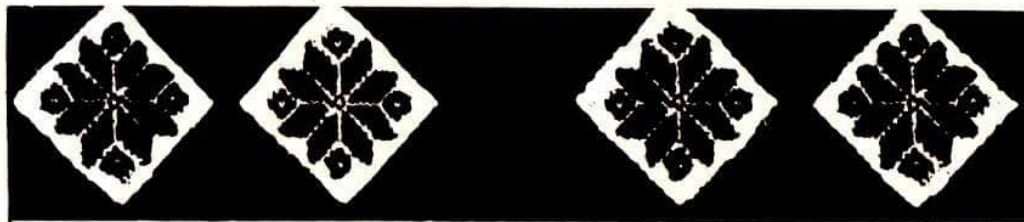
Lösung 2: 10 ml 35 prozentige Methanal-Lösung

Lösung 3: 5 g Na_2CO_3 in 10 ml Wasser

Lösung 4: 15 ml 30 prozentiges H_2O_2

Die Lösungen 1, 2 und 3 werden in einen Rundkolben gegeben. Wenn der Raum verdunkelt wurde, wird die Lösung 4 hinzugegeben. Die orangegelbe Lumineszenz ist gut sichtbar und nicht weniger eindrucksvoll als die Lumineszenzerscheinungen des Luminols. Bei diesem Versuch ist es jedoch sehr wichtig, daß die angegebenen Mengenverhältnisse eingehalten werden.

Weitere Versuche und Anwendungen der Chemilumineszenz werden im nächsten Heft vorgestellt.



Kakteen als Nutzpflanzen*

Es ist allgemein üblich, solche Gewächse als Nutzpflanzen zu bezeichnen, deren Wurzeln, Stengel, Blätter, Blüten, Früchte bzw. Samen der menschlichen Bedarfsdeckung im weitesten Sinne dienen, das heißt, dem Menschen in irgendeiner Form Nutzen bringen.

Unter den Kakteen gibt es keine ausgesprochene Wirtschaftspflanze, wie wir das von vielen anderen tropischen Pflanzen kennen (z.B. Ananas, Kaffee, Kakao).

Das schließt natürlich keinesfalls aus, daß man bestimmte Kakteen zu den verschiedensten Zwecken verwendet.

Einige Beispiele sollen nachfolgend aufgeführt werden:

Es gibt keine ausgesprochen giftigen Kakteen, sodaß grundsätzlich alle genießbar sind. Einschränkend muß bemerkt werden, daß viele von ihnen nicht gerade angenehm schmecken. Die Glieder der Opuntien (Scheibenkakteen) werden vielfach als Salat gegessen, der in Mexiko unter dem Namen "Ensalada de Tunas" bekannt ist. Aufgrund ihres hohen Wassergehaltes (bis zu 90 %) können Opuntien in Zeiten extremer Dürre nach Abbrennen der Dornen an das Vieh verfüttert werden.

In Californien, Arizona und anderen westamerikanischen Ländern werden kandierte oder in Zuckerlösung eingelegte Stücke großer Ferocacteen (Barrel-(Faß)-Kakteen) als "Candy Cactus" verkauft.

Wohlschmeckend sind insbesondere die Früchte vieler Kakteen. Nachdem die Dornen vorher entfernt und die Früchte geschält wurden, kann man sie als "Tunas" auf den mexikanischen Märkten kaufen. Darüber hinaus stellt die einheimische Bevölkerung aus Opuntienfrüchten den lebkuchenartigen "Opuntienkäse" (Queso de

* Der Einführungsteil „Kakteen“ erschien im Heft 9
des 14. Jahrganges.

Tunas) und ein Getränk, die "Colonche" her und pflanzt zur Fruchtgewinnung diese als "Indische Feigen" bezeichneten Kakteen sogar plantagenmäßig an.

Die oft von Dornen starrenden Sprosse bestimmter Kakteen verwenden die Einheimischen, um ihre Gehöfte zu umfrieden. In Mexiko verwendet man dazu sehr häufig Cereen (Säulenkakteen), in Peru die wild bedornten, raschwüchsigen *Cylindropuntien*, in den Hochanden werden die wolligen, stark bedornten *Tephrocakteen* auf die Lehmmauern gepflanzt. Sie erfüllen den gleichen Zweck wie bei uns Glasscherben auf den Mauern.

Die Dornen werden aber noch zu anderen Zwecken genutzt. Schon die Inkas verwendeten in Peru die extrem langen, spitzen, harten und leicht gebogenen Dornen von *Oreocereus* als Nähnadeln; die sehr elastischen Hakendornen vieler *Mamillarien* nehmen Eingeborene als Angelhaken.

Aber nicht nur der Mensch macht sich die Kakteendornen zunutze, sondern auch Tiere, z.B. der auf den Galapagos-Inseln beheimatete "Kaktus- oder Stocherfink", welcher die Rolle der dort fehlenden Spechte übernimmt. Diesem fehlt die lange, beim Nahrungserwerb benutzte Zunge der Spechte; deshalb sucht er sich ein entsprechendes Hilfsmittel. Der Fink sammelt die mit feinen Widerhaken besetzten Dornen der Galapagos-Opuntie und pickt damit hängenbleibende Insektenlarven und Würmer aus dem morschen Holz hohler Bäume heraus.

Eine weitere Verwendungsmöglichkeit ist die Nutzung als Baumaterial.

Besonders stark verholzte Stämme baumförmiger Kakteen macht man sich als Bauholz zunutze, insbesondere wenn die Kakteen in ausreichender Menge wildwachsend auftreten, so werden die Stämme der großen Säulenkakteen zum Bau von Hütten verwendet. In Argentinien fertigt man besonders für Touristen Souvenirs (Tabletts etc.) aus Kakteenholz an.

Bekannt ist weiterhin die Nutzung von bestimmten Kakteen als Rauschgift- oder Drogenlieferant.

Das bekannteste Beispiel dafür ist die im Hochland von Mexiko beheimatete *Lophophora williamsii*.

Der auch als "Schnapskopf" bezeichnete Kaktus war bereits den Azteken und benachbarten altindianischen Stämmen unter dem Namen "Peyotl" bekannt. Kaum eine Pflanze stand in so hohem göttlichen Ansehen und um keine rankte sich ein so geheimnisvoller Kult wie gerade um den Peyotl. Die Pflanze enthält rund

15 Alkaloide (oft auf den Organismus giftig wirkende pflanzliche Inhaltsstoffe), von denen das wichtigste, das Mescaline, rauschartige Zustände und Halluzinationen hervorruft. Es ist chemisch und in seiner Wirkung nahe verwandt mit dem von Rauschgiftsüchtigen so begehrten LSD (Lysergsäure-Diäthylamid). Noch um die Jahrhundertwende fanden in mexikanischen Dörfern besondere "Peyotlfeste" statt, in deren Verlauf sich die Indianer an Lophophora berauschten, den sie roh aßen oder zerquetscht und mit Pulque (gegorener Agavensaft) versetzt tranken. Damit ist diese Kakteenart zu einer der interessantesten Pflanzen geworden: Geistliche und Forschungsreisende, Reporter und Schriftsteller, Chemiker und andere Fachkundige, besonders Mediziner der verschiedensten Gebiete, Rauschgiftabwehrstellen, Behörden und Privatpersonen haben sich mit diesem legendenumwobenen Kaktus befaßt.

Heute ist in Mexiko das Sammeln von Lophophora strengstens verboten.

Kakteen haben aber nicht nur eine gesundheitsschädigende Wirkung, sondern auch eine gesundheitsfördernde. So werden von der pharmazeutischen Industrie große Mengen der "Königin der Nacht" herangezogen, jedoch nicht der schönen Blüte wegen, sondern um aus den Trieben ein wirksames Herzmittel zu gewinnen, das den Digitalis (Fingerhut)-Glykosiden nahesteht.

Zusammenfassend kann man sagen, daß Kakteen nicht nur als Zierpflanze wegen ihrer herrlichen Blüten und bizarren Gestalt eine große Bedeutung erlangt haben, sondern darüber hinaus - vorrangig in ihren Heimatgebieten - eine mannigfaltige Verwendung finden.

Haltung, Anzucht und Pflege von Kakteen

Bestimmt hat jeder Naturliebhaber schon einmal den Wunsch verspürt, Pflanzen in seiner Wohnung, dem Garten oder anderswo zu pflegen und, wenn möglich, auch zu vermehren. Neben Orchideen und Bromelien erfreuen sich auch die Kakteen einer besonderen Beliebtheit, die sicher mit der eigentümlichen Wuchsform, den auffallenden Blüten und dem insgesamt recht exotischen Erscheinungsbild dieser Pflanzen in Verbindung steht.

Hinsichtlich der Haltung, Anzucht und Pflege von Kakteen gibt es eine Vielzahl guter Fachliteratur, auf die hier verwiesen sei; Anliegen dieses kurzen Artikels ist es, dem interessierten Anfänger einige wichtige Hinweise zu geben, deren Kenntnis zur erfolgreichen Pflege von Kakteen notwendig ist.

Die Kakteen stammen aus Gebieten, deren Klimabedingungen sich in mehr oder minder starkem Maße von den bei uns anzutreffenden Verhältnissen unterscheiden. Als Pflanzen der Wüsten und Hochgebirge sind die meisten Kakteen an Bedingungen angepaßt, die durch hohe Lichtintensität, hohe bis sehr hohe Tagestemperaturen und niedrige Nachttemperaturen (unter 0 °C) - damit verbunden hohe Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages -, geringe Feuchtigkeit, nährstoffarmes Substrat u.a. gekennzeichnet sind. Zwar ist durch die professionellen Kakteenzüchter eine Auswahl hinsichtlich solcher Arten betrieben worden, deren Ansprüche unter Kulturbedingungen ohne größere Schwierigkeiten realisiert werden können (hinzu kommt die Möglichkeit der Veränderung der Ansprüche einer Art durch Pfropfen), jedoch gelten einige prinzipielle Grundsätze, die im folgenden kurz erläutert werden sollen.

Wie bei jeder Pflanzenhaltung spielt der Faktor **L i c h t** eine hervorragende Rolle. Die hohen Lichtansprüche der meisten Kakteen leiten sich von der Anpassung an die Bedingungen am natürlichen Standort her; man tut gut daran, bei der Pflege dieser Pflanzen helle Standorte anzubieten, so zum Beispiel Fensterbänke, Gewächshäuser, Blumenfenster, geschützte Stellen im Freiland o.a. Orte.

In engem Zusammenhang mit dem Licht steht die Temperatur, ein weiterer wichtiger Faktor, dem entsprechend Rechnung getragen werden muß.

Da man in der Regel oder zumindest ohne Kenntnis der entsprechenden Fachliteratur die spezifischen Ansprüche der Kakteen nicht kennen wird, empfiehlt sich eine Haltung bei Zimmertemperatur (+20...+25 °C). Die Kakteen unterliegen an ihrem natürlichen Standort im Wechsel der Jahreszeiten einem bestimmten Temperaturgefälle. Es hat sich zweckmäßig erwiesen, dem auch bei der Kultur Rechnung zu tragen, indem man im Winter die Temperaturen senkt (Mindestwärme zwischen +4...+10 °C). Bei

zu starker direkter Sonneneinstrahlung besteht die Gefahr (vorwiegend im Frühjahr), daß die Pflanzen zumindest teilweise verbrennen. Solche Brandflecken sehen unschön aus und können schließlich auch zum Absterben führen. Man schützt die Kakteen davor, indem man sie absonnig aufstellt oder beschattet (insbesondere während der Mittagszeit).

Bedeutsam ist fernerhin die Regelung der Feuchtigkeit. Der Wasserbedarf hängt von vielen Faktoren wie Pflanzenart, Jahreszeit, Luftfeuchtigkeit, Pflanzsubstrat usw. ab. Generell gilt der Grundsatz, daß sparsames Gießen zweckmäßiger ist als zu reichliche Wassergaben. Besonders im Winter sollte wenig gegossen werden, d.h., einmalige Bewässerung im Zeitraum von 14 Tagen ist völlig ausreichend (trifft insbesondere bei kühlem Standort zu).

Wer sich eine Kollektion von verschiedenen Kakteen zusammengetragen hat, wird möglicherweise den Wunsch verspüren, seine Pfleglinge selbst zu vermehren. Dazu bieten sich zwei prinzipielle Möglichkeiten an:

1. ungeschlechtliche (vegetative) Vermehrung durch Ableger, Stecklinge, Teilung o.ä.

2. geschlechtliche (generative) Vermehrung durch Samen

Einige Kakteen bringen nach und nach sogenannte Ableger hervor (richtig als "Kindel" bezeichnet), die sich am Elternkörper entwickeln. Diese können abgetrennt und wie unten beschrieben, behandelt werden. Säulenkakteen (Cereus, Selenicereus usw.) und Feigenkakteen (Opuntien), aber auch andere Gruppen, müssen mit einem scharfen Messer (oder einer Rasierklinge) geteilt werden. Der abgeschnittene Pflanzenteil wird trocken und luftig aufbewahrt, bis die Schnittstelle völlig abgetrocknet ist. Nach 14 Tagen ist das in der Regel geschehen. In einen Blumentopf mit entsprechendem Kultursubstrat (sandige Erde oder käuflich erworbene Kakteenenerde) wird der Pflanzenteil mit der trockenen Schnittstelle eingebracht und fest angedrückt. Nachdem man die Erde leicht (!) befeuchtet hat, wird eine Plastetüte darübergezogen und mit dem Topfrand fest verbunden (Gummiring o.ä.) um sogenannte "gespannte" Luft zu gewährleisten. Es genügt auch das Überstülpen eines Glasgefäßes. Ist der Pflanzenteil gut angewachsen (durch leichtes (!) Ziehen prüfen), kann er wie die anderen Kakteen gepflegt werden.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß sich Kakteen auch generativ, also durch Samen, vermehren lassen. Samen wird von der Pflanze selbst gebildet und dient der Arterhaltung und der Verbreitung. Im Samen ist die zukünftige Pflanze als Sämling enthalten. Die Vermehrung von Kakteen aus Samen ist vielfach leichter, als allgemein angenommen wird. Im folgenden soll auf einige wesentliche Gesichtspunkte der Aussaat näher eingegangen werden.

Allgemein haben sich flache Schalen aus Schaumstoff, Plaste, Glas u.ä. als Saatgefäße durchgesetzt. Im Gegensatz zu früher sät man heute kaum noch in reine Erde. Als Kultursubstrat sollte man Sand verschiedener Körnungen, Kunststoffe in Kugelform oder ähnliches Material benutzen. Auf jeden Fall entscheidend sind abgestimmte Korngrößen, die Wasser von unten nach oben steigen lassen.

Kommen wir nun zu den notwendigen Arbeitsschritten der Aussaat: Das desinfizierte Saatgefäß (bei Plastegefäßen chemisch mit Sulfachin oder Formalin, bei Glas- oder Tongefäßen durch Auskochen zu erreichen) wird 2 bis 3 cm hoch mit grobem Kies gefüllt. Darauf kommt eine fast bis an den Schalenrand reichende Schicht sehr sandiger kakteenerde, (oder anderes Material mit entsprechender Korngröße).

Schließlich wird mit einer sauer reagierenden dünnen Schicht Ziegelgrus (fein zerklopfte Ziegelsteine o.ä.) abgedeckt. In eine Ecke des Saatgefäßes steckt man ein Glasröhrchen, das ungefähr bis an den Rand der Schale reicht. Dieses Glasröhrchen dient zum Einfüllen des Wassers und zur Kontrolle des Wasserstandes. Das Substrat ist vor dem Säen gut anzudrücken, damit später eine gute Verbindung mit den Samenkörnchen gewährleistet ist. Die Samen werden jetzt angelegt und vorsichtig angedrückt. Sie dürfen nicht obenauf liegen, sonst droht Vertrocknung, was auch nicht ausgeschlossen ist, wenn sie nur zur Hälfte herausragen. Ist die Aussaat erfolgt, wird durch das Glasröhrchen Wasser eingefüllt. Die Flüssigkeit muß ziemlich hoch stehen, erst nach der Keimung ist der Pegel allmählich zu senken. Man sollte bis zur Keimung nur reines Wasser verwenden.

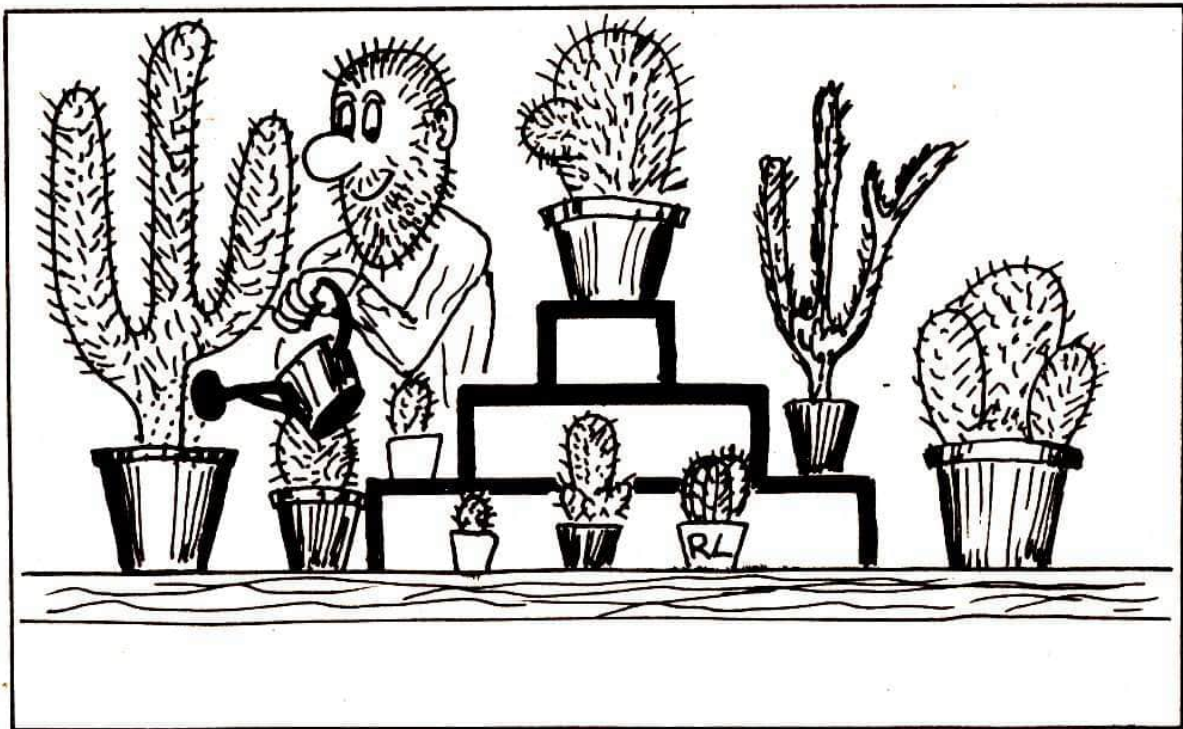
Ist der Samen aufgelaufen (Keimling sichtbar), kann man durchaus Spuren von Volldünger zusetzen. Unerlässlich ist dies, wenn nährstoffarmes Substrat benutzt wurde, da sonst die Keimlinge wegen Nahrungsmangel eingehen würden.

Um ein Austrocknen der den Samen enthaltenden Substratschicht zu vermeiden, deckt man bis zur Keimung das Saatgefäß mit einer Glasscheibe oder einem Foliestreifen ab.

Die Temperatur im Raum für die Aussaat darf $+25^{\circ}\text{C}$ bis maximal $+30^{\circ}\text{C}$ betragen. Volles Sonnenlicht sollte nicht auf die Oberfläche treffen und auch bei den jungen Sämlingen ist Vorsicht geboten. Kann man die Gefäße nicht absonnig aufstellen, so muß man auf alle Fälle mit Seidenpapier o.ä. abdecken. Sind alle Faktoren beachtet worden, so läuft der Samen in der Regel gut auf.

Die jungen Kakteenpflanzen läßt man in ihren Schalen unberührt wachsen, bis sie die ersten Dornen zeigen. Dann kann man pikieren (vereinzeln). Die Erde (kann) sollte nun etwas nährhafter sein.

Im Gegensatz zu vielen anderen Pflanzen pikiert man Kakteen relativ eng. Mehrere Jungpflanzen können durchaus in das gleiche Pflanzloch gesetzt werden. Später wird dann so vereinzelt, daß jede Pflanze in ihr eigenes Pflanzgefäß kommt. Bei gruppenbildenden Kakteen (z.B. Mamillarien) allerdings sollte man mehrere Pflanzen zusammen wachsen lassen, denn erst dann entfaltet sich ihr ganzer Reiz und ihre Schönheit.



Liebe Leser !

Sicher sind Sie gut erholt aus dem Sommerurlaub zurückgekehrt und warteten voller Neugier auf das nächste impuls-68 - Heft. Endlich liegt es vor Ihnen, das erste Heft des 15. Jahrganges.

Dieser Jahrgang (wieder ein kleines Jubiläum für uns "Heftemacher") soll Sie während des Schul-, Studien- bzw. Ausbildungsjahres 1981/82 begleiten, Ihnen, wie in den Jahren vorher, etwas den Wissensschatz über Natur und Gesellschaft erweitern helfen, soll Sie zum Nachdenken, Mitreden (besser Mitschreiben), aber auch zum Knobeln an unseren Aufgaben und zum Schmunnzeln über den impuls-Humor anregen.

Schauen wir einige Jahre zurück, so erkennen wir, daß sich aus vielen Artikelserien schon eine gewisse Tradition gebildet hat. Die Rubriken Physik, Chemie, Biologie, Büchermarkt und Aufgabe sind ebenso Ihre und unsere ständigen Begleiter wie Dokumentation und die lustige Letzte Seite. Diese Tradition wollen wir auch in der Zukunft fortsetzen.

Einen kleinen Vorgeschmack soll folgende kurze Ankündigung einiger Artikel des 15. Jg. liefern: "Das Geheimnis der Fliegenden Taube" von unserem Korrespondierenden Autor W. König ist ein ASTRO-Beitrag; N. Czarnetzki berichtet über "Gläserne Telefonkabel" in der Rubrik PHYSIK; die CHEMIE ist durch "Gerüche in der Küche" von R. Colditz und die BIOLOGIE durch "Genetic Engeneering" von Dr. J. Sauerstein vertreten.

Abschließend ein Wort in "eigener Sache":

Der Kontakt von unseren Lesern an uns, quasi als "Rückmeldung" oder "Reaktion" auf die einzelnen Beiträge in den impuls-68 - Heften zu verstehen, ist wesentlich enger geworden. Nicht nur eine größere Anzahl Posteingänge, sondern auch viele Artikelangebote unterstreichen das. Da kann man nur wünschen: "Weiter so!".

Für alle neuen Interessenten und zukünftigen Leser der obligatorische Hinweis, daß Bestellungen (Sammelbestellungen bevorzugt) direkt an unsere Redaktion, 6900 Jena, M.-Wien-Pl. 1 zu richten sind.

Viel Spaß beim Lesen oder Studieren
von impuls-68 und viel Erfolg für die
Zukunft wünscht herzlich

A. Dittmar
A. Dittmar
amt. Chefredakteur

JUSTIEREN EINES IMPULS-LASERS

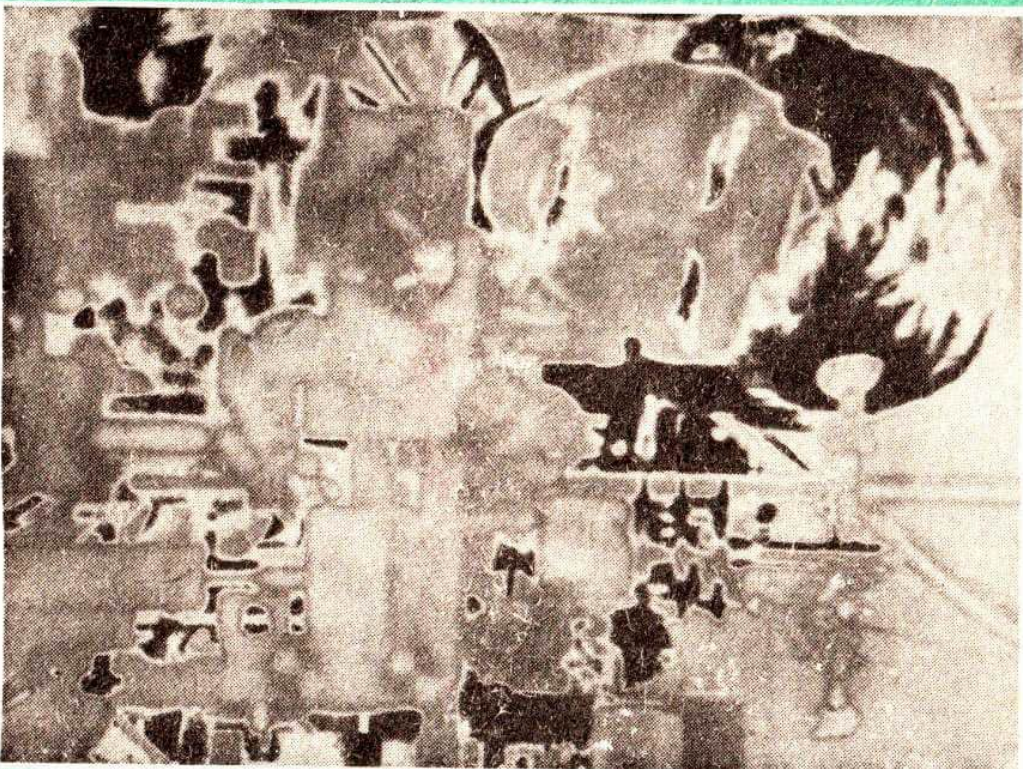


FOTO S.W.

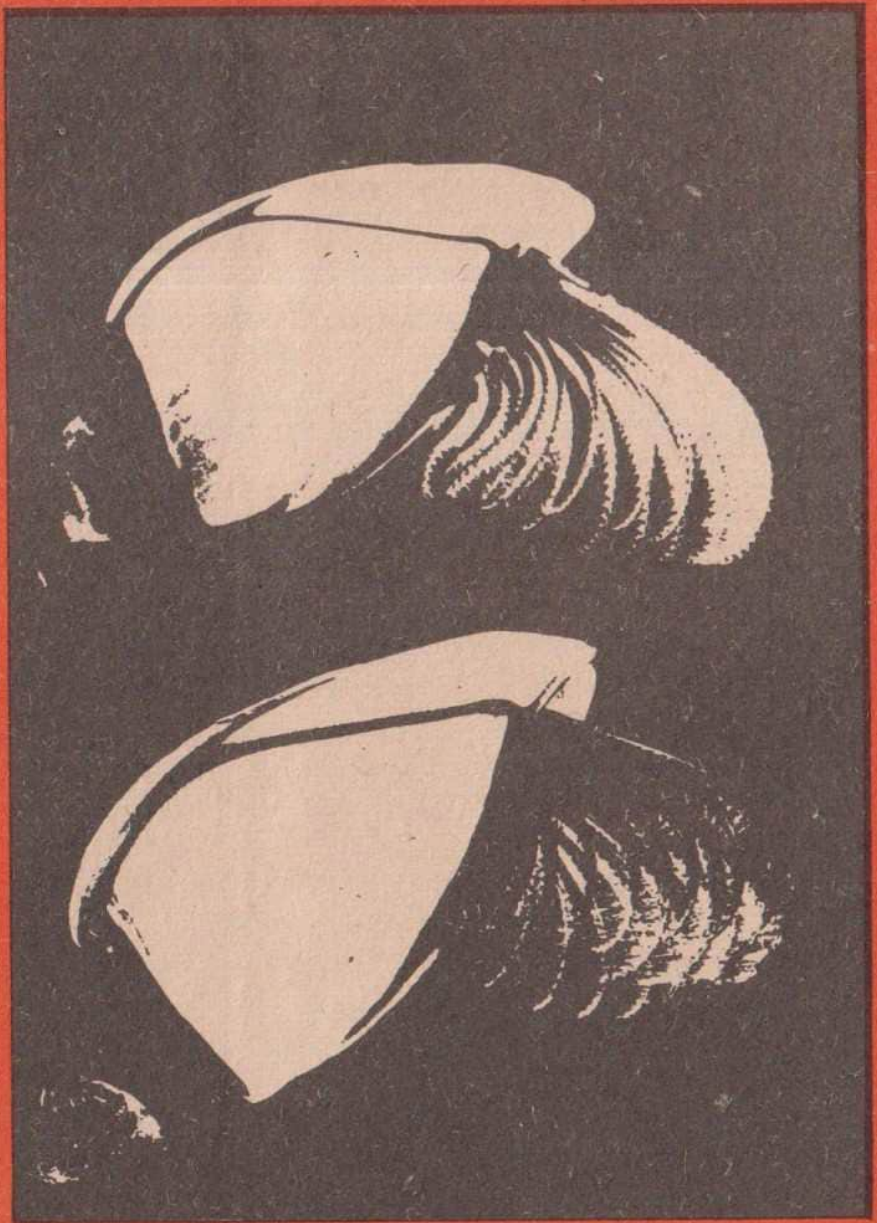
JUSTIEREN EINES IMPULS-LESERS

1. IMPULSE BESTELLEN
2. AUF DAS EINTREFFEN WARTEN
3. SICH BEIM ANKOMMEN DES
IMPULSES DAS ERSTE MAL FREUEN
4. IMPULS NAHER UNTERSUCHEN
5. SICH ÜBER ERFÜLLTE ERWAR-
TUNG (DAS ZWEITE MAL) FREUEN
6. IMPULS WEITEREMPFEHLEN
7. AUF DAS EINTREFFEN WEITE-
RER IMPULSE WARTEN
8. WEITER SIEHE AB 3.

TEXT A.D.

impuls 68

2



Leben bei hohen Temperaturen

★

Gläserne Telefonkabel

★

Lumineszenzerscheinungen

★

Interview

★

Die „fliegende Taube“

★

Zum 275. Geburtstag
von B. Franklin

Titelbild: Entenkronmuscheln
(Foto L. G.)

impuls

68

Dr. Alexander Schluttig	Wie leben Mikroorganismen unter extremen Bedingungen?		
	– Leben bei hohen Temperaturen –	BIO	3
	Forschungsaufgaben an der Friedrich-Schiller-Universität Jena – Interview mit Dr. Hans-Dieter Jähnig –		9
Norbert Czarnetzki	Gläserne Telefonkabel	PHY	14
Hanka Bartels	Lumineszenzerscheinungen und Anwendungsgebiete der Lumineszenzanalyse – Teil 2 –	CHE	19
Dr. Klaus Jupe	Benjamin Franklin – Wissenschaftler und Staatsmann (1706–1790)		23
Wolfgang König	Das Geheimnis der „fliegenden Taube“	ASTRO	26
	Aufgabe 60, Lösung der Aufgabe 52 aus Heft 3/14. Jahrgang		31

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Assmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472–39–2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,– M



Redaktionsschluß: 2. 7. 1981

Gestaltung: Mathias Hegner

Wie leben Mikroorganismen unter extremen Bedingungen? Leben bei hohen Temperaturen

Molekulare Mechanismen der Anpassung

Durch biochemische und molekularbiologische Forschung sind in den letzten 55 Jahren viele Einzelergebnisse über Besonderheiten thermophiler Mikroorganismen in Stoffwechsel und Struktur erbracht worden. Diese Ergebnisse vermitteln einen teilweise sehr detaillierten Einblick in das Phänomen der Thermophilie, ohne jedoch bisher die Frage nach den Voraussetzungen für Leben bei sehr hohen Temperaturen und der Entstehung dieser Eigenschaften im Zuge der Evolution der Mikroorganismen erschöpfend beantworten zu können.

Wenn man davon ausgeht, daß diejenigen Makromoleküle, von deren Existenz und Funktionsfähigkeit eine jegliche Lebenstätigkeit abhängig ist (Proteine, Nukleinsäuren, Lipide u.a.), bei hohen Temperaturen denaturiert werden, so ist zu klären, durch welche Veränderungen eben diese Moleküle und Strukturen bei thermophilen und thermotoleranten Mikroorganismen stabilisiert werden, d.h. warum diese auch (oder ausschließlich) bei hohen Temperaturen aktiv und funktionstüchtig bleiben. Die Thermostabilität dieser Makromoleküle bestimmt somit die obere Temperaturgrenze des Wachstums für den jeweiligen Mikroorganismus.

Abbildung 1 zeigt die Abhängigkeit der spezifischen Aktivität des harnstoffspaltenden Enzyms Urease, das für den typischen "Harnstoffzer-setzer" *Proteus vulgaris* von großer Bedeutung im Stickstoff-Stoffwechsel ist, von der Temperatur. Es ist leicht zu ersehen, daß das Temperaturoptimum für dieses Enzym im mesophilen Bereich zwischen 30 und 45 °C liegt. In diesem Bereich liegt auch das Temperaturoptimum für das Wachstum des Bakteriums.

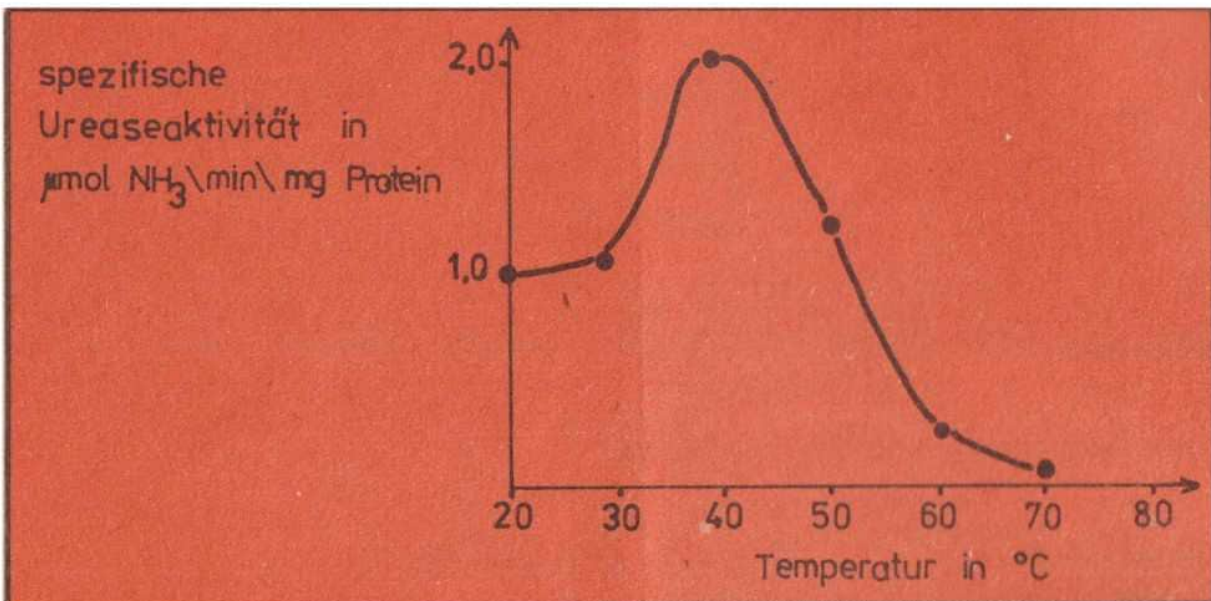


Abb. 1: Die Abhängigkeit der Ureaseaktivität (*Proteus vulgaris*) von der Temperatur (Schluttig, 1976)

Bei Mikroorganismen ist die Frage der Thermodenaturierung insofern von besonderer Bedeutung, als sie isotherm sind. Dies bedeutet, daß innerhalb der Bakterienzelle die gleiche Temperatur wie in ihrer Umgebung herrscht. Die Zelle - dies läßt sich energetisch nachweisen - verfügt über kein System der Abwehr hoher Temperaturen durch "Fernhalten vom Zellinneren" (wie dies z.B. bei hohen Schwermetallkonzentrationen der Fall ist). Dies wiederum bedeutet, daß die M a k r o m o l e - k ü l e s e l b s t so beschaffen sein müssen, daß eine Denaturierung bei derart hohen Temperaturen nicht stattfindet, oder aber die Syntheseraten wesentlich höher als die Denaturierungsraten sein müssen. Besonders betroffen sind hierbei Enzyme, der Proteinbiosyntheseapparat und die Biomembranen.

Auf Grund der Unterschiedlichkeit der Makromoleküle hinsichtlich Synthese, Zusammensetzung und Struktur, muß Thermostabilität insgesamt durch das Zusammenwirken mehrerer Mechanismen in der Zelle gewährleistet werden. Hieraus ergibt sich auch die Frage, welches Makromolekül oder welche Reaktionskette am instabilsten ist und demzufolge die obere Grenztemperatur für das Wachstum des entsprechenden Mikroorganismus fixiert.

Die Untersuchungen zur Thermostabilität von Enzymen gipfeln in folgenden Annahmen:

1. Die Enzymmoleküle thermophiler Mikroorganismen sind thermostabiler als die der mesophilen. Sie sind gegenüber mesophilen Homologen strukturell verändert (viele apolare Seitenketten, hoher Cysterinegehalt). Derartige Veränderungen garantieren auch bei hohen Temperaturen ihre Funktionstüchtigkeit. Auch die Strukturen, die für die Synthese von Makromolekülen verantwortlich sind (z.B. der Proteinsyntheserapparat) sind thermostabil.
2. Schutzfaktoren, die übertragbar sind, konnten bisher nicht nachgewiesen werden.
3. Experimente mit Hemmstoffen der Proteinsynthese zeigten, daß die Annahme, Thermostabilität komme durch ein äußerst günstiges Verhältnis von Neubildungs- und Inaktivierungsrate zustande, nicht gerechtfertigt erscheint. Zwar sind die Synthese- und turn-over-Raten bei Thermophilen oft höher als bei Mesophilen, die gefundenen Unterschiede aber können zur Erklärung des Phänomens nicht herangezogen werden. Zudem erweist es sich, daß auf Grund der erhöhten Stabilität der Makromoleküle selbst eine höhere Syntheserate nicht unbedingt notwendig ist.

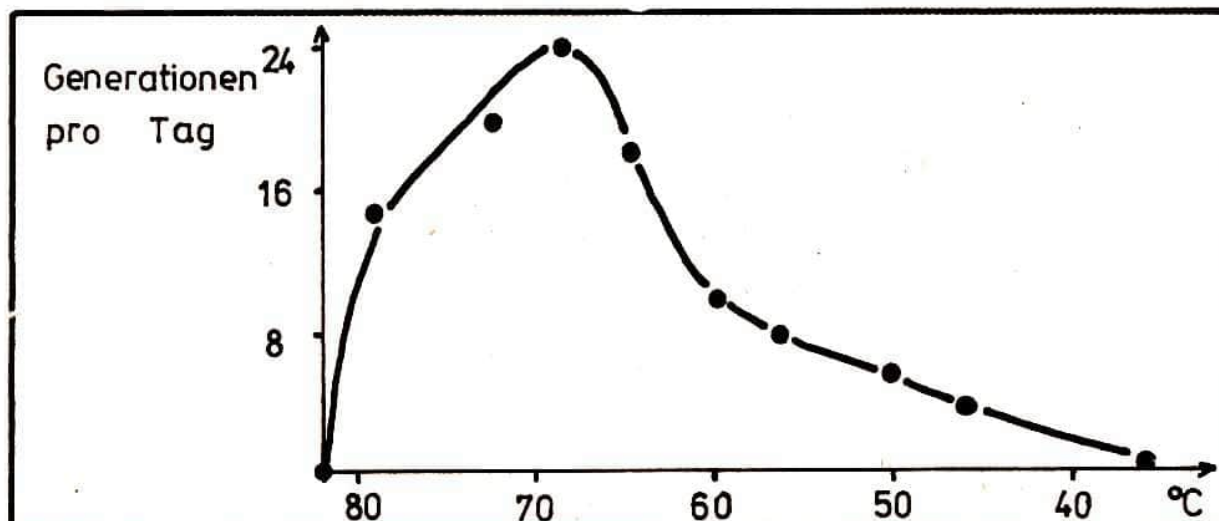


Abb. 2: Wachstumsraten von *Thermus aquaticus* bei verschiedenen Temperaturen nach BROCK, T.D., "Thermophilic microorganisms and life at high temperatures" New York, Heidelberg, Berlin, 1978)

In Abb. 2 ist die Wachstumsgeschwindigkeit des thermophilen Bakteriums *Thermus aquaticus* in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt: Das Temperaturoptimum beträgt etwa 70 °C, bei 80 °C ist kein Wachstum mehr möglich. Enzymuntersuchungen an diesem Bakterium zeigten, daß beispielsweise das Enzym Aldolase (Glykolyse) ein Temperaturoptimum von etwa 95 °C (!) besitzt. In diesem Falle begrenzt die Funktionstüchtigkeit anderer Enzyme oder Strukturen das Wachstum bei Temperaturen über 80 °C.

Wie bereits erwähnt (vgl. "impuls 68", Heft 1), wird bei thermophilen Blaualgen und photosynthetischen Bakterien die maximale Wachstumstemperatur von etwa 70 °C durch die Instabilität des Photosynthesemembransystems festgelegt, während die Enzyme der CO₂-Fixierung (Dunkelreaktion) offenbar bei noch höheren Temperaturen aktiv sind.

Biomembranen spielen bei der Realisierung der Integrität der Zelle, bei der Kompartimentierung der Zelle in Reaktionsräume, als Anheftungsmatrix für membrangebundene Enzyme und als Grundstruktur für Energiewandlungs- und Informationsleitungsprozesse eine große Rolle. Wie kommt es zu einer Erhöhung der Thermostabilität dieser äußerst wichtigen Strukturen?

Im wesentlichen wurde der folgende stabilisierende (den Schmelzpunkt der Membran erhöhende) Faktor gefunden: die Erhöhung des Anteils gesättigter, verzweigter und langkettiger Fettsäuren im Lipidmolekül.

Bei *Bacillus stearothermophilus* führt die Erhöhung der Temperatur von 40 °C auf 60 °C zum Anstieg des Anteils verzweigter Fettsäuren bei gleichzeitiger Verminderung des Anteils unverzweigter. Ebenfalls nimmt die Menge gesättigter, höherkettiger Fettsäuren zu.

Erhöht man die Temperatur für das Wachstum bei *Thermus aquaticus* von 50 auf 75 °C, kommt es zu einem Anstieg des Gesamt-Fettsäureanteils um 70 %. Ähnlich steigt der Anteil der Glucolipide (Tab. 1).

Fettsäure	Temperatur (°C)					
	50	55	60	65	70	75
i-12	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4
n-14	0,4	0,3	0,5	0,5	0,7	1,4
i-14	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
n-16	1,6	2,0	7,8	10,6	12,7	16,7
i-16	3,1	3,8	6,5	7,3	8,8	14,0
i-17	37,8	45,0	55,8	52,4	48,1	35,8

Tab. 1: Einfluß der Temperatur auf die Anteile verschiedener Fettsäurespezies bei *Thermus aquaticus* (verändert nach BROCK, 1978).
Die Zahlenwerte stellen den prozentualen Anteil der Fettsäure am Gesamt-Fettsäuregehalt dar.

Der Einfluß der Temperatur auf das Verhältnis der Anteile verschiedener Fettsäuren in den Membranen von *T. aquaticus* ist in Tab. 1 dargestellt. Es ist zu ersehen, daß der Anteil länger-kettiger (C_{14} - C_{16}) Fettsäuren mit der Temperatur erheblich (bei $n - C_{16}$ auf etwa das 10fache) ansteigt. Daneben sinkt der Anteil der ungesättigten Fettsäuren mit zunehmender Kultivierungstemperatur.

Weitere Beispiele könnten genannt werden. Bei diesen Untersuchungen erwies es sich stets, daß die Lipide und deren Fettsäuren eine entscheidende Rolle bei der Thermostabilisierung von Membranen spielen. Ihr Anteil und ihre Beschaffenheit führen dazu, daß die Membran fester (rigid membrane) wird, besser gesagt, daß sie bei höheren Temperaturen die gleiche Beschaffenheit besitzt wie bei tieferen. Die Erhaltung des strukturellen und energetisch "günstigen" Zustandes der Membranen ist eine der vordringlichsten "Maßnahmen" der Zelle zur Gewährleistung ihrer Lebensfähigkeit bei hohen Temperaturen.

Das zellwandlose Bakterium *Thermoplasma acidophilum* lebt in heißen Quellen mit sehr niedrigen pH-Werten (um 2). Es muß deshalb neben Anpassungen an hohe Temperaturen auch solche an "heiße Säuren" besitzen. Der erste Angriffspunkt dieser heißen Säuren ist wiederum die Membran, die die Zelle umgibt. Hier sind es besonders die Lipid-Ester-Bindungen, die gegen derar-

tige Einflüsse sehr empfindlich sind. So würde es sehr leicht zu einer Zerstörung der Lipoidschichten kommen, die Funktionen der Membran könnten nicht mehr erfüllt werden, der Mikroorganismus würde an solch einem Standort aussterben. Im Laufe einer langen Evolution hat Thermoplasma in Anpassung an seine "unwirtliche" Umgebung einen Teil der Esterbindungen gegen die wesentlich stabileren Esterbindungen in den Phospholipiden ausgetauscht. Ebenso wurden die Proteine der Membran verändert, sie wurden "hydrophobisiert" (relativ wenig geladene Aminosäuren) und stabilisiert (viele Schwefelbrückenbindungen).

In diesem Zusammenhang erscheint es besonders interessant, daß einige Veränderungen der Zellmembran (z.B. Erhöhung des Anteils gesättigter Fettsäuren) bei Mesophilen (z.B. *Escherichia coli*) in gewissen Grenzen bei Temperaturerhöhung ebenfalls beobachtet wurden. Die Membranen mesophiler Mikroorganismen erreichen jedoch bei niedrigen Temperaturen (etwa 50 °C) bereits einen "ungeordneten" Zustand, ihre Funktionen können nicht mehr erfüllt werden - die Zelle stirbt ab.

Somit kann man ganz allgemein sagen, daß ein hervorstechendes Merkmal thermophiler Mikroorganismen die Fähigkeit ist, den "geordneten" Zustand ihrer Membranen auch bei höheren Temperaturen zu erhalten. Diese Fähigkeit wird genetisch durch das Vorhandensein temperatursensitiver Regulationsmechanismen realisiert.

Bei der Untersuchung der Thermostabilität verschiedener Mikromoleküle ist man in der Vergangenheit immer vom Vergleich homologer Strukturen aus thermophilen und mesophilen Mikroorganismen ausgegangen. Dies impliziert zwangsläufig, daß alle hierzu getroffenen Aussagen "für sich" stehen, d.h. in keinen phylogenetischen Zusammenhang zueinander gebracht werden können. Dies schränkte natürlich die Aussagekraft der gewonnenen Ergebnisse sehr ein. In jüngster Zeit untersucht man deshalb die genannten Eigenschaften bei fakultativ thermophilen Mikroorganismen, die sowohl bei niederen als auch bei relativ hohen Temperaturen zu wachsen vermögen, während des Wachstums bei unterschiedlichen Temperaturen. Dies bringt sehr große Vorteile und Vereinfachungen auf dem Wege zur Lösung des Rätsels der Thermostabilität und Thermoadaptation mit sich.

Wissenschaft im Kreuzverhör

Forschungsaufgaben an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Interview mit Dr. Hans-Dieter Jähniß
Direktor für Forschung der FSU Jena

" i m p u l s 68 ":

Herr Dr. J ä h n i ß , können Sie unseren Lesern zunächst einmal sagen, was für die Forschung an einer Universität heute typisch ist?

Dr. J ä h n i ß :

Ich möchte fünf Gesichtspunkte herausgreifen: Erstens hat die Forschung für Industriepartner in den letzten Jahren quantitativ und qualitativ stark zugenommen. Aber auch im Rahmen der Grundlagenforschung entstanden Ergebnisse, die sich unmittelbar praktisch nutzen lassen, einschließlich Leistungen in der gesellschaftlichen Forschung, so z.B. zu Fragen des gesellschaftlichen Reproduktionsprozesses. Zweitens sind die Anforderungen der Praxis an die Forschung der Universität ständig gestiegen. Das gemeinsame Ringen um anspruchsvolle langfristig tragfähige Forschungsrichtungen fand seinen unmittelbaren Niederschlag in den Dokumenten des X. Parteitages. Drittens muß der Leistungszuwachs in der Wissenschaft wesentlich beschleunigt werden. Dazu ist es notwendig, die angelegten Maßstäbe stets neu zu Überdenken. Ein kreativer Leistungsdruck ist, so glaube ich, inzwischen schon längst nichts Ehrenrühriges mehr. Viertens müssen wir uns immer wieder fragen: Wie effektiv ist unsere Forschung? Denn in den 80er Jahren muß bei etwa gleichbleibender Forschungskapazität wesentlich mehr geleistet werden, um die vorderste Front der Wissenschaft mitzubestimmen. Und fünftens schließlich hat die Universität auch zunehmend als "Verkäufer" von wissenschaftlich-technischen Ergeb-

nissen im In- und Ausland aufzutreten, wobei ich drei Arten von "verkaufsfähiger" Wissenschaft sehe: Erfindungen bzw. Lizenzen, Innovationen, bes. Grundlageninnovationen und Neuerungen bzw. Weiterentwicklungen. Das bedeutet natürlich keinen Abstrich an der Grundorientierung der Universität, Grundlagenforschung bzw. davon abgehobene hochwertige angewandte Forschung zu betreiben.

" i m p u l s 68 ":

Ist überhaupt eine solide Ausbildung des Studenten ohne eine Forschung an der wissenschaftlichen Front auf ausgewählten grundlegenden Gebieten denkbar?

Dr. J ä h n i g :

Nein. Auf einigen wesentlichen, sich sehr rasch entwickelnden Wissenschaftsgebieten (z.B. in der Mikrobiologie und der Mikroelektronik) erfolgt zur Zeit eine Verdoppelung des Wissens innerhalb von 3 bis 4 Jahren. Zwischen Beginn und Abschluß des Hochschulstudiums vollzieht sich also eine derartige Wissensexplosion, daß es dringend erforderlich ist, dem Studenten in den letzten Jahren seiner Ausbildung nicht nur Wissenschaft "zu vermitteln", sondern ihn auch Wissenschaft "betreiben" zu lassen. Er muß selbst erfahren, an welcher Stelle er sich im wissenschaftlichen Gesamtgefüge einzuordnen hat, denn es ist wenig sinnvoll, wenn ein zukünftiger Wissenschaftler nur das elementare Handwerk des wissenschaftlichen Aneignens beherrscht, nicht aber die eigene Produktion neuer wissenschaftlicher Ergebnisse. Dieses Wechselverhältnis zwischen aneignen und produzieren muß der Student kennen und beherrschen lernen.

" i m p u l s 68 ":

Welchen Einfluß haben die von der Volkswirtschaft der DDR gestellten Anforderungen bezüglich Erbringung neuer wissenschaftlicher Ergebnisse auf die Struktur des Forschungspotentials einer Universität?

Dr. J ä h n i g :

Diese Frage habe ich zum großen Teil schon beantwortet. Ich kann sie insofern noch präzisieren, daß wir zum Beispiel in den letzten Monaten durch die Industrie wiederholt aufgefordert wurden, zu speziellen, die Volkswirtschaft interessierenden Fragen eine Aussage zu treffen, wie und in welchem Umfang wissenschaftliche Leistungen erbracht werden können, um

ausgewählte, volkswirtschaftlich relevante Gebiete (z.B. Mikroelektronik, wissenschaftlicher Gerätebau, stoffwirtschaftliche Nutzung von Erdöl bzw. einheimischen Rohstoffen, Pharmakologie) in neuen Dimensionen weiterzuentwickeln, denn es hat selbstverständlich wenig Zweck, Forschung schlechthin zu betreiben, sondern unsere Beiträge müssen in diesem Sinne einordenbar sein. Diese Einheit von Ökonomie, grundlegender volkswirtschaftlicher Entwicklung und Wissenschaftsstrategie hat sich in den letzten Jahren auch an der FSU ganz entscheidend entwickelt.

" i m p u l s 68 ":

Welche Forschungsschwerpunkte existieren besonders im Mathematik-Naturwissenschaften-Technik-Bereich unserer Universität? Kann man eine quantitative Aussage darüber treffen, mit welchem Gewicht und nach welcher Zeit Ergebnisse der Grundlagen- und der Applikationsforschung bei der Intensivierung des Produktionsprozesses eingehen?

Dr. J ä h n i g :

Im MNT-Bereich gibt es eine ganze Reihe von Schwerpunkt Forschungsvorhaben, in der Physik z.B. Festkörperphysik einschließlich Beiträge für die Mikroelektronik, die integrierte und nichtlineare Optik, die Tieftemperaturphysik sowie die traditionell an der FSU geförderten Gebiete wie Relativistische Physik und Astrophysik, in der Chemie Beiträge zu Fragen der Glas- und Anorganischen Festkörperchemie sowie Grenzflächenchemie, Verarbeitung und Nutzung von Rohstoffen, Untersuchung neuer Aufzeichnungsmaterialien auf chemischer Grundlage; in der Mathematik (neben einer ausgeprägten leistungsfähigen Grundlagenforschung) eine starke Bindung an die Industrie, verbunden mit unmittelbarer Praxiswirksamkeit, z.B. Optimierung bestimmter in der Industrie ablaufender Prozesse, Entwicklung von soft ware für hochspezialisierte wissenschaftliche Geräte; in der Technologie Fragen der Meß- und Prüftechnik sowie der Rationalisierung , besonders auf der Grundlage der Mikrorechentchnik, Fragen des Lasereinsatzes bei technologischen Bearbeitungsprozessen von nicht metallischen Werkstoffen wie Glas und Keramik und schließlich in der Biologie Schaffung des wissenschaftlichen Vorlaufes für die Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel und anderer spezieller Wirkstoffe.

Der Trend ist heute, daß sich der Zeitraum von der Idee bis zu ihrer Umsetzung in die Produktion drastisch verringert, z.B. beträgt die Spanne von der Produktidee bis zur Produktion bei mikroelektronikintensiven Produkten z.Z. 2 bis 3 Jahre. Die Universitätsforschung muß sich diesem Tempo anpassen, d.h. es geht nicht, daß die Grundlagenforschung 10 bis 20 Jahre betrieben wird und innerhalb eines Jahres dann eine praxisrelevante Applikationsforschung erfolgt. Dieser Prozeß muß parallel verlaufen, aus der laufenden Grundlagenforschung werden immer zeitweilig - und zwar dann, wenn der Zeitpunkt herangereift ist - applikative Beispiele abgehoben werden, ohne damit das Verhältnis Grundlagenforschung - Applikationsforschung dauerhaft zu stören.

" i m p u l s 68 ":

Welchen Beitrag leisten Wissenschaftler auf dem Gebiet der philosophischen, ökonomischen und medizinischen Grundlagenforschung?

Dr. J ä h n i g :

Das Spektrum ist weit gefächert; man muß damit beginnen, ein Vorurteil abzubauen, nämlich die Vermutung, daß insbesondere die gesellschaftswissenschaftliche Forschung keinen Beitrag für die angewandte Forschung liefern kann. Ich nenne hier nur die Psychologen und Wirtschaftswissenschaftler, dort liegt es auf der Hand, daß deren Ergebnisse zum Teil unmittelbar in der Produktion wirksam werden (Arbeitspsychologie, Fragen des sozialen Umfeldes usw.). Aus der Fülle der gesellschaftswissenschaftlichen Forschungseinrichtungen - immerhin haben wir an der FSU dafür 14 Sektionen und Einrichtungen - sowie einem leistungsfähigen medizinischen Bereich mit nahezu 3000 Beschäftigten fällt es mir schwer, stellvertretend Beispiele zu nennen. Es beschäftigen sich Forschungsgruppen mit Fragen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, des Wechselverhältnisses Philosophie-Naturwissenschaften, der Klassikforschung, zu Erziehungsproblemen, der Regionalgeschichte Thüringens, der Imperialismus- und Konservatismusforschung; Wissenschaftler sind beteiligt an der Herausgabe der MEGA (Marx-Engels-Gesamtausgabe), eines Philosophenlexikons usw., um die Vielfalt lediglich anzudeuten. In der Medizin stehen insbesondere spezielle Fragen der Krebs-erkennung und -bekämpfung, der Schwangerschafts- und Geburten-

Überwachung, im Vordergrund. Allein auf medizinischem Gebiet laufen zur Zeit über 50 Forschungsthemen, angefangen von der Kinderheilkunde, über die Urologie, Arbeitshygiene, Gerichtsmedizin, Anatomie, Neurologie usw. bis hin zur Pathologie.

" i m p u l s 68 ":

Abschließend noch etwas ganz Persönliches. Sie gehörten - vor nunmehr 13 Jahren - zu den Gründern von "impuls 68". Kann man davon ausgehen, daß heute, genau wie 1968, eine unveränderte Notwendigkeit dafür besteht, Oberschüler für ein naturwissenschaftliches Studium zu begeistern?

Dr. J ä h n i g :

Ich sehe diese Notwendigkeit heute noch viel deutlicher, als das 1968 der Fall war. Wir brauchen nach wie vor talentierte junge Menschen, die sich mit der ganzen Kraft ihrer Person den ungelösten Problemen der Naturwissenschaft stellen, weil hier die wissenschaftlichen Voraussetzungen für die Entwicklung unserer Gesellschaft in den nächsten 20 bis 30 Jahren geschaffen werden. Wie auf dem X. Parteitag festgestellt wurde, muß der Beitrag von Wissenschaft und Technik ein ganz entscheidender für die Entwicklung unserer Volkswirtschaft sein. Wenn wir hier Rückstände zulassen bzw. den Anschluß nicht halten, wird sich das grundsätzlich auf unsere ökonomische Situation und damit auch auf die Verwirklichung des sozialpolitischen Programms auswirken.

Uns lag schon damals bei der Gründung von "impuls 68" daran, den Schülern zu zeigen, daß das Studium eines naturwissenschaftlichen Faches in erster Linie mehr als eine Lernaufgabe ist. Wer Freude an einer Arbeit mit hohem Abstraktionsgrad hat, ist hier als Studierender richtig am Platz und wird dann auch im beruflichen Leben den Erfolg haben, den man sich als junger Mensch unbedingt wünscht, denn letztendlich gehört Erfolg, besonders beruflicher, zu einer der erfreulichsten Erscheinungen der persönlichen Entwicklung.

Das Interview führte Eberhard W e l s c h .

Die Lichtleitkabel zur Nachrichtenübertragung sind in den letzten 5...7 Jahren international stark ins Gespräch gekommen, und das nicht ohne guten Grund. Durch technologische Verbesserungen bei der Glasherstellung für die Faserproduktion ist es möglich geworden, Informationen mit Licht bis zu 70 km ohne Zwischenverstärkung zu übertragen. Wäre der Ozean so sauber wie diese Gläser, dann könnte man ohne Mühe bis auf den Grund des Marianengrabens (11 034 m) schauen. Auf Grund eines inhomogenen Brechzahlverlaufes im **Faserkern** sind Übertragungsbandbreiten von 1 GHz km^{-1} und mehr möglich geworden, was bedeutet, daß z.B. mehr als 15 000 Telefongespräche über eine Faser gleichzeitig geleitet werden können. Die Vorteile dieses Übertragungssystems - hohe Informationsdichte, große Stör- und Abhörsicherheit und nicht zuletzt der genügend vorhandene, billige Rohstoff Sand (SiO_2) - ermöglichen schon heute eine Anwendung und breiten Einsatz der Lichtleitfasern in vielen Bereichen der Informationsübertragung, z.B. bei der Bild-Fernübertragung (Kabelfernsehen), in der Computertechnik, bei vielen schnell ablaufenden technischen Übertragungsproblemen und auch in der Militärtechnik. Dieser Artikel soll die Lichtleiter für die Nachrichtenübertragung (LLNÜ) näher charakterisieren.

Die Lichtleitfaser

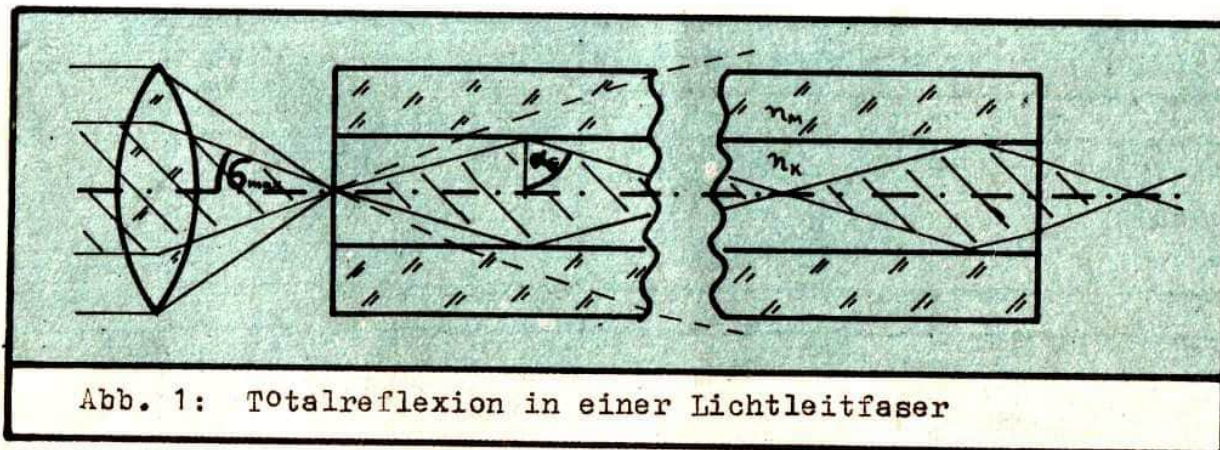
Schon aus dem Brechungsgesetz von Snellius folgte die mathematische Beschreibung des Grenzwinkels der Totalreflexion. Aber erst Fresnel beschrieb die Effekte der Totalreflexion mathematisch genauer. Wegen technischer Unzulänglichkeiten konnten aber Lichtleiter im 19. Jahrhundert noch nicht hergestellt werden. Erst Mitte der 20er Jahre dieses Jahrhunderts wurden die er-

sten Lichtleiter gebaut. Sie genügten den Anforderungen für eine praktische Verwendung jedoch noch nicht. Eine echte Anwendung von Lichtleitkabeln erfolgte erst Mitte der 50er Jahre. Die Entwicklung führte in den 60er Jahren zu den Bildleitkabeln für die Fotografie innerer Organe, zu Beleuchtungskabeln für die verschiedensten Zwecke, zu leuchtenden Bildmatrizen und zu anderen Anwendungen. Ende der 60er Jahre wurden dann die ersten Schritte zur Entwicklung der LLNÜ gemacht.

Wie wirkt nun die Totalreflexion als Lichtleitungseffekt?

Taucher kennen vielleicht den Effekt, daß die Wasseroberfläche aus der Fischperspektive ab einem gewissen Blickwinkel völlig undurchsichtig ist. Das passiert, wenn man eine glatte Wasseroberfläche unter kleinem Winkel betrachtet (kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflexion), weil ein Übergang vom optisch dichteren Medium Wasser ($n = 1.33$) ins optisch dünnere Medium Luft ($n = 1.00$) die Totalreflexion des Lichtes ermöglicht.

Die Lichtleitfaser ist nun so aufgebaut, daß die Brechzahl n_k im leitenden Kern größer ist, als die Brechzahl n_m des Fasermantels (siehe auch "Impuls 68", 9. Jahrgang 1975/76, Heft 6). Die Leitung von Licht in nur einem höherbrechenden Medium als Luft, was theoretisch denkbar ist, ist wegen zu großer Lichtverluste an der Faseroberfläche (Streuung, Absorption in Oberflächennähe) nicht möglich.



Für den Grenzwinkel der Totalreflexion ergibt sich aus dem Brechungsgesetz von Snellius:

$$\sin \alpha_g = \frac{n_m}{n_k}$$

Strahlen mit einem Winkel $\alpha \leq \alpha_g$ verlassen die Faser, hingegen werden Strahlen mit $\alpha > \alpha_g$ an der Kern-Mantel-Oberfläche totalreflektiert, ohne nennenswerte Verluste bei der Totalreflexion zu erleiden. Bei der "normalen" Reflexion an polierten Metalloberflächen hingegen treten z.B. Verluste von etwa 5 % auf, wodurch nach etwa 130 Reflexionen die Intensität bezogen auf die eingestrahlte Lichtintensität auf 10^{-3} abgesunken ist.

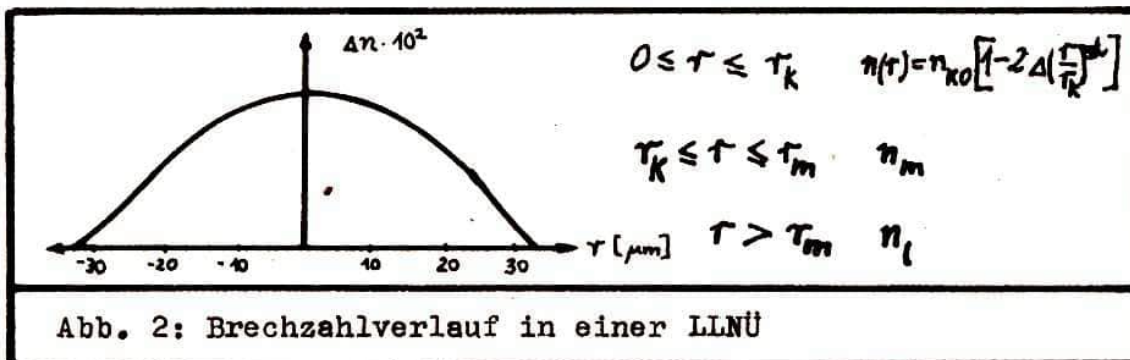
Zur Charakteristik der Faserleitfähigkeit wird die maximal leitbare halbe Bündelöffnung $\sigma_{\max}$ definiert, innerhalb der alle Strahlen totalreflektiert werden:

$$n_1 \cdot \sin \sigma_{\max} = \sqrt{n_k^2 - n_m^2}$$

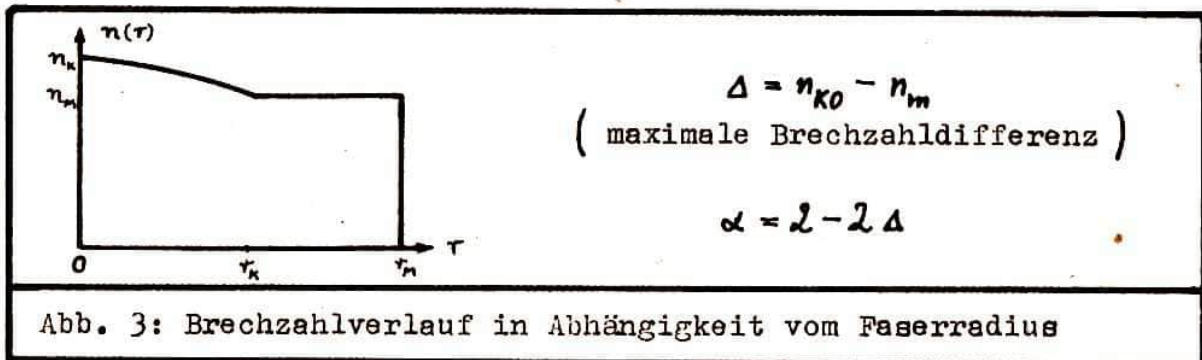
Der Ausdruck $n_1 \cdot \sin \sigma_{\max}$ ist gleich der Apertur der Faser (Maß für die Lichtstärke der Faser), die nur von den Brechzahlen n_k und n_m abhängt, nicht aber von den geometrischen Parametern der Fasern.

Was ist nun das Besondere an den LLNÜ? Zuerst muß ihre geringe Materialabsorption genannt werden, die um 3 bis 4 Größenordnungen geringer ist als bei herkömmlichem Glas. Einen Vergleich der Absorptionskoeffizienten verschiedener Materialien zeigt die folgende Tabelle:

Material	Absorptionskoeffizient	Eindringtiefe (50 % Intensitätsabfall)
Fensterglas	50 000 dB km ⁻¹	0.066 m
Stadtluft	10 dB km ⁻¹	330 m
LLNÜ	3 dB km ⁻¹	1 000 m

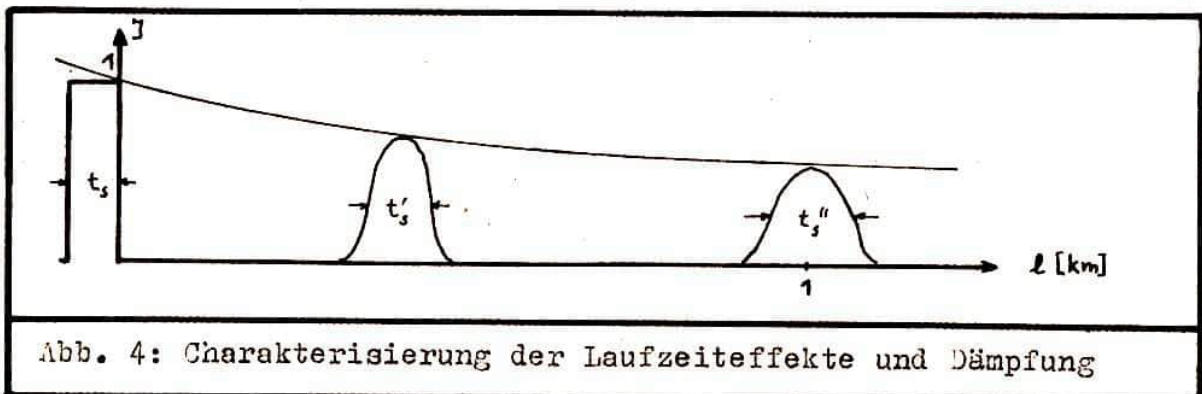


Als weiterer wesentlicher Unterschied zu bisherigen Fasern ist der inhomogene Brechzahlverlauf im Faserkern anzuführen.



Die Abbildung 2 zeigt einen repräsentativen Brechzahlverlauf einer LLNÜ.

Die Aufgabe des quasi-parabolischen Brechzahlprofiles ist, die Lichtlaufzeitunterschiede zwischen Randstrahlen des geleiteten Bündels und paraxialen Strahlen auszugleichen, damit die eingekoppelten Signale während der Leitung möglichst wenig zerfließen.



Die Dämpfung des Lichtes in der Faser, hervorgerufen durch verschiedenste Streumechanismen (z.B. Oberflächenstörungen, Mikrorisse), geringe Brechzahlanomalien (molekulare Lichtstreuung u.a.) und durch die Absorption durch Störelemente (z.B. Metallionen) im Glas, wird durch folgende Formel beschrieben:

$$I = I_0 \cdot 10^{-kl}$$

Der Extinktionskoeffizient k setzt sich additiv aus einem Streu- und einem Absorptionsanteil zusammen.

In der Abbildung 3 sehen wir, daß sich die Brechzahl im Kern nur um maximal 1 % ändert. Trotzdem ist die inhomogene Brechzahl entscheidend für die Funktion der LLNÜ, weil damit die Übertragungskapazität stark vergrößert werden kann.

Im nächsten Teil des Artikels beschäftigen wir uns mit der Herstellung von Lichtleitern und den Modulationstechniken und geben einen Ausblick für zukünftige Anwendungen.

Berichtigung: Durch unsere Schuld wurde im Heft 1/15. Jg. die folgende Tabelle im BIOLOGIE-Beitrag von Dr. A. Schlüttig vergessen. Wir bitten um Entschuldigung. Die Redaktion

Die Maximaltemperaturen einiger "besonders extremer" Mikroorganismen	
Gruppe, Gattung, Art	Maximaltemperatur (°C)
<u>Cyanobakterien</u>	
-Synechococcus lividus	74
<u>Nicht-photosynthetisierende Bakterien</u>	
<u>Sporenbildner</u>	
-Bacillus YT-G	84
-Clostridium thermohydrosulfuricum	74...76
<u>Actinomyceten</u>	
-Thermoactinomyces citrina	70...75
<u>Methanogene Bakterien</u>	
-Methanobacterium thermoautotrophicum	75
<u>Schwefeloxidierende Bakterien</u>	
-Sulfobolus acidocaldarius	85...90
-Thiobacillus thermophilica	80
<u>Sulfatreduzierende Bakterien</u>	
-Desulfovibrio thermophilus	85
aus: BROCK, T. D., "Thermophilic microorganisms and life at high temperatures", New York, Heidelberg, Berlin, 1978	

Hanka Bartels
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Chemie

Lumineszenzerscheinungen und Anwendungsgebiete der Lumineszenzanalyse (Teil 2)

CHEMIE

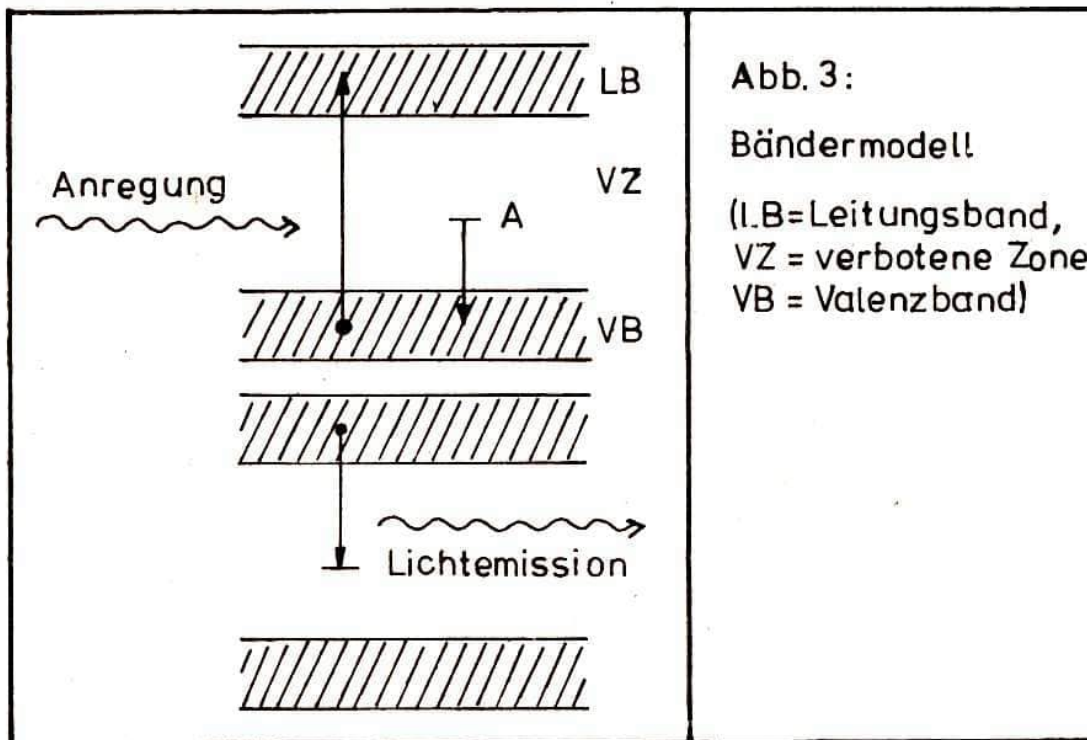
Im vorigen Heft wurden die Begriffe Bio- und Chemilumineszenz erläutert. Wie angekündigt werden die Ausführungen jetzt noch ergänzt und Anwendungen der Lumineszenzerscheinungen besprochen.

Eine weitere Form der Chemilumineszenz ist das Leuchten der Sulfidphosphore. Diesem Leuchten der Sulfidphosphore begegnet man täglich. Es wird im Verkehrswesen und beim Bau von Leuchtschirmen angewendet. Mit seiner Hilfe ist es uns möglich, auch im Dunkeln die Uhrzeit abzulesen. Man kann sicher noch andere Anwendungsgebiete finden.

Sulfidphosphore sind hauptsächlich Zink-, Cadmium- und Erdalkalisulfide, die nach Anregung Strahlung einer bestimmten Wellenlänge emittieren.

Die selbstleuchtenden Zifferblätter an der Uhr enthalten Zinksulfid (ZnS), einen Aktivator (CuS) und 1 mg Radium auf 10 g ZnS (Sidotsche Blende). Durch die Anregung mit der radioaktiven Strahlung des Radiums zeigen sie eine grüne Lumineszenz. Dieses Phänomen läßt sich mit Hilfe des Bändermodells erklären. Zwischen dem Leitungs- und dem Valenzband eines Kristalls befinden sich die diskreten Energieniveaus der Elektronenakzeptoren (Haftstellen) und der Elektronendonatoren (Aktivatorterme).

Durch das Einwirken der ionisierenden Strahlung (Anregung) werden Elektronen aus dem Valenzband in das Leitungsband gehoben, wodurch "Löcher" im Valenzband entstehen. Einige Elektronen aus dem Aktivatorterm fallen in diese "Löcher". Die Lichtemission tritt auf, wenn die in das Leitungsband gebrachten Elektronen in einen unbesetzten Aktivatorterm fallen (Abb. 3).



Die Farbe des emittierten Lichtes hängt von der Art des Sulfids ab. Die Leuchtschirme der Fernsehröhren enthalten Sulfide mit den Emissionsgebieten von Blau bis Orange, da deren Mischung eine weiße Farbe hervorruft.

Auch die Kristall-Lumineszenz kann man zur Chemilumineszenz rechnen. Sie soll hier in der Form eines Versuches beschrieben werden.

Versuch 4: Leuchterscheinung beim Auskristallisieren von Bariumbromat

In siedendem Wasser werden 8 g Bariumbromat ($\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) gelöst. Wenn man die Lösung langsam abkühlen läßt, sind bei 40 bis 50 °C zwei Stunden lang bläuliche Funken sichtbar und ein leises Knistern wahrnehmbar.

Die Kristallolumineszenz beruht auf einem Entladungsleuchten beim Zusammentreffen entgegengesetzt geladener Teilchen.

4. Lumineszenzanalyse

4.1. Begriff

Die Lumineszenzanalyse ist eine Untersuchung von Lichtemissionserscheinungen und deren Anwendung für den qualitativen und quantitativen Nachweis von Substanzen. Das Untersuchungsobjekt wird mit ultravioletter Strahlung (UV) bestrahlt und dann daraufhin geprüft, ob es Lumineszenz zeigt, d.h. ob es durch die Primärstrahlung (UV) zu einer "sekundären" Lichtquelle geworden ist. Die Energie des erregenden Lichts wird also in Form von Lichtquanten zugeführt, wobei das betreffende Elektronensystem eine Zunahme seiner Energie erfährt. Erfolgt die Wiedergabe der eingestrahlten Lichtquanten nur so lange, wie Anregungsenergie zugeführt wird, bezeichnet man die Lumineszenz als Fluoreszenz. (Zu den fluoreszierenden Substanzen gehört der grünliche Flußspat (Fluorcalcium), der bei Bestrahlung mit weißem Licht tief blau aufleuchtet. Auf Grund dieser Tatsache prägte Stokes den Begriff "Fluoreszenz".) Dauert die Strahlung nach Unterbrechung der Anregung noch an, spricht man von Phosphoreszenz.

4.2. Anwendungen der Lumineszenzanalyse

Medizin

Alle tierischen Zellen und Gewebe haben die Eigenschaft, im filtrierten Ultraviolett zu lumineszieren. Nur die Anwesenheit von Pigmenten oder von Hämoglobin beeinträchtigt diese Erscheinung oder hebt sie auf.

Die Intensität, mit der ein Gewebe Fluoreszenzlicht ausstrahlt, ist im wesentlichen durch seine Struktur bestimmt. Je wasserfreier, fester ein Gewebe ist, je weniger Hohlräume es einschließt, um so stärker ist seine Fluoreszenz. So leuchtet ein vertrocknetes Gewebe stärker als ein frisches, Sehnen leuchten heller als Muskeln, noch heller leuchtet der Knochen. Besonders bunte Bilder zeigen Gallensteine. Reine Cholesterinsteine fluoreszieren gelbgrün. Beimengungen von Gallenfarbstoffen können in allen Farben, von Rot bis Violett, fluoreszieren.

Diese Verschiedenheit in der Fluoreszenz menschlicher Gewebe und Organe hat veranlaßt, eine Analysenhängelampe während der Operation zu verwenden.

Lebensmittelchemie

Vielen ist bekannt, daß Fische, vor allem Heringe, Seelachs, Dorsch, Schellfisch und Goldbarsch, im Dunkeln bisweilen zu leuchten beginnen, wenn sie nicht ganz frisch sind. Es handelt sich dabei um einen Befall von Leuchtbakterien.

Mittels der Lumineszenzanalyse kann man nicht nur Aussagen zum Frischezustand von Lebensmitteln treffen, sondern auch quantitative Bestimmungen des Vitamin- und Fettgehaltes durchführen. Ebenso kann bei der Untersuchung von Würstchen zum Beispiel festgestellt werden, ob darin viel Faserfleisch oder Sehnen verarbeitet wurden, denn Muskelfleisch ist unter der Lampe rot, Knorpel und Sehnen heben sich leuchtend blau davon ab.

Die Analysemethode kann auch zur Unterscheidung der Kuhmilch von Frauenmilch dienen, was für die Frauenmilchsammelstellen besonders wichtig ist. Frauenmilch fluoresziert blau, Kuhmilch gelb. Die Ursache dafür ist, daß das Vitamin B₂ in der Kuhmilch frei vorkommt, während es in der Frauenmilch an Eiweiß gebunden ist.

Gerichtliche Chemie (Kriminalistik)

Blutflecken leuchten gar nicht und zeigen infolge der hohen Lichtabsorption des Blutfarbstoffes bei Bestrahlung mit ultravioletttem Licht eine schwarze Färbung. Wird der Blutfleck dagegen mit Schwefelsäure behandelt und mit Ammoniak neutralisiert, kann man eine strahlend rote Fluoreszenz erhalten.

Bei sich wiederholenden Gelddiebstählen und ähnlichen Delikten versucht man die Täter durch Einfärben des Materials mit Farbstoffen, die unter der Lampe intensiv leuchten, zu überführen. Papiersorten, besonders solche mit Wasserzeichen, sind unter der Quarzlampe mannigfach verschieden. Daher ist die Echtheitsprüfung von "Papieren" naheliegendes Anwendungsgebiet der Lumineszenzanalyse. Streut man auf das Wasserzeichen eine dünne Mischung von 100 g Puderzucker und 0,5 g Rhodanin und bringt das Blatt unter einer Schale mit Wasser unter die Quarzlampe, so hebt sich das Wasserzeichen, wenn es echt ist, sekundenweise durch helle Fluoreszenz vom dunklen Grund ab.

Damit soll der kurze Exkurs in die Erscheinungen und die Anwendungen der Lumineszenz beendet sein.





von Dr. Klaus Jupe, FSU Jena, Sektion Physik

" Er entriß dem Himmel den Blitz und das Zepter den Tyrannen." Mit diesen Worten charakterisierte der französische Philosoph und Naturwissenschaftler J.B. le Rond d'Alembert das Lebenswerk von Benjamin Franklin. Der 275. Geburtstag (geb. 17. Januar 1706) soll uns Anlaß sein, diesen bedeutenden Mann, der sowohl in der Wissenschaft als auch in der Politik hervorragende Leistungen vollbracht hat, etwas näher kennen zu lernen.

Zunächst in Kürze einige Daten aus seinem Leben. B. Franklin wurde als 15. Kind eines Seifensieders in Boston (USA, damals englische Kolonie) geboren. Mit 12 Jahren begann er nach recht mangelhafter Schulbildung eine Buchdruckerlehre. In einer zweijährigen Tätigkeit in England hat er sich als Autodidakt in harter Arbeit die wesentlichen Kenntnisse seiner Zeit in Wissenschaft und Politik angeeignet. Nach seiner Rückkehr nach Amerika gründete er 1723 eine eigene Druckerei und war in der folgenden Zeit in einer Reihe öffentlicher Ämter tätig, u. a. war er mehrere Jahre Generalpostmeister sämtlicher amerikanisch-englischer Kolonien. Während seiner Tätigkeit als Vertreter der damaligen englischen Kolonie Pennsylvanien in England sah er als gebildeter, kritischer Mensch für sich keine andere Möglichkeit, als für die Unabhängigkeit der Kolonien zu arbeiten. Er war Mitverfasser der Unabhängigkeitserklärung und, da er für den Kampf im Unabhängigkeitskrieg gegen England zu alt war, diente er seinem Lande 1776 bis 1785 als erster Gesandter der USA in Frankreich. Die im wesentlichen durch ihn bewirkte Hilfe Frankreichs in diesem Krieg war für den Ausgang mit ausschlaggebend.

Auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technik beschäftigte er sich mit einer Reihe von Problemen, u. a. mit dem Nordlicht und meteorologischen Erscheinungen, er konstruierte Lüftungs- und Entlüftungsanlagen, er erfand den Schaukelstuhl und den eisernen Ofen. Besonders hervorzuheben sind seine Untersuchungen

auf dem Gebiet der Elektrizität. Nachdem sich die Physik des 17. Jahrhunderts vor allem mit Problemen der Mechanik und Optik beschäftigt hatte, wurde im 18. Jahrhundert die Elektrizität zur "Mode". Versuche zur Reibungselektrizität (etwas anderes kannte man noch nicht) wurden zu allen möglichen Gelegenheiten vorgeführt, wobei meist keine wissenschaftlichen Interessen verfolgt wurden. Auch B. Franklin beschaffte sich einige elektrische Geräte. In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts sah man die Elektrizität als eine "Ausdünstung" der Körper an, die kaum von Licht und Wärme unterschieden wurde. Man richtete sein Augenmerk also mehr auf die Umgebung der geladenen Körper als auf diese selbst. Das entspricht zwar der heute sehr fruchtbaren Feldauffassung, konnte aber im 18. Jahrhundert die Physik nicht voran bringen. Franklin hat wesentlich zu neuen Erkenntnissen über das Wesen der Elektrizität beigetragen.

Den größten Eindruck auf seine Zeitgenossen machte aber Franklins Auffassung vom Gewitter als elektrische Erscheinung. Diese Tatsache ist für uns heute selbstverständlich, aber in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts waren die Ursachen von Gewittern noch völlig unbekannt. Die griechische Philosophie sah in Gewittern schweflige, brennbare Dünste, die sich in den Wolken ansammeln und diese durchbrechen. Der französische Philosoph und Naturwissenschaftler R. Descartes erklärte im 17. Jahrhundert das Gewitter durch Wolken, die auf andere Wolken herabfallen. B. Franklin war der Erste, der den Blitz als elektrischen Funken erklärte. Sein Vorgehen ist ein typischer Analogieschluß. Er führte 7 Erscheinungen an, die beiden gemeinsam sind (u. a. Ähnlichkeit in Lichterscheinung, im Geräusch, Entzündung von Körpern, Lebewesen können getötet werden - Franklin tötete ein Huhn durch elektrische Entladung) und schloß daraus auf ein gemeinsames Wesen beider Erscheinungen. Es kennzeichnet ihn als gründlichen Wissenschaftler, daß er nach weiteren Bestätigungen suchte. Während eines Gewitters im Juni 1752 ließ er einen Drachen an einer seidenen Schnur steigen, an deren Ende ein Schlüssel befestigt war, der mit einem Seidentuch gehalten wurde. Zunächst zeigte sich keinerlei Wirkung, aber als dann die Schnur feucht wurde, sträubten sich deren lose Fäden und Franklin konnte aus dem Schlüssel mit dem Finger elektrische Funken herausziehen. Damit war die Identität des Blitzes mit einer elektrischen Entladung endgültig bestätigt. Heute wissen wir, daß

dieses und weitere Experimente Franklins großer Leichtsinn waren. Am 6. August 1753 wurde der Petersburger Professor Richmann bei ähnlichen Versuchen vom Blitz erschlagen. Franklin entdeckte, daß Gewitterwolken manchmal positiv, manchmal negativ geladen sind. Kennzeichnend für ihn ist, daß er sehr bald daran ging, seine Entdeckung praktisch zu nutzen. Die in der neuen Welt besonders großen Schäden durch Blitzschläge wollte er verhindern und schlug im September 1753 den Blitzableiter vor, der alsbald praktisch erprobt wurde und sich schnell verbreitete. Es war dies die erste praktische Anwendung der Erkenntnisse über die Elektrizität! Den ersten Blitzableiter in Europa errichtete der Chorherr und Pfarrer Prokop Diwitsch 1754 in Prenitz in Mähren, er wurde jedoch von abergläubischen Zeitgenossen zerstört. In England wurde der Blitzableiter sogar zu einem Politikum: Wegen der patriotischen Neigungen B. Franklins forderte König Georg III, 1780, daß die Blitzableiter mit Kugeln versehen werden müssen statt der zweckmäßigeren Franklinschen Spitzen. Sir John Pringle, der Präsident der Royal Society, stimmte dem nicht zu und mußte zurücktreten.

Wenn wir heute die Leistungen Benjamin Franklins würdigen, müssen wir alle Seiten dieser bedeutenden Persönlichkeit sehen dürfen über den Erfinder des Blitzableiters nicht den fortschrittlichen Politiker vergessen. Insbesondere war er der erste, der die Möglichkeiten der neuen Welt begriff. Waren doch die USA zur Zeit ihrer Gründung der progressivste Staat der Welt. Ein Zeitgenosse sagte über B. Franklin: "Er brachte die neue Welt auf den Plan, um das Gleichgewicht in der alten wiederherzustellen."

Verstanden zu werden und zu verstehen,
setzt Vertrauen voraus.
Und das Vertrauen wiederum Verständnis,
um einander zu verstehen.

aus "Wege" von Hans Löffler



Wolfgang König
Lehrer für Ma, Phy, Astro
EOS Meiningen

Das Geheimnis der „fliegenden Taube“

ASTRO

Zu den bekanntesten und schönsten Wintersternbildern gehört der ORION. Nach griechischen Sagen ist dies jener Himmelsjäger, der, mit zwei Hunden im Gefolge, Jagd auf alles Getier der Erde machte und sich selbst vor dem Stier nicht fürchtete. Daher bilden die Sternbilder Großer Hund, Kleiner Hund, ORION und Stier heute eine Familie (Sternbildgruppe) am Winterhimmel (s. Abb.1).

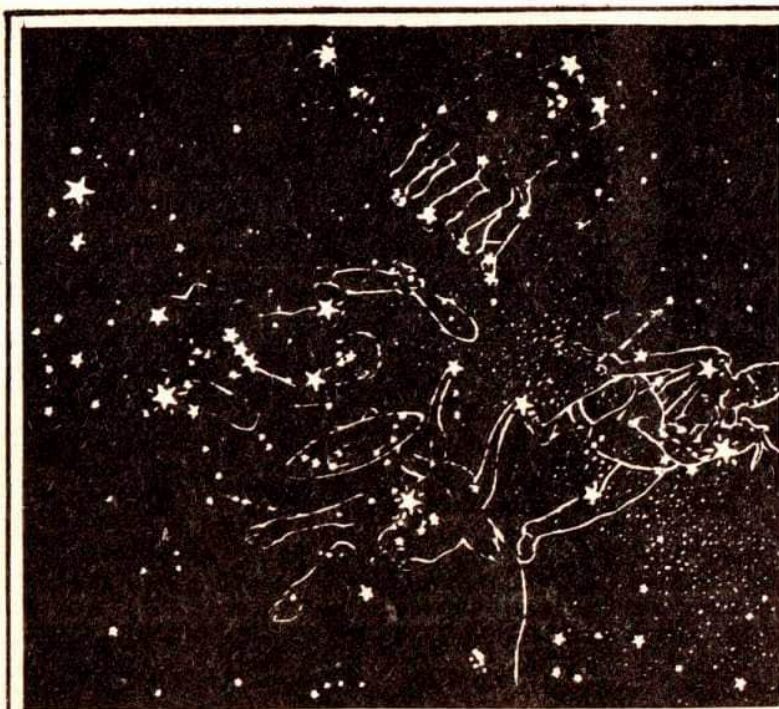


Abb. 1

Am Himmel finden wir oft diejenigen Sternbilder beieinander, die in den Sagen der Griechen oder im Mythos der Ägypter miteinander in Verbindung stehen.

Hier die Gruppe der Wintersternbilder.

(Bildnachweis siehe Schluß des Artikels)

In der Schwertregion des Orion, relativ nahe den drei Gürtelsternen (Jakobsstab), entdeckt das unbewaffnete Auge bei gutem Sichtwetter einen verwaschenen Lichtfleck vierter Größenklasse, den sogenannten Orionnebel. Fotografiert man dieses Objekt durchs Fernrohr mit entsprechend langer Belichtungszeit, erhält man einen sich über 0,5 Grad ausbreitenden Nebel (etwa Vollmonddurchmesser), der die äußeren Konturen einer "fliegenden Taube" besitzt (s. Abb. 2).

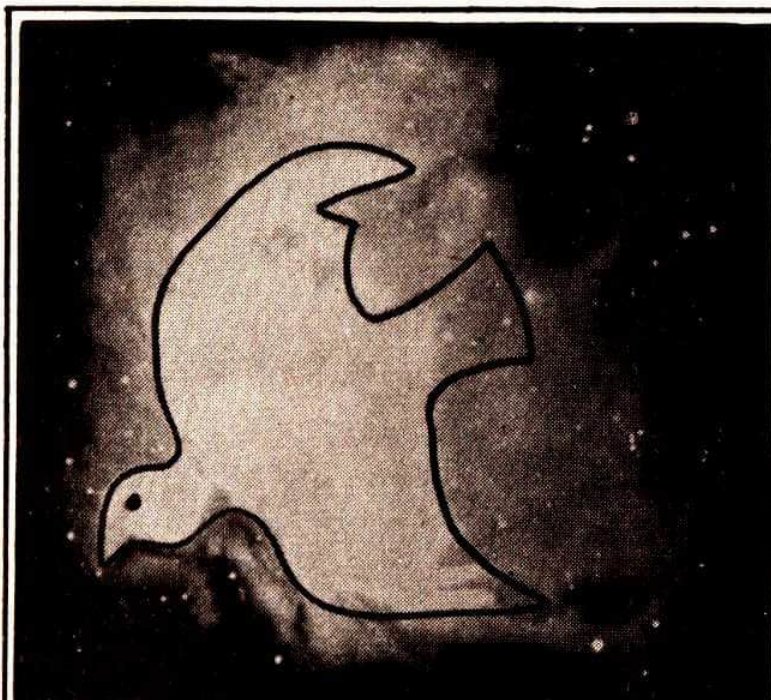


Abb. 2

Der ORION-Nebel, bestehend aus zwei Teilsystemen M 42 und M 43, stellt ein diffuses Gebilde aus Gas und Staub dar, das noch innerhalb unserer Galaxis liegt.

Die "fliegende Taube" (siehe nachträglich eingezeichnete Umrandung) gibt sich nur in bestimmten, technisch bearbeiteten Aufnahmen zu erkennen, die mit lichtstarken Teleskopen gewonnen werden.

Seit langem sind viele Astrophysiker davon überzeugt, daß es sich bei diesem diffusen galaktischen Nebel aus Gas und Staub um die "Brutstätte" neu entstehender Sterne handelt. Weil es gegenwärtig verschiedene Hypothesen über den Prozeß der Sternentstehung gibt, wollen wir dem Geheimnis der "fliegenden Taube" einmal nachgehen.

Seit Immanuel KANTS "Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels" von 1755 wurden die Ansichten über die Unwandelbarkeit der Gestirne immer stärker in Frage gestellt. Hatten bis dahin die Sterne und Planeten als Sinnbild des Ewigen und Unvergänglichen gegolten, gab es nun mehr und mehr Anhänger solcher Auffassungen, daß auch Sterne einen eigenen Lebensweg hätten, also entstehen und vergehen, wenn auch in buchstäblich astronomischen Zeiträumen (gemessen in Jahrmillionen und Jahrmilliarden). Erst das 20. Jahrhundert konnte allerdings das notwendige Beobachtungsmaterial liefern, um eine wissenschaftliche Überprüfung der einen oder anderen Hypothese über den Sternentstehungsmechanismus in Angriff zu nehmen.

Da sei am Anfang unserer Betrachtungen schon darauf hingewiesen, daß eine eindeutige Entscheidung für oder gegen eine der beiden konträren Auffassungen über die Bildung von "Sonnen" gegenwärtig noch nicht möglich ist, daß sowohl die "orthodoxe" Theorie ihr Für und Wider hat als auch die in letzter Zeit häufiger zitierte "Bjurakaner Konzeption". Nach der einen Auffassung, die nebenbei bemerkt auch im Astronomieunterricht der 10. Klasse in Ansätzen behandelt wird, bilden sich die Sterne durch Kondensation feinst verteilter Materie (interstellares Medium: Gas und Staub), nach der anderen Theorie, die mit dem Namen des sowjetischen Astrophysikers AMBARZUMJAN verbunden ist, gingen die Sterne aus Ansammlungen extrem dicht gepackter Materie hervor. Es werden im Kosmos Expansions- und Kontraktionsprozesse (Ausdehnung und Zusammenziehung) nebeneinander beobachtet, aber es scheint, als ob junge Sterne, die entsprechend spektralanalytischen Untersuchungen erst wenig mehr als 10 000 Jahre existieren, in der unmittelbaren Nachbarschaft von sich zusammenziehenden Gas-Staub-Wolken auftreten, also aus diesem "Baumaterial" hervorgegangen sind. Bis auf schnelle Zwischenphasen glaubt man heute alle entscheidenden Stadien der Sternentstehung beobachten zu können. Um eine Frühphase der Neubildung von Sternen zu erfassen, konzentrieren wir uns auf die Himmelsregion, in der mit dem Schulfernrohr (etwa vom Typ "Telementor") der Orionnebel in die vier Trapez-Sterne und den sie umgebenden Emissionsnebel aufgelöst werden kann. Dort spielt sich folgendes ab: In etwa 1 500 Lichtjahren Entfernung, also noch innerhalb unserer Galaxie, liegt die interstellare Materie zum Teil als ionisierter Wasserstoff vor - man nennt dies ein H_{II} -Gebiet - zum Teil in mehreren Molekülwolken, vermischt mit Staubkörnchen kleinster Abmessung (Durchmesser: 10^{-5} cm). Beim Eindringen der H_{II} -Wolke (leuchtender Teil) in die Molekülwolken (Dunkelwolke) entstehen sowohl kompakte Infrarotquellen als auch Quellen von Maser-Strahlung (der bekannten Laser-Strahlung verwandt). Auf der Erde beobachtete und lokalisierte man solche "Nester" in den letzten Jahren häufiger. Das ist zum Beispiel in der Gegend des Halses unserer "fliegenden Taube" der Fall (nahe den Trapez-Sternen). Infrarotsterne sind Sterne an der Schwelle vom Vorsternstadium (Protosterne) zum Eintritt auf die Hauptreihe des HRD (Hertzsprung-Russell-Diagramm), sehr vereinfacht ausgedrückt an der Schwelle vom "Sternembryo" zum "Sternbaby". Von nun an kann der Entwicklungsweg eines Sterns im optischen Bereich, z.B.

mit einem Spiegelteleskop verfolgt werden, während alle Beobachtungen vorher mit den Mitteln der Infrarotfotografie bzw. mit Radioteleskopen vorgenommen werden müssen.

Maser-Emission ist mit Aussendung von Radiostrahlung einer bestimmten Wellenlänge identisch. Diese Technologien der beiden hier erwähnten Strahlenarten sind Erfindungen der Neuzeit (Maser seit 1953), wurden aber bereits zu unentbehrlichen Hilfsmitteln moderner astronomischer Forschung.

Da das Vorhandensein interstellarer Materie Voraussetzung für die Sternentstehung und damit letzten Endes auch für die Planetenentstehung ist (Planeten fallen als "Nebenprodukt" von Fixsternen an), soll diese Materieform etwas näher gekennzeichnet werden. Die Gesamtmasse der interstellaren Materie der Milchstraße beträgt etwa 5 Milliarden Sonnenmassen, davon sind 1 % bis 10 % in Form von Staub gebunden. Unter Staub muß man sich hierbei 10^{-4} cm bis 10^{-5} cm große Graphit- oder Silikateilchen vorstellen, deren Oberfläche mit einer dünnen Eisschicht bedeckt ist. Bei der Molekülbildung in den "Urwolken", aus denen später junge Sterne werden, übernehmen sie die Rolle eines Katalysators und sind insofern für den Sternentstehungsprozeß unentbehrlich. Molekülwolken (die Radioastronomen haben bisher über 40 verschiedene kosmische Molekülarten identifiziert) sind wegen ihrer gewaltigen Ausdehnungen die größten und massereichsten Einzelobjekte innerhalb einer Galaxie, wenn man von den vorläufig noch hypothetischen "schwarzen Löchern" (supermassive Sterne) absieht.

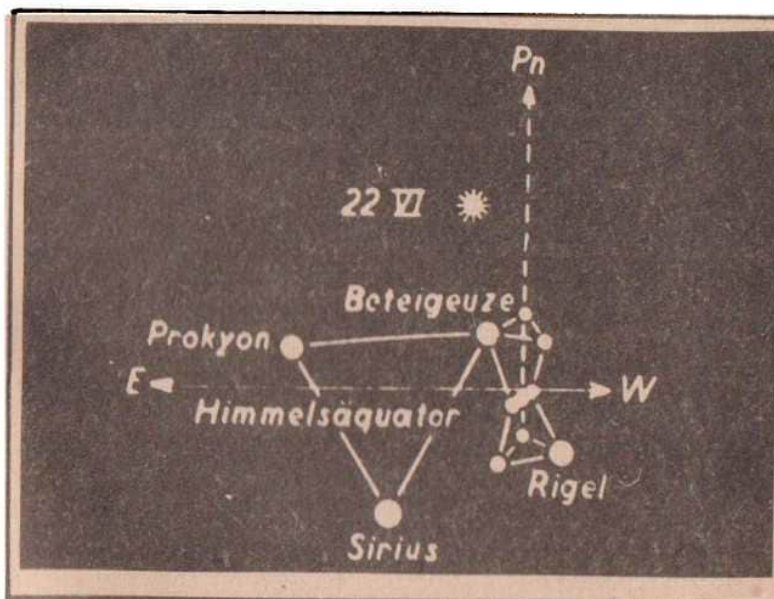


Abb. 3

Orientierungshilfe zum Auffinden der hellsten Objekte im Sternbild ORION. Die meisten der hier verzeichneten Sterne liegen in einer Entfernung zwischen 500 und 1500 Lichtjahren. Der Andromedanebel ist vergleichsweise über 2 Millionen Lichtjahre entfernt.

Kosmische MASER müssen als kompakte und daher intensive Radioquellen innerhalb der Molekülwolken verstanden werden. Einzelbezirke der Maser-Emission sind in ihrer Größe etwa vergleichbar mit der Größe des Sonnensystems (nach "Umschau", Heft 21/1978). Da MASER-Quellen die Eigenschaft besitzen, ihre Energie auf einer (je nach Molekülart) bestimmten konstanten Wellenlänge auszustrahlen und dazu noch in einem schmalen Raumbereich (kleiner Winkel), können sie für nahe Wolken wie beim Orionnebel auf der Erde registriert werden. In ihrer Nachbarschaft gibt es ASSOZIATIONEN infraroter Sterne, die eine Nachfolgephase der Maserquellen darstellen und gleichzeitig als Vorphase junger Sterne aufzufassen sind, die später ihre Strahlungsenergie aus thermonuklearen Prozessen (Kernverschmelzung) schöpfen.

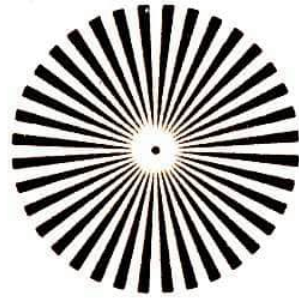
Nach den Sagen des griechischen Altertums soll die Göttin der Jagd ARTEMIS nur ein einziges Mal in einen Jüngling verliebt gewesen sein. Dies war der Riese ORION. Durch eine List ihres Bruders APOLLO veranlaßt, legte sie ausgerechnet auf ihren Geliebten den Pfeil an und tötete ORION. Daraufhin versetzte der allmächtige Göttervater ZEUS den Jäger mit seinem treuen Hund SIRIUS an den Himmel, wo wir ihn das ganze Winterhalbjahr über vorfinden. Sogar noch Ende März, wenn die Sonne abends hinter dem Westhorizont verschwunden ist, können wir den Himmelsjäger gegen 19 Uhr im Südwesten in einer Höhe von 30° wahrnehmen.

In der Vorstellung der alten Kulturvölker war der Himmel durch Götter und Helden bewohnt, dort spielte sich ein lebhaftes Treiben ab. Heute verstehen wir dieses turbulente Geschehen in einem anderen Sinne: Kosmogonisch betrachtet, haben wir mit der Orion-Region die Geburtsstätte junger Sterne vor uns. Aber auch daran sei erinnert: Was wir gegenwärtig mit unseren Radioteleskopen und mit Infrarottechnik in der besagten Region der "fliegenden Taube" registrieren, ist eine Information aus rund 1 500 Lichtjahren Entfernung. Die beschriebenen Vorgänge haben sich also zu einem Zeitpunkt ereignet, als Suhl oder Meiningen noch kleine Siedlungsflecken waren. Was aber sind anderthalb Jahrtausende gemessen an astronomischen Zeiträumen?

(alle Fotos und Zeichnung vom Autor)

Unsere Aufgabe

60



Es sollen zwei gleich große Töpfe mit Wasser durch zwei gleiche Tauchsieder zum Kochen gebracht werden. Ist die dafür insgesamt benötigte Zeit kleiner, wenn man a) beide Töpfe Wasser gleichzeitig mit je einem Tauchsieder oder b) mit zwei Tauchsiedern erst den einen und dann den anderen Topf Wasser zum kochen bringt?

Senden sie die Lösung der Aufgabe an uns ein, mit Angabe von Name, Alter und Anschrift. Die besten Einsendungen werden prämiert und veröffentlicht!

lösung der aufgabe 52 aus heft 3/ 14.jg.

Aufgabe:

Unter der vereinfachenden Annahme, daß die Planetenbahnen kreise seien (die große Halbachse entspricht dann dem Bahnradius), leite man das dritte Keplersche Gesetz aus dem Gravitationsgesetz Newtons ab!

Lösung: (eingesandt von Mike Gerhard, 15 Jahre, Forst/L.)

$$\text{Gravitationskraft } \gamma \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} = \frac{m v^2}{r} \quad \text{Radialkraft}$$

γ - Gravitationskonstante

m - Planetenmasse

M - Sonnenmasse

r - Bahnradius

v - Bahngeschwindigkeit

T - Umlaufzeit

$$\rightarrow r = \gamma \cdot \frac{M}{v^2}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

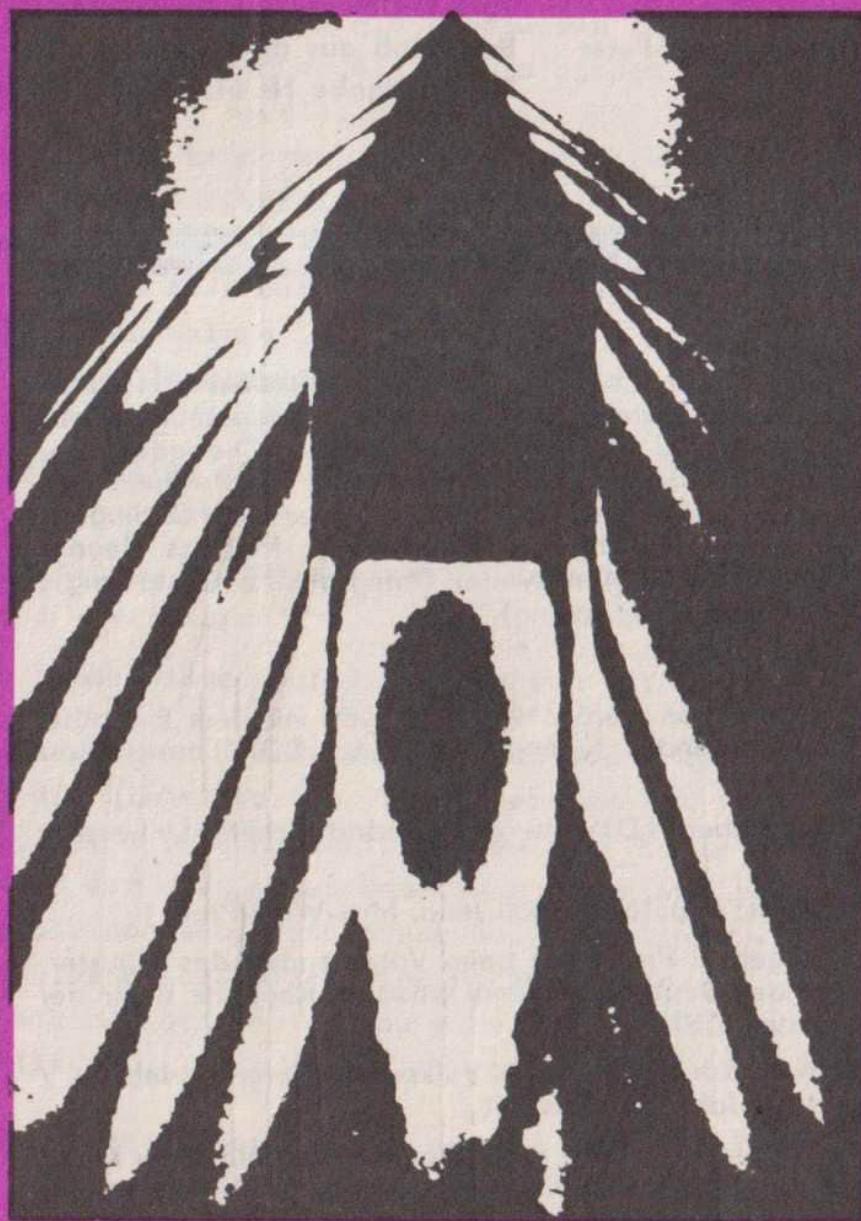
$$\rightarrow r^3 = \frac{\gamma \cdot M}{4\pi^2} \cdot T^2 \quad \rightarrow r^3 \sim T^2$$

Auch eine süße Last
bleibt eine Last. Kästner



impuls 68

3



Gläserne Telefonkabel

*

Spinnennetze

*

Kannibalismus

*

Riesenplaneten

*

Brennstoff aus dem Stall

Titelbild:

Stoßwellen an einem
fliegenden Geschoß

(R. L.)

impuls

68

Czarnetzki, Norbert	Gläserne Telefonkabel (2)	PHY	3
	Über den Bau und die Funktion von Spinnennetzen	BIO	9
Pittelkow, Jörg	Kannibalismus		20
Seidenfaden, Uwe	Erforschung der jupiterartigen Planeten – Vom Mittelalter bis zur Neuzeit	ASTRO	23
Zimmermann, Peter	Brennstoff aus dem Stall		27
	Physikaufgabe Nr. 61, Lösung Nr. 53		

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz, (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Minister Rates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,— M



Gestaltung: Reiner Luthardt
Redaktionsschluß: 15. 7. 1981

Herstellung von Lichtleitern mit Brechzahlprofil

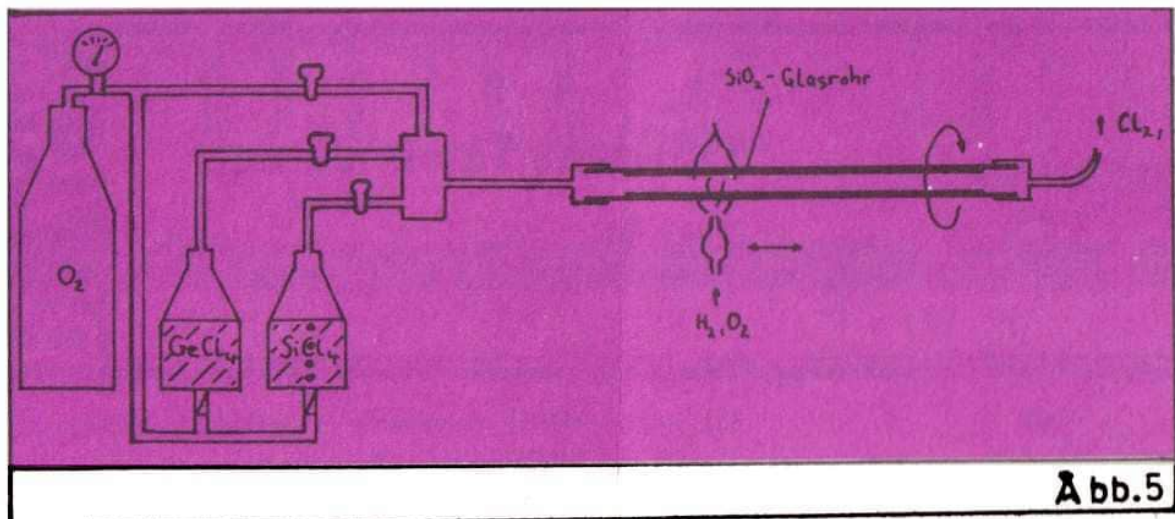
Im ersten Teil des Artikels haben wir die besonderen Eigenschaften des Kernes einer LLNÜ⁺ kennengelernt. In diesem Abschnitt wollen wir uns mit der Herstellungstechnologie für die LLNÜ näher beschäftigen. Wie kann man insbesondere Materialien mit einer definierten Brechzahlfunktion herstellen? Dieses Problem ist bisher nur für Materialien mit relativ geringer Dicke technisch gelöst. Es werden aber auch Versuche angestellt, Abbildungsoptiken mit Brechzahlprofil herzustellen, die hervorragende Auflösungen und fehlerkorrigierende optische Eigenschaften haben.

Praktisch werden hauptsächlich zwei Verfahren benutzt, Fasern mit Brechzahlprofil herzustellen:

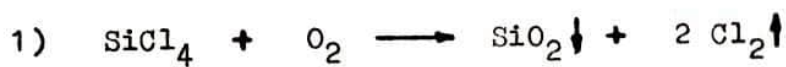
- a) Ionenaustauschreaktionen an geschmolzenen Glasoberflächen (z.B. S e l f o c - Verfahren)
- b) Chemisch-physikalische Glasschichtungsverfahren (CVD)

Wir wollen uns auf den zweiten Herstellungsprozeß beschränken, da mit diesem Prozeß die bisher besten Fasern hergestellt werden. Das Grundprinzip der CVD-Technologie ("chemical vapour deposition") besteht in der chemischen Umsetzung von glasbildenden Substanzen in der Hochtemperaturphase und anschließendem Niederschlag der Glasschichten zeitlich nacheinander. In der Abbildung 5 ist schematisch der Aufbau einer CVD-Beschichtungsanlage dargestellt.

⁺ Lichtleiter für Nachrichtenübertragung



In einem hermetisch dichten Leitungssystem werden die flüssigen Ausgangssubstanzen mit einem Sauerstoffstrom (Aerosol) in definierten Mengen zum Reaktionsort transportiert. Der Reaktionsort ist ein Quarzrohr, das durch eine äußerlich einwirkende Knallgasflamme auf Reaktionstemperaturen erhitzt wird. Dabei spielen sich Oxydationsreaktionen in Flammennähe ab, und die glasartigen Reaktionsprodukte schlagen sich auf den Rohrwandungen nieder.



Die glasbildende Substanz ist Quarz (SiO_2), welche mit GeO_2 dotiert wird, wodurch die Brechzahl des Glases zunimmt. Eine definierte Dotierung von Schicht zu Schicht ermöglicht die Herstellung von bestimmten Brechzahlprofilen. In das Stützrohr werden bis zu 100 Schichten eingebracht, wonach das Stützrohr zusammengeschnitten wird, so daß ein Glasstab mit einem Brechzahlprofil entsteht. Durch die Temperaturbehandlung beim **Beschichten** und Zusammenschmelzen werden sprunghafte Brechzahlübergänge, wie sie von Schicht zu Schicht auftreten, durch begrenzte Diffusionsvorgänge abgebaut. Der Glasstab stellt die Vorform der Lichtleitfaser dar. Die eigentliche Faser wird durch einen Ziehvorgang aus der Vorform hergestellt, indem dieselbe in einem Ziehofen auf eine sehr konstante Temperatur erhitzt wird und

durch definiertes Abziehen ein gleichmäßiger Glasfaden vorbestimmter Dicke gezogen wird. Das Brechzahlprofil der Vorform reproduziert sich beim Faserziehen nahezu in der Faser, womit die Nachrichtenfaser nach einer Schutzlackierung fertig vorliegt.

Modulationstechniken

Sicher werden sich die Leser schon gefragt haben, wie z.B. Gespräche mit Hilfe von Licht übertragen werden können. Licht ist zwar auch eine elektromagnetische Welle wie die Rundfunkwellen, aber mit einer etwa 10^6 mal kürzeren Wellenlänge und entsprechend anderen Ausbreitungseigenschaften, insbesondere infolge atmosphärischer Störeinflüsse (Aerosole, Nebel $\leadsto$ Streuung der Signale). Die Übertragung der Informationen erfolgt bei den Radiowellen derartig, daß die Informationen analog in der Trägerwelle verschlüsselt werden (Amplituden- oder Phasenmodulation), die NF-modulierte Trägerwelle sich in der Atmosphäre verzerrungsfrei fortpflanzt ($n(\lambda) = n = \text{const.}$), in einer Antenne empfangen wird und schließlich dem Empfänger wieder hörbar gemacht wird. Diese analoge Modulation kann bei den Lichtwellen nur begrenzt angewendet werden, nämlich wenn kürzere Entfernungen überbrückt werden sollen und der Streueinfluß der Atmosphäre entsprechend gering ist. Selbst gebündelte Laserstrahlen werden in der Atmosphäre derartig stark gestreut, daß dieser Effekt in einem Verfahren genutzt wird, die Luftverschmutzung über Großstädten zu messen. Darum wird das Licht in den "sauberen" Lichtleitfasern geleitet. Hier tritt aber die Materialdispersion auf, durch welche analoge Signale bei ihrem langen Laufweg verzerrt werden, da die unterschiedlichen Spektralanteile der Leuchtquellen verschiedene Ausbreitungsgeschwindigkeiten haben. Außerdem gibt es noch einige elektrodynamisch erklärbare Lichtleitereffekte, die ebenfalls eine Signalverzerrung bewirken. Aus diesen Gründen wurde bei der Lichtmodulation ein anderer Weg beschritten. Die analogen Informationen (z. B. unsere Telefongespräche) werden dazu mittels verschiedener, schneller elektronischer Techniken impulsodiert, d. h. in eine Folge von dualen Signalen (Lichtimpuls - Dunkelheit) umgewandelt. Dieses Verfahren erscheint zunächst umständlich, es gibt aber mehrere Gründe, die für das Verfahren sprechen:

1. Die Trägerfrequenzen der Sender können schwer eng aneinander grenzend erzeugt bzw. getrennt empfangen werden, um die große Trägerfrequenz wirklich ausnutzen zu können, d.h. um die relativ zum Trägerband (IR-Licht) kleinen Bandbreiten der Sender möglichst effektiv im Trägerband anordnen zu können.

$$\frac{\nu_{\text{Tr1}} - \nu_{\text{Tr2}}}{\nu_{\text{Tr1}}} \approx 10^{-10}$$

2. Da die Modulation im Ein- und Ausschalten der Leuchtdioden (Sender) besteht, können diese Operationen sehr schnell ausgeführt werden (bis 10^9 bit/s).
3. Die übertragenen Informationen werden nicht verzerrt, da die Impulsabstände so groß gewählt sind, daß die Impulse nicht ineinander laufen können (Fehlerrate: 1 Fehler auf 10^9 bit).

bit - Maß der dualen Informationstheorie; ein Stellenwert der Dualzahl

Die digitalisierten Signale überträgt die Lichtleitfaser nun ohne nennenswerte Informationsverluste und mit geringer Dämpfung. Eine sehr lichtempfindliche und schnelle Lawinenphotodiode (Empfänger) löst die Signale auf und führt sie dem Demodulator zu, der die digitalen wieder in analoge Signale, z.B. Töne der Telefongespräche, umwandelt. Um eine eindeutige Verbindung von Gesprächspartnern trotz gleichzeitiger Führung von tausenden Gesprächen zu ermöglichen, werden unterschiedlich schnelle Übertragungshierarchien benutzt, die eine Einordnung der entsprechenden Ebenen ermöglichen. Im anschließenden Schema ist das einmal veranschaulicht.

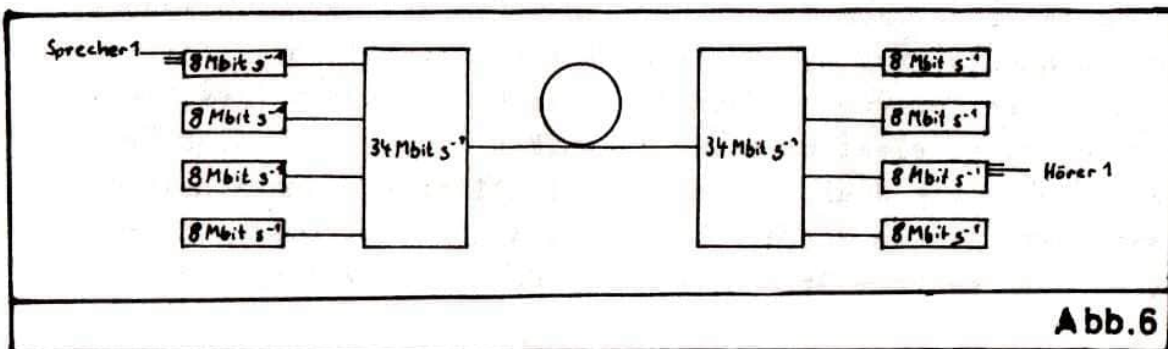


Abb.6

Entwicklungstendenzen

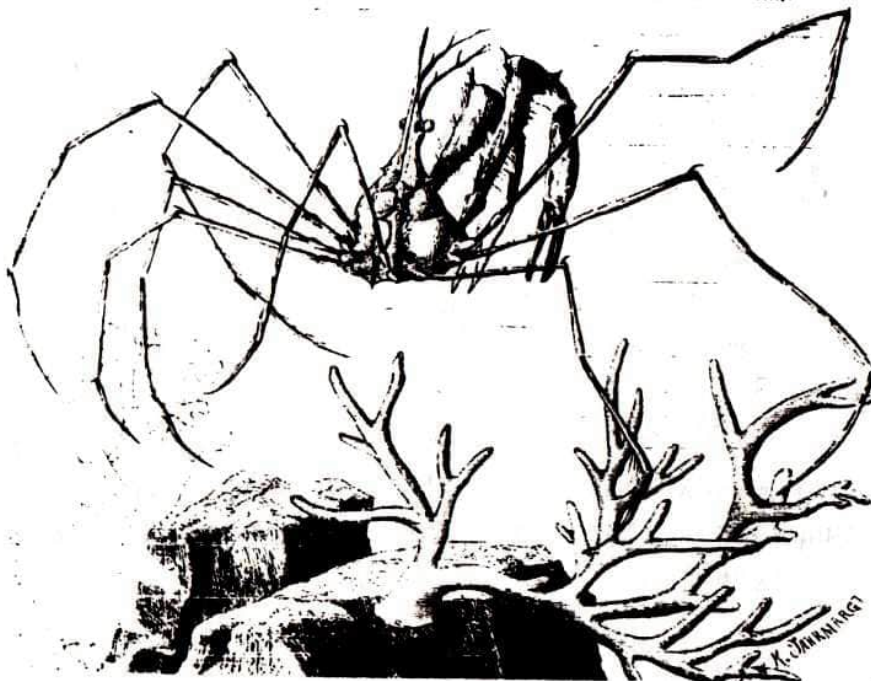
Im Rahmen des Artikels wurde über Anwendungsbeispiele für die LLNÜ gesprochen, die schon jetzt ein breites Anwendungsfeld in der Informationsübertragung aufzeigen. Versuchsstrecken und auch schon kommerzielle Übertragungsleitungen werden in vielen Ländern der Erde betrieben, z.B. in der UdSSR, Japan, USA, Großbritannien, BRD, VR Polen u.a. Auch in der DDR existiert seit kurzer Zeit eine Versuchsstrecke, die Erfahrungen für den technischen Einsatz von LLNÜ im Telefonnetz bringen soll. Mit einem breiten Einsatz von LLNÜ statt der teuren Wellenhohlleiter, ist in naher Zukunft zu rechnen.

Wohin geht nun die Entwicklung der Lichtwellenleiter mit einem Brechzahlprofil? Wir wissen bereits, daß die Dämpfung der LLNÜ sehr gering ist. Die Absorption als Dämpfungsursache wird mehr und mehr zurückgedrängt, da immer sauberere Reinstrohstoffe (relative Verunreinigungsmenge pro Störelement 10^{-7}) für die Herstellung verwendet werden. Die Streuung als zweite grundlegende Dämpfungsursache läßt sich nur verkleinern bei Benutzung längerer Übertragungswellenlängen (Rayleigh-Streuung $\sim \frac{1}{\lambda^4}$). Ein erstes Optimum für die Erniedrigung der beiden Dämpfungsanteile ergibt sich in der Absorptionslücke von SiO_2 bei $\lambda = 1.27 \mu\text{m}$, d.h. Absorption und Streuung haben hier sehr kleine Werte, sodaß der Einsatz von entsprechend schmalbandigen Infrarot-Sendern (Halbleiterlaser) und -Empfängern geplant ist. Die Vergrößerung der Übertragungsbandbreiten ist ebenfalls eine entscheidende Entwicklungsrichtung, wobei die Fasern Bandbreiten von einigen GHz km^{-1} erreichen sollen. Dabei spielen Fasern mit Kernen von wenigen Mikrometern Durchmesser, sogenannte Monomode-Fasern, eine entscheidende Rolle. Mit diesen Fasern wird die Bandbreite um eine Größenordnung verbessert. Es ist aber zu bemerken, daß die Sende- und Empfangselektronik bezüglich ihrer Arbeitsgeschwindigkeit verbessert werden muß, um die Übertragungsbandbreite des Informationsübertragungssystems nicht zu begrenzen.

Eine besondere Entwicklungsrichtung bei den Lichtleiternachrichtenfasern sind die Fasern für die Kurz- und Mittelstrecken (einige Meter bis etwa 1 km), die in vielen Bereichen Anwendung finden, z.B. in der Rechentechnik, der analogen und digitalen

Datenübertragung in der Technik, der Militärtechnik u.a. Bereichen. Diese Fasern müssen nicht diese hohen Anforderungen bezüglich Dämpfung und Bandbreite erfüllen wie die Langstreckenfaser und haben auch andere geometrische Parameter. Der Einsatz der oben genannten Fasern erfolgt, um große Datenmengen zu übertragen und starke elektromagnetische Störeinflüsse auszuschalten (keine aktive oder passive Störung der LLNÜ möglich).

Zusammenfassend kann man zur Lichtleiternachrichtenübertragung feststellen, daß sie konventionelle Kupferkabelsysteme z.T. in ihren Übertragungsparametern schon übertrifft und bei zu erwartenden technologischen Verbesserungen der Faserherstellung die teure Kupfertechnik größtenteils ablösen wird. Die Fasertechnik wird vorrangig dort eingesetzt, wo große Datenmengen stör- oder abhörsicher übertragen werden sollen. Die Nachrichtenübertragung durch Licht und Lichtleitfasern ist entsprechend ihrer Vorteile schon heute als neue Generation in der Informationsübertragung anzusehen.



Langstirne Spinnenkrabbe (*Stenorhynchus longirostris*). Natürliche Größe.

Langstirnige Spinnenkrabbe (*Stenorhynchus longirostris*)

Über den Bau und die Funktion von Spinnennetzen

Einleitung

Spinnen leben wie Menschen in selbstgebauten Strukturen. Selbst dem oberflächlichen Beobachter fällt die große Verschiedenheit in Spinnennetzen auf. Nahe dem Boden bemerkt man tuchförmige Netze oder Labyrinth aus dicht verflochtenen Seidenfäden; im hohen Gras und in Büschen befinden sich kunstvoller gebaute, dreidimensionale Strukturen; und oben in den Bäumen sind oft die wunderschönen, geometrischen Radnetze zu erkennen. Einige Netze bilden die Wohnung eines einzelnen Tieres, andere stellen den Zufluchtsort für eine Mutter mit ihren Jungen dar, und wieder andere bilden ausgedehnte Gemeinschaftsunterkünfte für Hunderte von Individuen.

Viele verschiedene Funktionen werden Spinnennetzen zugeschrieben: Einige der bekannteren sind Kommunikationsnetzwerk, Verbindungsweg, seidene Falle, Schutzstruktur und Substrat für die Paarung. In einigen Fällen haben Versuche die Funktion eines Strukturteiles aufgeklärt, in anderen können wir die Funktion nur erraten. In speziellen Netzen ist der klebrige Fangfaden sauberlich vom trocknen Gerüstfaden getrennt. Signalfäden verlaufen oft ohne Unterbrechung durch offene Netzsektoren, um die ungedämpfte Übertragung von Informationen zu ermöglichen.

Die Resonanzeigenschaften von Netzen filtern unzweckmäßige Signale aus, und besondere Netzmuster dienen der Informationsausbreitung in viele Richtungen, so daß zahlreiche Tiere für den Angriff auf sehr große Beute zusammengerufen werden können. Radnetze und Fadengewirre können zusammengebaut werden, so daß

eine zusammengesetzte, zweckmäßige Unterkunft für eine kleine Gruppe von Spinnen entsteht. Breite, undurchsichtige Seidenbänder beschützen die Baumeister vor den Blicken feindlicher Räuber. Und das gemeinschaftliche Fadengewirr, das einige Spinnenbabies bauen, schafft eine vorteilhafte Umgebung für ihr Heranwachsen.

Die beinahe blinde Spinne ist ohne ihr Netz hilflos, unfähig, Beute zu fangen oder diese zu erkennen, ohne daß Vibrations-signale übertragen werden; und die hakenbewehrten Füße, die dem Hängen am seidenen Faden angepaßt sind, rutschen auf glatten Oberflächen aus. Umgekehrt kann ein leeres Netz weder Beute fangen noch festhalten, und es verfällt in kurzer Zeit. Es gibt sogar noch ein direkteres Band zwischen Spinne und Netz: Seide wird vom Körper ausgeschieden, und einige Arten essen die Seide nach einer Weile wieder auf, so daß sie ein Teil der Körpersubstanz wird. Radnetzspinnen fressen tatsächlich ihre Netze regelmäßig und sondern 95 % des gleichen Materials am nächsten Tag wieder als Seide ab, indem sie einfach Aminosäuren in zweckmäßigster Weise in den Körper hinein- und wieder herausbefördern.

Aus all solchen Gründen betrachten wir Netz und Spinne als ein zusammengehöriges System. Die Netz-Spinnen-Einheit kann als Ganzes überleben; sie bildet einen Teil des allgemeinen Austauschsystems von Energie und Baustoffen, was wiederum das Studienobjekt des Biologen darstellt. Besondere Produkte können innerhalb des Komplexes übertragen werden, wie zum Beispiel das Baumaterial des Netzes, das ausgeschieden und wieder gefressen wird.

Strukturelemente von Spinnennetzen

Das geometrische Radnetz bezeichnet eine zweidimensionale Speichenstruktur. Es besteht aus Radien, die von einer Nabe ausstrahlen; die Radien werden von Spiralumgängen überquert, und sie enden in der Peripherie an einem vieleckigen Rahmen. Die Fläche, die von der Spirale bedeckt ist, ist oft mehr elliptisch als rund, und die Nabe liegt meistens nicht genau im Zentrum. Alle uns bekannten Radnetze sind nur für kurz--

dauernden Gebrauch gebaut, und sie werden nach ein paar Tagen entweder repariert oder neu gebaut. Die Bauzeit ist kurz: Sie beträgt eine bis wenige Stunden. Zwei verschiedene Vorgehen sind für den Bau des Radnetzes beschrieben worden:

Beim senkrechten Netz des Araneus-Typs werden alle oder beinahe alle Radian zuerst gebaut, wobei die Mehrzahl von der Nabe zum Rahmen durchläuft; danach wird die Spirale quer über die vollendete Radianstruktur von außen nach innen gelegt. Unter dem Mikroskop sehen die meisten Kreuzungsstellen der Fäden wie untrennbar zusammengeschmolzene Verbindungen aus. Die Maschen des senkrechten Radnetzes sind rechteckig. In den Araneusnetzen sind die Spiralen von Klebtropfen bedeckt, während Radian aus trockener Seide bestehen.

Im Cyrtophoranetz, das eine zusammengesetzte Struktur besitzt, ist das horizontale Rad nur einer von mehreren Bestandteilen. Beim Bau des Rades werden zuerst nur ein paar Radian (10 bis 20) verspannt, und zusätzliche Radian entstehen während des Spiralbaues, der von innen nach außen erfolgt; am Rahmen kann man am Ende 300 bis 500 Radian zählen. Maschen in diesen Netzen sind sechseckig, da Radian und Spiralfäden eine kurze Strecke lang zusammen verlaufen.

Das Tuchnetz ist ein zweidimensionales Bauwerk, das keine Symmetrie erkennen läßt. Es kann flach liegen oder schüsselförmig gebogen sein und besteht aus langen Fäden, die häufig unbefestigt einander kreuzen. Das Tuch kann ovale Löcher enthalten, deren Ränder durch extra Fäden verstärkt sind; aber sonst ist das Gebilde gleichförmig ohne deutliche Unterteilungen. Alle uns bekannten Tuchnetze sind für langdauernden Gebrauch bestimmt, und sie werden periodisch über längere Zeitspannen hin erneuert.

Das Raumnetz ist dreidimensional und kann entweder allein oder in Kombination mit einem Rad oder Tuch vorkommen. Raumnetze zeigen keine klar abgegrenzten Struktureinheiten; aber während des Baues wird viel Sorgfalt darauf verwandt, die Spannung in allen Richtungen gleichmäßig zu verteilen.

Raumnetze zeigen gewebte Teile, in denen kurze Fadenstücke in Y-Strukturen zusammengescholzen sind; in anderen Teilen der Raumnetze finden wir weitoffene Lücken, die nur von wenigen Seidenfäden durchkreuzt werden. Im allgemeinen findet der Bau von Raumnetzen über viele Tage hin statt; das gleiche Netz wird wochen- und monatelang benutzt, manchmal sogar während der ganzen Lebenszeit der Baumeister. Viele Raumnetze formen die Grundlage für das Gemeinschaftsleben der Bewohner und dienen dem gemeinsamen Beutefang.

Ein oder mehrere der eben beschriebenen Typen erscheinen in jedem der vier Netze, die wir zur Besprechung ausgewählt haben, und in den meisten anderen bekannten Spinnennetzen.

Beispiele verschiedener Netze

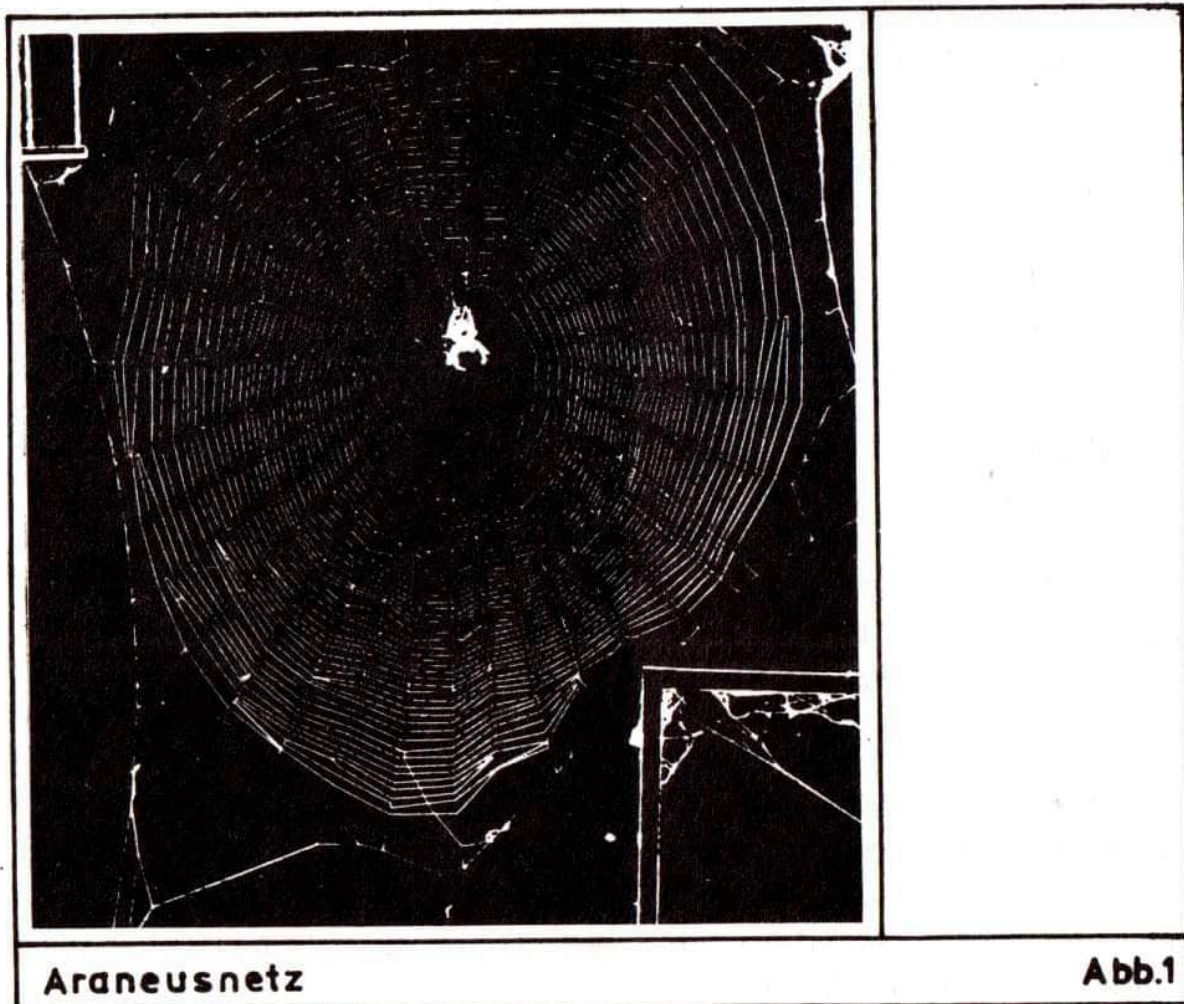


Abb. 1 Geometrisches Radnetz eines erwachsenen Weibchens von *Araneus diadematus* (Kreuzspinne). Die Erbauerin sitzt auf der Nabe und hält mit ihren acht Beinen die Radien straff.

Wir werden 4 Netztypen betrachten: Das *Araneus*netz (Abb.1) ist das Vorbild für alle Netze derjenigen Spinnenarten, die alleinstehende, senkrechte Radnetze bauen. All diese Netze sind geringe Variationen des Hauptthemas: ein Gerüst aus Radien, das von einer sogenannten Fangspirale bedeckt ist. Das fertige Netz ist besonders schön anzusehen. Es zeigt eine logarithmische Abnahme der Spiralszwischenräume von der Peripherie zur Mitte, und im allgemeinen sind die Radienwinkel oben weiter als unten. Die Spiralfäche ist oval, mit der längeren Achse in senkrechter Richtung; und die Spirale zeigt kreisförmige und Pendelungänge. Im Zentrum befinden sich Nabe und offene Zone, am Rand die unregelmäßigen Rahmenfäden.

Der Rahmen ist an Ankerfäden aufgehängt, die eine Pufferzone zwischen Strukturelementen der Umgebung, wie Zweigen und Mauern, und den Spiralfäden bilden; die Form variiert weit von Netz zu Netz. Der alleinige Netzbewohner sitzt entweder in der Nabe oder in einem Unterschlupf außerhalb des Netzes, wobei er einen Signalfaden, der zur Netzmitte verläuft, berührt.

Netze von *Metepeira* (Abb. 2) sind zusammengesetzte Gebilde, die von der weltweit verbreiteten Spinnenfamilie gebaut werden. In den Netzen kann man fünf deutlich verschiedene Strukturelemente erkennen, die verschiedene physikalische Eigenschaften haben; diese unterscheiden sich voneinander durch unterschiedliche Arten von Spinnseide aus verschiedenen Drüsen und durch Verschiedenheit im Fadenziehverhalten. Die Strukturelemente sind: Raumnetz, Schlupfwinkel, Radnetz, Signalfaden und Eierkokon. Jedes ist deutlich erkennbar, und alle werden in vorbestimmter Reihenfolge gebaut. Die Radstruktur von *Metepeira* und *Araneus* ist die gleiche. Viele *Metepeira* können gemeinsam einen zusammengesetzten Netzkomplex bewohnen, wobei einzelne Individuen eigene Schlupfwinkel und Radnetze bauen.

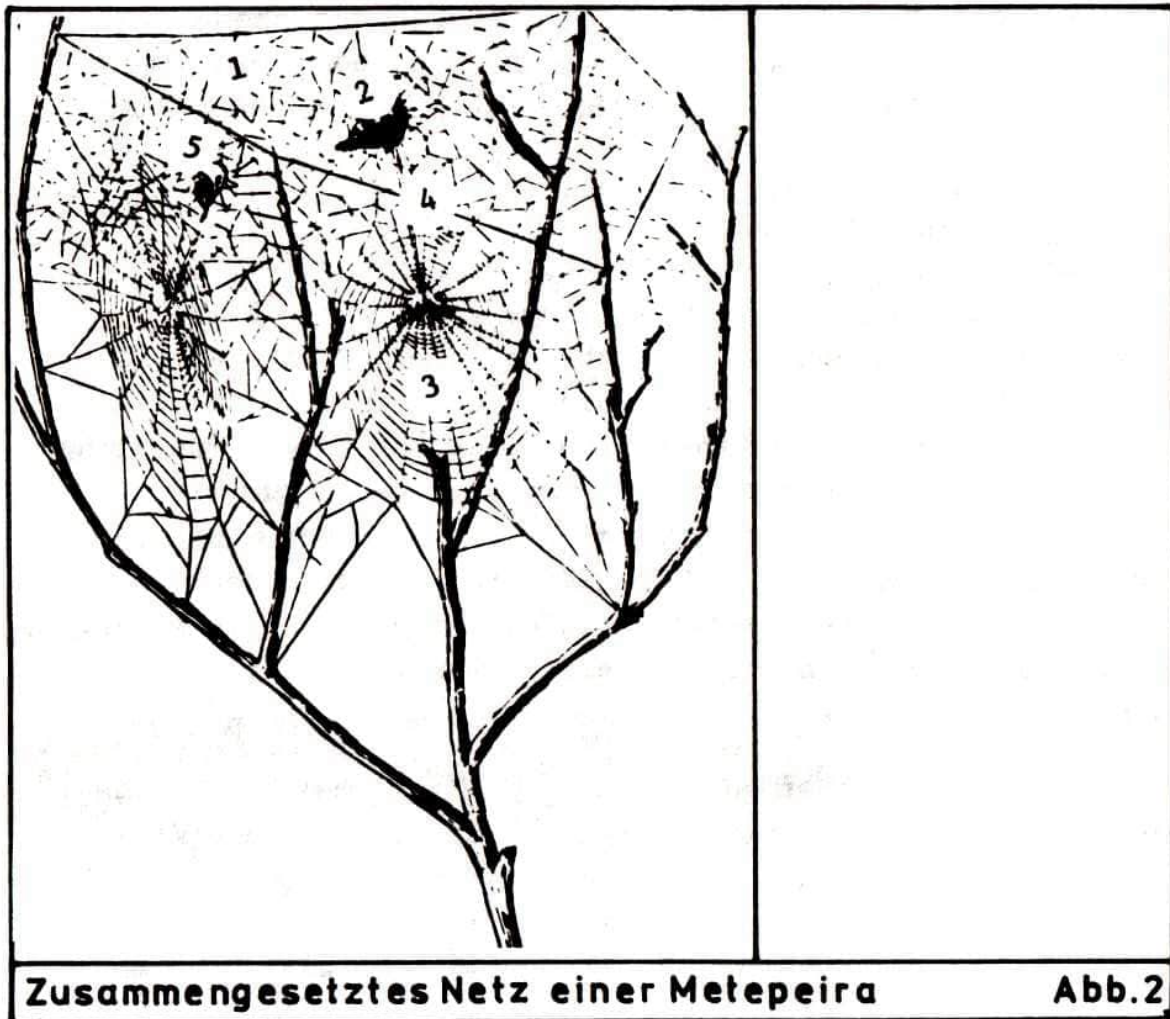
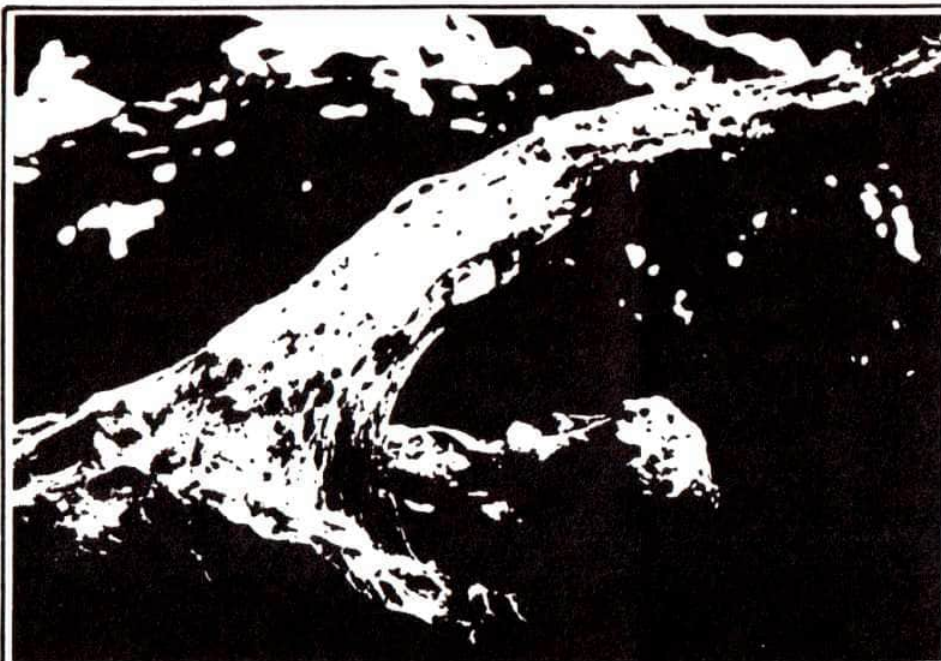


Abb. 2 Das zusammengesetzte Netz einer Metepeira. Zuerst wird das Raumnetz (1) oben gebaut, an dessen unteren Ende die Spinne im Schlupfwinkel (2) sitzt; darunter befindet sich das Radnetz (3) mit Signalfäden zur Spinne (4); über dem Schlupfwinkel sind bei erwachsenen Weibchen gewöhnlich Eierkokons (5) in Lagen aufgebaut.

Ein weiterer Typ ist das Cyrtophoranetz. Die Struktur ist dreidimensional mit drei deutlich unterscheidbaren Unterabteilungen: je ein Raumnetz unten und oben, von einem horizontalen Radnetz voneinander getrennt. Der obere Teil besteht aus einem dreidimensionalen, unregelmäßigen Maschenwerk, das gegen das Rad hin dichter wird. Ein horizontales Radnetz in der Mitte hat im Gegensatz zu den Netzen von Araneus und Mete-

peira eine große Zahl unvollständiger Radian. Das flache Radnetz ist durch starke senkrechte Fäden so verzogen, daß es schüsselförmig mit erhöhter Mitte erscheint. Direkt unter dem Rad ist ein verhältnismäßig offenes Gebiet, das dem alleinigen Bewohner erlaubt, schnell hin und her zu laufen. Meistens sind viele Netze zusammengebaut (zum Beispiel 200) und bilden eine Kolonie. Die Einzelnetze sind durch ihre Raumnetze und gemeinsame Befestigungsseile miteinander verbunden. In diesen großen Gemeinschaften sind die Netznaben in der Mitte mindestens 15 cm voneinander entfernt; einzelne Tiere tauschen oft Netze untereinander aus.



Teileiner Baumkolonie von *Mallos gregalis*

Abb.3

Abb. 3 Teil einer Baumkolonie von *Mallos gregalis*. Die Spinnen haben gemeinsam ein Netz unter Einschluß von Blättern und Zweigen gebaut; fliegende Beute bleibt an der Oberfläche des Tuches hängen, wo sie von vielen Tieren gemeinsam verzehrt wird.

Schließlich betrachten wir das Netz von *Mallos gregalis* (Abb. 3). Diese winzigen Spinnen aus Zentralmexiko leben zu Tausenden zusammen. Eine Kolonie besteht aus einem zusammenhängenden Riesennetz, auf dem alle Mitglieder gesellschaftlich

zusammenleben, zusammen Beute fangen und in Gruppen fressen. Die Netzoberfläche sieht grau aus, mit Ausnahme der neuesten Teile, die weiß erscheinen. Das dreidimensionale Gebilde hat drei deutlich verschiedene Strukturelemente: die Oberfläche oder das Beutefangtuch, meist mit toten Fliegen bedeckt; das komplizierte, innere Raumnetz, das von Tunneln durchzogen ist; die Innenräume, die Spinnen und Eierkokons beherbergen. *Mallos gregalis* lebt in den Tropen wie viele andere Spinnenarten, die komplexe Gesellschaften bilden, und die Netze sind weit vom Boden in Bäumen und Büschen befestigt.

Netzgrenzen

Der Standort sollte nicht als statisch oder in sich selbst beruhend aufgefaßt werden. Im Gegenteil ist der Standort mit dem Netz in einem dynamischen Gebilde vereinigt, das Energie sowohl innerhalb als auch mit der Umwelt austauschen kann. *Araneus diadematus* baut einen Brückenfaden und Ankerseile zwischen Ästen und Zweigen. Diese grenzen ihr persönliches Gebiet ab und bilden die Pufferzone zwischen Netz und Umweltstruktur. Zweige, die vorher getrennt und unbezogen waren, werden als Ankerpunkte zu einem dynamischen Teil des Standortsystems. Die Rahmenfäden, die man mit dem Fundament eines Hauses vergleichen kann, verändern die Unterstützungsgebilde so, daß sie optimal der täglichen Konstruktion des Radnetzes dienen; sie absorbieren unter anderem den kinetischen Streß, indem sie ein Zugskelett bilden, an dem das Radnetz hängt.

Bauzeit

Wie bei den Menschen gibt es bei Spinnen kurzfristige und Dauerstrukturen. Soweit die Seide analysiert worden ist, ist sie in beiden Netztypen ähnlich zusammengesetzt, während der Verteilungsplan auffallende Unterschiede aufweist. Sparsamkeit mit Arbeitskraft und Material bilden die hervorstechendsten Eigenschaften des kurzfristigen, täglich erneuerten Netzes; mehr Zeit, Anstrengung und Material werden hingegen auf ein Gebäude verwandt, das wochen- und monatelang dienen soll.

Interessanterweise haben die beiden Plantypen auch ganz verschiedene Funktionen: Das kurzfristige Bauwerk dient als leistungsfähige Falle, welche Beute für je ein Tier festhält und fängt; das Netz mit dem langfristigen Plan hingegen hat viele Funktionen im Leben der Spinnen, wie Ernährung, Schutz oder Aufzucht der Nachkommenschaft.

Verhalten und Bauplan

In den von uns gewählten Spinnenarten und ihren Netzen kann man eine fortschreitende Zunahme sozialer Wechselbeziehungen unterscheiden. Das Radnetz von *Araneus diadematus* scheint ausschließlich für Einzelbewohner vorgesehen zu sein; das ganze Netz kann von einer kleinen Plattform, der Nabe, aus kontrolliert werden; die zusammenlaufenden Radien leiten alle Vibrationssignale und alle Gehwege zu diesem Punkt. Mitglieder der Art zeigen wenig Duldsamkeit untereinander. Alles, was im Netz Schwingungen erzeugt, scheint angegriffen zu werden, sei es eine Fliege, ein Familienmitglied oder eine Stimmgabel.

Aber selbst Einzelgänger unter den Tieren müssen mit Artgenossen Kontakt aufnehmen, zumindest mit Ehepartnern und Jungen. Werben findet mit Hilfe des *Araneus*netzes statt, wobei das wandernde Männchen damit beginnt, mit einem Bein am Außenrande des Netzes zu zupfen oder zu trommeln. Aber ehe die Paarung wirklich stattfinden kann, muß das Männchen einen eigenen Faden am Netz des Weibchens befestigen, was zeigt, daß ein neues Strukturelement hinzugefügt werden muß, ehe zwei Tiere zusammenkommen können. Die Jungen, die zu Hunderten aus einem Eiersack schlüpfen, bleiben einige Zeit zusammen, wobei sie nicht ein Radnetz, sondern ein gemeinsam gebautes Tuchnetz bewohnen. In allen Fällen dient das Radnetz nur einer Spinne, und Gruppentätigkeiten sind mit anderen Strukturen verbunden.

Im Gegensatz dazu zeigen *Cyrtophora* und *Metepeira* regelmäßige Wechselbeziehungen zwischen Individuen auf den Alltagsnetzen; sie brauchen dafür keine Extrastrukturen zu bauen. Bei *Cyrtophora*, wo Netze sich berühren, können Nachbarn Beute voneinander stehlen oder Netze austauschen; und nur selten greifen

Artgenossen sich untereinander an. Wenn Junge aus dem Kokon kriechen, begeben sie sich direkt in das überdachende Raumnetz. Sie bauen eigene Fadengebilde in das Netz der Mutter und dulden sich gegenseitig während der ersten Zeit. Es ist wahrscheinlich mehr das Netz als gegenseitige Anziehung, was sie zusammenhält. Das Werbeverhalten ist im Gegensatz dazu von der Anwesenheit des Weibchens und nicht vom Netz abhängig.

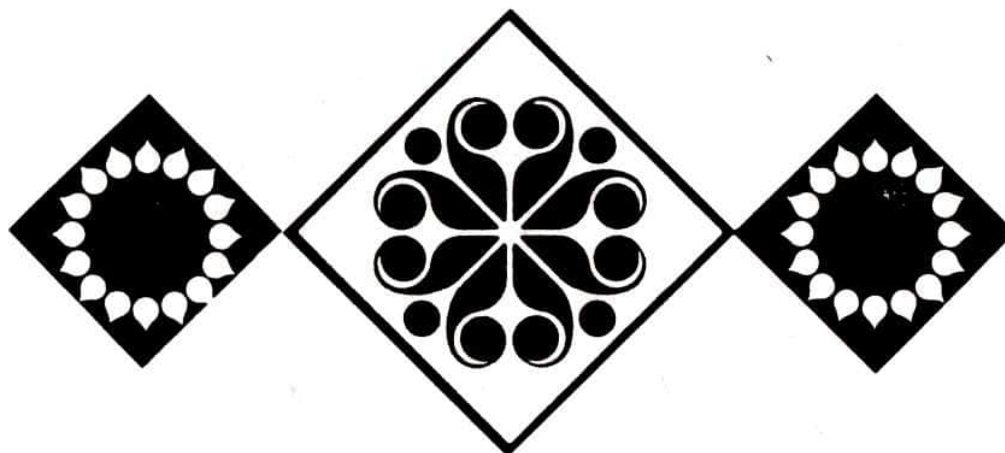
Ebenso wie *Cyrtophora* findet man *Metepeira spinipes* immer in Gruppen mit charakteristischen Abständen von Tier zu Tier. Das Raumnetz von *Metepeira* ist die Bühne, auf der gemeinsam Handlungen stattfinden. Männchen, die keine eigenen Netze bauen, können hier warten, um das Futter von Radnetzen der Nachbarin zu stehlen, oder sie können sich zum Schlupfwinkel herablassen, um Werbung und Kopulation zu vollziehen. Die Jungen halten sich hier nach dem Schlüpfen eine Weile auf, und sie verankern ihre ersten Netze hier. Männchen können tagelang mit jungfräulichen Weibchen im Gespinst über dem Schlupfwinkel zusammenleben. Bemerkenswerterweise werden nach der Kopulation die Eierkokons unmittelbar über dem Schlupfwinkel angebracht und besetzen dadurch diese Gegend.

Das Netz von *Mallos* bildet die permanente Grundlage für die vielen sozialen Wechselbeziehungen dieser Spinnen. Als das Produkt gemeinsamen Spinnens macht das Tuchnetz Anhäufungen von Tieren, gemeinsamen Beutefang und Aufziehen der Jungen durch Gruppen möglich. Die Tiere dulden sich unbegrenzt gegenseitig. Die Männchen nähern sich den Weibchen in relativ einfachem Werbeverhalten. Winzige Jungspinnen laufen auf dem Netz unbelästigt herum. Sie können ungestört an der von den Erwachsenen gefangenen Beute fressen. Noch wissen wir nicht, wie die Gattenwahl auf dem Gemeinschaftsnetz stattfindet, wo alle Tiere die ganze Zeit lang so nahe zusammenleben; aber man kann sich vorstellen, daß es ein bisher noch unentdecktes Strukturelement gibt, das der Gattenwahl dient.

Das Verhalten von *Metepeira* ist weitgehend durch die Netzstruktur bestimmt. Der Beutefang auf dem Radnetz sieht dem

der Kreuzspinne ähnlich, aber der Abstand zwischen den Radnetzen ist bei *Metepeira* durch ein permanentes Raumnetz festgelegt. Die Orientierung des Männchens zum Weibchen erfolgt mit Hilfe der oberen Verbindungsstraßen des Raumnetzes, und nicht durch die freie Luft. Wie bei *Cyrtophora* wirkt das Raumnetz richtunggebend bei der Ausbreitung der Jungen; die Jungen bleiben lange Zeit in der Nähe der Geburtsstätte und können sich über die aneinanderstoßenden Netze der ganzen Kolonie verteilen. So ist der Ort für jede Handlung der Spinne in der Gebäudestruktur vorgesehen: Das kurzzeitige Radnetz hängt am Dauerraumnetz, während der Schlupfwinkel ein Wartegebiet darstellt und den Eierkokons als Unterlage dient. In einer ständig wechselnden Umwelt ist der Netzkomplex ein stadtähnliches Ordnungssystem, das einem Plan folgt, der sich über lange Zeitspannen entwickelt hat und in den Genen der Spinnen verankert ist.

Der Mallosplan, der auch die meisten Funktionen in der Struktur verankert, ist weniger beweglich. Im gemeinsamen Netz bewegen sich die Mitglieder der Gruppe auf seidenen Straßen, die vorher von anderen Mitgliedern als Richtungsfaden gelegt worden sind. Das oberflächliche Tuchnetz dient nicht nur dem Verkehr, sondern es übermittelt auch Signale für den Gruppenbeutefang dadurch, daß es durch Mitschwingen mit der zappelnden Fliege den spezifischen Reiz auslöst. Innerhalb des Netzes sind in Räumen für trachtige Weibchen und für Eierkokons Funktionen der Kolonie zentralisiert. Da das Tuchnetz durchlaufend und **asymmetrisch** ist, können Gruppen von Spinnen Beute gemeinsam fangen.



Kannibalismus

Woran denken wir zuerst, wenn wir das Wort "Menschenfresserei" (Kannibalismus, Antropophagie) vernehmen? An blutiges Abschlachten von erjagten Menschen, riesige Feuer, über denen menschliche Körper am Spieß gebraten werden? All das hat mit Kannibalismus, wie wir ihn von unseren Vorfahren kennen, nichts zu tun; diese Vorstellungen entspringen der Phantasie der Schöpfer von Gruselgeschichten.

Wir wollen es hier sofort klarstellen, über lange Zeiträume hinweg - unter Umständen sogar seit der Entstehung des Menschen - trat der Kannibalismus beim Menschen auf. Niemand braucht sich dessen zu schämen, die Erscheinung Kannibalismus war für die Entwicklung des Menschen durchaus wesentlich.

Nachfolgend wollen wir auf einige Funde, bei denen Kannibalismus zutage tritt, eingehen. Zahlreiche Sinanthropus-Schädel von Choukoutien bei Peking wiesen eine zertrümmerte Schädelbasis oder ein erweitertes Hinterhauptloch auf. Dadurch war es möglich, das Gehirn zu entnehmen.

Einer der "berüchtigsten" Funde war die Lagerstelle des Homo sapiens neanderthalensis bei Krapina, die GOBJANOWIC-KRAMBERGER im Jahre 1899 ausgrub. Er fand 4300 Bruchstücke zersehmetterter und angekohlter Menschenknochen, die von mindestens 10 verschieden alten Individuen stammen.

Kannibalismus war weit verbreitet, so z.B. auch beim Homo sapiens praeneanderthalensis von Weimar-Ehringsdorf. An der Kalotte der Frau von Ehringsdorf sind an Stirn und Hinterhaupt deutlich Hiebmarken zu erkennen, außerdem ist die Schädelbasis herausgebrochen.

Bekannt sind auch die sogenannten Kopffäger von Java. G.H.R. v. KOENIGSWALD grub bei Ngandong 11 Schädel ohne Gesichtsteil und Kiefer aus. Von den übrigen Skeletten fand man lediglich 2 Schienbeine, jedoch keine Wirbel und keinen Zahn.

Bei 9 Schädeln war das Hinterhauptsloch erweitert. Rezente Kopfjäger beschädigen die erbeuteten Schädel um das Hinterhauptsloch herum ebenso, um an das Gehirn zu gelangen. Die Schädel wurden vielleicht absichtlich zurückgelassen, womit die Grenzen des Jagdgebietes markiert wurden. (Ebenso verhält es sich bei Stämmen in Neu-Guinea; der dem Schädel innewohnende Geist soll bestimmte Gebiete vor Eindringlingen schützen.) Dem Schädel, der in einer Steinkiste bestattet worden war, von M o n t e C i r c e o hatte man ebenfalls das Gehirn entnommen und sicherlich verspeist. Dieser von einem Homo sapiens neanderthalensis stammende Schädel weist mit seiner sorgfältigen Bestattung auf einen Schädelkult hin.

An dieser Stelle muß es mit allem Nachdruck gesagt werden, es fanden keine "Schlachten" zwischen den Horden statt. Ausschließliche "Menschenfresser", die statt Wild Menschen jagten oder diese mästeten, gab es nicht. Die Bevölkerungsdichte hätte dies auch gar nicht zugelassen.

Wie haben wir den Kannibalismus nun zu werten?

Kannibalismus ist ein Kult. Der Mensch suchte die Ursachen seiner Fähigkeiten zu erkennen. Er entdeckte den Ursprung seiner Kraft in den Muskeln und die Notwendigkeit des Gehirns für geistige Tätigkeiten. Diese Erkenntnis aber, gewonnen auf solch einem niedrigen Produktionsniveau, ist eine ungeheure geistige Leistung des damaligen Menschen. Und so ist es eigentlich folgerichtig, daß der Mensch sich die Fähigkeiten des Verstorbenen durch den Verzehr der als bedeutungsvoll erkannten Teile des menschlichen Körpers zu Übertragen suchte.

"Bei den südostaustralischen Dieri schnitt z.B. ein mit dem Verstorbenen verwandter Alter diesem von Gesicht, Magen, Armen und Beinen Fett ab und reichte es den Gruppenangehörigen zum Essen. Das Fett wurde als Quelle besonderer Kräfte angesehen"

(HERRMANN 1974). Durch diese Methoden sollten die Fähigkeiten des Verstorbenen für die Gemeinschaft erhalten bleiben. Wir müssen darin eine regelrechte Fürsorge für die toten Sippenangehörigen erkennen.

Diese Art des Kannibalismus wird als Endokannibalismus bezeichnet. Exokannibalismus bedeutet die völlige Vernichtung des Feindes und die Übertragung dessen Fähigkeiten auf den Sieger.

Bei den Eskimos hat der Kannibalismus eine lebenswichtige Bedeutung. In Hungerzeiten handeln sie nach dem Vorsatz, wir essen eher unsere Alten als unsere Hunde. Das ist durchaus human, die Schlittenhunde sind die wichtigsten Hilfen der Eskimos; nur mit deren Hilfe können die Arbeitsfähigen und die Kinder überleben, kann die Zukunft der Population gesichert werden.

HERRMANN (1974) bezeichnet den Kannibalismus als "erste große Fehlleistung des entstehenden menschlichen Denkvermögens". Ich würde diese Erscheinungsform der Menschwerdung nicht als geistige Fehlleistung, sondern als notwendige Folge des Erkenntnisstandes werten. Würde ein Angehöriger unserer Zivilisation Menschen abschlachten und essen, dann wäre das eindeutig eine Fehlleistung, da sich der Betreffende der Unsinnigkeit und Verwerflichkeit seines Tuns bewußt wäre. Von einer geistigen Fehlleistung spräche ich ebenso bei einem Geisteskranken, der entsprechende Eigenschaften des Kannibalen zeigen sollte. FEUSTEL (1978) faßt die Wurzeln des Kannibalismus wie folgt zusammen. "Geistige Regsamkeit, gepaart mit noch mangelhaftem Erkennen objektiver Zusammenhänge und Vorgänge, bedingte phantastische Widerspiegelung der Wirklichkeit, die sich in übersinnlichen Vorstellungen und daraus resultierenden kultischen und magischen Praktiken äußern. Denken wir nur an die 'Opferung' des Schädels in der Höhle im Monte Circeo oder an den Kannibalismus von Weimar-Ehringsdorf und Krapina."

Der Kannibalismus blieb über eine lange Zeit hinweg erhalten. Das ist wohl darin begründet, daß sich der Mensch über das Phänomen Leben und Denken im Unklaren war. Mit fortschreitender Erkenntnisgewinnung wandelte sich der kannibalische Kult zum Menschenopfer, bis auch dieses verschwand.

Noch im 10. Jahrhundert gab es in Mitteleuropa Kannibalen; im Mittelalter versuchte man wiederholt, bedeutenden Persönlichkeiten durch Ernährung mit Jünglingsblut die Jugend zurückzugeben. Es ist durchaus möglich, daß man bei einigen Naturvölkern noch heute auf Kannibalismus stoßen kann.

Als sehr interessant bliebe noch zu vermerken, daß sich die Beziehungen zwischen den Kannibalen durch Herzlichkeit, Zartheit und aufrichtige Liebe auszeichnen.

Uwe Seidenfaden
12. Klasse

Erforschung der jupiterartigen Planeten - Vom Mittelalter bis zur Neuzeit Teil 1

Jenseits der Marsbahn beginnt das Gebiet, das durch Planeten beherrscht wird, die wegen ihrer Masse zu den Giganten des Sonnensystems gehören. Zu ihnen zählen Jupiter – der "Stern" des höchsten römischen Gottes – und Saturn – das Königsgestirn der Juden. Entsprechend ihrer großen Entfernung von der Sonne "schreiten" die Könige unter den Planeten auch im "majestätischen Schritt" voran. Uranus und Neptun besitzen kleinere Massen. Als Riesenplaneten kann man sie nicht mehr bezeichnen. Wahrscheinlich sind sie aber auch jupiterähnlich.

Die Riesenplaneten werden entdeckt

Jupiter und Saturn sind seit alters bekannt. Wie aus Felszeichnungen zu erkennen ist, faszinierte ihr ruhiges, relativ helles Licht am nächtlichen Himmel schon die Urmenschen. Uranus und Neptun wurden, wegen ihrer geringen Helligkeit, resultierend aus der großen Entfernung, erst relativ spät entdeckt. So galt Saturn, der zweitgrößte Planet im Sonnensystem, noch vor 200 Jahren als Schlußlicht im Reigen der Planeten.

In einer Winternacht des Jahres 1610 richtete Galilei (1564–1642) sein Fernrohr auf den Jupiter. Wie erstaunt muß er gewesen sein, als er neben ihm "drei kleine Sterne" erblickte. Tage darauf entdeckte er noch den vierten Stern des Jupiter.

Galilei deutete sie völlig richtig als Begleiter des Jupiter. Das erste Geheimnis um den Riesenplaneten Jupiter war gelöst.

Teleskope drangen tiefer in die Geheimnisse der „Majestäten“

Jeder, der Jupiter aufmerksam im Fernrohr beobachtet hat, wird die veränderliche "Oberfläche" bemerkt haben. Wir haben es hier

mit einer sehr dichten Wolkenhülle zu tun, die ständigen Veränderungen unterworfen ist. Speziell gilt das für die plötzlich auftretenden und genauso schnell wieder verschwindenden Flecken. Ein allen bekanntes Beispiel ist der Große Rote Fleck (GRF), der erstmalig 1664 vom französischen Astronomen Cassini (1625-1712) erwähnt wurde. Seit 1878 bildet er ein auffälliges Objekt, das oft seine Farbe wechselt. Der GRF galt bis Anfang des 20. Jahrhunderts als riesiges Lavameer, das durch den heißen "Atem", der aufsteigt und die oberen Luftschichten verdrängt, sichtbar wurde. Man stellte sich Jupiter als "feuerflüssigen Exoten" der Erde vor. Die völlig eigenständige Natur erkannte man erst später.

"Den höchsten Planeten habe ich dreifach beobachtet,..."

"Wenn ich den Saturn mit einem Fernrohr von mehr als 30facher Vergrößerung beobachte, so erscheint er dreifach; in der Mitte steht der größte Stern, die beiden anderen liegen, der eine westlich, der andere östlich, auf einer Linie und scheinen den Zentralstern zu berühren. Sie kommen mir vor wie zwei Diener, welche dem alten Saturn beistehen, seinen Weg zurücklegen und nicht von seiner Seite weichen." Soweit die Ansicht Galileis, der im Juli 1610 als erster Mensch den Saturn im Fernrohr beobachtete. 45 Jahre danach wies der großartige niederländische Physiker Christian Huygens (1629-1695) nach, daß es sich um einen Ring handelt, der in der Äquatorebene des Planeten frei schwebt. Bei einer weiteren Beobachtung des Saturn bemerkte er einen kleinen hellen Punkt am Planeten. Er hatte den größten Saturnmond Titan entdeckt. Gegen Ende des 17. Jahrhunderts fand Cassini die später nach ihm benannte Teilung zwischen einem inneren und äußeren Ring. Übrigens war er es auch, der die Rotationsperiode des Jupiter als erster bestimmte. 1671 entdeckte er den Saturnmond Japetus. Ein Jahr später fand Cassini Rhea und 1684 Dione und Tethys. Er betrachtete die Saturnringe als eine Ansammlung dicht beieinander kreisender Monde. Nach mehr als 200 Jahren wurde noch ein Spalt im äußeren Saturnring entdeckt, der später den Namen des deutschen Astronomen J.F. Encke (1791-1865) erhielt. Er wurde vom deutschen Astronomen J.G. Galle (1812-1910) aufgefunden, der den vierten jupiterähnlichen Planeten entdeckte.

Die Entdeckung der „Schlußlichter“ des Sonnensystems

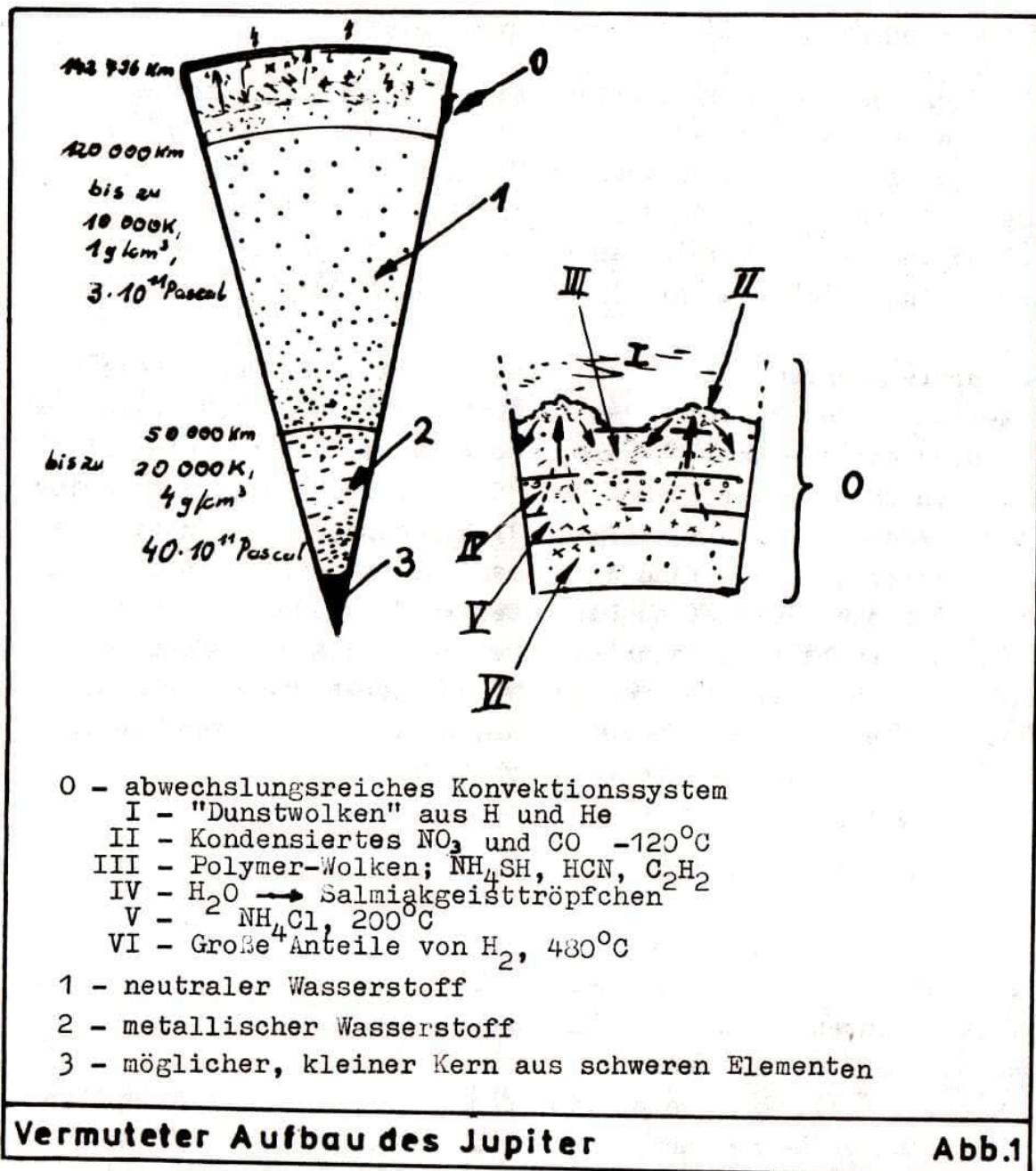
Am 13. März des Jahres 1781 entdeckte der deutsche Astronom W. Herschel (1738–1822) völlig überraschend den siebenten Planeten beziehungsweise dritten jupiterähnlichen Planeten. Er erhielt den Namen Uranus. Schon 1690 hatte J. Flamsteed (1646–1719) den Planeten bei Sternzählungen aufgezeichnet, jedoch wegen seiner geringen Bewegung am Himmel nicht das "Wandelsterndasein" gefunden.

In den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts bemerkte man Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des "neuen" Planeten. U.J.J. Leverrier (1811–1877) errechnete 1846 unter der Annahme, daß nur ein weiterer, noch unbekannter Planet der "Störenfried" sein kann, seine Position. Auch J.C. Adams (1819–1892) berechnete die Position des achten Planeten, jedoch fand er niemanden, der ernsthaft das von ihm vorgeschlagene Gebiet beobachtete. Anders Leverrier, der J.G. Galle von seinen Berechnungen berichtete. Dieser fand daraufhin den neunten Planeten nur 1° von der berechneten Stelle entfernt. Er erhielt den Namen Neptun, nach dem Gott des Meeres. In der Tat weist Neptun eine bläuliche Färbung auf, die, wie man heute weiß, auf große Anteile von Methan hinweist.

Erste Modelle für Jupiter und Saturn

Von Jeffrey wurde 1923–24 erstmals der Versuch unternommen, den Jupiter- und Saturnaufbau zu beschreiben. Die von ihm errechneten minimalen Dichten für Jupiter und Saturn konnte man jedoch keinen festen Stoffen zuschreiben.

1932 wurde mittels Spektralanalyse nachgewiesen, daß auf Jupiter die Verbindungen Methan und Ammoniak in geringen Mengen vorkommen. Die Wasserstoffkonzeption wurde erstmals von Wigner und Huntington 1935 vorgeschlagen. Fessenkow und Massewitsch setzten 1951 die Arbeiten fort. 1960 gelang schließlich der empirische Nachweis von molekularem Wasserstoff. Unter dem Einsatz der elektronischen Rechentechnik berechnete Peebles 1964 eine große Anzahl von Modellen für Jupiter und Saturn. Der Jupiteraufbau, wie wir ihn heute vermuten, ist auf der Abbildung 1 wiedergegeben.



Biogas (Sumpf- oder Faulgas) ist ein natürliches Produkt. Es entsteht, wenn organische Abfallstoffe aller Art, zu denen auch der Stalldung zählt, ohne Sauerstoff vergären. Je nach Art der Biomasse und den Bedingungen, unter denen der Gärprozeß abläuft, setzt sich Biogas aus 55 bis 66 Prozent Methan (CH_4) und 30 bis 45 Prozent Kohlendioxyd (CO_2) zusammen; der Rest sind vor allem Stickstoff, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Aufgrund des hohen Methananteils (sein Heizwert beträgt rund 36 MJ/m^3) ist Biogas demnach ein hochwertiges, dem Erdgas nahezu gleichwertiges Produkt.

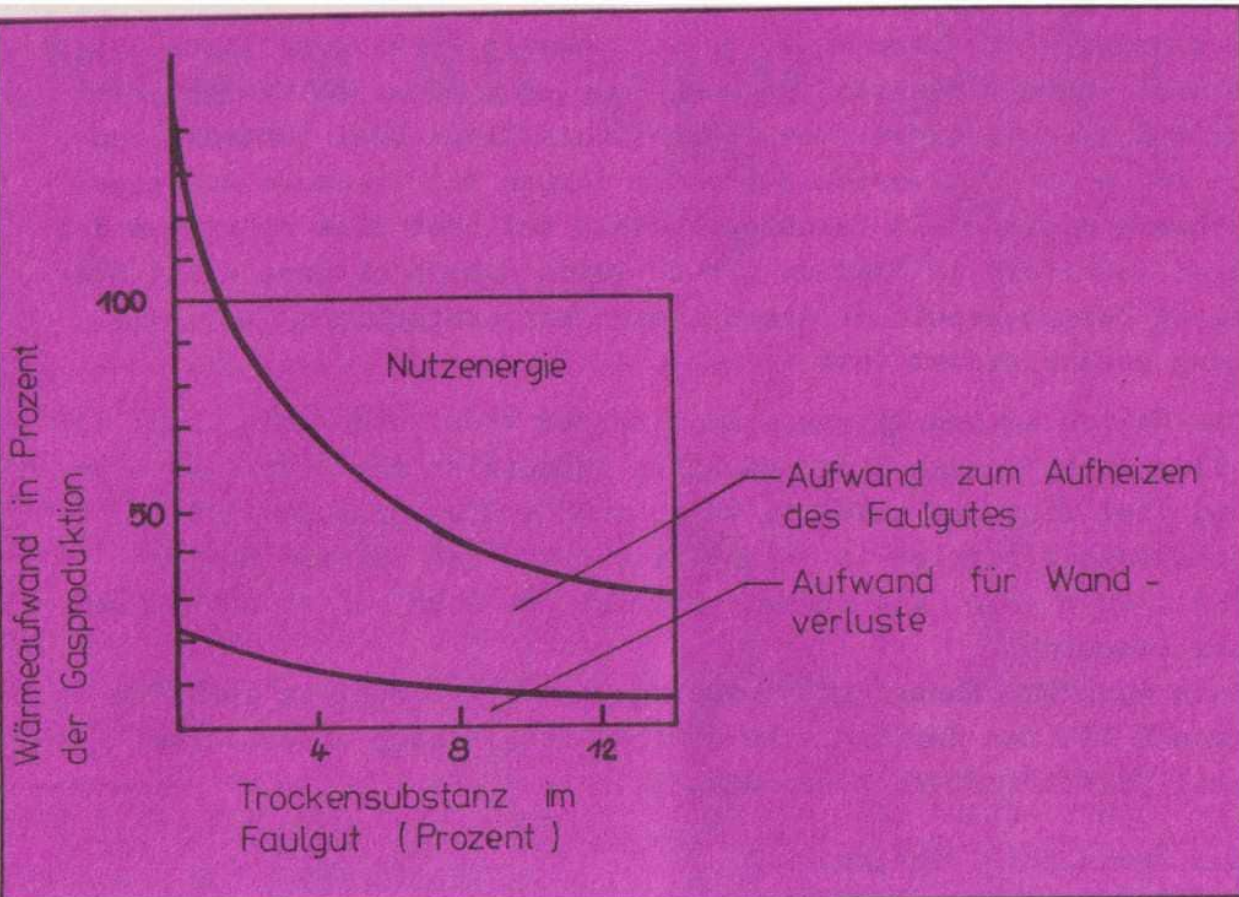
Bereits 1776 stellte Volta fest, daß in dem von ihm untersuchten Sumpfgas vor allem Methan enthalten ist. 1888 verbrannte Gayon vor der Société des Sciences in Bordeaux Gas, das er durch Vergärung von Stalldung und Wasser gewonnen hatte. Anfang der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts entwickelte Imhoff dafür ein kontinuierliches Gärverfahren: Ein luftdichter Gärbehälter wird regelmäßig mit Biomasse beschickt, wobei die jeweils bereits vergorene Menge wieder entnommen wird. Mit seiner Anlage konnte erstmals eine dauernde Gasproduktion in größerem Maßstab erreicht werden. Auf der Grundlage dieser Technologie wurden in zahlreichen Städten Europas, so z. B. auch in Halle, Erfurt und Pößneck, Kläranlagen errichtet, die Biogas produzierten, das zu unterschiedlichen kommerziellen Zwecken verwendet wurde. Da auch Verbrennungsmotoren damit betrieben werden können, wurden die Fuhrparks einiger Städte auf Biogasbetrieb umgestellt.

Die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen war nur unter besonderen Bedingungen gewährleistet. Hinzu kommt, daß nach 1945 Forschungsarbeiten auf diesem Sektor der Energieerzeugung kaum weiter betrieben wurden, als ab Mitte dieses Jahrhunderts zunehmend das ursprünglich noch preiswerte Erdöl und Erdgas zu dominierenden Primärenergieträgern wurden.

Heute ist die Biogasgewinnung aufgrund der Energiesituation international erneut zu einem Betätigungsfeld von Wissenschaftlern und Technikern geworden. Vor allem auch deshalb, weil neue Werkstoffe und Verfahren zur Verfügung stehen, die in naher Zukunft eine hinreichende Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion erwarten lassen. Hinzu kommt, daß auch die Forschung der biochemischen Abbauprozesse bedeutende Fortschritte gemacht hat.

Biogas ist im Grunde gespeicherte Sonnenenergie. Aufgenommen über die Photosynthese der Pflanze liegt sie in Form chemischer Verbindungen (Kohlenhydrate) in der Biomasse vor. Die Biomasse kann entweder direkt vergoren werden (Stroh) oder ökonomischer im Umweg über das Tier in Form von Stalldung und Gülle. Der anaerobe (sauerstofffreie) Gärprozeß findet in luftdicht abgeschlossenen Behältern bei einer Temperatur von 30 bis 35 °C statt. Als Rückstand fällt Gärschlamm an, der stark stickstoff- und phosphorhaltig ist und deshalb als hochwertiger Dünger weiterverwendet werden kann. Damit ist der umweltfreundliche biologische Kreislauf geschlossen. Ein weiterer Vorteil ist, daß das bei der Verbrennung von Biogas freiwerdende Kohlendioxid den Pflanzen erneut zur Verfügung steht. Im Gegensatz zur Verbrennung fossiler Rohstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle) wird dadurch auch die Atmosphäre nicht zusätzlich mit CO₂ angereichert.

Technologisch gesehen ist bei der Erzeugung von Biogas folgendes zu beachten: Die dafür vorgesehenen Anlagen müssen, da der Gärprozeß unter Sauerstoffabwesenheit stattfindet, vollkommen luftdicht sein. Der Gärprozeß ist durch Bewegen des Gärgutes ständig zu optimieren. Die biologisch günstigsten Gärtemperaturen von 30 bis 35 °C sind unbedingt einzuhalten, um den höchstmöglichen Nutzeffekt zu erzielen. Die Gärtanks sind daher in unseren Breiten zusätzlich zu beheizen. Sie müssen über eine ausreichende Wärmeisolation verfügen, um die zugeführte Energie so gering wie möglich zu halten. Besonders bei dünnflüssigem Gärgut (Gülle) ist der für die Beheizung benötigte Energieanteil (siehe Abb.), gemessen an der produzierten Gesamtenergie, relativ hoch. Durch zusätzlichen Einsatz von Wärmeüberträgern, die die Wärme des Gärmaterials wieder zurückgewinnen, kann dieser jedoch erheblich gesenkt werden.



Errechneter Wärmeaufwand zum
Betrieb einer Biogasanlage

Es wurde errechnet, daß eine Großvieheinheit (Rind) pro Tag soviel Biomasse zur Verfügung stellt, daß über den Vergärprozeß etwa $1,5 \text{ m}^3$ Gas entstehen, was einem Äquivalent von fast einem Liter Heizöl entspricht.

International wird heute eingeschätzt, daß die Biogasproduktion vor allem in der Landwirtschaft einen großen Anteil der dort benötigten anderweitigen Primärenergieträger ersetzen kann, und das nicht nur in Ländern mit tropischem bzw. subtropischem Klima, sondern auch in gemäßigten Zonen. Gegenwärtig wird in zahlreichen Staaten, wozu vor allem die Schweiz gehört, daran gearbeitet, für die Biogasgewinnung effektive Technologien und chemische Verfahrensmethoden zu entwickeln. Zu den Forschungsvorhaben zählen auch die intensiven Bemühungen, anaerobe Bakterienstämme zu züchten, die den Gärprozeß (seine Dauer liegt bei rund 20 Tagen) wesentlich verkürzen und das Gas genügend schnell auch bei erheblich niedrigeren Temperaturen freisetzen.

Gegenwärtig arbeiten z. B. in der Schweiz 25 Biogasanlagen unterschiedlicher Kapazität in landwirtschaftlichen Betrieben. Die größte produziert das Gas diskontinuierlich: Drei Gärtanks von je 200 m³ Inhalt werden reihum im Turnus mit Biomasse aus einer Schweinemastanstalt beschickt. Stets befindet sich einer von den drei Behältern im Stadium der höchsten Gasproduktion, womit über einen Zwischenspeicher dennoch eine kontinuierliche Gasversorgung gewährleistet ist.

Die Gewinnung von Biogas - so schätzen Fachleute ein - lohnt vor allem dort, wo die Tierproduktion industriemäßig betrieben wird und viel Biomasse anfällt. So erzeugt ein agroindustrieller Schweinemastbetrieb in Angona/Rizahl auf den Philippinen pro Tag 1300 m³ Gas. Die Anlage wird mit dem Dung von 15 000 Schweinen beschickt.

Auch wenn Gewinnung und Anwendung von Biogas künftig lokal begrenzt bleiben dürften - es bleibt dennoch eine alternative, weil regenerierbare Energiequelle.

aus Technische Gemeinschaft
(TG) 28 (1980) 4



Prof. A.: "Was haben Sie neulich zu dem Problem des gesagt?"

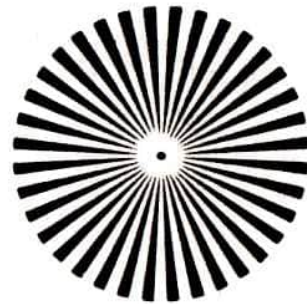
Prof. B.: "Nichts."

Prof. A.: "Und wie haben Sie es formuliert?"

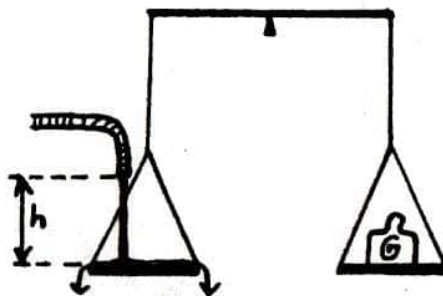


Unsere Aufgabe

61



Aus einem Wasserhahn (Querschnittsfläche A) tritt Wasser mit einer Ausströmgeschwindigkeit v aus und trifft nach einer freien Fallstrecke h auf eine Waagschale auf. Dabei soll das Wasser seitwärts abfließen. Wie groß muß das Gegengewicht G sein, damit die Waage im Gleichgewicht ist?



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

Lösung der aufgabe 53 aus heft 4/14 .jg.

Aufgabe: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß man durch dreimaliges Würfeln mindestens einmal eine 6 erhält?

Lösung: (eingesandt von Thomas Richter, 20 Jahre, Pasewalk)

Die gesuchte Wahrscheinlichkeit kann man mittels der dreistelligen Zahlen von 111 bis 666, die keine 0, 7, 8 oder 9 enthalten bestimmen. Sie ergibt sich als Quotient der Anzahl dieser Zahlen, die mindestens eine 6 enthalten, mit der Gesamtzahl dieser Zahlen.

Man erhält so eine Wahrscheinlichkeit von $\frac{91}{216}$, also rund 42 %.

Bei der Prüfung durch 100 mal 3 Würfe erhielt Th. Richter tatsächlich einen Wert von 42% für die relative Häufigkeit.

Anmerkung: Wer sich mit den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung auskennt, kann die gesuchte Wahrscheinlichkeit auch unmittelbar als $1 - \left(1 - \frac{1}{6}\right)^3 = \frac{91}{216}$ bestimmen.



15. Jg.

impuls 68

4



Wissenschaft im Kreuzverhör

★

Edelgase

★

Vom Tier zum Menschen

★

Zeitlupen-Filmen

★

Büchermarkt

★

Forschung und Technik

Titelbild:

Große Satellitenkamera „WAU“
zur präzisen Bahnbestimmung
sehr lichtschwacher Objekte

(R. L.)

impuls

68

Welsch, Eberhard	Wissenschaft im Kreuzverhör Interview mit Dr. Heumann, Sektion Physik der FSU Jena		3
Colditz, Roland	Die Entdeckung und die Eigenschaften der Edelgase	CHE	7
Pittelkow, Jörg	Vom Tier zum Menschen	BIO	13
	Filmen für Forschung und Industrie		19
König, Wolfgang	Büchermarkt „Das Sternguckerbuch“ von Dieter B. Herrmann		26
Hofmann, Ulrich	Das Geben und Nehmen in Forschung und Technik	DOK	27
	Physikaufgabe Nr. 62, Lösung Nr. 54		31

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz, (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: -,40 M, Jahresabonnement: 4,- M



Gestaltung: Mathias Hegner
Redaktionsschluß: 1. 10. 1981

Wissenschaft im Kreuzverhör

Interview mit Oberassistent Dr. Heumann,

Sektion Physik der FSU Jena

"impuls 68": Herr Dr. Heumann, Sie besuchten kürzlich die internationale Konferenz "Laser 81 Optoelektronik" und die damit verbundene Fachausstellung in München. Können Sie zunächst einige allgemeine Gesichtspunkte nennen, die diese Veranstaltung charakterisierten?

Dr. Heumann: Die Veranstaltung "Laser Optoelektronik" findet alle zwei Jahre in München statt. Es handelt sich dabei um einen mehrtägigen internationalen Kongreß, auf dem führende Wissenschaftler über den neuesten Stand der Laserentwicklung und Lasertechnologie, der Entwicklung optoelektronischer Bauelemente und über das sich ständig erweiternde Einsatzfeld von Lasersystemen in Wissenschaft, Technik und Industrie vortragen und diskutieren. Die mit der Tagung gekoppelte Ausstellung ist die umfassendste Fachmesse auf dem Gebiet der Laser und ihrer Anwendungen. Am Kongreß 1981 nahmen etwa 900 Wissenschaftler und Vertreter der Industrie aus etwa 30 Staaten teil. An der Fachmesse beteiligten sich 120 Hauptaussteller aus 20 Ländern.

"impuls 68": Auf welchen Gebieten haben sich bedeutende Entwicklungen vollzogen?

Dr. Heumann: Ein qualitativer Sprung hat sich in der Materialbearbeitung mit Lasern vollzogen⁺. Hier geht man von der "Grobbearbeitung" mehr und mehr zur Präzisionsbearbeitung über, d.h. die großen Lasersysteme mit sehr hoher Leistung ($> 1 \text{ kW}$) werden durch Systeme mit mittlerer Leistung (einige hundert Watt) abgelöst, die höhere Stabilität und ein sauberes Strahlprofil aufweisen. Die meisten dieser Laseranlagen sind mit Computertechnik ausgerüstet, wobei die Laserparameter (z. B. Impulsfolge, Impulsdauer, Leistung usw.) entsprechend der eingegebenen Materialeigenschaften und einem vorgegebenen Programm dem jeweiligen Bearbeitungsproblem automatisch optimal angepaßt werden können. Beeindruckend ist auch die hohe Produkti-

⁺ ("impuls 68" 8. Jahrgang 1974/75 Heft 7 S. 3)

vität solcher Anlagen, die die herkömmlichen Methoden der Materialbearbeitung in bestimmten Bereichen um ein vielfaches übersteigt.

Bedeutende Entwicklungen laufen auch auf dem Gebiet der Laserchemie. Chemiker setzen Laser ein, um beispielsweise bestimmte chemische Reaktionen einzuleiten, zu steuern oder zu beschleunigen. In jüngster Zeit ist die Herstellung von Vinylchlorid (Ausgangsstoff für die Plastindustrie) labormäßig realisiert worden. Die Chancen für eine großtechnische Verwirklichung des Verfahrens werden von Experten sehr positiv eingeschätzt. Eine schon technisch realisierte Anwendung des Lasers in der Chemie ist das laserehemische Galvanisieren und Ätzen. Dabei wird ein Laserstrahl auf ein Substrat fokussiert, das sich als Katode in einem elektrolytischen Bad befindet. Der steile Temperaturgradient in der Nähe des Laserfokus bewirkt eine starke Zunahme der örtlichen Konvektion. Dadurch wird die unmittelbar an der Katode liegende Elektrolytschicht, die normalerweise sehr schnell an Metallionen verarmt und den Galvanisierungsprozeß behindert, schnell ausgetauscht, so daß immer genügend Ionen zur Verfügung stehen. Die Ablagerungsgeschwindigkeit kann so gegenüber den herkömmlichen Verfahren um den Faktor 1000 gesteigert werden. Der Prozeß läßt sich auch umkehren; bei entgegengesetztem Stromfluß wird elektrolytisch geätzt, da an der vom Laserstrahl getroffenen Stelle die Metallionen besonders schnell abtransportiert werden. Bei rostfreiem Strahl konnte mit dieser Methode die Ätzgeschwindigkeit auf das 1000fache gesteigert werden.

In Japan wurde ein vielversprechendes Verfahren zur Uran-Isotopentrennung entwickelt. Natururandampf (2000°C) wird durch Laserlicht bei Wellenlängen von 424,6 und 337,1 nm bestrahlt. Uran 235 wird vom ersten Laserstrahl angeregt (Uran 238 nicht). Der zweite Laserstrahl ionisiert die Uran 235-Atome, und sie können im elektronischen Feld getrennt werden. Eine Anreicherung von 0,7 % auf 35 % Uran 235 wird dadurch möglich.

Revolutionierendes hat sich auf dem Gebiet der optischen Informations- und Nachrichtenübertragung vollzogen[†]. Durch die Entwicklung von Halbleiterlasern mit sehr hoher Lebensdauer ($\geq 10^6$ Stunden) und durch die Herstellung von Lichtleitfasern

[†]("impuls 68" 15. Jahrgang 1981/82 Heft 2)

geringster Verluste ($\leq 0,1$ dB/km) werden zukünftig auf der Erde stabile breitbandige Übertragungssysteme mit mehreren tausend Kilometern Reichweite möglich sein.

Damit sollten aus der Vielzahl der bedeutenden Entwicklungen nur einige herausgegriffen werden.

"Impuls 68": Welche Tendenzen zeichnen sich Ihrer Meinung nach bei der Anwendung der Laser und der Optoelektronik ab?

Dr. Heumann: Eine der sich abzeichnenden Haupttendenzen bei der Anwendung des Lasers und der Optoelektronik liegt eindeutig auf dem Gebiet der Weltraumtechnik. Ein Hauptgrund dafür ist, daß im optischen Bereich neue unbesetzte Frequenzbänder großer Bandbreite zur Verfügung stehen, die bei kommenden Generationen von Erdbeobachtungssatelliten mit hochauflösenden Sensoren unbedingt benötigt werden. Darüber hinaus sind Lasersysteme wesentlich kleiner und leichter als vergleichbare Mikrowellensysteme. Ein wichtiges Anwendungsfeld wird die Fernerkundung von Bewegungen auf der Erde und in der Atmosphäre sein. Darunter zählen die Messung der Geschwindigkeit und Richtung ozeanischer Transportphänomene, Überwachung der Kontinentaldrift im Hinblick auf die Einrichtung eines Erdbeben-Frühwarndienstes, Bestimmung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung in verschiedenen Atmosphärenschichten (Geschwindigkeits-Höhenprofile).

In Hinsicht auf die zukünftig zu erwartende enorme Zunahme der Dichte der Raumflugkörper im erdnahen Bereich werden die Objekterkennung, die präzise Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung zwischen Satelliten und Raumstationen und die automatische Annäherung bei Rendezvous- und Kopplungsmanövern eine besondere Rolle spielen. Von herausragender Bedeutung ist die Bewältigung des sehr hohen Informationsflusses bei der Datenübertragung zwischen Satelliten, wobei nur die Lasertechnik und Optoelektronik die Voraussetzung für entsprechend breitbandige Übertragungssysteme bieten.

Für die genannten Aufgaben werden z. B. Halbleiterlaser, kombiniert mit Elementen der integrierten Optik, erprobt. Der Trend geht aber eindeutig in Richtung von CO_2 -Wellenleiter-Lasern. Die Systeme werden so konzipiert, daß sie den allgemeinen Raumflugbedingungen wie hohe mechanische und optische Stabilität, geringes Gewicht (etwa 35 kg für die genannte An-

lage), hohe Lebensdauer (≥ 7 Jahre), möglichst geringe Leistungsaufnahme usw. genügen.

"Impuls 68": Die Fachmesse gab einen Überblick über das gegenwärtige Angebot an Lasergeräten, Lasersystemen und optoelektronischen Komponenten. Wie war Ihr Eindruck?

Dr. Heumann: Neben einer ständigen Weiterentwicklung bewährter Lasergeräte in Richtung auf bessere mechanische und optische Stabilität und höhere Lebensdauern ist bei den meisten Firmen der Trend zur Komplettierung von Lasersystemen im Hinblick auf spezielle Anwendungsprobleme zu spüren. So werden z. B. ausgereifte, überwiegend rechnergesteuerte Systeme für die Spektroskopie, Entfernungsmessung, Materialbearbeitung, Umweltüberwachung, Medizin usw. angeboten.

Neuere Entwicklungen gibt es auf dem Gebiet der Laser, die außerordentlich kurze und intensive Lichtimpulse liefern. So zeigte die Firma "Coherent Radiation" ein Farbstoff-Ringlasersystem, das **stabile Impulse mit einer Dauer von 1 Pikosekunde** (10^{-12} s) abgibt. Solche Geräte sind hervorragend geeignet, sehr kurzzeitige Vorgänge in Atomen, Molekülen und Festkörpern anzuregen und zu beobachten.

Das Gebiet der optoelektronischen Bauelemente und Komponenten wird durch zwei Entwicklungsrichtungen bestimmt, durch die schon erwähnte **"Lichtleiternachrichtenübertragungstechnik"** und die **optische Datenspeicherung**. Als Neuheit wurde das von Philips entwickelte Bildplattensystem VLP (Video Long Play) vorgestellt. Industriell gefertigte Bildplatten, in die auf optischem Weg entsprechende Signale eingespeichert wurden, können abgespielt und über ein Fernsehgerät wiedergegeben werden. **Die Platte kann je Seite 60-Minuten-Programm (45 000 Einzelbilder) speichern und wird vor allem zur Aufzeichnung von Spielfilmen, Unterhaltungssendungen, Lehrprogrammen usw. benutzt.** Jedes der 45 000 Einzelbilder kann außerdem in Bruchteilen von Sekunden abgerufen und als stehendes Bild auf dem Fernsehgerät betrachtet werden. Die Abtastung der Platten erfolgt über einen He-Ne-Laser mit einer Leistung von 1 mW. Das wiedergegebene Signal entspricht in den Bildparametern einem gesendeten Fernsehsignal und übertrifft es im Tonkanal wesentlich. Die beiden Tonkanäle können für Stereoton oder auch für echten Zweitonbetrieb (z. B. Filme mit wahlweise Original- und Fremdsprache) genutzt



Die Entdeckung und die Eigenschaften der Edelgase

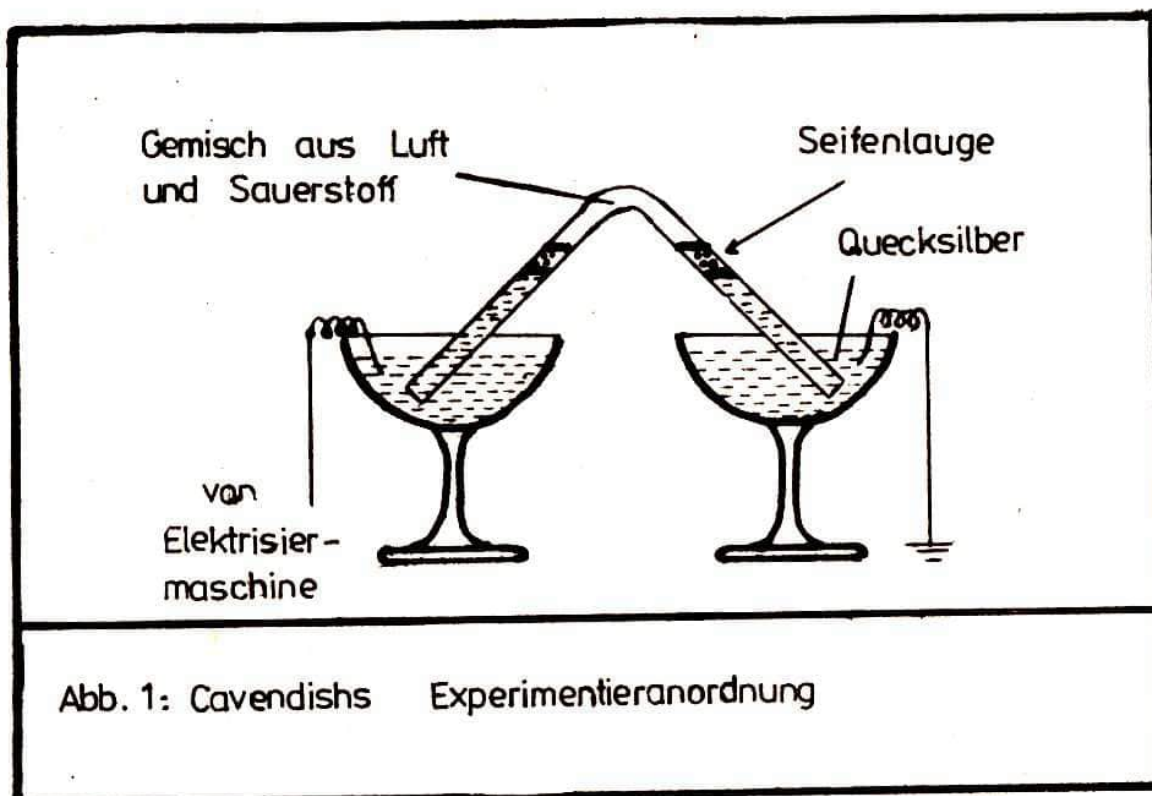
1/120 der Luft

"Wenn ein Wunsch beim Betrachten der vorgeschlagenen Tabelle geäußert werden darf, so ist es in erster Linie nach meiner Meinung der, daß die Anzahl der Elemente, welche dem Wasserstoff näher stehen, ergänzt wird". Diesen Hinweis schrieb D.I. Mendelejew 1869 anlässlich der Veröffentlichung des Periodensystems, und so weitblickend er auch war, ist es verständlich, daß keine gezielten Forschungen bezüglich der Suche nach den vermuteten Elementen einsetzten. Es wäre auch schwer möglich gewesen, systematisch nach Stoffen zu forschen, von denen man nichts wußte. So kam der erste Anstoß, nach den Edelgasen zu suchen, von Arbeiten, die eigentlich andere Zielstellungen hatten.

Zuvor aber noch ein Ausflug in das 18. Jahrhundert. In den Jahren 1784 und 1785 veröffentlichte der englische Gelehrte Henry Cavendish (1731-1810) seine schon früher begonnenen Versuche über die Chemie und Physik der Luft. Bei seinen Versuchen über die Einwirkung elektrischer Funken auf Luft machte er eine Entdeckung, die viele Jahrzehnte unbeachtet blieb. Cavendish ließ so lange durch ein mit Hilfe von Seifenlauge abgesperrtes Gemisch aus "gewöhnlicher" Luft und dephlogistisierter Luft¹⁾ (Sauerstoff) elektrische Funken schlagen, bis die Gasmenge nicht mehr abnahm.

Nach Entfernen des überschüssigen Sauerstoffs mittels eines Absorptionsmittels blieb eine kleine Gasblase zurück, die Cavendish auf etwa $\frac{1}{120}$ der ursprünglich eingesetzten Gasmenge schätzte. Damit hatte er, ohne es zu ahnen, als erster die Edelgase aus der Luft abgetrennt.

¹⁾ Cavendish war Anhänger der Phlogistontheorie



Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts begann Lord Rayleigh (1842-1919) mit seinen Untersuchungen über die Dichte von Sauerstoff und Stickstoff, wobei ihm aufgefallen war, daß Stickstoff, der aus chemischen Verbindungen hergestellt war, eine geringere Dichte hatte als solcher, der nach herkömmlichen Verfahren aus der Luft abgetrennt wurde. Für die Differenz der Dichtewerte gab es zunächst mehrere Erklärungen:

- der aus der Luft isolierte Stickstoff ist durch Sauerstoff verunreinigt
- der aus Ammoniumverbindungen gewonnene Stickstoff enthält noch Wasser
- der "atmosphärische" Stickstoff weist zu einem geringen Prozentsatz N_3 -Moleküle auf (analog dem Ozon O_3 beim Sauerstoff)

Besonders die dritte Möglichkeit wurde von Lord Rayleigh ins Auge gefaßt. Doch weder diese noch die anderen hielten einer kritischen Prüfung stand.

Es sollte William Ramsay (1852-1916) vorbehalten sein, das erlösende Wort zu sprechen. Ramsay entfernte den Stickstoff und den Sauerstoff aus der Luft durch Reaktion mit glühenden Magnesiumspänen, Lord Rayleigh bediente sich dazu des Verfahrens von Cavendish. Eine spektroskopische Untersuchung der verblei-

nenden Gasreste zeigte rote und grüne Spektrallinien, die keinem der bis dahin bekannten gasförmigen Elemente angehörten.

Am 13. August 1894 gaben beide Forscher auf der Tagung der britischen Naturforschervereinigung in Oxford ihre Entdeckung bekannt. Weitere Untersuchungen hatten ergeben, daß das neue Element einatomig ist und keinerlei chemisches Reaktionsvermögen zeigte. Sie nannten es Argon (griech. das Träge). Der chemisch inerte Charakter des neuen Elements gab den Forschern manches Rätsel auf.

Noch im gleichen Jahr identifizierte Ramsay mit Hilfe der Spektralanalyse das beim Auflösen des seltenen Minerals Cleveit in Säuren entstehende Gas als weiteres Edelgas, als Helium. Das Mineral enthält bis zu 3 ml Helium pro kg und es wurde 1882 in der Lava des Vesuvs gefunden. Schon 1868 lieferte die Spektralanalyse Hinweise auf ein in der Sonne vorkommendes Element Helium (griech., Sonne).

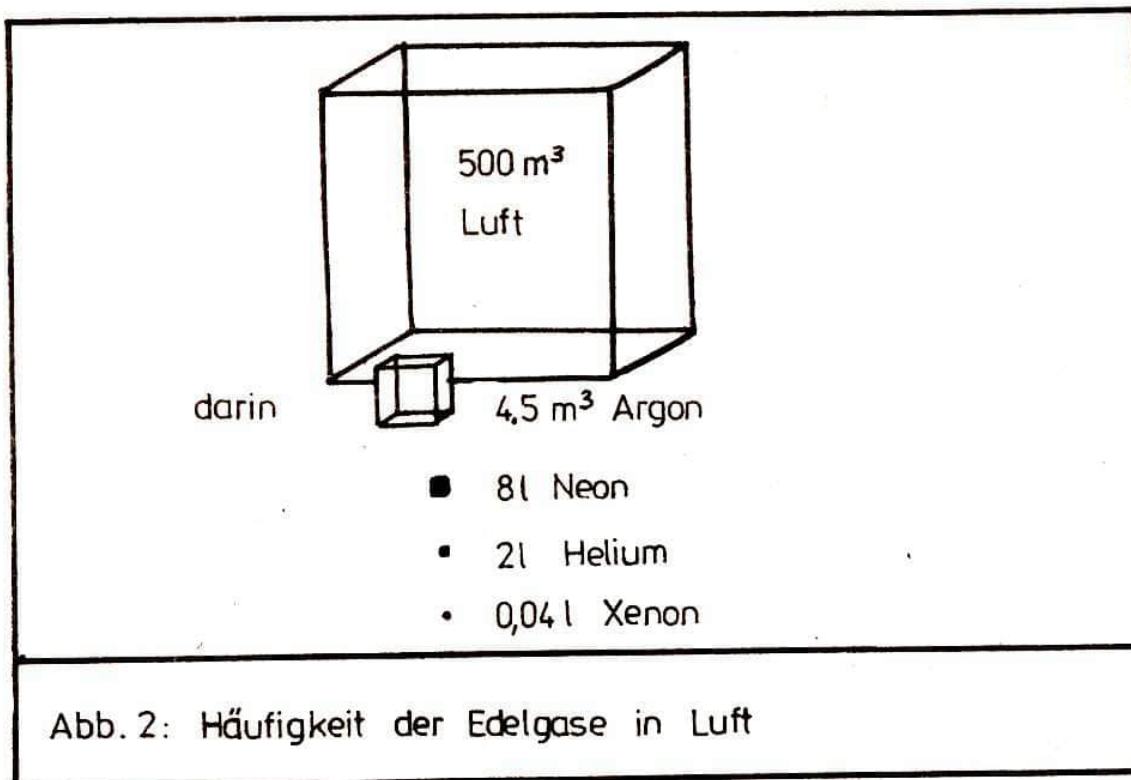
Es ist dem Genie Ramsays zu verdanken, daß er sich nicht mit dieser Entdeckung zufriedengab. Wo zwei Elemente mit gänzlich neuen Eigenschaften (Einatomigkeit, Reaktionsträgheit) waren, sollten sich noch weitere Elemente finden lassen. Da Ramsay für Helium die abgerundete relative Atommasse von 4 und für Argon eine solche von 40 fand, vermutete er nach dem Muster des Meisters Mendelejew noch ein unbekanntes Gas mit der Atommasse von 20.

Durch Fraktionierung größerer Mengen verflüssigten Argons wollte Ramsay eine leichte Fraktion gewinnen, in der das vermutete Element enthalten sein könnte. Zugleich mußten auch die schwereren Fraktionen hinsichtlich höherer Homologe des Argons untersucht werden. Diese Überlegungen waren richtig; innerhalb kürzester Zeit konnte die Entdeckung von drei neuen Elementen bekanntgegeben werden: Neon, Krypton und Xenon!

Damit war eine Periode in der Geschichte der Edelgase zu einem gewissen Abschluß gebracht. Sie ist vornehmlich mit dem Namen Sir William Ramsay verbunden, von dem Mendelejew 1905/06 schrieb: "Und so betrachte ich auch Ramsay als einen Bestätiger der Wahrheit des periodischen Gesetzes, da er He, Ne, Ar, Kr und Xe entdeckt sowie deren Atomgewichte bestimmt hat, und da diese Zahlen vollständig den Forderungen des periodischen Systems der Elemente entsprechen".

Das Ende eines Glaubenssatzes

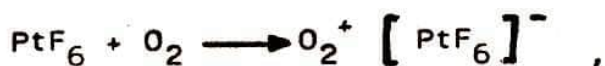
Schon Lord Rayleigh und Sir William Ramsay war aufgefallen, daß Argon und die anderen Glieder der neu entdeckten Gruppe keinerlei chemisches Reaktionsvermögen zeigten. So vereinigen sich die Edelgasatome nicht einmal paarweise untereinander zu neutralen Molekülen. Ihre Einatomigkeit folgt eindeutig aus einer Reihe von Untersuchungen. Die tiefen Siede- und Schmelzpunkte der Edelgase weisen auf einen nur schwachen "Zusammenhalt" zwischen den Atomen im flüssigen und festen Zustand hin.



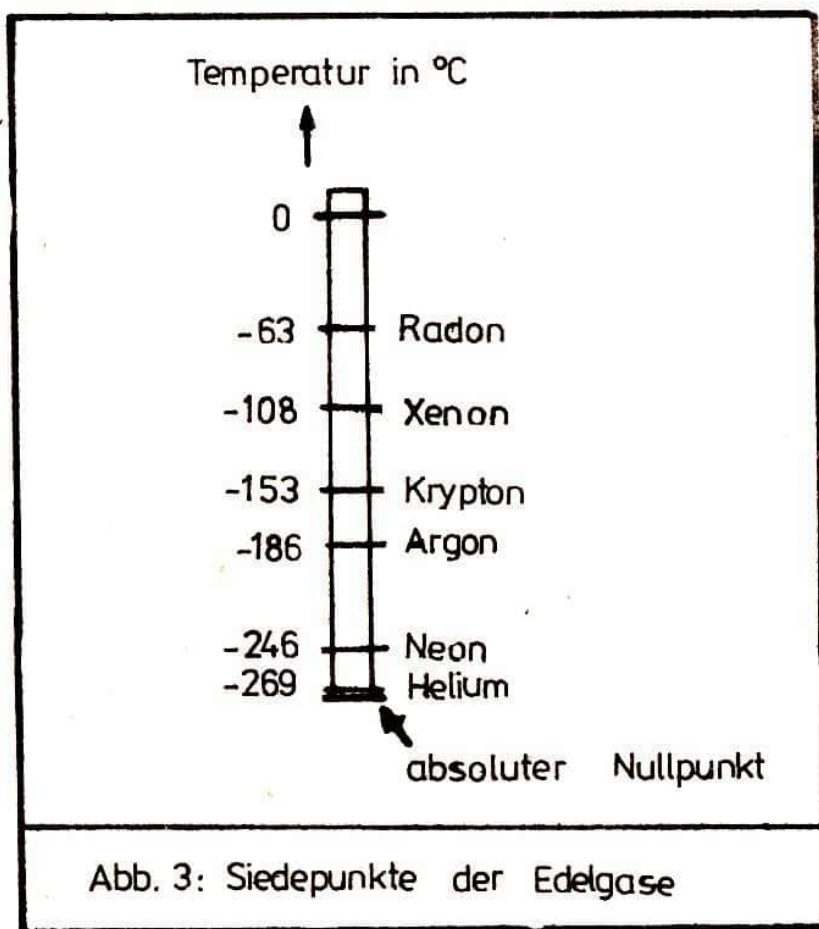
Zahlreich waren trotzdem die Bemühungen, chemische Verbindungen der Edelgase herzustellen. Von diesen Syntheseversuchen sei nur erwähnt, daß sie sich bis in die sechziger Jahre unseres Jahrhunderts als Irrtum erwiesen. Entweder waren die Reaktionsprodukte gar keine "echten" chemischen Verbindungen sondern nur Molekülaggregate in denen die Edelgase atomar vorlagen, oder es kam überhaupt nicht erst zur Reaktion (z. B. Argon/Halogene). Somit war auch Ramsay, der als Entdecker der Edelgase eine Kapazität auf diesem Gebiet war, in seinen späteren Jahren fest vom chemisch inerten Charakter der Edelgase überzeugt. Diese Ansicht wurde noch durch die Elektronentheorie der Valenz gefestigt, die die besondere Stabilität der Edelgaskonfiguration

herausstellte. In der Verabsolutierung dieser durchaus richtigen Tatsache liegt der Hauptgrund, daß die Reaktionslosigkeit der Edelgase zum Glaubenssatz der Chemiker wurde.

Der Amerikaner N. Bartlett sollte im Juni 1962 den Bann brechen. Schuld daran war das erst kurz zuvor entdeckte Platinhexafluorid, PtF_6 . Es stellte sich bald heraus, daß dieses Fluorid das stärkste aller bisher bekannten Oxydationsmittel ist. Es verbindet sich mit molekularem Sauerstoff zu einem roten Festkörper.



wobei dem Sauerstoff ein Elektron entzogen wird, d. h. der Sauerstoff wird ionisiert. Bartletts großes Verdienst bestand darin, die gleiche Reaktionsfähigkeit beim Xenon zu vermuten. Als er Xenon und Platinhexafluorid zusammenbrachte, bildete sich ein Feststoff, der in dünner Schicht gelb, in dickerer Schicht tiefrot aussah. Er untersuchte das Produkt analytisch und fand die Formel $\text{Xe} [\text{PtF}_6]$. Seine Vermutung wurde damit glänzend bestätigt und ein fest eingebürgerter Chemikerglaube fand sein Ende.



In den nun folgenden Wochen überschlugen sich die Nachrichten von der Entdeckung weiterer Edelgasverbindungen. Anfang Juli 1962 gelang Professor R. Hoppe und seinen Mitarbeitern an der Universität Münster die Synthese des ersten binären Edelgasfluorids durch Umsatz von Xenon mit Fluor in einer elektrischen Entladung. Die chemische Analyse der neuen Verbindung ergab die Formel XeF_2 . Inspiriert durch die Entdeckung von Bartlett wurde Anfang August 1962 von einem amerikanischen Forscherteam Xenontetrafluorid, XeF_4 , durch einfache Drucksynthese aus den Elementen erhalten. In der folgenden Zeit wurden auch von Krypton und Radon Verbindungen entdeckt, so daß man heute von einer echten Edelgaschemie als ein Teilgebiet der anorganischen Chemie sprechen kann. Somit zeigen auch die Arbeiten auf dem Gebiet der Edelgase, daß vieles, was absolut klar erscheint, durchaus einer tieferen wissenschaftlichen Ausdeutung wert ist.

WISSENSCHAFT IM KREUZVERHÖR

Fortsetzung von Seite 6

werden. Die berührungslose Abtastung erlaubt eine praktisch verschleißfreie Wiedergabe, wobei die Platten unempfindlich gegen Staub und Fingerabdrücke sind.

Das verwendete Abtastsystem wird auch für digital aufgezeichnete Schallplatten zum Einsatz kommen. Die hohe Aufzeichnungsdichte der Platte (etwa 10fach gegenüber der des am dichtesten aufzeichnenden Videorecorders) wird zukünftig sicher auch für Dokumentenspeicherung eingesetzt werden.

"impuls 68": Herr Dr. Heumann, wir bedanken uns sehr herzlich für dieses Interview.

Das Interview führte Eberhard Welsch.

Jörg Pittelkow
12. Klasse

Vom Tier zum Menschen

Wie oft wird die Formel "Der Mensch erhob sich aus dem Reich der Tiere" gebraucht! Aber das **W i e** bleibt im dunkeln, dabei ist aber doch gerade der Wandel vom Tier zum Menschen eines der wesentlichsten Kapitel seiner Entwicklungsgeschichte. Was sich hinter einem so einfachen Satz verbirgt, ist eine gewaltige Umwälzung im biologischen, vor allem aber doch im gesellschaftlichen Bereich. Der Mensch ist ebenso wie seine tierischen Vorfahren ein Gemeinwesen. In der Gemeinschaft und durch diese vollzog sich der Übergang vom Tier zum Menschen. Hier soll versucht werden, den Ablauf der eigentlichen Menschwerdung zu verdeutlichen.

Die Epoche von 6×10^6 Jahren v.u.Z. bis 3×10^6 Jahren v.u.Z. wird als Tier-Mensch-Übergangsphase (TMÜ) bezeichnet. Doch werfen wir zuerst einen Blick auf die Vorfahren des Menschen jenseits der TMÜ. Sie tragen die Bezeichnung Affenmenschen; ihre Organisationsform ist die stark auf Instinkten beruhende Horde. (Erlernete Verhaltensweisen waren noch gering, aber ein wichtiges progressives Element.) In der natürlichen Auslese ist die Horde ein wesentlicher Faktor, indem sie die Selektion einschränkt. Sie bietet Schutz vor Feinden, sichert die Versorgung aller Mitglieder mit Nahrungsmitteln und ermöglicht damit das Überleben bei Krankheit. Nicht zuletzt fördert sie den Prozeß der ständigen Wiederherstellung und Vermehrung des Menschen als natürliches und gesellschaftliches Wesen genauso wie die Erweiterung der gesellschaftlichen Produktion.

Während der subhumanen Ära der Menschenaffen entstanden und verstärkten sich die Widersprüche zwischen den biologischen und qualitativ höheren gesellschaftlichen Gesetzmäßigkeiten. Zum Beispiel entstanden Gegensätze zwischen den Bedürfnissen

auf der einen Seite und den Problemen der Nahrungsgewinnung, den technischen Fähigkeiten und sozialem Verhalten auf der anderen Seite. Mit der Hunting revolution (Jagd-Revolution) wurden diese dann gelöst. Sie ist die Grundlage der TMÜ. FEUSTEL charakterisiert die TMÜ als die "zweite große Umwälzung der Hominisation". Aber warum war für die Menschwerdung gerade die Jagd von solch eminenter Bedeutung, warum stellte sie gar eine Revolution dar?

Für jedes Lebewesen ist die Nahrungsaufnahme die wichtigste Grundbedingung des Lebens. Paviane verbringen 19 Stunden und Schimpansen 6...7 Stunden pro Tag mit Fressen; die Vegetabilien (Pflanzenteile, Früchte u.ä.), ihre Hauptnahrung, haben einen relativ geringen Nährwert.

Fleischliches Einweiß hingegen besitzt einen wesentlich höheren Nährwert. Jedoch ist die Jagd wesentlich komplizierter als das Sammeln. Zum einen nämlich ist das Jagdglück ein recht unsicheres Faktum, d.h. die Versorgung mit Wildbret war nicht gesichert, zum anderen barg die Jagd doch erhebliche Gefahren in sich, insbesondere dann, wenn größere und stärkere Tiere erlegt werden sollten. Außerdem war sie meist nur mit entsprechenden Hilfsmitteln zu bewerkstelligen.

Ausgleich zur diskontinuierlichen Versorgung mit animalischer Kost bildete die gesammelte vegetarische Nahrung. Damit wurde wie von allein eine Arbeitsteilung geschaffen: die Männer jagten, Frauen, Kinder und Greise sammelten.

Durch eine gleichmäßige Verteilung der erworbenen Nahrungsmittel war die Chance des Überlebens in Krisenzeiten größer. Individuen, die nicht selbst für ihren Lebensunterhalt sorgen konnten, wurden von der Gemeinschaft mitversorgt. "Während Affen sich nach ihrem Säuglingsalter allein ernähren können, sind bei Menschen die Erwachsenen noch lange für ausreichende Ernährung der heranwachsenden Gruppenmitglieder verantwortlich. In die biologisch notwendigerweise enge Mutter-Kind-Bindung wird jetzt der Mann einbezogen, was in der weiteren Entwicklung zu dessen Familisierung führte. Jene Faktoren beeinflussten stark das praktische Verhalten wie auch das Denken, förderten die Herausbildung des gesellschaftlichen Bewußtseins" (FEUSTEL (1978). Weiterhin verstärkten sich die sozialen Beziehungen, sie erweiterten sich zu ökonomischen.

Durch das Nutzen von Hilfsmitteln (Jagdinstrumenten) würde die

Jagd erfolgreicher und risikoärmer, da man die Tiere aus der Distanz erlegen könnte. Ohne entsprechende Geräte ist die Jagd im Prinzip unmöglich. Demzufolge mußten aus dem Zwang der Notwendigkeit heraus Werkzeuge und Jagdinstrumente geschaffen werden. Selbiger Prozeß führte von der Nutzung und Veränderung des einfachen Knüppels bis zur Herstellung unterschiedlicher Arten von Steinwerkzeugen. Das konnte aber nicht mit körpereigenen Mitteln (Hände, Füße, Nägel, Zähne) geschehen, dazu waren Naturgegenstände (z.B. Steine) notwendig. Werkzeugherstellung unter Nutzung anderer Hilfsmittel (Werkzeuge) ist aber Arbeit. "Die Arbeit fängt an mit der Verfertigung von Werkzeugen" (ENGELS). Sie entstand als notwendige Folge der Jagd und schied den Menschen vom Tier, sie wurde zur Grundlage der menschlichen Existenz, ja "sie hat den Menschen selbst geschaffen" (ENGELS).

Entfalten konnte sich die Arbeit jedoch erst, als die Individuen ein bestimmtes Niveau des vorausschauenden, abstrakten Denkens erreicht hatten. "In den etwa zwei Millionen Jahre alten Steingeräten von Koobi Fora und des Oldowan manifestieren sich bereits solche Bewußtseinsinhalte wie Sammeln von Erfahrungen, Erkennen von Eigenschaften sowie Zielsetzungen, Entwurf von Programmen und Realisation der ideell vorweggenommenen Ziele, insgesamt praktisch-materielle und geistige, ideelle Tätigkeit" (FEUSTEL 1978).

Zusammen mit der menschlichen Arbeit entwickelte sich das menschliche Bewußtsein. Das Bewußtsein, die ideelle Widerspiegelung der objektiven Realität, wurde durch die produktive Tätigkeit gereizt. Es erfuhr somit eine Höherentwicklung und gestattete seinerseits eine gewisse Höherentwicklung in der Produktion. So "schaukeln" sich Arbeit und Bewußtsein gegenseitig Stück um Stück "hoch". Nicht nur Produkt der Arbeit ist das Bewußtsein folglich, nein, es ist auch Mittel zur aktiven Umgestaltung der materiellen Welt durch materielle Prozesse, durch Arbeit. Arbeit und Bewußtsein sind untrennbar miteinander verbunden, sie machen erst den Menschen aus.

Die Jagd erzwang die Kooperation, die aber unbedingt ein Kommunikationsmittel braucht, die Sprache. So kamen die Individuen dahin, "daß sie sich etwas zu sagen hatten. Das Bedürfnis schuf sich sein Organ: Der unterentwickelte Kehlkopf des Affen bildete sich langsam aber sicher um, durch Modulation für stets

gesteigerte Modulation, und die Organe des Mundes lernten allmählich einen artikulierten Buchstaben nach dem anderen auszusprechen" (ENGELS). Unbedingte Voraussetzung für die Sprache ist ein entsprechender Stand des Denkens. Also war für die Weiterentwicklung der Sprache die Höherentwicklung des Denkens notwendig. Beides trieb sich ebenfalls gegenseitig voran. Eine Vorform der Sprache finden wir schon bei den Affenmenschen vor der TMÜ. "Der Übergang von vormenschlicher Kommunikation, durch welche schon das soziale Leben koordiniert und reguliert wird, zur menschlichen Verständigung ist ein ununterbrochener Prozeß, in dem aber mit bewußter gesellschaftlicher Tätigkeit und gesellschaftlichen Verhältnissen die alte Qualität in eine neue umschlug" (FEUSTEL 1978). Der Mensch erweitert und entwickelt die Sprache im Gegensatz zu seinen Vorfahren weiter. Die Sprache wird wesentlich im Erkenntnisprozeß. Mit ihr drückt er Emotionen aus, durch sie wird die Gefühlswelt des Menschen ausgeprägt, durch sie wird er sich dieser stärker oder überhaupt bewußt. Mit Hilfe der Sprache werden Erfahrungen weitergegeben und verbreitet, wodurch Kooperation und Arbeitsteilung, die zum Beispiel beim Nahrungserwerb notwendig geworden waren, überhaupt erst möglich wurden. "Aus dem Verständigungsmittel wird schließlich zunehmend ein Mittel des Denkens selbst" (FEUSTEL 1978).

Durch die Kooperation und die Arbeitsteilung wurden die ursprünglichen sozialen Beziehungen auf ein neues Niveau gehoben, sie wurden nämlich durch ökonomische verstärkt. Da sich gleichzeitig das Bewußtsein weiterentwickelte, fand eine Rückwirkung auf die sozialen Beziehungen statt. Sie erlangten notwendigerweise auch eine neue Qualität. Antrieb für alle gesellschaftlichen Prozesse ist einzig und allein die Arbeit, da sie zur Existenz notwendig ist.

Die Veränderungen im gesellschaftlichen Bereich gingen nicht spurlos am biologischen Wesen der Individuen vorbei. Äußerlich ist diese Veränderung am deutlichsten an der Hand zu sehen. Sie wurde nicht wie bei den Affen spezialisiert, sondern es wurde möglich, die Hand zu allen Tätigkeiten zu gebrauchen. So entwickelte sich ihr äußerst hoher Tastsinn ebenso wie die Fähigkeit des Kraft- und Feingriffs. Extreme Beweglichkeit und starke Schulbarkeit zeichnen ihre Universalität gleichfalls aus. "So ist die Hand nicht nur das Organ der Arbeit, sie ist

auch ihr Produkt" (ENGELS).

Durch die artikulierte Sprache veränderte sich der Kehlkopf, wie bereits weiter oben erwähnt wurde. Ebenso führte die Sprache zu einer Umstrukturierung des Gehirns.

Animalische Ernährung führte (vor allem durch das in späterer Zeit üblich gewordene Garen der Nahrung) zur Verringerung der Kaumuskulatur und zur Verkleinerung des Kiefers ebenso wie zur Umstellung des Magen-Darm-Traktes. Außerdem förderte sie die Volumenvergrößerung des Gehirns. Das Gehirn wurde durch das aus der Arbeit herrührende Denken stärker beansprucht, und es bildete sich über einen langen Zeitraum hinweg um. Die bisher unterentwickelten Teile machten eine schnellere Vervollkommenung durch. Diese durch die menschliche Lebensweise hervorgerufenen biologischen Veränderungen wurden aber ständig vererbt. Also mußten sich die Erbanlagen ebenfalls verändert haben. Die biologische und die gesellschaftliche Entwicklung liefen nebeneinander ab und waren miteinander verflochten, wobei der gesellschaftlichen Seite der Abstammungsgeschichte zunehmend das Primat zukam.

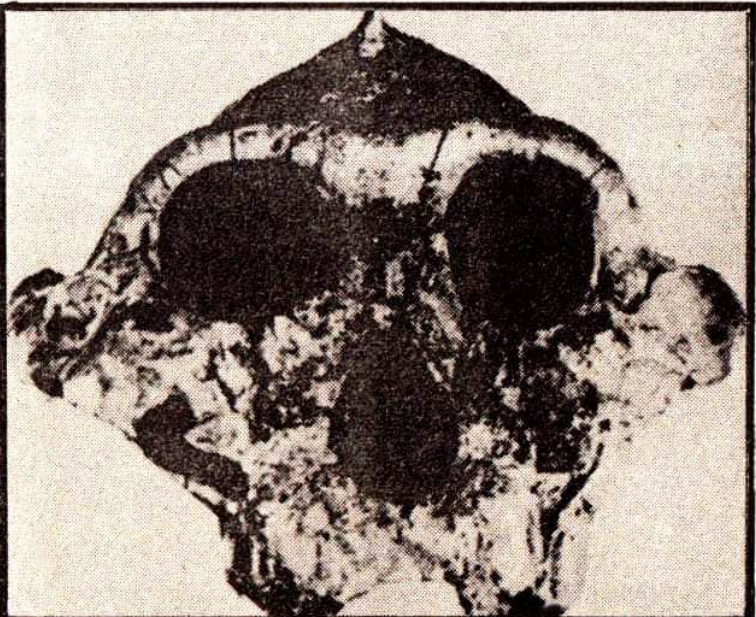
Als typischer Vertreter der TMÜ kann der Australopithecus gelten. Er trägt noch äffische Merkmale in sich, tendiert jedoch sehr stark zur Gattung Homo. Wegen seiner starken Spezialisierung (der Australopithecus war bestimmten "ökologischen Nischen eingepaßt" (HEBERER 1972)) konnte er sich nicht zum echten Homo weiterentwickeln und mußte dem Selektionsdruck weichen. Nach FEUSTEL (1978) ist der bisher älteste Australopithecus-Fund ein graziles Unterkieferbruchstück vom Lothagam Hill mit einem Alter von 5...5,5 Millionen Jahren. KÄMPFE (1980) hingegen gibt die ostafrikanischen Funde von Kanapoi und Lothagam Lukeino mit 4...7 Millionen Jahren an. Ausgestorben ist der Australopithecus vor rund 700 000 Jahren. Sein Verbreitungsgebiet erstreckte sich vor allem auf Afrika, aber auch auf Südostasien.

Die Australopithecinen hatten einen humanen Konstruktionstyp, d.h. sie gingen aufrecht und besaßen den menschentypischen Standfuß. Sie waren 145...163 cm groß und wogen 35...50 kg. Das Hinterhauptslloch lag in der Mitte der Schädelbasis. Der Hirnschädel war im Vergleich zum Gesichtsschädel klein. Außerdem fallen die starken Überaugenwülste und die prognathe (vorstehende) Schnauzenpartie auf. Das Gebiß ist hominid (ähnlich dem des heutigen Menschen). Die früher als Knochen-Zahn-Horn-

Kultur bezeichneten Werkzeuge des *Australopithecus* sind nach FEUSTEL (1978) äußerst zweifelhaft geworden. Fände man echte Werkzeuge des *Australopithecus*, wäre eine Zuordnung zum *Homo habilis* eindeutig, da nur der Mensch zur Werkzeugherstellung (Arbeit) fähig ist.

Die *Australopithecinen* traten in drei Varianten auf. Der grazilere *A. africanus* besaß ein normales Gebiß. Ihm fehlte ein Scheitelkamm. Das Hirnschädelvolumen betrug 428...485 cm³. *A. boisei* und *A. robustus* waren rund 20 cm größer als *A. africanus*. Die Schädel trugen einen Scheitelkamm, das Gebiß war der pflanzlichen Nahrung angepaßt. Im Vergleich zum rezenten *Homo* (*Homo sapiens sapiens*) waren die Molaren (Backenzähne) doppelt so breit. Das Hirnschädelvolumen betrug 478...560 cm³.

Die *Australopithecinen* kommen als Vorfahren des Menschen aufgrund ihrer Spezialisierung nicht in Betracht. Sie blieben auf dem Niveau der TMÜ stehen. Aus der TMÜ ging als erster echter Mensch der *Homo habilis* hervor, ein Zeitgenosse des *Australopithecus*, beide lebten in den gleichen Territorien.



Australopithecus
cf. *boisei*
frontal
(nach R. LEAKEY)

Rekonstruktionsversuch des Lebensbildes eines Australopithecinen (P-Typ) (WILSON)

Filmen für Forschung und Industrie

**Über Möglichkeiten, Methoden und Leistungen des
Einsatzes von Zeitlupen-Filmen in Wissenschaft und Technik
sprach die Zeitschrift „Technische Gemeinschaft“
mit Dr. Gert Flemming, Leiter der Arbeitsstelle
Forschungsfilm der Sektion Verarbeitungstechnik
an der TH Karl-Marx-Stadt.**

Womit beschäftigt sich Ihre Einrichtung?

Wir arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der wissenschaftlichen Fotografie und Kinematografie; unsere Spezialstrecke aber ist die Zeitdehner-Kinematografie. Dabei wird mit Aufnahmefrequenzen gefilmt, die wesentlich höher sind als die der Wiedergabe. Dadurch erreicht man einen Zeitlupen-Effekt. Dieser ermöglicht es, sehr rasch ablaufende Vorgänge im Detail zu verfolgen. Auf der anderen Seite gestatten solche Aufnahmen auch eine quantitative meßtechnische Auswertung, indem Bild für Bild die räumlichen Veränderungen abhängig von der Zeit exakt gemessen werden.

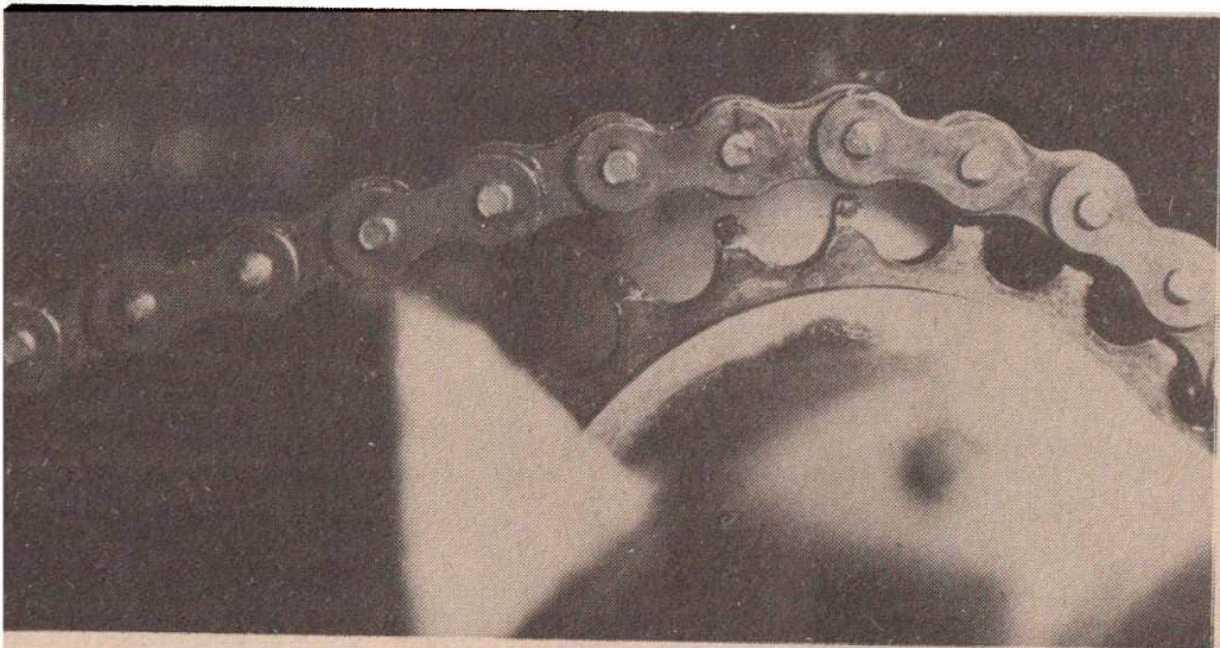
Mit welchen Frequenzen arbeiten Sie?

Wir können mit Frequenzen im Zeitrafferbereich, d. h. mit Bildfolgen unterhalb der Wiedergabefrequenzen, im normalen Bereich und schließlich im Zeitdehnerbereich filmen. Für bis zu 5000 Bilder pro Sekunde werden noch übliche Filme und Aufnahmegeräte verwendet. Komplizierter wird es bei höheren Frequenzen. Für spezielle Anwendungsgebiete können wir bis 100 000 Bilder pro Sekunde aufnehmen. Von mehr als 100 Bildern in der Sekunde an reichen normale Kameras allerdings nicht mehr aus. Wir bedienen uns spezieller Zeitlupenkameras. Den Anforderungen für die Höchstfrequenzen bis 100 000 Aufnahmen pro Sekunde genügen auch die herkömmlichen Aufnahmeverfahren nicht. Bei solchen Geschwindigkeiten entstehen die Bilder, indem der Film kontinuierlich mit großer Geschwindigkeit (bis 100 m/s) hinter dem Objektiv vorbeiz-

transportiert und das aufzunehmende Objekt durch superkurze Blitze in der gewählten Frequenz beleuchtet wird. Entsprechend heißen derartige Spezial-Aufnahmegeräte Funkenblitzkameras.

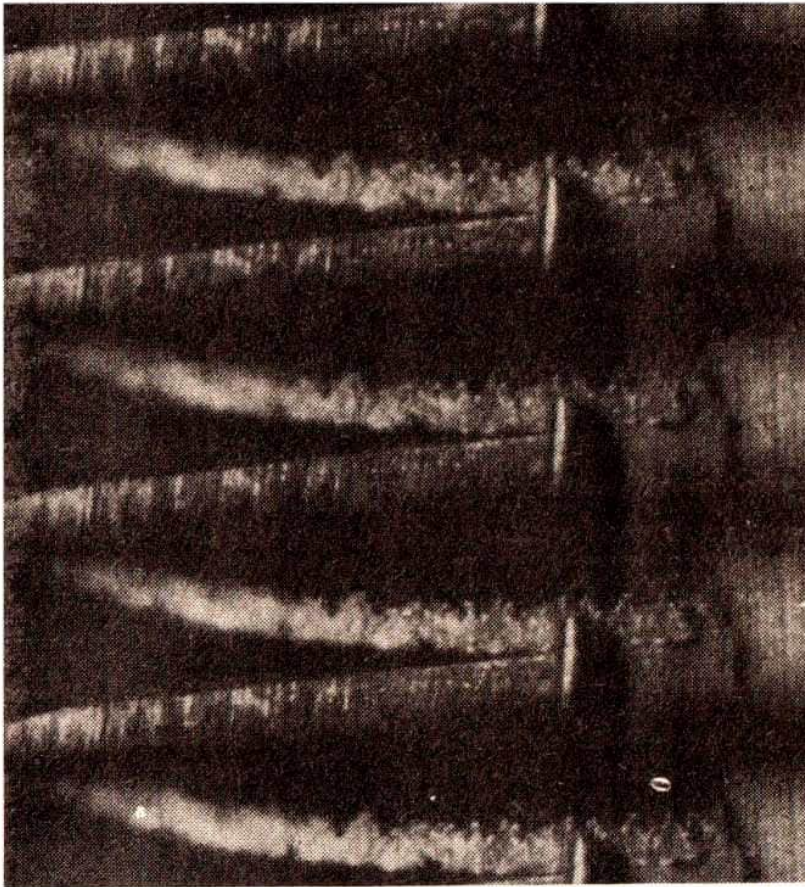
Bei welchen Untersuchungen werden solche Aufnahmeverfahren angewendet?

Eine ganze Reihe meßtechnischer Probleme läßt sich mit elektrischen oder mechanischen Verfahren kaum oder nur mit sehr großem Aufwand lösen, z. B. bei schwer zugänglichen und sehr schnellen Objekten. In solchen Fällen kann die Hochgeschwindigkeitskinematografie Hilfe bringen, weil man damit Objekte berührungsfrei und ohne jegliche Rückwirkung auf den Vorgang beobachten und, weil man räumliche und zeitliche Veränderungen in zweidimensionalen Bildern sichtbar macht, anschließend messen und auswerten kann. Das wesentliche Problem besteht meistens darin, genügend Licht für die Aufnahmen zu bekommen. Aber auch das läßt sich in den meisten Fällen bewältigen, u. a. durch Anwendung lichtleitender Fasern.



Ultrakurzzeitaufnahme vom Abheben einer Rollenkette kurz vorm Übersprung. Bei der hohen Geschwindigkeit des Aufnahmeobjektes wurde zur Ausschaltung von Bewegungunschärfen mit einer Belichtungszeit von einer millionstel Sekunde gearbeitet. Diese Belichtungszeiten lassen sich mit Funkenblitzen erreichen.

(Fotos: Verfasser)



Die Spannbildung beim Drehen, mit 30 000 Bildern pro Sekunde gefilmt.

Solche Filme sind nicht vorführbar. Sie können nur unter dem Mikroskop oder in speziellen Auswertegeräten ausgemessen werden.

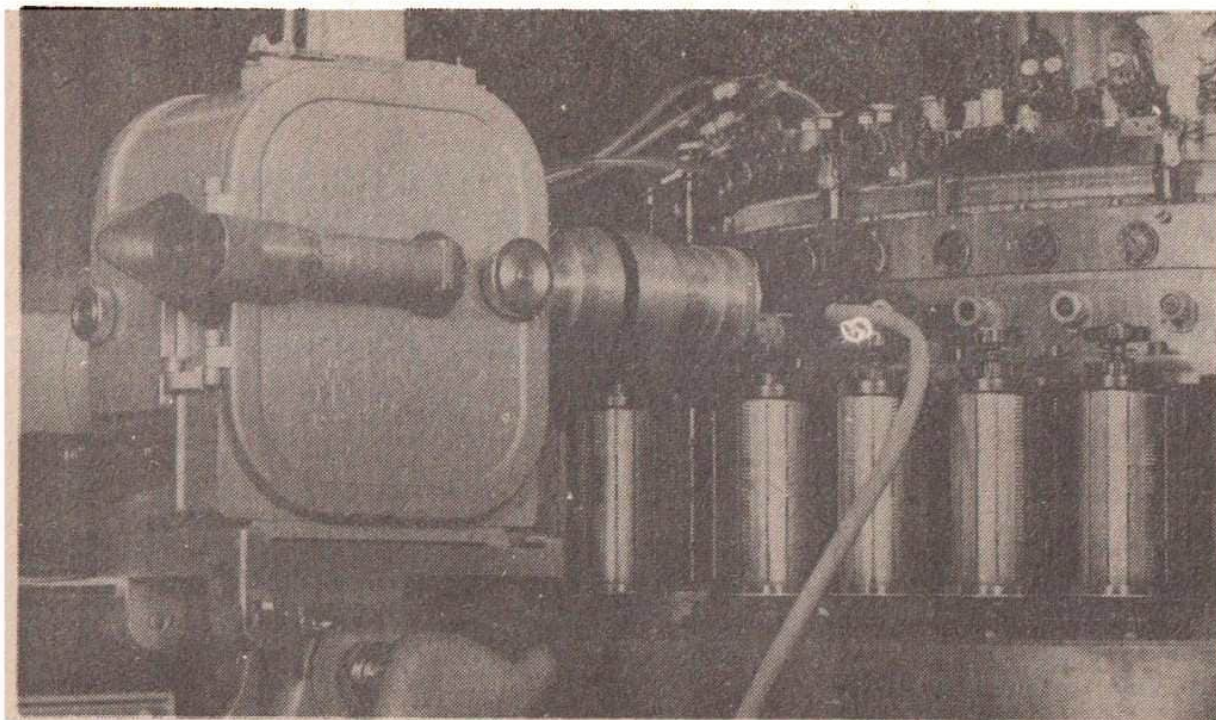
Sie deuteten bereits kurz den Ablauf der Auswerteverfahren an, wie geht das im einzelnen vor sich?

Im Prinzip unterscheiden wir bei der Zeitdehner-Kinematografie zwei Auswerteverfahren. Zunächst die Laufbild-Auswertung (Betrachtungsanalyse): Dabei wird der Film wie üblich auf eine Leinwand projiziert. Je nach Wunsch kann dabei die Geschwindigkeit verändert und sogar soweit verringert werden, daß sich Bild für Bild einzeln betrachten läßt. Diese rein visuelle Auswertung wird am häufigsten genutzt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Bild für Bild exakt auszumessen (Einzelbildanalyse). Auch bei dieser Methode wird ein hochwertiges Spezialgerät verwendet, mit dem ein Bild nach dem anderen auf Transparentpapier projiziert wird, so daß sich die Festpunkte und die Veränderungen genau markieren lassen. So gewinnt man eine Kurve, die wissenschaftlich ausgewertet werden kann. Beide Verfahren verlangen - natürlich abhängig vom jeweiligen Objekt - vergleichsweise keinen besonders hohen Aufwand und werden von insgesamt fünf Mitarbeitern bewältigt.

Seit wann besteht die Arbeitsstelle, wie viele Untersuchungen haben Sie bisher durchgeführt und wie hoch ist Ihre Erfolgsquote?

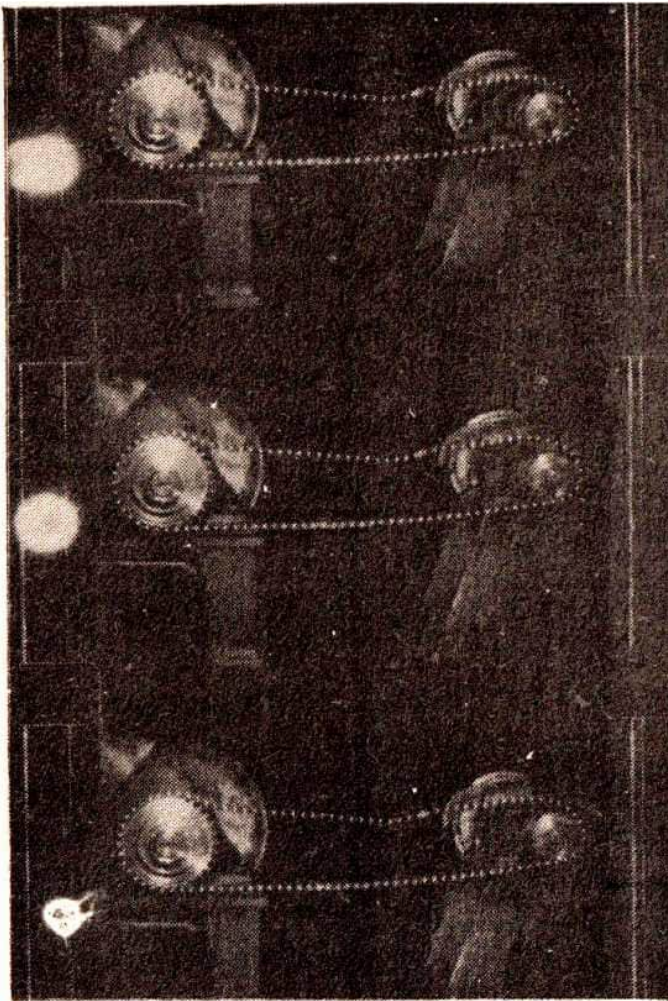
Mit dem Aufbau der Arbeitsstelle begann 1959 deren langjähriger Leiter Ing. Erhard Dost. Seither wurden mit etwa 4000 Filmen komplizierte technische Bewegungsabläufe für verschiedene Auftraggeber der Hochschule und der Industrie aufgenommen und einer wissenschaftlichen Auswertung zugänglich gemacht. Etwa zwei Drittel der Arbeitszeit sind Forschungsproblemen der Hochschule und das andere der Industrie gewidmet.

Natürlich gelingt es uns nicht in jedem Fall, die Wünsche unserer Auftraggeber bis in die letzte Einzelheit zu erfüllen. Dazu sind die Probleme oft zu vielschichtig und zu kompliziert. Aber in der Mehrzahl der Fälle läßt sich das, was der Auftraggeber zu wissen wünscht, tatsächlich darstellen und erkennen.



So entsteht ein Zeitlupenfilm.

Mit dieser Aufnahmetechnik wurde die Nadelsteuerung einer Großrundstrickmaschine gefilmt. Durch eine Bohrung erhält das Objektiv Einblick in das Innere der Schloßteile. Lichtleitkabel führen durch weitere Bohrungen Licht hinein. Mit 5 000 Bildern pro Sekunde lassen sich die schnellen Bewegungen der Nadeln genau verfolgen.



Zeitlupenaufnahme (2 000 Bilder pro Sekunde) zur Untersuchung des Laufverhaltens von Rollenketten. Die Kette springt am rechten Ritzel über.

Welchen Anteil hat die Arbeitsstelle an der Ausbildung von Ingenieuren?

Vor allem im Rahmen von Diplomarbeiten machen künftige Ingenieure von den technischen Möglichkeiten der wissenschaftlichen Fotografie und Kinematografie Gebrauch. An der Sektion Verarbeitungstechnik werden die Studenten außerdem mit einer Vorlesung, die ich halte, in die Grundlagen dieser Arbeitsmittel und ihre Möglichkeiten eingeführt, damit sie davon in ihrer späteren beruflichen Tätigkeit Kenntnis haben. Außerdem werden einige unserer Forschungsfilme - z. B. zur Schweißtechnik, Polygrafie und zu anderen Gebieten - in der Lehre eingesetzt, um technische Details und Prozesse anschaulich zu machen. Betriebliche Bildungseinrichtungen nutzen diese Möglichkeit bei der Qualifizierung.

Welche Verbreitung haben diese filmtechnischen Untersuchungsverfahren in der DDR und international?

In anderen Industriestaaten wird dieses Mittel sehr stark genutzt, zum Teil von eigens darauf spezialisierten Instituten wie auch von großen Betrieben. Es ist ein meßtechnisches Verfahren, das sich durch relativ geringe Kosten und vergleichsweise wenig Aufwand besonders empfiehlt. In der DDR arbeiten neben der TH Karl-Marx-Stadt noch einige Hochschulen und Universitäten sowie größere Betriebe mit den Möglichkeiten der Zeitlupen-Aufnahmen.

Wer nimmt Ihre Arbeit in Anspruch?

Zum einen leisten wir als Teil der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt natürlich unseren Beitrag zur Grundlagen- und zur angewandten Forschung. Beispielsweise haben wir für die Weiterentwicklung von Maschinen mit der Zeitdehner-Kinematografie geholfen, elementare Vorgänge beim Schleifen, Schweißen oder Drehen erkennbar zu machen. Andererseits bedient sich auch die Industrie der Möglichkeiten unserer Arbeitsstelle. Das betrifft u. a. die Suche nach Fehlerquellen an Maschinen. Uns ist es schon gelungen, Störungen an Textil-, Polygrafie-, Blechverarbeitungs-, Buchungs- sowie Plast- und Elastmaschinen aufzuklären. Andere Untersuchungen führten wir zu strömungstechnischen Problemen sowie in der Fahrzeugindustrie und in der Getriebetechnik durch.

Das Gespräch führte

Thomas Bencard

Aus Technische Gemeinschaft (TG) 26 (1978) 1

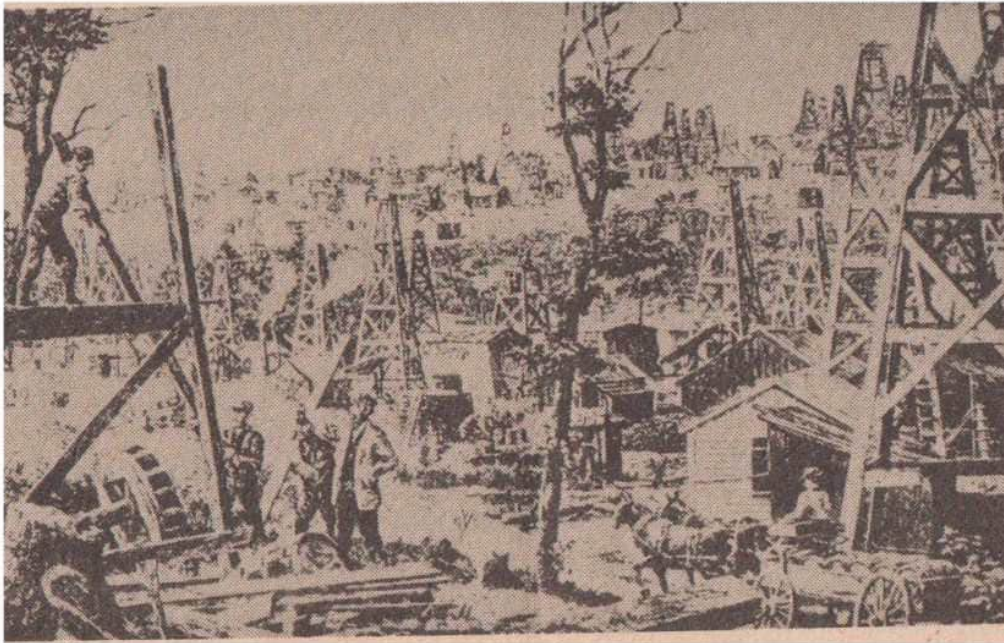
Wissenswertes:

Auf Skiern über Grönlands Eis

Oslo (ADN-Korr.).

Drei Norweger und ein Eskimo wollen in diesem Sommer das grönländische Inlandeis auf Skiern überqueren. In 30 Tagen soll eine Distanz von 900 Kilometern bewältigt werden, wobei jeder Teilnehmer an dem gewagten Unternehmen auf speziell konstruierten Glasfiberschlitzen 65 Kilogramm Proviant und Ausrüstungen ziehen muß. Das dänische Grönlandministerium hat seine Genehmigung davon abhängig gemacht, daß die vier Männer eine Kaution von umgerechnet mindestens 100 000 Mark für eventuelle Rettungsaktionen hinterlegen. Das grönländische Inlandeis war zum erstenmal im Jahre 1888 von Fridtjof Nansen in 42 Tagen überquert worden.

(entnommen aus Neues Deutschland vom 13./14. 6. 81)



Erdölfeld um 1875



Kontinente von Luftmassen bewegt

Leningrad (ADN).

Große Luftmassenbewegungen in globalem Maßstab sind nach neuesten Erkenntnissen sowjetischer Wissenschaftler sowohl für die Bewegung von Erdteilen als auch für die kreisförmige Drift des Polarkreises verantwortlich. Unter Einwirkung der Winde kommt Eurasien im Sommer Amerika einige Meter näher und wird im Winter wieder "abgetrieben". Die alljährlichen schwingungsähnlichen Bewegungen des afrikanischen Kontinents erreichen bis zu acht Meter. Astronomen der Sternwarte Pulkowo bei Leningrad haben die saisonbedingte Kontinentaldrift mit einem neuentwickelten fotoelektrischen Verfahren zur Registrierung von Himmelskörpern gemessen. Die Reibung zwischen Atmosphäre und Erdoberfläche ist nach ihrer Meinung groß genug, um die Kontinentalblöcke in Bewegung zu versetzen.

(entnommen aus Neues Deutschland vom 16. 6. 81)

Wissenswertes:

BÜCHERMARKT

Dieter B. Herrmann

"Das Sternguckerbuch"

Verlag Neues Leben Berlin,

1. Aufl. 1981, 268 S., zahlreiche Abb. im Text (schwarz-weiß)

Preis: 9.80 M.

Daß für den Amateurastronomen in der DDR heute noch Mangel an für ihn geeigneter Literatur bestünde, kann man nicht sagen. Dennoch verdient das neue Büchlein des Direktors der Berliner Archenholdsternwarte Erwähnung. Es ist für einen breiteren Leserkreis geschrieben, und man merkt dem "Sternguckerbuch" an: Der Autor hat als Referent und Gesprächspartner von Diskussionsrunden oft vor gemischtem Publikum über astronomische Fragen zu sprechen und kennt deshalb die Kernprobleme seiner Zuhörer und Leser.

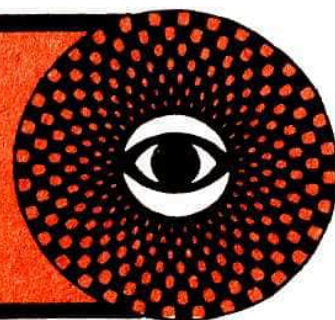
Der Titel klingt ein wenig nach Kinderliteratur, ist es aber durchaus nicht. Eher enthält das Buch zahlreiche Anregungen für astronomische Arbeitsgemeinschaften, von denen ja jedes Jahr an Schulen und Volkssternwarten neue entstehen.

Bemerkenswert ist, daß alle in diesem Buch veröffentlichten Fotos astronomischer Objekte von Amateuren stammen. Das kommt einer Ermutigung und Herausforderung an die Leser gleich, die selbst auf diesem Gebiet schöpferisch tätig sein wollen. Herrmanns neuester Band ist kein Nachschlagewerk (trotz konkreter Hinweise zum Selbstbau von Fernrohren und der Grundlagen der Astrofotografie), sondern liest sich wegen seines unterhaltenden Stils und der geschichtlichen Betrachtungsweise leicht und verständlich für alle, die Astronomieunterricht hatten.

Endlich werden auch einmal die "Himmelsforscher ohne Diplom" in einer neueren Publikation gewürdigt, die mit Ausdauer und zum Teil jahrzehntelangem Fleiß vor allem jungen Menschen den "Weg zu den Sternen" gewiesen haben.

Wolfgang König

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Das Geben und Nehmen in Forschung und Technik

von Prof. Dr. Ulrich Hofmann,

Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften

Wissenschaft und Technik sind ganz entscheidende Faktoren für den gesellschaftlichen Fortschritt, besonders für das qualitative und quantitative Wachstum der Volkswirtschaft. Sie sind Grundvoraussetzungen für hohe Gebrauchswerte der Erzeugnisse und für effektive Verfahren ihrer Herstellung. Es verwundert heute nicht, daß über 80 Prozent des Zuwachses an Arbeitsproduktivität auf Ergebnisse von Wissenschaft und Technik zurückzuführen sind. Vor allem aus diesen Gründen zählt die Förderung von Wissenschaft und Technik zu den Hauptanliegen der Partei und des Staates.

Die Wissenschaft ist längst über den Punkt hinaus, wo sie Prozesse und Vorgänge erklärt und verbessert, für die in der Praxis auf empirischem Wege bereits Lösungen gefunden wurden. Ihre Ergebnisse werden heute mehr und mehr Ausgangspunkt für das Entstehen neuer Produktionszweige und Anwendungsbereiche. Es ist nicht einmal 50 Jahre her, daß die grundlegenden wissenschaftlichen Entdeckungen und die darauf aufbauenden vielfältigen Erfindungen für solche Techniken wie Kernenergetik, Mikroelektronik, Lasertechnik, elektronische Rechentechnik und mikrobiologische Eiweißsynthese gemacht wurden; für das Gen-Ingenieurwesen, das sich mit der gezielten Einflußnahme auf biologische Prozesse mit Hilfe molekularbiologischer Methoden befaßt liegt dieser Zeitpunkt erst zehn Jahre zurück.

Entscheidende Impulse kommen aus der Produktion

Die Technik im weitesten Sinne, speziell die modernen Produktionstechniken, sind in hohem Maße Ergebnis der Wissenschaft, aber zugleich auch - und das wird oft, häufig nicht ohne negative Folgen, unterschätzt - unabdingbare Voraussetzung für die naturwissen-

schaftliche Forschung. Die Forschung ist auf eine hohe und breite Produktionskultur angewiesen. Sie kann im Alleingang weder ihre Aufgaben lösen noch ihre Ergebnisse nutzbar machen. Sie benötigt leistungsfähige Geräte, Ausrüstungen und Anlagen aus der Produktion. Man denke nur an Elementarteilchenbeschleuniger, Elektronenmikroskope, Analysenmeßgeräte oder an Rechner jeder Art. Entscheidende Impulse für Zielstellungen der Forschung kommen aus der Produktion. Auch die Wissenschaft kann und darf auf das gute Wissen und die reichhaltigen Erfahrungen der Technik nicht verzichten.

Ein enges Zusammenwirken zwischen Naturwissenschaft und Technologie ist heute mehr denn je nötig. Ursprünglich war die Technologie als Lehre von der Anwendung naturwissenschaftlicher und anderer Erkenntnisse zur Entwicklung von Produktionsverfahren und zur Herstellung von Erzeugnissen mehr eine praktische Angelegenheit. Das hat sich insbesondere in den letzten Jahrzehnten grundlegend geändert. Moderne Verfahren, z. B. für die Herstellung hochintegrierter mikroelektronischer Schaltkreise, wo auf einem Quadratzentimeter Hunderttausende Transistorfunktionen untergebracht sind, oder für die Herstellung komplizierter Arzneimittel, sind ohne die Nutzung des breiten Spektrums an wissenschaftlichen Erkenntnissen, Methoden und Erfahrungen völlig undenkbar. Von der Forschungstechnologie gingen und gehen also beständig Impulse für die Produktionstechnologie aus. In diesem Zusammenspiel ist verständlicherweise die Technologie immer stärker zum Gegenstand der Naturwissenschaft geworden.

Zwei Tendenzen wirken in die gleiche Richtung

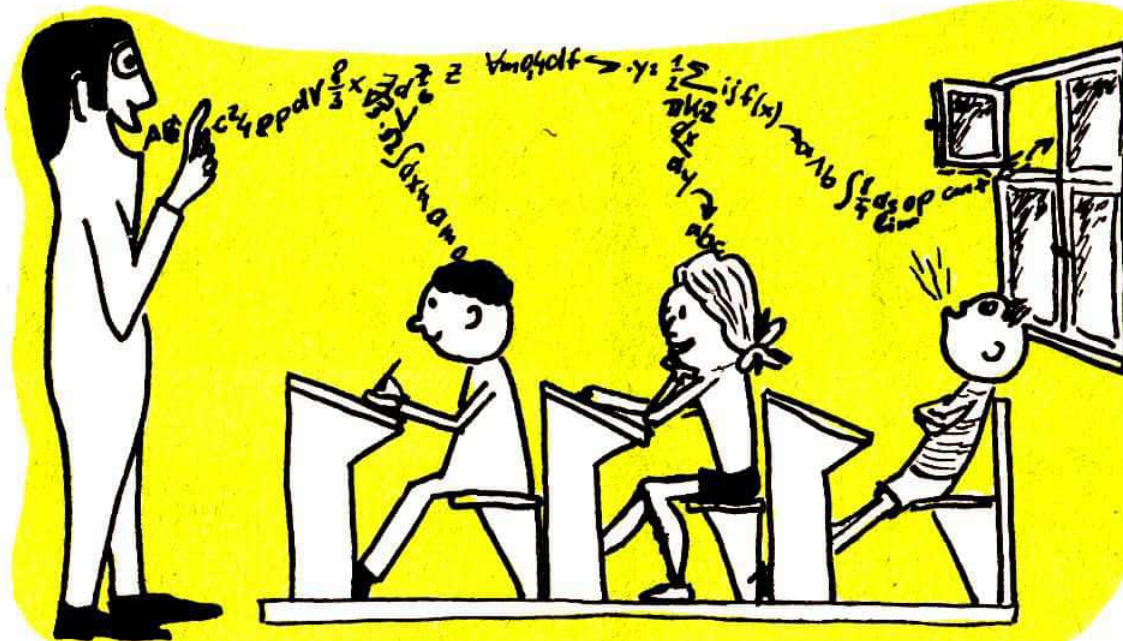
Wir haben es gegenwärtig mit zwei verschiedenen Tendenzen zu tun, die beide dem gleichen Ziel untergeordnet sind: den wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu beschleunigen und ihn umfassend zu nutzen. Auf der einen Seite rücken die Industrie und andere Bereiche durch den Ausbau ihrer Forschungs- und Entwicklungspotentiale näher an die Wissenschaft, und in umgekehrter Richtung nähert sich die Wissenschaft immer mehr der Produktion, indem sie ihre materiell-technischen und speziell ihre technologischen Potentiale ausbaut. Die notwendige Arbeitsteilung wird dadurch nicht beeinträchtigt, sondern eher fruchtbarer, da sich der komplizierte Prozeß der organischen Verbindung von Wissenschaft und Produktion nicht nur zwischen diesen Bereichen, sondern in jedem Bereich in gewissem Sinne auch selbst vollzieht.

Die Akademie mißt der technologischen Forschung und dem Aus- und Aufbau von Technika große Bedeutung bei. Rund ein Drittel der Mitarbeiter der Akademie, vor allem der physikalisch, chemisch und biologisch orientierten Institute, ist damit beschäftigt, Produktionsverfahren weiter- bzw. neuzuentwickeln. Ein weiterer beachtlicher Teil der Mitarbeiter schafft wissenschaftliche Grundlagen, die auf diese oder jene Weise der Technologie zugute kommen. Gedacht sei hier an Beiträge für chemische Verfahren oder an Prozeßanalysen.

Fast die Hälfte der naturwissenschaftlichen Institute der Akademie verfügt über technologische Einrichtungen größeren Maßstabes, die wir als Technika bezeichnen können. Es ist von Interesse, daß gerade diese Institute den weitaus größten Anteil der Überleitung von Forschungsergebnissen in Kombinate und Betriebe bestreiten. Das trifft z. B. auf solche Einrichtungen wie das Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstoffforschung Dresden, das Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg und das Institut für chemische Technologie Berlin zu.

Labormaßstäbe reichen heute längst nicht mehr aus

Diese Institute berücksichtigen, daß die Ergebnisse, wie sie im Labormaßstab gewonnen wurden, nicht ohne weiteres auf die Produktionsbedingungen übertragbar sind und daß Stoffe, Wirkstoffe, Werkstoffe und auch Verfahren vor der Einführung in die Produktion oftmals hinsichtlich ihrer Eigenschaften bzw. Parameter ausreichend getestet werden müssen.



Pfeifen wir ihm das Pfeifen aus!

Die technischen Werkstätten, die technologischen Einrichtungen haben jedoch nicht nur die Funktion, bessere Voraussetzungen für die Überführung von Forschungsergebnissen in die Praxis zu schaffen. Das wäre zuwenig und in manchen Fällen vielleicht auch unrationell. Sie erfüllen vielmehr zahlreiche weitere Funktionen, von denen hier noch folgende genannt werden sollen: Die Herstellung von Forschungsgegenständen wie biologische Präparate, neue Wirkstoffe, hochreine Substanzen, Kristalle, Werkstoffe; die Herstellung von Forschungsmitteln wie wissenschaftliche Geräte, Experimentalaufbauten, spezielle Methodiken; die zeitweilige Herstellung von Geräten, Stoffen, Wirkstoffen in kleinen Stückzahlen bzw. Mengen; die Entwicklung von Erzeugnissen und Verfahren, zumeist in der notwendigen Einheit; die Aneignung technologischer Kenntnisse und Erfahrungen und nicht zuletzt die Ausbildung von Kadern.

Der eingeschlagene Weg des gezielten Aus- und Aufbaus von Werkstätten und Technika hat sich bewährt und wird fortgesetzt. Die Erfüllung der sehr anspruchsvollen und sich im Profil stark verändernden Aufgaben hängt im hohen Maße vom konsequenten Beschreiten dieses Weges ab.

aus ND 8./9.3.80 (gekürzt)



BESTELLSCHEIN

Hiermit bestelle(n) ich (wir) Exemplare der Schülerzeitschrift "impuls 68" und überweise(n) den Betrag von mal 4,- M für ein Jahresabonnement innerhalb des Erscheinungsjahres auf das Konto 4472-39-2981 der Stadt- und Kreissparkasse Jena.

Name, Vorname:

PLZ, Wohnort:

Straße:

....., den

.....

Unterschrift

an: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

physikaufgabe

NUMMER

62

Warum empfiehlt es sich, bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen weit entfernter Objekte ein Gelbfilter zu benutzen?

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 54 aus heft 5 / 14.jg.

AUFGABE: Ein Fadenpendel der Länge l wird nach der einen Seite um den Winkel α ausgelenkt und dann losgelassen. Im Abstand $l/2$ lotrecht unter dem Aufhängungspunkt befindet sich ein Stab, der eine Verkürzung der wirksamen Pendellänge beim Ausschlagen auf der anderen Seite bewirkt. Mit welchem maximalen Winkel β schlägt das Pendel auf dieser Seite aus?

LÖSUNG: (eingesandt von Axel Neubert, Kleinmachnow, 17 Jahre)

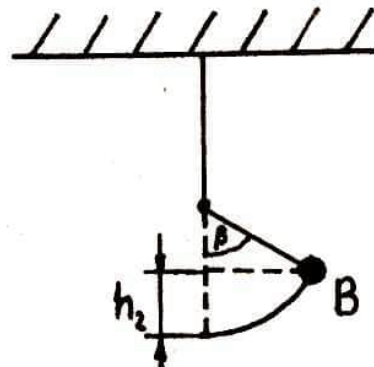
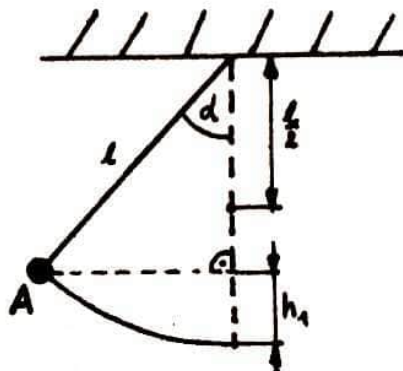
Die Höhe h_1 , um die der Pendelkörper bei der Elongation nach links gehoben wird, läßt sich über die Winkelbeziehungen im rechtwinkligen Dreieck errechnen: $\cos \alpha = \frac{l-h_1}{l} \rightarrow h_1 = l(1 - \cos \alpha)$

Die Höhe für die Elongation nach rechts lautet analog:

$$h_2 = \frac{l}{2}(1 - \cos \beta)$$

Die potentielle Energie des Pendelkörpers muß in den Punkten A und B gleich groß sein. $mgh_1 = mgh_2 \rightarrow l(1 - \cos \alpha) = \frac{l}{2}(1 - \cos \beta)$

Daraus folgt $\cos \beta = 2 \cdot \cos \alpha - 1 = 0,732 \rightarrow \underline{\beta = 42,9^\circ}$



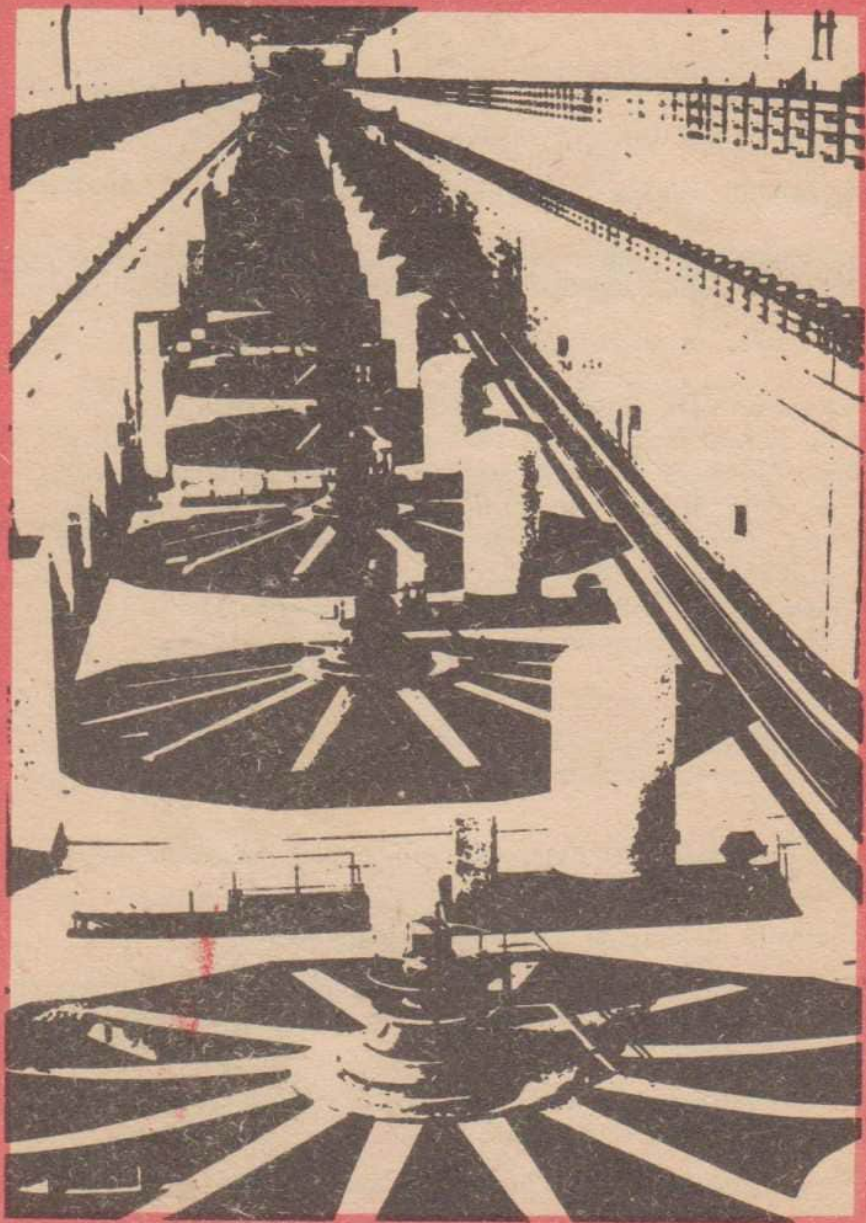
Mancher meynt,
er schafft es mit dem maul,
und ist sein schädel leer wie
eyn taube nuß.



Alle deutsche Spruchweisheit jngl

impuls 68

5



Georg Stephenson

*

Kultur im Studium

*

Phaeton-Legende

*

Moorstreifzüge

Titelbild:

Turbinenhalle (R. L.)

impuls

68

Jupe, Klaus	Georg Stephenson – der Vater der Eisenbahn	PHY	3
Winter, Stefan	Kultur im Studium – 14 Tage auf der Leuchtenburg bei Kahla		7
Grunwaldt, Lutz	Die Phaeton-Legende (Teil 1)	ASTRO	11
Liebermann, Bernd	„Oh, schaurig ist's, übers Moor zu gehn“ (Ein botanisch-ökologischer Streifzug durchs Moor – Teil 1)	BIO	18
Stengel, Knuth	Was passiert bei der Maillard-Reaktion?	CHE	22
Blechtschmidt, Jürgen;	Damit der Wald erhalten bleibt	DOK	27
Fritzsching, Helga	Physikaufgabe Nr. 63, Lösung Nr. 55		31

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz, (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: –,40 M, Jahresabonnement: 4,— M



Gestaltung: Gabi Welsch
Redaktionsschluß: 19. 11. 1981

Georg Stephenson - der Vater der Eisenbahn

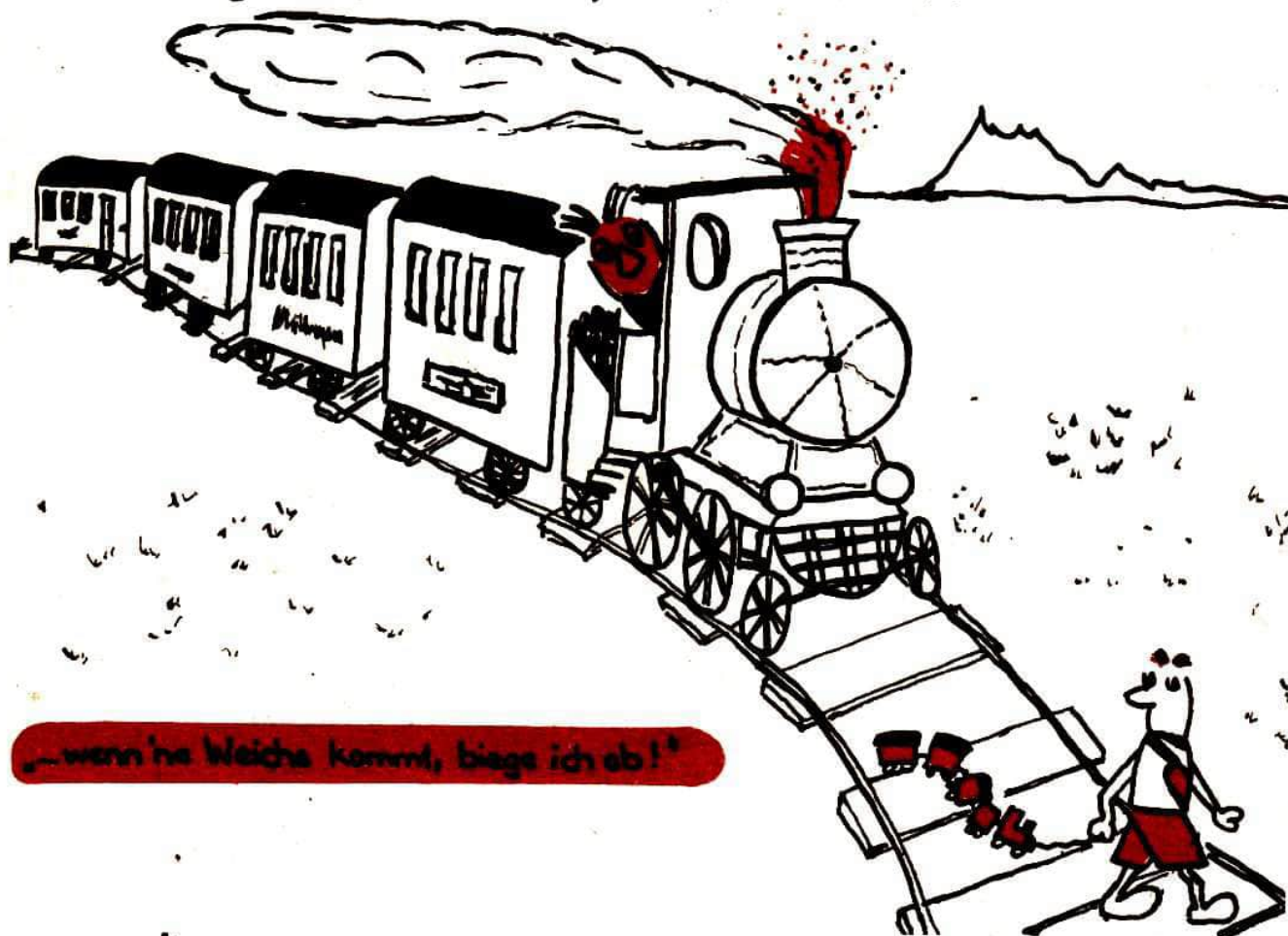
Es ist ein gutes *Erfindungsmittel*, sich aus einem Systeme gewisse Glieder wegzudenken und aufzusuchen, wie sich das übrige verhalten würde: Zum Exempel, man denke sich das Eisen aus der Welt weg, wo würden wir sein? (Lichtenberg)

Vor 200 Jahren, am 08. Juni 1781 wurde der englische Techniker George Stephenson geboren. Auf ihn führen wir die Entwicklung unserer heutigen Eisenbahn zurück. Wenn wir den 200. Geburtstag zum Anlaß nehmen, die Leistung dieses Erfinders zu würdigen, dann kann das nur geschehen, wenn wir seine Persönlichkeit und seine Tat in die geschichtliche Entwicklung in England in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einordnen.

Im 18. und 19. Jahrhundert vollzog sich in England die "industrielle Revolution", die schnelle Aufwärtsentwicklung der kapitalistischen Produktion. Die neuen Erkenntnisse und insbesondere die neuen Denkmethode der wissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts (für die Physik mit den Namen Galilei, Kepler, Newton u.a. verbunden) wurden auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und vor allem auch auf die materielle Produktion ausgeweitet. Der Schwerpunkt dieser Entwicklung, während der sich eine sehr komplexe Wechselwirkung zwischen Wissenschaft, Technik, Ökonomie und Politik herausbildete, lag in England. Von großer Bedeutung war dabei die Erfindung der Dampfmaschine (Th. Newcomen 1712, J. Watt 1769), der Werkzeugmaschinen und vor allem die Möglichkeit, Maschinenteile in hoher Stückzahl und guter Präzision herzustellen. Diese revolutionäre Entwicklung vollzog sich im 18. Jahrhundert, im 19. Jahrhundert

hatte der Kapitalismus seine Blütezeit erreicht. In dieser Zeit erfolgten dann auch kaum noch grundlegende technische Wandlungen, die mit denen des 18. Jahrhunderts vergleichbar wären. Für neue Produktionsverfahren gab es keinen Bedarf, wohl aber für die Weiterentwicklung vom Nachrichten- und Transportwesen. Aus dem Maschinenbau des 18. und 19. Jahrhunderts entwickelten sich die Dampfschiffahrt und die Eisenbahn. Eine wesentliche Voraussetzung dafür war die Tatsache, daß Eisen in größeren Mengen und zu niedrigeren Preisen zur Verfügung stand als noch einige Jahrzehnte vorher.

Von Pferden gezogene Schienenbahnen waren schon sehr lange bekannt, in deutschen Bergwerken finden sie sich schon im 16. Jahrhundert. Auch die Idee, Dampfwagen zu bauen, ist sehr alt. Am erfolgreichsten realisiert wurde diese Idee von dem englischen Ingenieur Richard Trevithick, der 1801 ein funktionsfähiges Dampfwagenmodell baute. Technische Mängel und der schlechte Zustand der Straßen verhinderten aber einen Einsatz. Daraufhin versuchte Trevithick den Bau einer Schienenlokomotive, die er 1804 fertigstellte. Der Erfolg scheiterte an den gußeisernen Schienen, die zu oft brachen.



Als eigentlicher Begründer des dampfbetriebenen Eisenbahnverkehrs ist George Stephenson anzusehen. Er wurde am 08. Juni 1781 als Sohn eines Grubenarbeiters geboren. Die kinderreiche Familie konnte ihm keine Schulausbildung vermitteln. George arbeitete seit seinem 8. Lebensjahr in der Kohlengrube, war mit 14 Jahren Hilfsheizer und wenige Jahre später Maschinenwärter an einer Newcomen-Dampfmaschine. Erst im Alter von 18 Jahren lernte er in einer Abendschule lesen, schreiben und rechnen und beschäftigte sich dann sehr viel mit technischer Literatur. Hierdurch und durch seine eigene Tätigkeit in den Kohlengruben wurde er seit 1806 zu Versuchen angeregt, die Zugpferde in den Gruben durch Lokomotiven zu ersetzen. R. Trevithick und andere Erfinder waren ihm dabei Vorbild. Stephensons erste Lokomotive wurde 1813 gebaut, am 25. Juli 1814 zog sie 8 Wagen mit insgesamt 30 t bei einer Steigung von 1 : 450 mit 6,4 km/h, damals eine beachtliche Leistung! Weitere Lokomotiven wurden in den folgenden Jahren gebaut.

Ab 1821 widmete George Stephenson sein weiteres Leben (er starb am 12. August 1848) vollständig der Eisenbahn. Er wurde 1821 zum leitenden Ingenieur der Stockton-Darlington-Eisenbahn, die unter seiner Leitung erst aufzubauen war. 1823 gründete er die erste Lokomotivenfabrik der Welt, tatkräftig von seinem Sohn Robert unterstützt, der im Gegensatz zu seinem Vater eine ausgezeichnete wissenschaftlich-technische Ausbildung absolvierte, sich aber später vorwiegend dem Brückenbau zuwandte. Robert Stephenson ist der Typ des moderneren Ingenieurs. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts begannen die meisten englischen Ingenieure als einfache Arbeiter, Mechaniker, Mühlenbauer, Schmiede wie Th. Newcomen, J. Watt und George Stephenson.

Viele Einzelprobleme waren beim Aufbau von Eisenbahnlinien über die Konstruktion von Lokomotiven hinaus zu lösen, z.B. Probleme des Antriebes, der Kupplung, des Bahnkörpers, der Schienen (besseres Material als zur Zeit von R. Trevithick gab es inzwischen). Mit all diesen Fragen hat sich der Autodidakt George Stephenson erfolgreich beschäftigt, meist ohne die Einbeziehung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Viele Einzelentdeckungen sind ihm dabei gelungen. Die entscheidende Idee, die seine Lokomotive denen anderer Hersteller gegenüber so überlegen machte,

war das Ableiten des Dampfes durch den Schornstein. Damit wurde der Zug im Schornstein wesentlich verbessert und es konnte genügend Energie entwickelt werden, um die Lokomotive leistungsfähig, wirklich Überzeugend dem Pferd Überlegen zu machen.

Besondere Bedeutung hatte die erste größere Eisenbahnlinie zwischen dem Baumwollhafen Liverpool und dem Zentrum der Textilindustrie Manchester, die 1830 dem Verkehr übergeben wurde. Auf dieser Strecke fand 1829 ein berühmtes Lokomotivrennen statt, bei dem die sehr gut durchkonstruierte "Rocket" von George Stephenson gegen die Konkurrenten siegte. In einer anschließenden Ehrenrunde erreichte sie die beachtliche Geschwindigkeit von 56 km/h. Obwohl die Fabrikanten an dieser Linie wegen der günstigen Möglichkeit für den Baumwolltransport sehr interessiert waren, gab es zahlreiche Widerstände gegen den Bau, einerseits von den Großgrundbesitzern, über deren Land die Linie führen sollte, andererseits von der Schifffahrtsgesellschaft, die die Konkurrenz fürchtete. Ein regelrechter Feldzug gegen die Eisenbahn setzte ein, Gerüchte wurden verbreitet (die Passagiere würden die hohe Geschwindigkeit nicht vertragen, die Kühe würden erschreckt und keine Milch mehr geben, Wälder und Wiesen geschädigt u.a.) und selbst vor Sabotageakten schreckte man nicht zurück. Gebaut wurde die Strecke dennoch, aber erst - typisch für die kapitalistische Wirtschaft - nachdem die Hauptaktionäre der Kanalgesellschaft hoch an der Eisenbahn beteiligt wurden.

Nun war der Siegeszug der Eisenbahn nicht mehr aufzuhalten. 1840 gab es in Großbritannien bereits ein Eisenbahnnetz von 1350 km, 1850 waren es 10 000 km. Auch auf dem europäischen Festland setzte sich die Dampfbahn durch, auch wieder trotz vieler Widerstände gegen diesen "Beelzebub auf Rädern". Die erste Eisenbahn in Deutschland wurde 1835 zwischen Nürnberg und Fürth (6 km) dem Verkehr übergeben, noch mit englischer Lokomotive und englischem Lokomotivführer. Die erste deutsche Lokomotive wurde 1837 für die Bahnlinie Dresden - Leipzig gebaut.

Stefan Winter
FSU Jena
Sektion Physik
2. Studienjahr

Kultur im Studium - 14 Tage auf der Leuchtenburg bei Kahla



14 Tage mit "Kultur auf Du und Du" standen wir - Studenten des 1. Studienjahres der Sektionen Literatur-Kunstwissenschaft, Sportwissenschaft, Biologie und Physik im Monat März 1981. Manch einer von uns hatte sicher auch schon vorher ein gutes Verhältnis zu den Musen. Nach unserem 14tägigen Praktikum auf der Leuchtenburg bei Kahla waren es jedoch mehr geworden. Ein schöner Erfolg für die Veranstalter - und natürlich auch für uns. Denn so war ein Ziel des Kulturpraktikums schon erfüllt: Junge Menschen dafür zu begeistern, nicht nur Kulturkonsumenten zu sein, sondern sich schöpferisch mit ihr auseinanderzusetzen. Deshalb sollte in den 14 Tagen nichts Fertiges geboten werden. Nein, hier waren Meinungen gefragt, Diskussion erwünscht. Gut, wenn man dabei kompetente Leute als Gesprächspartner haben konnte. Wir hatten sie: Kulturhistoriker Professor Wächter, Harald Seime, Leiter des Jenaer Pantomime-

studios, Antonius Streichardt, Komponist aus Erfurt, Hans-Joachim Ludwig und Britta Schmallowski - Musikwissenschaftler an der Friedrich-Schiller-Universität, Germanist Dr. Horst Hölzel, Dr. Hans Otto Vent, Kustos am Phyletischen Museum Jena und Diplomanden der Sektion Literatur- und Kunstwissenschaft.

Für fachgerechte Anleitung bei unserer künstlerischen Betätigung war also gesorgt. Damit sich auch jeder von uns mit dem beschäftigen konnte, wofür er Interesse hat, war unser Kursus in 4 Zirkel aufgeteilt. Man konnte sich für Darstellende Kunst, Musikhören/Singen, Bildende Kunst oder Lyrik/Rezitation entscheiden. Sicherster Weg für jeden, in die gewünschte Gruppe zu kommen, war der Nachweis eigener Leistungen. So sah man dann am Montagmorgen einige neben ihrem Gepäck noch Mappen mit Zeichnungen, Fotos und Gedichten tragen. Manche Gitarre wurde wieder einmal von der Wand genommen und mitgebracht, aus den Taschen ragten Flöte und Mundharmonika. So ausgerüstet ergriffen wir dann von unserer "Kulturfestung", 396,8 m über NN gelegen, Besitz.

Sicher waren einige mit gemischten Gefühlen angereist: Kulturpraktikum?! - wie soll das vor sich gehen. Noch am gleichen Abend gab es Aufklärung darüber. Prof. Wächter begrüßte uns herzlich und stimmte alle darauf ein, was in den nächsten zwei Wochen auf uns zukommen soll. Man könnte das Motto des Praktikums kurz mit Gothes Worten wiedergeben: "Schauen und staunen" - sich erst einmal der Schönheit der uns umgebenden Welt öffnen, die Scheuklappen ablegen, auch Kultur und Kunst in sich aufnehmen. Hat man das erreicht, dann ist es nicht mehr weit bis zur eigenen künstlerischen Betätigung.

Am ersten Abend gab es dann bereits einen Kunstgenuß. Solisten der Akademischen Orchestervereinigung gestalteten einen Kammermusikabend. Nach dem Frühstück am nächsten Morgen erklangen aus dem Rittersaal die herrlichsten Jubeltöne. Gemeinsames Singen macht Spaß - wer es noch nicht gewußt hatte, erfuhr es jetzt unter resoluter und vor Sangesfreude strotzender Anleitung von H.-J. Ludwig. Nach 14 Tagen hatte sich dabei unser Liedrepertoire beträchtlich erweitert, und die Stimmbänder waren kräftiger geworden.

Im Anschluß an das Morgensingen begann täglich ein Vortrag, gehalten von Kultur-"profis". So konnte man Wissenswertes er-

fahren über Themen wie "Rock als kultureller Ausdruck sozialer Verhältnisse", "Sind unsere Kirchen ein Erbe für den Sozialismus", "Wie betrachte ich ein Kunstwerk". Besonders herausragend Professor Wächters Vortrag über "Hans Grundig - Kunst ein antifaschistischer Widerstandskampf". Mancher mag denken, dies sei ein oft strapaziertes Thema und deshalb gut bekannt. Weit gefehlt! Was hier zu hören war, belegt mit zahlreichen Dias, das ging unter die Haut, sprach emotional sehr stark an.

Nach den Vorträgen ging dann jeder in den entsprechenden Gruppen seinen künstlerischen Neigungen nach. Die "Maler" richteten sich im Fernsehraum ein, die Schauspieler sortierten ihre mitgebrachten Requisiten: Regenschirme, Jacken, Hüte, ausgelatschte Botten, Glacéhandschuhe und malerische Schals ... Die "Sänger" holten die Instrumente hervor und machten es sich im Rittersaal bequem. "Sonnenblume" hieß das erste Thema der Zeichengruppe. Die Ideen reichten dabei vom naturgetreuen Darstellen der Pflanze über das kümmerliche Dasein einer Sonnenblume zwischen Drähten und Retorten bis hin zur Karrikatur: Ein Kleingärtner bestaunt pfeifeschmauchend die von ihm übergroß gezüchtete und unter Naturschutz gestellte Sonnenblume...



Aus einem Kunstwerk, das wahrhaft gut ist, läßt
sich viel heraussehen, und was es anregt,
ist immer unendlich. (Goethe)



Allerlei Volkslieder, mehrstimmig gesungen und mit Instrumentenbegleitung, konnte man vormittags von der Musik-Gruppe hören. Nachmittags beim Musikhören wurde es dann ruhiger. Antonius Streichardt gab in den 14 Tagen einen interessanten Überblick über die Entwicklung der Musik bis zur Gegenwart. Von Mönchsgesängen und Minnesang bis zu den Klassik-Adaptionen von Emerson, Lake and Palmer, Elektra und neuer Orchestermusik reichte das Spektrum.

Bei den Damen und Herren Schauspielern ging es die ersten Tage recht ruhig zu. Manchmal sah man nur einige der künftigen Hauptdarsteller eifrig lernend mit Textbuch durch das Haus wandeln. Ihr großer Auftritt sollte erst zum Bergfest bzw. Abschlußfest stattfinden.

Abends kehrte noch lange nicht Ruhe im Hause ein. Man fand Grüppchen mit Instrumenten und großer Sangesfreude. Ihr Zu-

hörerkreis wuchs bis in die späten Abendstunden. Jeder gab einmal zum Besten, was er so "drauf" hatte. Um das Burggelände versammelten sich die Hobbyfotografen, um den Sonnenuntergang auf ihre Art zu genießen. Wer Lust zu einem Tänzchen hatte, konnte in die hauseigene Diskothek gehen, die von den Sektionen spontan organisiert wurde. In Vorbereitung auf das Abschlußfest probte auch eine hier im Kulturpraktikum zusammengefundene Drei-Mann-Band Ragtime- und Bluesmusik.

Neben solchen Freizeitbeschäftigungen wurden mehrere Veranstaltungen organisiert, zum Beispiel eine Diskussionsrunde über neue DDR-Kurzprosa, ein Tucholsky-Programm und einen Pantomineabend mit Harald Seime. Während und nach diesen Veranstaltungen gab es immer die Möglichkeit, mit den "Aktiven" ins Gespräch zu kommen.

Besondere Höhepunkte des Praktikums waren natürlich das Berg- und Abschlußfest. Zum Bergfest zeigten alle Arbeitsgruppen, was sie in einer Woche erreicht hatten. Prof. Wächter begeisterte uns mit seinen hingebungsvollen Evergreen-Vorträgen auf der Geige.

Am späten Abend floß dann neben Wein und Bier auch der Schweiß in Strömen beim Tanz nach heißen Rhythmen..

Schlußpunkt unter 14 Tage Kultur setzte ein gelungenes Abschlußfest. Alle Arbeitsgruppen packten noch einmal richtig aus. So gab es dann am Abend neben tiefsinnigen Versen von den "Lyrikern" heitere Lieder aus der Musik-Arbeitsgruppe, eine große Ausstellung der Zeichenkünstler und als Höhepunkt einige Szenen aus "Concerto drammatico", vorgeführt von unseren Schauspielgruppen.

Nun war es auch soweit, allen fleißigen Organisatoren des Kulturpraktikums Dankeschön zu sagen. Selbstangefertigte Geschenke fanden dabei guten Anklang. Auch die aktivsten Studenten während der zwei Wochen wurden nicht vergessen, sondern mit Buchprämien und Schallplatten bedacht.

Nach einer kurzen Nacht hieß es dann leider Abschied nehmen von unserer Kulturfestung. Wer sich in die folgenden Wochen des Studiums ein bißchen von dem Schwung des Kulturpraktikums hinüberretten konnte, der hatte gewonnen.

Die Phaeton-Legende - 1. Teil -

Juri Glaskow, Bordingenieur von Sojus 24/Salut 5:

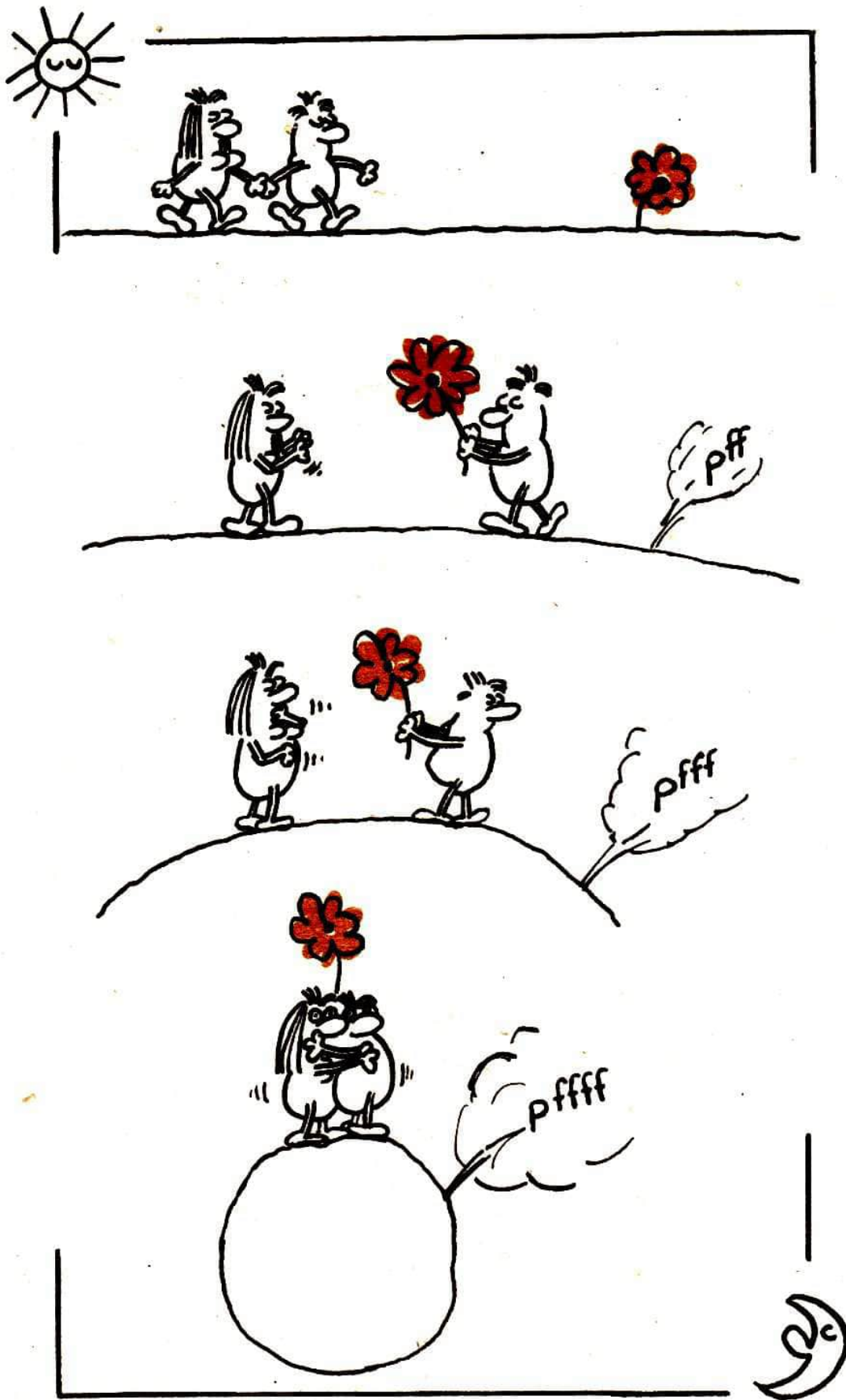
"...Übrigens gibt es eine sehr interessante Hypothese. Danach existierte vor 74 Millionen Jahren zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiters ein Planet, der anderthalb mal so alt war wie die Erde. Und auf ihm soll Leben existiert haben! Die Zusammensetzung von Meteoriten, die auf der Erde niedergegangen sind, zeugt davon... Es soll dort eine Zivilisation gegeben haben. Möglicherweise kam es zu einer urplötzlichen Explosion, so daß sich die Bewohner dieses Planeten nicht mehr retten konnten..."

(nach SPUTNIK Heft 10/1980)

Da ist sie wieder, die alte Phaeton-Hypothese! Freilich tritt sie uns hier im neuen Gewand entgegen, und zitiert wird ein Kosmonaut. Aber: wird sie dadurch wahrer?

Ist etwas dran an der von vielen Autoren angeführten Vermutung, die Planetoiden seien Überreste eines zersprungenen Planeten? Um das herauszufinden, wollen wir uns etwas eingehender mit den Planetoiden (Asteroiden) beschäftigen. Gerade in jüngster Zeit hat die Forschung auf diesem Gebiet große Fortschritte gemacht. Doch - beginnen wir mit der interessanten Geschichte ihrer Entdeckung!

Das 19. Jahrhundert begann mit einer astronomischen Sensation - wenngleich sie auch nicht sofort als solche erkannt wurde: Am 1. Januar 1801 entdeckte Giuseppe Piazzi, der Direktor des sizilianischen Observatoriums von Palermo, ein sternartiges Objekt, das eine unerwartet große Eigenbewegung zeigte. Piazzi



beobachtete das mysteriöse Objekt weiter, bis es nach einigen Wochen durch die Abenddämmerung der visuellen Beobachtung entzogen wurde. Er ahnte sicher nicht, daß er damit das erste Objekt einer bis dahin unbekannten Kategorie von Himmelskörpern gefunden hatte, über deren Ursprung und Eigenschaften auch heute noch ernsthafte Debatten geführt werden.

• Vorgeschichte: Die Titius-Bode-Reihe

Bereits in früheren Jahrhunderten war die unnatürlich große "Lücke" im Sonnensystem zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter aufgefallen. Besonders Kepler empfand sie als sehr störend, doch er wußte, daß ein Objekt im vermuteten Bereich nicht allzu groß sein konnte - andernfalls wäre es längst entdeckt worden.

Beinahe hatte man das Problem aus den Augen verloren, doch 1772 publizierte der Direktor der Berliner Sternwarte J. E. Bode eine "Regel" für die Sonnenabstände der Planeten, die einige Jahre zuvor von dem Mathematiker und Physiker J. R. Titius aufgestellt worden war: Nach dieser Reihe konnte man die Abstände der Planeten von der Sonne in Astronomischen Einheiten (1 AE = 149,6 Mio km) gemäß

$$a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$$

berechnen, wenn für Merkur $n = -\infty$, für Venus $n = 0$, Erde $n = 1$ usw. gesetzt wurde. Diese Reihe beschrieb die damals bekannten Planetenabstände recht gut (bekannt waren nur Merkur bis Saturn), und selbst der 1786 von Herschel entdeckte Uranus paßte noch ausgezeichnet. (Es soll hier nur am Rande vermerkt werden, daß für die weiter außen laufenden Planeten Neptun und Pluto die Titius-Bode-Reihe in ihrer einfachen Form nicht mehr gilt und daß exaktere "Abstandsgesetze" vor allem auch die Masse der Planeten und gegenseitige Gravitationsstörungen über längere Zeiträume berücksichtigen. Für die "inneren" Planeten gilt die Reihe jedoch in erster Näherung erstaunlich gut.)

Zum Leidwesen der Astronomen fehlte jedoch der Planet mit $n = 3$ (das entspricht einem mittleren Abstand von der Sonne gemäß $0,4 + 0,3 \cdot 2^3 = 2,8$ AE). Die Lücke war wiederentdeckt.

• Entdecker: Die „Himmelspolizei“ und andere

Im Jahre 1800 trafen sich sechs bedeutende Astronomen, die sich mit dem obengenannten Zustand nicht abfinden konnten, im kleinen deutschen Städtchen Lilienthal, wo der sehr aktive Amateur-astronom Johann Schröter seine Sternwarte hatte. Sie gründeten dort die "Himmelspolizei" (ein selbstgegebener Spitzname), welche die Suche nach dem vermißten Planeten bei 2,8 AE organisieren sollte. Schröter wurde Präsident, Baron Franz Xavier von Zach der Sekretär der kleinen Gruppe, die eine systematische Jagd plante: Jedem Teilnehmer wurde ein bestimmter Abschnitt der Ekliptik zugewiesen, den er sorgfältig nach dem Unbekannten absuchen sollte.

Schneller als die Himmelspolizei kam jedoch Piazzi zum Erfolg. Obwohl das von ihm entdeckte Objekt an den Tageshimmel vorge-rückt war, gelang es dem berühmten Mathematiker C. F. Gauss, dank der zahlreichen Beobachtungen Piazzi's seine Bahn zu berechnen, so daß es exakt ein Jahr nach seiner Entdeckung wiedergefunden werden konnte. Piazzi taufte es zu Ehren der Schutzgöttin Siziliens Ceres.

Ceres besaß eine mittlere Sonnenentfernung von 2,77 AE - die Lücke im Sonnensystem schien geschlossen. Die Mitglieder der "Himmelspolizei" meldeten jedoch Zweifel an: Ceres fiel durch ihren geringen Durchmesser (damals zu 760 km bestimmt) stark aus dem Rahmen der übrigen Planeten. Die Suche wurde forciert und einer von ihnen, Dr. H. Olbers, entdeckte 1802 Pallas, in Größe und Bahn etwa zu Ceres passend. Olbers schlug die Hypothese vor, daß Ceres und Pallas Bruchstücke eines größeren Planeten seien. Wo zwei Bruchstücke waren, mußte es jedoch auch noch mehrere geben - und tatsächlich wurden 1804 von Harding der Asteroid Juno und 1807 wiederum von Olbers Vesta aufgefunden. Weitere Erfolge stellten sich in den nächsten Jahren jedoch nicht mehr ein. Die vier aufgefundenen Objekte wurden allgemein als "die kleinen Planeten", Planetoiden oder Asteroiden bezeichnet. 1815 sah die "Himmelspolizei" ihre Arbeit als getan an und löste sich auf. Jedoch 15 Jahre später begann der preußische Amateurastronom Hencke erneut eine systematische Suche nach weiteren Asteroiden. Er arbeitete allein und ohne Unterstützung durch staatliche Stellen, gab auch nach fünfzehn

Jahren erfolgloser Suche nicht auf - und entdeckte 1845 den fünften Asteroiden Astraea. Zwei Jahre später war Hencke nochmals erfolgreich, und seit 1847 verging kein Jahr mehr ohne Neuentdeckung. Seitdem 1891 die photographische Suche aufgenommen wurde, hat sich die Erfolgsquote vervielfacht. Eine Überwachung mit großen Spiegelteleskopen ergab, daß allein mehr als 500000 Asteroiden in der Opposition heller als 21^m • 2 werden...

• Bahnen: Durchschnitt und Außenseiter

Nicht alle Asteroiden tragen Namen. Nur wenn die Bahn eines dieser Objekte genügend sicher bestimmt werden kann, wird es in die Kataloge aufgenommen. Seit 1925 werden die Neuentdeckungen mit Zahlen und Buchstabenpaaren gekennzeichnet (z. B. 1973 EA), wobei das Entdeckungsjahr sofort ersichtlich wird. Diese Bezeichnung bleibt maßgeblich, bis eine Nummer erteilt wird, meist noch um einen Eigennamen (häufig auf Vorschlag des Entdeckers) bereichert. Etwa 2000 Asteroiden tragen z. Z. Nummern, mehr als 1000 weitere eine vorläufige Bezeichnung. Auf welche Bahnen verteilen sich nun diese ca. 3000 Objekte? Die übergroße Mehrheit aller Asteroiden bewegt sich im "Asteroidengürtel", d. h. mit großen Bahnhalbachsen zwischen 2,17 und 3,64 AE mit einem Mittelwert bei 2,75 AE. Diese Verteilung ist jedoch nicht gleichmäßig. Betrachten wir dazu Abbildung 1.

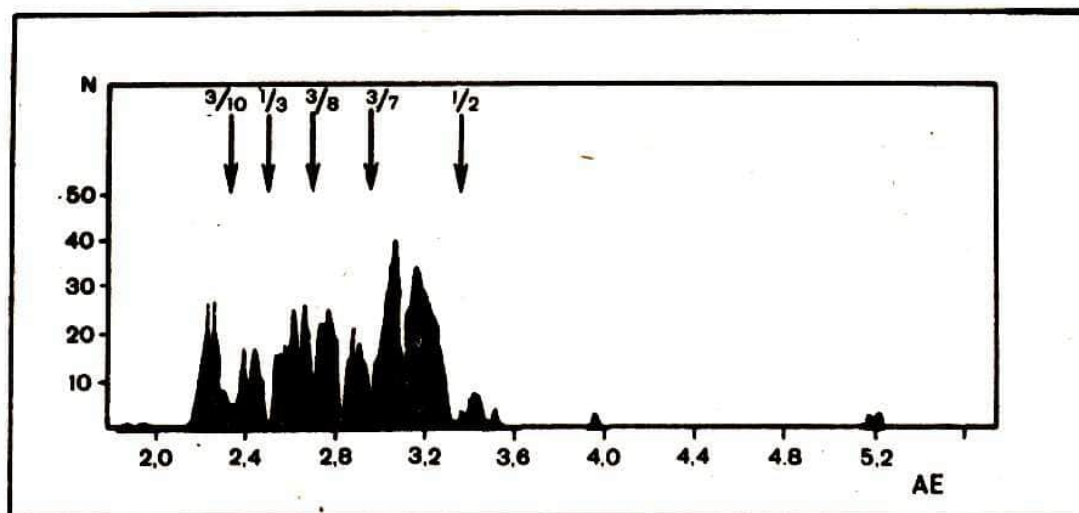


Abb.1

Häufigkeitsverteilung der Asteroiden im Verhältnis zu ihrem mittleren Sonnenabstand

Hier ist die Zahl der Objekte (N) bei verschiedenen Sonnenabständen aufgetragen. Zwei Dinge fallen auf: Zum einen gibt es auch außerhalb des Hauptgürtels Gruppen von Asteroiden (wir kommen später darauf zurück), und zum anderen existieren regelrechte Lücken in der Verteilung der Asteroiden, sobald ihre Umlaufszeit in einem bestimmten ganzzahligen Verhältnis zu der des Jupiters steht (z. B. $1 : 3$, $3 : 8$ usw.). Hier haben offenbar langandauernde Bahnstörungen durch den massereichsten Planeten des Sonnensystems dazu geführt, daß die Asteroiden entweder von diesen Bahnen "weggeekelt" wurden oder sie gar nicht erst besetzen konnten. Aber auch hier gibt es interessante Ausnahmen: Bei den sogenannten Kommensurabilitäten $2 : 3$ und $1 : 1$ existieren keine Lücken, sondern im Gegenteil Häufungen; bei $2 : 3$ die Hildagruppe (20 Objekte) und bei $1 : 1$ die "Trojaner". Diese Gruppe ist besonders unverfroren: Ihre Mitglieder (alle benannt nach Helden des Trojanischen Krieges) laufen in den sogenannten Librationspunkten von Sonne und Jupiter, d. h. sie laufen praktisch in der Umlaufbahn des Jupiters – jedoch so, daß Sonne, Jupiter und Trojaner die Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks bilden (Abb. 2). Dabei laufen einige

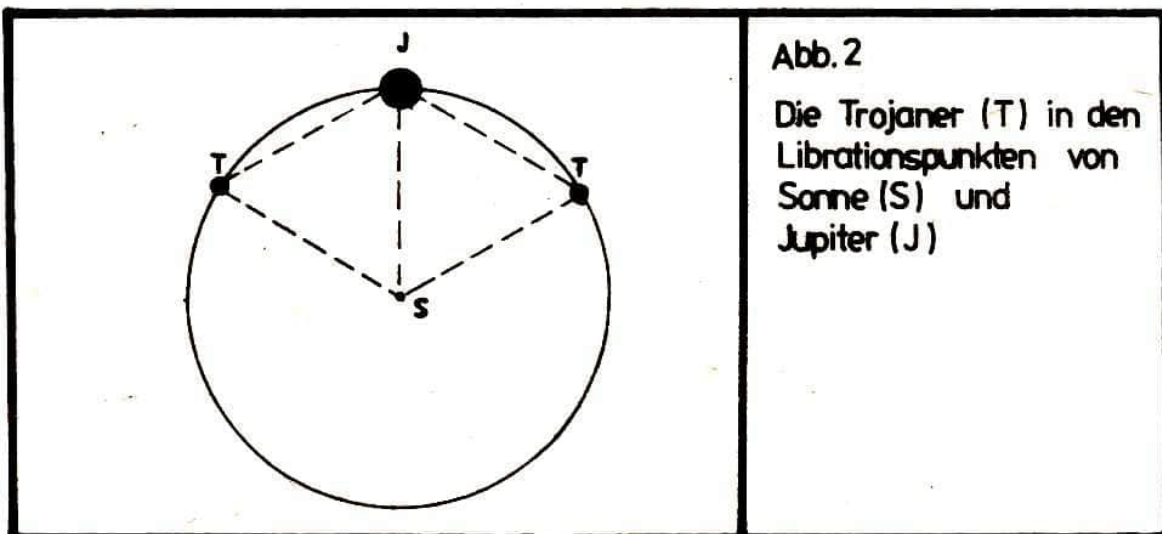


Abb. 2

Die Trojaner (T) in den Librationspunkten von Sonne (S) und Jupiter (J)

Trojaner dem Jupiter voraus, andere "folgen" ihm in seiner Bahn. Wie sie dorthin gelangt sind, ob es sich um ehemalige Jupitermonde oder um eingefangene kosmische Körper handelt, ist unbekannt. Auf jeden Fall haben die Trojaner empirisch eine der seltenen möglichen Lösungen des sogenannten Dreikörperproblems der theoretischen Mechanik "gefunden", einer schwierigen Aufgabe der Himmelsmechanik, bei der die Bewegung dreier Körper bestimmt werden soll, die allein unter dem Einfluß ihrer Gravitation stehen.

• **Ausnahmen: Einige seltene Exemplare**

Nun noch einmal zurück zu den Objekten, die sich außerhalb des Hauptgürtels bewegen. Ein einzigartiges Objekt scheint 944 Hidalgo zu sein. Er ist der Asteroid mit der größten bekannten Bahnhalbachse überhaupt, entfernt sich von der Sonne bis zu 9,7 AE und kommt ihr auf 2 AE nahe. Von den Asteroiden, die innerhalb des Hauptgürtels um die Sonne laufen, wollen wir einen hier näher betrachten, es ist 1566 Icarus. Dieser kleine kosmische Körper besitzt eine sehr eigenartige Bahn (Abb. 3).

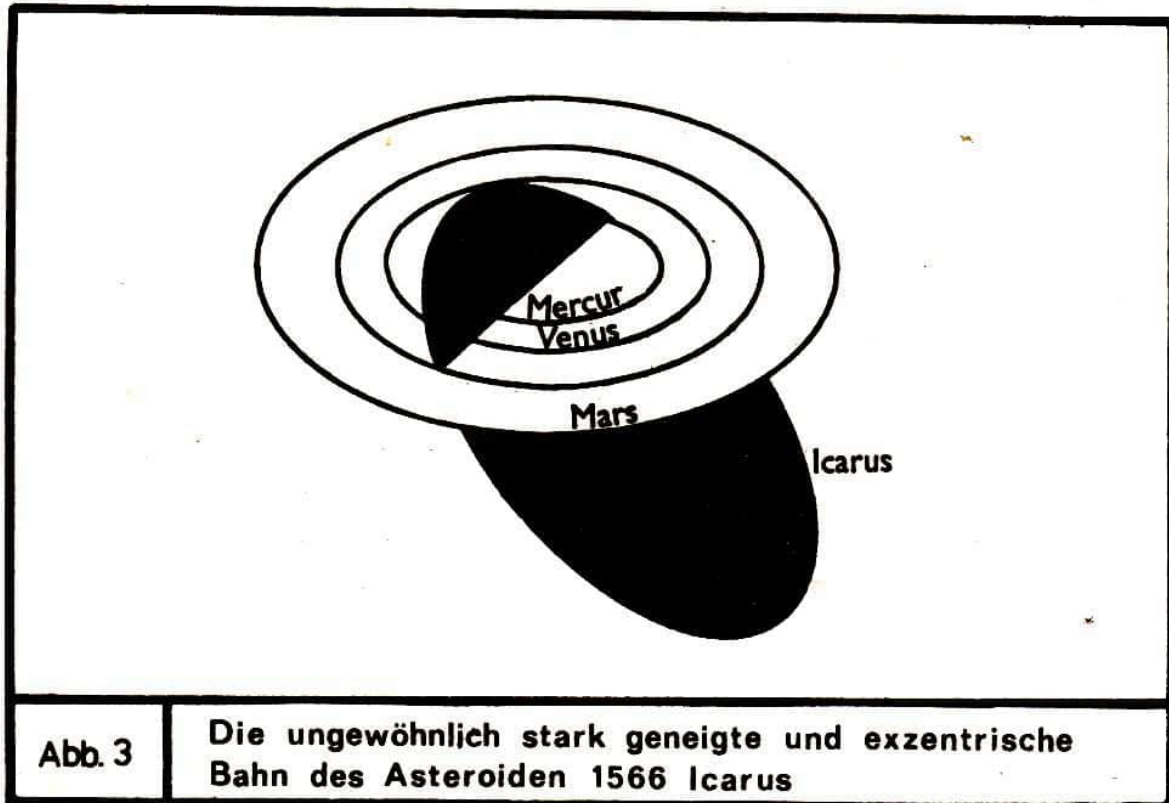


Abb. 3

Die ungewöhnlich stark geneigte und exzentrische Bahn des Asteroiden 1566 Icarus

Sie besitzt mit 0,83 die größte bekannte Bahnexzentrizität eines Asteroiden. Das führt dazu, daß Icarus im Perihel mit 0,186 AE der Sonne näher ist als der Planet Merkur, im Aphel mit 1,97 AE, aber weiter entfernt als der Mars. Icarus wurde nur dadurch entdeckt, daß er aufgrund seiner außergewöhnlichen Bahn der Erde sehr nahekommen kann. Das gilt auch für Hermes, der 1937 die Erde in nur 680000 km Abstand passierte und ihr theoretisch sogar noch näherkommen kann.

Nachdem wir bisher einen kleinen Überblick über Entdeckungsgeschichte und Himmelsmechanik der Asteroiden erhalten haben, wollen wir uns im zweiten Teil den überaus interessanten physikalischen Eigenschaften der kleinen Planeten widmen.

Dr. B. Liebermann
FSU Jena
Sektion Biologie

„Oh, schaurig ist's, übers Moor zu gehn“

(Ein botanisch-ökologischer Streifzug
durchs Moor) - 1. Teil -

Moore gehören zu den Randgebieten unserer heutigen Kulturlandschaft, die weitgehend durch menschliche Siedlungsräume, Industriekomplexe und die Produktionsflächen der Land- und Forstwirtschaft geprägt wird. Auch der Freizeitwert solcher Landstriche wird vom Durchschnittsbürger als begrenzt angesehen, sicher zu Unrecht, denn wer sich für biologische Zusammenhänge interessiert, kann hier voll auf seine Kosten kommen. Die Mooregebiete, die zum Ödland zählen, nahmen vor wenigen Jahrhunderten auch bei uns noch bedeutend größere Flächen ein. Durch Entwässerung und andere Kultivierungsmaßnahmen wurden sie jedoch bis auf den heutigen Tag stark dezimiert. Von der Torfgewinnung einmal abgesehen, ist ursprüngliches Moorland nicht nutzbar, wird also höchstens von Jägern und Naturfreunden begangen. Außerdem ist es oft nicht ganz ungefährlich, sich in solchem Gelände zu bewegen, mancher Unglücksfall hat sich zugetragen und lebt in der Erinnerung des Volkes weiter. In alten Zeiten wurden auch Verbrecher durch Versenken im grundlosen Moor mit dem Tode bestraft. Aus diesen Gründen ist es nicht verwunderlich, daß Mooregebiete in der Volksmeinung als gefährliche, unheimliche und verrufene Landstriche galten.

Annette von Droste-Hülshoff hat diese besondere Stimmung in der Ballade "Der Knabe im Moor" eingefangen:

Oh, schaurig ist's, Übers Moor zu gehn,
wenn es wimmelt vom Heiderauche,
sich wie Phantome die Dünste drehn
und die Ranke häkelt am Strauche,
unter jedem Tritte ein Quellochen springt,
wenn aus der Spalte es zischt und singt -
oh, schaurig ist's, Übers Moor zu gehn,
wenn das Röhricht knistert im Hauche!

Wir wollen uns um die Spukgestalten, die da auftauchen, wie der gespenstige Gräberknecht, die unselige Spinnerin, der diebische Fiedler Knauf oder die verdammte Margret nicht weiter kümmern, sondern uns mehr den naturwissenschaftlichen Dingen zuwenden.

Als Moore werden natürliche Lagerstätten von Torf bezeichnet. Soweit die geologische Definition, die aber auch eine biologische miteinschließt, denn Torf ist organische Substanz, abgestorbene Biomasse. Deshalb ist nicht jeder Sumpf auch ein Moor. Entscheidend ist, daß mehr Pflanzenmasse gebildet wird als zersetzt, remineralisiert wird. Wie es dazu kommt, werden wir im weiteren sehen. Zunächst wollen wir die zwei Haupttypen, nämlich Flach- und Hochmoor unterscheiden. Diese Benennung hat nichts mit der geografischen Lage zu tun. Flachmoore sind nicht auf das Flachland beschränkt, und Hochmoore gibt es nicht nur im Gebirge, sondern auch an der Meeresküste.

Flach- oder Niedermoore bilden sich vor allem unter Wasser, sind also an Oberflächenwasser gebunden, der Grundwasserspiegel spielt eine entscheidende Rolle. Sie entstehen auf versumpften Flächen mit gehemmtem Wasserabfluß und besonders typisch bei der Verlandung von mehr oder weniger nährstoffreichen stehenden oder langsam fließenden Gewässern. Sind genügend anorganische Nährsalze im Wasser bzw. in der Bodenschicht vorhanden, kommt es zu einer starken Vermehrung von freischwebenden Mikroorganismen, die als Plankton bezeichnet werden, und zu einem üppigen Wachstum von bestimmten Wasser- und Sumpfpflanzen. Wenn das Plankton abstirbt, bildet es am Gewässergrund einen kalkreichen Schlamm. Durch den Sauerstoffmangel, der durch das Vorhandensein von Wasser bzw. durchnässten Boden bedingt ist, werden auch die abgestorbenen Pflanzenteile nur sehr langsam zersetzt. Sie lagern sich als humusreicher Schlamm bzw. Torf auf dem Gewässerboden und besonders in Ufernähe ab, so daß der Seeboden langsam aber stetig angehoben wird.

Dech zunächst wollen wir nicht diese Entwicklung verfolgen, sondern uns die verschiedenen Pflanzengesellschaften, die in Abhängigkeit von der Wassertiefe existieren, einmal näher anschauen. Sobald genügend Licht die Wasserschichten durchdringt, siedeln sich am Boden rasenbildende Armleuchter-Algen an, die an der Ausfällung von Kalk ebenfalls maßgeblich beteiligt sind. In geringerer Wassertiefe folgt dann der sogenannte Laichkrautgürtel. Neben verschiedenen Laichkraut-Arten, die z.T. noch in

6 Meter Wassertiefe gedeihen können, finden wir andere untergetauchte (submerse) Pflanzen, die lediglich ihre Blüten über den Wasserspiegel erheben. Dann folgt die Zone der Schwimmblattpflanzen. Dazu gehören neben See- und Teichrose auch der Wasser-Knöterich oder verschiedene weißblühende Hahnenfuß-Arten. Die Luftkammern der Schwimmblätter sorgen nicht nur für den notwendigen Auftrieb, sondern dienen auch der Sauerstoffversorgung aus der Luft für die im Untergrund wurzelnden Pflanzen. Mineralstoffe werden z.T. ebenfalls direkt von den Blättern aufgenommen. Manche Wasserpflanzen, wie die Wasserfeder oder die erwähnten Hahnenfuß- und Laichkrautarten haben stark zerteilte Unterwasserblätter mit einer großen relativen Oberfläche, über die Nährsalze, Kohlendioxid und Sauerstoff direkt aus dem Wasser aufgenommen werden. Im Schwimmblatt-Pflanzengürtel finden wir auch freischwimmende Pflanzen, wie Wasserlinse, Froschbiß oder Kребsschere. Im Flachwasser des Ufers zeigt sich dann recht augenfällig der nächste Verlandungsgürtel, nämlich das Röhricht, das meist durch große Schilfbestände gebildet wird. Neben Rohrkolben und Schilf haben sich hier auch Igelkolben, Kalmus, Wasser-Schwertlilie und Froschlöffel angesiedelt, letzterer gedeiht auch in der nächsten Verlandungszone, dem Großseggenried. Auf diesem Uferstreifen, der nur bei Hochwasser ganz überflutet wird, wächst in dichten Horsten die Steife Segge, daneben Strauß-Gilbweiderich, Wolfstrapp und Helmkraut. Vereinzelt treten Weidengebüsche auf und leiten zur letzten Verlandungszone, dem Erlenbruchwald über. Die Erlen, die zwar Bodennässe brauchen, stehen meist etwas erhöht auf den sogenannten Bulten. Dazwischen finden wir die Riegen, moorige Wasserlöcher und -tümpel, in denen wir Vertreter aus den vorangehenden Verlandungszonen wiederfinden.

In jeder Verlandungszone werden nun abgestorbene Pflanzenteile aller Zersetzungsgrade abgelagert, besonders stoffproduktiv sind die Gürtel des Röhrichts und des Großseggenrieds. Durch die allmähliche Verringerung der Wassertiefe ändern sich aber die Standortverhältnisse, so daß jede Pflanzengesellschaft durch die nächste abgelöst wird. Auf diese Weise rücken die einzelnen Verlandungsgürtel immer weiter in Richtung Seemitte. Als Schlußgesellschaft entsteht der bereits genannte Erlenbruchwald, das Erlensumpfmoor mit Bulten und Riegen wird bei weiterer Aufhöhung zum Erlenstandmoor, dem die Riegen fehlen.

Damit ist die Entwicklung beendet, denn die obereren Bodenschichten sind nun so luftig und trocken, daß die Pflanzenreste durch Mikroorganismen schnell zersetzt und remineralisiert werden. Begleitpflanzen der feuchten Erlenstandmoore sind Brennessel, Hexenkraut, Springkraut, Schattenblümchen, Klebkraut und Hopfen.

Solche Folgen von Pflanzengesellschaften an einem Ort nennt man Sukzessionen. Da sich die Pflanzenablagerungen unter den einzelnen Verlandungszonen unterscheiden, kann man die meist mehrere Jahrtausende dauernde Verlandung von großen Gewässern gut rekonstruieren.

Durch den Sauerstoffmangel im durchnässten Moorboden kommt es zu Gärungserscheinungen, dabei entsteht Sumpfgas (Methan) und Schwefelwasserstoff. Letzterer reagiert mit Eisenverbindungen zu Eisensulfid, das zusammen mit den Humusstoffen für die dunkle Farbe der Moorböden verantwortlich ist.

Meyers

Großes Konversations-Lexikon 1906
Vierzehnter Band, S. 124, 6. Auflage



Moorleichen, in den Mooren Norddeutschlands und Dänemarks gefundene Menschenleichen aus vor- und frühgeschichtlicher Zeit, die durch ihre stets mehr oder minder gut erhaltene Kleidung ein helles Licht auf die Tracht unsrer Väter werfen. Der Verbreitungsbezirk der M. reicht von Ostfriesland über die Elbe, Holstein, Schleswig und Jütland bis zu den dänischen Inseln; er umfaßt, da sie der Zeit zwischen 200 und 400 n. Chr. angehören, die Sitze der Friesen, Chauken, Sachsen, Angeln und Dänen. Aus dem vorherrschenden Befund ergibt sich, daß die M. mit großer Wahrscheinlichkeit Opfer eines Strafverfahrens sind, das schon Tacitus bei den Germanen kennt, nicht aber Verunglückte oder Ermordete.

Was passiert bei der Maillard-Reaktion?

Wird ein Gemisch aus Traubenzucker und Glycin (eine Aminosäure), in wässriger Lösung erwärmt, so laufen chemische Prozesse ab, die sich in einer zunehmenden Bräunung der Lösung äußern. Die in dem betrachteten Modellsystem Traubenzucker/Glycin ablaufenden Umsetzungen sind beispielhaft für die sogenannte "Maillard-Reaktion": die Umsetzung von reduzierenden Zuckern mit Aminosäuren, Peptiden oder Proteinen.

Unter den Namenreaktionen der organischen Chemie ist diese Umsetzung den wenigsten Chemikern geläufig. Für den Lebensmittelchemiker dagegen ist sie ein Begriff; spielt sie doch eine zentrale Rolle sowohl bei der Bildung von Aromastoffen und braunen Pigmenten in Lebensmitteln als auch bei der Wertveränderung von Lebensmitteln durch Lagerung oder Verarbeitung.

Die Produkte der Maillard-Reaktion sind wesentliche Bestandteile unserer Nahrung vor allem, seit Menschen diese auf mehr oder weniger raffinierte Weise zubereiten.

Fragen wie: Warum wird die Kruste des Brotes beim Backen braun?

Warum riecht es in der Backstube so gut, wenn der Ofen mit den frischen Brötchen geöffnet wird?

Wodurch kommen die Bratendüfte zustande, wenn man ein Steak in der Pfanne hat?

führen bei ihrer Klärung unweigerlich auf die Maillard-Reaktion zurück.

Anstelle des Begriffes "Maillard-Reaktion" werden häufig auch andere Bezeichnungen, wie "Bräunungsreaktion" oder auch wenig präzise - "Karamelisierungsreaktion", verwendet. Sie heben im Grunde lediglich auf einen bestimmten Aspekt der Maillard-Reaktion ab, unter welcher wir heute eine komplexe Reaktionsfolge verstehen müssen, deren Ablauf keineswegs vollständig aufgeklärt ist. Im folgenden soll eine Zusammenfassung des gesicherten Wissens über diese Reaktion gegeben werden.

Die Umsetzung von reduzierenden Zuckern mit Aminosäuren, Peptiden oder Proteinen unter energischen Bedingungen führt - wie im einzelnen nach gezeigt wird - zu einer Vielzahl verschiedener Verbindungen. Die Berechtigung, die zu diesen Verbindungen führenden Prozesse unter einen Begriff zusammenzufassen, leitet sich aus der heute als gesichert geltenden Erkenntnis ab, daß sich die Maillard-Reaktion in zwei Phasen vollzieht (Abb. 1):

In der ersten Phase entstehen aus den Kohlehydraten außerordentlich reaktive, poly-funktionelle Zwischenstufen, die in der zweiten Phase die unterschiedlichsten Folgereaktionen eingehen können.

Bei den reaktiven Zwischenstufen handelt es sich um Hydroxylgruppen tragende Di- und Tricarbonylverbindungen, die ein breites Reaktionsspektrum besitzen.

Für die erste Phase der Reaktionsfolge ist die Beteiligung von Aminosäuren oder anderen Aminoverbindungen und deren spätere Regenerierung charakteristisch, während in der zweiten Phase die Aminokomponente irreversibel in die Reaktionsfolge eingreift.

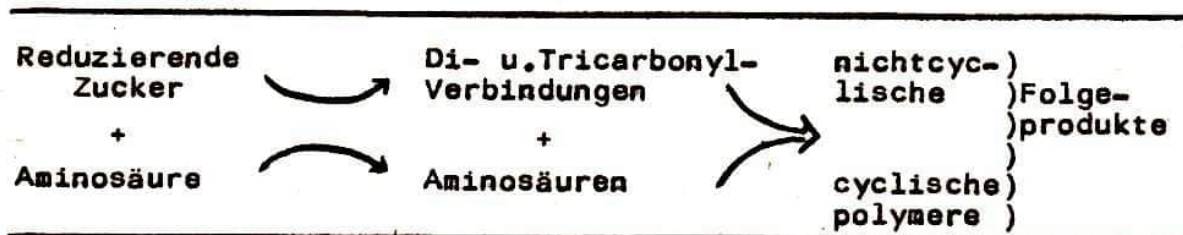


Abb. 1 Der sich in zwei Phasen vollziehende Gesamtverlauf der Maillard-Reaktion

In welchem Zusammenhang sind nun die gebildeten Produkte oder die zu ihnen führenden Prozesse interessant?

Beim Essen läßt sich der Mensch bekanntlich weniger von biochemischen oder ökonomischen als vielmehr von verhaltens-psychologischen Zwängen leiten; d.h. er beurteilt Nahrungs- und Genußmittel unter normalen Umständen in starkem Maße nach Geschmack, Geruch und Aussehen. So betrachtet sind Maillard-Produkte als natürliche, vielfach erst bei der Zubereitung von Lebensmitteln entstehende Aroma- und Pigmentstoffe von großer Bedeutung.

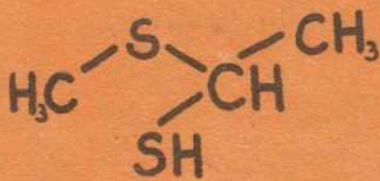
Abbildung 2 enthält eine Auswahl von Aromastoffen, die im Zuge der Maillard-Reaktion entstehen. Einige dieser Stoffe sind dominierende Aromastoffe, doch sollte man immer daran denken, daß das Aroma eines Nahrungsmittels in allen seinen Nuancen erst

durch das Zusammenwirken einer großen Zahl von Stoffen zustandekommt.

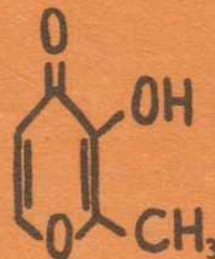
So wurden allein im Kaffee etwa 1 000

im Fleisch " 600 Aromakomponenten nachgewiesen, von denen bisher nur etwa die Hälfte identifiziert werden konnte. Unter ihnen befindet sich eine große Zahl von Maillard-Produkten (z. B. in Kaffeearoma ca. 300 sauerstoff-, stickstoff- und schwefelhaltige heterocyclische Verbindungen).

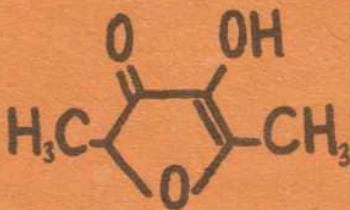
Abb. 2. Im Zuge der Maillard-Reaktion gebildete Aromastoffe (Auswahl)



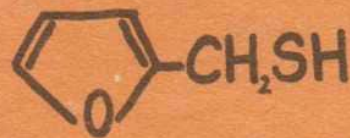
1-Methylthio-ethandiol
• gekochtes Fleisch



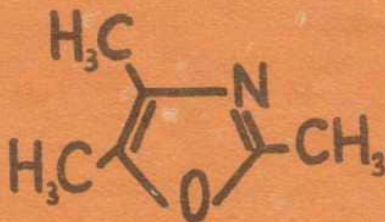
2-Methyl-3-hydroxy-4(4H)-pyranon
(Maltol) • Karamel



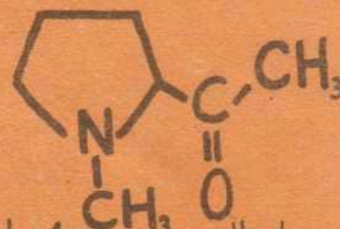
4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon
• Erdbeeren, Ananas



2-Furyl-methanthiol
• Kaffee



2,4,5-Trimethyl-oxazol
• Kakao



2-Acetyl-1-methyl-pyrrolidin
• Brot

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß über die toxikologischen und physiologischen Eigenschaften der Maillard-Produkte gegenwärtig nur beunruhigend wenig bekannt ist.

Beim Verabreichen im Tierversuch wurden Beeinträchtigung der Verdauung, Organveränderungen sowie negative Beeinflussung des Fortpflanzungsverhaltens festgestellt.

Die Produktion nichtflüchtiger und flüchtiger Aromastoffe ist heute ein wichtiger Teilbereich der lebensmittelchemischen Industrie. Es geht dabei nicht nur um die Herstellung einzelner naturidentischer Komponenten, vielmehr ist häufig die Gewinnung künstlicher aromatisierender Zusatzstoffe das Ziel. Hierfür kommen in erster Linie solche Stoffe in Frage, die in ihrem Strukturtyp mit natürlich vorhandenen Aromastoffen übereinstimmen, jedoch anders substituiert oder gebaut sind (z. B. ist das Kunstprodukt (Abb. 3) sechsmal so geruchsintensiv wie die natürlich vorkommende karamelartig riechende 2-Methyl-Verbindung vgl. Abb. 2).

Die Maillard-Reaktion spielt eine wichtige Rolle bei der Herstellung naturverwandter Pigment- und Aromastoffgemische. So wird durch Erhitzen von reduzierenden Zuckern mit Aminosäuren oder Ammoniumverbindungen brauner Karamel erzeugt, der in großem Maßstab zur Färbung und geschmacklichen Verbesserung von Getränken, Spirituosen, Essenzen und Backwaren eingesetzt wird.

Wichtiger aber ist die Erzeugung künstlicher Fleischaromen auf diesem Wege.

In neuerer Zeit zeichnet sich die Tendenz ab, die durch Maillard-Reaktionen erhaltenen Aromakonzentrate durch den Zusatz definierter Aromaverbindungen, seien diese nun naturidentisch oder nur naturverwandt, sowie durch geschmacksbeeinflussende nichtflüchtige Substanzen zu verbessern. Immerhin ist die Entwicklung von künstlichen Fleischaromen so weit gediehen, daß in den USA etwa 100 verschiedene, durch Fleischaroma verbesserte Pflanzenprotein-Produkte auf dem Markt sind (z. B. Salami, Schinken, Huhn, Steak, Corned Beef).

Ein ausgesprochen negativer Aspekt der Maillard-Reaktion ist die Wertminderung von Lebensmitteln durch die Überfertigung von Aminosäuren in für den Organismus nicht mehr voll verwertbare Verbindungen.

Mit erheblichen Aminosäure-Verlusten ist bei Zubereitungsformen von Lebensmitteln zu rechnen, die mit einer starken und anhaltenden Hitzeeinwirkung verbunden sind (Trocknen, Rösten, Puffen, Bräunen). Dies gilt in besonderem Maße auch für die Hitzesterilisierung von Milch und anderen Lebensmitteln.

Vom Standpunkt des Chemikers ist die Maillard-Reaktion wegen ihres komplexen und uneinheitlichen Verlaufes wenig attraktiv. Sie ist jedoch die Quelle einer großen Zahl von Stoffen, denen der Mensch - wenngleich vielfach nur in äußerst geringer Konzentration - täglich ausgesetzt ist.

Das gesteigerte Gesundheitsbewußtsein der Menschen, welches sich auch in immer strengeren gesetzlichen Regelungen widerspiegelt, wird das wissenschaftliche Interesse an dieser Reaktion fördern. Zugleich führt uns die Maillard-Reaktion aber auch vor Augen, daß körperfremde chemische Verbindungen nicht nur als Erzeugnisse, Abfälle oder Schadstoffe der chemischen Industrie direkt oder indirekt mit allen ihren Risiken an uns herangetragen werden, sondern daß solche "Chemikalien" von uns selbst in uns so vertrauten Einrichtungen wie der Küche erzeugt und bedenkenlos von uns aufgenommen werden, dadurch sogar in nicht unerheblichem Ausmaß zu unserer Lebensqualität beitragen.



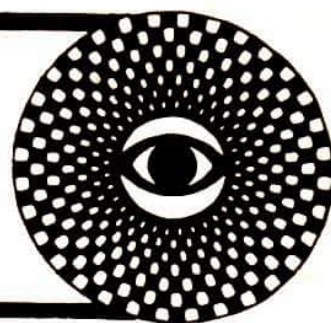
Mehr ertrinken
im Weinglas ~
als im Meer.

Fraß bringt mehr umb-
dann das Schwert.

Alte deutsche Spruchweisheit



DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Prof. Jürgen Blechschmidt
Helga Fritzsching

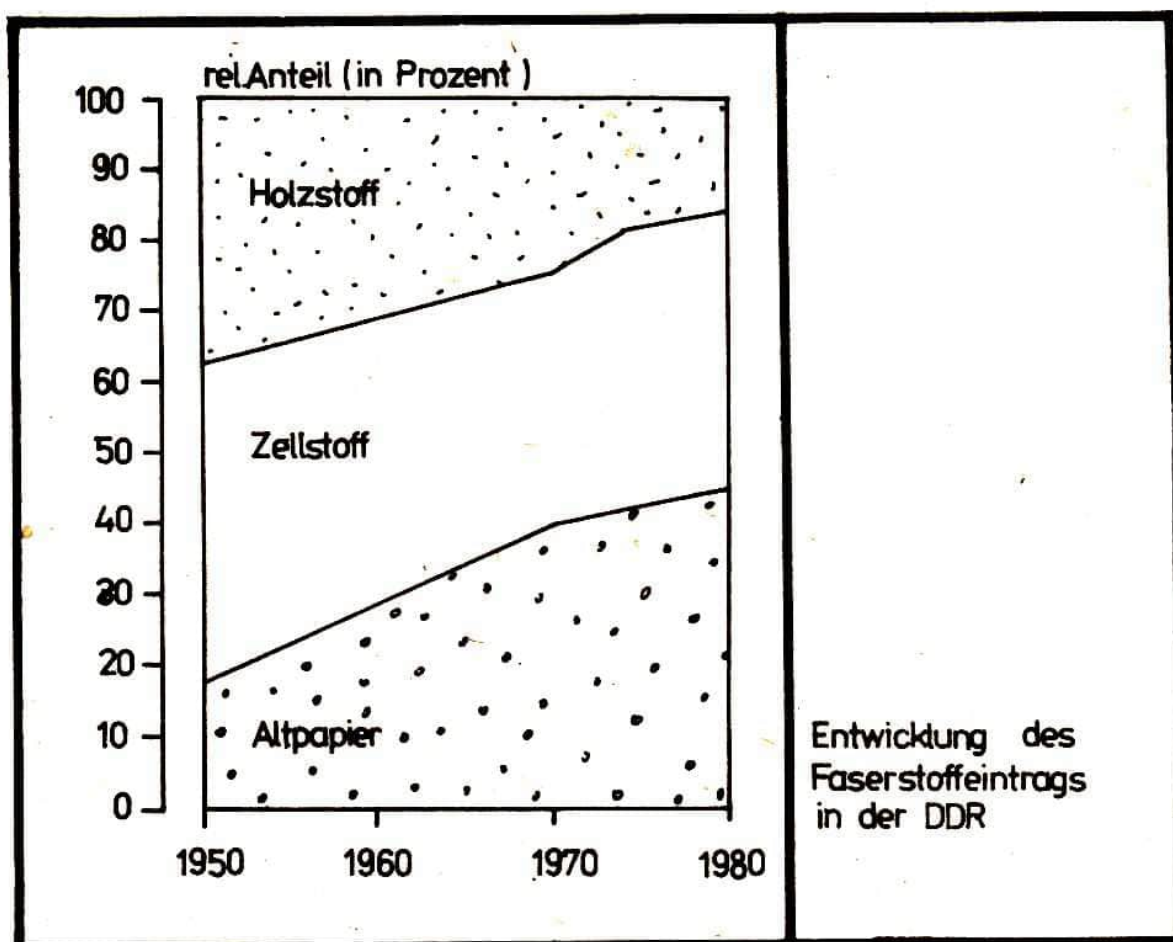
Damit der Wald erhalten bleibt

Zu den wichtigsten Holzverbrauchern in der Volkswirtschaft der DDR gehören mit 28 Prozent das Verpackungswesen und mit 18 Prozent die Papierverarbeitung und Polygrafie. Da die Zellstoff- und Papierindustrie den Hauptteil der Zwischenprodukte für Verpackungswesen, Papierverarbeitung und Polygrafie, aber auch zum Teil für die chemische Industrie und Textilindustrie stellt, ist dieser Industriezweig damit einer der größten Holzverbraucher. Die Mittel zur Senkung des spezifischen Holzverbrauches im Industriezweig Zellstoff und Papier liegen in der Reduzierung der Masse/Flächeneinheit von Papier- und Kartonerzeugnissen und vor allem im verstärkten Einsatz von Altpapier.

Unsere Tabelle gibt einen Überblick über die natürlich zuwachsenden Holzressourcen für die DDR im Vergleich zum RGW-Gebiet und Weltaufkommen. Dabei wird deutlich, daß die eigenen Holzressourcen begrenzt und kaum erweiterungsfähig sind.

Die Papierindustrie der DDR deckte 1979 ihren Rohstoffbedarf zu 47 Prozent mit Altpapier, das ist eine international bemerkenswerte Stellung. Waren es 1965 noch 330 kt Altpapier, so sind es heute mehr als 580 kt, die jährlich verarbeitet werden. Die Abb. veranschaulicht, in welchem Maße Altpapier als Faserstoff in den letzten 30 Jahren in der DDR an Bedeutung gewonnen hat. Das für den Zeitraum 1980 bis 1985 vorgesehene Altpapieraufkommen wird die Einsatzquote auf mehr als 50 Prozent erhöhen. Damit ist das Altpapier zum Hauptfaserstoff in der DDR geworden. In volkswirtschaftlicher Hinsicht steht Altpapier vor allem als Holzsubstituent und damit Bewahrer unserer Wälder im Blickpunkt des Interesses.

Im kommenden Fünfjahrplan werden in der DDR jährlich 600 kt Altpapier verarbeitet. Welche Bedeutung hat das für die Volkswirtschaft? So schützt der Einsatz von 600 kt Altpapier in der DDR jährlich 6,6 Mio 70jährige Fichten vor dem Einschlag. Diese 1,6 Mio Festmeter bzw. 2,3 Mio Raummeter Holz entsprechen mehr als dem Eigenaufkommen an Fichtenfaserholz in der DDR bzw. dem Doppelten des Imports an Fichtenfaserholz. Sie machen etwa 16 Prozent des gesamten Rohholzeinschlages in der DDR aus. Dabei wird davon ausgegangen, daß 1 t Altpapier 2,7 fm Holz substituiert bzw. dem Faserholzanteil von zehn bis zwölf siebzighjährigen Fichten entspricht. Die so eingesparten Mengen bewahren damit eine Waldfläche von etwa 4500 ha vor dem Einschlag. Die Werte unserer Tabelle zugrunde gelegt, wird deutlich, daß der derzeitige Holzeinschlag in der DDR um etwa ein Viertel erhöht werden müßte, wenn kein Altpapier als Papierfaserstoff zur Verfügung stünde.



Waldfläche und spezifischer Einschlag 1976

	DDR	RGW	Welt
Waldanteil der Gesamtfläche (%)	25,22	31,55	33
Waldfläche (Mio ha)	2,732	786,810	4 400 000
Einschlag (m^3/ha)	3,18	0,59	0,57
Einschlag ($\text{m}^3/\text{Einwohner}$)	0,52	1,26	0,64
ha Wald pro Einwohner	0,16	2,12	1,11

Bei der heutigen Energiesituation ist auch die sich beim Altpapier-Recyclingprozeß ergebende wesentliche Energieeinsparung von großer Bedeutung. So liegt der spezifische Energieverbrauch bei der Aufbereitung von Altpapier zu Papierfaserstoff etwa um zwei Drittel niedriger, als für die Erzeugung der entsprechenden Menge Stein-Holzschliff erforderlich wäre. Die Verarbeitung des Jahresaufkommens an Altpapier im Vergleich zur Holzschliffherstellung spart 600 Giga-Wattstunden ein. Diese Menge liegt in der Größenordnung des Jahresenergiebedarfes einer Stadt von ca. 100 000 Einwohnern, wie z. B. Cottbus, Dessau, Jena oder Schwerin. Erhebliche volkswirtschaftliche Vorteile eröben sich auch für den Umweltschutz und damit für den Frischwasser-Verbrauch zur Erzeugung von 1 t Faserstoff.

Die Belastung durch die dem Vorfluter zugeführten Abwässer von der Altpapier-Aufbereitung ist mit der von der Stein-Holzschliffherzeugung vergleichbar. Nach Literaturangaben verursacht jede aus Altpapier hergestellte Tonne Papier und Karton eine um 73 Prozent geringere Schadstoffkonzentration in den Abgasen als bei der Erzeugung aus Zellstoff.

Der Einsatz von Altpapier bewahrt aber nicht nur Bäume als Faserholzlieferanten vor dem Einschlag, sondern hilft damit auch, deren sozialhygienische und landeskulturelle Funktionen in unserer Umwelt zu erhalten. Bekanntlich ist die Pflanze als einziges Lebewesen in der Lage, im Verlauf der Fotosynthese Kohlendioxid umzusetzen und dabei Sauerstoff freizugeben. Etwa 150 m² Blattfläche produzieren den Sauerstoffbedarf eines Menschen. Je nach Alter und Kronenvolumen kann die Oberfläche der Blätter eines Baumes 80...800 m² betragen. Dabei filtert die Blattmasse gleichzeitig die verschmutzte Luft. So vermag 1 ha Wald z. B. im Jahr bis zu 70 t Staub aus der Umwelt zu binden.

Durch den verstärkten Einsatz von Altpapier als Faserstoff wird ein wichtiger Schritt getan, den Wald optimal zu nutzen bei gleichzeitiger Energie- und Wassereinsparung, Senkung der Abwasser- und Luftverschmutzung, Vergrößerung der Rohstoffreserven und Verminderung der Müllbeseitigungsprobleme. Die Steigerung des Einsatzes an Altpapier als Faserstoff für die Papiererzeugung ist damit eine weltweite Aufgabe zur Einsparung an Faserholz.

aus "Technische Gemeinschaft" TG 29 (1981) 5 (gekürzt)



Man könnte, da man doch einzelne Silben nicht liest, sondern ganze Wörter, manche Bücher sehr abkürzen. In vielen Wörtern sind die Vokale entbehrlich:
Mnsch liest gewiß jedermann Mensch,
list gwß jdrmn Mnsch. LICHTENBERG



63 UNSEREPHYSIKAUFGABE



Die Flamme der in einem geschlossenen Kasten brennenden Kerze neigt sich nach der Richtung in der man den Kasten beschleunigt vorwärtsbewegt. Wie ist das zu erklären? -

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 55 aus Heft 6 / 14. Jahrgang

Aufgabe: Bei der Rückkehr der Landekapsel von Apollo 15 auf die Erde hat sich einer der 3 Bremsfallschirme nicht geöffnet. Um welchen Faktor hat sich dadurch die Fallgeschwindigkeit gegenüber dem vorgesehenen Wert vergrößert, wenn wir annehmen, daß die Bremskraft proportional der Fallschirmfläche und proportional dem Quadrat der Fallgeschwindigkeit ist? -

Lösung: (eingesandt von Gerald W e r n e r , Meiningen, 19)

$$F_B \sim A_s \quad F \sim A_s \cdot v^2$$

$$F_B \sim v^2 \quad v^2 = \frac{F_B}{k \cdot A_s} \quad k \dots \text{Proportionalitätsfaktor}$$

$$A_{s2} = \frac{2}{3} A_{s1}$$

$$v_2^2 = \frac{3}{2} v_1^2$$

$$v_2 = \frac{1}{2} \sqrt{6} v_1$$

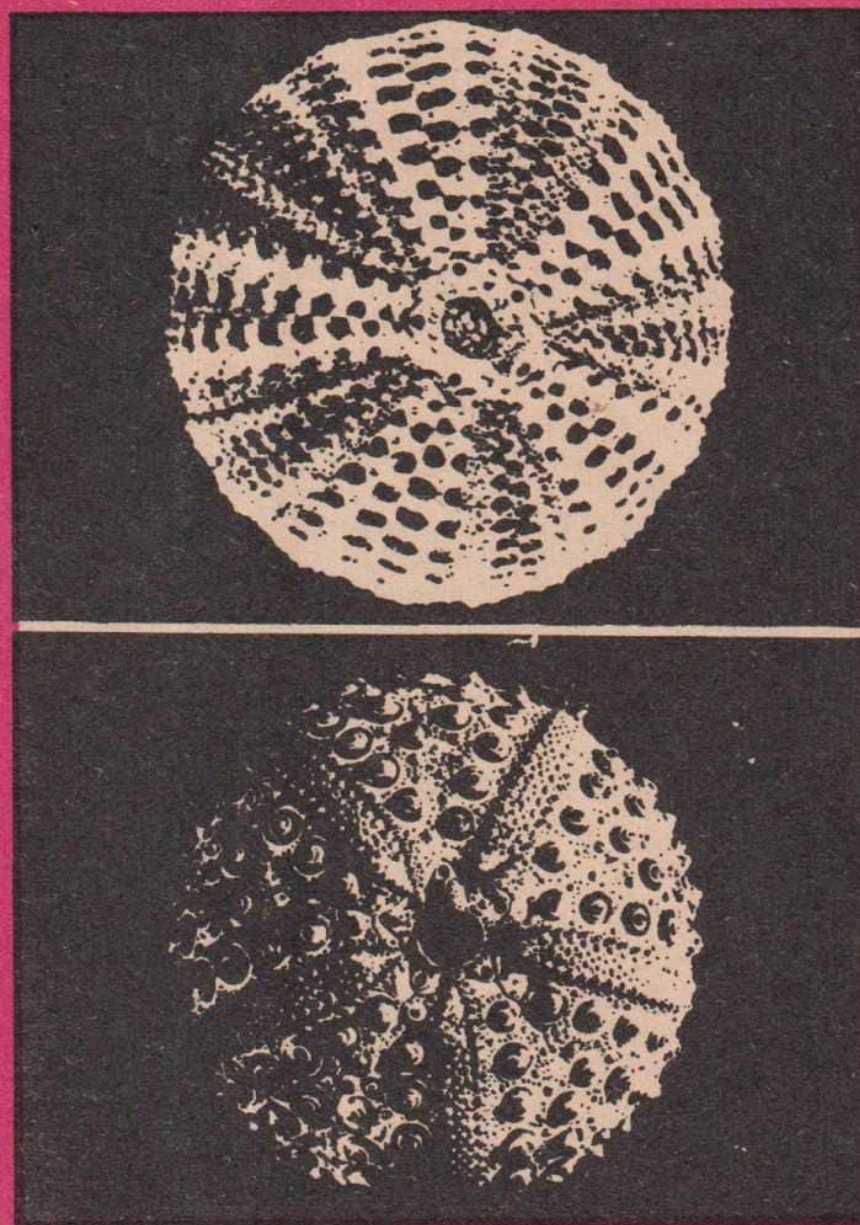
Der gesuchte Faktor ist $\frac{1}{2} \sqrt{6}$.



O glücklich,
wer noch hoffen kann,
Aus diesem Meer
des Irrtums
aufzutauchen!
Was man nicht weiß, das
eben brauchte man.
Und was man
weiß, kann man
nicht brauchen.
Faust · 1. Teil

impuls 68

6



Phaeton-Legende

*

Feuerwerkskörper

*

„Oh, schaurig ist's,
übers Moor zu gehn“

*

Abfallbeseitigung

*

Musik im Hörsaal

*

Margit Schumann

Titelbild:

Zwei Seeigel (R. L.)

impuls

68

Grunwaldt, Lutz	Die Phaeton-Legende (Teil 2)	ASTRO	3
Buscha, Andreas	Zur Chemie der Feuerwerkskörper	CHE	10
Liebermann, Bernd	„Oh, schaurig ist's, übers Moor zu gehn“ (Ein botanisch-ökologischer Streifzug durchs Moor – Teil 2)	BIO	15
Hiebsch, R.	Abfallbeseitigung – Wohin mit dem Müll?		19
Seidel, Paul	Zehn Jahre Studentenclub Musik im Hörsaal		23
	Interview mit Margit Schumann, Rennschlittensportlerin		27
	Physikaufgabe Nr. 64, Lösung Nr. 56		31

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz, (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Kleinoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil V „Werner John“, Rudolstadt

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: -,40 M, Jahresabonnement: 4,- M



Gestaltung: Mathias Hegner
Redaktionsschluß: 10. 1. 1982

Die Phaeton-Legende (Teil 2)

Als recht problematisch erwies sich die Bestimmung des Durchmessers der Asteroiden. Während Planetendurchmesser verhältnismäßig sicher auf geometrischem Wege vermessen werden konnten (man brauchte bei bekannter Entfernung lediglich den scheinbaren Durchmesser des Planetenscheibchens mikrometrisch zu vermessen), scheiterte dieses Verfahren hier. Der Grund: Die scheinbaren Durchmesser waren so klein, daß sie z. T. beträchtlich unterhalb einer Bogensekunde (!) lagen. Lediglich für die vier erstentdeckten Vertreter bestimmte Barnard gegen Ende des vorigen Jahrhunderts am Lick-Refraktor (91 cm Öffnung) unter großen Schwierigkeiten ungefähre Durchmesser. Er fand für 1 Ceres - 767 km, 2 Pallas - 389 km, 3 Juno - 193 km und 4 Vesta - 386 km. Die Messungen waren jedoch wegen starker Störungen des winzigen Asteroidenbildchens durch die Luftunruhe mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor behaftet. Gab es aber nicht vielleicht doch Möglichkeiten, auch die Durchmesser der noch kleineren Objekte zu bestimmen?

Der Mond dient als Vergleich

Selbstverständlich gab es solche Möglichkeiten. Eine seit langem gebräuchliche Methode ist die folgende:

Nimmt man an, daß alle Asteroiden das gleiche Rückstrahlvermögen für Sonnenstrahlung (sogenannte Albedo) besitzen, so kann man unter Einbeziehung eines Eichkörpers auch ihre ungefähren Durchmesser ermitteln. Dieser Eichkörper ist - der Mond, und die Überlegung ist die folgende: Der Mond besitzt eine Albedo von 0,07 (im Mittel), d. h. er strahlt nur 7 % des auftreffenden Sonnenlichtes zurück. Größe und Albedo des Mondes sind also bekannt. Bringt man in einem Gedankenexperiment den Mond auf

eine größere Entfernung und verringert gleichzeitig noch seinen Durchmesser, so verringert sich die Intensität der von ihm erhaltenen Strahlung um einen gewissen, exakt bestimmbaren Faktor. Nimmt man nun die Albedo eines Planetoiden als bekannt an, so läßt sich aus seiner (durch Bahnbestimmung bekannten) Entfernung und der gemessenen Helligkeit, verglichen mit der des Mondes, sein Durchmesser bestimmen. Dieses (an sich genaue) Verfahren hat natürlich schwache Punkte: Die Albedo der Asteroiden war nur durch die vier erstentdeckten "geeicht" worden und wurde für alle weiteren als konstant angenommen. Das traf sicherlich nicht zu. Trotzdem wurden auf diese Weise die Durchmesser vieler Asteroiden abgeschätzt. Die meisten Objekte erwiesen sich als sehr klein, ihre Durchmesser betrugen z. T. nur wenige Kilometer.

Neue Verfahren - neue Erkenntnisse

Die recht unvollkommene Methode der Durchmesserbestimmung durch Vergleich mit der Mondalbedo (unter Annahme eines konstanten Albedowertes für alle Asteroiden) ließ die Forscher selbstverständlich nicht ruhen. Anfang der 70er Jahre wurden nach langwierigen Laborexperimenten und Untersuchungen an irdischen und kosmischen Mineralien zwei neue Verfahren einsatzreif, die die unbefriedigende Situation von Grund auf änderten:

- Zellner und Mitarbeiter erhielten die Albedo der Asteroiden aus Messungen der Polarisierung des reflektierten Lichtes in verschiedenen Spektralbereichen
- Morrison und andere fanden genaue Werte für die Albedo aus Messungen der Infrarotstrahlung des Asteroiden zwischen 10 und 20 Mikrometer Wellenlänge und aus dem Vergleich dieser Werte mit Messungen im sichtbaren Bereich des Spektrums.

Beide Verfahren wurden häufig kombiniert angewandt und erbrachten gut übereinstimmende Resultate, die z. T. recht überraschend waren. Zunächst zeigte sich, daß die von Barnard optisch bestimmten Durchmesser zu klein waren. Mehr noch: Die bisher als viertgrößter Planetoid geltende Juno (Nr. 3) rangierte plötzlich

erst auf Rang 15. Andere Asteroiden erwiesen sich als größer, sie waren jedoch wegen ihrer sehr dunklen Oberfläche für kleiner gehalten worden. Nachdem nunmehr die genaue Albedo bekannt war, änderte sich die Situation.

Woraus bestehen Asteroiden?

Werfen wir zunächst einen Blick auf eine Tabelle der 10 größten Asteroiden:

Nr.	Name	Durchmesser/km	Albedo
1	Ceres	1003	0,054
2	Pallas	608	0,074
4	Vesta	538	0,229
10	Hygiea	450	0,041
31	Euphrosine	370	0,030
704	Interamnia	350	0,033
511	Davidia	323	0,037
65	Cybele	309	0,022
52	Europa	289	0,035
451	Patientia	276	0,026

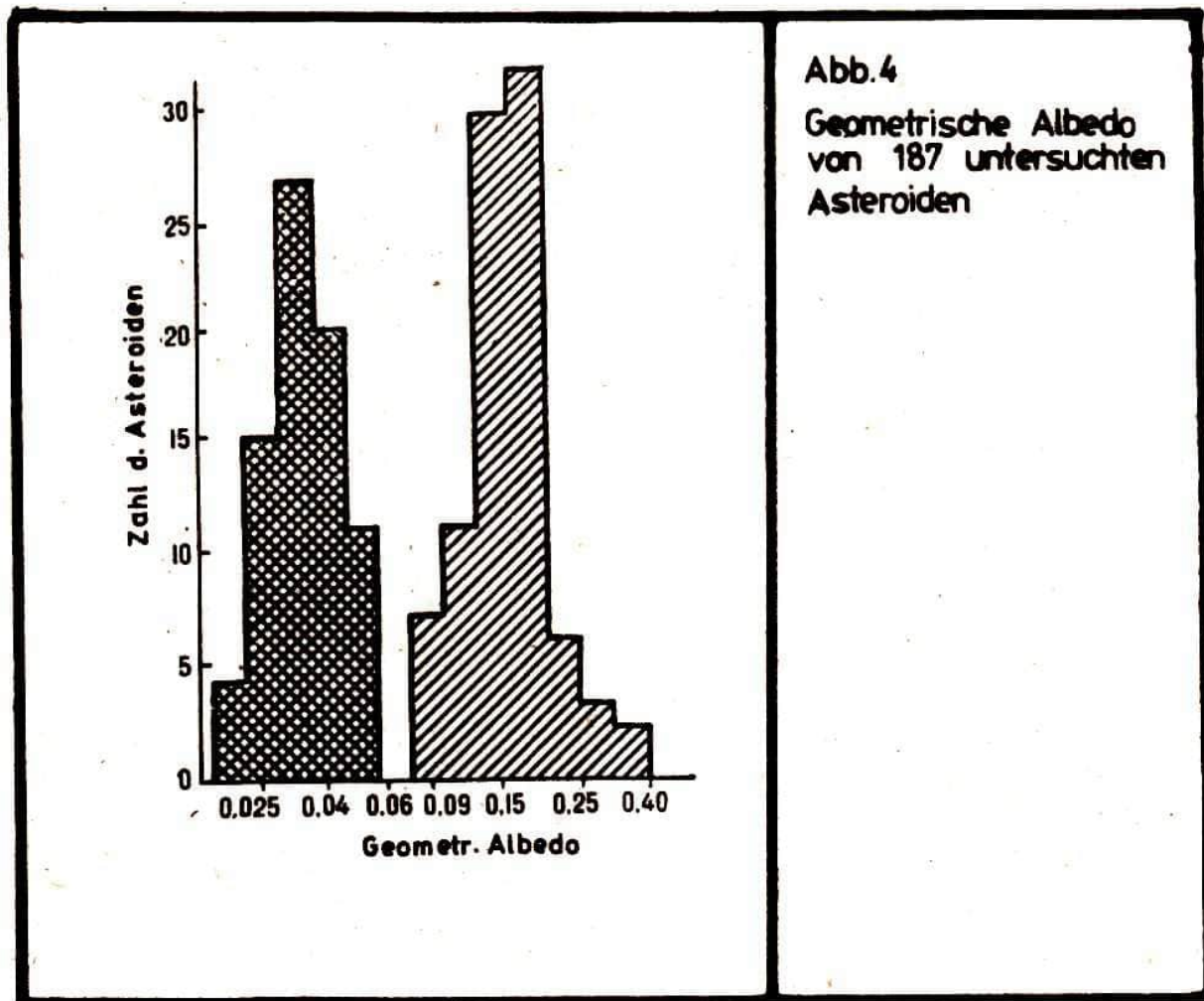
Was uns auffällt, ist zunächst die (mit Ausnahme von 4 Vesta) sehr kleine Albedo der größten Asteroiden. Lediglich 2 bis 5 % des einfallenden Sonnenlichtes werden von ihnen zurückgestrahlt. Untersucht man die Albedowerte auch kleinerer Objekte, dann lassen sich interessante Schlußfolgerungen ziehen.

Es scheint so, als ob zwei große, sich in Oberflächenbeschaffenheit und Zusammensetzung unterscheidende Gruppen von Asteroiden existieren. Die erste besitzt Albedowerte zwischen 0,014 und 0,054. Derartig dunkle Oberflächen deuten auf einen hohen Kohlenstoffgehalt hin, ähnlich dem Meteoritentyp, der als Klasse der "kohligen Chondriten" bekannt ist.

Wesentlich höhere Albedowerte (0,12...0,18) besitzen die Asteroiden der Klasse S. Ihr spektrales Reflexionsvermögen ähnelt dem irdischer Silikatgesteine, Vertreter sind z. B. 44 Nysa und 7 Iris. Zur Unterscheidung von dieser wird die Klasse der kohlenstoffreichen Asteroiden mit C bezeichnet.

Neben diesen zwei Haupttypen scheint noch eine recht interessante

Art von Asteroiden zu existieren: Die Oberfläche dieser kosmischen Körper zeigt Reflexionseigenschaften, wie sie eigentlich für Metalle typisch sind. Die Metallkonzentration an den Oberflächen dieser als M-Asteroiden bezeichneten, sehr seltenen Körper dürfte also relativ hoch sein. Abbildung 4 zeigt die z. Z. bekannte Häufigkeitsverteilung der beiden großen Hauptgruppen.



Die Vertreter der M-Klasse liegen bei Albedowerten um 0,1. Noch eingehendere Analysen der physikalischen Oberflächenbeschaffenheit von Asteroiden erlaubt die detaillierte Spektralanalyse des von ihnen reflektierten Sonnenlichtes (Abb. 5). Pallas und Ceres ändern ihr Reflexionsvermögen im sichtbaren Bereich praktisch nicht, sie sind grau gefärbt. Bamberga und Nemausa zeigen ein ähnliches Verhalten, aufgrund ihres geringen Albedowertes sind sie jedoch fast schwarz. Juno weist einen

starken Albedoanstieg im roten Bereich des Spektrums auf, dürfte also intensiv rot gefärbt sein, während Vesta im Bereich um $0,9 \mu\text{m}$ eine deutliche Absorptionsbande aufweist, wie sie für Ferrosilikate (z. B. Olivin) typisch ist.

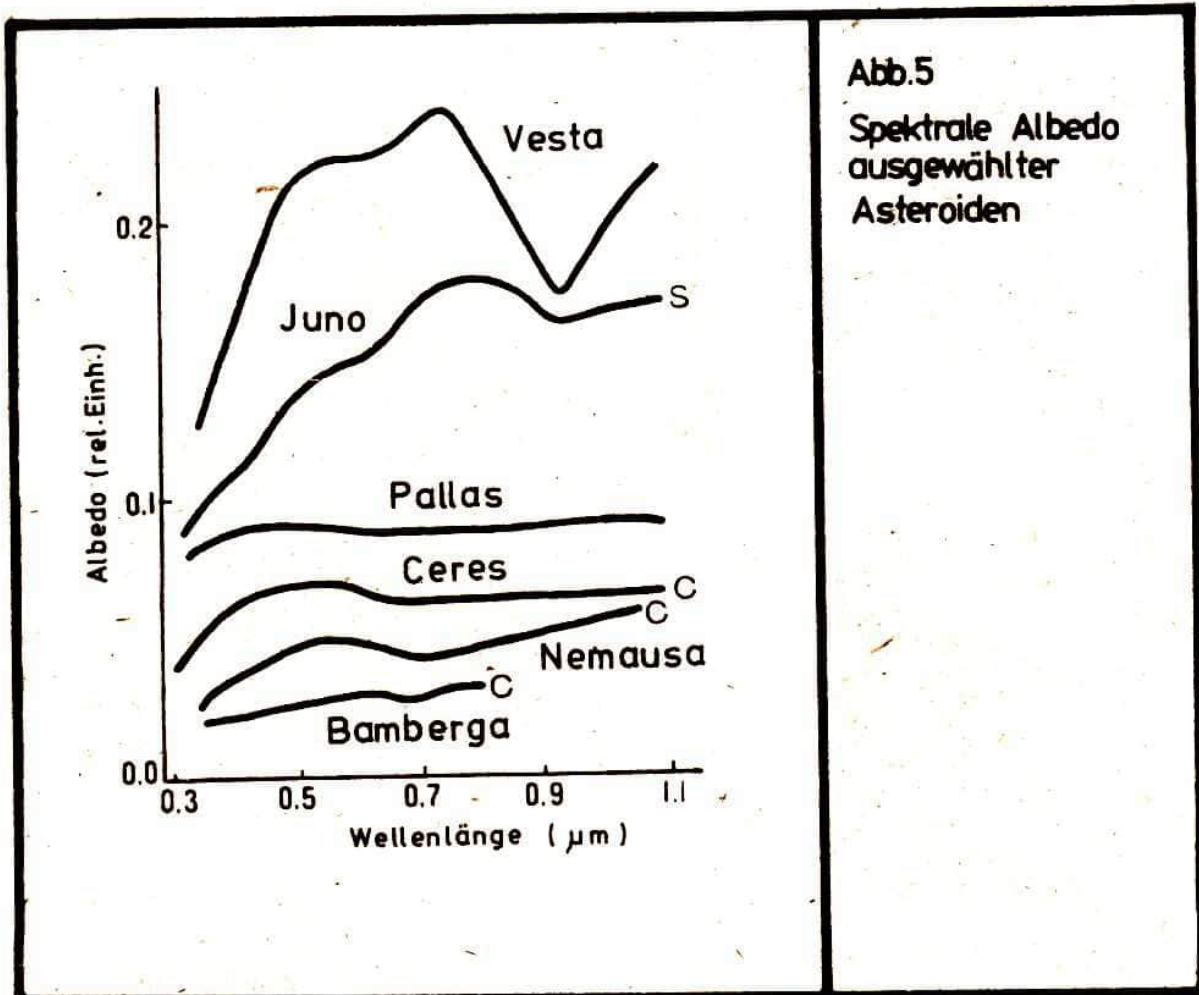


Abb.5

Spektrale Albedo
ausgewählter
Asteroiden

Wie entstanden die Asteroiden?

Mit all den bis hierher zusammengetragenen Fakten ist selbstverständlich unsere eingangs gestellte Frage, ob es sich bei den Asteroiden eventuell um Bruchstücke eines ehemaligen Planeten handelt, noch nicht beantwortet. Das wollen wir abschließend tun. Zuvor jedoch noch etwas zur Frage: Wie sind Asteroiden geformt?

Runde Körper (z. B. Planeten und ihre Hauptmonde, mit Ausnahme der des Mars) zeigen bei homogener Oberflächenbeschaffenheit ein konstantes Licht, auch wenn sie sich drehen. Bei der großen Mehrzahl der Asteroiden ist das nicht der Fall. Diese Objekte zeigen Rotationslichtwechsel (Abb. 7).

Die Ursache ist in der unregelmäßigen Form der Asteroiden zu suchen. Rotiert ein z. B. kartoffelförmiges Objekt um eine seiner Hauptachsen, so wendet es uns bald größere, bald kleinere Teile seiner Oberfläche zu. Asteroiden sind also keine regelmäßig geformten Körper. Bedeutet das nicht geradezu einen Hinweis auf ihre Natur als Bruchstücke eines einstmals großen kosmischen Körpers?

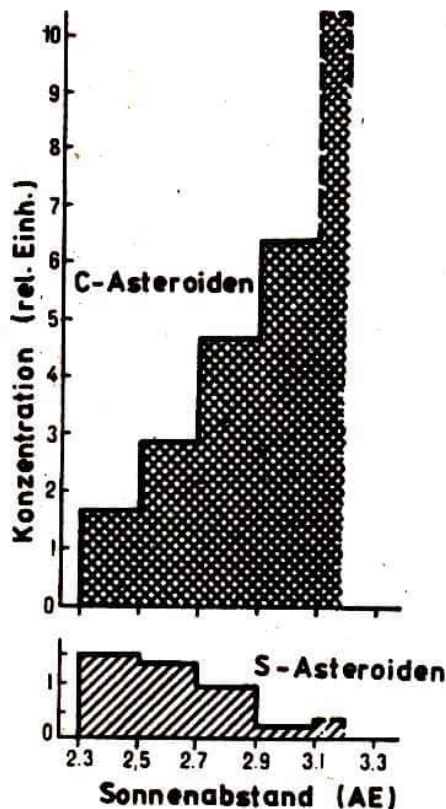


Abb.6
Räumliche Verteilung der
C- und S- Asteroiden

Nein, das ist nicht der Fall. Die in den letzten Jahren geleistete Forschungsarbeit hat auch in der Frage der Herkunft der Asteroiden Klarheit gebracht. Bei der Untersuchung der Verteilung der beiden Hauptgruppen von Asteroiden, der C- und S-Typen, stellte sich ein interessanter Sachverhalt heraus: Beide Gruppen von Objekten sind nicht chaotisch verteilt, wie das nach einer Explosion der Fall sein müßte. Im Gegenteil: Die helleren S-Asteroiden bewegen sich bevorzugt an der sonnenzugewandten Seite des Asteroidenringes, jenseits von 3 AE sind sie nur noch spärlich zu finden. Im Gegensatz dazu wächst die

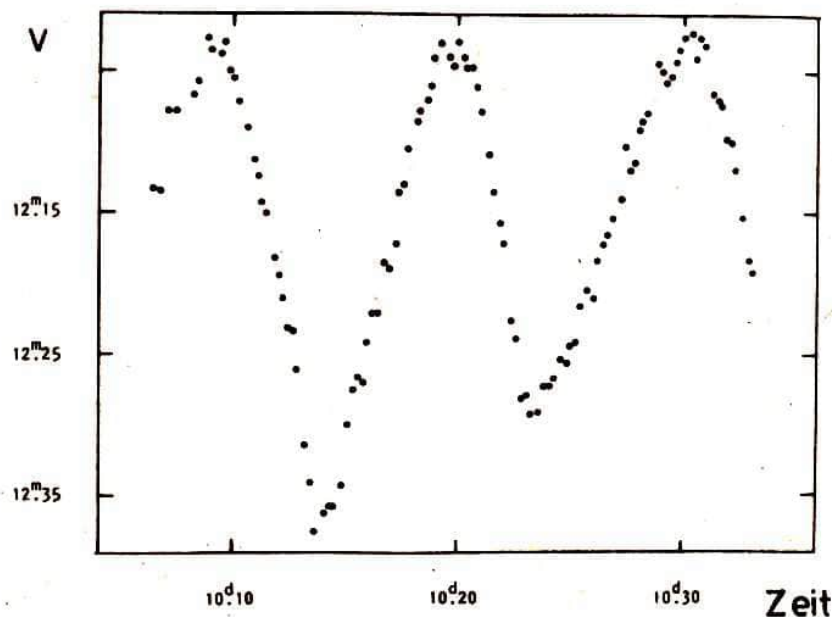


Abb. 7

Rotationslichtwechsel des Asteroiden 250 Bettina

Konzentration der dunkleren C-Typen mit steigender Sonnenentfernung an. Auch an der sonnenabgewandten Seite des Hauptgürtels existieren noch Objekte mit 100 bis 200 km Durchmesser. Dieser Sachverhalt war bisher nicht so genau bekannt. Die Schlußfolgerung aus diesem Sachverhalt ist gravierend: C- und S-Asteroiden sind zwei voneinander unabhängig entstandene Klassen kosmischer Körper! Die unterschiedliche chemische Zusammensetzung dürfte das Resultat von unterschiedlichem Ausgangsmaterial sein. Es handelt sich um protoplanetare Körper, die aufgrund der Bahnstörungen durch Jupiter nicht zu größeren Körpern zusammenwachsen konnten. Ihre unregelmäßige Form rührt daher, daß sie wegen der zu geringen Massen in ihrem Innern niemals die zur Aufschmelzung der Gesteine notwendigen Temperaturen erzeugen konnten. Nur ein geringer Teil der unregelmäßigen Oberflächengestalt dürfte auf das Konto von Zusammenstößen gehen.

Asteroiden stellen auch heute noch ein interessantes Forschungsobjekt dar, da sie uns über Frühstadien der Entwicklung unseres Planetensystems Auskunft geben können.

Die Hypothese vom "geplatzten Planeten", die Phaeton-Legende, gehört jedoch unwiderruflich ins Reich der Phantasie.

Einmal im Jahr kommt jeder mehr oder weniger in Berührung mit den Erzeugnissen eines speziellen Zweiges der chemischen Industrie: der Pyrotechnik. Doch das ziemlich schmale Sortiment der - bei entsprechender Handhabung - relativ harmlosen Knallkörper und Raketen, die kurz vor dem Jahreswechsel in den Handel kommen, ist hinsichtlich Wirkung als auch Gefährlichkeit kaum mit dem zu vergleichen, was bei "richtigen" Feuerwerken von professionellen Feuerwerkern gezündet wird.

Allerdings läßt sich das silvesterliche Spektakulum bei etwas experimentellem Geschick durchaus erweitern - Vorsicht ist dabei aber unbedingt anzuraten: Peroxide, Azide und Acetylide behandelt selbst (und gerade) der gestandene Chemiker nur mit dem angemessenen Respekt, Gemische von Chlorat und Schwefel entzündeten sich beim Verreiben, andere wiederum zeitlich verzögert nach dem Mischen oder durch Luftfeuchtigkeit. Versuche, die ohne genügende Kenntnis über die Wirkung und die Reaktivität der eingesetzten Verbindungen durchgeführt werden, sind sträflicher Leichtsinn.

Tabelle 1

Pulver	Bestandteile in %		
	KNO_3	S	C
Griechisches Feuer (12. Jh.)	67	11	22
Gewehrpulver (19. Jh., Dtschl.)	74	10	16
Jagdpulver (19. Jh., Dtschl.)	78,5	10	11,5
Sprengpulver (19. Jh., Dtschl.)	66	12,5	21,5
Schwarzpulver (20. Jh.)	74	10,4	15,6

Die Anfänge der Pyrotechnik im abendländischen Raum datiert man zurück auf etwa 400 u.Z. Lange Zeit betrieb man sie empirisch, d.h., die Substanzen und ihre Mischungsverhältnisse-

se wurden experimentell "ausprobiert". Die ersten Mischungen beinhalteten im Prinzip die Komponenten des Schwarzpulvers, das zuerst "griechisches Feuer" hieß und bereits im 12. Jahrhundert fast die Zusammensetzung hatte wie heute (Tab. 1).

Obwohl es für Schußwaffen nicht mehr von Bedeutung ist, hat das Schwarzpulver seine Rolle in der Pyrotechnik bewahrt, was auf praktische Gründe zurückzuführen ist: leichte Zugänglichkeit der Ausgangsstoffe, geringe Empfindlichkeit der Mischung gegenüber Schlag und Reibung, ausgezeichnete Lagerfähigkeit.

Bestandteile pyrotechnischer Mischungen

Am Beispiel des Schwarzpulvers läßt sich demonstrieren, wie die Zusammensetzung einer Feuerwerksmischung im Prinzip auszusehen hat: Stets ist ein Oxidationsmittel vonnöten (KNO_3) und ein oder mehrere Reduktionsmittel (S,C), die als Brennstoffe bezeichnet werden. Meist sind die Reaktanten Festkörper, gut gepulvert und vermischt. In jeder Mischung läuft also eine Redox-Reaktion ab, die jedoch als Festkörperreaktion und durch die hohe Reaktionsgeschwindigkeit recht kompliziert ist.

Oxidationsmittel

Als Oxidationsmittel werden Salze sauerstoffreicher Säuren verwendet, wie Nitrate, Chlorate, Perchlorate, Bromate, Jodate usw. Von den organischen Verbindungen kommen bisher nur vollständig halogenierte Kohlenwasserstoffe in Frage, so Teflon oder Hexachlorethan.

Brennstoffe

Weitaus häufiger setzt man organische Verbindungen als Brennstoffe ein: Holzkohle, Naturharze, synthetische Kunststoffe; kurz alles, was auch ohne Oxidationsmittel bereits an der Luft verbrennt. Anorganische Brennstoffe sind vor allem Magnesium und Aluminium sowie Schwefel, Phosphor, Antimon und Selen.

Katalysatoren und Inhibitoren

Diese werden eingesetzt, um Abbrandgeschwindigkeit und -verhalten zu modifizieren. Katalysatoren setzen die Zersetzungstemperaturen des Oxidationsmittels herab, es handelt sich dabei zu meist um Übergangsmetalloxide wie Co_2O_3 , Cr_2O_3 , MnO_2 , Fe_2O_3 , Ni_2O_3 , CuO usw. Die zur Verlangsamung der Reaktion dienenden Inhibitoren sind entweder Inertstoffe, die nicht an der Reaktion teilnehmen (Carbonate, Sulfate, Phosphate) oder organi-

sche Verbindungen, deren Zersetzung hohe Energien erfordert (Stärke, Zellulose).

Andere Bestandteile

Hier sind in erster Linie flammenfärbende Substanzen zu nennen:

- für die Gelbfärbung Na-Salze - für die Rotfärbung Sr-Salze
- für die Blaufärbung Cu-Salze - für die Grünfärbung Ba-Salze.

Außerdem können noch Bindemittel Anwendung finden und Harze und Wachse, die feuchtigkeitsempfindliche Verbindungen stabilisieren.

Physikalisch-chemische Eigenschaften

Die physikalisch-chemischen Daten der Reaktanten geben gewisse Aufschlüsse über die zu erwartende Wirkung, die je nach Zweck sicherlich verschieden ist und durch verschiedene Kombinationen der Reaktionspartner variiert werden kann. Als Anhaltspunkte können verwendet werden:

- Schmelz- und Zersetzungstemperatur der Oxidationsmittel,
- thermodynamische Daten der Zersetzungsreaktionen,
- Verbrennungswärmen und Zündtemperaturen der Brennstoffe in Sauerstoffatmosphäre.

Dabei stehen die Zersetzungstemperaturen der Oxidationsmittel und ihre thermodynamische Stabilität, deren Maß die freie molare Standardbildungsenthalpie $\Delta_f G^\ominus$ ist, nicht in einem Proportionalitätsverhältnis, das eine sofortige Schlußfolgerung hinsichtlich des Reaktionsverlaufes zuließe.

Auffällig ist die thermodynamische Stabilität von Sulfaten und Phosphaten, die sich in der Tat als recht reaktionsträge erweisen. Da bei der pyrolytischen Spaltung von sauerstoffreichen anorganischen Salzen stets Sauerstoff abgegeben wird, sind die Zersetzungstemperaturen aus Tabelle 2 ein Maß dafür, bei welcher Temperatur sich die Mischung, die ein solches Salz enthält, spätestens entzündet. Danach sind vor allem Chlorate, Perchlorate, Nitrate und Permanganate geeignet; die Beträge der freien molaren Standardbildungsenthalpie sind hier auch besonders gering.

Tabelle 2

Verbindung	Schmelz- punkt [K]	Zersetz.- Temp. [K]	$\Delta_s G^\ominus$ [MJ/mol] (kcal/mol)	
NaClO_3	529	623		
KClO_3	637	838...893	-0,292	(-69,8)
NaClO_4	746	763...800		
KClO_4	861	783...892	-0,301	(-72)
RbClO_4	879	908	-0,304	(-72,7)
CsClO_4	848	903	-0,306	(-73,2)
NaNO_3	577	793	-0,366	(-87,4)
KNO_3	605	901...1073	-0,393	(-93,9)
$\text{Ba(NO}_3)_2$	861	878	-0,796	(-190,2)
KMnO_4		513	-0,7141	(-170,55)
NaMnO_4		443		
K_2SO_4			-1,317	(-314,5)
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			-1,797	(-429,2)
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$			-3,893	(-929,7)

Andererseits kommt den Zündtemperaturen der Brennstoffe wegen ihrer Abhängigkeit von der physikalischen Beschaffenheit der Stoffe (Oberflächenstruktur, Korngröße, Verunreinigungen usw.) keine allzu große Bedeutung zu. Liegt die Zersetzungstemperatur des Oxidationsmittels hoch, so wird das bei der Zündtemperatur der entsprechenden Mischung ebenso sein.

Wichtig sind die Charakteristika der Reaktionsprodukte.

Entstehen vorwiegend feste Substanzen wie bei der Verbrennung von Metallen, wird die erzeugte Energie vorwiegend in Wärme umgesetzt. Sind die Produkte hingegen gasförmig, wird kinetische Energie freigesetzt, was zu einer geringeren Verbrennungstemperatur führt.

Der Reaktionsverlauf

Festkörperreaktionen, die bei hohen Temperaturen und mit hoher Geschwindigkeit ablaufen, also auch die Reaktionen in einer pyrotechnischen Mischung, gehen einher mit einer Reihe von Prozessen, die den Zugang zum Reaktionsgeschehen erschweren:

Änderungen der Kristallstruktur, Schmelz- und Verdampfungsvorgänge sowie Reaktionen zwischen allen Aggregatzuständen. Um hier Abläufe oder gar Teilschritte aufzuklären, bedarf es aufwendiger physiko-chemischer Meßmethoden. Deswegen konnten auch erst in jüngster Zeit dabei Fortschritte erzielt werden.

Die einfachste Methode besteht in der Produktanalyse. Sie ist seit langem bekannt und wurde speziell für Schwarzpulver 1857 von Bunsen und Schischkoff ausgeführt. Es war Berthelot, der nach diesen Werten eine Reaktionsgleichung aufstellte, welche aber das damalige Mischungsverhältnis nicht bestätigen konnte.

Neuere Methoden findet man in der Differentialthermoanalyse und der Thermogravimetrie. Hierbei hat man zum einen die Möglichkeit, die Temperatur der Probe beim kontrollierten Aufheizen gegen einen Standard zu messen, wobei der Standard im interessierenden Bereich keine Reaktion zeigt (Differentialthermoanalyse). Demzufolge bewirkt eine exotherme Reaktion (wärmeliefernd) eine positive Abweichung von der Nulllinie, eine endotherme aber eine negative. Zum anderen kann man mit Hilfe der Thermogravimetrie die Abhängigkeit des Gewichts einer Probe von der Temperatur bestimmen und damit Verdampfungsvorgänge und Gasentwicklungen erkennen. Werden nun noch binäre Mischungen der einzelnen Gemisch-Komponenten untereinander ausgemessen, so kann man zum Beispiel die für die Zündung der pyrotechnischen Mischung verantwortlichen Reaktanten ermitteln. Ebenso ist es möglich, Phasenübergänge als auch Schmelz- und Verdampfungsvorgänge zuzuordnen.

Für zukünftige Messungen stehen noch verfeinere Untersuchungsverfahren zur Verfügung. Hier sind jedoch die Erkenntnisse vorerst spärlich und noch nicht für die praktische Arbeit verwertbar. Es bieten sich an: die Scanning-Kalorimetrie zur Bestimmung von Reaktionswärmen, Oberflächenuntersuchungen durch Rasterelektronenmikroskopie, die Röntgenfluoreszenzanalyse und die Neutronenradiographie. Bildung und Zerfall von kurzlebigen Bruchstücken und reaktiven Zwischenprodukten lassen sich möglicherweise durch Blitzlichtphotolyse mit zum Beispiel einem gepulsten Laser nachweisen.

Alle diese Methoden sind indes recht aufwendig, so daß erst die Zukunft weitere Aufklärung bringen wird.

„Oh, schaurig ist's, übers Moor zu gehn“

(Ein botanisch-ökologischer Streifzug
durchs Moor) - 2. Teil -

Nachdem wir im ersten Teil unseres Streifzuges unser Augenmerk auf die Verlandung nährstoffreicher Gewässer gelenkt haben, wollen wir uns nun mit abweichenden Entwicklungen und schließlich mit der Hochmoorbildung beschäftigen.

Nährstoffärmere Gewässer verlanden langsamer, dabei entwickeln sich Pflanzengesellschaften, die weniger stoffproduktiv sind und sich von den bereits vorgestellten mehr oder weniger unterscheiden. So entsteht als Schlußgesellschaft der Moorbirken-Erlenbruchwald, die großwüchsigen Seggenrieder werden durch Kleinseggen Sümpfe ersetzt. In den nährstoffärmeren Flachmooren hat der Kalkgehalt großen Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften. Auf Kalkböden finden wir stets eine artenreiche Vegetation. Das gilt auch für die Kalksümpfe, in denen eine Reihe von seltenen und attraktiven Knabenkrautgewächsen gedeihen. Dazu zählen Sumpf-Sitter, Sumpf-Knabenkraut, Sumpf-Glanzkraut und Steifblättriges Knabenkraut. Die Schlamm- und Torfablagerungen, die zu einer Isolierung vom mineralischen Untergrund führen, bewirken in mineralstoffärmeren Gewässern eine weitere empfindliche Verknappung der Nährsalze. Unter diesen Bedingungen kommt es zur Ausbildung der Zwischen- oder Übergangsmoore. Typisch für solche nährstoff- und kalkarmen Lebensräume sind die Schwingrasen, schwimmende Pflanzendecken, die vom Ufer aus zur Seemitte wachsen, weil in der seewärts vordringenden Randzone noch die meisten Nährstoffe vorhanden sind.

Diese Schwingrasen bestehen vor allem aus Torfmoosen, aber auch anspruchslose höhere Pflanzen, wie Blasenbinse, Schnabelried, Schlammsegge, Schmalblättriges Wollgras oder Fieberklee siedeln sich an. Die Pflanzendecke wird mit der Zeit immer tragfähiger. Beim Betreten, das nicht ganz ungefährlich ist, schwingt der schwimmende Boden auf und nieder, daher der Name Schwingrasen. Durch weitere Torfablagerungen erreicht die Moor-

decke schließlich den Grund. Dann können sich Birken oder Kiefern entwickeln, es kommt zur Ausbildung von Waldmooren (Schlußgesellschaft).

Auf der Grundlage von Schwinggrasen oder ähnlichen nährstoffarmen Zwischenmooren können sich nun aber auch Verlandungshochmoore entwickeln. Dazu muß die jährliche Niederschlagsmenge genügend hoch sein. Deshalb finden wir Hochmoore sowohl im regenreichen Küstenbereich als auch in höheren Gebirgslagen, die im Regenstau liegen. Versumpfungshochmoore können sogar auf ausgelaugtem Mineralboden entstehen, also völlig unabhängig vom Grundwasserspiegel.

Entscheidend für die Entwicklung eines Hochmoores ist die Existenz der Torfmoose, die in der Lage sind, in ihren Zellen und zwischen den einzelnen Pflänzchen das Vielfache ihres Eigengewichtes an Wasser aufzunehmen. Mit sehr wenig Nährstoffen auskommend, streben diese Moose durch ein ausgeprägtes Spitzenwachstum in die Höhe, während sie am unteren Ende langsam absterben. Da sie durch Ausscheiden von Säure die Versauerung des nassen Bodens mit verstärken, kommt es im Hochmoor nur zu einer extrem langsamen Zersetzung der Biomasse. So entsteht im Laufe der Jahrtausende ein riesiger Schwamm mit einem mooreigenen Wasserspiegel, der nur von den Niederschlägen gespeist wird. Da die Wachstumsbedingungen für die Torfmoose am Rande schlechter als in der Mitte sind, wölbt sich ein solches Moor uhrglasförmig empor, deshalb der Name Hochmoor. Das saure und nährstoffarme Moorwasser, das durch Huminsäuren braun gefärbt ist, fließt kontinuierlich an den Rändern ab und vermischt sich mit dem mineralstoffreicheren Untergrund. Deshalb bildet sich in dieser Randzone, dem Lagg, oftmals eine Zwischen- oder Flachmoorvegetation aus.

Die Oberfläche besonders der intensiv wachsenden Versumpfungshochmoore ist nicht eben, sondern besteht aus wassergefüllten Vertiefungen, den Schlenken, und trockneren Erhöhungen, den Bulten. Beide Elemente bilden einen Regenerationskomplex. In den Schlenken wachsen nämlich die Torfmoose besonders gut, so daß es zu einer Art Verlandung im kleinen kommt. So erreicht die Schlenke im Laufe der Zeit das Niveau der benachbarten Bulten, die im Wachstum stagnieren. Auf diese Weise entsteht eine neue junge Bulte, die weiter in die Höhe wächst. Neben den Torfmoosen siedeln sich einige höhere Pflanzen an, die dem nährstoffarmen und sauren Standort angepaßt sind und im Höhenwachs-

tum mithalten können. Zu nennen wären in diesem Zusammenhang Wollgras, Rosmarinheide und Moosbeere, die auch in den verfestigten Schlenken gedeihen kann. Das Höhenwachstum der neu entstandenen Bulte hört schließlich auf, denn die Wasserversorgung wird schwieriger. Heidekraut und Laubflechten fassen Fuß. Durch Austrocknung und bessere Durchlüftung kommt es zur Zersetzung der oberen Schichten. Die Bulte sackt in sich zusammen, wird bald von benachbarten jungen Bulten überragt, Wasser sammelt sich an, eine neue Schlenke entsteht. Durch einen solchen periodischen Wechsel zwischen Wachstum und Zerfall werden aus Schlenken Bulten und umgekehrt, wobei das Moor langsam in die Höhe wächst. Intensiv wachsende Hochmoore können sich auf die umliegenden Wälder ausdehnen und diese zum Absterben bringen. Unter mitteleuropäischen Verhältnissen, die klimatisch durch periodische Trockenheit gekennzeichnet sind, ist das Wachstum der Torfmoose eingeschränkt, so daß sich an trockenen Stellen, besonders in der Randzone auch Kiefern und Birken ansiedeln können. Besonders im Gebirge finden wir solche Wald-Hochmoore mit Trunkelbeere, Siebenstern, Sumpfporst und Preiselbeere. Im norddeutschen Flachland gibt es Übergänge zu den Heidemooren, die auf wasserundurchlässigen Böden entstanden sind. Hier dominiert vor allem die Glockenheide. Wegen der extrem schlechten Nährstoffversorgung ist die Hochmoorflora sehr artenarm. Die höheren Pflanzen sind in ihrem Bau trotz des Wasserüberschusses mit Pflanzen zu vergleichen, die an ausgesprochen trockenen Standorten zu finden sind. Die Ursache dieser seltsam anmutenden Erscheinung hat man lange Zeit mit der "physiologischen Trockenheit" des Moorbodens erklärt: Der hohe Gehalt an Huminsäuren im Moorwasser erschwert dessen Aufnahme für die Pflanzen, die sich deshalb gegen übermäßige Verdunstung durch kleine, ledrige Blattflächen u.ä. schützen. Heute weiß man, daß diese Erscheinung auf die extreme Stickstoffarmut des Hochmoorbodens zurückzuführen ist. Der verfügbare Stickstoff stammt fast ausschließlich von zersetzten Pollenkörnern, die aus der umliegenden Landschaft mit dem Wind die Moore erreichen. Ein Teil der Pollen bleibt im Boden erhalten, so daß man aus diesen Rückständen in verschiedenen Tiefen des Moores Schlußfolgerungen auf die Flora vergangener Jahrtausende ziehen kann. Eine besondere Methode zur Aufbesserung ihres Stickstoffhaushaltes haben die Sonnentau-Arten entwickelt, die ebenfalls im Hochmoor zu finden sind. Mit

ihren klebrigen Blatthaaren fangen diese "fleischfressenden Pflanzen" kleine Insekten, die sie in den eingerollten Blättern verdauen.

Hochmoore haben ein Kleinklima, das sich von dem ihrer Umgebung unterscheidet. Der wassergetränkte Boden erwärmt sich nur langsam im Laufe des Jahres. Wenn die Torfmoose an der Oberfläche der Bulten austrocknen, bilden die luftgefüllten Zellen außerdem einen schlechten Wärmeleiter. So kann es selbst im Sommer in klaren Nächten zu gefährlichen Strahlungsfrösten kommen, da der Wärmenachschub aus tieferen Schichten fehlt. Andererseits erwärmt sich die dunkle Mooroberfläche bei intensiver Sonneneinstrahlung sehr stark, und im Herbst bleibt der Mooruntergrund länger warm als Mineralboden. Das insgesamt zur Kälte neigende Kleinklima bedingt das Vorkommen von Pflanzen, für die das Großklima eigentlich zu mild ist. Deshalb finden wir im Hochmoor sogenannte Eiszeitrelikte, Pflanzen, die sich beim Wärmerwerden unseres Klimas nach der Eiszeit an kalte Zufluchtsstätten zurückgezogen haben. Dazu gehören z.B. Rosmarinheide, Trunkelbeere und Zwerg-Birke.

In größeren Hochmooren finden wir auch offene Wasserflächen, diese Hochmoorteiche sind bei den Versumpfungsmooren meist durch Vergrößerung von Schlenken infolge Frosteinwirkung entstanden. Ihre Ufer fallen sehr steil bis in eine Tiefe von zwei bis vier Metern ab. Verlandungs-Hochmoore haben oftmals in der Mitte noch Reste des Vorsees, aus dem sie sich entwickelt haben.

Während Flachmoore nach Entwässerung, die durch schlechte Vorfluter-Verhältnisse oft schwierig ist, gute Feuchtwiesen geben, sind Hochmoore in alten Zeiten wirtschaftlich kaum genutzt worden. Lediglich das Torf wurde als Brennmaterial seit jeher verwendet. So schreibt der Römer Plinius über die Bewohner der deutschen Nordseeküste: "Sie kochen ihre Speisen und wärmen ihre vom rauhen Nordwind starrenden Glieder mit Erde, indem sie mit ihren Händen Schlamm schöpfen, den sie mehr mit der Hilfe der Winde als der Sonne trocknen." Erst in der Neuzeit hat man verschiedene Verfahren zur Urbarmachung angewendet, um Hochmoore zu landwirtschaftlichen Nutzflächen umzuwandeln. So haben wir heute nur noch Reste der ursprünglichen Moorvegetation, die stark gefährdet ist und deshalb vielerorts unter Naturschutz steht.

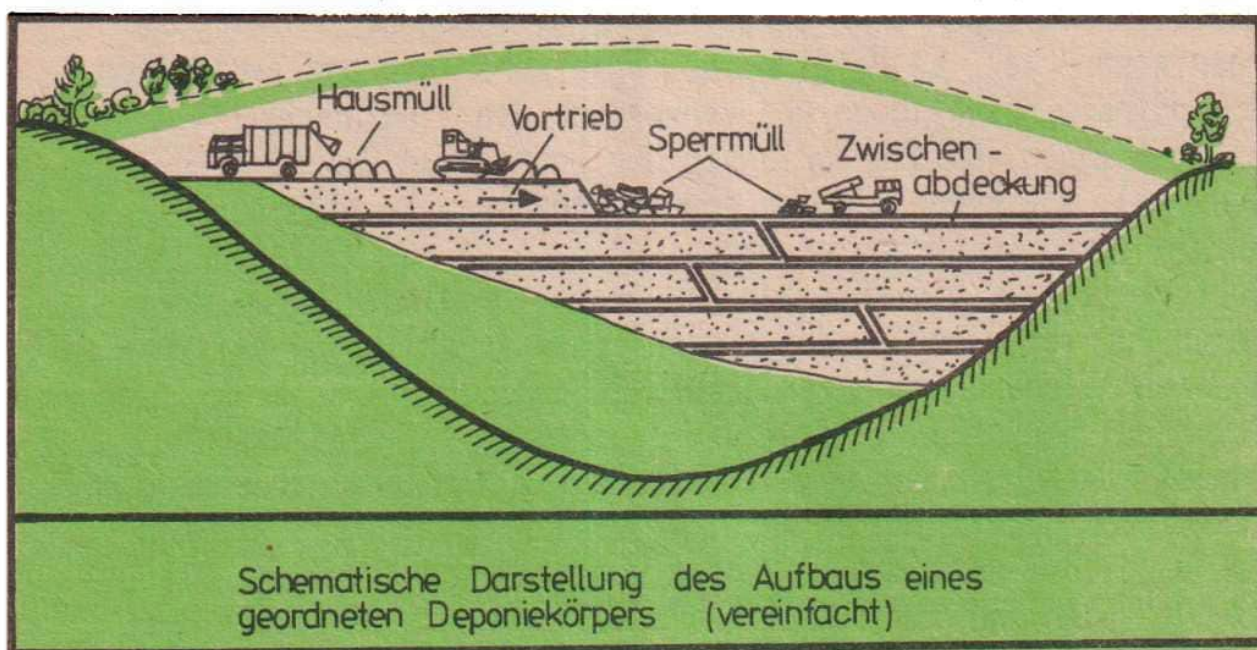
Abfallbeseitigung Wohin mit dem Müll?

Der sinnvollen und umweltfreundlichen Beseitigung von Rückständen aus Industrie und Haushalten wird in der DDR großes Augenmerk gewidmet. Im Landeskulturgesetz sind dazu eindeutige Prämissen gesetzt, nach denen eine schadlose Beseitigung der Abfälle zu organisieren ist. Es heißt u. a.: "Die schadlose und hygienisch einwandfreie Beseitigung und Verwertung der Siedlungsabfälle ist in Anlagen für die Verfahren der geordneten Deponie (Ablagerung), der Kompostierung oder Verbrennung zu sichern. Die Neuanlage von ungeordneten Deponieplätzen (z. B. Müllkippen) ist nicht gestattet. Die Räte der Städte und Gemeinden haben Maßnahmen zur Verbesserung der hygienischen Verhältnisse bei vorhandenen Ablagerungsplätzen durchzuführen...".

Dieses beispielgebende Gesetzeswerk unseres sozialistischen Staates zum Schutz der Umwelt erfordert zahlreiche Maßnahmen, die nicht immer problemlos zu verwirklichen sind. Ständig steigen die in der DDR anfallenden Mengen von Siedlungsabfällen, also solche festen und flüssigen Stoffe, die während oder nach der individuellen bzw. gesellschaftlichen Konsumtion in Siedlungsgebieten anfallen und die aus hygienischen und ästhetischen Gründen beseitigt werden müssen. Allein an festen Siedlungsabfällen (dazu zählen vor allem der in den Müllcontainern gesammelte Haus- und Sperrmüll) wurden von den Stadtwirtschaftsbetrieben der DDR im Jahr 1970 rund acht Millionen Kubikmeter erfaßt. 1978 waren es fast 24 Millionen Kubikmeter, und 1985 werden es voraussichtlich 32 Millionen Kubikmeter sein. Das bedeutet eine Steigerung des Abfallaufkommens allein auf diesem Sektor um 300 Prozent.

Schon diese Zahlen belegen, daß dafür Sorge getragen werden muß, weitere geeignete Ablagerungsstätten (Deponien) zu erschließen und den notwendigen Transport dahin zu sichern. Das ist die eine Seite der aus der Abfallbeseitigung erwachsenden Aufgaben. Die

andere ist, die in Siedlungsgebieten anfallenden Abfälle, sofern sie als Sekundärrohstoffe noch verwendbar sind, zu erfassen, damit sie erst gar nicht in den Müllcontainer gelangen. Dazu zählen vor allem Altpapier, Glas, Metallschrott und Lumpen, aber auch bestimmte Plastikverpackungen, die im Handel wieder genutzt werden können (z. B. Eierbehälter). In diesem Sinne beginnt eine sinnvolle volkswirtschaftlich effektive Lösung der Problematik Abfallbeseitigung bereits im Haushalt. Statistische Erhebungen weisen aus, daß über den VEB Altrohstoffe bereits jährlich 50 kg verwertbarer Abfälle pro Einwohner erfaßt werden, eine Menge, die noch erheblich gesteigert werden könnte.



Wie werden von seiten der Müllfassung und -beseitigung die 1970 mit dem Inkrafttreten des Landeskulturgesetzes gestellten Aufgaben bewältigt? 1974 wurde eine erste Müllverbrennungsanlage in Berlin in Betrieb genommen. Für die Verwertung von Hausmüll sind mehrere kleinere Kompostierungsanlagen mit regional begrenztem Wirkungsbereich errichtet worden. Zu den wesentlichsten Vorhaben aber zählte die Erschließung von 85 sogenannten geordneten Deponien. In ihnen konnten allein im Jahr 1980 rund 15 Millionen Kubikmeter Abfälle abgelagert und damit für die Umwelt schadlos beseitigt werden.

Aus dieser Entwicklung ist ersichtlich, daß die geordnete Deponie dominiert.

Bei der geordneten Deponie handelt es sich um ein Ablagerungsverfahren, das gegenwärtig bei allen Maßnahmen der schadlosen

Siedlungsabfallbeseitigung die größte Bedeutung hat. Von der bisher ungeordneten Deponie (Müllkippe) unterscheidet sie sich durch vier wesentliche Faktoren:

- Auswahl und Vorbereitung eines geeigneten Standortes;
- Durchführung der Ablagerung nach Verfahrensvorschriften;
- Planmäßige Vorbereitung der Folgenutzung durch umgehende Urbarmachung abgeschlossener Deponiekörper;
- Effektive Kontrolle der durch einen Deponiekörper entstehenden negativen Umweltbeeinflussung.

Das bedeutet, daß mit technologischen und organisatorischen Maßnahmen der Grad der Umweltbelastung planmäßig auf eine vorher kalkulierte, vertretbare Größenordnung reduziert werden kann. Das heißt aber auch, daß auf geordneten Deponien nur die für die vorgesehene Form der Ablagerung geeigneten Abfälle abgelagert werden dürfen.

Der Minister für Bezirksleitete Industrie und Lebensmittelindustrie hat deshalb 1977 in einer Verfügung Qualitätskriterien für geordnete Deponien erlassen. Damit sind unter anderem auch die für eine entsprechende Ablagerung zugelassenen Abfälle festgelegt worden.

Geordnete Deponien arbeiten nach folgenden Gesichtspunkten:

- Vorbereitung eines geeigneten Standortes, der durch Lage, Beschaffenheit und Abstand zu bewohnter Bebauung sowie zu Schutz-zonen Voraussetzungen für eine geringe Umweltbelastung bietet (möglichst keine Verwendung von land- bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen);
- Einrichtungen zum sicheren Anlagenbetrieb und für angemessene Arbeitsbedingungen (Umfriedung, befestigte Zufahrtsstraßen, Sozial- und Wirtschaftsgebäude, Schutz- und Kontrolleinrichtungen);
- Planmäßige Einlagerung der zugelassenen Abfälle (feste Siedlungsabfälle und industrielle Abprodukte mit geringem Schadstoffgehalt) mindestens ein Meter über dem höchsten Grundwasserstand in Schichten (Schichtdicke = 2 m) bis zur vorgesehenen Endgestaltung des Deponiekörpers. Dabei wird vor allem eine regelmäßige Zwischenabdeckung mit inerten Materialien (z. B. Sand) und eine gleichmäßige Verdichtung der eingelagerten Abfälle gefordert;

●Wiederurbarmachung des abeschlossenen Deponiekörpers bzw. entsprechender Teilabschnitte und Übergabe an den Folienutzer.

Zur technischen Grundausstattung einer geordneten Deponie gehören ein Planierfahrzeug, ein mobiles Ladegerät, ein Kippfahrzeug bzw. Fahrzeuge, die die Funktion dieser drei Deponiemaschinen ausüben können. Von der Leistung dieser Maschinen wird auch die Kapazität einer geordneten Deponie bestimmt.

Effektiv sind deshalb nur solche Anlagen, in denen insbesondere die Planierfahrzeuge voll ausgelastet sind. Das tritt erst ab einer Aufnahmefähigkeit von 100 000 m³/a ein. Allerdings kann sich bei Berücksichtigung der Transportkosten für den Abtransport der Abfälle die Effektivitätsgrenze in die Richtung kleinerer Anlagenkapazitäten verlagern.

Die geordnete Deponie kann neben ihrer Grundaufgabe, der schadlosen Beseitigung, auch andere Funktionen übernehmen. So werden in diesen Anlagen in zunehmendem Maße metallische Sekundärrohstoffe geborgen. Allein aus den festen Siedlungsabfällen lassen sich gegenwärtig ca. 30 000 t/a Schrott gewinnen. Ferner lassen sich durch einen gezielten Aufbau von Deponiekörpern Einrichtungen schaffen, für die sonst Baukapazität erforderlich wäre. Die Palette dieser Möglichkeiten reicht von der Auffüllung bergbaulicher Restlöcher und damit der Wiedereingliederung sonst nicht nutzbarer Geländeabschnitte bis hin zum gezielten Aufbau von Naherholungseinrichtungen (Berg im Flachland).

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden: Für die Beseitigung fester Siedlungsabfälle ist gegenwärtig die geordnete Deponie das wichtigste Verfahren. Der seit Inkrafttreten des Landeskulturgesetzes erreichte Entwicklungsstand ist beispielgebend für die Verwirklichung der nationalen Forderungen nach effektivem Schutz der Natur. Die Arbeit auf diesem Gebiet in der DDR stützt sich dabei auf die von der Weltgesundheitsorganisation 1972 herausgegebenen Grundsätze für die Ablagerung fester Abfälle und auf die 1976 im RGW bestätigte Dokumentation für die geordnete Deponie.

aus "Technische Gemeinschaft" TG 29 (1981) 5

Dr. Paul Seidel
FSU Jena
FSU Jena

Zehn Jahre FDJ-Studentenklub „Musik im Hörsaal“

"impuls 68" möchte mit diesem Artikel einen weiteren Beitrag in der Serie über Aktivitäten der Sektion Physik der FSU Jena auf kulturellem Gebiet bringen.

Bereits erschienen ist ein Beitrag über das jährlich stattfindende Kulturpraktikum des 1. Studienjahres (Heft 5/15. Jg.), geplant sind weitere Artikel zur Vorstellung von FDJ-Studentenklubs.

Am 15. Dezember 1971 eröffnete ein Konzert mit der Gruppe "Panta Rhei" im Hörsaal 1 der Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena die Veranstaltungsreihe "Musik im Hörsaal". In den Wochen zuvor hatten Studenten in Zusammenarbeit mit der FDJ-Leitung und der Sektionsleitung eine FDJ-Arbeitsgruppe gegründet, um die im Entstehen begriffene sogenannte "jugendgemäße Tanzmusik" in einer Jugendkonzertreihe vorzustellen, ihren funktionellen und musikalischen Inhalt zu erläutern und damit einen Beitrag zur sinnvollen Freizeitgestaltung und Geschmacksbildung zu leisten. Die aktuelle Diskussion um diese Musik sollte unterstützt und gefördert werden. An Beispielen wurde gezeigt, daß sich in der DDR eine eigenständige Musikszene herausgebildet hatte, die den Anforderungen junger Leute gerecht wird. Diese Möglichkeit zur direkten Auseinandersetzung mit der Musik stieß auf reges Interesse. Gruppen wie "Bayon", "Die Nautiks", "Modern Soul" und "Elektra" waren zu hören, Diskussionen mit den Musikern und sachkundigen Gästen vervollständigten das Bild.

Da sich im Laufe der Zeit diese Gruppen und ihre Stilrichtungen einen festen Platz im Musikangebot erkämpften und Jugendkonzerte dieser Art keine Seltenheit mehr waren, erweiterte sich das Anliegen der Veranstalter und das gebotene Programm. Ausländische Musiker stellten sich vor, so die ungarischen Formationen "Omega" und "Hungaria" und die amerikanische Sängerin Etta Cameron. Abende mit klassischer Musik, Folklore-, Song- und Lyrikveranstaltungen rundeten das Bild ab. So gastierten



Etta Cameron

in letzter Zeit die international bekannten Künstler Eulogio Davalos (Chile), Miguel Angel Cherubito (Argentinien) und Diego Blanco (Spanien) mit klassischer Gitarrenmusik im Hörsaal. Die Lyrikveranstaltungen mit so prominenten Künstlern wie Annekathrin Bürger, Fritz Decho, Cox Habbema, Herwart Grosse und Eberhard Esche gestalteten sich zu Höhepunkten des Programms, ebenso der Auftritt des Kabaretts "Herkuleskeule".

Fester Bestandteil des Programms wurde mehr und mehr der Jazz. Neben Oldtime und Blues sollten insbesondere die modernen Entwicklungen auf diesem Gebiet dem Publikum nahegebracht werden. Von Free Jazz über Jazz-Rock bis zum modernen Blues erstreckte sich dabei das Angebot. Gruppen wie "Fez", "Synopsis", "Osiris" und die "Stefan-Diestelmann-Bluesband" gastierten im Hörsaal ebenso wie bekannte Musiker des Auslandes. Erinnert sei hier nur an die erfolgreichen Auftritte von Rudolf Dasek (CSSR), Charlie Mariano (USA), Toto Blanke (BRD), Irene Schweizer (Schweiz) und Trilok Gurtu (Indien). Dabei wurde insbesondere die Form des Workshops gepflegt, bei denen Solisten bestimmter Instrumente (Gitarre, Piano, Saxophon) gemeinsam ein Konzert mit Sessionelementen gestalteten.

"Musik im Hörsaal" gehörte auch mit zu den Begründern der "Jenaer Jazztage", die inzwischen ihren eigenständigen Platz gefunden haben.

In den zahlreichen Veranstaltungen der Reihe "Musik im Hörsaal" wurde im Laufe der letzten zehn Jahre ein vielseitiges interessantes Programm geboten. Die Arbeitsgruppe wurde zu einem FDJ-Studentenklub, dem Studenten und Mitarbeiter der Sektion Physik angehören, die diese gute Tradition fortsetzen. Sie sehen ihre Aufgabe vor allem darin, zeit- und jugendgemäße Veranstaltungen auf hohem Niveau anzubieten und so einen Beitrag im Interesse der Jugend und im Sinne der Kulturpolitik unseres Staates zu leisten. Der feste Platz und die anerkannte Stellung der Veranstaltungsreihe im kulturellen Leben der Universität und der Stadt sind dabei unbestritten.

Der FDJ-Studentenklub "Musik im Hörsaal" will mit seinem Programm für das "Jubiläumssemester" versuchen, weitere Höhepunkte zu setzen. Neben Neulingen im Hörsaal kommen vor allem die Gruppen und Musiker, die in der Gründungszeit bereits dabei waren, zu Gehör.



Toto Blanke

In loser Folge seien kurz genannt: "electra" (Doppelkonzert), "Bayon" (100. Konzert), "Karat" (Geburtstagskonzert), Familie Silly" (Semesterauftakt), "City", "Neumis Rockzirkus", Barbara Thalheim u.a.

Interview mit Margit Schumann, Rennschlittensportlerin

»impuls 68«:

Frau Schumann, ich kann mir ersparen, Sie vorzustellen, diese Aufgabe haben mir Fernsehen und Sportpresse abgenommen, möchte Ihnen aber zu Beginn zu ihrer eben erfolgreich stattgefundenen Diplomverteidigung gratulieren. - Wir machen eine Zeitschrift für naturwissenschaftlich interessierte Oberschüler und Studenten; deshalb meine erste Frage: Wie groß muß in Ihrer Sportdisziplin Ihr technisches Verständnis sein?

Margit Schumann:

Technisches Interesse und entsprechende technische Kenntnisse sind beim Rennschlittensport sehr wichtig. Die Wettkampfleistungen setzen sich etwa zu gleichen Anteilen aus dem athletischen Vermögen des Sportlers und der technischen Qualität des Schlittens, wie Bauweise, aerodynamische Verkleidung und Kufengeometrie, zusammen. Auch zum Verständnis der Trainingsmethoden bzw. der Auswertung der Trainingsläufe ist technisches Verständnis von Bedeutung, da ich meinen persönlichen Fahrstil so am besten beurteilen kann.

»impuls 68«:

Wie sind Sie zum Leistungssport gekommen?

Margit Schumann:

In Schnepfenthal bei Friedrichroda, wo ich geboren wurde und die EOS drei Jahre besuchte (Spezialklasse mit naturwissenschaftlicher Vertiefungsrichtung ab 7. Klasse), besteht ein Trainingszentrum des ASK Oberhof. Dort trainierte ich nach dem Eintritt in die Kinder- und Jugendsportschule Zella-Mehlis zwei Jahre und wurde dann zum ASK Oberhof delegiert. Vorher hatte ich schon einige andere Sportarten z.B. Turnen, Leichtathletik und Federball aktiv betrieben. Entscheidend für meinen späteren Entwicklungsweg war, daß ich in relativ kurzer

Zeit im Juniorenbereich den Anschluß an die DDR-Spitze schaffte.

»impuls 68«:

Was hatten Sie damals für Motive und sind eventuell noch Motive hinzugekommen?

Margit Schumann:

Am Anfang war es Freude an der Bewegung, der Reiz des Risikos, die Beherrschung eines Fahrzeuges und einer sportlichen Technik, waren es die großartigen Erfolge unserer Rennschlittensportler ab 1964 und der Geschwindigkeitsrausch (wo dem "normalen" Menschen das Herz in die Hose rutscht, da lebt man auf). Wenn man das Glück hat, Erfolg zu haben, kommt noch die Freude an der Bewegung auf einer Woge des Sieges hinzu. Außerdem wächst ein weltoffeneres Verständnis in vielen Dingen, beispielsweise spürt man erst dann so richtig, welche Bedeutung der Leistungssport auch politisch für die DDR hat. Das fiel mir besonders bei meinen Starts in Kanada und in Lake Placid auf.

»impuls 68«:

Mußten Sie nicht während Ihrer aktiven Laufbahn auf manches verzichten?

Margit Schumann:

Nein, das war für mich insofern kein Verzicht, als ich mir von vornherein darüber klar wurde, daß eine Abkehr von einem als normal empfundenen Lebensrhythmus für meine Leistungsentwicklung notwendig war. Diese prinzipielle Einsicht in die Notwendigkeit schließt natürlich nicht aus, im Detail manches als zumindest zeitweiligen Verzicht zu empfinden. Anders mag das bei denjenigen sein, die nie auf der höchsten Stufe standen, trotz großen Bemühens.

»impuls 68«:

Gibt es innerhalb des Wettkampfgeschehens besondere Empfindungen?

Margit Schumann:

Ja, vor Starts bzw. nach Siegen gibt es das, so ein Danebenhängen zwischen Raum und Zeit, das Außenstehenden schlecht zu

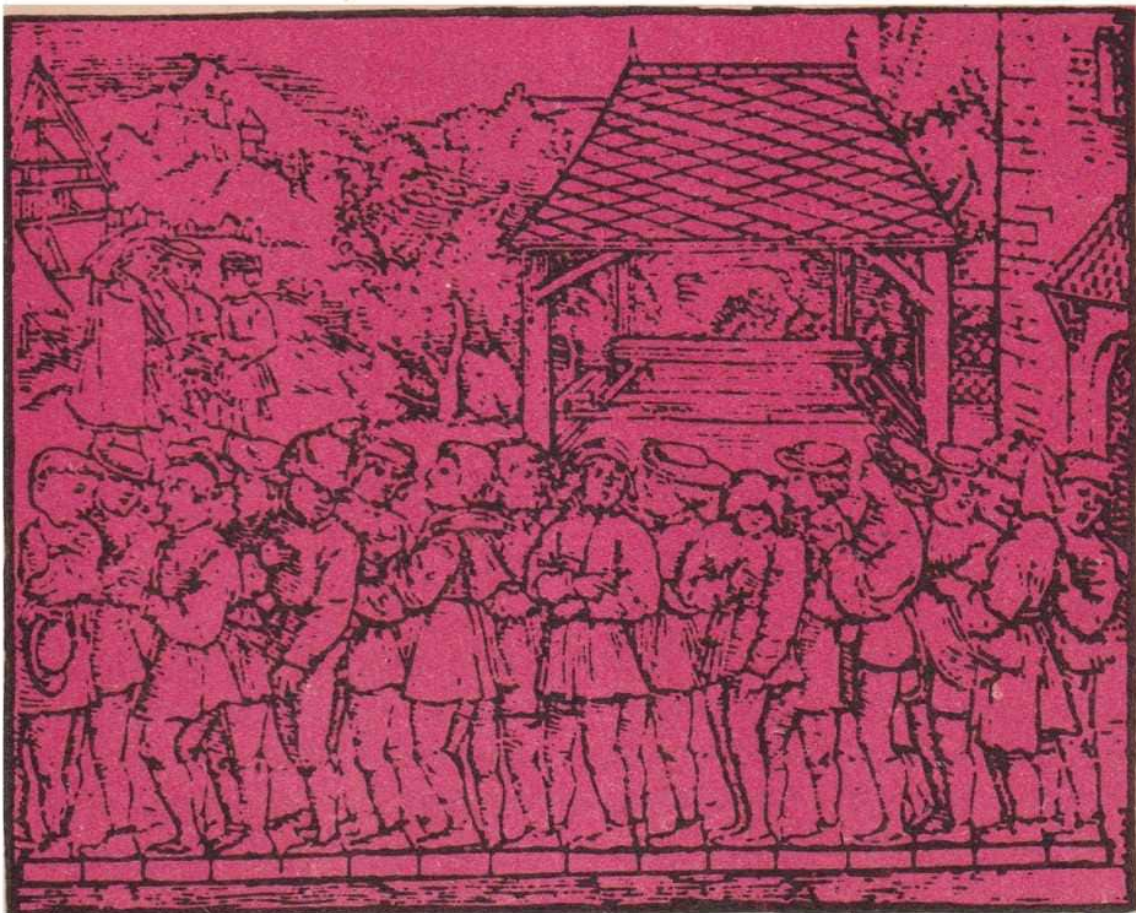
erklären ist. Es kommt z.B. vor, daß man sein Leistungsvermögen plötzlich nicht mehr real einschätzen kann. Oder nach dem Erfolg ist auf einmal alles "weg". In solchen Augenblicken kann ein Sportler dem Wunschzetteldenken bzw. der Euphorie bestimmter Reporter ("Was haben Sie empfunden, als Sie auf dem obersten Podest ...") nicht mit der nötigen Lockerheit entgegen-treten.

»impuls 68«:

Gab es Augenblicke in Ihrer Laufbahn, wo Sie beschlossen, aufzuhören?

Margit Schumann:

Ja, 1976 nach vier äußerst erfolgreich verlaufenen Jahren, in denen ich kein Rennen abgegeben habe und - als Krönung ge-



Längenmaß einst: 16 Fuß

und heute: „Ein Meter ist das 1650 763,73 fache der Wellenlänge der gelben Strahlung des Kr 86 - Isotops im Vakuum.“

wissermaßen - in Innsbruck Olympiasieger wurde. Ich wollte damals schnellstens meine fachliche Ausbildung abschließen. Aber da andere ausfielen und der Nachwuchs sich noch nicht an die Weltspitze herangearbeitet hatte, bat man mich, noch weiterzumachen. Mir war klar, daß halbe Sachen nicht in Frage kommen, und daß ich mich wieder mit jeder Faser den Bedingungen des Leistungssportes zu unterwerfen hatte. Die zweite Hälfte meiner Laufbahn war für mich persönlich nicht so erfolgreich wie die erste. Aber ich habe gelernt, mit Mißerfolgen zu leben und mußte mich neu finden. In diesen vier Jahren schafften die jüngeren Aktiven den Anschluß an das internationale Niveau. So gesehen, war diese zweite Hälfte für den Schlittensport der DDR nicht weniger wertvoll als die erste.

»impuls 68«:

Wie unterscheidet sich der Leistungssport der 60iger von dem der 80iger Jahre?

Margit Schumann:

Der Leistungssport hat heute eine noch größere Bedeutung als in den 60er Jahren. Demzufolge sind auch der Trainingsumfang und die technischen Anforderungen gestiegen. Damit gingen Veränderungen der Trainingsmethoden einher, besonders was deren wissenschaftliche Durchdringung betraf. Eine Spitzensportlerin der 60ziger Jahre würde heute nicht die geringste Chance mehr haben, im Vorderfeld eines Rennens zu landen.

»impuls 68«:

Sie haben Ihre aktive Laufbahn beendet, aber ich könnte mir denken, daß man kaum auf Ihre Erfahrungen verzichten will. Wie sind Ihre weiteren Pläne?

Margit Schumann:

Ich habe mich noch nicht endgültig entschieden, denn auch als Trainerin könnte ich keine halben Sachen machen, müßte mich also der Arbeit in einem Maße widmen, daß möglicherweise private Wünsche, wie der nach einer eigenen Familie, nicht erfüllt werden könnten.

»impuls 68«:

Liebe Margit, wir bedanken uns sehr herzlich für dieses Interview.

Das Interview führte Eberhard Welsch.



Man berechne die Dichte der Luft für 0°C und 10^5 Pa aus den Angaben des folgenden Versuches:

Ein Glaskolben von $V = 2000 \text{ cm}^3$ Inhalt wird bei $t_1 = 16^\circ\text{C}$ und $p_1 = 0,95 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ mit Luft gewogen. Er wird dann bis auf 8000 Pa evakuiert und wieder gewogen. Der Unterschied beider Wägungen beträgt $2,29 \text{ g}$.

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 56 aus heft 7 / 15. jg.

AUFGABE: In einem Plattenkondensator, der die Ladung Q trägt, befindet sich ein festes Dielektrikum der Dicke b . (Plattenabstand d , Plattenfläche A , Dielektrizitätskonstante ϵ_r)

Wie groß ist die Arbeit, die notwendig ist, um das Dielektrikum vollständig aus dem Kondensator herauszuziehen?

Da uns zu dieser Aufgabe keine richtigen Lösungen zugesandt wurden, lösen wir sie selbst.

LÖSUNG: Die Energie eines homogenen elektrischen Feldes ist:
 $W = \frac{1}{2} E D V$ (E - el. Feldstärke, D - el. Verschiebung, V - Volumen).

Dabei ist $D = Q/A$; $D = \epsilon_0 \epsilon_r E$.

Somit gilt für die Feldstärke im Dielektrikum: $E_1 = D / \epsilon_0 \epsilon_r$

Außerhalb des Dielektrikums ist die Feldstärke: $E_2 = D / \epsilon_0$

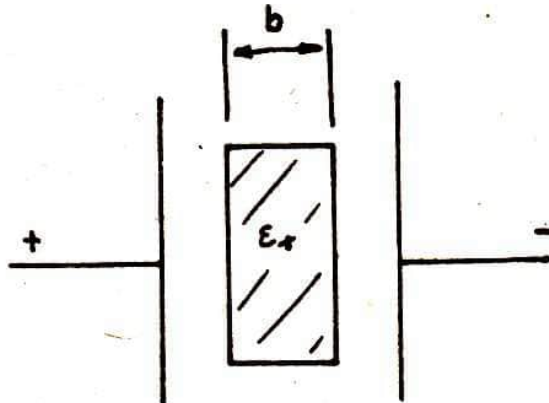
Für die Energie des Kondensators mit Dielektrikum der Dicke b erhalten wir: $W_a = 0,5 DA [E_1(d-b) + E_2 b]$. Nach Herausziehen des

Dielektrikums: $W_b = 0,5 DA E_1 d$. Die Differenz $\Delta W = W_b - W_a$ ist gerade gleich der zum Herausziehen notwendigen Arbeit. Wir erhalten:

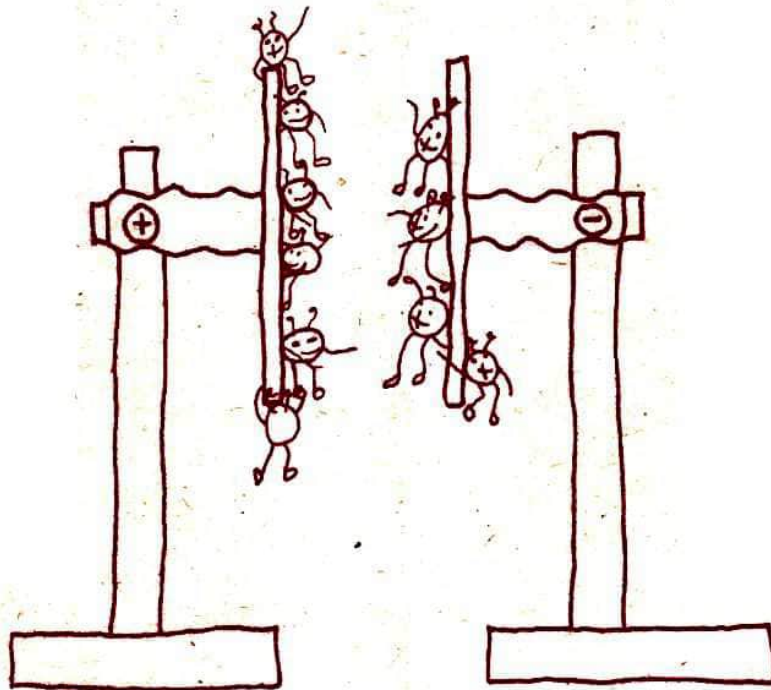
$$\Delta W = \frac{1}{2} D A b (E_1 - E_2)$$

Und somit:

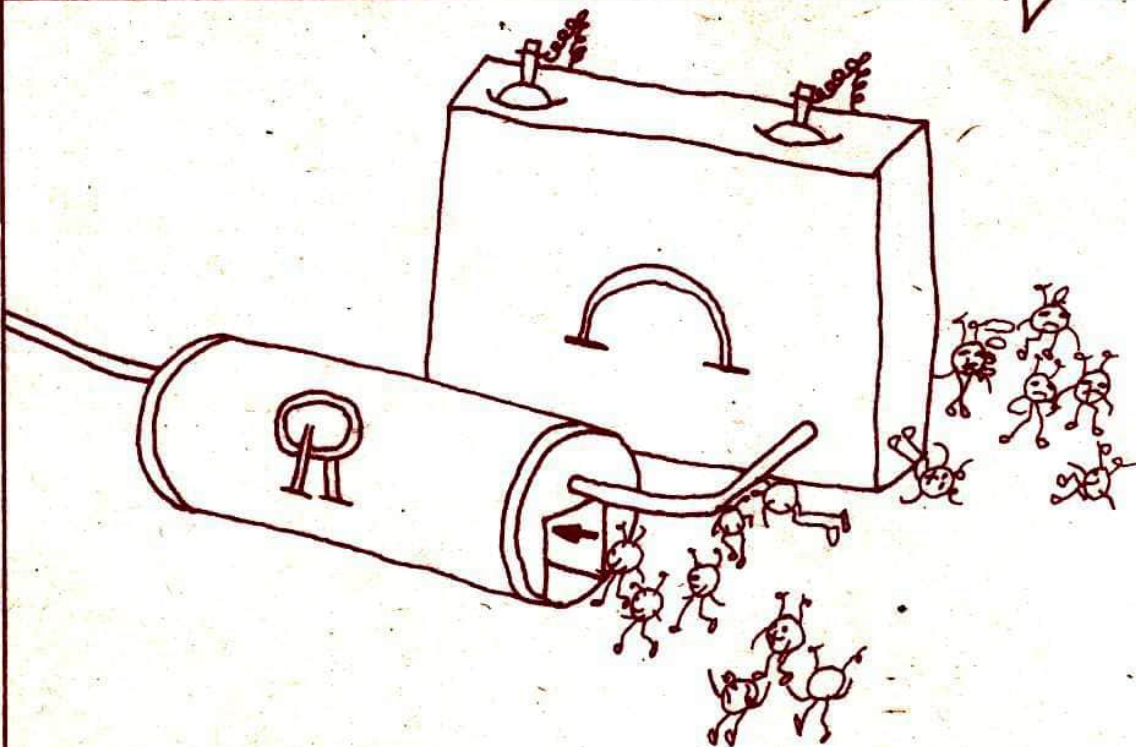
$$\Delta W = \frac{Q^2 b}{2 \epsilon_0 A} \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r}$$



Aus dem Land der Elektronen ! ☹️



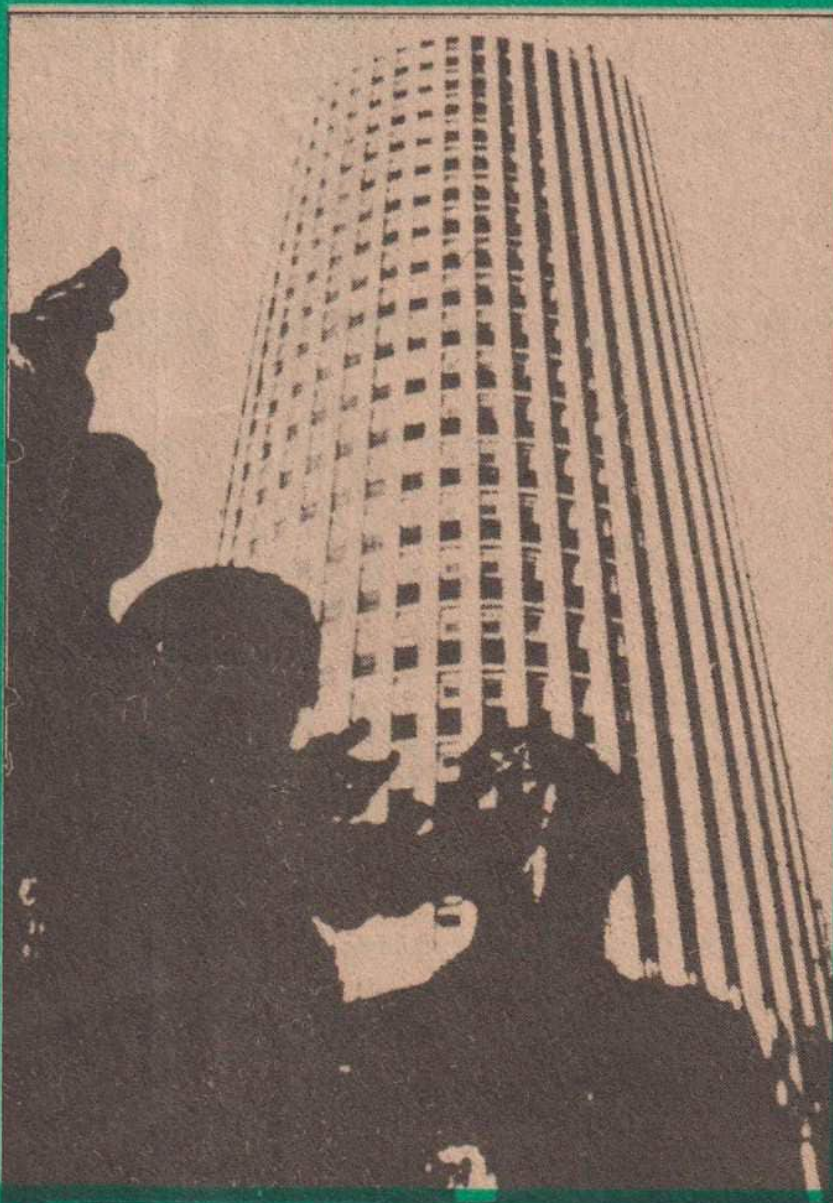
Er hat schon immer eine Ausnahme gemacht !



Jeder drückt sich so gut er kann !

impuls 68

7



Geburtenregelung



Ather – Experiment



Michael Faraday



Polymere für die Agrochemie



Kosmische Aro



Titelbild:

Universitätshochhaus Jena

(Foto: S. W.)

Sybilla Geißler	Geburtenregelung beim Menschen	BiO	3
Wolfgang König	Das Äther – Experiment des A. A. Michelson	PHY	7
Wolfgang König	Michael Faraday	PHY	13
Thomas Hädrich	Kritische und ergänzende Betrachtungen zu O. Jahns Artikel „Kakteen als Nutzpflanzen“		15
Dr. Hartmut Carlsohn	Synthese und chemische Modifizierung von Polymeren – biologisch aktive Polymere für die Agrochemie	CHE	18
	MOSAİK		23
Uwe Seidenfaden	Erforschung der jupiterähnlichen Planeten – Kosmische Ära (Teil 2)	ASTRO	24
	Büchermarkt		30
	Aufgabe 65, Lösung 57 aus Heft 8/14		31

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Rollenoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: 0,40 M, Jahresabonnement: 4,- M

Gestaltung: Gabriele Welsch
Redaktionsschluß: 9. 3. 1982



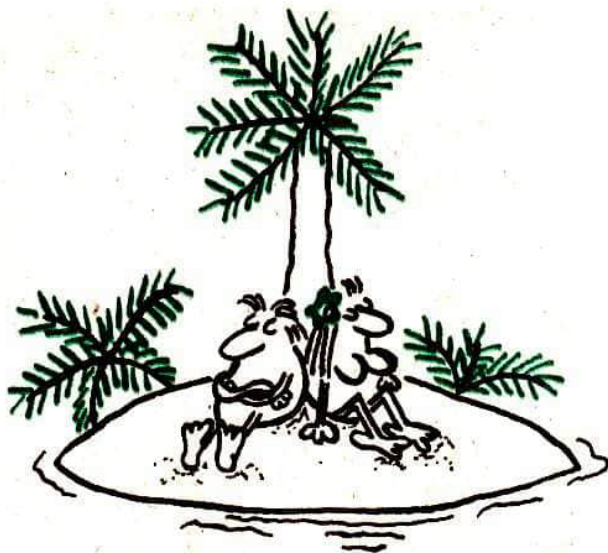
Geburtenregelung beim Menschen

Eine biologische Funktion des Menschen ist seine Fortpflanzung durch die Zeugung von Nachkommen. Im Gegensatz zum Tier besitzt dieser elementare Akt der Arterhaltung jedoch eine Reihe von gesellschaftlichen Momenten. Einer hiervon ist die Geburtenregelung, die in einer Empfängnisverhütung oder in einer Schwangerschaftsunterbrechung besteht und somit durch das **b e w u ß t e** Handeln der Ehepartner vorgenommen wird.

Damit sind natürlich ernste ethisch-moralische Fragen und Probleme verknüpft, mit denen wir uns in diesem Artikel aber nicht beschäftigen werden.

Als erstes soll näher auf die Empfängnisverhütung eingegangen werden. Diese wird durch Methoden erreicht, die man nach der Art ihrer Wirkung in biologische, chemische und mechanische einteilen kann und die eine unterschiedliche Sicherheit besitzen (Tab.). Hierbei versteht man unter Sicherheit die Anzahl von ungewollten Schwangerschaften, die eintreten, wenn 100 Frauen 1 Jahr lang eine Methode der Empfängnisverhütung anwenden. Wie aus der Tabelle entnommen werden kann, besitzt die Einnahme von Ovulationshemmern bzw. der "Pille" eine Sicherheit von 100 %. Dies ist ein Grund dafür, daß über 1 Million Frauen in der DDR diese Form der Empfängnisverhütung wählen.

Tab.:	Methode der Empfängnisverhütung	Sicherheit
	Koitus interruptus	10 - 20
	Chemische Mittel	10 - 35
	Kalendermethode Knaus-Onigo	15 - 25
	Basaltemperatur	1 - 3
	Kondom	10 - 15
	Scheidenpessar	8 - 15
	Portiokappe	5 - 10
	Intrauterinpessar	1 - 3
	Ovulationshemmer	0



Die "Pille" enthält neben Bindemitteln Östrogene und Gestagene als Sexualhormone. Nach ihrer Einnahme wird sie im Magen zersetzt und im Dünndarm erfolgt die Resorption der einzelnen Sexualhormone, die über die Blutbahn zur Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) transportiert werden. Über diese Drüse werden durch sie folgende Wirkungen auf die Eierstöcke und die Gebärmutter-schleimhaut ausgeübt:

1. Durch die erhöhte Konzentration von Östrogenen und Gestagenen wird weniger follikelreifendes Hormon in die Blutbahn ausgeschüttet. Die Folge hiervon ist, daß im Eierstock kein Follikel und somit kein befruchtungsfähiges Ei heranreift.
2. Unter ständiger Zufuhr von Östrogenen und Gestagenen kommt es zu Veränderungen an der Gebärmutter-schleimhaut. Diese bestehen in einer Veränderung der Zeitabhängigkeit des Schleimhautwachstums und in einer verminderten sekretorischen Leistung der Schleimhautdrüsen. Dies führt dazu, daß, falls der 1. Wirkungsmechanismus versagt, ein befruchtetes Ei von ihr nicht aufgenommen werden kann und somit keine Schwangerschaft eintritt.

Die "Pille" ist wohl bisher das einzige Medikament, das über einen sehr langen Zeitraum auf Nebenwirkungen hin untersucht worden ist. Hierbei ergab sich, daß bei vielen Frauen verstärkt Übelkeit, Kopfschmerzen und Erbrechen auftraten. Diese allgemeinen Nebenwirkungen, die auch bei vielen anderen Medikamenten zu beobachten sind, tragen jedoch auch subjektiven Charakter. Eine Einnahme der Pille verbietet sich bei folgenden Krankheitsbildern:

1. Tumore, deren Wachstum hormonabhängig ist,
2. Lebererkrankungen,
3. Thromboembolien,
4. Verschlechterung einer Mittelohrschwerhörigkeit bei vorangegangener Schwangerschaft,
5. Schlaganfall und
6. plötzlich auftretende Sehstörungen und Migräneanfälle.

Wie schon erwähnt, kann eine Geburtenregelung nicht nur durch Empfängnisverhütung sondern prinzipiell auch durch Schwangerschaftsunterbrechung erreicht werden. Diese wird zwischen der 7. und 12. Schwangerschaftswoche durch einen chirurgischen Eingriff (Cüvette, Abortzange, Saugapparat) ausgeführt. Die

Einleitung einer Schwangerschaftsunterbrechung bedarf der schriftlichen Zustimmung der Patientin.

Trotz allen ärztlichen Bemühens ist die chirurgische Form der Schwangerschaftsunterbrechung mit vielen Risiken bzw. Komplikationen verbunden. Als Sofortkomplikationen können auftreten:

1. Einreißen des Gebärmutterhalses,
2. Durchbohren der Gebärmutterwand und
3. Blutungen.

Spätkomplikationen sind:

1. Entzündungen der Gebärmutter Schleimhaut,
2. Entzündung der Eierstöcke und Eileiter,
3. Entzündungen des Bauchfelles,
4. Entzündungen des Beckenbindegewebes,
5. Menstruationsbeschwerden,
6. Unfruchtbarkeit und
7. Komplikationen bei einer späteren Schwangerschaft und Geburt.

Die aufgeführten Komplikationen zeigen, daß eine Schwangerschaftsunterbrechung für eine Frau kein leichter Entschluß sein darf und nicht als allgemeine Methode der Geburtenregelung betrachtet werden kann. Bei einer planvoll und bewußt durchgeführten Empfängnisverhütung ist bei den heutigen Möglichkeiten der modernen Antikonzeption eine ungewollte Schwangerschaft eine Ausnahme. Nur für solche Fälle ist die gesetzliche Regelung des vorzeitigen Abbruchs der Schwangerschaft gedacht.

Und noch eine Möglichkeit:

Ich habe nun von allen Ehen,
die glücklichste, die friedlichste gesehen:
den ganzen Morgen schläft der Mann,
und wacht er auf, so fängt die Frau zu
schlafen an.

Wolfgang König
Lehrer für Ma, Phy, Astro
EOS Meiningen

Das Äther-Experiment des ALBERT ABRAHAM MICHELSON



A. A. Michelson
(1852–1931),
amerikanischer Physiker

Sehr unterschiedliche Aussagen in der Literatur über die Beziehungen Einsteins zu Michelson sowie die mannigfaltigen Versuche zur Interpretation der Michelsonschen Experimente von 1881 und 1887 waren der Anlaß, einmal der Frage nachzugehen: "Welche Rolle hat der negative Ausgang des Michelson-Experimentes bei der Ausarbeitung der Speziellen Relativitätstheorie durch Einstein gespielt?"

An den Anfang unserer Betrachtungen stelle ich einige Zitate, die die Widersprüchlichkeit in den Auffassungen bekannter Autoren zu diesem Problem deutlich werden lassen:

"Die Entwicklung, die zur SRT (Spezielle Relativitätstheorie) führte, nahm ihren Anfang in einem Versuch, den der Physiker A. A. Michelson zuerst ausführte..." (Lehrbuch Physik 12. Klasse, 3. Aufl. 1970/Autorenkollektiv/S.85)

"Einstein besaß von den Anstrengungen von Lorentz und Poincaré wohl keine Kenntnis, denn seine Arbeit ist von einem ganz anderen Herangehen an die Thematik geprägt. Nicht einmal den Michelson-Versuch hat er zitiert. Einstein konnte sich später nicht mehr erinnern, ob er von diesem fundamentalen Experiment überhaupt Kenntnis hatte..." (Ernst Schmutzer in "Relativitätstheorie - aktuell", 1. Aufl. 1979, S. 54)

"Einsteins Jugendfreund Großmann wird 1905 von Einstein gefragt: "Was meinst du zum Äther?" - "Leider nichts!" - "Hast du dir über den Michelson-Versuch Gedanken gemacht? Ich denke darüber schon vier Jahre lang ununterbrochen nach..." (W. J. Lwow "Albert Einstein - Leben und Werk", Urania-Verl. 1957, S. 18)

"Einstein selbst gelangte nicht durch die Analyse des Michelson-Experimentes zur SRT, sondern auf anderen Wegen. Schließlich muß erwähnt werden, daß außer diesem Experiment noch weitere Experimente erst durch die SRT physikalisch verstanden werden konnten..." (Horst Melcher in "Albert Einstein wider Vorurteile und Denkgewohnheiten", WTB Bd. 239, Akademie-Verl. 1979, S. 13)

Daß sich die "Sammlung solcher Literaturbeispiele, die sich im Detail widersprechen, beliebig fortsetzen ließe, liegt wohl daran, daß über Einsteins Werke mehr geschrieben wurde (und nicht nur immer Richtiges), als über irgendeine andere Theorie in der Geschichte der Physik. Eine neue Flut von Veröffentlichungen anläßlich des 100. Geburtsjubiläums (14. 3. 1979) bzw. des 25. Todestages (18. 4. 1980) Albert Einsteins machte es mir leicht, dieses Problem zurechtzurücken und Unwahres von Wahrem zu trennen.

Es mag den Leser erstaunen, vor allem diejenigen, die in Klasse 12 nur eine Einführung in die SRT erhielten, daß A. A. Michelson im Jahre 1931 das erste und einzige Mal mit A. Einstein zusammentraf, und daß der damals 79jährige amerikanische Physiker polnischer Abstammung sich bis zu seinem Tode (noch im gleichen Jahr) nicht mit der Einsteinschen Theorie anfreunden konnte. Einstein seinerseits, der später durch Reporter und Physikerkollegen oft nach der Rolle des Michelsonexperimentes von 1881 (Potsdam/Deutschland) und 1887 (Cleveland/USA) für die Relativitätstheorie befragt wurde, konnte sich angeblich nicht mehr daran erinnern, ob ihm 1905 speziell diese Meßergebnisse bekannt gewesen seien. Wie dem auch sei, richtig ist, daß Einstein seiner Theorie das "Prinzip von der Konstanz der Vakuumlichtgeschwindigkeit" zugrunde legte und es über alte Denkgewohnheiten stellte, insbesondere über das klassische "Prinzip von der Addition der Geschwindigkeiten" und somit die Ätherhypothese beiseite ließ. Prof. Dr. TREDER, einer der gründlichsten Kenner des Einsteinschen Lebenswerkes, unterstrich dies in "Wissenschaft und Fortschritt" (24/1974/S. 338) mit den Worten:

"Einstein war zutiefst davon überzeugt, daß das Prinzip der Relativität der Bewegung auch in der Elektrodynamik und Optik gilt, so daß aus Einsteins Sicht nicht der negative Ausgang des Michelson-Versuchs, sondern dessen positives Ergebnis problematisch gewesen wäre."

Warum haben aber so viele namhafte Wissenschaftler wie Maxwell, Euler, Helmholtz und Hertz an der Ätherhypothese festgehalten? Die Ergebnisse der klassischen Mechanik und der Elektrodynamik sollten auf eine gemeinsame Grundlage gestellt werden. Der Äther wurde als Träger für elektromagnetische Wellen benötigt, die somit in eine Reihe mit den mechanischen Wellen und den Schallwellen gestellt werden konnten. Es geschah also wegen der besseren "Anschaulichkeit". Dazu sagte später Einstein: "Das, was der Mensch als anschaulich ansieht, hat gewechselt. Die Ansicht über Anschaulichkeit ist gewissermaßen eine Funktion der Zeit."



Ohne Faulheit kein Fortschritt. Weil der Mensch zu faul war, zu rudern, erfand er das Dampfschiff; weil er zu faul war, zu Fuß zu gehen, erfand er das Auto; weil er zu faul war, zu rechnen, erfand er das Elektronengehirn; weil er zu faul war, abends die Augen zuzumachen, erfand er das Fernsehen. M.Hausmann



Wenden wir uns nun dem Michelson-Experiment direkt zu und untersuchen die Gründe für seinen negativen Ausgang. Es muß noch einmal daran erinnert werden, daß in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts der Wunsch nach der Bestätigung eines Mediums, auf dem elektromagnetische Wellen "dahergeschwommen" kämen, stärker war als die Anerkennung eines neuartigen Experimentierergebnisses. Andererseits hatte der hypothetisch angenommene Äther so ungewöhnliche Eigenschaften, daß ein experimenteller Nachweis endlich notwendig schien. Obwohl man ihn

als "real" ansah, war es nicht gelungen, ihn zu sehen, zu fühlen, zu riechen, zu schmecken oder zu hören. Er sollte alle Stoffe ungehindert durchdringen können, sehr elastisch und im Weltraum allgegenwärtig sein. Am ausführlichsten hat ihn wohl Leonhard Euler (1707-1783) beschrieben, was zu einer weiten Verbreitung dieses Begriffs geführt hat. Prof. H. Melcher von der Pädagogischen Hochschule Erfurt vertritt heute die Meinung, daß dem Lernenden bei der Einarbeitung in die Einsteinschen Gedankengänge durch den Ätherbegriff das Verständnis der Zusammenhänge unnötig erschwert wird. Dennoch folgt die Schulphysik in der Darlegung der meisten Naturgesetzmäßigkeiten (gegenwärtig noch) dem historischen Weg, führt also auch erst den Ätherbegriff ein, um ihn danach wieder abzuschaffen. Gehen wir also auch einmal von der Annahme aus, es gäbe diesen gewissen Äther, weil sie vor Einstein von fast aller Welt vertreten wurde.

Grundgedanken, auf die sich die Experimentieranordnung von Michelson gründen:

- So wie ein Schiff sich durch das Wasser bewegt und dabei eine Relativgeschwindigkeit zwischen Schiff und Wasser entsteht, gerade so "schwimmt" die Erde beim Umlauf um die Sonne durch die "Ätherwellen" deren Relativgeschwindigkeit optisch nachgewiesen werden soll. (Bereits Maxwell, gestorben 1879, hatte eine derartige Überprüfung angeregt!)
- Ob der Äther in einem als absolut angenommenen Raum ruht oder geradlinig gleichförmig in eine Vorzugsrichtung strömt, ist für den folgenden Sachverhalt ohne Belang, solange das "Schiff" Erde sich in ihm bewegt: Ein über Bord geworfener Lichtstrahl müßte unterschiedliche Laufzeiten hervorbringen, wenn er von ein und derselben Lichtquelle gleichzeitig in verschiedene Richtungen ausgesandt und nach Zurücklegung gleicher Wegstrecken wieder eingefangen wird.
- Zum Nachweis der unterschiedlichen Laufzeiten nutzt man die Überlagerung (Interferenz) von Lichtwellen mittels eines Interferometers (z. B. das Präzisionsinstrument von Michelson und Morley, 1887).

Auf die technischen Einzelheiten und zahlreichen Modifikationen des Michelson-Versuchs von 1880 bis 1930 soll hier nicht eingegangen werden, da diese in der Literatur hinreichend beschrieben wurden. Bis in die dreißiger Jahre unseres Jahrhunderts hielten die Experimente an, die auf einen Nachweis des Äthers als Trägermedium elektromagnetischer Wellen abzielten. Abb. 2 zeigt das im Keller der Zeiß-Werke 1930 aufgestellte Interferometer von G. Joos. Danach gab es keine nennenswerten Versuchs-

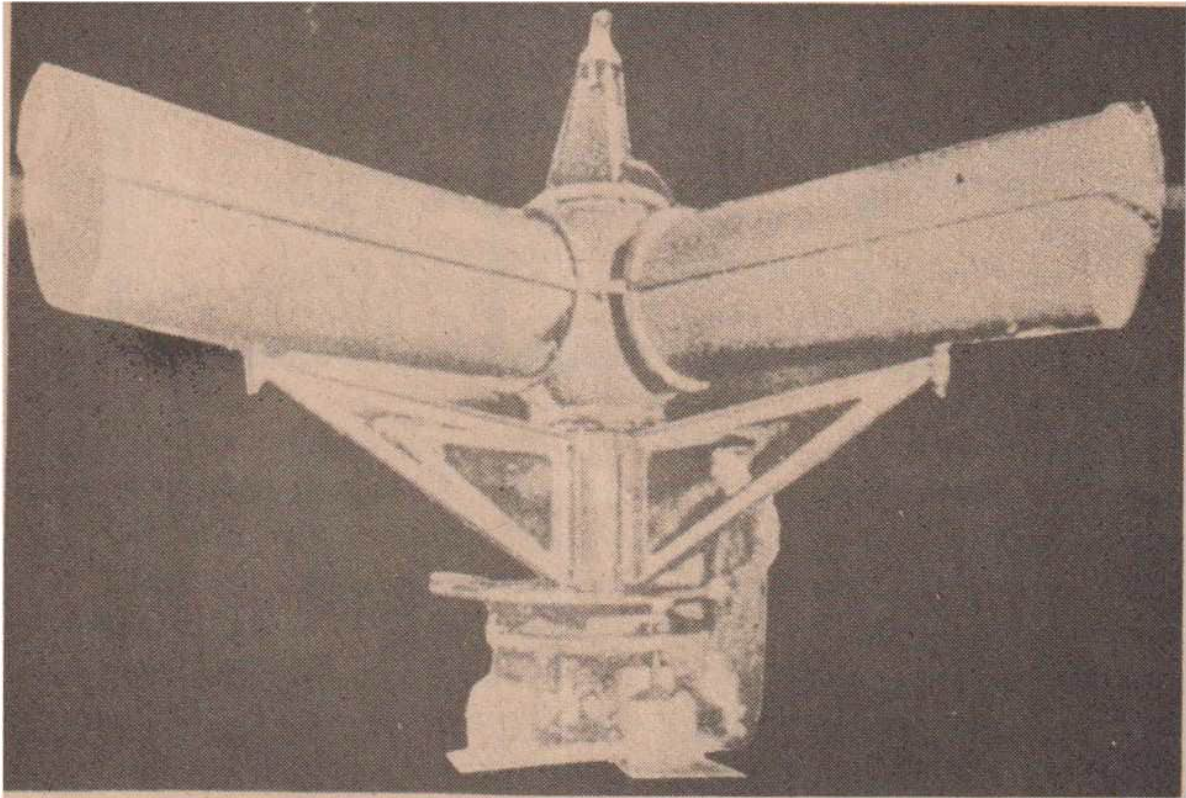


Abb. 2

anordnungen dieser Art mehr. Jetzt möchte ich den Grundgedanken dieses Versuches etwas ausführlicher illustrieren, als es im Unterricht allgemein geschieht:

Man denke sich zwei Matrosen, die von Bord eines Schiffes ins Wasser springen, der eine vom Bug des Dampfers, in der Absicht, schwimmend das Heck zu erreichen. Der andere springt vom Heck ab, um schwimmend den Bug zu erreichen (siehe Abb. 3/1). Beide Schwimmer seien gleich schnell, dennoch werden sie am Ziel zu unterschiedlichen Zeiten ankommen, wenn es eine Relativgeschwindigkeit zwischen Schiff und Wasser gibt, d.h. wenn der Dampfer fährt (so wie die Erde durch den angenommenen Weltäther "fährt"). Selbst unter der Voraussetzung, daß zu einem beliebigen Zeitpunkt der Ätherstrom mit der gleichen Geschwindigkeit ($v=30\text{km/s}$) durchs All strömt, wie die Erde sich gerade im Sonnensystem bewegt, müßte doch zu einem anderen Zeitpunkt (etwa ein Vierteljahr später) eine Querbewegung zwischen Erde und Äther (Schiff und Wasser) auftreten.

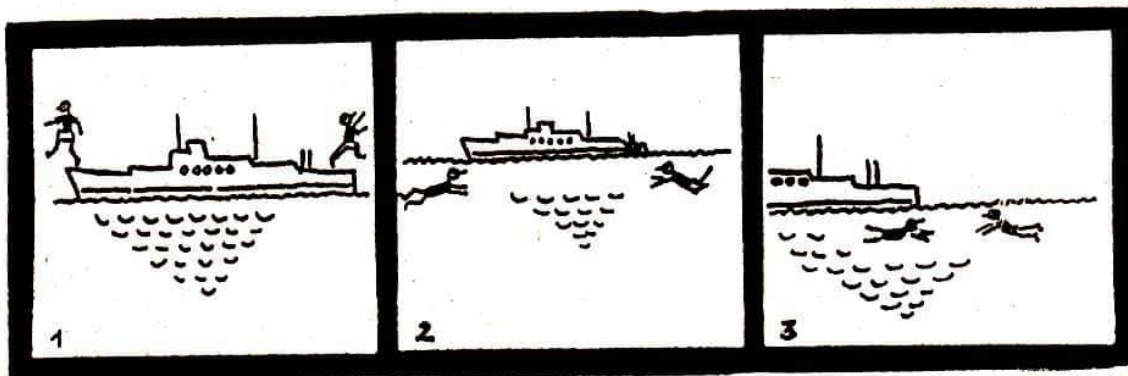


Abb. 3:

In unserer Modellzeichnung wird die Erde mit einem Schiff verglichen, die schwimmenden Matrosen entsprechen den sich mit konstanter Geschwindigkeit ausbreitenden Lichtstrahlen und das Wasser ersetzt hier den hypothetisch angenommenen Äther.

Resultat: Die vom Bug und vom Heck des Schiffes aus aufeinander zuschwimmenden Matrosen (gleiche Geschwindigkeit vorausgesetzt) müßten sich bei fahrendem Schiff hinter der Schiffsmitte treffen - der Michelson-Versuch jedoch brachte andere Ergebnisse.

Einzig richtige Schlußfolgerung: Es gibt keinen "physikalischen Äther".

Das Versuchsergebnis im Michelson-Experiment läuft aber nun dem erwarteten "Schwimmergebnis" glatt zuwider. Die "Schwimmer" (Lichtstrahlen) kommen stets zur gleichen Zeit am Ziel (Heck und Bug) an. Mit einem Wort: Unser mechanistisches Modell (siehe Abb. 3) ist nicht auf das Licht und seine Ausbreitung im Kosmos übertragbar, die Lichtgeschwindigkeit (Schwimmergebnisse gegenüber dem Schiff) erweist sich als konstant, unabhängig von der Ausbreitungsrichtung. Den Äther als bremsendes oder beschleunigendes Mittel scheint es nicht zu geben. Die international gebräuchliche Formulierung für diesen Sachverhalt lautet:

"Der Michelson-Versuch hatte ein negatives Ergebnis - Äther abgeschafft!!!"

Nach der Begründung der SRT hat Einstein natürlich die Michelson-Experimente bewußt zur Kenntnis genommen, aber er bedurfte ihrer nicht mehr zur Bestätigung seiner Theorie, da es eine Reihe anderer Kriterien gab, die der SRT Recht gaben, insbesondere im Bereich der Elementarteilchenphysik. Die heute in verschiedenen Ländern arbeitenden Beschleunigungsanlagen für Elementarteilchenforschung würden nicht die erwarteten Resultate ohne die Anwendung der relativistischen Physik zeigen.

Wolfgang König
Lehrer für Ma, Phy, Astro
EOS Meiningen

Michael Faraday (1791–1867)

Mit unserer Serie "Interessante Episoden aus der Geschichte der Physik" wollen wir Begebenheiten schildern, die sich mit berühmten Persönlichkeiten der Wissenschaftsgeschichte ereignet haben und die nicht in Schul- oder Lehrbüchern stehen. Andererseits sind sie aber typisch für den betreffenden Forscher oder sein Werk und vertiefen den Einblick in den Stand der Naturerkenntnis zu jener Zeit.

"Der Spatz in der Hand ist mir lieber als die Taube auf dem Dach".

Dieses Sprichwort mag dem bekannten englischen Naturforscher Michael Faraday Richtschnur gewesen sein, als er um das Jahr 1832 einen versiegelten Umschlag in den Archiven der Royal Society (englische königliche Wissenschaftsgesellschaft) hinterlegte, in welchem er seine Ansichten über die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Felder (damals noch anders umschrieben) hypothetisch niedergeschrieben hatte. Da der Brief erst 1938 aufgefunden und geöffnet wurde, blieben Faradays Gedanken zu dieser Frage der Öffentlichkeit über hundert Jahre vorenthalten. Er wollte sichern, daß ihm die Priorität einer wichtigen Entdeckung zuerkannt würde, falls einem anderen Forscher unabhängig von ihm der Nachweis gelänge, daß Wirkungen von Feldern sich nicht unendlich schnell fortpflanzen.

Faraday legte nieder, daß nach seiner Meinung die Ausbreitung magnetischer Wirkungen "eine bestimmte Zeit" erfordert (offensichtlich sehr kleine Zeit), daß diese Ausbreitung wellenartig erfolge, und er wollte diese Schwingungstheorie auch auf die elektrische Induktion angewendet wissen. Ein Zahlenwert für die Geschwindigkeit konnte natürlich von ihm noch nicht angegeben werden.

Faraday hatte gerade das Prinzip der elektromagnetischen Induktion entdeckt und damit eine neue Methode zur Erzeugung elektrischer Energie, die wir heute allerorts in großtechnischem Maßstab nutzen. Anfang des 19. Jh. aber war die Bedeutung dieser Entdeckung noch nicht erkannt und Faradays Ruf als Wissenschaftler noch nicht gefestigt. In Gelehrtenkreisen sah man in ihm noch den ehemaligen Buchbinderlehrling und Laboratoriumsgehilfen, verspottete gelegentlich sogar seine Theorie von den Kraftlinien und hielt sie für Spekulation.



Daher war ihm die weitere Vervollkommnung seiner neuen Entdeckung, verbunden mit seinen täglichen Amtsgeschäften, wichtiger (der Spatz in der Hand) als die Verfolgung eines Zieles, das er sich für später vorbehielt, nämlich die Messung der Geschwindigkeit, mit der sich die Wirkungen magnetischer und elektrischer Felder ausbreiten (die Taube auf dem Dach). Diesbezüglich waren seinem Landsmann J. C. Maxwell 1856 erste Erfolge beschieden. Beweise gab es allerdings erst nach 1887, nachdem es Heinrich Hertz auf Anregungen von Helmholtz hin gelungen war, elektromagnetische Wellen künstlich zu erzeugen. Heute wissen wir, daß die Ausbreitung dieser Wellen mit der Geschwindigkeit des Lichts $c = 299\,792\text{ km/s}$ erfolgt, welche eine Naturkonstante ist.

(nach W.I. Rydrik "Vom Äther zum Feld", bearbeitet von Wolfgang König).

**Kritische und ergänzende
Betrachtung zu O. Jahns
Artikel**

**„Kakteen als Nutzpflanzen“
(aus Heft 1/15. Jahrgang)**

Otto Jahn stellt in seinem Artikel "Kakteen als Nutzpflanzen" einige Verwendungen der Kakteen in ihren Heimatgebieten vor. Er geht jedoch nicht auf das Ausmaß der Nutzung ein und auf die Veränderung, die einige Kakteenarten dabei erfahren haben. So kommt er auf den meiner Ansicht nach falschen Schluß, daß es unter den Kakteen keine Kulturpflanzen oder "Wirtschaftspflanzen" gäbe.

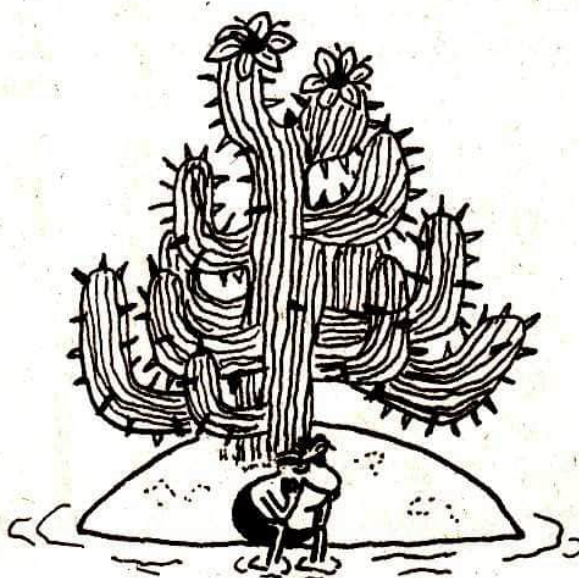
Zu Beginn seines Artikels definiert er **N u t z p f l a n z e n** als Gewächse, die der menschlichen Bedarfsdeckung im weitesten Sinne dienen. Sofort anschließend heißt es: "Unter den Kakteen gibt es keine ausgesprochene Wirtschaftspflanze, wie wir das von vielen anderen tropischen Pflanzen kennen (z.B. Ananas, Kaffee, Kakao)." Den Begriff Wirtschaftspflanze definiert er nicht. Meint er damit Kulturpflanze?

K u l t u r p f l a n z e n sind "von Menschen in Kultur genommene, planmäßig angebaute und der Züchtung unterworfenene Pflanzen" /1/.

Gibt es nun unter den Kakteen auch Kulturpflanzen? Einige Kakteenarten sind Nutzpflanzen, das geht schon aus dem Artikel von Herrn Jahn hervor, an einer Stelle wird sogar bemerkt:

"... die einheimische Bevölkerung,.. pflanzt zur Fruchtgewinnung diese als 'Indische Feigen' bezeichneten Kakteen sogar plantagemäßig an." Diese kurze Bemerkung gibt aber nur ein äußerst mangelhaftes Bild von dem wahren Ausmaß der Kakteenkultur in den tropischen und subtropischen Gebieten. Dazu die folgende Darstellung:

Kakteen werden in den obengenannten Gebieten als Hecken-, Obst-, Gemüse-, Arznei- und Rauschmittelpflanzen kultiviert. Es ist anzunehmen, daß in Mexiko Opuntien als Obstpflanzen seit ungefähr 5000 v.u.Z. angebaut werden. In den Jahrhunderten der



Domestikation dieser Pflanzen wurden große, dünn-schalige Früchte mit weniger Samen und Glochiden (Kurzstacheln mit Widerhaken, die allen Arten der Opuntioideae eigen sind) erzielt. Der Anteil von Samen und Schale an der Gesamtfruchtmasse beträgt bei Wildpflanzen und primitiven Kulturformen von Opuntien 78 % und bei hochdomestizierten Kulturformen von Opuntia 37 % (zum Vergleich bei Orangen 27 % und bei Bananen 35 %). Die Opuntien-Früchte stellen im Mittelmeerraum und in Mexiko sowie in den südlichen Teilen der USA ein wichtiges Volksnahrungsmittel dar, das manchmal sogar über Monate hinweg die Hauptnahrung der einheimischen Bevölkerung bildet.

Als Obstpflanzen werden weiterhin Arten von *Hylocereus*, *Peireskia*, *Lophocereus* und anderen Gattungen kultiviert. *Ritterocereus queretaroensis* und *Ritterocereus pruinosus* werden als Hecken- und Obstpflanzen angebaut. *Trichocereus pachanoi* wird als Heckenpflanze und Rauschmittel verwendet. Seit Anfang dieses Jahrhunderts werden gezüchtete dornenlose Opuntienarten in bisher unfruchtbaren Landstrichen als Viehfutter angebaut. Opuntia- und Nopalea-Arten dienen als Wirtschaftspflanzen für die Cochenille-Laus (*Dactylopius coccus*). Schon die Azteken verwendeten die Cochenille-Laus als Ausgangsmaterial zur Produktion von rotem Farbstoff, vor allem für Schminken. Mexiko exportierte 1869 ungefähr 3000 t dieses Farbstoffes. Mit der Erfindung des synthetischen Farbstoffes kam die Cochenille-Kultur fast völlig zum Erliegen.

Die jahrhundertelange Nutzung einiger Kakteenarten, vom einfachen Früchtesammeln und dem Heckenanbau bis zur gezielten Auslese- und Kreuzungszüchtung und dem Plantagenanbau dieser Pflanzen, berechtigt in meinen Augen dazu, letztere als Kulturpflanzen zu bezeichnen.

Literatur:

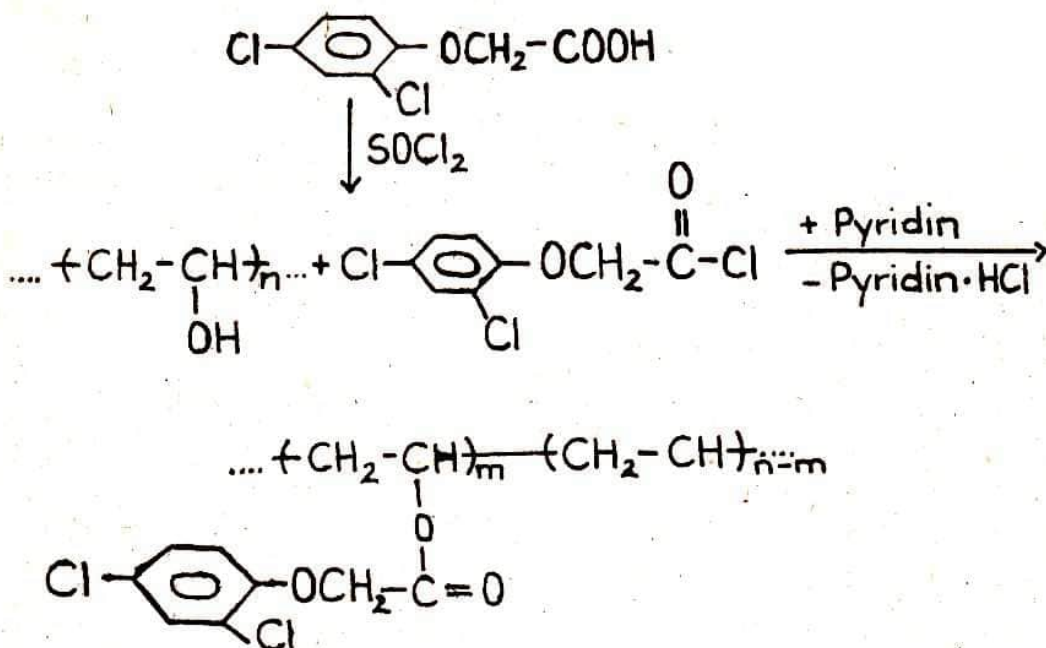
- /1/ Brockhaus ABC Biologie, Leipzig 1970, S. 464.
- /2/ Karl Hammer, Über domestizierte Kakteen, Kakteen-Sukkulanten 12(4), 13(1), 13(2) und 15(3).

Bis zu den 60iger Jahren galt das Augenmerk der Polymerforschung hauptsächlich den polymeren Werkstoffen, deren Einsatzmöglichkeiten primär von ihren mechanischen Eigenschaften und Verarbeitungskenngrößen bestimmt werden. Dabei ist es wünschenswert, wenn diese Polymere chemisch weitgehend inert sind und dementsprechend möglichst keine reaktionsfähigen Gruppen aufweisen. Die wichtigsten Vertreter oder Gruppen polymerer Werkstoffe dürften jedem Leser bekannt sein: Polyethylen, Polyvinylchlorid, Polystyren, Polyamide und Polyurethane.

In den letzten Jahren haben ausgehend von wissenschaftlichen und technischen Bedürfnissen Polymere mit funktionellen Gruppen eine nicht zu übersehende Bedeutung gewonnen. Unter funktionellen Polymeren versteht man dabei polymere Stoffe, deren Eigenschaftsbild primär durch das Vorliegen reaktiver funktioneller Gruppen, wie z.B. Amino-, Hydroxyl-, Carboxyl-, Epoxidgruppen u.a. als Substituenten an der Rückgratkette des Makromoleküls bestimmt wird. Auf Grund der funktionellen Gruppen sind dann analoge chemische Reaktionen durchführbar, wie sie von den niedermolekularen Modellen, den Aminen, Alkoholen, Carbonsäuren und Epoxiden her vertraut sind.

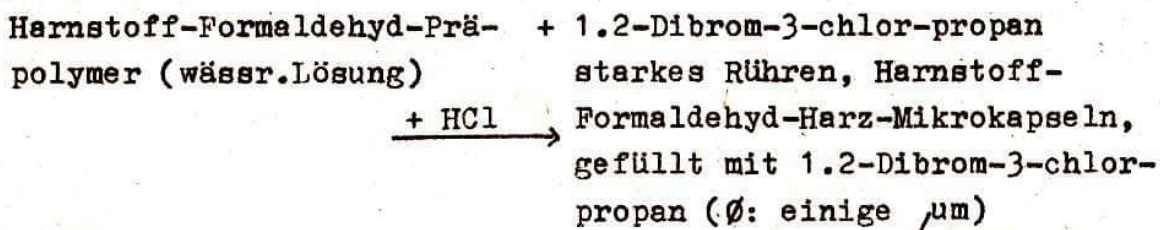
Breites Interesse fand vor allem die Anwendung funktioneller Polymeren zur chemischen Fixierung von Wirkstoffen (im weitesten Sinne!). Sie setzt voraus, daß der Wirkstoff eine geeignete funktionelle Gruppe aufweist.

Beispiel 1: Chemische Fixierung des Herbizids 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure an Polyvinylalkohol



Besitzt das Wirkstoffmolekül keine geeignete funktionelle Gruppe, verbleibt die Möglichkeit einer physikalischen Fixierung an polymere Matrices. Auch hierfür werden überwiegend funktionelle Polymere eingesetzt.

Beispiel 2: Physikalische Fixierung des flüchtigen Nematizids 1,2-Dibrom-3-chlor-propan durch Mikrokapselung



Inzwischen liegen zahlreiche Untersuchungen über die chemische und physikalische Fixierung von Enzymen, Pharmaka, Pestiziden und anderen biologischen Wirkstoffen an polymere Träger vor. Es gelang sogar, intakte Zellen in polymere Netzwerke einzuschließen. Gleichermäßen intensiv wurde über polymere metallorganische Katalysatoren und polymere Reagenzien gearbeitet.

Diesen Untersuchungen über die Polymerfixierung von Wirkstoffen liegen zwei verschiedene Motive zugrunde:

1. Irreversible Fixierung ("Immobilisierung") eines Wirkstoffes an einem polymeren Träger. Analog zu den traditionellen Ionenaustauschern lassen sich mit immobilisierten Enzymen, polymeren Reagenzien oder metallorganischen Katalysatoren Reaktionen, die sonst in homogener Phase (in Lösung) erfolgen, als Grenzflächenreaktionen an der mit Wirkstoffgruppen bedeckten Oberfläche des "Wirkstoff-Harzes" durchführen. Damit entfallen Probleme der Abtrennung oder Rückgewinnung des Wirkstoffs nach der Reaktion. Früher unvermeidliche Wirkstoffverluste treten nicht auf. Zudem lassen sich solche "Wirkstoff-Harze", z.B. in Säulen anwenden, die eine kontinuierliche, automatisierbare Reaktionsführung erlauben.

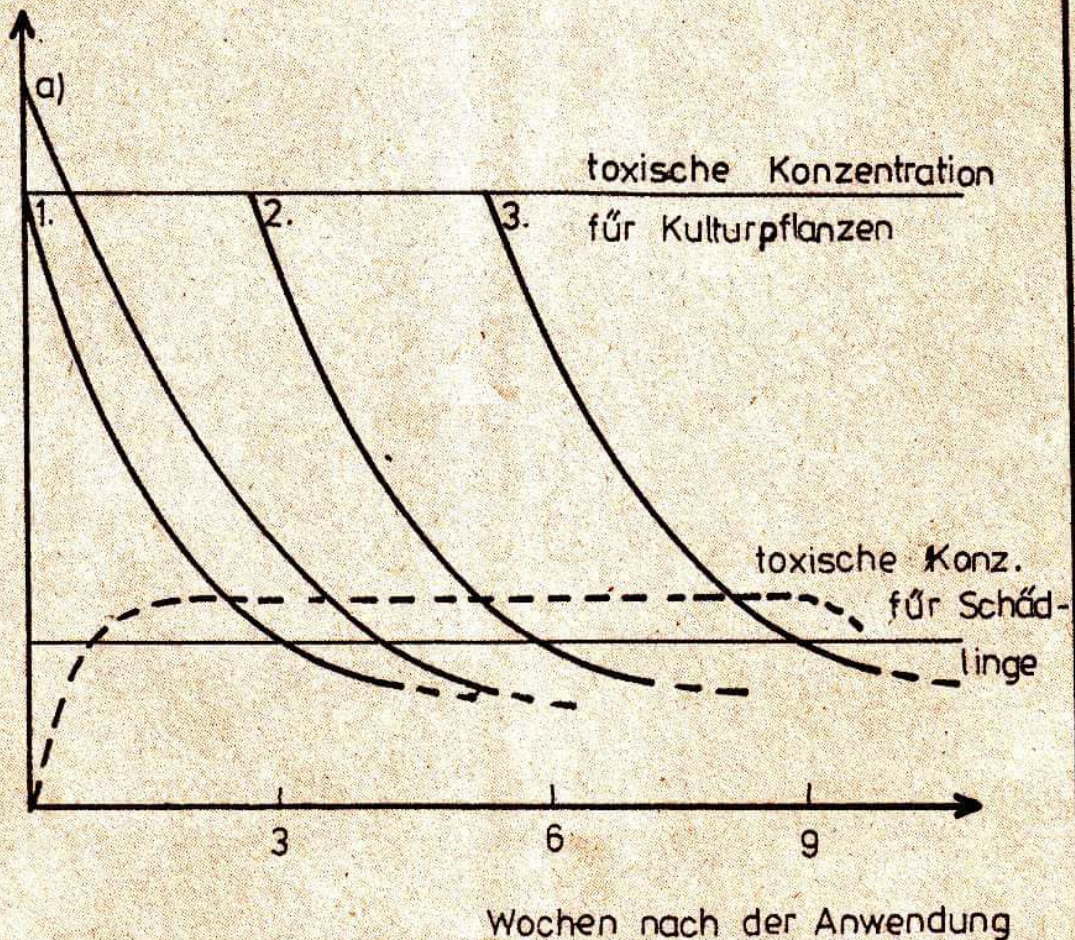
Immobilisierte Enzyme werden bereits seit Jahren technisch genutzt, so z.B. zur Herstellung von 6-Amino-penicillinsäure.

2. Reversible Fixierung eines Wirkstoffes an polymere Träger: Pharmaka und Pestizide werden durch ihre Fixierung an Polymere vor Abbauvorgängen geschützt und erst am jeweiligen Wirkungsort in gewünschter Konzentration und innerhalb eines definierten Zeitraumes gesteuert freigesetzt. Die Freisetzungsgeschwindigkeit wird dabei von chemischen oder/und physikalischen Prozessen gesteuert, so im Beispiel 1 von der Hydrolysegeschwindigkeit des polymeren Esters oder in Beispiel 2 von der Diffusionsgeschwindigkeit des Wirkstoffs durch die Kapselmembran.

Damit bin ich bei dem bestimmenden Forschungsschwerpunkt des Wissenschaftsbereiches "Organische Synthesechemie" angelangt. Die zwei Aspekte dieses Forschungsvorhabens sind bereits in der Überschrift angedeutet worden.

Es ist eine Tatsache, daß heute und auch zukünftig auf den Einsatz von chemischen Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (Pestizide) nicht verzichtet werden kann. Immerhin betragen die Ernteverluste weltweit ca. 35 %, obwohl mechanische, chemische und biologische Methoden des Pflanzenschutzes in

Pestizidkonzentration
im Boden



Vergleich von herkömmlicher Pestizidanwendung und gesteuerter
Pestizidfreisetzung

(_____ : herkömmliche Pestizidanwendung (mehrfache Wieder-
holung 1. - 3. oder Überdosis a);

-----: Einsatz von Pestiziden mit gesteuerter Frei-
setzung)

großem Umfang angewendet werden. Bemerkenswert ist, daß von den eingesetzten Pestizidmengen lediglich 10 - 40 % ihre Zielorganismen (die Schädlinge) erreichen, d.h. 60 - 90 % gehen durch chemischen oder mikrobiellen Abbau im Boden oder durch physikalische Prozesse wie Verdampfen, Auswaschen und Abdriften verloren. Diese enormen Pestizidverluste werden herkömmlich durch die Anwendung von "Überdosen" oder durch wiederholte Behandlungen kompensiert, um den Schutz der Pflanze über einen gewünschten Zeitraum zu gewährleisten. Es besteht das Bedürfnis, Anwendungsformen für Pestizide zu finden, bei denen im Interesse von Ökonomie und Umwelt auf Überdosen oder wiederholte Behandlungen verzichtet werden kann. Einen möglicherweise zukunftssträchtigen Ansatz bietet das Konzept der gesteuerten Freisetzung von Pestiziden aus Wirkstoff/Polymerkombinationen, in denen die Pestizide reversibel chemisch oder physikalisch an Trägerpolymere fixiert sind (s.o.).

Die Abbildung soll dieses Prinzip schematisch veranschaulichen.
siehe Seite 21

Wie deutlich wird, lassen sich mit Pestizid/Polymerkombinationen Langzeitwirkungen erzielen, die für bestimmte Anwendungszwecke gefordert werden.

Auf diesem Hintergrund befaßt sich der Wissenschaftsbereich mit der Synthese und chemischen Modifizierung von Polymeren, mit Untersuchungen zur chemischen und physikalischen Wirkstofffixierung sowie zur Wiederfreisetzung der Wirkstoffe.

Es versteht sich, daß dieses interdisziplinäre Forschungsvorhaben in enger vertraglicher Zusammenarbeit mit den Pestizidproduzenten und -anwendern in unserer Republik verfolgt wird. Selbstverständlich sind in diese Arbeiten auch Studenten einbezogen. Neben kürzeren Praktikumsabschnitten während des Fachstudiums gilt dies besonders für die letzte Phase der Ausbildung, die Anfertigung der Diplomarbeit. Der vorliegende Beitrag sollte ausdrücken, daß dabei nicht nur Kenntnisse auf dem Gebiet der Polymerchemie - unserem eigentlichen Metier - benötigt und vermittelt werden.

MOSAIK

Insektenbekämpfung durch Chitin-Hemmung?

Chitin ist in der Natur weit verbreitet: Es ist Hauptbestandteil des Stützpanzers wirbelloser Tiere, z.B. der Krebse und Insekten, und es ist Bestandteil der Zellwand - vor allem bei Pilzen.

Die Chitinsynthese ist eng verknüpft mit der Ausbildung weiterer lebensnotwendiger Strukturen dieser Organismen.

Chitin ist eine lineare Kette von N-Acetyl-Glucosamin-Monomeren, die nach zahlreichen Umformungen aus Traubenzucker gebildet wird. Das Enzym Chitinsynthetase, das den letzten Biosyntheseschritt katalysiert, ist als inaktive Vorstufe vorhanden und wird durch ein weiteres Enzym aktiviert.

Die detaillierten Studien der Chitinbiosynthese sind für verschiedene praktische Zwecke interessant. Besonders aussichtsreich erscheint es, durch Hemmung der Chitinbiosynthese Schadinsekten zu töten, noch bevor sie fortpflanzungsfähig sind. Holländische Wissenschaftler fanden, daß die Substanz Diflubenzuron die Chitinsynthetase zu hemmen vermag und hoffen, daß sie aus dieser Substanz ein Insektizid entwickeln können, das den Anforderungen an umweltfreundliche Pestizide gerecht wird.

Vor allem die spezifische Wirkung auf Schadinsekten und die kurze Verweildauer in der Umwelt sind hier zu nennen.

Aus "Wissenschaft und Fortschritt" 29, 1979, 384.

MOSAIK

Der 1. Teil dieses Artikels erschien im Heft 3/15. Jahrgang

Eine noch vor zwanzig Jahren kaum für möglich gehaltene Entwicklung der Mikroelektronik und Großrechenanlagen schaffte eine neue Grundlage der Forschung; die Entsendung von Raumsonden zu den Giganten des Planetensystems. Auch die riesigen Entfernungen zwischen diesen Planeten konnten sie nicht länger vor dem Eingriff des Menschen schützen.

Das erste Konterfei des Jupiter durch Pioneer 10

Den ersten Flug in Richtung Jupiter wagte die USA-Raumfahrtbehörde NASA 1972. Am 28.02.1972 startete vom Kennedy Space Flight Centre auf Cape Canaveral die Sonde Pioneer 10. Am 03. Dezember des folgenden Jahres schwenkte sie in einer Entfernung von 130 000 km am Jupiter vorbei. Die Bahnanalyse des Sondenfluges in Jupiternähe erbrachte wichtige Informationen für die "Planetologen des Jupiters". Man kam zu der Meinung, daß der Planet keine feste Oberfläche hat. Überrascht waren die Wissenschaftler von der hohen Intensität der Strahlungspartikel, die Pioneer 10 maß. Zeitweilig war sie so hoch, daß die Instrumente ausfielen. Bestätigt wurde die Theorie, wonach der GRF⁺ ein Wirbelsturm ist. Das Wissen über die Struktur des Planeten ist nach Pioneer 10 um ein Vielfaches gestiegen.

Jupiterflug Nummer 2

Pioneer 11 wurde am 05. April 1973 gestartet. Er war ein Zwilling von Pioneer 10 und hatte im wesentlichen die gleichen Aufgaben zu erfüllen. Die Strahlungsmessungen von Pioneer 10 zeigten hohe Werte, weshalb die Zwillingssonde erst über das Südpolargebiet des Jupiter zum Nordwesten flog. So wurde der Aufenthalt im gefährlichen Strahlungsgürtel verringert. Am 03. Dezember 1974 um 5^h22^{min} WZ erreichte Pioneer 11 den geringsten

+ Großer Roter Fleck

Abstand und mit fast 50 km/s die größte Geschwindigkeit. Durch den gezielten "Einschuß" in die Gravitationsphäre des Riesenplaneten erhielt die Sonde einen derartigen "Schlenker", man bezeichnet ihn als Swing-by-Effekt, daß sie auf einer Bahn, die $15^{\circ}6$ gegen die Ekliptik geneigt war, zum Saturn "raste".

Die Daten, die Pioneer 11 sammelte, unterstützten die Ergebnisse von Pioneer 10. Besonders erfreulich für die Wissenschaftler war, daß sie erste Informationen von den Polregionen des Planeten erhielten.

	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Erde
Radius	11,2	9,5	3,8	3,5	1
Masse	317,82	95,11	14,52	17,22	1
Rotation	9 ^h 50 ^{min}	10 ^h 40 ^{min}	10 ^h 49 ^{min}	15 ^h 40 ^{min}	≈ 24 ^h
chem. Zusammensetzung	H, He, C ₂ H ₂ , NH ₄ SH, HCN	H, He, NH ₃ , CH ₄	H, CH ₄ , He	H, He, CH ₄	N ₂ , O ₂ , H ₂ , CO ₂
Dichte [g/cm ³]	1,3	0,7	1,2	1,6	5
Zahl der Monde	15+Ringe	12+Ringe	6+Ringe	2	1
Riesenplaneten im Vergleich zur Erde					

Neue Daten erfordern kompliziertere Technik

Die Voyager-Sonden, gebaut im Auftrag der NASA, nutzten eine nur etwa alle 150 Jahre auftretende Planetenkonstellation aus, um mit möglichst wenig Treibstoff, aber vielen, sehr präzisen planetarischen "Billiardeffekten" (Swing by) die Riesenplaneten sowie Uranus und Neptun zu erreichen. Voyager 1 wurde am 05. September 1977 um 12.56 Uhr WZ gestartet. Die wegen der großen Geschwindigkeit der Sonde zwangsläufig kurze Beobachtungszeit des Jupiter und Saturn wurde durch langfristige, si-

multan ablaufende Beobachtungen der Riesenplaneten von der Erde ergänzt. Die Signale von der Station benötigten 37,7 Minuten bis zur Erde. Aufgefangen wurden die Signale abwechselnd von den drei Radioantennen des "Deep Space Network" der NASA in Californien, Spanien und Australien. Schließlich wurde auch die Empfindlichkeit der Empfangsantennen mittels raffinierter Techniken gegenüber Pioneer 10 und 11 um den Faktor 150 000 gesteigert.

Ergebnisse der Untersuchung des Jupiters

Voyager 1 übertrug etwa 18 000 Fotos von der "Oberfläche" des Planeten. Etwa 9300 von ihnen wurden farbig reproduziert. Die Fotos übertrafen die ungefähr 40 Aufnahmen, die die beiden Pioneer-Sonden sendeten, um ein Vielfaches. Detailaufnahmen des GRF zeigten seine sehr komplizierte Wirbelstruktur; dabei ist die Windgeschwindigkeit, gleich den irdischen Tornados, in den Randgebieten größer als im Zentrum, wo es fast windstill zu sein scheint. Der Rand rotiert in 6 Tagen. Dabei ist das Gebiet in den Ausmaßen so groß, daß die Erde im oberen Trichter mindestens zwei oder drei Mal hineinpassen würde. In der Nacht treten heftige elektrische Entladungen auf. An den Polen konnten in 700, 1400 und 2300 km Höhe Polarlichter ausgemacht werden. Der Planet zeigte sich sehr farbig, wobei man aber bedenken muß, daß die Farbkontraste überhöht sind. Neben vielen rötlichen Tönen treten auch gelbe, graue und bläuliche Farbnuancen auf. Die "Zeitrafferfilme", die die beiden Voyager-Sonden lieferten, lassen erkennen, daß es keine Bänder sind, die den Jupiter "umgarnen", sondern gewaltige Turbulenzen (Strömungsmuster) in der Atmosphäre, die schneller um den Planeten rasen, als dieser selbst rotiert. Vergleiche mit Pioneer 10 und 11 - Aufnahmen zeigen eine größere Verworrenheit in den Wolken.

Jupitermonde – Welten für sich

Ein Charakteristikum der "jupiterähnlichen Planeten" sind die vielen Monde. Die "vier großen" Jupiter wurden von den Voyager-Sonden ebenfalls beobachtet.

Dabei wurde auf der rötlichen Io ein aktiver Vulkanismus entdeckt. Er ist in seinen Ausmaßen bisher einmalig im Sonnensystem. Europa besitzt einen starken Eismantel, und Ganymeds Eis ist stark von Silikaten verschmutzt. Der äußerste große Jupiter-

Mond Kallisto besitzt noch größere Mengen silikatischen, meteoritischen Materials. Desweiteren wurden zwei Mini-Monde nahe am Jupiter entdeckt sowie ein kleiner Ring, der sich noch mehrmals unterteilt. So unterschiedlich diese Monde oberflächlich betrachtet auch sind, so sind sich die Wissenschaftler doch darüber einig, daß sie alle eine turbulente Entwicklung hinter sich haben, die vom Jupiter geprägt wurde.



Das Faulenzen erträgt nur ein Mensch, der Geist hat. Diejenigen Menschen, die man später (denn wer tätete das zu ihrem Lebzeiten) als Genies anerkennt, hatten ihre besten Ideen in der schöpferischen Pause. Und was ist die schöpferische Pause anderes, als jener herrliche Zustand, in dem man einem sinnlosen (wie die anderen sagen) Hobby frönt oder überhaupt nichts tut. F.v. Reznicek



Erste irdische Sonde nähert sich Saturn

Der Saturn ist doppelt soweit entfernt wie der Jupiter. Nach sechs Jahren "Flugzeit", in der Pioneer 11 über 2,4 Mrd. km zurücklegte, erreichte die Sonde den zweiten Riesenplaneten. Am 01. September 1979 um 16.01 Uhr WZ war es soweit; die erste irdische Sonde durchflog, von Norden kommend, in 112 000 km Abstand zur Saturnwolkenoberfläche die Ringebene des Planeten. Da die Bahn von Pioneer kaum geändert wurde, muß die Masse des Ringsystems sehr klein sein. Der Saturn zeigt sich auf den Aufnahmen mit bogenförmigen Strukturen in den Wolkenbändern, die wahrscheinlich ähnlich wie die Jupiterzonen Konvektionsströmungen sind. Während der Nordpol blau-grün erscheint, tendiert der Äquator mehr ins bräunliche.

Der Saturn selbst besteht größtenteils aus Wasserstoff und Helium. Sie gehen in tiefer liegenden Schichten nahtlos in einen Flüssigkeitsozean über. Noch tiefer ist der Druck so groß, daß der feste Zustand dominierend ist. Vielleicht besitzt Saturn einen winzigen Mineralkern.

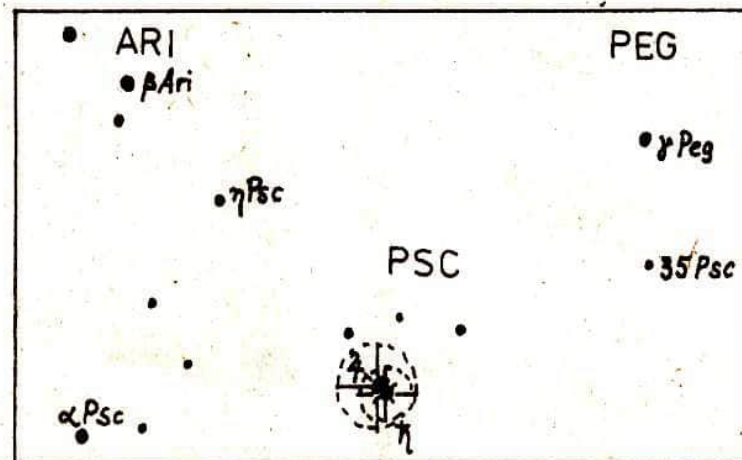
Neu war die Auffindung einer H_2 -Wolke, welche das gesamte Saturnsystem einhüllt. Messungen der Sonde lassen Polarlichter auf Saturn vermuten. Das magnetische Dipolmoment des Saturn ist etwa eintausend Mal stärker als das der Erde.

Vieles bleibt nach Pioneer 11 noch unklar. Voyager wird die Forschungen fortsetzen.

Die „Schlußlichter“ der Planeten

Zu Uranus und Neptun ist wenig zu sagen, da auf Grund ihrer riesigen Entfernung nur ihre Bahn sicher bekannt ist. Wahrscheinlich sind sie Miniaturausgaben des Jupiter bzw. Saturn und stellen ein Bindeglied - hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung - zu den erdähnlichen Planeten dar. Ihre Struktur könnte allerdings sehr exotisch sein und viele Überraschungen bieten.

Ein trivialer Vergleich mit der Erde ist unangebracht denn je. Voyager 2 hat noch in den 80er Jahren diese Terra incognita zu enträtseln.



"Große Konjunktion" von Jupiter und Saturn im Jahr 7 v.u.Z.
Sie war möglicherweise der "Stern von Bethlehem".

Der Wert solcher Unternehmen

Die Ergebnisse der Missionen in das Reich der jupiterähnlichen Planeten werden vor allem den Fachwissenschaftler beschäftigen. Schließlich erwartet man sich neue Erkenntnisse, um gravierende Fragen zur Planetenkosmogonie lösen zu können. So ist immer noch unklar, weshalb die jupiterähnlichen Planeten fast den gesamten Drehimpuls des Sonnensystems speichern. Die vergleichenden Studien der anvisierten etwa zwanzig Objekte werden weitreichende Folgen für den Stand der planetologischen Forschung haben. Da jedoch viele Überraschungen beim Flug einer Raumsonde in große Entfernungen zu bewältigen sind, wird jeder Start ein neues wissenschaftliches Abenteuer in die Tiefen des Sonnensystems und ein Glanzpunkt irdischer Technik sein.

Wissenswertes:

Erdrotation hat sich wieder beschleunigt

Washington (ADN).

Zum erstenmal seit einem Vierteljahrhundert hat sich die Erdrotation wieder beschleunigt. Wie der Leiter der Abteilung "Zeit" des Naval Observatory in Washington mitteilte, könnte die zentrale Erdmasse, die sich gegenüber der Erdrinde schneller dreht, aus unbekannten Gründen plötzlich als Schwungrad wirken. Die letzte Beschleunigung der Erdrotation war 1955 beobachtet worden.

Aller Wahrscheinlichkeit nach als Folge der Anziehungskraft des Mondes auf die Weltmeere hat sich die Rotationsgeschwindigkeit der Erde in den vergangenen Jahrtausenden ständig verringert. Der Erdtag verlängerte sich im Verlaufe von 225 Millionen Jahren um eine Stunde.

(entnommen aus Neues Deutschland vom 15. 6. 81)

BUCHERMARKT

Wilhelm Strube: Der historische Weg der Chemie

VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1981

1. Band: 12,50 M, 2. Band: 15,- M

Aus vorzeitigen Dunkelküchen der Alchimisten bis in die industriechemischen Großanlagen führt der Weg unserer Chemie. Von Aristoteles bis Mendelejew interpretierten zahllose Forscher die Natur der Elemente. Die Chronologie des Kenntnis- und Erfahrungserwerbs auf dem weiten Gebiet der Chymia in kurzer Form darzustellen, ist folglich ein wichtiges Anliegen.

Dem 1976 in erster Auflage erschienen Band 1, der den Überblick von den urzeitlichen Anfängen bis zur Grundlegung der sogenannten klassischen Chemie gegen Ende des 18. Jahrhunderts gab, folgte nunmehr der Band 2, der an den Beginn des 20. Jahrhunderts heranführt.

Der Autor gliederte den Band 2 in vier Kapitel: Von Lavoisier bis Rutherford umfaßt das erste die Entwicklung der chemischen Theorie, Atomtheorie, Radikal- und Strukturtheorien, Elementensysteme, physikalisch-chemische und Atommodelltheorien usw. Das zweite Kapitel stellt die Entwicklung des experimentellen Bereiches dar, betrifft also quantitative und qualitative Analysen, Methoden, Verfahren und Geräte, diverse Entdeckungen, Laborausstattungen, wiederum von Lavoisier, Richter, Dalton angefangen bis zu Thomson und Zsigmondy zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Im 3. Kapitel wird der Weg gewerblicher und industrieller Chemieproduktion verfolgt, der Schwefelsäure, der Düngemittel, der Explosivstoffe u. a.

Unbestrittenes Verdienst des Autors ist es, Studenten, Lehrern sowie chemiehistorisch Interessierten ein Kompendium in die Hand gegeben zu haben, das die Leitlinie für weiterführende Studien in jeder Hinsicht darstellen will. Die umfangreichen Hinweise auf Quellenmaterialien und weiterführende Literatur (einschließlich chemiehistorisch bedeutsamer Periodika), Tabellen zur Entdeckungsgeschichte der Elemente sowie Gegenüberstellungen älterer und aktueller chemischer Begriffsbezeichnungen stellen gute Orientierungshilfen dar.

Aus "Neues Deutschland" vom 27./28. Februar 1982, Seite 14

65

UNSERE

PHYSIKAUFGABE



Zwei Testfahrzeuge beginnen eine geradlinige Bewegung mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0$ am gleichen Ort. Das Fahrzeug A bewegt sich mit der Beschleunigung $a_A = a_0 = \text{const.}$ Das Fahrzeug B bewegt sich mit der Beschleunigung $a_B = k \cdot t$, $k = \text{const.}$ Beide Fahrzeuge legen in der Zeit t_1 die Strecke s_1 zurück.

- Stellen Sie den Verlauf beider Bewegungen im $s(t)$ - und im $v(t)$ -Diagramm dar
 - Berechnen Sie die Zeit t_1 und die Strecke s_1 .
 - Welche Geschwindigkeit v_{A1} und v_{B1} haben die Fahrzeuge am Ende der Strecke s_1 erreicht?
 - Nach welcher Zeit t_2 haben beide Fahrzeuge die gleiche Geschwindigkeit v_2 erreicht?
- gegeben: a_A , a_B , k

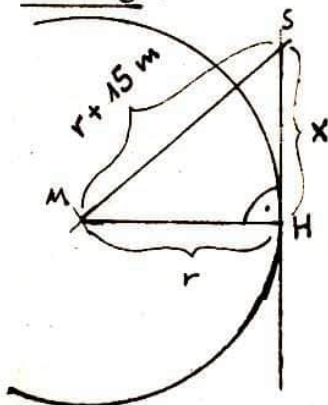
Senden Sie die Lösung der Aufgabe an uns ein (mit Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift). Die besten Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

Lösung der aufgabe 57 aus heft 8/14.jg.

(eingesandt von INA KÖRNER, KLINGENTHAL - 14 Jahre)

Aufgabe : Wie weit ist bei ideal glatter Meeresoberfläche der Horizont für einen Seefahrer entfernt, der sich 15m über der Meeresoberfläche befindet?

Lösung :



Der Abstand $\overline{SH} = x$ liegt auf einer Tangente.

Aus dem Satz des Pythagoras folgt :

(Erdradius $r = 6370 \text{ km}$)

$$(r + 15 \text{ m})^2 = r^2 + x^2$$

$$x^2 = (r + 15 \text{ m})^2 - r^2$$

$$x^2 = r^2 + 30 \text{ m } r + 225 \text{ m}^2 - r^2$$

$$x = \sqrt{30 \text{ m } 6370000 \text{ m} + 225 \text{ m}^2}$$

$$x = \sqrt{191100225 \text{ m}^2}$$

$$x = 13,8 \text{ km}$$

Für den Seefahrer befindet sich der Horizont also in einer Entfernung von etwa 13,8 km.

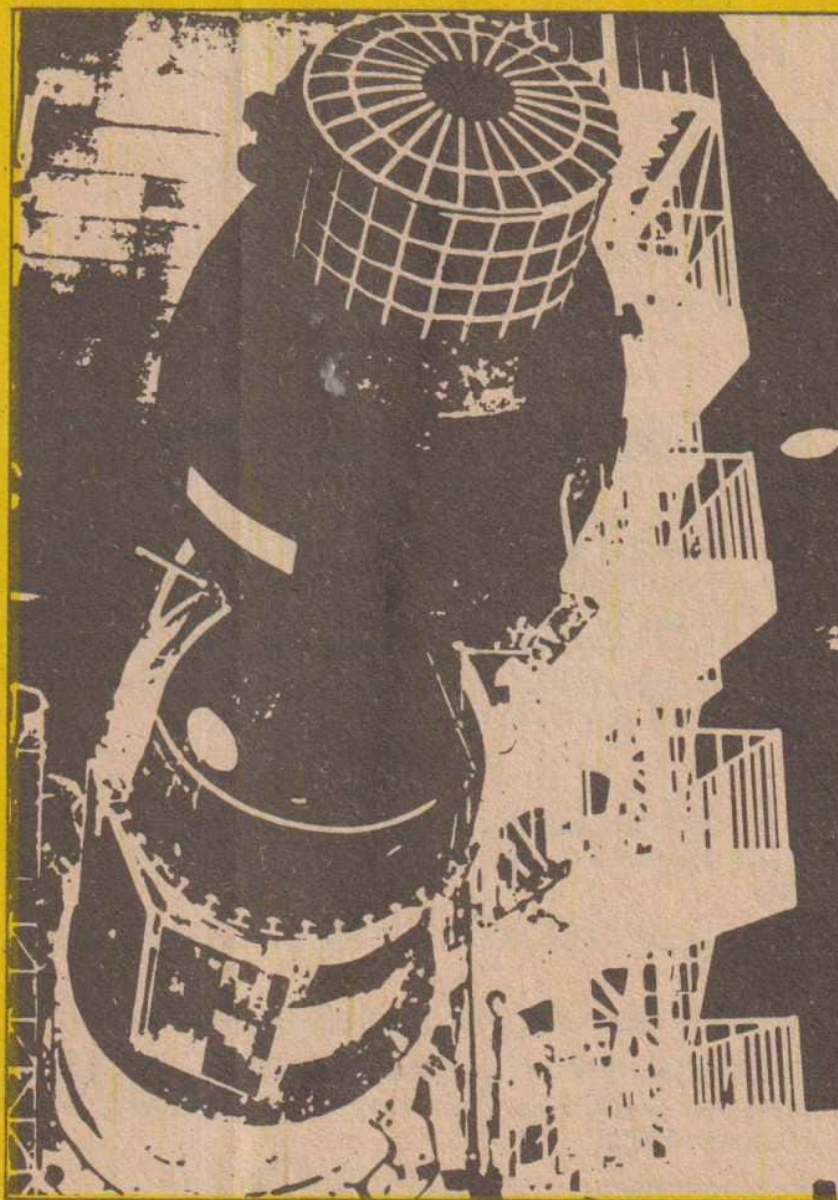


Eine Hütte,
mich,
ein Mädchen,
Ruhe vor der Welt.
Und dann:
Alles
für die Welt!
Morgenslern



impuls 68

8



Drehwaage



Rauschgifte



Genetische Manipulation



Ernst Haeckel



FDJ-Studentenclub

„Quantenkeller“

Titelbild:

Raumschiff „Sojus 22“

bei der Montage

(Foto R. L.)

impuls

68

Dr. Klaus Jupe	Die Entwicklung der Drehwaage als Präzisionsgerät der Physik	Seite 3	PHY
Dr. Peter Renner	Rauschgifte – Vorkommen, Struktur, Wirkung – Teil 1	11	CHE
Frank Laplace	Genetische Manipulation (genetic engineering) und ihre Anwendung in der Praxis Teil 1	17	BIO
	Mosaik	22	
	Büchermarkt	25	
Wolfgang König	Ernst Haeckel (1834–1919)	26	
Dr. Paul Seidel	„impuls 68“ stellt vor: FDJ-Studentenclub „Quantenkeller“ Jena	28	
	Aufgabe 66, Lösung 58 aus Heft 9/14	31	

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Rollenoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: 0,40 M, Jahresabonnement: 4,- M



Gestaltung:
Mathias Hegner

Redaktionsschluß: 5. 4. 1982

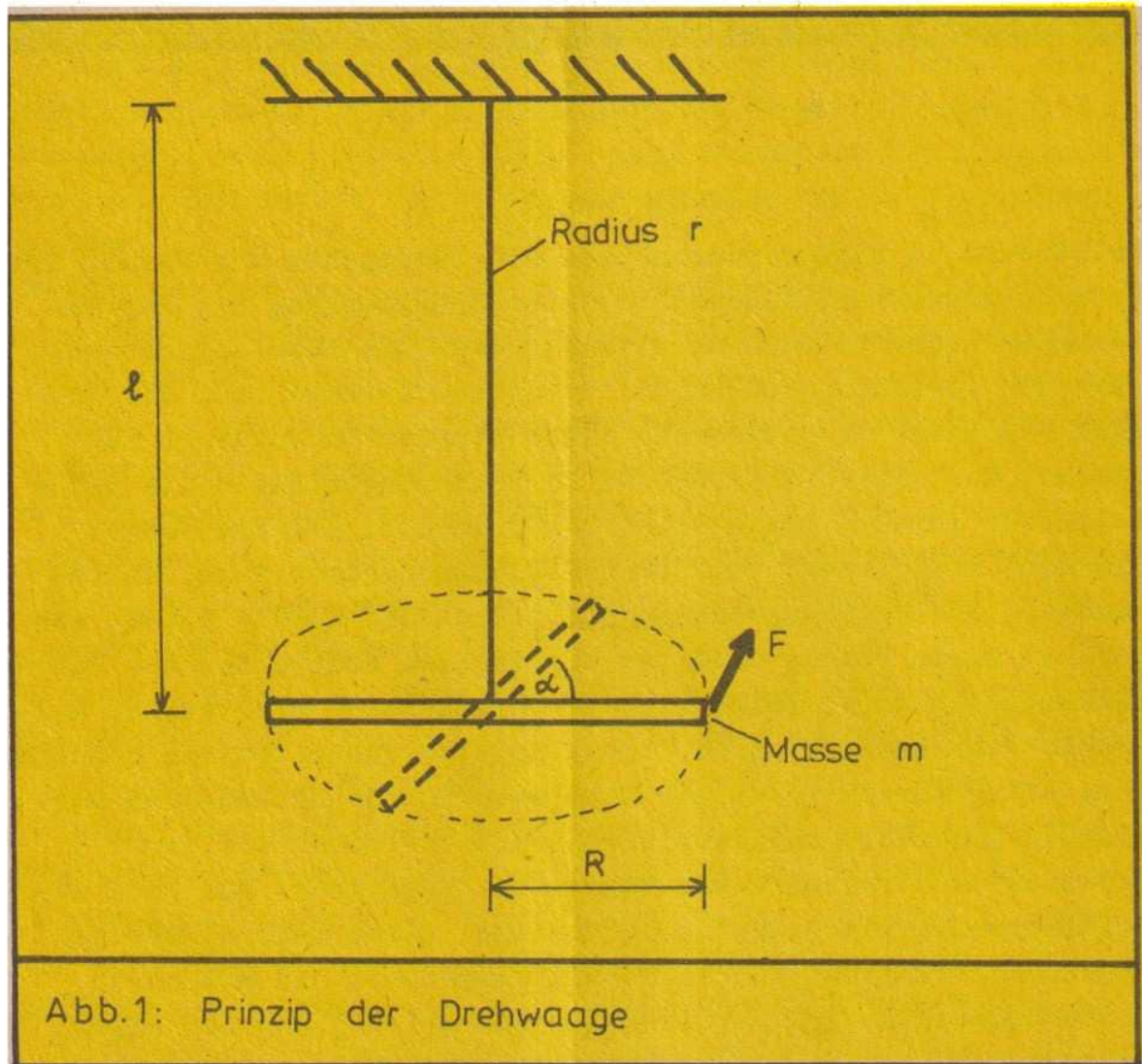
Die Entwicklung der Drehwaage als Präzisionsgerät der Physik

H. Cavendish (1731–1810) und C. A. de Coulomb (1738–1806)

Meist wird in Darstellungen über die Geschichte der Physik die Entwicklung physikalischer Ideen im Zusammenhang mit der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung oder die Leistung herausragender Forscher untersucht. In diesem Artikel soll die Entwicklung eines Meßverfahrens etwas stärker im Vordergrund stehen, das mit entsprechenden Verbesserungen bis heute seine Bedeutung in der Physik nicht verloren hat: die Drehwaage. Wir finden sie heute in Form von Elektrodynamometern, Galvanometern und Torsionswaagen. Entwickelt und in die Physik eingeführt wurde dieses Gerät in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, in jener Zeit, als die Physik immer stärker zur messenden Wissenschaft wurde, immer mehr zu quantitativen Aussagen kam. Anlaß für diese Zeilen sind der 250. Geburtstag des englischen Chemikers und Physikers Henry Cavendish und der 175. Todestag des französischen Physikers, Ingenieurs und Pionieroffiziers Charles Augustin de Coulomb. Diese beiden Forscher haben die Drehwaage in die Physik eingeführt und mit ihrer Hilfe bedeutsame Erkenntnisse für die Entwicklung der Physik gewonnen.

Das Grundprinzip ist einfach zu verstehen. Die kleine Kraft F , die am horizontalen Stab angreift, soll gemessen werden. Dazu wird direkt der Winkel α abgelesen, um den der vertikal hängende Draht verdreht wird. Offensichtlich führen dabei recht kleine Kräfte schon zu gut ablesbaren Winkeln. Wir wollen aber noch genauer sehen, wie empfindlich diese Anordnung ist, um

nachher die Arbeiten von Cavendish und Coulomb besser würdigen zu können. Dazu werden im folgenden einige Angaben über die Torsion von Drähten gemacht, ohne die Gleichungen herzuleiten. Wer sich mit diesem Problem näher beschäftigen möchte, sei auf ein entsprechendes Lehrbuch verwiesen (z.B. Grimsehl, Lehrbuch der Physik, Band I).



Für das Drehmoment, das die Kraft F am Hebelarm R ausübt, gilt

$$M = F \cdot R = k_1 \cdot \alpha \cdot \frac{r^4}{l} \quad (1)$$

Dabei ist k_1 eine Konstante, die vom Material des vertikalen

Drahtes abhängig ist, α der Verdrillungswinkel, r der Radius des vertikalen Drahtes und l seine Länge. Der Quotient $E = \frac{\alpha}{M}$ gibt an, um welchen Winkel bei einem wirkenden Drehmoment von 1 Nm der Draht verdrillt wird, ist also ein Maß für die Empfindlichkeit der Anordnung. Wir erhalten

$$E = \frac{\alpha}{M} = \frac{1}{k_1} \cdot \frac{1}{r^4} \quad (2)$$

Um diesen Ausdruck möglichst groß zu machen, muß der Draht möglichst lang und dünn sein. Aber dafür gibt es Grenzen, auf jeden Fall muß er so dick sein, daß er den horizontalen Stab tragen kann.

Von Bedeutung für die meßtechnische Anwendung ist aber auch die Schwingungsdauer des Systems. Für sie gilt

$$T = 2 \sqrt{\frac{J}{D}},$$

dabei ist J das Massenträgheitsmoment des Systems, für das wir $J = k_2 \cdot m \cdot R^2$ einsetzen können (m = Masse des horizontalen Stabes, k_2 = Formkonstante) und D die Winkelrichtgröße $\frac{M}{\alpha}$, also der Kehrwert von Gleichung (2).

Setzen wir das ein, dann ergibt sich

$$T = k \cdot \sqrt{\frac{m \cdot R^2 \cdot l}{r^4}} \quad (3)$$

Da die Schwingungsdauer für bequemes Messen nicht sehr groß sein soll, wird man die Masse m und die Länge $2R$ des horizontalen Stabes möglichst klein wählen.

Die Messung der Gravitationskonstante durch H. Cavendish

I. Newton hatte aus den Keplerschen Gesetzen hergeleitet, daß zwischen allen Körpern Gravitationskräfte wirken, deren Betrag proportional den beiden Massen und umgekehrt proportional dem Quadrat des Abstandes der Massenmittelpunkte ist, als Gleichung geschrieben

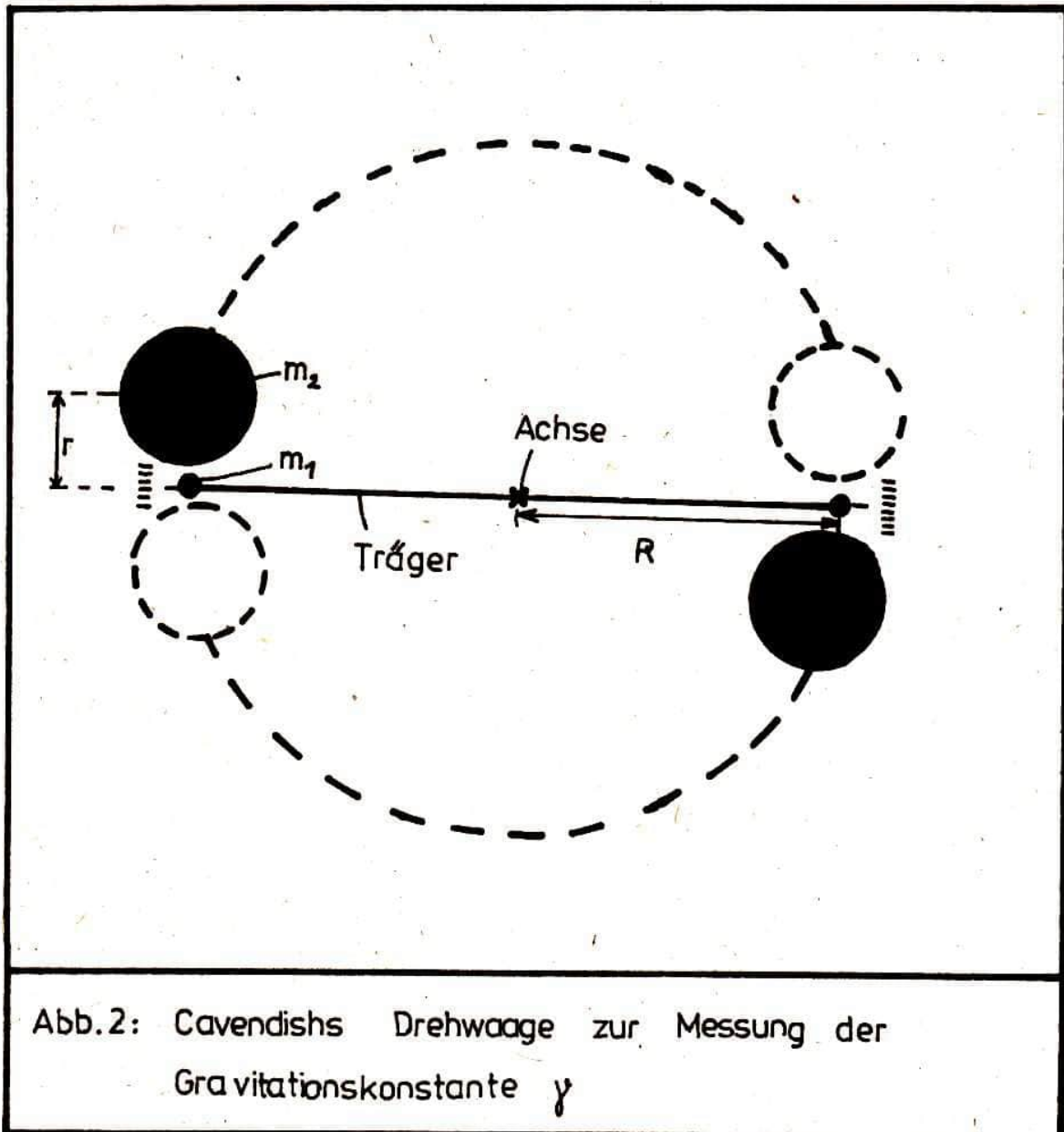
$$F = \gamma \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (4)$$

Die Größe der Gravitationskonstante γ konnte Newton aber nicht angeben. Sie läßt sich aus astronomischen Beobachtungen nicht herleiten, sondern kann nur in irdischen Laboratorien gewonnen werden. Diese Aufgabe stellte sich 1798 H. Cavendish in abgeänderter Form. er wollte die mittlere Dichte der Erde bestimmen.

H. Cavendish wurde am 10. Oktober 1731 geboren. Er war einer der bedeutendsten Wissenschaftler seiner Zeit. Wesentliche Verdienste hat er in der Chemie, wo er u. a. den Wasserstoff entdeckte. Viele Erkenntnisse späterer Zeiten hat er vorweggenommen. Beispielsweise maß er 1775 die elektrolytische Leitfähigkeit verschiedener Substanzen durch Abschätzen des elektrischen Schlages, den er beim Berühren erhielt. Seine Ergebnisse sind, mit heutigen Werten verglichen, überraschend genau.

Theoretisch ist die gestellte Aufgabe recht einfach; es ist die Anziehungskraft zwischen zwei kugelförmigen Körpern mit bekannter Masse und Mittelpunktse Entfernung zu messen. Die experimentelle Durchführung ist aber sehr schwierig, handelt es sich doch darum, Kräfte in der Größenordnung von 10^{-7}N (10^{-5}p) zu messen! Zur Messung benutzte Cavendish die oben beschriebene Drehwaage, welche er von dem Cambrdiger Geologen und Geistlichen John Michell (er gilt als Begründer der Seismologie) nach dessen Tode übernommen hatte. An dem horizontalen Träger in Abb. 2 sind zwei kleine Kugeln (m_1) befestigt, denen zwei größere (m_2) in meßbarem Abstand gegenüber stehen (bei Cavendish war $m_2 = 158\text{ kg}$). Die Drehwaage wird jetzt durch die Massenanziehung um einen bestimmten Winkel aus ihrer Ruhelage ausgelenkt. Bringt man dann die großen Kugeln in die gestrichelt eingezeichnete Lage, wird die Waage entgegengesetzt ausgelenkt. An den Enden des Trägers befinden sich Skalen, an denen der Auslenkwinkel und nach vorheriger Eichung die Kraft abgelesen werden kann. Dabei hatte sich Cavendish durch übertriebene Abmessungen der Anordnung die Arbeit unnötig erschwert. Der horizontale Träger hatte nämlich eine Länge von etwa 2 m und eine entsprechend große Masse, so daß die Schwingungsdauer

etwa 7 Minuten (!) betrug. Auch hatte er aus äußeren Gründen einen relativ dicken Aufhängedraht gewählt' (Kupferdraht von etwa 0,2 mm Durchmesser, Länge etwa 1 m), wodurch die Empfindlichkeit relativ gering wurde. Heute wissen wir, daß ein kurzer Träger und ein dünner Aufhängedraht die Arbeit wesentlich erleichtert hätten. Die erforderliche "Zeigerlänge" zum genauen Ablesen der Winkel auf der Skale erreichen wir heute durch einen "Lichtzeiger", aber derartige Überlegungen lagen Cavendish noch fern.



Trotz dieser Erschwernisse hat Cavendish 1798 ein Meisterwerk präziser Meßkunst vollbracht. Er versuchte, alle Störungen von der Apparatur fernzuhalten bzw. zu berücksichtigen. So befand sich das Gerät in einem Gehäuse aus Holz, das wieder in einer größeren Kammer aufgestellt war. Sämtliche Manipulationen, wie das Verschieben der großen Kugeln, wurden von außen mittels Hebel oder Seilzügen ausgeführt. Außerdem wurde eine ganze Reihe möglicher Fehler untersucht und im Ergebnis zum Teil mit berücksichtigt, wie z.B. magnetische Wirkungen, Luftströmungen infolge von Temperaturdifferenzen, Gravitationswirkungen von den Holzwänden auf die kleinen Kugeln und von den großen Kugeln auf den Träger, Anziehungen zwischen den großen und kleinen Kugeln "über Kreuz". Als Mittelwert aus 17 sehr umfangreichen Messungen fand Cavendish die Dichte der Erde zu $5,48 \text{ g/cm}^3$ und gibt es als sehr unwahrscheinlich an, daß sich der wirkliche Wert um mehr als 7 % von diesem Wert unterscheidet. Wir wissen heute, daß die Abweichung vom genauen Wert ($5,514 \text{ g/cm}^3$) nur 0,6 % (!) beträgt. Aus den Messungen Cavendishs würde sich die Gravitationskonstante zu $6,71$ (statt $6,68$) $\cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ ergeben.

Die Leistung Cavendishs ist außerordentlich hoch einzuschätzen. Er hat damit unabhängig von Coulomb eine völlig neue Meßmethode in die Präzisionsphysik eingeführt. Das Bedeutungsvollste seines Ergebnisses liegt schließlich darin, daß man bei Kenntnis der Gravitationskonstante, die sich aus Cavendishs Messungen sofort ergibt, nunmehr die Massen anderer Himmelskörper bestimmen kann.

C. A de C o u l o m b macht die Elektrizitätslehre zur quantitativen Wissenschaft

Im 18. Jahrhundert war die Existenz anziehender und abstoßender Kräfte bekannt, und daß es zwei Arten von Elektrizität gibt. Quantitative Messungen gab es aber im Gegensatz zur Mechanik in der Elektrizitätslehre noch nicht. Zwar wurde von vielen Wissenschaftlern vermutet, daß für elektrische und magnetische

Kräfte ein dem Newtonschen Gravitationsgesetz entsprechendes Gesetz gilt, aber das zu untersuchen, gelang erst in den Jahren 1785 bis 1789 Coulomb.

Charles Augustin de Coulomb wurde 1738 als Sohn einer wohlhabenden Familie geboren. 1767 bis 1776 war er als Pionieroffizier mit dem Bau militärischer Anlagen auf der Insel Martinique beschäftigt. Nachdem er aus gesundheitlichen Gründen nach Frankreich zurückgekehrt war, beschäftigte er sich mit physikalischen und technischen Fragen. Zusätzlich bekleidete er eine Anzahl öffentlicher Ämter, u.a. hat er sich, besonders in seinen letzten Lebensjahren, intensiv mit der Organisation und Verbesserung des französischen Unterrichtswesens beschäftigt. Er starb am 23. August 1806 in Paris.

Seine Arbeiten in der Physik sind sehr vielfältig. So fand er zum Beispiel bei der Entwicklung einer Theorie über einfache Maschinen das Reibungsgesetz. Für diese Theorie erhielt er 1781 einen Preis. Daraufhin wurde er zum Mitglied der Pariser Akademie gewählt. Ab 1779 beteiligte er sich an einer Ausschreibung der Pariser Akademie zur Verbesserung des Navigationswesens. In diesem Zusammenhang hat er einen verbesserten Kompaß konstruiert und dabei das Verhalten einer an einem dünnen Draht hängenden Magnethadel studiert. Diese Drehwaage hat er unabhängig von Michell und Cavendish gebaut. Insbesondere hat Coulomb 1784 sehr genau die Wirkungsweise dieses Gerätes und die zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten erforscht. Die eingangs skizzierte Theorie der Torsion geht auf ihn zurück.

In den Jahren 1785 bis 1789 hat Coulomb 7 wesentliche Arbeiten über Elektrizität und Magnetismus veröffentlicht, deren Grundlage Messungen mit der Drehwaage waren. Dabei hat er diese Methode auf theoretischer Grundlage zu hoher Vollendung gebracht, insbesondere konnte er eine wesentlich höhere Empfindlichkeit als Cavendish erreichen. Einige Zahlen sollen das belegen (man vergleiche mit den entsprechenden Zahlen bei Cavendish)! Der horizontale Arm hatte etwa die Länge $2R = 10\text{ cm}$, der Aufhänge-
draht (Silber) hatte nur $0,035\text{ mm}$ Durchmesser und eine Länge von $l = 76\text{ cm}$. Auch die Schwingungsdauer war entsprechend kurz. Ein

besonders herausragendes Ergebnis sind das heute nach ihm benannte Gesetz

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (5)$$

für Kräfte zwischen elektrisch geladenen Körpern und ein entsprechendes Gesetz für Magnetpole.

Vergleicht man nun aber die Arbeit beider Forscher, dann muß man feststellen, daß Coulomb im Gegensatz zu Cavendish die von ihm geschaffenen, viel besseren Möglichkeiten bei weitem nicht ausgenutzt hat. Nach großer Sorgfalt beim Aufbau der Apparatur hat er auch in Fällen, in denen wir heute oder auch Cavendish lange Meßreihen aufnehmen würden, nur wenige Messungen durchgeführt. Auch seine Genauigkeitsansprüche waren nicht sehr hoch. Fehler von 5 % hielt er für belanglos, obwohl er bessere Möglichkeiten und auch eine genaue Kenntnis der meisten möglichen Störfaktoren hatte. Insbesondere hat er bei seinen elektrischen Messungen nie versucht, die stets auftretende zeitliche Abnahme der Ladung auf den Probekörper zu berücksichtigen.

Während Cavendish eine unbekannte physikalische Größe möglichst genau messen wollte, war Coulomb von der umgekehrten Proportionalität zwischen Kraft und Quadrat des Abstandes von Anfang an überzeugt.

Seine Messungen zeigen dann zwar eindeutig, daß

$$F \sim \frac{1}{r} \quad \text{oder} \quad F \sim \frac{1}{r^3}$$

nicht gelten kann, während eine kleine Abweichung des Exponenten in $F \sim \frac{1}{r^2}$ von 2 (die durchaus denkbar ist) von ihm nicht erkannt worden wäre.

Das große Verdienst von Coulomb besteht darin, daß er die Elektrizitätslehre zu einer quantitativen Wissenschaft gemacht und damit einen vorläufigen Schlußstein für die Entwicklung der Elektrostatik bis ins 19. Jahrhundert gesetzt hat. Weitere Fortschritte finden sich erst 1813 bei Poisson mit der Untersuchung der Ladungsverteilung in geladenen Körpern und dem Aufbau einer Potentialtheorie.

Es wird an dieser Epoche der Entwicklung der Physik deutlich, daß die Erkenntnis physikalischer Gesetzmäßigkeiten und die Entwicklung der Meßtechnik nur in enger Wechselwirkung möglich sind - und das ist auch heute noch so.

Rauschgifte
–Vorkommen, Struktur,
Wirkung –
(Teil 1)

Immer wieder gehen heute Meldungen über Rauschgift- bzw. Drogenopfer in westlichen Ländern durch die Presse. Durch den Handel mit solchen Substanzen machen skrupellose Verbrecher Gewinne in Millionenhöhe, während Tausende von Menschen, in zunehmendem Maße Jugendliche und sogar Kinder, in Abhängigkeit geraten und in ungezählten Fällen ihr Leben lassen mußten. In diesem Bericht soll jedoch nicht die Rede sein über die sozialen und politischen Hintergründe, welche immer mehr Menschen zur Droge greifen lassen, vielmehr soll die Frage der Rauschgifte vom Standpunkt ihrer Vorkommen, des Chemismus und der Wirkung behandelt werden.

Rauschgifte sind keineswegs, wie man bei oberflächlicher Betrachtung vielleicht vermuten könnte, ein Produkt der "modernen Zeit" oder eine Errungenschaft der Chemie, im Gegenteil, berauschende Drogen, Pflanzenextrakte waren schon bei vielen Völkern vor Jahrtausenden bekannt. Die letzten Jahrzehnte haben lediglich dazu beigetragen, die für die Wirkung verantwortlichen Substanzen zu identifizieren, ihre chemische Struktur exakt aufzuklären und sie auf künstlichem Wege zu gewinnen. Vielfach ist es gelungen, die bei falscher Anwendung todbringenden Substanzen in den Dienst der Medizin zu stellen, wo sie bzw. ihnen eng strukturell verwandte Verbindungen heute unentbehrlich geworden sind. Jedoch darf auch nicht verschwiegen werden, daß sogenannte Psychogifte Eingang in die Arsenale der Armeen gefunden haben und sich damit in die große Gruppe der chemischen Kampfstoffe einreihen.

Will man den Begriff "Rauschgift" exakt definieren, so trifft man auf Schwierigkeiten, die einmal daraus resultieren, daß

es sich hierbei um eine chemisch recht heterogene Gruppe von Verbindungen handelt, deren Wirkung auf das Nervensystem des Menschen wiederum breit gefächert ist. Wir wollen im folgenden auch an Stelle der Bezeichnung "Rauschgift" den in der wissenschaftlichen Literatur häufiger angewandten Terminus "psychotroper Stoff" benutzen. Als psychotrope Stoffe werden ganz allgemein die Substanzen bezeichnet, die die menschliche Psyche beeinflussen. Sie können von unterschiedlicher chemischer Struktur sein.

Aus der Vielzahl der Verbindungen mit z.T. großer Bedeutung in der psychiatrischen Praxis sollen hier lediglich zwei Gruppen herausgegriffen werden, die jedoch alle, umgangssprachlich als Rauschgifte bezeichneten Verbindungen enthalten nämlich die Halluzinogene und die Euphorika. Die erst genannte Gruppe unterteilt sich dann noch weiter in die Psychodelica und die Delirantia.

Den meisten Halluzinogenen und Euphorika ist gemeinsam, daß diese pflanzlichen Ursprungs sind, und bei einigen Verbindungen ergeben sich verblüffende strukturelle Ähnlichkeiten zu körpereigenen Verbindungen, und zwar solchen, die innerhalb des Zentralnervensystems bei der Übertragung von Signalen eine bedeutende Rolle spielen, nämlich den sogenannten Neurotransmittersubstanzen.

Bevor wir uns jedoch den einzelnen Verbindungen, ihren natürlichen Vorkommen und ihrer Wirkung auf den menschlichen Organismus zuwenden, müssen wir uns die Frage stellen, welche Kriterien eine chemische Verbindung erfüllen muß, um überhaupt psychotrop aktiv sein zu können, und welche Angriffsmöglichkeiten im Körper für eine derartige Substanz existieren. Dabei muß jedoch gleich vorangestellt werden, daß der Wirkungsmechanismus vieler Psychopharmazeutika heute noch keineswegs vollständig aufgeklärt ist.

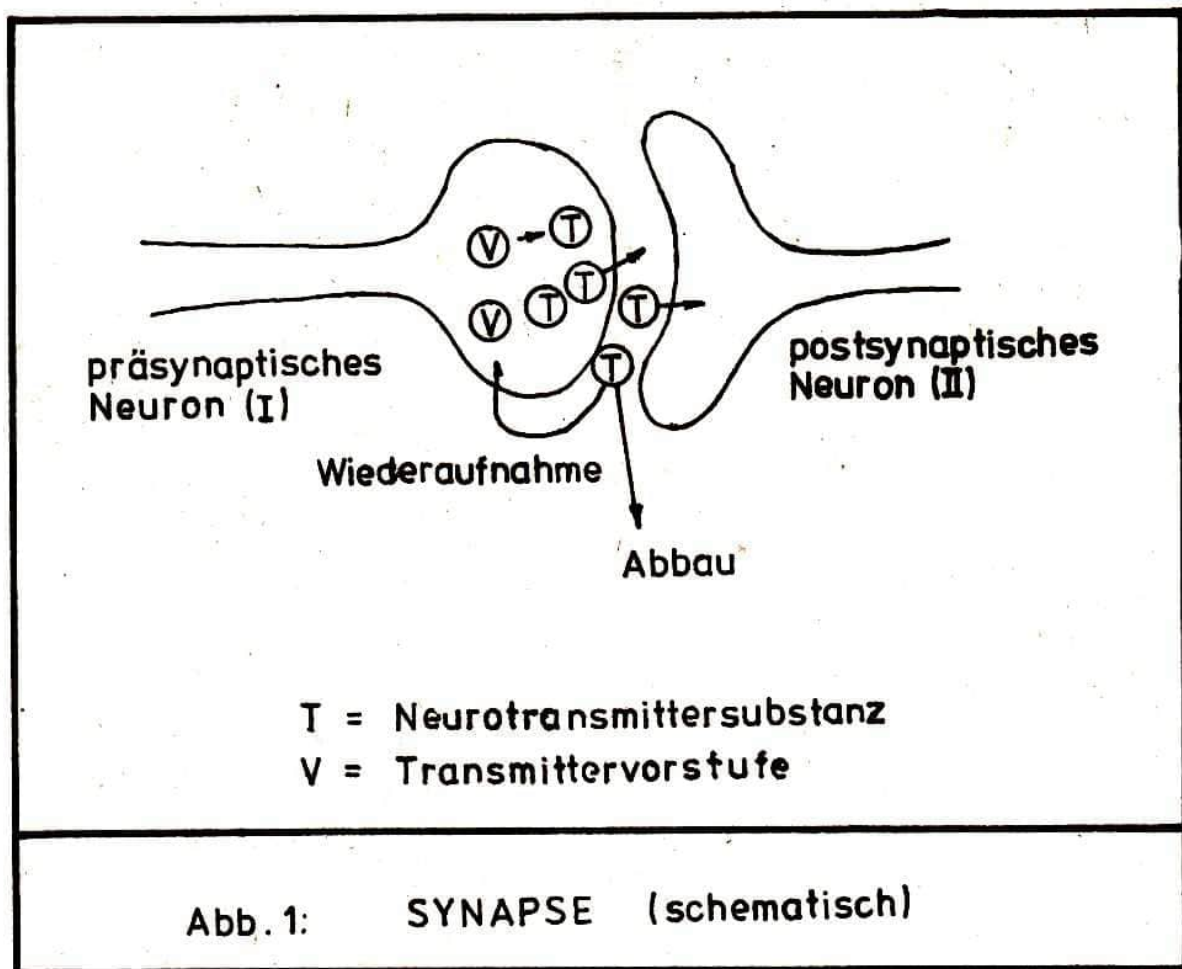
Für die pharmazeutische Wirkung einer chemischen Verbindung kann stark vereinfacht etwa folgende Reihenfolge von Einzelschritten angegeben werden:



Für jeden einzelnen dieser Schritte sind die molekularen Eigenschaften der Verbindung von großer Bedeutung. Hierzu gehören einmal die chemische Konstitution allgemein, die Molekülgeometrie, die Elektronendichteverteilung innerhalb des Moleküls, die Basizität, die Fähigkeit, Wasserstoffbrückenbindungen auszubilden sowie die Lipophilie bzw. Hydrophilie¹⁾, um nur einige Parameter zu nennen, die die biologische Wirkung beeinflussen.

Betrachten wir nun den zentralen Punkt der oben dargestellten Kette, nämlich die Aktion der psychotropen Verbindung am Wirkort, etwas näher. Als Angriffspunkt muß das Zentralnervensystem, vornehmlich das Gehirn angesehen werden. Unser Hirn enthält Millionen von Nervenzellen (Neuronen), die miteinander in Verbindung stehen. Jede Nervenzelle, deren Größe zwischen 6 und 120 μm variieren kann, trägt viele dünne Fortsätze (Dentriten und Neuriten), deren Enden sich einer anderen Zelle bis auf 20...30 nm nähern, ohne aber in direkte Verbindung mit ihr zu kommen (s. Abb. 1).

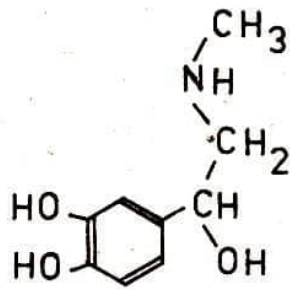
¹⁾ Hydrophile Verbindungen besitzen ein großes Bindungsbestreben zum Wasser, sind in wässrigen Medien gut löslich, während lipophile Verbindungen fettlöslich sind und sich in wässrigen Lösungsmitteln nicht oder kaum lösen.



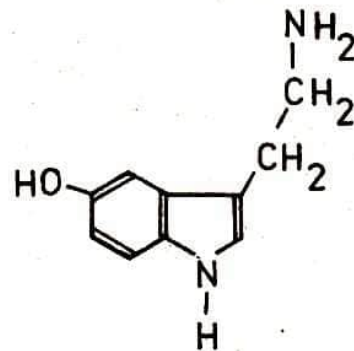
Eine solche Kontaktstelle wird als Synapse bezeichnet. Die Dendriten sind durch Membranen abgeschlossen, welche den synaptischen Spalt begrenzen. Beide Neuronen sind unterscheidbar, d.h. die Reizleitung erfolgt nur in einer Richtung, man spricht deshalb von präsynaptischen (I) und postsynaptischen (II) Neuronen. Die Übertragung eines Signals von Neuron zu Neuron erfolgt so, daß zunächst ein Aktionspotential, d.h. ein elektrischer Impuls am Neuron I ankommt. Durch diesen Impuls wird aus einer im Neuron vorhandenen Vorstufe eine Substanz, genannt Neurotransmitter, synthetisiert. Die Strukturen der verschiedenen Neurotransmittersubstanzen sind in Abb. 2 wiedergegeben.

Diese Substanz, die in den synaptischen Spalt abgegeben wird, tritt mit dem Neuron II in Wechselwirkung, verursacht dort eine elektrische Potentialänderung und wird anschließend entweder abgebaut oder in das präsynaptische Neuron zurückgeführt.

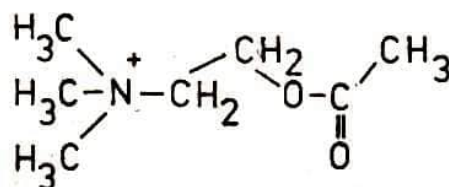
In die skizzierte Wirkungskette können die Halluzinogene auf vielfältige Art eingreifen, indem sie mit den körpereigenen Substanzen entweder konkurrieren, deren Synthese, Freisetzung, Wiederaufnahme im Neuron oder deren Abbau hemmen.



Adrenalin



Serotonin



Acetylcholin

Abb. 2: Neurotransmittersubstanzen

Die hier dargestellten, auf molekularer Ebene ablaufenden Vorgänge vermitteln einen, wenn auch sehr begrenzten Einblick in die Kompliziertheit der neurophysiologischen Abläufe, die in unserem Gehirn stattfinden. Dabei muß aber ausdrücklich betont

werden, daß es noch ein weiter Weg ist, bis wir die Abläufe, die zu Wahrnehmungen, Empfindungen und zum Denken führen, in ihrer Komplexität verstehen.

Nach diesem kleinen Ausflug in das "Innerste unseres Gehirns", der jedoch für das Verständnis der Wirkungsweise von psychotropen Stoffen und dabei besonders den Halluzinogenen, als notwendig erscheint, wollen wir uns im nächsten Teil den einzelnen Wirkstoffgruppen bzw. Drogen zuwenden.



Volumenmessung im Mittelalter

Genetische Manipulationen (genetic engineering) und ihre Anwendung in der Praxis (Teil 1)

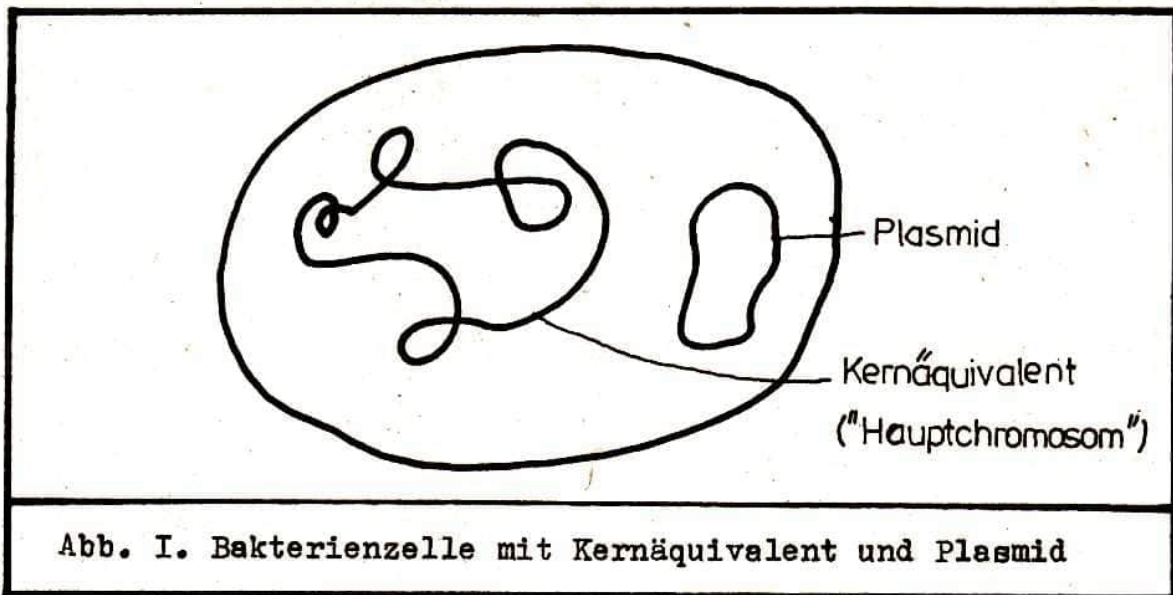
Spektakuläre Ergebnisse, die in den letzten Jahren erzielt wurden, haben das Gebiet der Genetik in den Mittelpunkt auch des öffentlichen Interesses gerückt, das sich mit dem Problem des gezielten Eingriffes in das Erbgut verschiedenster Organismen befaßt, also mit genetischer Manipulation.

Schlagworte wie "Babys aus der Retorte" und "Superkühe am laufenden Band" sind uns noch aus der Tagespresse in Erinnerung. Aber nicht solche Fragen sind heute Forschungsschwerpunkt, obwohl auch an der Lösung des Problems der ungeschlechtlichen Vermehrung ¹⁾ leistungstarker Nutztiere intensiv gearbeitet wird, sondern im Mittelpunkt des Interesses der Genetiker stehen die Bakterien.

Diese Organismen bieten für den Experimentator mehrere Vorteile: Sie besitzen eine im Vergleich zu höheren Organismen relativ unkomplizierte Organisation ihres genetischen Apparates und lassen sich unter Laborbedingungen einfach und leicht kultivieren. Ein wesentlicher Vorteil ist darüberhinaus ihre kurze Generationszeit, d.h. innerhalb kurzer Zeit erhält man eine große Anzahl von Nachkommen, unter denen man dann auch solche mit veränderten Eigenschaften des Erbguts erkennen kann (Vgl. auch SAUERSTEIN, "impuls 68", 14. Jg., Nr. 4, 5, 7).

Wie ist nun der genetische Apparat einer Bakterienzelle aufgebaut? Schematisch ist dies in Abb. 1 gezeigt.

1) Ausführungen dazu im Teil III.



Neben dem Kernäquivalent, das als doppelsträngiges DNS-Molekül mit meist rosettenartiger Struktur vorliegt, existieren unabhängig in der Zelle oft ein oder mehrere Plasmide, die ebenfalls aus Zweistrang-DNS bestehen und Ringform aufweisen. Das "Hauptchromosom" trägt nun alle diejenigen Gene und determiniert somit alle die Eigenschaften und physiologischen Leistungen, die für die Existenz und die Vermehrung der Bakterienzelle essentiell, d.h. lebensnotwendig sind. Aber auch die unabhängig vom Kernäquivalent in der Zelle vorliegenden Plasmide können Gene tragen, die bestimmte Gene tragen, die bestimmte Eigenschaften determinieren, welche für die Bakterienzelle allerdings nicht lebensnotwendig und somit entbehrlich sind. Unter bestimmten Bedingungen jedoch können diese Eigenschaften vorteilhaft für den Organismus sein.

Solche, von Plasmiden determinierte Eigenschaften sind z.B. die Produktion von Bakteriocinen und Antibiotika (Substanzen mit antibakterieller Wirkung) oder von bestimmten Toxinen (z.B. der Enterotoxine von *Escherichia coli* im menschlichen Darm, die zu schweren Durchfallerkrankungen führen können). Plasmide sind aber auch verantwortlich für die Resistenz vieler Bakterien gegen Antibiotika und Schwermetalle. Sie können weiterhin Gene tragen, die ihre Wirtszelle befähigen, bestimmte Substrate abzubauen. Andere von Plasmiden determinierte Eigenschaften sind UV-Resistenz und Virulenz.

Eine wichtige Eigenschaft der Plasmide stellt ihre Fähigkeit zum konjugativen Transfer dar. Plasmide, die diese Eigenschaft besitzen, determinieren die Fähigkeit, sich selbst, andere Plasmide oder sogar Teile des Hauptchromosoms während des Vorgangs der Konjugation in eine andere Bakterienzelle zu übertragen. Bei diesem Vorgang lagern sich zwei Bakterienzellen aneinander an, und dabei erfolgt die Übertragung genetische Materials von einer Donorzelle (Spenderzelle), die ein solches konjugierendes Plasmid enthält, auf eine Rezipientenzelle (Empfängerzelle). Wenn auf dem konjugierenden Plasmid oder auf den von diesem Plasmid mobilisierten (übertragenen) anderen Plasmiden Gene vorhanden sind, die bestimmte Merkmale, z.B. Antibiotikaresistenz, determinieren, dann besitzt der Rezipient nach der Konjugation diese Merkmale und mit ihm seine Nachkommenschaft. Es entstehen also Bakterienstämme mit neuen Eigenschaften, die gerade im Hinblick auf die Verbreitung der Resistenz gegen verschiedene Antibiotika - dieser Prozeß wird durch den infolge breiter Anwendung verschiedenster Antibiotika bei Mensch und Tier geschaffenen Selektionsdruck gefördert - auch von erheblicher klinischer Bedeutung sind.

Neben natürlichen Möglichkeiten des Genaustauschs zwischen Bakterien, von denen eine Form die Konjugation ist, existieren rein experimentelle Verfahren zur Übertragung von DNS. Eine der bekanntesten ist die Methode der Transformation. Bei der Transformation werden Teilstücke des Bakteriengenoms oder Plasmide als isolierte und gereinigte DNS auf eine Rezipientenzelle übertragen. Dies geschieht, indem man einer kompetenten (empfindlichen) Bakterienkultur die isolierte und gereinigte Donor-DNS zugibt. Eine Bakterienkultur wird dann als kompetent bezeichnet, wenn sie in der Lage ist, transformierende DNS aufzunehmen.

Der Erfolg einer Transformation hängt neben weiteren Faktoren weitgehend von der Kompetenz der Rezipientenzellen ab. Diese Kompetenz ist eine genetisch determinierte Eigenschaft der Bakterien und kann dezufolge durch Mutation verändert werden.

Nach dem Einschleusen der Donor-DNS in die Rezipientenzelle muß allerdings noch ihr Einbau ins Rezipientengenom erfolgen, bevor man die Transformation als erfolgreich abgeschlossen betrachten kann.

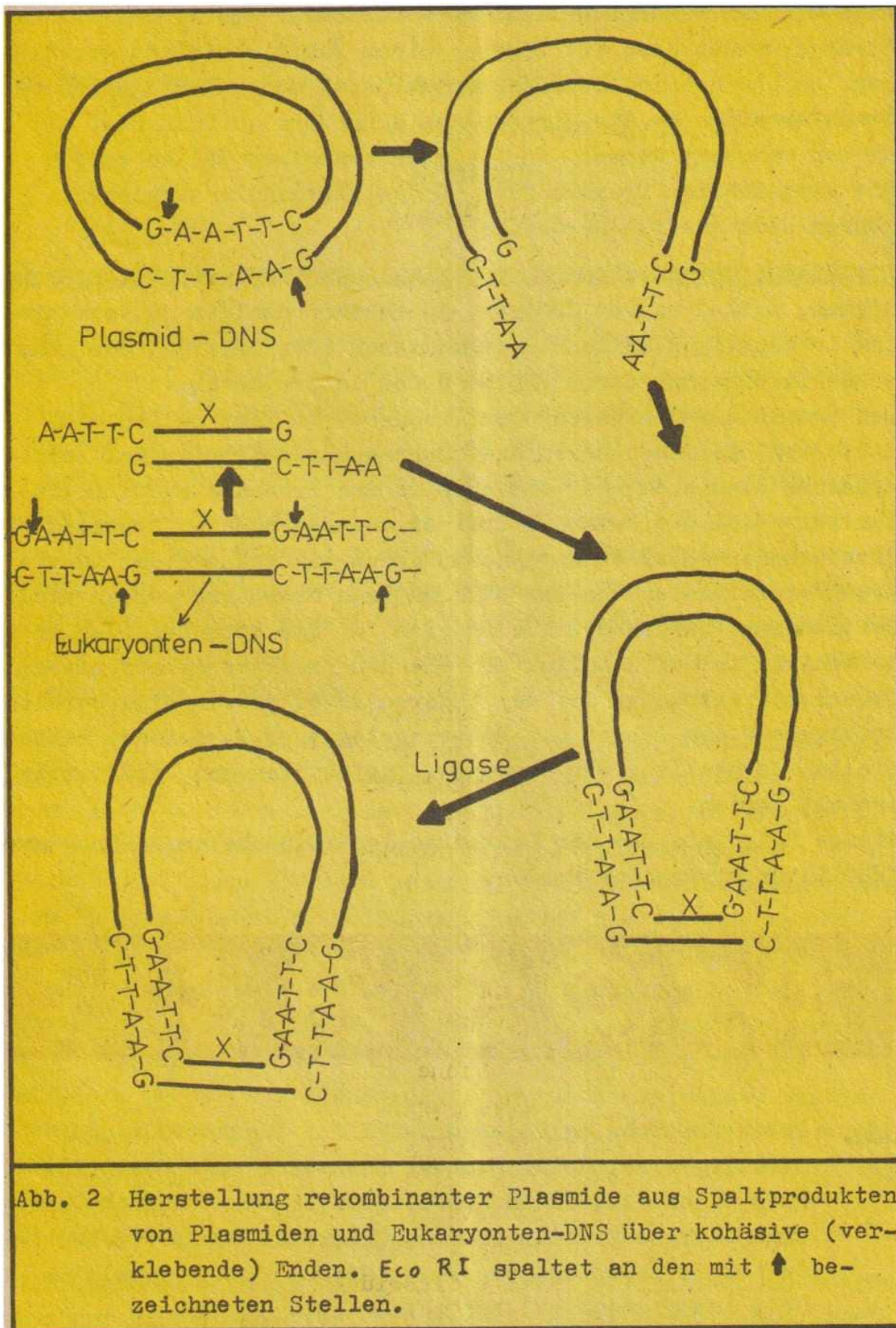
Nach dieser kurzen Vorstellung der Plasmide und ihrer Eigenschaften, wollen wir an einem Beispiel verdeutlichen, wie Plasmide als universelle Überträger genetischer Information eingesetzt werden können.

Um Plasmide handhaben und mit ihnen manipulieren zu können, muß man sie von der Kernäquivalent-DNS trennen und in reiner Form darstellen. In den letzten zehn Jahren wurden eine ganze Reihe von Routine-Methoden entwickelt, mit deren Hilfe sich Plasmid-DNS schnell und sicher isolieren läßt. Eine dieser Methoden besteht in der Zentrifugation von Gemischen aus Kernäquivalent-DNS und Plasmid-DNS bei hohen Drehzahlen im Cäsiumchlorid-Dichtegradienten. Nach Abschluß der Zentrifugation erhält man zwei Fraktionen; in einer von ihnen sammelt sich reine Plasmid-DNS.

Plasmide, die auf diese Weise isoliert wurden, lassen sich jetzt mit DNS-Abschnitten aus anderen Plasmiden oder aus chromosomaler DNS koppeln und man erhält rekombinante Plasmide (Hybrid-Plasmide). Solche rekombinanten Plasmide können auf ganz verschiedene Weise hergestellt werden. Eine typische Methode ist schematisch in Abb. 2 verdeutlicht.

Wie das Schema zeigt, lassen sich Plasmide und andere DNS-Moleküle mit Hilfe von Restriktionsendonukleasen in definierter Weise spalten. Restriktionsendonukleasen (in unserem Beispiel Eco RI) sind Enzyme, die spezifische Stellen der DNS erkennen und dort Brüche induzieren. Solche spezifischen Stellen sind Palindrome, identische DNS-Sequenzen, die mit bestimmter Häufigkeit über die DNS verteilt sind.

Spaltet man die Plasmid-DNS und die zu koppelnde DNS auf die oben angegebene Weise, so entstehen komplementäre Einzelstrangbrüche und damit kohäsive Enden. Diese kohäsiven Enden können, wenn man mit Eco RI behandelte Plasmid-DNS und Fremd-DNS



mischt, über Wasserstoffbrücken miteinander paaren und die DNS-Stränge werden dann mit Ligase, einem Enzym, kovalent geschlossen. Solche Hybrid-Plasmide können jetzt durch Konjugation oder Transformation in die Wirtszellen eingeführt und in bzw. mit diesen vermehrt werden. In geeignet gewählten Fällen werden die eingeführten fremden Gene in der Wirtszelle abgelesen, können also genutzt werden.

Mit diesen Methoden ist es möglich, Gene verschiedenster Organismen, z.B. Gene von Säugern, in Bakterienzellen zu vermehren und in günstigen Fällen zu exprimieren (Realisierung der genetischen Information durch Synthese des Genproduktes.)

Den Prozeß der Einführung von Fremd-DNS in Wirtszellen mit Hilfe von Plasmiden bezeichnet man auch als Klonierung. Solche Versuche dienen auf der einen Seite dem Erkenntnisgewinn, indem vor allem die Kenntnis über die Genome höherer Organismen (insbesondere über Säugergenome) durch die Methode der in-vitro-Neukombination von DNS beträchtlich erweitert worden sind. Gerade damit wurden weitere Beweise für die prinzipiellen Unterschiede in der Genstruktur zwischen pro- und eukaryotischen Organismen erbracht. Auf der anderen Seite jedoch sind bereits Erfolge auf dem Gebiet der Biotechnologie, z.B. bei der mikrobiellen Herstellung von Hormonen, Impfstoffen und Virostatika, erzielt worden.

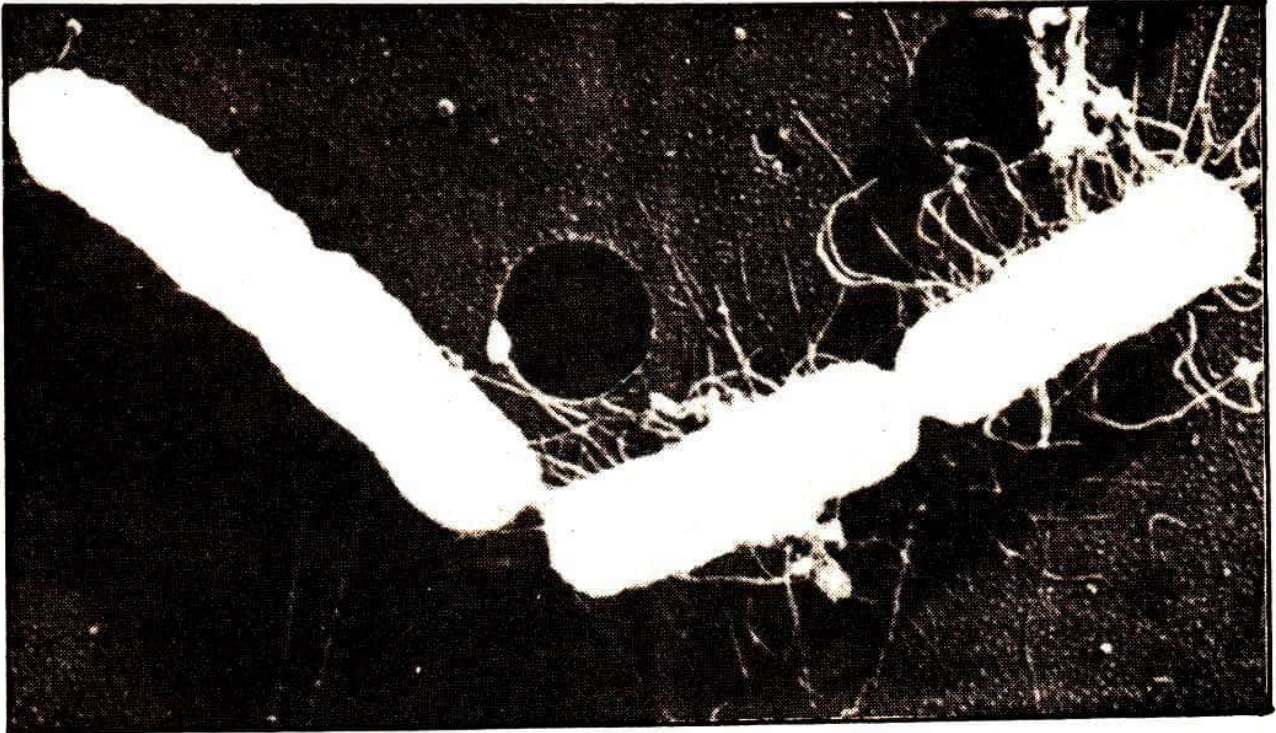
Einige Beispiele aus der Praxis sollen im nächsten Beitrag ausführlicher besprochen werden.

MOSAIK

Ata = Pulverförmiges Reinigungsmittel für Gegenstände aus Emaille, Glas, Holz, Marmor, Porzellan oder Stein, das nach einer älteren Analysenangabe aus 92 % feinem Quarzsand oder Bimssteinpulver, 5 % Kristallwasser-freier Soda (od. Trinatriumphosphat, Na_3PO_4) und 3 % Salmiak (od. Ammoniumsulfat) besteht.

Der Quarzsand hat eine gute Scheuerwirkung, die alkalische Soda emulgiert Fette oder Öle und die Ammoniumverbindungen wirken z.B. auf manche Metalloxide und andere Verunreinigungen lösend ein.

Römp, Chemielexikon



Austausch von Erbmaterial bei Bakterien über eine Plasmabrücke
(Foto L. G.)

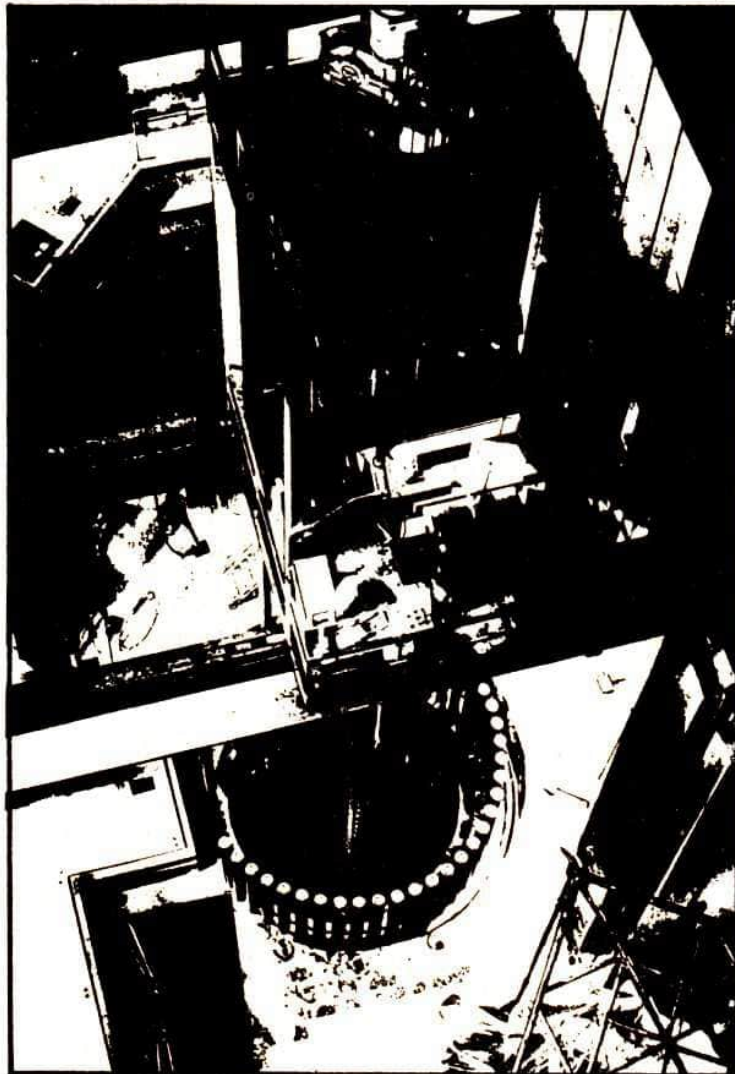
Oh, diese Frauenaugen!

Das weibliche Auge ist fähig, im Handumdrehen vieles zu bemerken, was ein Mann nicht einmal beachtet. Beispielsweise einen besonderen Rockschnitt oder eine schicke Haarfrisur.

Es gibt aber auch objektive Unterschiede im Sehen von Mann und Frau. Das weibliche Auge bewahrt das Gesehene länger, erträgt

grelles Licht besser als das männliche und sieht zugleich auch besser im Halbdunkel, besonders bei orangefarbenem und rotem Licht. Alle diese Besonderheiten dürften sich im Verlauf der Evolution ausgebildet haben, da gerade die Frau auf die Sicherheit der Kinder zu achten hatte.

Aus "Sputnik 10, 1979, 123".



Beschickung eines Kernreaktors mit Brennelementen
(Foto L. G.)

BÜCHERMARKT

Wolfgang Spickermann

„Kernenergie – Tatsachen – Tendenzen – Probleme“

Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1. Auflage 1981, 248 S.,

zahlr. Fotos und Graphiken, Preis: 10,- M,

Best.-Nr.: 6536687

"Die Struktur der Primärenergiebasis ist konsequent auf den eigenen Rohstoff Braunkohle sowie auf die Kernenergie auszurichten ... Bis 1985 ist der Anteil der Kernenergie an der Elektroenergieerzeugung auf 12 % bis 14 % zu erhöhen ...", heißt es in der Direktive des X. Parteitages der SED (11.-16. April 1981). Angesichts solcher Planvorhaben der Volkswirtschaft unseres Landes sind auch präzisere Kenntnisse über Energiequellen, speziell kerntechnische Prozesse unter der Schul- und studentischen Jugend wünschenswert.

Das Buch von Dr. Wolfgang Spickermann hilft hier eine Lücke schließen, zumal es in diesem Urania-Band nicht nur um historische oder etwa ausschließlich technische Fragen geht, sondern - wie schon der Untertitel andeutet - auch Tendenzen und Probleme der Zukunft behandelt werden. Besonders wichtig erschien mir dabei das Kapitel "Kernenergie in der DDR", auf das zwar nur siebeneinhalb Seiten (von 248 S.) entfallen, das aber das Wichtigste enthält, was ein Schüler wissen muß.

Verglichen mit anderen einschlägigen populärwissenschaftlichen Büchern über Kernenergie hat es der Autor sehr gut verstanden, vom aktuellen Stand (Redaktionsschluß 1980) auszugehen und Bezüge zum Umweltschutz und zur politischen Situation (Energiekrise, nukleare Aufrüstung) herzustellen. Formeln sind auf ein Minimum reduziert, technische Daten bereits in SI-Einheiten angegeben. Nützlich für Schüler sind auch die im Anhang zusammengestellten Definitionen für kernphysikalische Dosis-Einheiten. Drucktechnik und Bildteil sind bei einem Preis von 10,-M bemerkenswert gut.

Wolfgang König

Unsere Episode über den weltberühmten Jenenser Professor Ernst Haeckel, der erst Botaniker, dann Arzt und Zoologe, schließlich auch Hochschullehrer, Naturphilosoph und Forschungsreisender war, wollen wir mit einer Äußerung Lenins über Haeckels weltanschauliches Werk "Die Welträtsel" (1. Auflage 1899) einleiten:

"Es ist ein spaßiger Anblick, wie bei diesen ausgetrockneten Mumien (gemeint sind Gelehrte, welche zur Jahrhundertwende noch einer idealistischen Grundauffassung verhaftet waren) die Augen zu glühen beginnen, weil ihre Wangen sich röten von den Ohrfeigen, die ihnen Ernst Haeckel verabreicht hat".

Tatsächlich war der Atheist Haeckel nicht sehr sanft mit Andersgesinnten umgegangen, weswegen ihm seine Gegner den Titel eines "Affenprofessors" bzw. eines "Ketzers von Jena" verliehen.

Seine Abneigung gegen Kirchenreligion, gegen die Lehre von der Unsterblichkeit der Seele, ging soweit, daß er schrieb, man solle in den Gotteshäusern nicht predigen, sondern Aquarien aufstellen, um die Liebe zur Natur zu fördern.

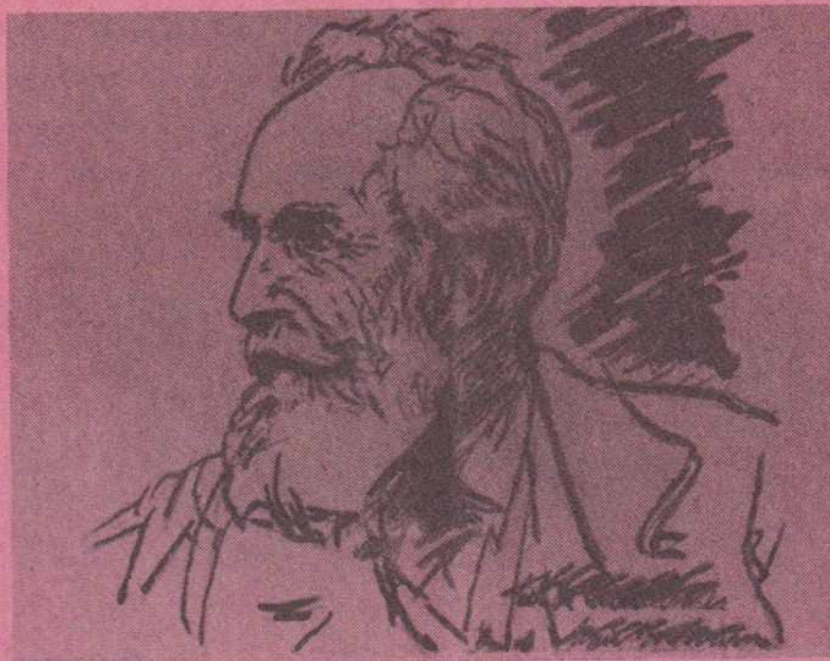
Über den Auferstehungsmythos machte er sich in folgender Weise lustig: "Wenn die Seele unsterblich wäre, müßte sie als Gas in der Atmosphäre verbleiben und könnte durch Abkühlung und hohe Drucke verflüssigt werden. Man stelle sich ein gasförmiges oder verflüssigtes Wirbeltier vor!"

Aber gerade dadurch, daß er in die Auseinandersetzungen zwischen Materialismus und Idealismus besonders in den letzten Jahrzehnten seines Lebens immer wieder persönlich eingriff und stets aufs neue "Öl ins Feuer" goß, hat er zur rascheren Klärung grundlegender Fragen der Abstammungslehre und natürlichen Entwicklungsgeschichte der Lebewesen entscheidend beigetragen.

Trotz mancher Irrtümer, die auch dem großen Forscher und Theoretiker Haeckel unterliefen (s. seine Lehre vom Monismus/Identifikation des Psychischen mit den Atomkräften der anorga-

nischen Natur), kann uns sein streitbares Eintreten für Wahrheit immer noch Richtschnur sein.

Wie vielseitig Ernst Haeckel war, mag daraus ersichtlich sein, daß er neben seiner wissenschaftlichen Arbeit über 40 Ölbilder und Aquarelle sowie an die 100 Tafeln mit Tierabbildungen schuf. Außerdem war er ein guter Sportsmann. Den Pik von Teneriffa soll er in ununterbrochenem 20stündigem Aufstieg bezwungen haben, wie er auch auf dem Vesuv eine Nacht ohne Bergführer verbrachte. Fast 30jährig gewann er beim II. Deutschen Turnfest 1863 in Leipzig den Weitsprung der Männer mit 6 Metern, und im Jenaer Saalebad muß er noch als älterer Herr im Sommer öfter anzutreffen gewesen sein.

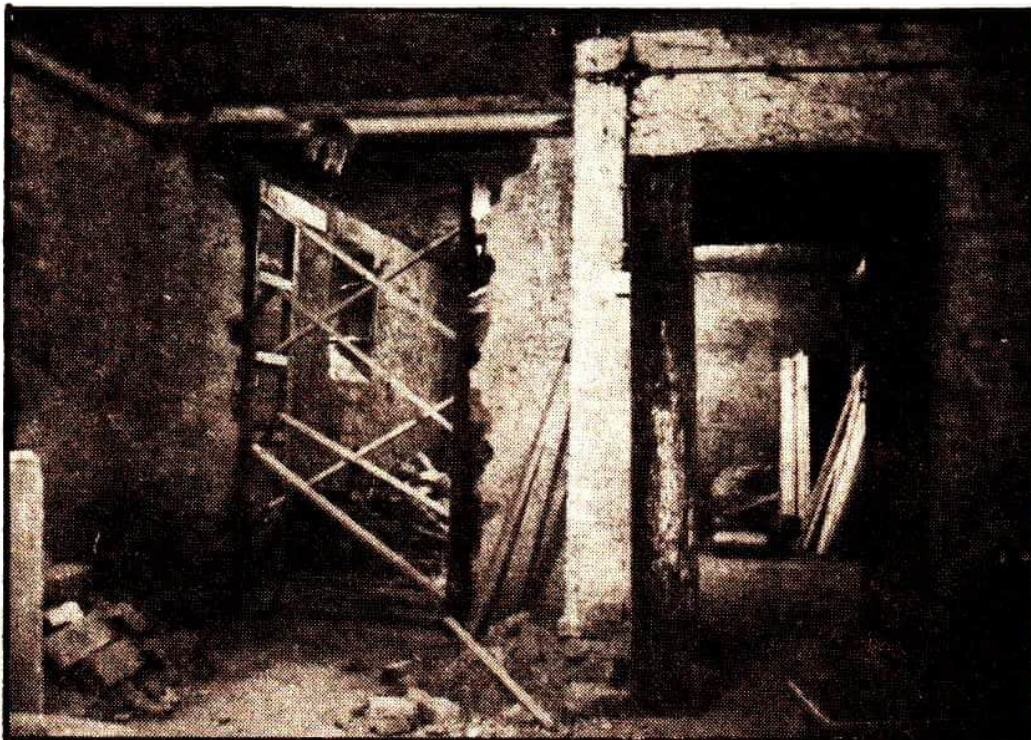


Ernst Haeckel (1834–1919)

Der FDJ-Studentenclub "quantenkeller" der Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena ist einer der jüngsten Klubs an der Universität und gehört trotzdem zu den erfolgreichsten und aktivsten derartigen Einrichtungen.

Mit der Einquartierung von Physikstudenten im "Anna-Seghers-Wohnheim" am Fuße des Landgrafens entstanden bereits erste Pläne, dort einen Studentenclub ins Leben zu rufen.

Hier sollte ein Zentrum für die sinnvolle Freizeitgestaltung entstehen. Die Studenten, speziell des Matrikels 1976, ließen sich dabei von ersten Schwierigkeiten mit bautechnischen Maßnahmen nicht entmutigen und leisteten in einem knappen Jahr fast 1500 Aufbaustunden. Am 1. November 1979 wurde dann die Einweihung gefeiert.



Räume vor der Errichtung des „Quantenkellers“
(Foto M. Riedel)

Trotz der kleinen Räumlichkeiten und des entsprechenden Fassungsvermögens von ca. 40 Personen wird im "quantenkeller" ein sehr abwechslungsreiches Programm geboten. Es reicht von Vorträgen und Diskussionen über feste Veranstaltungsreihen bis hin zu Discotheken. Der Klub soll dabei als Treffpunkt und Kommunikationszentrum wirksam werden. Auch für Veranstaltungen einzelner FDJ-Gruppen ist eine Vergabe des Klubs möglich. Ideenreiche und engagierte Arbeit der Klubleitung, der Programm- und Werbegruppe und der Mannschaften sind dabei Grundlage für den Erfolg.

Bewährt hat sich auch die enge Zusammenarbeit mit der FDJ-Leitung der Sektion Physik, die bis zur gemeinsamen Vorbereitung und Durchführung einiger Veranstaltungen ausgebaut wurde. Auch das konstruktive Zusammenwirken mit Parteileitung und staatlicher Leitung sowie der FDJ-Hochschulgruppenleitung bilden wichtige Voraussetzungen, die politisch-ideologische Qualität der Kulturarbeit abzusichern.



Klubchef Reiner Nebelung (2. v. r.) und seine „Mannen“
(Foto R. Maschke)

Bei dem Vortragsangebot, das von politischen Themen bis hin zu Musik- und Kunstvorträgen reicht, werden die Möglichkeiten der Universität ebenso genutzt wie die der URANIA und auswärtiger Gäste. Verstärkt bemüht man sich um Veranstaltungen von Studenten für Studenten. Dabei spielen die festen Veranstaltungsreihen eine besondere Rolle. Da gibt es beispielsweise das "Studentische Liedersingen" und die Reihe "Studenten machen Musik" oder auch die "Disputhek" zu aktuell-politischen Fragen. In diesem Semester neu hinzu kamen die "Klubgespräche", bei der ohne vorgegebene Thematik Studenten mit Hochschullehrern diskutieren können, und die Reihe "im quantenkeller stellt sich vor", wo prominente Vertreter der Universität zu Wort kommen sollen.

Natürlich gibt es in vielseitigen Programmen mit jährlich etwa 160 Veranstaltungen weitere Höhepunkte, wie Fasching, Studententage und Jenaer Informationstage - um nur einige zu nennen. Zu den Studententagen werden nicht nur Tanzveranstaltungen geboten, sondern auch die Diskussionen zum Berufsbild des Physikers und zum Karl-Marx-Seminar fanden zahlreiche Interessenten. An einem eigenen Stand zum großen Solibasar der Studententage gab es Salzgebäck in Form des quantenkeller-Symbols  und bedruckte Sportdresse.

Mit viel Ideen und hohem Engagement von der Klubleitung über die Mannschaften bis hin zu den Besuchern selbst gelingt es immer besser, den "quantenkeller" zu einem Schwerpunkt des geistig-kulturellen Lebens der Sektion Physik und des Anna-Seghers-Wohnheimes zu entwickeln. Allen und dem Klubchef Reiner Nebelung sei dafür an dieser Stelle herzlich gedankt und eine weitere erfolgreiche Arbeit gewünscht. Übrigens spricht auch für diesen Klub, daß (außer beim Fasching mit 1,10 M) keine Eintrittspreise zu zahlen sind!

66

UNSERE

PHYSIKAUFGABE



Ein Wasserstoffatom ($m_h = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) trägt eine Elementarladung. Es durchläuft eine Spannung von 40 kV.

- Wie groß ist der Krümmungsradius der Bahn in einer 0.3m langen Spule, die 5000 Windungen pro Meter Spulenlänge hat und von einem Strom von 10 A durchflossen wird, wenn die Bahn senkrecht zum Feld steht?
- Wie hängt die Umlaufdauer von der Teilchengeschwindigkeit ab?

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 58 aus heft 9 [14.]g.

(eingesandt von Thomas Richter, Pasewalk, 20 Jahre)

Aufgabe : 1 kg Eis von -40°C und 1 kg Wasser von 60°C werden in einem Kalorimeter vermischt.

Welche Mischungstemperatur stellt sich ein?

Lösung : (gekürzt)

(Index, 1' → Wasser, Index, 2' → Eis)

Das Wasser kühlt sich ab auf t_1' .

Die freiwerdende Wärme wird verwendet, um das Eis auf 0°C zu erwärmen und um einen Teil des Eises zu schmelzen.

$Q_1 = c_1 m_1 (t_1 - t_1')$ → Wasser gibt Wärme ab, bis das Eis die Schmelztemperatur t_0 erreicht hat.

$Q_2 = c_2 m_2 (t_0 - t_2)$ → die vom Eis aufgenommene Wärmemenge Q_2

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow t_1' = \frac{c_1 t_1 - c_2 (t_0 - t_2)}{c_1} \rightarrow t_1' = 313,15 \text{ K}$$

Wasser gibt Wärmemenge Q_3 ab, bis es t_0 erreicht :

$$Q_3 = c_1 m_1 (t_1' - t_0)$$

mit Q_3 kann ein Teil des Eises geschmolzen werden:

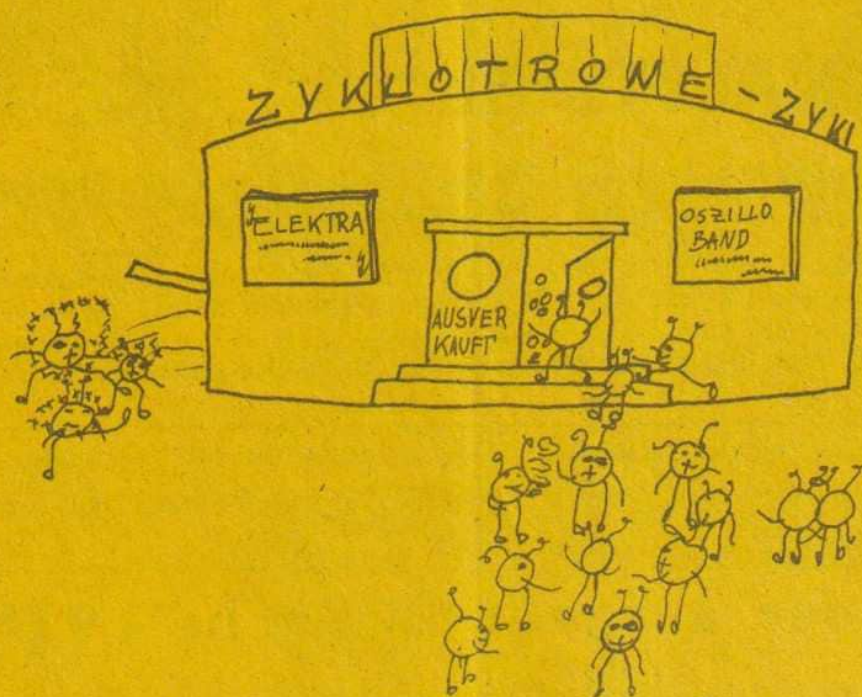
$$Q_3 = q_s \cdot m \rightarrow m = 501 \text{ g.}$$

Damit liegen 1501g Wasser von 0°C und 499g Eis von 0°C vor.

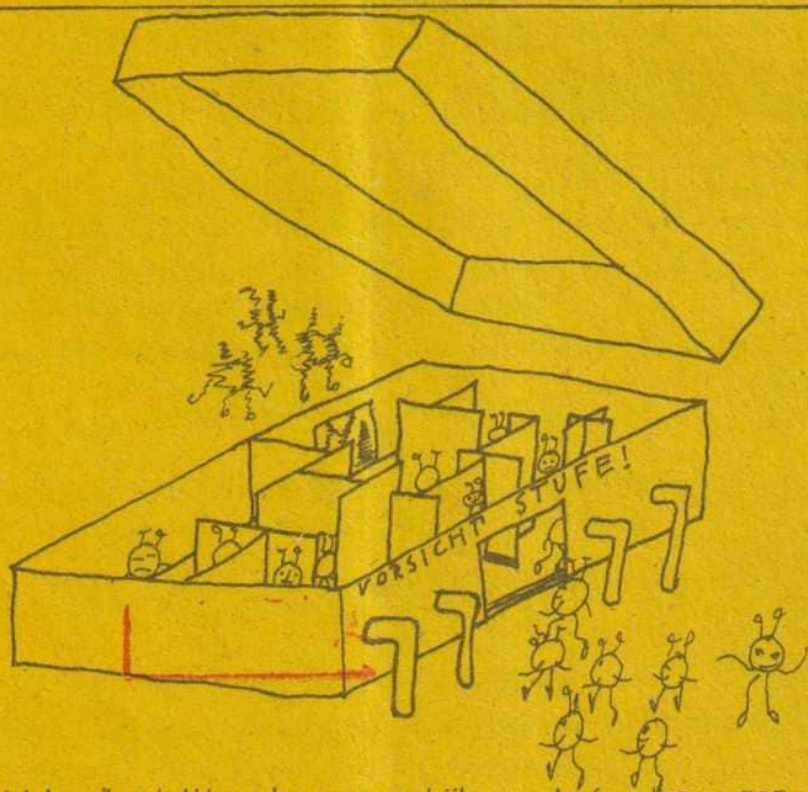
Da kein Temperaturunterschied vorhanden ist, wird bei 0°C die Mischung beendet sein.

(ohne Berücksichtigung des Kalorimeters)

Aus dem Land der Elektronen ☼



Drei raus - drei rein !



Die Mikroelektronik stellt auch an uns höhere Anforderungen !

impuls 68

9/10

Liebe Leser



Karl-Schwarzschild-
Observatorium
Tautenburg



Mikroelektronik
– leichtverständlich –



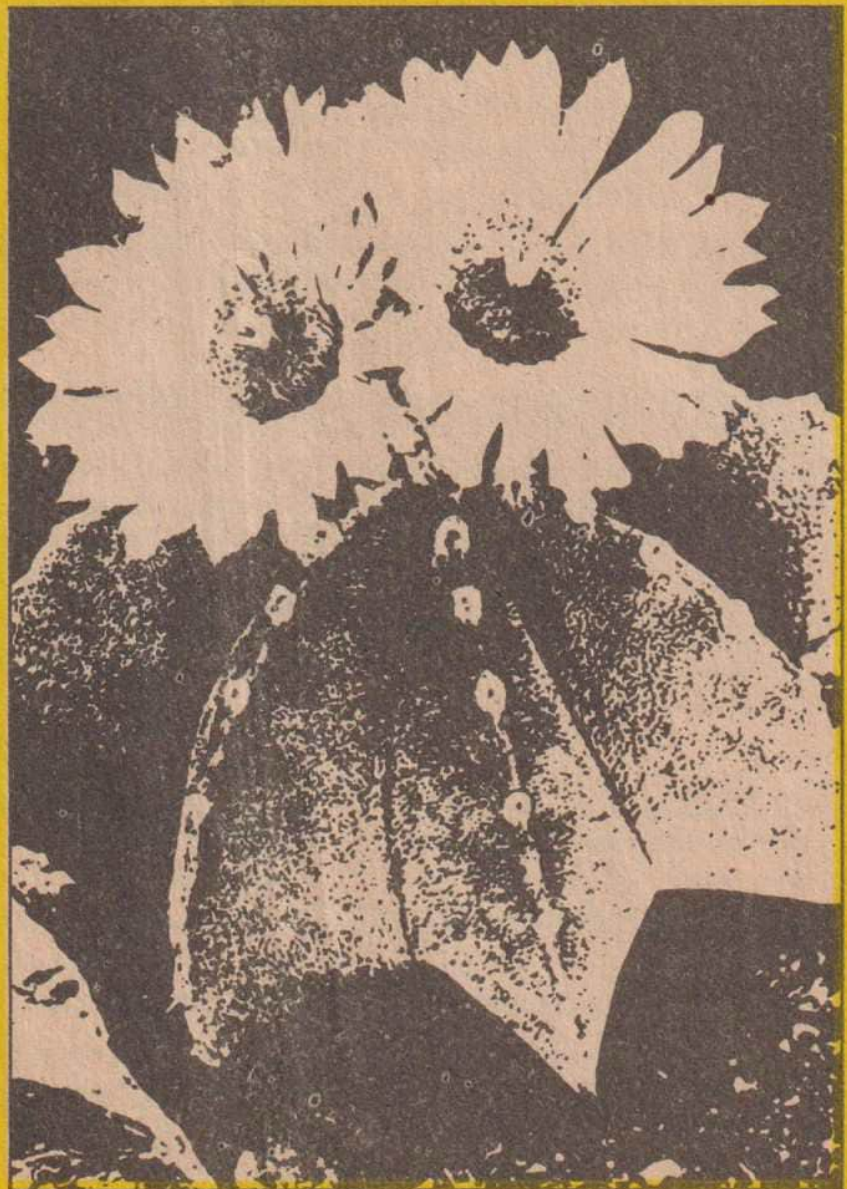
Genetische Manipulation



Rauschgifte



Titelbild: Blühender Kaktus
(Kreuzung
zweier mexikanischer
Astrophyten)
(Foto: L. G.)



impuls

68

	Liebe Leser		3
Dr. Siegfried Marx	Die technische Einrichtung und die Aufgaben des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg	ASTRO	4
Dr. Hans-Jürgen Löhrl	Mikroelektronik – leichtverständlich –		
Dr. Manfred Wolff	Teil 1: Integrierte Schaltungen	PHY	13
Wolfgang König	Claudius Ptolemäus (87–165)		21
Frank Laplace	Genetische Manipulation (genetic engineering) und ihre Anwendung in der Praxis – Teil 2 und Schluß	BIO	23
Dr. Manfred Wolff	Mikroelektronik – leichtverständlich – Teil 2: Physikalische Grundlagen: Der n-p-n-Transistor	PHY	30
	MOSAİK		38
Dr. Peter Renner	Rauschgifte – Vorkommen, Struktur, Wirkungen – Teil 2	CHE	40
	MOSAİK		46
	Büchermarkt		47

Redaktion: Dr. Eberhard Welsch (Chefredakteur); Dipl.-Phys. Achim Dittmar (amtierender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Reinhard Meinel (stellvertretender Chefredakteur); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Roland Colditz (Chemie); Dr. Jürgen Sauerstein (Biologie); Dipl.-Phys. Vera Masurat (Korrektor); Mathias Hegner (Gestaltung); Stefan Winter (fotografische Gestaltung); Uwe Asmus (Verpackung)

Die Redaktion wurde 1969 und 1980 mit dem Ehrentitel „Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR“ ausgezeichnet.

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Anschrift: impuls 68, 6900 Jena, Max-Wien-Platz 1

Lizenzgeber: Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik unter der Nummer 1570

Rollenoffsetdruck: Druckerei Volkswacht Gera

Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2981. Bestellungen richten Sie bitte direkt an unsere Anschrift; bei Bezahlungen oder Anfragen nennen Sie unbedingt die Adresse, unter der Sie „impuls 68“ erhalten.

Heftpreis: 0,40 M, Jahresabonnement: 4,- M



Gestaltung: Mathias Hegner

Redaktionsschluß: 30. 4. 1982

Liebe Leser!

Der fünfzehnte, nunmehr abgelaufene Jahrgang des Erscheinens von "impuls 68" hat inhaltlich wieder Ihre volle Zustimmung erhalten - das belegen die vielen Zuschriften, für die wir uns bedanken und die wir in Zukunft gerne weiter bekommen möchten. Speziell in diesem Jahr erhielten wir aber auch eine sehr große Zahl von Kritiken und Anfragen bezüglich des Versandes unseres Heftes. Da diese Korrespondenzen nicht ohne Gründe waren, möchten wir dazu Stellung nehmen.

Wie Sie wissen, wurde der Versand von "impuls 68" bisher von ehrenamtlichen Mitarbeitern (sprich Studenten) in deren Freizeit erledigt. In diesem Jahr waren die zeitlichen Anforderungen dieser "Verpackungs"-Studenten durch den Studienablauf recht hoch und eine neue Verpackungsgruppe kurzfristig nicht zusammenstellbar, was dazu führte, daß ab Heft 4 nur schleppend und dadurch stark verzögert ausgeliefert wurde.

Daß ein "Unglück" selten alleine kommt, mußten auch wir wieder erfahren: Durch gerätetechnische Schwierigkeiten in unserer Vertragsdruckerei Rudolstadt konnten die Hefte 5 und 6 erst im Mai(!) fertiggestellt werden. Ab Heft 7 hatte die Druckerei Volkswacht in Gera unsere Aufträge übernommen, was wiederum eine gewisse Einarbeitungszeit erforderte. Und schließlich hatten unsere Verpacker dann mächtig zu tun, die fast gleichzeitig eingetroffenen Hefte 5, 6, 7, und 8 und schließlich 9-10 so schnell wie möglich abzuzählen, zu verpacken, zu beschriften und der Post zu übergeben. Das sind je Heftnummer immerhin ca. 7000 Exemplare!

Doch wir wollen nicht nur Gründe suchen und finden, sondern auch für die Zukunft lernen. Dazu wäre gewiß die Überlegung sinnvoll, ob "impuls 68" durch den Postzeitungsvertrieb pünktlicher und kontinuierlicher zu unseren Lesern und Abonnenten gelangt. -

Aber nun geht's erst einmal in die Ferien, wozu wir Ihnen und uns das entsprechende Wetter und Gemüt wünschen. Und damit "impuls 68" bei Ihnen nicht in totale Vergessenheit gerät, haben wir uns vorgenommen, uns mit dem nächsten Jahrgang (1982/83) wieder zu "melden".

Bis dahin alles Gute wünscht im Namen der Redaktion

U. Dittmar
A. Dittmar

- amt. Chefredakteur -

Dr. Siegfried Marx
ZIAP der AdW
Tautenburg

Die technische Einrichtung und die Aufgaben des Karl-Schwarzschild- Observatoriums Tautenburg

ASTRO

Einführung

Im Jahre 1960 wurde das Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR gegründet. Dieser Institution gehören die Sternwarte Babelsberg, die seit 1832 besteht und aus der 1700 gegründeten Berliner Sternwarte hervorging, das Astrophysikalische Observatorium Potsdam, das 1878 gegründet wurde, die 1928 gegründete Sternwarte Sonneberg und das Karl-Schwarzschild-Observatorium (KSO) Tautenburg an.^{*1)} Das Tautenburger Institut ist das jüngste Mitglied, denn es wurde erst am 19. Oktober 1960 seiner Bestimmung übergeben.

Der Grund für den Aufbau des Karl-Schwarzschild-Observatoriums war, daß die Astronomie der DDR kein modernes, großes Teleskop für Beobachtungsaufgaben hatte. Damit war von den Astronomen und Konstrukteuren des VEB Carl Zeiss als erstes die Frage zu lösen, welcher Teleskoptyp gewählt werden soll. Bei der Beantwortung dieser Frage kann man einerseits von der ganz speziellen Aufgabe der Sternwarte ausgehen und ein Teleskop bauen, das

*1)

Karl Schwarzschild wurde 1873 in Frankfurt a.M. geboren. Er wird zu den bedeutendsten Astronomen gezählt. Von 1909 bis zu seinem Tode 1916 war er Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam. Zu seinen wichtigsten Arbeiten gehören die umfangreichen Untersuchungen auf dem Gebiet der fotografischen Fotometrie, der geometrischen Optik und der Eigenbewegungen der Sterne. Von großer Bedeutung sind auch seine stellarstatistischen Arbeiten.

genau dieser spezifischen Zielstellung angepaßt ist. Die andere Möglichkeit ist, ein Teleskop zu bauen, das in der Lage ist, ein sehr breites Spektrum astronomischer Beobachtungsaufgaben abzuarbeiten. Für das KSO ist die zweite Variante gewählt worden. Mit dem 2 m-Teleskop des KSO Tautenburg können sowohl lichtelektrische als auch spektroskopische Beobachtungen von interessanten Einzelobjekten durchgeführt werden und auch fotografische Aufnahmen von großen Gebieten des Himmels erhalten werden.

Da es ein modernes Fernrohr mit großer Öffnung sein sollte, konnte es nur ein Spiegelteleskop sein. Das größte Linsenfern-

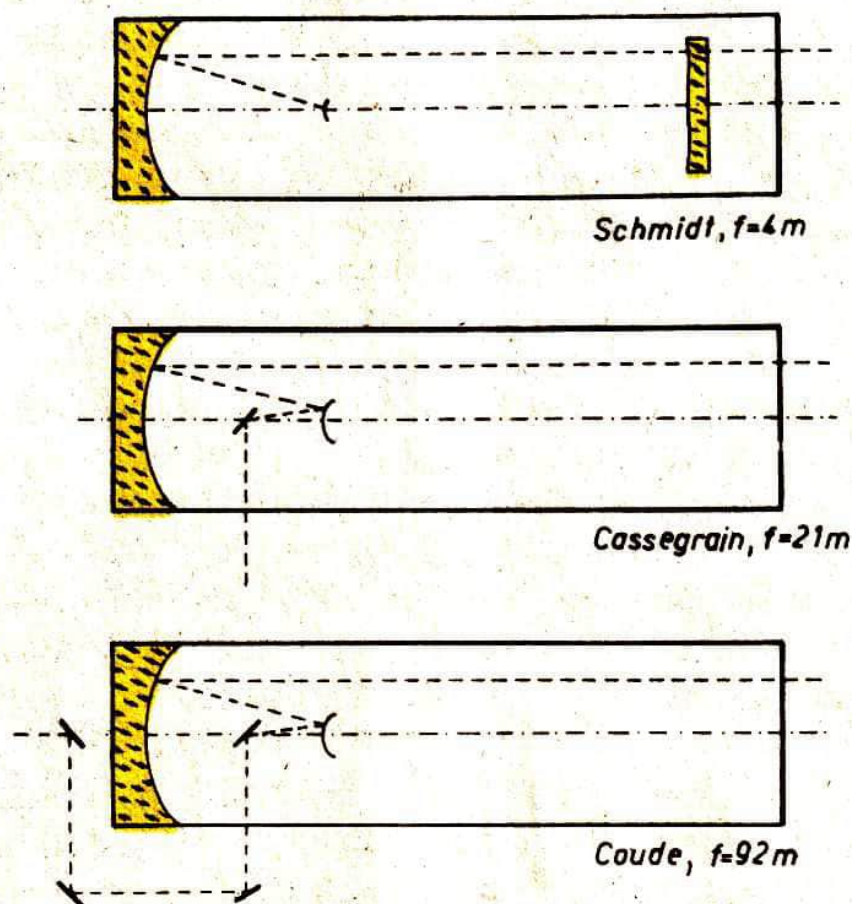


Abb. 1 Diese Abbildung zeigt die schematischen Strahlengänge im Schmidtsystem, Cassegrainsystem und im Coudesystem.

rohr der Erde hat eine freie Öffnung von 102 cm und wurde bereits 1896 fertiggestellt. Alle Teleskope mit größeren Öffnungen sind Spiegelteleskope. Die Ursache dafür liegt in den Stabilitätseigenschaften des Glases. Linsen kann man logischerweise nur an ihrem äußeren Rand halten. Linsen von weit mehr als 100 cm Durchmesser sind aber so schwer, daß sie sich durch ihr eigenes Gewicht verformen.

Diese Verformung tritt besonders dann ein, wenn eine solche Linse in einem Fernrohr bewegt wird. Spiegel können dagegen nicht nur am Rande gelagert werden, sondern auch noch an der Rückseite unterstützt werden.

Die optischen Systeme des Teleskops

Wenn man mit einem Spiegelteleskop ein Beobachtungsgerät mit großem Gesichtsfeld realisieren will, ist die Schmidtspiegelvariante die beste. Dieses Konstruktionsprinzip wurde erstmals 1930 von dem Optiker Bernhard Schmidt an der Hamburger Sternwarte verwirklicht. Als Ausgangspunkt wählte Schmidt einen Kugelspiegel. Zur Vermeidung von Koma und Astigmatismus setzte er im Abstand des Krümmungsradius eine Öffnungsblende vor den sphärischen Spiegel. Zur Beseitigung der noch vorhandenen sphärischen Aberration verwendete er als Öffnungsblende eine "Korrektionslinse". Die "Korrektionslinse", die heute allgemein als Schmidtplatte bekannt ist, hat als Vorderseite eine Planfläche, die zum Spiegel gewandte Rückseite ist im Zentrum konvex und zum Rande hin konkav geschliffen, was zu einer geringen "Sammlung" der Zentralstrahlen und einer geringen "Streuung" der Randstrahlen führt.

Schmidt-Teleskope stellen also eine Kombination von Spiegel- und Linsenoptik dar. Die Schmidtplatte des Tautenburger Teleskopes hat eine freie Öffnung von 134 cm, der sphärische Spiegel einen Durchmesser von 200 cm, eine Dicke von 32 cm und eine Masse von 2350 kg. Mit 134 cm freier Öffnung repräsentiert das Tautenburger Teleskop die größte Schmidtkamera der Erde. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes beträgt $3^{\circ},4 \times 3^{\circ},4$. Die Brennweite der Schmidtkamera ist 400 cm, das entspricht dem halben Krümmungsradius des Kugelspiegels. Alle Beobachtungen mit der Schmidtkamera werden fotografisch ausgeführt. Es kommen nur

Fotoplatten, keine Filmmaterialien zur Anwendung. Die Fotoplatten haben ein Format von 24 cm x 24 cm. Damit entspricht 1 mm auf der Platte einem Winkel von 51,5 Bogenminuten am Himmel.

Neben dem Verzug des großen Gesichtsfeldes hat die Schmidt-kamera bis zum Feldrand hin kreisrunde Sternbilder mit symmetrischer Lichtverteilung. Das große Öffnungsverhältnis von 1:2 bis 1:3 erlaubt relativ kurze Belichtungszeiten im Vergleich zu Teleskopen mit Öffnungsverhältnissen von 1:10 und mehr. In dem großen Öffnungsverhältnis liegt aber auch eine Grenze des Schmidtspiegels. Ein durch natürliche (Vollmond) oder künstliche (Stadtbeleuchtung) Lichtquellen aufgehellter Himmel führt zu einer schnellen Verschleierung der Fotoplatten und damit zu einer Begrenzung der maximalen Belichtungszeit. Die maximale Reichweite liegt bei der Tautenburger Schmidt-kamera bei etwa 21 Größenklassen. Die kleinsten Sternbilder bei guten atmosphärischen Bedingungen haben Durchmesser von 20 nm.

Wenn man nun vor die Teleskopöffnung ein Prisma setzt, erhält man von den Sternen auf der Fotoplatte keine punktförmigen Abbildungen, sondern kleine Spektren. Wenn man ein Prisma vor die Schmidtplatte setzt, so muß das Licht zweimal die Grenzfläche Luft - Glas Überwinden und jedesmal treten Reflexionsverluste auf. Um diesen Nachteil zu vermeiden, wurde für das Tautenburger Teleskop eine Schmidtplatte mit prismatischem Anschliff hergestellt, d.h. Korrektionslinse und Prisma sind aus einem Stück. Bevor im VEB Carl Zeiss Jena die prismatische Korrektionsplatte für die Tautenburger Schmidt-kamera hergestellt wurde, produzierte der VEB Carl Zeiss Jena eine prismatische Schmidtplatte von 60 cm Durchmesser für das 90 cm-Teleskop der Jenaer Universitäts-Sternwarte. Der Test dieser prismatischen Korrektionsplatte brachte sehr gute Resultate.

Die Dispersion, die mit der prismatischen Schmidtplatte sowohl beim Tautenburger als auch beim Jenaer Teleskop erreicht wurde, beträgt ungefähr 250 nm pro mm bei der Balmerlinie H_{γ} .

Das zweite optische System, das mit dem Tautenburger 2 m-Teleskop realisiert werden kann, ist das Cassegrain-System (s. Abb. 1). Beim Cassegrainsystem führt ein hyperbolischer Gegenspiegel vor dem Hauptspiegel zu einer Brennweitenverlängerung des Gesamtsystems und damit einer Vergrößerung des

Abbildungsmaßstabes. Der Planspiegel, der das Licht aus dem Teleskop hinauslenkt, hat keinerlei Einfluß auf die Strahlenvereinigung. Beim klassischen Cassegrainteleskop findet aber ein parabolischer Hauptspiegel Verwendung. Es galt also bei der Planung des Tautenburger Teleskopes die Frage zu beantworten, ob das Prinzip des klassischen Cassegrainteleskops mit einem Kugelspiegel vereinbar ist. Die theoretischen Optiker des VEB Carl Zeiss Jena gaben eine positive Antwort und die Qualität der in Jena gefertigten 90 cm-Teleskope für die Sternwarten Torun (1962), Peking (1963) und Jena (1962) und des 2 m -Teleskops für Tautenburg, die alle als Cassegrain- und Schmidt-Systeme genutzt werden können, bestätigen die Richtigkeit dieser Antwort.

Die Brennweite des Tautenburger Cassegrainsystems beträgt 2100 cm. Das verwertbare Gesichtsfeld hat nur einen Durchmesser von einigen Bogenminuten. Der Cassegrainfokus befindet sich an der oberen Spitze der Gabel, in der das Teleskop hängt. An der Gabelspitze können nun zur Beobachtung der Himmelskörper lichtelektrische Fotometer oder Spektrografen eingesetzt werden. Alle Zusatzgeräte, die im Cassegrainfokus genutzt werden, bewegen sich bei der Beobachtung mit dem Teleskop mit, wodurch in ihrem Inneren Bewegungseffekte auftreten können. Außerdem sind sie in der Kuppel den unterschiedlichsten Temperaturen ausgesetzt, was sich ebenfalls nachteilig auf die Beobachtungsgenauigkeit auswirken kann.

Diese Nachteile sind beim Coudesystem beseitigt. Jetzt befindet sich ein anderer hyperbolischer Gegenspiegel vor dem Hauptspiegel, der zu einer noch stärkeren Brennweitenverlängerung führt.

Das Coudesystem des 2 m-Teleskopes beträgt 9200 cm. Drei weitere Planspiegel (s. Abb. 1) leiten das Licht bis in den Keller des Kuppelgebäudes und unabhängig von der Stellung des Teleskopes in der Kuppel befindet sich der Coudefokus immer an derselben Stelle. Außerdem werden die Räume für die Beobachtung im Coudefokus immer bei der gleichen Temperatur gehalten, was sehr günstig für die spektroskopischen Beobachtungseinrichtungen ist. Die Beseitigung der Nachteile des

Cassegrainsystems (Bewegung, Temperaturunterschiede) muß natürlich "bezahlt" werden. Die notwendigerweise größere Brennweite bringt einen größeren Abbildungsmaßstab und erfordert längere Belichtungszeiten. Außerdem werden 3 weitere Planspiegel benötigt, um das Licht zum Coudefokus zu leiten. An jeder reflektierenden Fläche tritt aber ein geringer Intensitätsverlust auf.

Die maximale reziproke Lineardispersion, die mit dem Tautenburger Coudespektrografen erreicht werden kann, beträgt 0,2 nm pro mm.

Die Wissenschaftliche Aufgabenstellung

Auf der Grundlage dieses vielseitigen 2 m-Teleskopes bauen sich die Aufgaben des KSO Tautenburg auf. Wie bereits erwähnt, ist das KSO Bestandteil des Zentralinstitutes für Astrophysik (ZIAP) der AdW der DDR und demzufolge leiten sich die Aufgaben des KSO aus den komplexen Zielstellungen des ZIAP ab. Die Arbeiten des KSO lassen sich in drei Bereiche einteilen.

1. Durchführung der Beobachtungsaufgaben für verschiedene Bereiche und Abteilungen des ZIAP und für seine ausländischen Kooperationspartner.
2. Kontinuierliche Bearbeitung wissenschaftlicher - technischer Aufgaben zur Steigerung des Leistungsvermögens des 2 m-Teleskopes und seiner Zusatzeinrichtungen.
3. Bearbeitung astrophysikalischer Probleme im Rahmen der Forschungsprogramme des ZIAP auf der Grundlage von Beobachtungsmaterial mit dem 2 m-Teleskop.

Die drei hier genannten Aufgabenbereiche sind natürlich nicht unabhängig voneinander. Die Beobachtungsprogramme, Punkt 1, hängen von den Forschungszielen, Punkt 3, ab und die technischen Aufgaben werden durch die Beobachtungsziele bestimmt.

Trotzdem sollen kurz getrennt nach den obigen Bereichen einige Resultate der vergangenen Jahre genannt werden. Im ZIAP gibt es eine Koordinierungskommission, der alle Programmwünsche, gleichgültig ob sie von den Mitarbeitern aus dem ZIAP, von anderen astronomischen Einrichtungen der DDR oder aus dem Ausland kommen, vorgelegt werden.

Wenn die Programme durch diese Kommission angenommen wurden, werden sie, soweit es die Witterungsbedingungen erlauben, planmäßig abgearbeitet. Insgesamt wurden bisher ca. 5500 Schmidtaufnahmen und 3500 Spektren gewonnen. Die Mehrheit des Beobachtungsmaterials wird in den anderen Bereichen und Abteilungen des ZIAP bearbeitet, weiteres Material wird z.B. an der Universitäts-Sternwarte Jena oder im Lohrmann-Institut der Technischen Universität Dresden ausgewertet, und schließlich geht ein beträchtlicher Teil der Beobachtungsergebnisse zu den ausländischen Kooperationspartnern des ZIAP, wie z.B. dem Astrophysikalischen Observatorium in Bjurakan, dem Speziellen Astrophysikalischen Observatorium in Selentschuk, dem Astronomischen Hauptobservatorium Pulkowo usw.

Wenn das Beobachtungsmaterial, z.B. die Schmidtaufnahmen, vom "Besteller" ausgewertet wurde, kommt es nach Tautenburg zurück und wird im KSO archiviert. Es kommt durchaus häufig vor, daß das Material dann noch einmal von anderen Instituten erbeten wird. Während z.B. das Material ursprünglich gewonnen wurde zur Untersuchung von Galaxien in dem betreffenden Himmelsareal, interessiert sich der nächste Nutzer vielleicht für bestimmte stellare Objekte in dem Feld.

Das Leistungsvermögen des gesamten Beobachtungssystems kann z.B. gesteigert werden durch die Erhöhung der Empfindlichkeit der Strahlungsempfänger. Bei der Schmidtkamera wird ausschließlich die Fotoplatte als Strahlungsempfänger und Datenträger eingesetzt und auch bei den spektroskopischen Beobachtungen spielt sie im KSO noch die Hauptrolle. Das bedeutet, daß eine Verbesserung des Leistungsvermögens der Fotoplatte von entscheidender Bedeutung ist. Gemeinsam mit dem VEB Filmfabrik Wolfen wurde eine Fotoplatte entwickelt, die bezüglich der Empfindlichkeit, des Schwarzschildverhaltens und des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses zu den besten Emulsionen gehört, die es gibt.

Während bei der Schmidtkamera mit einer Empfängerfläche von 24 cm x 24 cm die Fotoplatte noch für viele Jahre der einzige Empfänger bleiben wird, gibt es für die anderen optischen Systeme mit kleinen Empfängerflächen schon andere Strahlungsempfänger. So sind auch im KSO für spektroskopische Beobach-



Abb. 2 Die Galaxie M 33 befindet sich im Sternbild Dreieck. Sie zeigt eine deutliche Spiralstruktur. M 33 ist Mitglied der lokalen Gruppe von Galaxien, wozu mit unserem Milchstraßensystem ca. 25 Sternsysteme gehören. M 33 hat ungefähr $1,4 \times 10^{10}$ Sonnenmassen und gehört damit zu den mittelgroßen Galaxien. M 33 befindet sich in einer Entfernung von 2,3 Millionen Lichtjahren.

tungen im Cassegrainsystem Bildverstärker im Einsatz und auch für das Coudesystem wurde im KSO vor kurzem eine Bildverstärkereinheit aufgebaut.

In den wissenschaftlich-technischen Bereich gehört aber auch die Entwicklung und der Bau von Auswertegeräten zur Bearbeitung des Beobachtungsmaterials. Im ZIAP und damit auch im KSO wird das Beobachtungsmaterial unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten gewonnen und bearbeitet. Einerseits werden Probleme der extragalaktischen Astronomie, andererseits Fragen der magnetischen Sterne untersucht. Für die extragalaktische Forschung dienen die Aufnahmen mit der Schmidtamera, die eine maximale Reichweite von 1 bis 2 Milliarden Lichtjahren hat. Bei den extragalaktischen Untersuchungen handelt es sich u.a. um folgende Problemkreise:

- Fotometrie individueller Galaxien
- Verteilung bestimmter Galaxientypen, etwa kompakter Galaxien im Weltall
- Suche nach extragalaktischen Objekten mit speziellen Eigenschaften, z.B. Quasaren, Seifertgalaxien, Makariangelaxien usw.
- Aufbau und Struktur von Galaxienhaufen
- Nachweis von Entwicklungseffekten und Galaxienhaufen

Bei der Untersuchung der magnetischen Sterne geht es u.a. um das

- ▶ Erkennen von physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die zur Herausbildung starker Magnetfelder führen bzw. um den
- ▶ Nachweis von Koinzidenzen zwischen Magnetfeldänderungen und anderen Zustandsgrößen der Sterne, wie z.B. der Helligkeit, der Farbe usw.

Vielfach werden diese Arbeiten gemeinsam mit Mitarbeitern aus den anderen Bereichen des ZIAP und mit Mitarbeitern ausländischer Partnerinstitute durchgeführt.

Anmerkung der Redaktion:

Während in diesem Artikel umfassend die Aufgaben und Ziele des KSO Tautenburg dargelegt worden sind, beschäftigte sich ein früherer Beitrag von R. Luthard ausführlicher mit den verschiedenen optischen Systemen des Teleskops. Siehe hierzu "Impuls 68", Heft 1 und 2 des 14. Jahrganges.

Integrierte Schaltungen

Unter einer integrierten Schaltung (IS) versteht man ein Bauelement, das in einem Gehäuse mehrere Einzelbauelemente vereinigt. Das komplette Bauelement wird auch als integrierter Schaltkreis oder einfach als Schaltkreis bezeichnet.

Integrierte Schaltkreise sind Bauelemente der Mikroelektronik, deren Entwicklungsstand den wissenschaftlich-technischen Fortschritt wesentlich mitbestimmt. Deshalb wird in der Direktive des X. Parteitages der SED zur Mikroelektronik als einer Hauptrichtung des Forschungs- und Entwicklungspotentials der DDR als Aufgabe ausgewiesen:

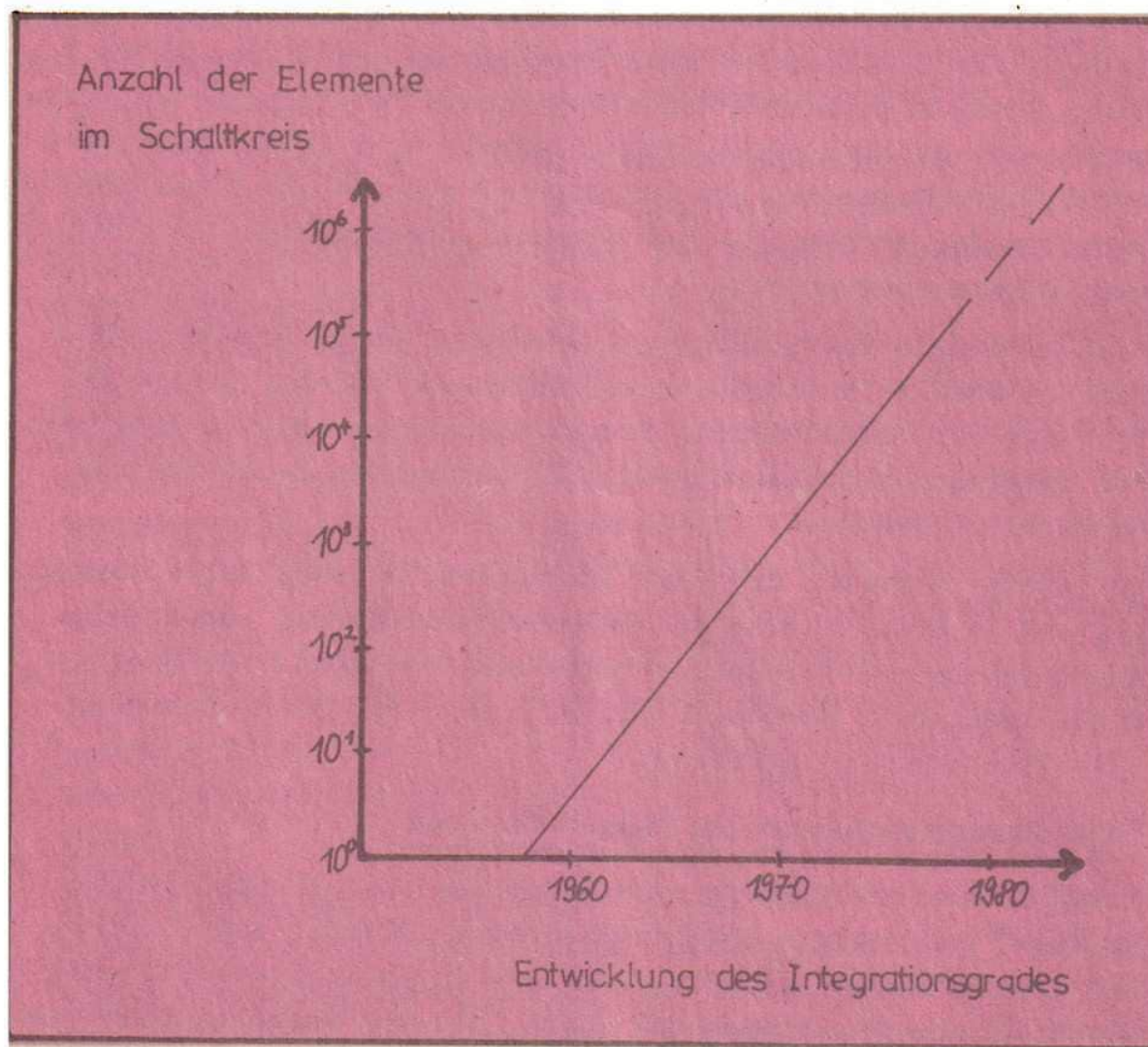
"Beschleunigte Entwicklung und Anwendung der Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie in volkswirtschaftlicher Breite zur Erhöhung der Produktivität durch Automatisierung von Arbeits- und Informationsprozessen und zur Senkung des Rohstoff- und Materialverbrauchs."

Auf einige Aspekte, die sich aus dieser Zielstellung ableiten, soll in unserem Beitrag und in mehreren, sich in loser Folge anschließenden Artikeln aus technisch-physikalischer Sicht kurz eingegangen werden. (Vgl. auch H. 1 und H. 8, Jahrgang 1978/79 dieser Zeitschrift).

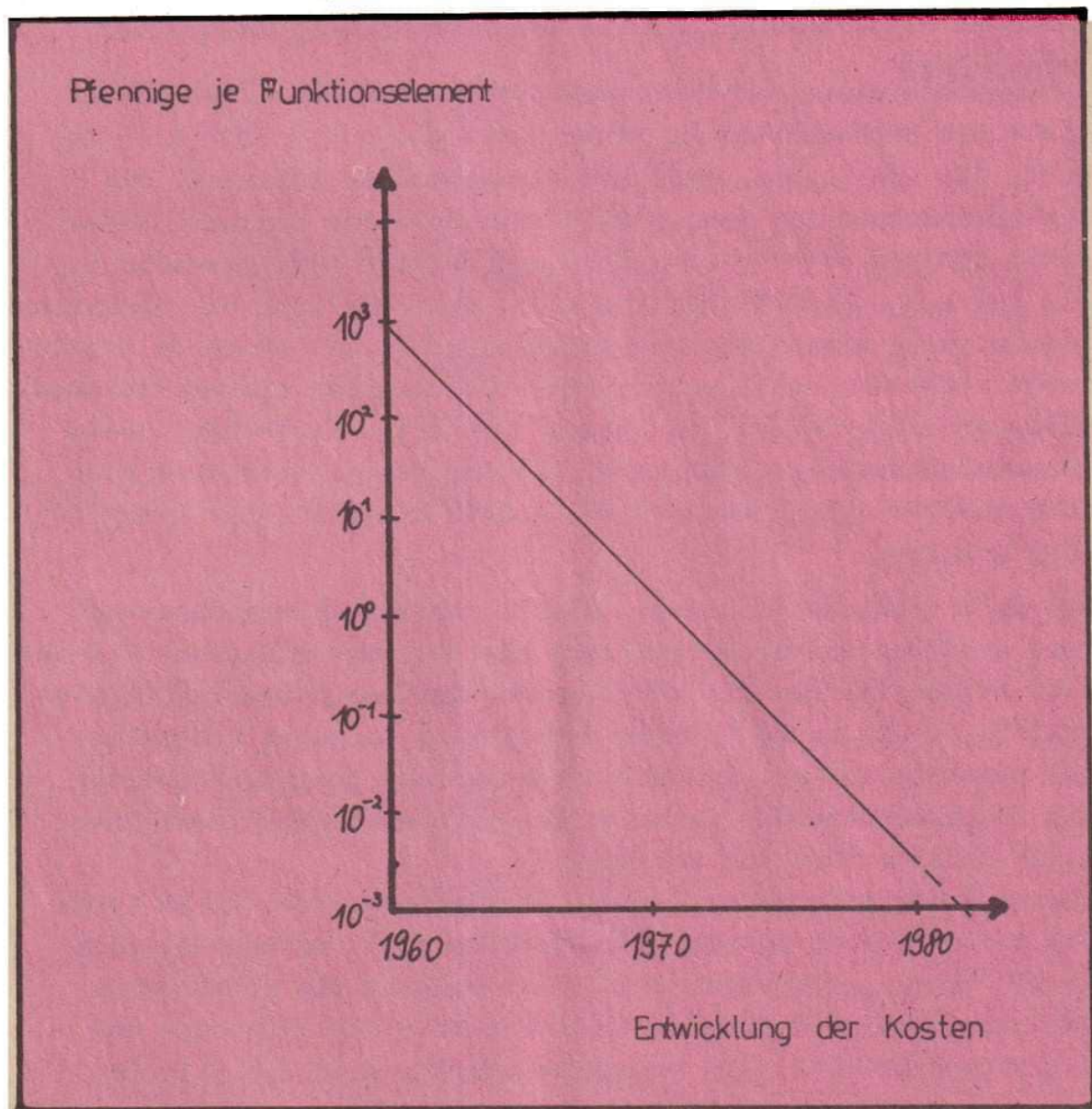
Entwicklungstendenzen der Mikroelektronik

Integrierte Schaltkreise sind Plättchen aus einkristallinem Silizium von wenigen Quadratmillimetern Fläche (sog. Chips). Auf diesen werden durch komplizierte technologische Prozesse elektronische Funktionen "erzeugt", die in diskreten Schaltungen von Transistoren, Dioden, Widerständen und Kondensatoren

ausgeübt würden. Aufgedampfte Leiterzüge verbinden die Funktionselemente zur gewünschten komplexen Schaltung. Der Integrationsgrad kennzeichnet die Anzahl der Bauelementefunktionen (meist auf Transistorfunktionen bezogen), die auf einem einzelnen Chip vereinigt sind. Gegenwärtig wird ein Integrationsgrad von 10^5 bis 10^6 Funktionselementen je Chip erreicht (LSI, d.h. hochintegrierte Schaltungstechnik). Durch Vergrößerung der Chipfläche, Verkleinerung des Flächenbedarfs für die Bauelemente - Grundstruktur (Linienbreite $1\mu\text{m}$), Herabsetzung des Flächenbedarfs je Funktionselement und die Verkleinerung der notwendigen Bauelementezahl im Schaltkreis ist eine weitere Erhöhung des Integrationsgrades möglich. Für das Jahr 1990 erwarten Fachleute Chips mit 10^8 Funktionselementen!



In engem Zusammenhang stehen Erhöhung des Integrationsgrades, Minimierung von Raumbedarf und Masse der Schaltkreise und Erhöhung ihrer Zuverlässigkeit. Wollte man die im Mikroprozessor-Schaltkreis U 808 D enthaltene Schaltung aus diskreten Bauelementen realisieren, so würden die etwa 30 000 einzusetzenden Bauelemente wenigstens 70 000 Lötstellen erforderlich machen. Eine "kalte" Lötstelle kann bereits die Funktionsfähigkeit der komplizierten Schaltung in Frage stellen. Im integrierten Schaltkreis gibt es weder "kalte" Lötstellen noch "Wackelkontakte".



Weitere Faktoren, deren Betrachtung die Entwicklungstendenzen sichtbar werden lassen, sind die Verringerung des materiellen Aufwandes beim Einsatz mikroelektronischer Bauelemente, ihr Energieverbrauch im Vergleich zur konventionellen Elektronik und ihre kostengünstige Fertigung durch "kollektive" Fertigung großer Stückzahlen. So werden gegenwärtig auf einer Si-Scheibe von 36 bis 100 mm Durchmesser gleichzeitig einige hundert gleiche Chips hergestellt, geprüft und anschließend einzeln weiterbearbeitet.

Black-box-Darstellung zur Funktionsbeschreibung integrierter Schaltkreise

Zur Funktionsbeschreibung einer Elektronenröhre läßt sich das durch den Glaskolben sichtbare Wirksystem heranziehen; die Elektronenröhre ist ein relativ anschauliches Element. Diese Zuordnung von sichtbarem Aufbau und innerem Wirkungsmechanismus ist schon beim Transistor nicht mehr möglich, die Funktionsbeschreibung nimmt mehr Modellcharakter an. Integrierte Schaltungen erfordern zur Beschreibung ihres inneren Wirkmechanismus umfassende Kenntnisse, es lassen sich keine einfachen, überschaubaren Modelle entwickeln. Bei der Funktionsbeschreibung integrierter Schaltkreise wird deshalb die Black-box-Darstellung genutzt.

Das zu untersuchende Objekt, dessen innerer Aufbau unbekannt ist, wird bei dieser Darstellung als "schwarzer Kasten" (black-box) aufgefaßt. Der Black-box werden gewisse Eingaben (inputs) geliefert, die zu bestimmten Reaktionen, Ausgaben (outputs) des Objektes führen. Aus dem Eingangs- und Ausgangsverhalten des zu untersuchenden Objektes lassen sich Rückschlüsse über seine inneren Struktur gewinnen.

Häufig braucht der Nutzer eines Bauelementes bzw. eines Gerätes jedoch dessen innere Wirkungsweise nicht zu kennen, wenn er mit ihm richtig umgehen will; er erlernt die zweckmäßige Handhabung auf der Grundlage der Kenntnis des Eingangs- und Ausgangsverhaltens. Als Beispiele hierfür sind auch die Be-

dienung von Rundfunk- und Fernsehgeräten, die Benutzung eines Kraftfahrzeuges u.ä. zu sehen.

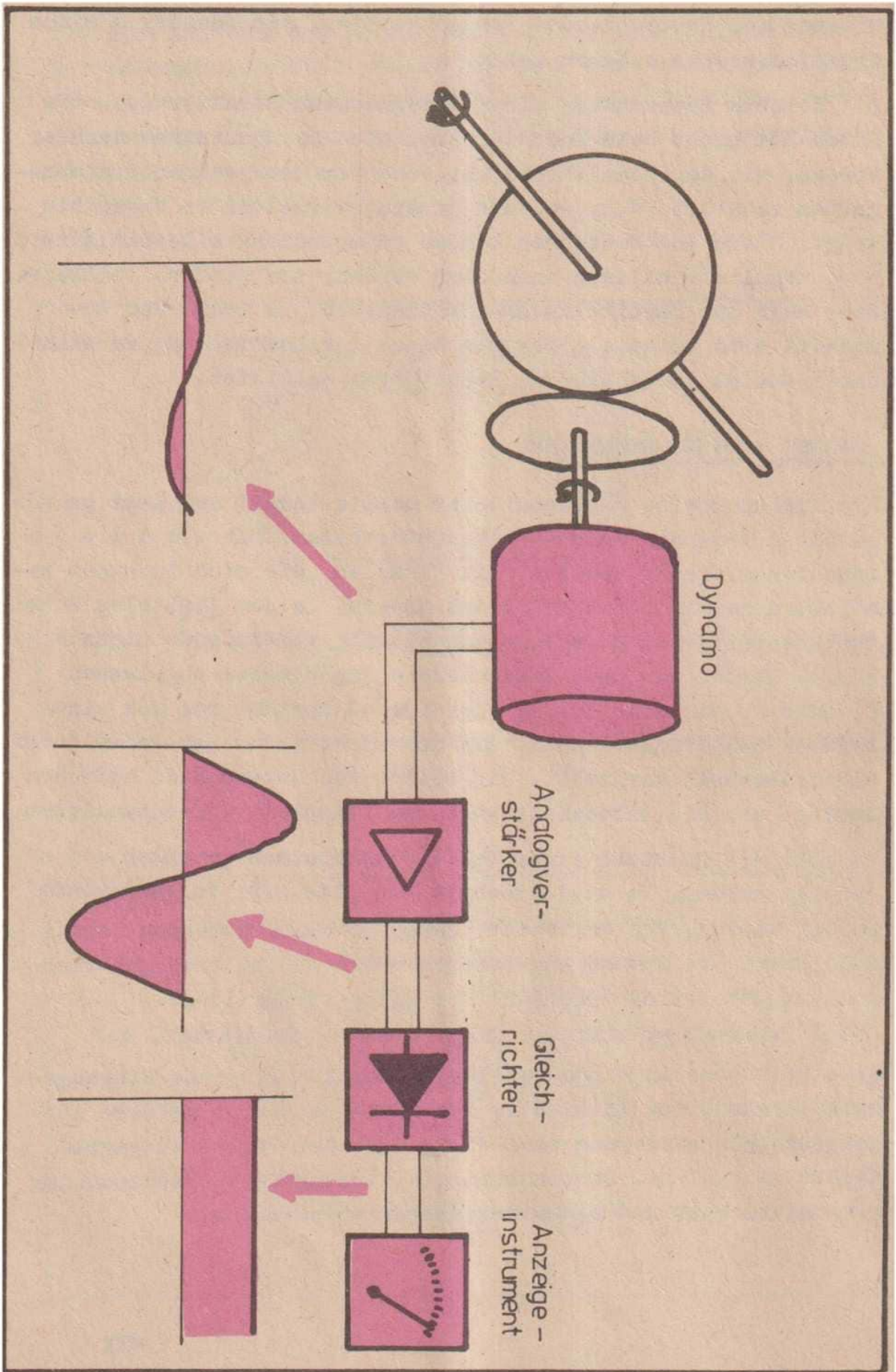
Die bewußte Betrachtung eines integrierten Schaltkreises als Black-box setzt beim Anwender also sichere Kenntnisse darüber voraus, wie der Schaltkreis auf Veränderungen seiner Eingangsgrößen reagiert, d.h. welches Ausgangsverhalten er daraufhin zeigt. Diese Informationen können entsprechenden Datenblättern bzw. Kennlinienbildern entnommen werden; sie gehören teilweise aber auch zum physikalischen Grundwissen. Im folgenden Abschnitt sind Beispiele für die Black-box-Darstellung verschiedener Stufen innerhalb von Schaltungen enthalten.

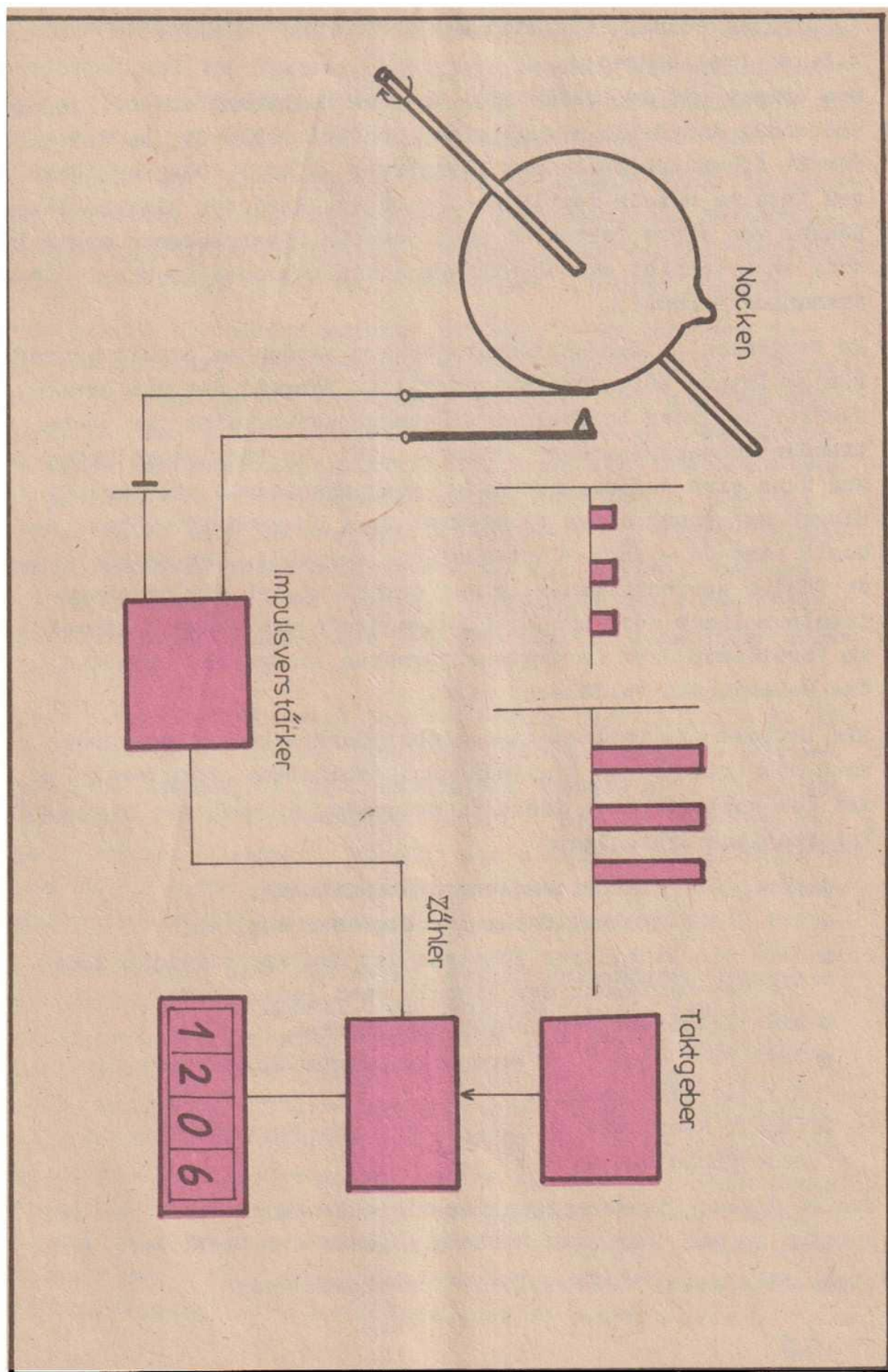
Analog- und Digitaltechnik

Die Wirkungsweise elektronischer Geräte beruht auf zwei grundsätzlich verschiedenen Schaltungstechniken. Die a n a l o g e Schaltungstechnik arbeitet mit Signalen, die sich in einem bestimmten Bereich kontinuierlich ändern. In der digitalen Schaltungstechnik werden dagegen sprungartig verlaufende Signale genutzt. Werden nur zwei verschiedene Signalwerte zugelassen (1 oder 0; Ein oder Aus; H oder L), so spricht man von einer binären Schaltungstechnik, die den wichtigsten Spezialfall der Digitaltechnik darstellt. Wir wollen den Unterschied zwischen Analog- und Digitaltechnik an einem Beispiel veranschaulichen.

Es soll die Drehzahl einer Welle elektronisch gemessen und angezeigt werden. In Analogtechnik kann das z.B. folgendermaßen gelöst werden: Von der Welle, deren Drehzahl gemessen werden soll, wird ein Dynamo angetrieben. Die von ihm erzeugte Wechselspannung ist der Drehzahl der Welle proportional.

Diese Wechselspannung durchläuft einen Verstärker, der jede beliebige in einem bestimmten Bereich liegende Eingangsspannungsänderung in eine um den gleichen Faktor größere Ausgangsspannungsänderung umwandelt, d.h. der Verstärkungsgrad ändert sich nicht. Danach wird die verstärkte Wechselspannung gleichgerichtet und einem Meßinstrument zugeführt.





In Digitaltechnik läßt sich die gewünschte Drehzahlmessung z.B. so realisieren:

Man bringt auf der Welle eine Nockenscheibe an, die bei jeder Umdrehung der Welle einmal einen Kontakt schließt, so daß ein kurzer Spannungsimpuls zum Verstärker gelangt. Die verstärkten Impulse werden fortlaufend gezählt. Wird der elektronische Zähler von einem Taktgeber nach jeweils einer Sekunde angehalten, so erscheint am Zählerausgang die gesuchte Drehzahl (Umdrehungen/Sekunde).

Im Vergleich zu den Analogverstärkern werden an Impulsverstärker geringere Anforderungen gestellt. Während der Analogverstärker zu jeder beliebigen Eingangsspannung eine ihr proportionale Ausgangsspannung liefert, gibt der Impulsverstärker nur dann eine Ausgangsspannung (Ausgangssignal) ab, wenn die Eingangsspannung einen bestimmten Wert überschritten hat. Es kommt eine Ja - Nein - Entscheidung zustande. Der nachfolgende Zähler spricht ebenfalls nur darauf an, ob ein Eingangsimpuls anliegt oder nicht. Die Amplitude des Ausgangssignals am Verstärker darf in gewissen Grenzen schwanken, ohne daß das Meßergebnis verfälscht wird.

Ein bedeutender Teil elektronischer Geräte und Anlagen ist nach dem Prinzip der Digitaltechnik aufgebaut. Ein Vergleich mit der Analogtechnik führt zu folgender Bilanz: Bei digitaler Informationsverarbeitung

- wird der Verarbeitungsweg umständlicher,
- ist die Signalauflösung nur begrenzt möglich,
- wird ein stabileres Arbeiten der Systeme erreicht durch die Regenerierung der Signale nach jeder Stufe,
- sind Informationen besser speicherbar,
- läßt sich eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit der Signale erreichen,
- können komplizierte Abläufe zur inneren Organisation synchronisiert werden.

Einige dieser Eigenschaften der Digitaltechnik werden an Beispielen in den folgenden Beiträgen genauer zu erläutern sein. (Siehe "MIKROELEKTRONIK - Teil2" in diesem Heft!)

Wolfgang König
Lehrer für Ma, Phy, Astro
EOS Meiningen

Claudius Ptolemäus

(87-165)

Kennen Sie das Ptolemäische Dreieck? Auf unserem nördlichen Sternhimmel sind das Sommerdreieck oder auch das Winterdreieck die bekannteren, aber auch hier handelt es sich um eine den "amtlichen Sternbildern" übergeordnete Figur, die 3 helle Objekte des Frühlingshimmels zu einem nahezu gleichzeitigen Dreieck zusammenfaßt. Man verbinde in Gedanken α -Bootis (Arktur), γ -Bootis (Harris) und α -Coronae borealis (Gemma in der nördlichen Krone), und erhält diese regelmäßige Figur, die Anfang Mai um Mitternacht kulminiert. Andererseits trägt ein Mondkrater im Zentrum der uns zugewandten Mondhälfte den Namen "PTOLEMÄUS".

Man hat damit jenen großen Lehrmeister des Altertums geehrt, der in vielen historischen Abhandlungen als "Urheber" eines falschen, heute überholten Weltbildes genannt wird. Daran wollen wir einiges richtig stellen.

Zwar wird das geozentrische Weltbild, das die Erde im Mittelpunkt des Weltsystems sieht, auch das Ptolemäische Weltbild genannt, aber wesentliche Merkmale dieses Systems gehen auf andere Astronomen, auf Vorläufer des Claudius Ptolemäus zurück, wie ARISTOTELES (Kugelgestalt der Erde), ERATOSTHENES (Berechnung des Erdradius) oder HIPPARCH (mathematische Beschreibung der Gestirnsbewegungen).

Das große Verdienst des PTOLEMÄUS bestand darin, fast das gesamte astronomische Wissen des griechischen Altertums bis hin zum Jahre 150 n.u.Z. in einem umfangreichen Werk "Syntaxis mathematica" zusammengefaßt zu haben. Dieser Wissensschatz ist unter dem arabischen Titel "ALMAGEST" später nach Europa gelangt und hat dort über Jahrhunderte hinweg den Inhalt astronomischer und astrologischer Lehrbücher bestimmt, bis Nicolaus COPERNICUS um die Mitte des 16. Jahrhunderts die kristallinen Sphären des Ptolemäus "zertrümmerte" und Johannes KEPLER anstelle der komplizierten Epizykeltheorie die heute

noch anerkannten Formeln der elliptischen Planetenbewegung setzte.

Um Ptolemäus von dem Verdacht zu befreien, er habe nichts Eigenes geleistet und nur bei HIPPARCH (190 bis 120 v.u.Z.), dem "Vater der Astronomie", abgeschrieben, lassen wir den Verfasser des "ALMAGEST" selbst zu Wort kommen:

"Daher glaube ich, daß Hipparch, dieser größte Freund der Wahrheit, ... sich zwar gründlich mit der Theorie der Sonne und des Mondes beschäftigte, ... daß er dagegen zu einer Theorie der 5 Planeten ... überhaupt gar nicht erst den Grund gelegt, sondern lediglich die Beobachtungen derselben zu ersprißlicher Verwendung geordnet hat. ... Nicht nur unser Vorhaben in das rechte Licht zu setzen, haben wir diese Erklärung abgegeben, sondern um einige Erleichterungen zu rechtfertigen.."

Tatsächlich waren die nach der Ptolemäischen Theorie berechneten Planetenörter jahrhundertlang genau genug, um die Stellung der Wandelsterne, wozu damals auch Sonne und Mond zählten, für einen bestimmten Tag vorauszusagen.



Claudius Ptolemäus
(87–165)

Auf dem Gebiet der genetischen Manipulation haben sich eine Reihe von Forschungsschwerpunkten herauskristallisiert. Im folgenden sollen drei davon an einigen Beispielen erläutert werden.

Es handelt sich zum einen um die Neusynthese bzw. Neukombination verschiedenster Gene "im Reagenzglas" (in vitro) und ihre Einschleusung und Exprimierung in bakteriellen Systemen. Diesem Punkt sind die Erläuterungen zur Klonierung der Gene für das Insulin, das Wachstumshormon und die Interferone gewidmet. Der zweite Forschungsschwerpunkt berührt die Verbesserung bakterieller Leistungen, wie den Abbau von Rohöl und Herbiziden, die Produktion von Antibiotika und Enzymen oder die Bindung von Luftstickstoff.

Im letzten Abschnitt schließlich wird kurz auf die Methoden eingegangen, die sich mit mikrochirurgischen Eingriffen am Säugetier befassten.

Insulin

Insulin ist ein von der Bauchspeicheldrüse produziertes Hormon, das beim gesunden Menschen den Glukosespiegel im Blut reguliert. Fehlt dieses Hormon, so erkrankt der Betreffende an Diabetes (Blutzuckerkrankheit), und ihm muß ständig von außen Insulin zugeführt werden. Dazu nimmt man heute meist Insulin, das von Kälbern oder Schweinen gewonnen wird. Die Komplikation besteht nun darin, daß etwa 5 % aller an Diabetes Erkrankten eine allergische Reaktion (Überempfindlichkeit) auf tierisches Insulin zeigen.

Hier kann die Produktion von menschlichem Insulin durch Bakterien Abhilfe schaffen.

Eine ganze Reihe von Forschungsgruppen arbeitet intensiv an der Lösung dieses Problems, und es ist abzusehen, daß in naher Zukunft solches Insulin zur Verfügung stehen wird.

Wie ist man bisher vorgegangen, und was wurde erreicht?

Ein Molekül des menschlichen Insulins besteht aus zwei Polypeptidketten - einer kürzeren und einer längeren - , die durch Disulfidbrücken miteinander verbunden sind. Es ist nun gelungen, die genetische Information (also die DNS-Sequenz) für beide Polypeptidketten auf chemischem Wege zu synthetisieren. Diese synthetisch erzeugten DNS-Moleküle wurden mit je einem Plasmid über Restriktionsendonukleasenbehandlung (siehe Teil I des Beitrages) verbunden und in Bakterienzellen (*Escherichia coli*) eingeführt.

Man erhielt also Bakterienzellen, die die genetische Information für die kürzere Polypeptidkette aufwiesen (Typ A) und solche mit der Information für die längere Kette (Typ B). Das Plasmid mit den synthetischen DNS-Sequenzen wurde sowohl in Typ A als auch in Typ B hinter das Gen eingebaut, welches die Produktion des Enzyms β -Galaktosidase determiniert. Die Bakterienzelle liest die genetische Information für die β -Galaktosidase und die jeweilige Polypeptidkette des Insulinmoleküls gemeinsam ab, und es entsteht β -Galaktosidase mit einem Anhängsel - der jeweiligen Polypeptidkette. Dieses Gebilde nennt man ein Fusionspeptid.

Nachdem die Bakterien des Typs A und des Typs B vermehrt wurden und genügend Fusionspeptide gebildet haben, extrahiert man diese und trennt β -Galaktosidase und die Insulin-Polypeptidketten auf chemischem Wege voneinander.

Die so erhaltenen Insulin-Untereinheiten werden dann auf oxydatischem Wege miteinander verbunden, und es entstehen menschliche Insulinmoleküle.

Dieses Zusammenfügen der Untereinheiten zum Insulinmolekül und die zur Zeit noch relativ geringe Ausbeute stehen einer industriellen Produktion bislang noch im Wege. Es ist jedoch abzusehen, daß auch dieses Problem in kurzer Frist gelöst und biologisch aktives Insulin gewonnen werden kann.

Wachstumshormon

Ein weiteres menschliches Hormon, an dessen Produktion mit Hilfe von Bakterien gearbeitet wird, ist das in der Hypophyse (Hirnanhangdrüse) gebildete Wachstumshormon. Dieses Hormon ist ein Protein, das aus 191 Aminosäuren besteht und das menschliche Körperwachstum reguliert. Menschen, denen dieses Hormon fehlt, zeichnen sich durch Kleinwuchs aus. Durch ständige Hormongaben während der Wachstumsphase kann diesen Patienten aber geholfen werden.

Das Wachstumshormon spielt außerdem eine Rolle bei der Behandlung von Knochenbrüchen, Hautverbrennungen und bestimmten Geschwüren. Wegen seiner Artspezifität kann dieses Hormon bisher jedoch nur aus menschlichen Leichen gewonnen werden, was natürlich der Ausbeute Grenzen setzt.

Die Klonierung der für das menschliche Wachstumshormon kodierenden DNS in *Escherichia coli* wurde von derselben Arbeitsgruppe in Kalifornien (USA) durchgeführt, die auch die eben besprochenen Erfolge bei der mikrobiellen Produktion des menschlichen Insulins für sich verbuchen konnte.

Sie ging arbeitstechnisch ähnlich wie beim Insulin vor.

Zunächst wurde auf chemischem Wege DNS hergestellt und in einem Plasmid kloniert, die die Aminosäuren 1 bis 24 des Wachstumshormons kodiert. Parallel dazu erfolgte die Klonierung einer auf enzymatischem Wege hergestellten DNS-Sequenz in einem anderen Plasmid, welche die restlichen Aminosäuren (25 bis 191) determiniert.

Die "zwischenklonierten" DNS-Sequenzen wurden danach auf ein drittes Plasmid übertragen und dort "hintereinandergeschaltet". Anschließend übertrug man dieses Plasmid auf eine *Escherichia coli*-Zelle, die dann das Wachstumshormon produzierte.

Interferon

Eine wichtige Stoffgruppe, auf die gegenwärtig besonders im Hinblick auf ihre mögliche Bedeutung im Kampf gegen den Krebs große Hoffnungen gesetzt wird, bilden die Interferone. Die Interferone sind Eiweißstoffe, welche Vertebraten-Zellen (Wirbeltierzellen) als Antwort auf die Infektion mit bestimmten Viren bilden. Sie versetzen Zellen, denen man sie zufügt, in einen virusresistenten Zustand. Diese Stoffe stehen aller-

dings nur in sehr geringer Menge zur Verfügung und beschneiden deshalb die Möglichkeiten der Forschung auf diesem Gebiet. Deshalb wird in vielen Instituten der ganzen Welt intensiv an der Möglichkeit mikrobieller Produktion solcher Interferone gearbeitet.

Das Vorgehen der kalifornischen Gruppe, von der schon mehrfach die Rede war, sei hier in knapper Form als Beispiel angeführt. Auf enzymatischem Wege wurde ausgehend von dem Gen, das die Interferonproduktion in menschlichen Leukozyten determiniert, eine DNS-Sequenz synthetisiert und in einem Plasmid kloniert, das dann durch Transformation in *Escherichia coli*-Zellen eingeschleust wurde.

Das von diesen Zellen produzierte Interferon erwies sich bei Versuchen mit Affen, die man mit einer tödlichen Dosis spezieller Viren infizierte, als biologisch aktiv: Alle mit dem bakteriell produzierten Interferon behandelten Versuchstiere überlebten.

Von besonderem Interesse sind neben Hormonen und Interferonen auch verschiedene Impfstoffe, an deren bakterieller Produktion gearbeitet wird.

So ist es gelungen, antigene Determinanten des von *Escherichia coli* im menschlichen Darm produzierten Giftes zu erhalten, indem man die dafür kodierenden Gene über Plasmide in Bakterien einschleuste.

Auf ähnlichem Wege erhielt man Antigene von Hepatitis-B-Viren, den Erregern der infektiösen Gelbsucht und Influenza-Viren, die Grippeerkrankungen verursachen.

Ein weites Feld für die Genmanipulation ist die Verbesserung bakterieller Leistungen, z.B. die Nutzung von Rohöl zur Eiweißgewinnung oder die Fixierung von Luftstickstoff durch Bodenbakterien zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit.

Nutzung von Rohöl

Rohöl besteht aus einer Mischung aliphatischer, alizyklischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe. Selbst zum Zerlegen nur eines dieser Bestandteile sind ganze Gengruppen notwendig. Solche Gengruppen sind in Bakterien der Gattung *Pseudomonas*, insbesondere in Vertretern der Art *Pseudomonas putida* vertreten. Die Besonderheit besteht nun darin, daß diese Gene teilweise auf der chromosomalen DNS, teilweise aber auch auf Plasmiden lokalisiert sind. Bisher konnte jeder der *Pseudomonas*-Stämme nur eine begrenzte Zahl der erwähnten Kohlenwasserstoffe abbauen. Es ist jedoch mittlerweile gelungen, Stämme zu konstruieren, die mehrere Plasmide enthalten, welche in der Zelle als stabiles System existieren. Die Methode bestand darin, konjugierende Plasmide zu benutzen, welche die gewünschten chromosomalen Gene der Donorzelle mobilisierten und im Rezipienten dann als Plasmid integriert und repliziert (vermehrt) wurden.

Solche *Pseudomonas*-Stämme konnten etwa 60 % der Rohölbestandteile abbauen.

Die erfolgreiche Überführung dieser Methode in die Praxis würde bedeuten, daß man aus Rohöl bakterielles Eiweiß für die Tierproduktion gewinnen könnte.

Fixierung von Luftstickstoff durch Bodenbakterien

Einige Bodenbakterienarten sind zur Bindung von Luftstickstoff befähigt, darunter übrigens solche, die in Symbiose mit Leguminosen existieren.

Die Ausscheidungsprodukte dieser Bakterien ebenso wie ihre Zellsubstanz reichern den Boden mit stickstoffhaltigen Verbindungen an, die wesentlichen Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit haben. Unter natürlichen Bedingungen ist diese Fähigkeit zur Stickstoffbindung nur gering ausgeprägt. Es ist jedoch vorstellbar, diese bereits vorhandene Fähigkeit durch Selektion (Auslese) zu erhöhen, oder aber, und dieser Weg wird zur Zeit erfolgreich beschritten, die für die Stickstoffbindung verantwortlichen Gene auf Bakterien zu übertragen, die diese Fähigkeit noch nicht besitzen, aber geeignet sind, nach Erhalt

der Gene in hohem Maße Stickstoff aus der Luft zu binden. Solche Versuche waren für einige Bakterien aus der Gattung der *Enterobacteriaceen* erfolgreich. Wenn es gelänge, Bakterien zu konstruieren, die sich durch eine hohe Fähigkeit zur Stickstoffbindung auszeichnen, dann könnte man die beträchtlichen Mittel, die derzeit zur Stickstoffdüngung eingesetzt werden müssen, drastisch reduzieren.

Mikrochirurgische Eingriffe am Säugerkeim

Im letzten Teil unseres Beitrages wollen wir uns einigen Beispielen zuwenden, die sich mit mikrochirurgischen Eingriffen am Säugerkeim befassen.

Die befruchtete Eizelle eines Säugetieres (Maus, Kaninchen, Rind) enthält zwei Vorkerne, die beide den einfachen (haploiden) Chromosomensatz tragen. Der eine Vorkern ist der Kern der Eizelle, stammt also vom Muttertier, der andere ist der Spermienkern, stammt demnach vom Vattertier. Nachdem beide Kerne miteinander verschmolzen sind, setzt die Embryonalentwicklung ein, von der die frühesten Teilungsstadien die Morula (Maulbeerkeim) und die Blastocyste (Blasenkeim) sind.

Ein aus einer solchen auf natürlichem Wege befruchteten Eizelle hervorgegangener Embryo ist gemischterbig, d.h. Vater- und Muttertier bringen unterschiedliche genetische Eigenschaften mit, die sich dann in der Nachkommenschaft durch Tiere mit unterschiedlichen Leistungen manifestieren. Um diesen Effekt zu umgehen, ist man bestrebt, sogenannte reine Linien von Zuchttieren zu erhalten, die sich aber nur durch langdauernde Inzucht über viele Generationen hinweg annähernd erreichen lassen.

Reinerbige Nachkommen können nun durch folgende Technik erhalten werden. Aus einer befruchteten Eizelle wird unter dem Mikroskop mit Hilfe einer dünnen Glaskanüle einer der beiden Vorkerne entfernt. Die jetzt einkernige Zelle kann durch geeignete chemische Behandlung zur Verdoppelung des haploiden Chromosomensatzes angeregt werden und durchläuft dann *in vitro* (im Reagensglas) einige Teilungen. Diese Zelle kann jetzt

in die Gebärmutter eines scheinschwangeren Tieres (Amme) eingepflanzt und von diesem ausgetragen werden. Man erhält auf diese Weise reinerbige Tiere, also solche Nachkommen, die nur Erbmaterial eines der beiden Kreuzungspartner besitzen.

Nach einem ähnlichen Prinzip könnte in Zukunft auch die ungeschlechtliche Vermehrung besonders wertvoller und leistungsstarker Nutztiere durchgeführt werden. Einem solchen Gedankenexperiment könnte z.B. folgendes Schema zugrunde liegen:

Eine besonders leistungsstarke Kuh soll unter Umgehung der geschlechtlichen Fortpflanzung vermehrt werden. Dazu entnimmt man einer als Spender dienenden "normalen" Kuh Eizellen und entfernt daraus auf dem oben beschriebenen Wege beide Kerne. In diese kernlose Eizelle setzt man jetzt diploide Kerne aus Körperzellen der leistungsstarken Kuh ein. Solche Eizellen werden jetzt in vitro zur Teilung angeregt und danach in die Gebärmutter von Kühen eingesetzt, die als Ammen dienen und die Nachkommenschaft austragen. Im Ergebnis müßte man Kälber erhalten, deren genetisches Material dem der leistungsstarken Kuh gleicht.

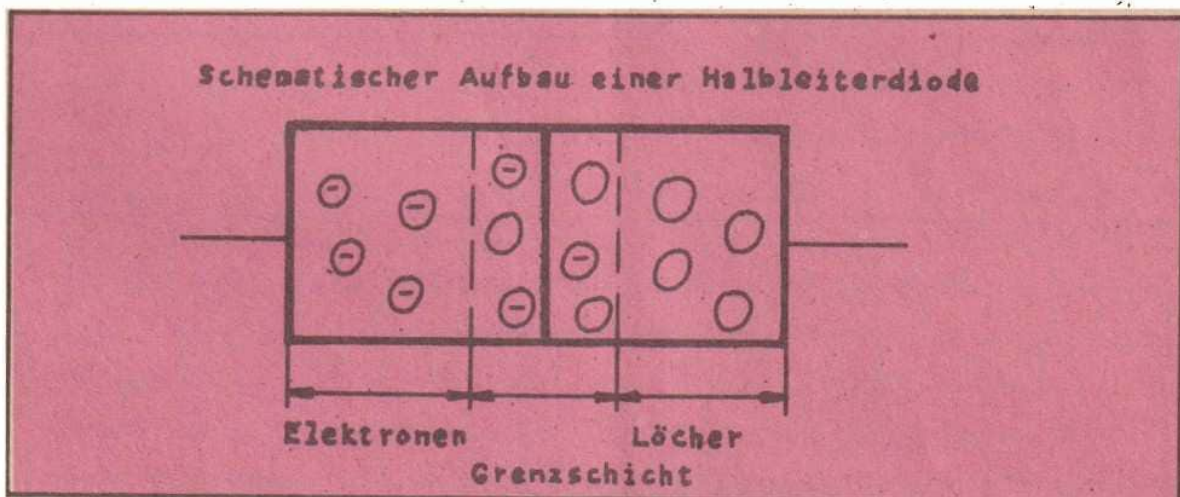
Diese Gedankenexperimente konnten bisher nur teilweise in die Praxis umgesetzt werden. Die besten Erfolge erzielte man bei Kaninchen und Mäusen (Vgl. Sauerstein "Impuls 68", 14. Jahrgang, Heft 2). Ein schwieriger Schritt, der die Arbeiten auf diesem Gebiet erschwert, scheint die erfolgreiche Rückübertragung der in vitro erhaltenen Morula oder Blastocyste in die Gebärmutter eines entsprechenden Ammentieres zu sein.

Zusammenfassend kann man sagen, daß im vergangenen Jahrzehnt auf dem Gebiet der genetischen Manipulation ein gewaltiger Sprung nach vorn gemacht wurde. Noch sind die vielfältigen Möglichkeiten, die die neuen Techniken und Methoden bieten, nicht abzusehen. Spürbare Fortschritte können mit Sicherheit auf dem Gebiet der Medizin erwartet werden, aber auch für die Lösung des Welternährungsproblems in all seinen vielfältigen Aspekten können die Genetiker neue Möglichkeiten eröffnen. Nicht zuletzt wird der Umweltschutz von der Entwicklung neuer Methoden der biologischen Beseitigung von Abfallprodukten und des mikrobiellen Abbaus von Schadstoffen profitieren.

Sie wissen aus dem Physikunterricht der Klasse 9, daß chemisch reine Halbleiter (z.B. Germanium, Silizium) bei tiefen Temperaturen keine freien Elektronen besitzen. Alle Außenelektronen sind an der Valenzbindung mit den Nachbaratomen beteiligt, so daß Halbleitereinkristalle bei sehr tiefen Temperaturen Nichtleiter sind. Nimmt die kinetische Energie der Elektronen zu, so können sich einige aus ihrem Atomverband lösen. Das kann erreicht werden durch Erwärmung, durch Belichtung oder durch Anlegen eines elektrischen Feldes hoher Feldstärke. Jedes sich aus dem Atomverband lösende Elektron hinterläßt eine Lücke, die auch als Loch oder als Defektelektron bezeichnet wird. An die Stelle eines Loches kann dann wieder ein freies Elektron treten. Die Anzahl der freien Elektronen und Defektelektronen ändert sich bei konstanter Temperatur im zeitlichen Mittel nicht. Parallel zu dem Vorgang des Besetzens von Löchern durch freie Elektronen entstehen ständig eben so viele freie Elektronen neu (und damit auch die gleiche Anzahl von Defektelektronen). Unter der Wirkung einer Spannung wandern die Elektronen zum Pluspol. Da in die Löcher immer wieder Elektronen nachrücken, "bewegen" die Löcher sich zum Minuspol. Bei Zimmertemperatur kann in Halbleitern ein elektrischer Strom fließen. Dabei wandern Elektronen und Defektelektronen gleicher Anzahl in entgegengesetzter Richtung. Man spricht von der Eigenleitung der Halbleiter. Mit steigender Temperatur nimmt die Anzahl beider Ladungsträgerarten zu, d.h. der Widerstand der Halbleiter nimmt mit zunehmender Temperatur ab. Die Leitfähigkeit von Halbleitern kann durch den Einbau von Fremdatomen gesteigert werden. Man bezeichnet diesen Vorgang

als Dotierung. Werden z.B. bestimmte Atome des vierwertigen Germaniums durch Atome des fünfwertigen Arsens ersetzt, so steht an jeder dieser Störstellen ein zusätzliches Leitungselektron zur Verfügung, das vom Germanium nicht gebunden wird. Dadurch wird eine Störstellenleitung ermöglicht. Da sie in diesem Falle durch einen Überschuss an negativen Ladungsträgern getragen wird, spricht man von n-Leitung bzw. n-leitendem Halbleitermaterial.

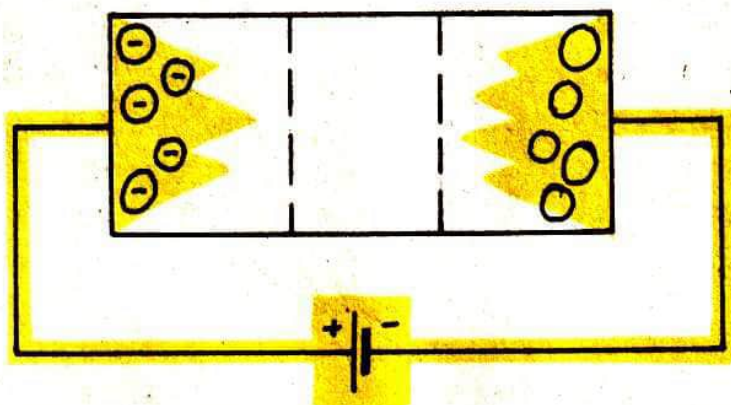
Durch Dotierung mit einem dreiwertigen Element, z.B. Indium, entsteht ein Überschuss an positiven Defektelektronen, denn an den Störstellen fehlt jeweils ein Elektron, das vom Germanium gebunden werden könnte. Das Halbleitermaterial ist p-leitend. Durch zweifache Dotierung kann man in reinem Germanium p- und n-leitende Gebiete nebeneinander erzeugen. Dort, wo sich beide Gebiete berühren, diffundieren einige Elektronen in das p-Gebiet und einige Defektelektronen in das n-Gebiet. Im Grenzbe-
reich zwischen dem p- und dem n-Gebiet entsteht so eine Grenzschicht mit gleichviel Elektronen und Defektelektronen.



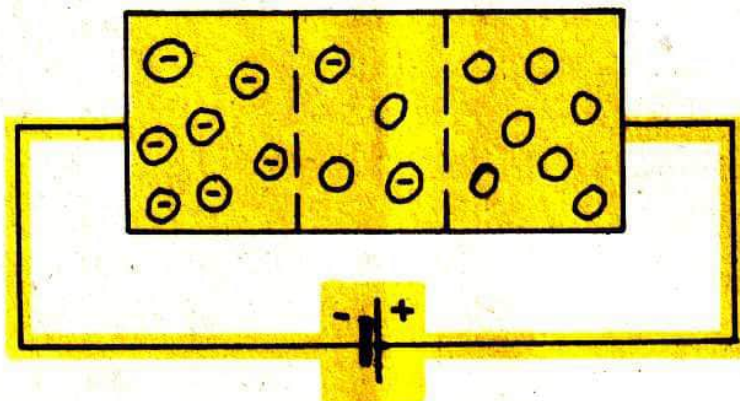
Legt man an das n-Gebiet den Pluspol und an das p-Gebiet den Minuspol, so wandern aus der Grenzschicht die Elektronen in das n-Gebiet und die Defektelektronen in das p-Gebiet. Die Grenzschicht verarmt an Ladungsträgern und verbreitert sich. Es kann nur ein sehr schwacher Sperrstrom fließen.

Wir sprechen von der Polung des p-n-Übergangs in Sperrrichtung. Bei entgegengesetzter Polung gelangen sehr viele Ladungsträger in die Grenzschicht, so daß ein starker Durchlaßstrom fließen kann. Wir sagen, der p-n-Übergang ist in Durchlaßrichtung gepolt.

Halbleiterdiode in Sperrrichtung

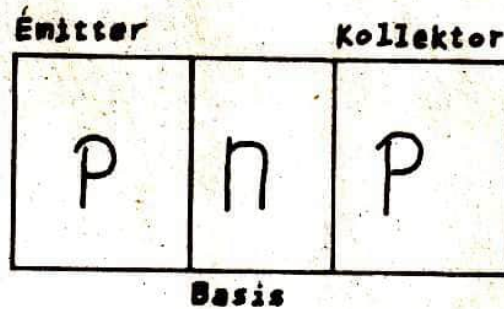


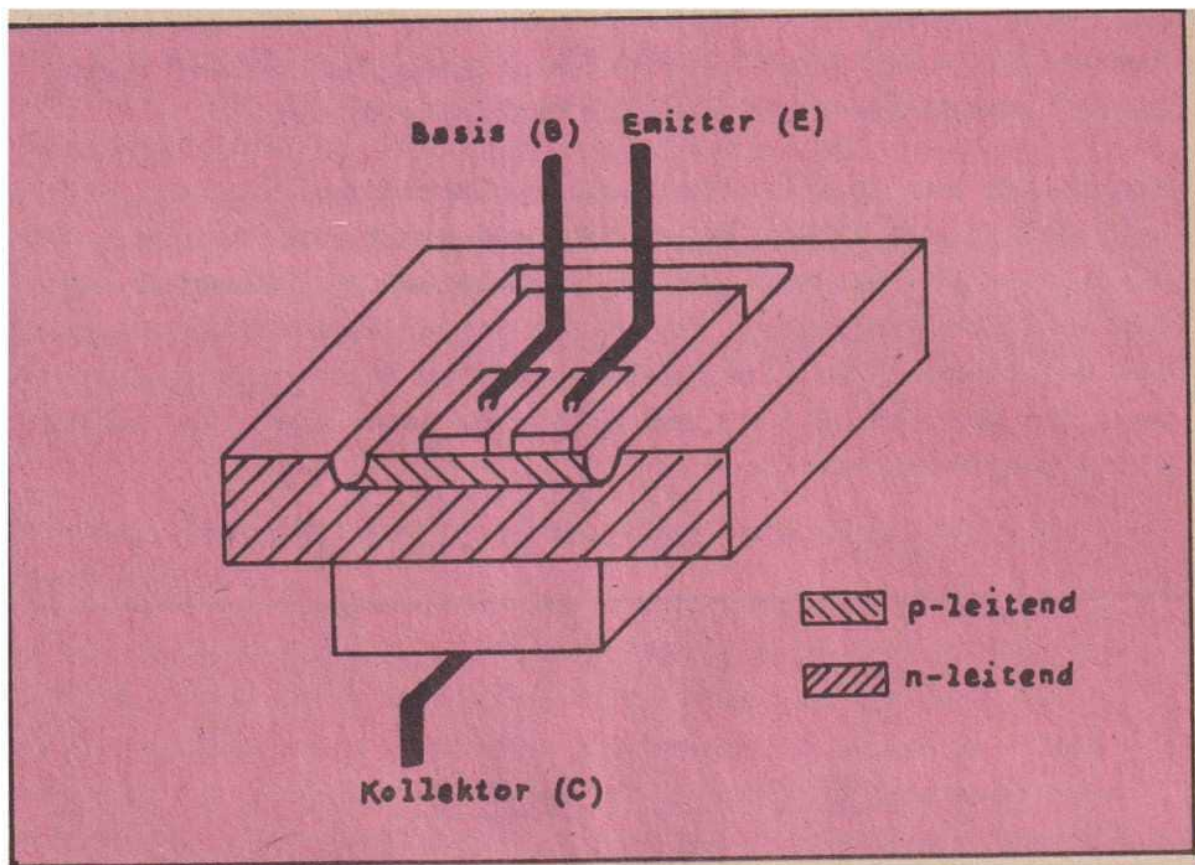
Halbleiterdiode in Durchlaßrichtung



Ein p-n-Übergang in einem Halbleiter kann je nach der gewählten Polung einen hohen oder einen geringen Widerstand haben. Darauf beruht die Wirkung einer Halbleiterdiode.

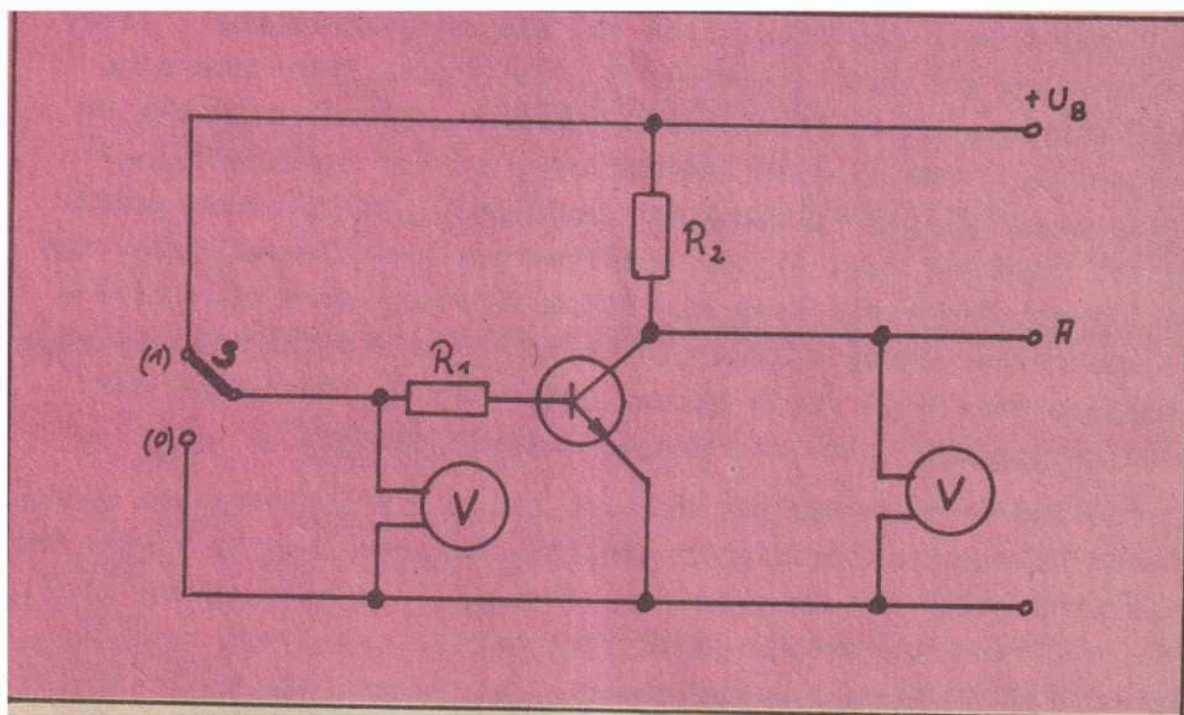
Kombiniert man in einem Halbleiterkristall zwei derartige p-n-Übergänge, so erhält man einen Transistor. Das kann z.B. dadurch erreicht werden, daß man in n-leitendes Germanium zwei Indiumpillen einlegt. An beiden Seiten einer dünnen Schicht des n-leitenden Basiskristalls entstehen dünne p-leitende Zonen, die man als Emitter und Kollektor bezeichnet. Man erhält einen p-n-p-Transistor.





Bei einem n-p-n-Transistor bestehen umgekehrt Emitter und Kollektor aus n-leitenden und die Basis aus p-leitendem Halbleitermaterial. Als Grundmaterial wird z.B. n-leitendes Silizium mit Phosphor dotiert. Durch Dotierung des Siliziums mit Bor erhält man p-leitende Zonen. So kann man in sehr kleinen Siliziumscheiben nacheinander durch ein kompliziertes technologisches Verfahren Zonen unterschiedlicher Leitfähigkeit erzeugen, die man mit Anschlüssen versieht.

Wir wollen nun eine wichtige Eigenschaft des Transistors kennenlernen. Mit einem n-p-n-Transistor bauen wir eine Experimentieranordnung auf, wie sie auf der folgenden Seite zu sehen ist.



Schalterstellung (1), d.h. $+U_B$ an der Basis:
 Der p-n-Übergang Basis-Emitter ist in Durchlaßrichtung gepolt. Über die Basis-Emitterstrecke kann ein Basisstrom fließen, der durch den Widerstand R_1 begrenzt ist. In die zwischen Kollektor und Emitter liegende Basiszone gelangen auf diese Weise Ladungsträger, so daß auch über die Kollektor-Emitter-Strecke ein Strom fließen kann. Der Widerstand des Transistors ist gering gegenüber R_2 . An R_2 fällt fast die gesamte Betriebsspannung $+U_B$ ab, wenn er vom Kollektorstrom durchflossen wird. Die Ausgangsklemme A liegt angenähert auf Nullpotential.

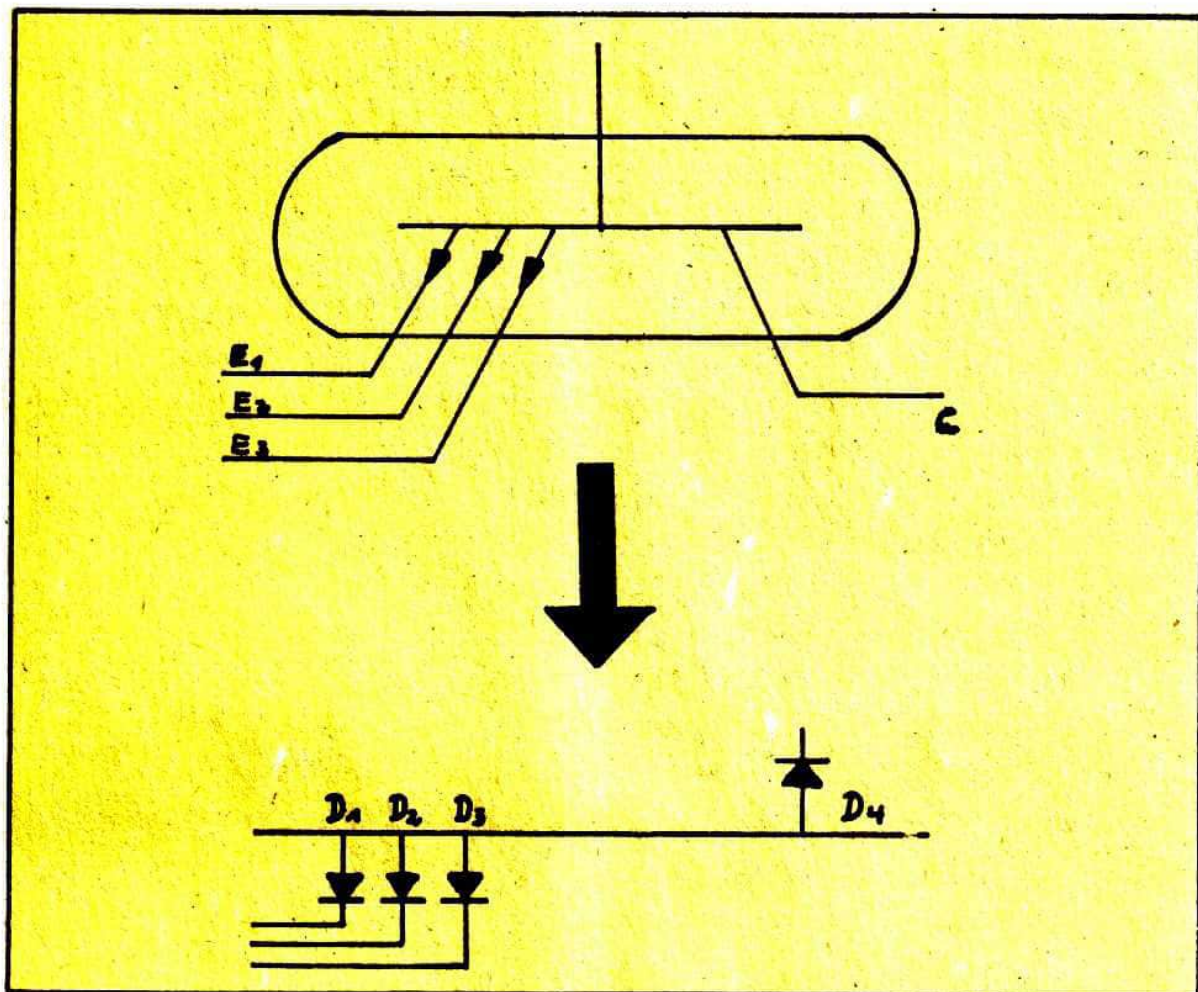
Schalterstellung (0), d.h. Basis an $-U_B$ oder offen: Die Basis-Emitterstrecke ist in Sperrichtung gepolt. Es fließt kein Basisstrom. In die zwischen Kollektor und Emitter liegende Basiszone gelangen keine Ladungsträger. Es kann daher auch kein Kollektorstrom fließen. Der Widerstand des Transistors ist sehr groß gegenüber R_2 . Fast die gesamte Betriebsspannung

$+U_B$ fällt über dem Transistor ab. Die Ausgangsklemme A liegt angenähert auf dem Potential $+U_B$. Der Transistor kann also die Funktion eines Schalters übernehmen. Fließt kein Basisstrom, d.h. Basis offen oder an $-U_B$, so ist der Kollektorstromkreis gesperrt, d.h. der Transistor stellt einen geöffneten Schalter dar. Dieser Schalter ist geschlossen, d.h. im Kollektorstromkreis kann ein Strom fließen, wenn ein ausreichender Basisstrom fließt (Basis an $+U_B$). Mit Hilfe des Transistors kann also durch Spannungsänderung an der Basis der Kollektorstrom "ein- und ausgeschaltet" werden.

Auf Grund seiner Schalterfunktion ist der Transistor ein geeignetes Bauelement für die Informationsverarbeitung in digitalen elektronischen Schaltungen. In diesen Schaltungen werden häufig Mehrmittertransistoren (MET) eingesetzt. n-p-n-MET enthalten neben einer p-Zone als Basis und einer n-Zone als Kollektor mehrere n-Zonen, von denen jede einzeln eine Emitter bildet.

Für die Erklärung der Funktion von Schaltungen, in denen MET verwendet werden, kann der MET durch eine Kombination von Halbleiterdioden ersetzt werden. Die nächste Abbildung zeigt diese Ersatzschaltung. Darin sind D_1 , D_2 , D_3 Emitter (n)-Basis (p)-Übergänge und D_4 der Basis (p)-Kollektor (n)-Übergang. p-n-Übergänge, wie sie in Halbleiterdioden oder Transistoren genutzt werden, können auf sehr kleinen Flächen einkristalliner Halbleitermaterialien in großer Anzahl geschaffen werden. So ist es möglich, die Funktion vieler elektronischer Bauelemente auf engstem Raum zu mikroelektronischen Schaltkreisen zu vereinigen. Die Integration vieler elektronischer Bauelemente gelingt auf Plättchen aus einkristallinem Silizium von wenigen Quadratmillimeter Fläche, sogenannten Chips. Durch komplizierte technologische Vorgänge wurde es möglich, geometrisch exakt bestimmte Strukturveränderungen auf den Siliziumplättchen vorzunehmen.

Fotolithografische Prozesse und Eindiffundieren von Fremdstoffen führen zur Realisierung von elektronischen Funktionen, wie sie in herkömmlichen Diskreten Schaltungen von Dioden, Transistoren, Widerständen und Kondensatoren ausgeübt werden.



Man hat Möglichkeiten gefunden, allein mit Hilfe der Dioden- bzw. Transistorstruktur die Funktion von Kondensatoren und Widerständen zu realisieren. Die Auswahl der Bauelemente, die sich auf einem Chip unterbringen und zu einer integrierten Schaltung verbinden lassen, kann daher durch die Anzahl der Transistorstrukturen je Chip als sogenannter Integrationsgrad angegeben werden. Die gewünschte komplexe Schaltung entsteht durch elektrische Verbindung der auf dem Chip befindlichen "Schaltelemente" mittels aufgedampfter Leiterzüge. Der Integrationsgrad ist in den letzten Jahren ständig beträchtlich angestiegen. (Vergleiche Teil 1, in diesem Heft S. 13 ff. : 1972: 10^3 Transistorfunktionen je Chip, 1980: 10^5 Transistorfunktionen je Chip.)

So stellt es heute kein Problem mehr dar, alle notwendigen Funktionen eines Kleinstrechners einschließlich der Speicherung von Daten und Befehlen auf einer Chipfläche von 30 mm^2 unterzubringen. Eine solche Schaltkreisstruktur enthält mit ungefähr 15 000 Transistoren das 7,5 fache der Bauelementanzahl eines modernen Farbfernsehgerätes. Die Produktion von derartig hochintegrierten Schaltkreisen sowie deren ständige Weiterentwicklung beruht nicht allein auf der Kenntnis der Wirkungsweise von p-n-Übergängen in Halbleitermaterialien. Es war vor allem notwendig, sehr aufwendige technologische Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichte, Halbleiterscheiben von ausreichender Größe und dem erforderlichen Reinheitsgrad herzustellen und auf ihnen in nur schwer vorstellbarer Präzision durch eine Vielzahl aufeinander abgestimmter komplizierter Arbeitsgänge die gewünschten Strukturveränderungen hervorzurufen. Die Integration sehr vieler elektronischer Bauelemente zu mikroelektronischen Schaltkreisen auf engstem Raum wurde maßgeblich bestimmt durch die Entwicklung einer entsprechenden Technologie.

MOSAIK

Magnetflüssigkeit wird industriell hergestellt

Die industriemäßige Produktion von Magnetflüssigkeit "MSH-1" wurde Ende Juli 1981 in Charkow (Ukrainische SSR) aufgenommen. Die Herstellungstechnologie hatte das Charkower Laboratorium für Magnetohydrodynamik des energetischen Instituts "G.M. Krshishanowski" ausgearbeitet. Die Herstellung der Flüssigkeit für Versuchszwecke in geringen Mengen war wissenschaft-

lern aus Charkow und Leningrad bereits vor mehreren Jahren gelungen. Das dispergierte ferromagnetische System - so die Fachbezeichnung - hat ungewöhnliche Eigenschaften. Es "gehört" einem Magnetfeld selbst dann, wenn dessen "Defekte" den physikalischen Gesetzen scheinbar entgegenstehen. Beispielsweise nimmt die Flüssigkeit unter dem Einfluß eines Magnetfeldes eine bestimmte Oberflächengestalt an, ändert Dichte und Viskosität, elektrische und optische Eigenschaften, "läuft" - entgegengesetzt der Erdanziehungskraft - an Gefäßwänden empor.

Daraus erklärt sich das große Interesse der Fachwelt für diese Flüssigkeit. Sie kann als Schneidewerkzeug und als künstlicher Muskel dienen. Wälzlager auf dieser Grundlage laufen praktisch ohne Reibung. Fotoapparate können mit prinzipiell neuen Verschlüssen ohne Verschleißteile arbeiten. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sehen sowjetische Fachleute in Systemen der kontaktlosen Informationsaufzeichnung sowie in Automobilstoßdämpfern, die ihre Elastizität dem Straßenzustand anpassen. Im Charkower Werk für Chemische Reagenzien dauert der gesamte Reaktionsprozeß der Komponenten mit der neuen sowjetischen Technologie nur einige Stunden. Bei der einschlägigen USA-Firma "Ferrofluidics Corporation" zieht sich der technologische Prozeß über 1000 Stunden hin. Entsprechend wurde das Produkt zu Höchstpreisen gehandelt.

Dank der Leistung der sowjetischen Chemiker können nun in der UdSSR-Volkswirtschaft größere Mengen der unikalen Magnetflüssigkeit genutzt werden. Wie die Zeitung "Sozialistitscheskaja Industrija" schreibt, wollen beispielsweise die Erdölkumpel von Nishnewartowsk "MSH-1" zur Reinigung von ölverschmutztem Wasser einsetzen. Die Hüttenwerker von Woroschilowgrad nutzen die Magnetflüssigkeit demnächst für Expreßanalysen von Bodenschätzen. In der Buntmetallurgie soll sie bei der Sortierung von Sekundärrohstoffen nach ihrer Dichte angewendet werden.

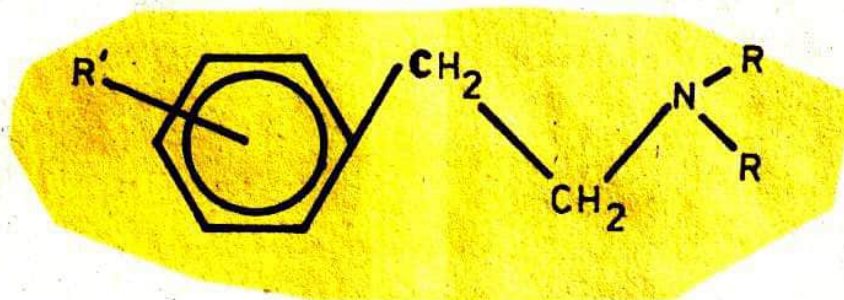
— — — — .

Anknüpfend an die im Teil I vorgenommene Klassifikation der psychotropen Stoffe, sollen bei der Betrachtung der einzelnen Gruppen die Halluzinogene an erster Stelle stehen und auch den breitesten Raum einnehmen. Diese Substanzen, die beim Menschen tiefgreifende Sinnes- und Befindlichkeitsänderungen hervorrufen, lassen sich hinsichtlich ihrer Wirkung nochmals in 2 Gruppen unterteilen, nämlich in die Psychodelica und die Delirantia. Zur ersten Gruppe gehören solch "prominente" Vertreter wie das allen, zumindest vom Namen her bekannte LSD (Lysergsäurediethylamid), das Meskalin, die Haschisch-Inhaltsstoffe sowie eine Reihe bekannter "Rauschgifte", die schon vor Jahrtausenden eine bedeutende Rolle bei religiösen Riten und Zeremonien süd- und mittelamerikanischer Volksstämme spielten. Um sich ein Bild von der Wirkung eines Halluzinogens auf den Menschen machen zu können, soll an dieser Stelle ein Zitat aus dem berühmt gewordenen Werk "Der Meskalinrausch" ²⁾ von Behringer vorangestellt werden, in welchem der Autor die Wahrnehmungen während eines Selbstversuches mit dieser Droge beschreibt.

2) K. Behringer: Der Meskalinrausch, Springer-Verlag, Berlin 1927.

"... Plötzlich schmilzt am rechten Augenlid ein Tropfen ab und fällt in eine bulböse Öffnung. Das ganze Augenlid zerschmilzt wie Wachs; schließlich fällt auch die Nasenwurzel ein, und ich sehe einen hell erleuchteten Spalt, der vom einen Augenwinkel zum anderen zieht und in mir die Erinnerung an den Einwurf einer Sparbüchse hervorruft. Es erscheint eine neue Figur, Gebilde zwischen Menschen- und Hundekopf, lange Nase, grellrote Nasenspitze, grellrote Lippen. An der Nasenspitze fällt ein roter Tropfen ab, es fällt mehr Rot ab, die Nase zerschmilzt innerlich; die Haut des Nasenrückens hängt herunter und schwingt plötzlich fettig glänzend über das rechte Auge auf die Stirne ..."

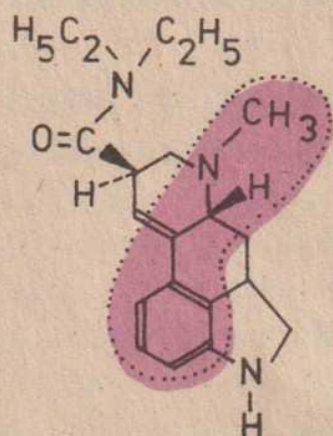
Nahezu alle bekannten Psychodelica können formal als β -Aryl-ethylamine angesehen werden. Sie enthalten das Strukturelement



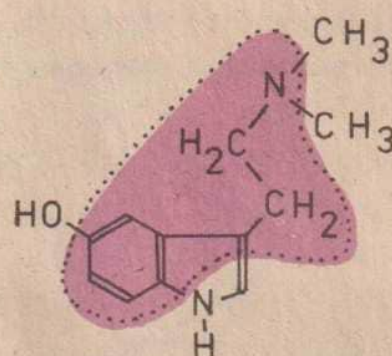
In Abbildung 3 sind einige Vertreter mit ihrer chemischen Struktur zusammengestellt. Das Grundstrukturelement ist durch eine punktierte Linie umrandet.

Den psychotropen β -Phenyl-ethylaminen ist einmal ihr natürliches Vorkommen in Pflanzen (siehe Einzelbeispiele) sowie die für alle Psychodelica nahezu gleiche Auswirkung auf den Menschen gemeinsam. Die charakteristischen Merkmale sind dabei visuelle Halluzinationen, meist in grellen Farben. Reale Gesichtseindrücke werden abgewandelt, jedoch bleibt der Grund Eindruck erhalten. Ganz allgemein wird das emotionelle Erleben gesteigert, sensibilisiert. Das Raumzeit-Empfinden entspricht nicht mehr der Realität, z.B. in der Weise, daß Teile des eigenen Körpers nicht zu einem selbst gehörend empfunden werden. Bei all diesen merkwürdigen Bewußtseinsveränderungen bleibt die Einsicht in das Künstliche des Zustandes voll erhalten, ebenso die Erinnerung an die Erlebnisse unter Drogeneinfluß nach Abklingen der Wirkung. Dieser Tatsache ist es auch mit

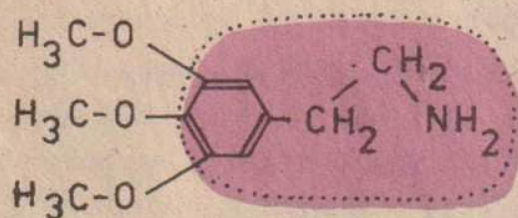
Lysergsäure -
diäthylamid (LSD)



Bufotenin



Meskalin



Psilocin

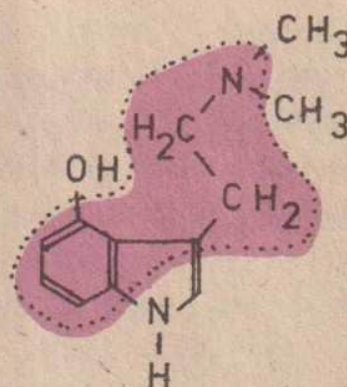


Abb. 3

zu verdanken, daß sehr viele Berichte über Versuche unter ärztlicher Kontrolle vorliegen. Der Übergang zum Normalbewußtsein vollzieht sich sehr rasch, und Nachwirkungen sowie Suchterscheinungen sind selten.

Betrachten wir nun einige Einzelverbindungen etwas näher: Besonders häufig sind Pflanzen mit psychotrop wirkenden Inhaltsstoffen in Mexiko anzutreffen, wo diese schon seit altersher zu religiösen Zeremonien verwandt wurden. So galten z.B. getrocknete Scheiben der Kakteenart *Lophophora williamsii* als ein Mittel, um mit den Göttern Kontakt aufzunehmen. Die als Peyotl bezeichnete Pflanze wurde als ein göttliches Wesen verehrt.

Ihr Inhaltsstoff, das Meskalin (3,4,5-Trimethoxy- β -phenylethylamin; vgl. Abb. 3) wurde daraus 1896 in reiner Form isoliert. Damit stellt es auch das erste rein gewonnene Halluzinogen überhaupt dar. Zur Erzeugung von Halluzinationen sind Mengen von 300 mg erforderlich. Diese im Vergleich mit anderen Verbindungen relativ hohe Dosis ist vermutlich deshalb erforderlich, weil die Verbindung die Blut-Hirn-Schranke³⁾ schwer überwindet. Die Konzentration im Gehirn ist jedoch sehr gering, und bezogen auf diesen Wert gehört das Meskalin zu den aktivsten Verbindungen.

Die vergleichsweise einfache chemische Konstitution veranlaßte die Forscher, die Struktur des Meskalins vielfältig zu variieren, um Struktur-Aktivitäts-Beziehungen herauszufinden. Dabei stellte sich heraus, daß Isopropylderivate stärker wirksam sind als Ethylverbindungen. Weiterhin bewirkte eine Substitution an der Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) eine starke Wirksamkeitsverminderung. Als wirksamste Verbindung wurde ein Derivat gefunden, bei welchem der aromatische Ring noch verändert war und zwar in Form des 2,5-Dimethoxy-4-methyl-amphetamins (Abb.4). Hier liegt die wirksame Dosis schon bei 5 mg.

³⁾ Hierunter versteht man eine durch die Kapillar-Blutgefäße im Gehirn bedingte Diffusionsbarriere, wodurch verhindert wird, daß (eventuell toxische) größere Moleküle ins Gehirn gelangen, jedoch können Gase (O_2 und CO_2) leicht passieren.

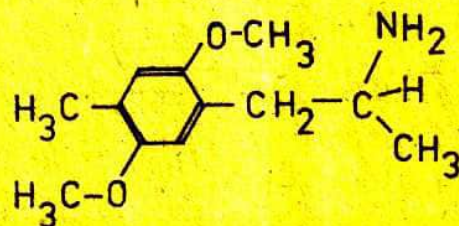


Abb. 4 2,5-Dimethoxy-4-methyl-amphetamin

Unter der Bezeichnung "Teonanacatl", was soviel wie Gottesfleisch bedeutet, sind Pilze der Gattungen *Stropharia* und *Psilocybe* bekannt, welche den Indianern zur Erzeugung von Rauschzuständen dienten. Die aus ihnen isolierten Verbindungen Psilocin und Psilocybin (s. Abb. 3) besitzen starke strukturelle Ähnlichkeiten mit dem Neurotransmitter Serotonin, was in Abb. 5 nochmals verdeutlicht wird.

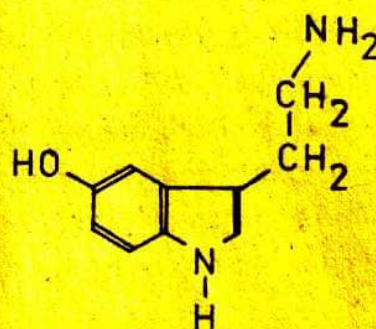
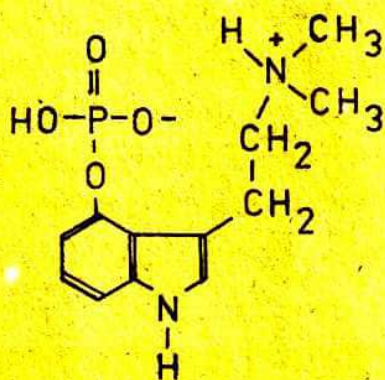


Abb. 5 Psilocybin

Serotonin

Dabei liegt im Falle des Psilocybin die einzige natürlich vorkommende Verbindung mit Phosphor an einem Indolring vor. Psilocin trägt an der Stelle des Phosphorsäurerestes eine -OH Gruppe.

Hinweise auf die Verwendung von Pilzen für rituelle Zwecke reichen bis vor unsere Zeitrechnung zurück. So hat man in Guatemala sogenannte Pilzsteine, das sind Steinplastiken, die einen Hutpilz darstellen, deren Stiel das Antlitz eines Gottes zeigt, gefunden. Ihr Alter wird auf etwa 3000 Jahre geschätzt. Ebenfalls schon seit Jahrtausenden ist der sog. "Cohoba-Snuff" bekannt, eine seit jeher in Haiti verwendete Droge. Bereits 1496 wurde von einem Begleiter Christoph Kolumbus' beobachtet, wie die Eingeborenen sich mit Hilfe des Cohoba Snuffs in einen Rauschzustand versetzten. Die Droge wird aus Samen der Mimosa-ceen-Art *Piptadena peregrina* gewonnen und mit Hilfe einer speziellen Vorrichtung in Pulverform in die Nase eingeblasen. Die Anwendung erfolgte meist in Vorbereitung kriegerischer Handlungen. Als für die Wirksamkeit verantwortliche Verbindung konnte das Bufotenin isoliert werden (vgl. Abb. 3). Auffällig ist dabei auch die enge strukturelle Verwandtschaft mit Psilocin und Serotonin.

In der Medizin der Azteken in Mexiko hatte eine Pflanze, die zu den Windengewächsen gehörende *Rivea corymbosa*, eine ganz besondere Bedeutung. Die Azteken glaubten, daß diese Pflanze einen eigenen Gott besäße und mischten sie deshalb vielen Arzneien bei, verwendeten sie ebenfalls zu Weissagungen. Als Inhaltsstoffe wurden Derivate der Lysergsäure isoliert, die bis dahin nur aus niederen Pflanzen, nämlich Mutterkornpilzen, bekannt waren. Durch geringfügige Modifizierung der Struktur des Ergins, einer Komponente, entstand das heute allgemein als LSD bekannte Lysergsäurediethylamid (Struktur s. Abb. 3).

Diese Verbindung wurde 1943 erstmals partialsynthetisch durch Hofmann hergestellt, 1959 gelang Woodward ⁴⁾ die Totalsynthese. LSD, das in der Natur selbst nicht gefunden wurde, ist das nach der wirksamen Dosis aktivste heute bekannte Halluzinogen. Bereits Mengen in der Größenordnung von 0,02 bis 0,05 mg (!) reichen aus, um die typischen Symptome zu erzeugen. Verglichen mit Meskalin ist das 1/10 000 der Dosis.

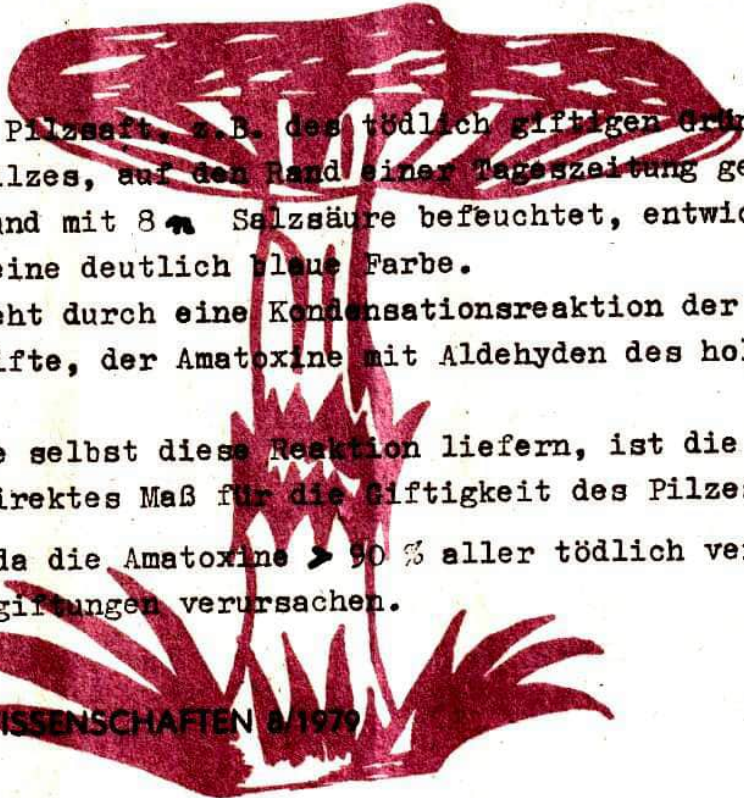
4) siehe Schluß des Artikels

Die Merkmale des LSD-Rausches gleichen weitestgehend der Meskalin-Wirkung, besonders deutlich ist die veränderte Wahrnehmung der Perspektive, die Verzerrung des Körperschemas in entstellender Weise. In der psychiatrischen Praxis hat LSD eine größere Bedeutung zur Erzeugung von Modellpsychose erlangt mit dem Ziel der Aufklärung anormalen psychischen Verhaltens beim Menschen.

Die Gruppen Delirantia und Euphorika werden im Teil III vorgestellt.

- 4) R.B. Woodward ist außerdem durch die Synthese zahlreicher Naturstoffe, wie beispielsweise des Chlorophylls berühmt geworden.

MOSAIK



Ein Tropfen Pilzsaft, z.B. des tödlich giftigen Grünen Knollenblätterpilzes, auf den Rand einer Tageszeitung getropft, getrocknet und mit 8% Salzsäure befeuchtet, entwickelt nach $\approx$ 15 min. eine deutlich blaue Farbe.

Diese entsteht durch eine Kondensationsreaktion der tödlich wirkenden Gifte, der Amatoxine mit Aldehyden des holzhaltigen Papiers.

Da die Gifte selbst diese Reaktion liefern, ist die blaue Farbe ein direktes Maß für die Giftigkeit des Pilzes.

Bedeutsam: da die Amatoxine $> 90\%$ aller tödlich verlaufenden Pilzvergiftungen verursachen.

Aus: NATURWISSENSCHAFTEN 8/1979

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. Aufl., Broschur, Preis: 5,20 M, 121 S.

Da die Leser unserer Zeitschrift auch aufmerksame Leser der naturwissenschaftlichen Beiträge im "Neuen Deutschland" sind, kennen sie den Namen unseres Autors bereits als den eines Redakteurs beim ND.

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 Verbindung mit neueren astronomischen und physikalischen Forschungsergebnissen in jüngster Zeit zu. Dr. Spickermanns Schrift ist, was Allgemeinverständlichkeit betrifft trotz einiger mathematischer Gleichungen, die über Oberschulniveau hinausgehen, von besonderer Bedeutung für Oberschüler und Studenten.

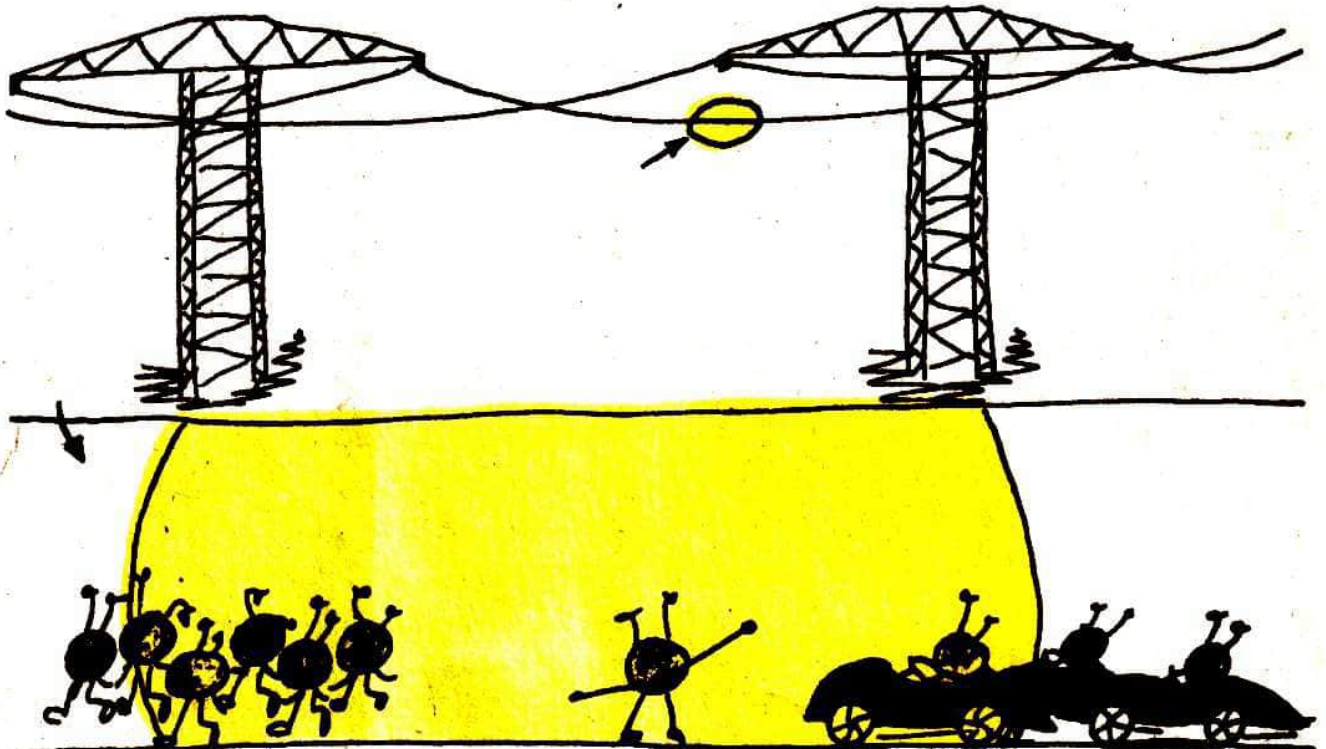
Hier wird eine konsequent parteiliche Wertung einzelner Weltmodelle vom Standpunkt des dialektischen Materialismus angestrebt, wobei die Diskussion des Einstein-Friedman-Kosmos im Mittelpunkt steht. Sehr wertvoll erscheint mir die klare Gliederung bezüglich philosophischer und physikalischer Begriffe 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.

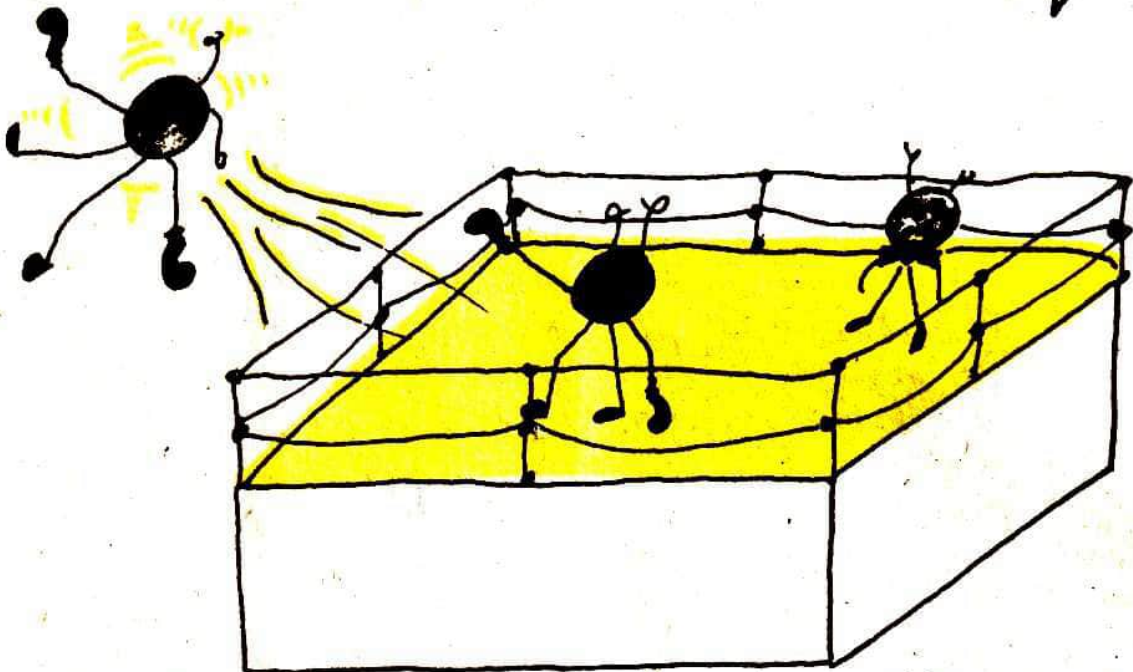
Möge sich auch diese Erkenntnis bei unseren jungen Lesern festigen: "Die Philosophie ist ohne Einzelwissenschaft zwar leer, aber umgekehrt ist die Einzelwissenschaft ohne Philosophie blind." (Zitat, S. 18).

Wolfgang König

Aus dem Land der Elektronen ☼



Wegen Energieeinkopplung ab sofort keine Dienstwagen mehr!



So überaus Sieger in der dritten Runde
durch Emission - Elektronisches Oszillos!