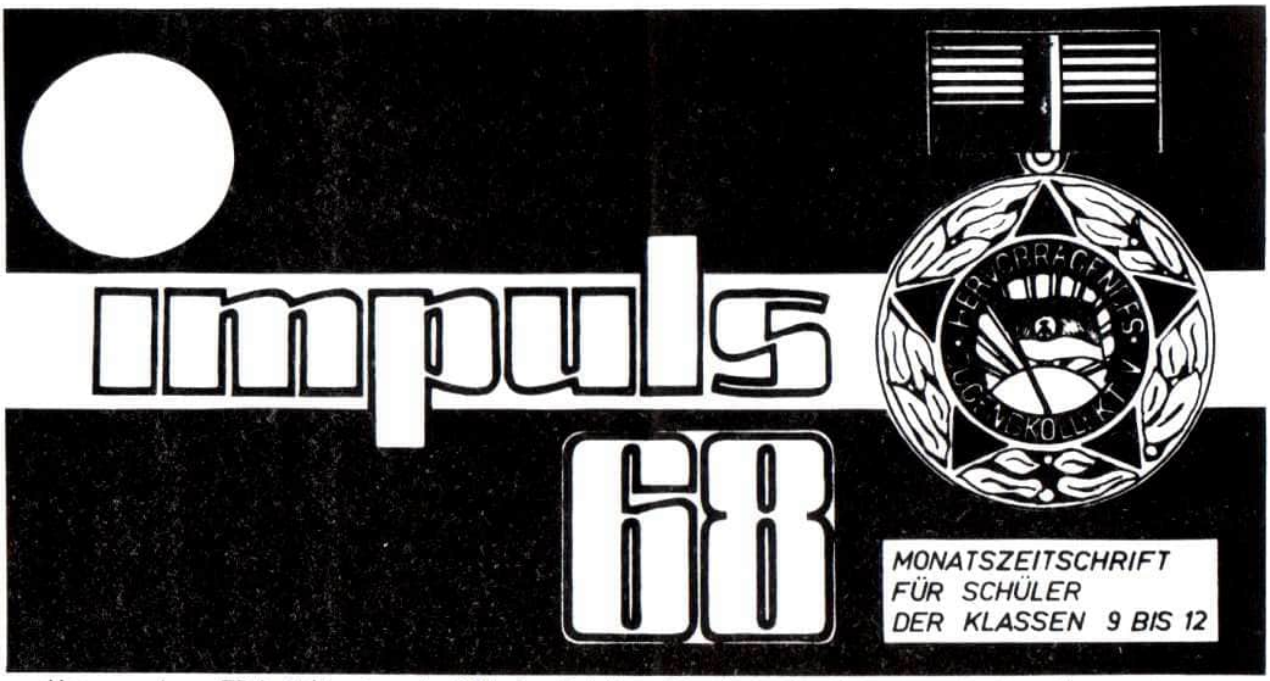
impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 1



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

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

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

Titelbild: Nächtlicher Ausbruch des Ätna

Inhalt:

Liebe Leser		3
Kernfusion durch Laseranregung (1)	PHY	4
Hinweise zur Präparation von Pflanzen	BIO	7
Rauchen oder rauchen lassen?	CHE	10
Wir stellen vor: „Musik im Hörsaal 1"		15
Unschärferelation und Determinismus	PHY	17
Neue Ergebnisse der Planetenforschung (3)	AST	22
Superschwere Elemente in der Natur?		27
Kernexplosionen, die dem Frieden dienen (1)	DOK	28
Physikaufgabe Nr. 4		31

Liebe Leser

zu Beginn des 9. Jahrganges von "impuls 68" wieder ein Wort an Sie. Im vergangenen Jahr haben wir uns - wohl nicht ganz ohne Erfolg - bemüht, mit unseren Beiträgen die Front der gegenwärtigen Wissenschaftsentwicklung darzustellen. Es ist klar, daß es sich dabei nur um solche ausgewählten Gebiete handeln kann, die wir zu überblicken glauben. Eine solche Zielstellung setzt notwendig die Verständlichkeit unserer Artikel herab. Wir wollen nun in diesem Jahr doch etwas mehr unter Ergänzung zum Oberschulstoff eine gut verständliche Darstellung bereits länger gesicherter Erkenntnisse unter modernen Gesichtspunkten verstehen, wobei aber die Hauptsache doch die Erklärung der Grundtatsachen sein soll. Sie können uns dabei helfen, indem Sie selbst Vorschläge für gewünschte Artikel äußern bzw. sogar selbst welche schreiben. Interessenten werden auf Wunsch spezielle Hinweise zur Gestaltung von Manuskripten übersandt. Weiterhin werden wir wieder einige in Zusammenhang mit der Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik stehende gesellschaftspolitische Themen behandeln. Außerdem soll mehr als früher auch über das Studium an der Friedrich-Schiller-Universität informiert werden. Und nicht zu vergessen, Humor, zum Lücken füllen. (Hier entsteht eine zusätzliche Schwierigkeit: Die Witze dürfen nicht zu gut sein - Sie empfinden sonst die eigentlichen Beiträge als Lücken!)

In diesem Sinne wünschen wir allen alten und neuen Lesern ein erfolgreiches Schuljahr 1975/76 und angemessene persönliche Erfolge!

"impuls 68"

Dr. E. Welsch
amt. Chefredakteur

Dr. I. Kleinschmidt
Sektion Physik
der FSU Jena

Kernfusion durch Laseranregung (Teil 1)

PHYSIK

Sie wissen, daß die bei der Spaltung schwerer Atomkerne freiwerdende Energie schon jetzt wirtschaftlich genutzt wird. Gegenwärtig arbeiten viele Wissenschaftler daran, auch die Kernfusion nutzbar zu machen.

In einem früheren Artikel der vorliegenden Zeitschrift (Jhrg. 6, Heft 3) wurden die physikalischen Grundlagen der Kernfusion erläutert. Die Brennstoffe für eine solche Kernfusion sind im wesentlichen die schweren Isotope des Wasserstoffes Deuterium und Tritium. Im folgenden sind die wichtigsten Kernfusionsreaktionen dargestellt:

$$D_1^2 + D_1^2 \longrightarrow He_2^3 + n_o^1 + 3{,}2\ \text{MeV} \quad \text{(D-D-Reaktion)}$$

$$D_1^2 + D_1^2 \longrightarrow T_1^3 + p_1^1 + 4{,}0\ \text{MeV} \quad \text{(D-D-Reaktion)}$$

$$D_1^2 + T_1^3 \longrightarrow He_2^4 + n_o^1 + 17{,}6\ \text{MeV} \quad \text{(D-T-Reaktion)}$$

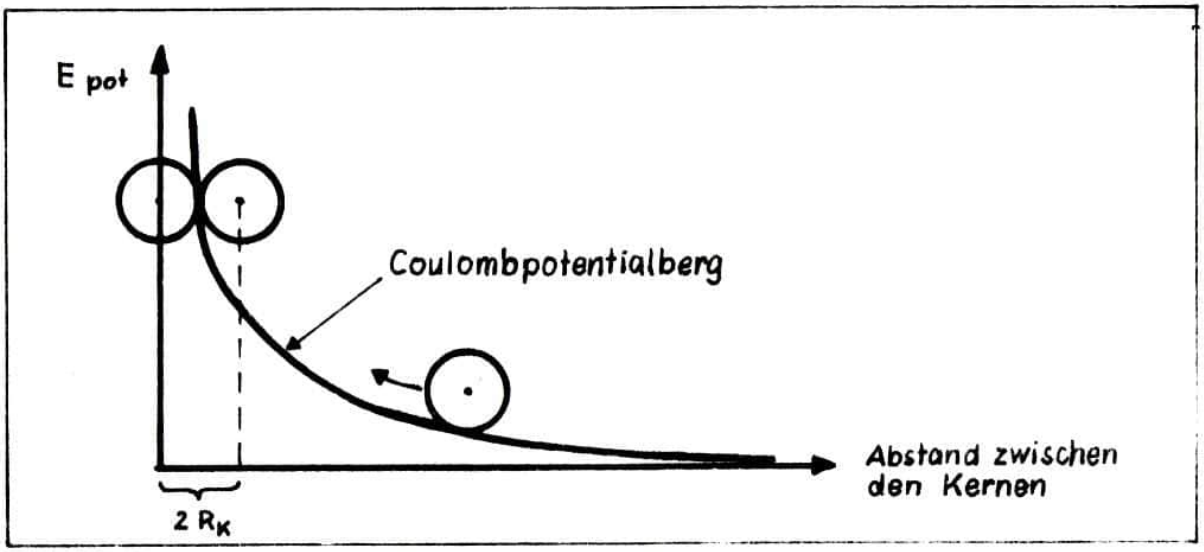
(D_1^2 - Deuteriumkern; T_1^3 - Tritiumkern; n_o^1 - Neutron; p_1^1 - Proton)

Die angegebenen Energiewerte beziehen sich auf die bei der Reaktion einzelner Kerne freiwerdende Energie. Diese Energie ist etwa 10^6-mal größer als die bei exothermen chemischen Reaktionen freiwerdende.

Der Fusionsbrennstoff Deuterium ist zu einem geringen Teil im Wasser enthalten (auf 7000 H_2O-Moleküle kommt etwa 1 DHO-Molekül). Wegen des riesigen Wasserhaushaltes unserer Erde steht uns eine genügende Menge dieses Brennstoffes zur Verfügung. Da Tritium in der Natur nicht vorkommt, wird vorgeschlagen, es durch künstliche Kernumwandlung (Beschuß von Lithium mit Neutronen) herzustellen.

$$Li_3^6 + n_o^1 \longrightarrow He_2^4 + T_1^3 + 4{,}8\ MeV$$

Diese Kernumwandlungsreaktion könnte im gleichen Reaktor vonstatten gehen, in welchem die Kernfusion angefacht wurde. Das Anfachen von Kernfusionsreaktionen bereitet aber noch sehr große Schwierigkeiten. Dies soll im weiteren kurz erläutert werden. Damit eine Kernverschmelzung stattfindet, müssen sich die beiden Kerne, die miteinander reagieren sollen, bis auf etwa $2R_k$ nähern. R_k ist der effektive Kernradius ($R_k \approx 10^{-14}$ ... 10^{-15} m). Wegen der gleichnamigen elektrischen Ladung stoßen sich die Kerne infolge der Coulombkraft ab. Um seinem Partnerkern recht nahe kommen zu können, muß der stoßende Kern mit genügend großer Geschwindigkeit den Coulombpotentialberg anlaufen. Dies wird in der folgenden Zeichnung verdeutlicht.



Ist die kinetische Energie der Kerne gerade so groß, daß sich die Kerne bis auf $2R_k$ nähern, gilt natürlich

$$E_{pot}\ (2R_k) = E_{kin} \qquad (1)$$

oder

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \cdot \frac{e^2}{2R_k} = E_{kin} \qquad (2)$$

ε_o - Dielektrizitätskonstante

$E_{pot} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{R}$ (Coulombpotential) ist die potentielle Energie, die eine Punktladung e im Feld einer anderen Punktladung e besitzt, wenn beide den Abstand R voneinander haben. Diese Beziehung ist Ihnen im Physikunterricht sicher schon vorgestellt worden. In einem früheren Artikel der vorliegenden Zeitschrift (Jhrg. 4, Heft 1,2) wurden Grundzüge der kinetischen Gastheorie erläutert. Sie wissen, daß die mittlere kinetische Energie eines Teilchens mit der Temperatur des Gases auf folgende Weise verknüpft ist:

$$\boxed{E_{kin} = \frac{3}{2} kT}, \quad k \text{ - Boltzmannkonstante} \tag{3}$$

Fassen wir die Gleichungen (2) und (3) zusammen, so erhalten wir

$$\boxed{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{2R_K} = \frac{3}{2} kT} \tag{4}$$

$e = 1{,}6 \quad 10^{-19}$ As

$\varepsilon_0 = 8{,}9 \quad 10^{-12}$ Vs/Am

$k = 1{,}4 \quad 10^{-23}$ Ws/grd

$R_k \approx 10^{-14} \ldots 10^{-15}$ m

Wir haben Ihnen rechts neben der Gleichung einmal die Zahlenwerte für alle in (4) vorkommenden Größen angegeben. Sie können dann leicht die Temperatur T selbst ausrechnen. Man erhält $T \approx 10^9$°K .

Das ist eine außerordentlich hohe Temperatur. Bei diesen Temperaturen besteht ein Gas nicht mehr aus neutralen Atomen; die Atome sind dann ionisiert. Wir haben ein Plasma vor uns.

Für die Kernfusion ist es also nötig, ein Wasserstoffisotopenplasma herzustellen, das eine Temperatur von etwa 10^9°K besitzt. Es zeigt sich, daß die notwendigen Temperaturen sich noch etwas unterscheiden, je nachdem, welche Isotope vorliegen. Die Temperaturen müssen bei einem D-D-Plasma etwa 10^9°K, bei einem D-T-Plasma etwa 10^8°K betragen.

Neben der Schwierigkeit, solch heiße Plasmen zu erzeugen, besteht eine weitere Schwierigkeit darin, diese so lange in einem geeigneten Gefäß einzuschließen, bis genügend Fusionsreaktionen abgelaufen sind. Wenn Sie den früheren Impulsartikel (Jhrg. 6, Heft 3) gelesen haben, wissen Sie, daß man

versucht, solche heißen Plasmen mit Magnetfeldern einzuschließen.
Mit der Entwicklung von Hochleistungslasern hat sich den Wissenschaftlern eine andere Möglichkeit zur Anfachung einer gesteuerten Kernfusion aufgetan. Diese neue Methode kann auf die Zuhilfenahme von Magnetfeldern zum Plasmaeinschluß verzichten.
Nachdem wir uns im vorliegenden Artikel noch einmal kurz mit den Grundlagen der Kernfusion und mit den Problemen bei ihrer Realisierung beschäftigt haben, soll im nächsten Heft speziell die laserangeregte Kernfusion behandelt werden.

Fortsetzung im nächsten Heft

BIOLOGIE

F. Sander
Sektion Biologie
der FSU Jena

Hinweise zur Präparation von Pflanzen

Es ist allgemein bekannt, daß es verschiedene Methoden zur Konservierung von Pflanzenmaterial gibt. Die wohl primitivste ist die Form, daß man Gräser oder "Strohblumen" in einer Vase ohne Wasser aufstellt; so aufbewahrte Pflanzen halten sich mehrere Monate.

Wollen wir jedoch eine wissenschaftliche Sammlung anlegen (beispielsweise als floristische Belegexemplare, Vergleichsmaterial usw.) ist es notwendig, die Pflanzen nicht einfach zu trocknen, sondern sie in eine gut aufbewahrbare Form zu bringen. Für Schausammlungen bedient man sich hierzu des öfteren der sogenannten plastischen Präparation, das heißt,

die Pflanze wird so getrocknet, wie sie in der freien Natur steht. Ein solches Präparat hat den Vorteil, daß es uns einen naturgetreuen Eindruck von der gesamten Pflanze vermittelt (Wuchsform usw.), ist jedoch außerordentlich schlecht aufzubewahren. Daher bedient man sich, wenn man größere Mengen sammeln und wissenschaftlich auswerten will, einer anderen Methode, die allerdings den Nachteil in sich birgt, daß besonders die Wuchseigenschaften, wie räumliche Ausdehnung u.ä., nicht mehr in jedem Falle deutlich zum Ausdruck kommen, auch die Färbung leidet meist etwas, was aber auch bei anderen Methoden schwer zu vermeiden ist.

Wie schon aus Vorhergesagtem zu entnehmen ist, besteht das wesentlichste Prinzip der Pflanzenpräparation darin, daß dem Pflanzengewebe das Wasser entzogen, das heißt also, daß die Pflanze getrocknet wird. Das erreicht man am besten, indem man frische Pflanzen zwischen Papierbögen (Fließpapier bzw. Zeitungspapier) legt, sie leicht preßt (die Stärke des Druckes läßt sich nicht generalisieren; zarte Pflanzen müssen natürlich vorsichtiger gepreßt werden als stärkere, und sehr dicke Pflanzen bedürfen eines starken Druckes, damit ein sauberes Präparat zustandekommt - im übrigen ist die Stärke des Druckes Erfahrungssache, die jeder, der sich damit beschäftigt, bald heraus hat), damit sich die Pflanzen (besonders die Blätter) nicht kräuseln und die Pflanzen langsam trocknen. Dabei ist besonders auf zwei Dinge zu achten: Erstens müssen die Papierbogen besonders in den ersten Tagen häufig gewechselt werden (die erste Woche ca. 3mal), um Schimmelbildung zu vermeiden. Zweitens muß darauf geachtet werden, daß zwischen der einen und der anderen Pflanze immer genügend Papierlagen liegen. Ist das nicht der Fall (nämlich dann, wenn man mit der Hand die Pflanze unter dem Papier deutlich fühlt; besonders deren Stengel und Blattstiele), drücken sich Teile der einen Pflanze durch den Druck in die Blätter der anderen ein, was zu häßlichen schwarzen Linien und Flecken führt. Ist die Pflanze richtig getrocknet (was in der Regel 4 Wochen dauert, bei zarten Exemplaren 2 bis 3 Wochen), kann sie aus der Pflanzenpresse entnommen werden und wird auf ein Blatt weißes Papier aufgeklebt (am besten

eignen sich Bogen von A 3 bzw. A 4 entsprechend der Pflanzengröße). Dazu verwendet man am besten weiße Papierstreifen, die man sich aus Etiketten schneiden kann.
Sehr wichtig für jede Pflanze ist, daß sie genaue Angaben hat. Dazu gehören: Fundort, Funddatum, Name des Sammlers, Ergebnis der Bestimmung und möglichst genaue Hinweise über den Standort wie z.B. Trockenwiese, Sumpf usw. Sind diese Angaben nicht vorhanden, ist das Exemplar wertlos! Hat man auf diese Weise mehrere Pflanzen zusammengebracht, ordnet man sie am besten in Mappen ein, wobei systematische Gesichtspunkte berücksichtigt werden sollten. Das erleichtert die Arbeit mit dem Herbarium. Eine Pflanzensammlung nach Fundorten geordnet läßt sich nur umständlich handhaben.

Zum Abschluß noch einige Worte zum Sammeln der Pflanzen. Wenn man die Pflanzen nicht gleich im Gelände in die Presse einlegt, empfiehlt es sich, die Pflanzen in fest geschlossenen Plastebeuteln zu transportieren, da dadurch verhindert wird, daß die Exemplare vertrocknen.
Außerdem sollte man bei der Auswahl der Pflanzen am Standort immer darauf achten, daß man keine extremen Exemplare sammelt; es kann sonst passieren, daß man Schwierigkeiten mit der Bestimmung bekommt. Man sollte sich also Pflanzen aussuchen, die weder besonders groß, noch auffällig klein sind (natürlich von ein und derselben Art), sondern solche, die normal entwickelt zu sein scheinen.

Bei vielen Pflanzen (besonders krautigen Gewächsen) muß man zu einer sicheren Bestimmung Blüten und Früchte, manchmal auch Ausläufer haben. Daher sollte immer darauf geachtet werden, daß möglichst die g a n z e Pflanze (mit Wurzel etc.) gesammelt wird. Außerdem suche man immer nach blühenden u n d fruchtenden Exemplaren, da dadurch die Bestimmung um ein Vielfaches sicherer wird. Beachtet man diese Gesichtspunkte nicht, kann das leicht zu Fehlbestimmungen führen. Es möge sich jeder vor Augen halten, daß die Beschäftigung mit unserer Pflanzenwelt (und wenn es sich nur um die Anlage eines kleinen Herbariums handelt) wertvolle Hinweise zu unserer einheimischen Flora erbringen kann.

G. Hüller
Sektion Chemie
der FSU Jena

Rauchen oder rauchen lassen?

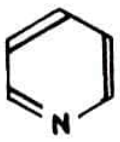
Beim Rauchen handelt es sich um eine Genußart, die in Europa verhältnismäßig jung ist. Erst nachdem im 16. Jahrhundert die Spanier die Sitte des Tabakrauchens bei den Indianern kennengelernt hatten, breitete sie sich in Europa aus. Um 1788 entstand in Deutschland die erste Zigarrenfabrik, und erst Ende des vergangenen Jahrhunderts kam das Zigarettenrauchen auf.

Lange Zeit war die Frage umstritten, ob und wie gesundheitsschädlich das Rauchen ist. Der Nachweis der gesundheitsschädlichen Wirkung ist vor allem deshalb schwierig, weil einmal der komplizierte Organismus des Menschen den verschiedensten Umwelteinflüssen ausgesetzt ist, die ebensolche Krankheitsbilder hervorrufen können wie der Zigarettenrauch (man denke nur an die Luftverschmutzung), und zum anderen die Tatsache, daß der Tabakrauch ein Gemisch zahlreicher verschiedener Stoffe ist, die gleichzeitig auf den Organismus einwirken, wodurch ganz andere physiologische Wirkungen hervorgerufen werden können, als sie die einzelnen Komponenten zeigen. (Man denke in diesem Zusammenhang nur daran, daß bei Einnahme bestimmter Medikamente kein Alkohol genossen werden darf.) Inzwischen hat man auf diesem Gebiet soviel Erkenntnisse gewonnen, daß man sagen kann: Rauchen ist gesundheitsschädlich! Verantwortlich hierfür sind vor allem das Nikotin und die Teerstoffe.

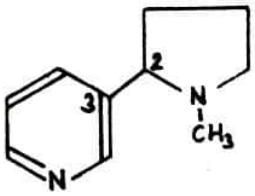
Tabakteer ist ein Gemisch verschiedener nieder- und hochmolekularer organischer Verbindungen (auf die im einzelnen nicht näher eingegangen werden soll), die mehr oder weniger giftig sind. Untersuchungen an Tieren, die hohen Konzentra-

tionen von Tabakrauch ausgesetzt worden sind, haben ergeben, daß diese Stoffe vor allem für Erkrankungen der Atemwege (Lungenkrebs und chronische Bronchitis - "Raucherhusten") verantwortlich sind. Das bestätigen statistische Untersuchungen, die ergeben haben, daß von den Menschen, die an diesen Krankheiten sterben, etwa 80 % Raucher sind. Auch die inzwischen weit verbreitete Verwendung von Filtern bei den Zigaretten wird an diesem Sachverhalt nichts ändern, da der Filter etwa nach dem ersten Viertel der Zigarette wirkungslos geworden ist.

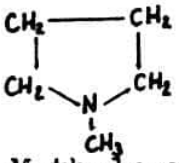
Die andere wesentliche gesundheitsschädliche Komponente ist das Nikotin, das ein hochgiftiges Alkaloid (Alkaloide sind stickstoffhaltige, basische Naturstoffe) darstellt. Chemisch gesehen ist es ein Derivat des Pyridins und optisch aktiv (Kohlenstoff-Atom 2):



Pyridin



Nikotin
(3- N-Methyl-pyrrolidyl-(2) -Pyridin)



N-Methylpyrrolidin

Die für den Menschen tödliche Menge Nikotin liegt bei 30 bis 60 mg (10^{-3} g). (Zum Vergleich: Blausäure HCN 50-60 mg, Cyankali KCN 120-150 mg, Arsenik As_2O_3 200-250 mg.) Tabak enthält etwa 2 % Nikotin (eine Zigarre oder 3-4 Zigaretten enthalten die tödliche Dosis), wovon beim Rauchen etwa 10-30 % ins Blut gelangt. Wird also eine Zigarette vollständig geraucht (1 g Tabak), so gelangen ungefähr 2-6 mg (das ist ein Zehntel der tödlichen Menge) ins Blut.

Die tödliche Wirkung des Nikotins beruht auf einer Lähmung des Atemzentrums. Neben dieser Wirkung als Nervengift ist es eines der stärksten Herz-Kreislauf-Gifte. Deshalb gehören Herzinfarkt und andere Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu den Krankheiten, die bei Rauchern häufiger auftreten. Aus der Statistik geht hervor, daß von den Menschen, die im Alter

von 40-59 Jahren an plötzlichem Herztod sterben, ungefähr 70 % Raucher sind. Daneben reizt Nikotin den Magen-Darm-Kanal, was zu Erkrankungen dieser Organe führen kann. Z. B. hemmt Nikotin die Funktion des sog. Pförtners, so daß Nahrung aus dem Zwölffingerdarm in den Magen zurückgelangen kann, was wegen der miteingedrungenen Gallensäuren zu Magenschleimhautentzündungen (und weiter bis zum Magengeschwür) führen kann. Als weitere physiologische Wirkung sei noch erwähnt, daß Nikotin die Funktion der Keimdrüsen beeinträchtigt, so daß selbst nichtschwangere Raucherinnen ihre zukünftigen Kinder schädigen können.

Als letzte nachteilige Wirkung des Rauchens sei eine noch sehr junge Erkenntnis erwähnt: Das im Zigarettenrauch ebenfalls enthaltene Kohlenmonoxid führt zur Bildung einer CO-Verbindung mit dem Hämoglobin (Kohlenoxidhämoglobin) des

Blutes, wobei das Hämoglobin bis zu 20 % Kohlenoxidhämoglobin enthalten kann. Wird solches Blut bei Transfusionen verwendet, kann dies für herzkranke Patienten lebensgefährlich sein.

Aus den aufgezählten Fakten verbleibt als Konsequenz nichts anderes, als die mit dem Thema gestellte Frage mit "nicht rauchen!" zu beantworten. Man mag sich deshalb wundern, daß das Rauchen bei uns nicht verboten ist, da es bei uns keine Profitinteressen der Zigarettenindustrie gibt (im Gegenteil: wie viele Arbeitskräfte würden für andere wichtige Aufgaben frei werden!). Das hängt damit zusammen, daß eine wirksame Bekämpfung nicht durch Verbot (man erinnere sich nur des Beispiels des Alkoholverbotes in den USA in den zwanziger Jahren), sondern nur durch Erziehung möglich ist.

wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes

Explosion auf dem Mond

Am 13.5.1972 prallte ein Meteorit auf dem Mond in der Nähe des Fra-Mauro-Hochlandes (Apollo 14) auf und hinterliess einen Krater von etwa loo m Durchmesser.
Der Aufprall war so heftig, dass man ihn mit einer Explosion von looo t TNT vergleichen kann. Das dabei entstandene Mondbeben dauerte drei Stunden und wurde von den 4 auf dem Mond installierten amerikanischen Seismographen registriert. Der Meteorit hatte nach ersten Schätzungen einen Durchmesser von 3 m.

Die ungewöhnliche Ausbreitung der Wellen und die zeitliche Beschränkung stellte die Wissenschaftler vor ein neues Rätsel.

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

Erschwerend bei der Bekämpfung des Rauchens ist, daß es Merkmale einer Sucht besitzt: Der Körper gerät aus dem Gleichgewicht, wenn ihm das sonst ständig zugeführte Gift entzogen wird. Die Aussage, **Rauchen** beruhige, ist typisch hierfür. Tatsächlich wirkt Nikotin in kleinen Mengen eher aufputschend als beruhigend. Die "beruhigende" Wirkung ist daher eher ein Zeichen dafür, daß bereits das Stadium der Sucht erreicht worden ist.

Um das Rauchen wirkungsvoll zu bekämpfen, sollten vor allem zwei Wege beschritten werden: Einmal ist ein Umdenken anzustreben, und zwar dergestalt, daß nicht mehr das Rauchen, sondern das Nichtrauchen als "normal" empfunden wird. Die ersten Schritte in dieser Richtung sind bei uns bereits gemacht, z. B. durch ein Rauchverbot in Arbeitsräumen[1)], in (leider bisher nur einzelnen) Gaststätten (was einen doppelten Gewinn bedeutet, denn nichts stört den Genuß von Speisen so sehr wie Tabakrauch), bei Sitzungen, in einzelnen Bahnhöfen (z. B. Berlin-Schöneweide, Erfurt Hbf.), eine Verringerung der Raucherabteile in Eisenbahnwagen usw. Diese Maßnahmen erlangen allerdings erst dann ihre größte Wirksamkeit, wenn sie mit einer umfangreichen Aufklärung in den Massenmedien verbunden werden. Auch hierbei sind die ersten Anfänge bereits getan.

[1)] Nach TGL 22 310 gibt es einen MAK-Wert (maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration) für Nikotin. Er liegt so, daß beim Rauchen **e i n e r** Zigarette in einem Raum, der 20 m^3 Luft enthält, dieser Wert bereits erreicht wird. Neben dem hier erwähnten Rauchverbot widerspricht damit Rauchen am Arbeitsplatz in den meisten Fällen den gesetzlichen Arbeitsschutzbestimmungen. Im Zusammenhang mit dem erwähnten Rauchen in Gaststätten hätte das Einhalten dieser Bestimmungen die Konsequenz, daß in den meisten "Raucher"-Gaststätten keine Kellner (und anderes Personal) arbeiten dürften.

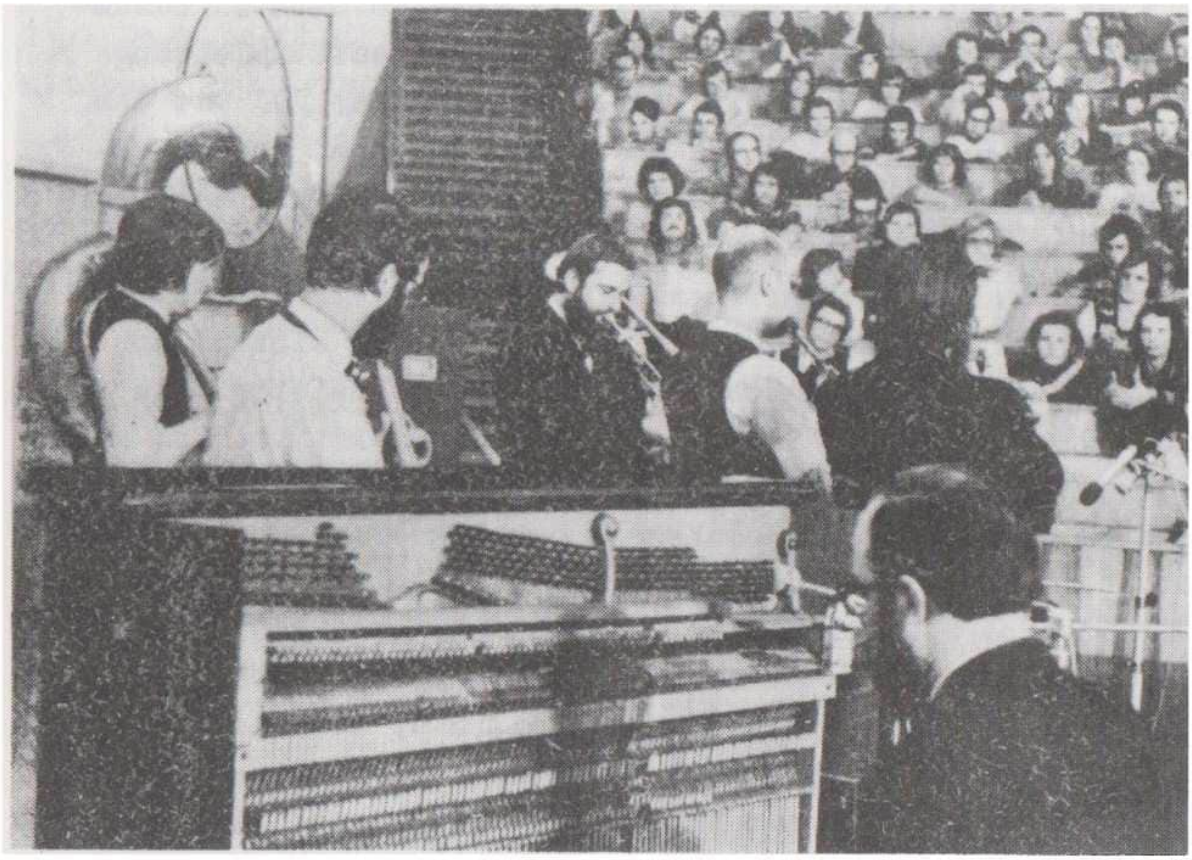
Wir stellen vor:

„Musik im Hörsaal 1" von P. Seideil

"Impuls 68" möchte mit diesem Artikel eine Aktivität der Sektion Physik vorstellen, die nicht auf naturwissenschaftlichem, sondern auf kulturellem Gebiet liegt.
Vor vier Jahren fanden sich erstmals Physikstudenten zusammen und riefen gemeinsam mit der FDJ-Organisationsleitung und der Sektionsleitung eine Arbeitsgruppe der FDJ mit dem Namen " MUSIK IM HÖRSAAL 1 " ins Leben. Das Ziel dieser Arbeitsgruppe bestand darin, die im Entstehen begriffene sogenannte "jugendgemäße Tanzmusik" in einer Jugendkonzertreihe vorzustellen, ihren funktionellen und musikalischen Inhalt zu erläutern und damit auch 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 hat und entwickelt, die den Anforderungen junger Leute gerecht wird. So entstand eine Möglichkeit zur Auseinandersetzung mit dieser Musik, die auf großes Interesse stieß. In den ersten Konzerten konnte man Gruppen wie Panta Rhei, SOK, die Klaus-Lenz-Big-Band und die Uwe-Schikora-Combo hören, die einen eigenen Stil vorstellten, der von Jazz, Beat, Blues und Rock beeinflußt war. Diskussionen mit den Gruppen und sachkundigen Gästen vervollständigten das Bild.

Die Beliebtheit der Reihe "MUSIK IM HÖRSAAL 1" nahm ständig zu und sie entwickelte sich zu einer wesentlichen Bereicherung des kulturellen Lebens an der Universität und in unserer Stadt. Der Rahmen des Programms hatte sich mit der Zeit erweitert, denn viele Bands haben schon eine anerkannte Stellung im Musikleben der DDR erkämpft. Deshalb wurden jetzt auch ausländische Gäste wie "Omega" aus Ungarn, "Pokolenie" aus Polen und Etta Cameron vorgestellt. Abende mit klassi-

scher Musik wurden in das Programm aufgenommen, um den vorwiegend jugendlichen Hörern auch diese Musik näherzubringen. In einer Reihe von Jazzkonzerten kamen alle Stilrichtungen vom Old time Jazz bis zu Free Jazz "zu Wort". Dazu konnten so bekannte Formationen wie das Günther Fischer Quintett, die Oldtime Memory Jazz Band (unser Bild), SOK und die Hans Rempel Band mit Friedhelm Schönfeldt, Klaus Koch und Ernst-Ludwig Petrowski verpflichtet werden.



In diesem Jahr wurde das Programm noch um Song- und Lyrikabende erweitert. So gastierten Fritz Decho von der Berliner Volksbühne und der bekannte Liedermacher Reinhold Andert im Hörsaal und anläßlich der Studententage das gesamte Ensemble des "Theaters im 3. Stock" aus Berlin.

Dieser kleine Einblick zeigt, daß Studenten für Studenten ein interessantes und vielseitiges Programm zusammenstellen, damit beim Studium die Kultur nicht völlig in Vergessenheit gerät, was gerade beim Physikstudium leicht passieren könnte.

P. Welz

Unschärferelation und Determinismus

Fast 300 Jahre sind seit dem wissenschaftlichen Streit zwischen Newton und Huygens, den Verfechtern der Teilchen- und der Wellentheorie des Lichtes, vergangen, und die Physik hat seitdem große Fortschritte gemacht. Eine besonders rasche Entwicklung nimmt bis in die heutige Zeit hinein die Elementarteilchenphysik, zu der vor allem auch sowjetische Physiker einen bedeutenden Teil beitrugen. Die vielen auf diesem Gebiet entdeckten Erscheinungen, die häufig den Erfahrungen des "gesunden Menschenverstandes" widersprechen, verlangen nach einer philosophischen Erklärung.

Aber hier beginnen sich die Geister bereits zu scheiden. Ging es nämlich bei Newton und Huygens allein um die Durchsetzung und Anerkennung einer wissenschaftlichen Theorie in der Gelehrtenwelt, so haben die Interpretationen der quantenphysikalischen Ergebnisse heute ein bedeutendes Gewicht in der Auseinandersetzung zwischen der marxistischen und der idealistischen Weltanschauung.

Das Problem kann man vereinfacht an Hand des Heisenbergschen Mikroskopversuchs erklären (der einen Gedankenversuch darstellt und praktisch nicht realisierbar ist):

Um mit dem Mikroskop die Lage eines Elektrons feststellen zu können, muß Licht eingestrahlt werden. Die Genauigkeit der Ortsbestimmung (das Auflösungsvermögen) hängt von der Lichtwellenlänge ab. Mit energiereicher Strahlung (kurze Wellenlänge) ist der Ort des Elektrons genau bestimmbar, jedoch wird sein Impuls dabei stark geändert. Bei langwelliger Strahlung hingegen ist zwar die Impulsbestimmung ge-

nau, aber die Lage des Elektrons kann wegen des niedrigeren Auflösungsvermögens des Mikroskops nicht genau festgestellt werden. Unter den veränderten Versuchsbedingungen werden im ersten Fall der korpuskulare Charakter und im zweiten Fall die Wellennatur des Elektrons hervorgehoben. Niels Bohr schloß aus dem Experiment, die Welleneigenschaften der Elementar-"Teilchen" existierten nur bei Anwesenheit der Meßgeräte und ihrer Einwirkung auf die Objekte (vgl. obiger Gedankenversuch), und folglich seien die Eigenschaften der Mikrowelt abhängig vom menschlichen Bewußtsein.

Bohr, der allerdings seine Ansichten in seinen letzten Lebensjahren wesentlich korrigierte, behauptete auch, die gleichzeitige Existenz zweier widersprüchlicher Eigenschaften in einem Elementarobjekt sei unmöglich. In Wirklichkeit jedoch, und das ist die Stellung des dialektischen Materialismus, bilden beide gegensätzlichen Seiten (Teilchen- und Wellencharakter) die dialektische Einheit zweier widersprüchlich erscheinender Eigenschaften der Materie, die sich nur dann als unvereinbar erweisen, wenn man die Quantenmechanik klassisch-deterministisch betrachtet.

Die idealistischen Philosophen, insbesondere die Vertreter der Kopenhagener Schule (Niels Bohr, Werner Heisenberg u. a.) nennen die beim Meßvorgang unvermeidbare Beeinflussung des Objektes eine unkontrollierbare Wechselwirkung zwischen Instrument und Objekt, und sie schließen daraus auf eine endliche Grenze der menschlichen Erkenntnis der Mikrowelt.

Es gibt tatsächlich eine von der Natur gezogene Grenze der Beobachtungsgenauigkeit für atomare Prozesse. Diese wird durch die sog. Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation

$$\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{2\pi}$$

Δp = Impulsungenauigkeit
Δq = Ungenauigkeit der Ortskoordinate
h = Plancksches Wirkungsquantum

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

beschrieben, die theoretisch hergeleitet und begründet worden ist. Sie besagt, daß das Produkt der Meßungenauigkeiten sogenannter korrespondierender Größen wie Impuls und Ort oder Energie und Zeit in der atomaren Welt nie kleiner als $\frac{h}{2}$ sein kann. Wir haben es hier mit einer Mindestfehlergrenze zu tun, die unabhängig von unserem Bewußtsein existiert und die nicht auf irgendwelche Mängel der Meßmethoden und Meßgeräte zurückzuführen ist.

Auch in ihrer Stellung zur Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation und den daraus folgenden Interpretationen trägt die marxistische Philosophie den Realitäten Rechnung.

Während der klassische oder Laplacesche Determinismus ein Ereignis nur dann als determiniert betrachtet, wenn es mit hundertprozentiger Sicherheit vorhergesagt werden kann, nennt der dialektische Determinismus (als Bestandteil des dialektischen Materialismus) ein Ereignis dann determiniert, wenn man für das Eintreffen des Ereignisses eine Wahrscheinlichkeit

| W = 0 % bis 100 % | angeben kann.

Wenn wir im Alltag eine mechanische Messung (z. B. Länge oder Beschleunigung) vornehmen, so sind wir gewöhnlich imstande, eine beliebig hohe Genauigkeit zu erreichen. Wir können die Vorgänge messend sehr genau verfolgen und jedes Ereignis aus dem vorhergehenden mit nahezu hundertprozentiger Sicherheit vorherbestimmen. Diese hohe Genauigkeit läßt uns auf Grund der Alltagserfahrung den Schluß ziehen, die Welt sei determiniert (vorbestimmt). Damit nicht zufrieden, versuchen wir aus diesem Sachverhalt rückwärts zu schließen, daß nur solche Ereignisse determiniert seien, die man mit hundertprozentiger Sicherheit vorherbestimmen kann.

Doch hier beginnt der Irrtum. Wir übersehen nämlich, daß überall in der Natur Wahrscheinlichkeitsgesetze wirken, die uns beschreiben, mit welcher Gerichtetheit ein Vorgang abläuft.
Die Vorgänge im makroskopischen Bereich (z. B. klassische

Mechanik, Himmelsmechanik), die auch diesen Gesetzmäßigkeiten folgen, besitzen sehr große Wahrscheinlichkeiten in der Nähe von $\boxed{W = 100\ \%.}$

Die Abweichung von diesem Wert ist hier vernachlässigbar klein; in der Welt der atomaren Dimensionen, wo diese statistische Wahrscheinlichkeitsgesetze weit größere Streuwerte für eine Messung liefern (siehe Heisenbergsche Unschärferelation), liegen die Wahrscheinlichkeitswerte beträchtlich unterhalb von 100 %.

Doch wir dürfen deshalb nicht auf Indeterminiertheit schließen, denn wir hatten ja gesehen, daß auch die makroskopischen Ereignisse determiniert sind, obwohl ihre Eintreffwahrscheinlichkeit nicht genau gleich 100 % ist.

Will man eine eindeutige Bestimmung eines Teilchens im Sinne des klassischen Determinismus durchführen, so ist auch die genaue Kenntnis der Anfangsbedingungen notwendig. Da dies auf Grund der objektiven Eigenschaften der Materie nicht möglich ist, schlossen die Anhänger der Kopenhagener Schule daraus auf die prinzipielle Indeterminiertheit der Prozesse in den atomaren Dimensionen.

Man muß aber die Materie und ihre Erscheinungen in ihren dialektischen Zusammenhängen sehen und beachten, daß sowohl das Teilchen- als auch das Wellenbild nur einseitige Abbilder der Mikrowelt sind; Modelle, die stets nur <u>eine</u> Seite der Struktur und Eigenschaften der Elementarobjekte widerzuspiegeln vermögen. Die klassische Mechanik ist somit nur als ein Grenzfall in der Quantenmechanik enthalten. In diesem Sinne liefert uns also die Heisenbergsche Unschärferelation den Fehler, den man begeht, wenn man das Korpuskel- oder das Wellenbild metaphysisch-einseitig anwendet.
Gerade dadurch, daß die Elementarobjekte einen so widersprüchlichen Charakter besitzen, kann man die wesentlichen Seiten dieses Charakters nicht durch stark vereinfachende klassisch-mechanische Modelle erfassen. Das ist auch deswegen nicht möglich, weil beispielsweise das Elektron kein

im Sinne der klassischen Mechanik "scharf" begrenztes stoffliches Teilchen darstellt.

Wie sich aus dem oben Angeführten zeigt, ist der Wahrheitsanspruch der klassischen Physik nur innerhalb der Grenzen gültig, die durch ihre Axiome gesteckt sind; ein starres Festhalten an den klassischen Begriffen führt zu einer ungerechtfertigten Kritik an Relativitätstheorie und Quantenmechanik.

Es zeigt sich, daß die Vorgänge in Kosmos und Mikrokosmos selbstverständlich determiniert sind, und daß den quantenmechanischen Gesetzen keine Akausalität innewohnt. Die moderne Physik hat durch ihre Ergebnisse den dialektischen Determinismusbegriff bestätigt und dem mechanischen Determinismus eindeutig die Grenzen seiner Anwendbarkeit gezeigt.

Zu einem besseren Verständnis der benutzten philosophischen Kategorien wird die folgende Lektüre empfohlen:

Buhr/Klaus "Philosophisches Wörterbuch"
Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1974

Hörz "Physik und Weltanschauung"
Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin

Versauerung des Waldbodens durch Luftverschmutzung

Die ständigen Emissionen von Industrie, Kraftwagen und den Heizungsanlagen, die auch Schwefeldioxid enthalten, haben auch den Wald beeinflußt. Er ist der stärkste Filter, der Verschmutzungen aus der Luft aufnimmt. Diese Schmutzteile aber, besonders Schwefeldioxid, werden durch den Regen in den Waldboden gewaschen und bilden dort schweflige Säure. Sie machen den Waldboden so sauer, daß seine biologische Aktivität gestört wird.

L. Günther
Sektion Physik
der FSU Jena
Diplomand

Neue Ergebnisse der Planetenforschung (Teil 3 und Schluß)

Jupiter

Als die Raumsonde "Pioneer 10" im Dezember 1973 nach einem Flug von 641 Tagen den Jupiter in einem Abstand von 130 000 km passierte, war damit erstmalig eine irdische Raumsonde zu diesem geheimnisvollen Planeten vorgedrungen. Das durch Observatorien der ganzen Welt zusammengetragene Beobachtungsmaterial füllte bereits Bände. Sensationen waren kaum zu erwarten, und doch sahen die Wissenschaftler den Meßergebnissen mit großem Interesse entgegen. Würden sich die ausschließlich auf Erdbeobachtungen gestützten Modellvorstellungen über diesen Riesenplaneten als richtig erweisen?

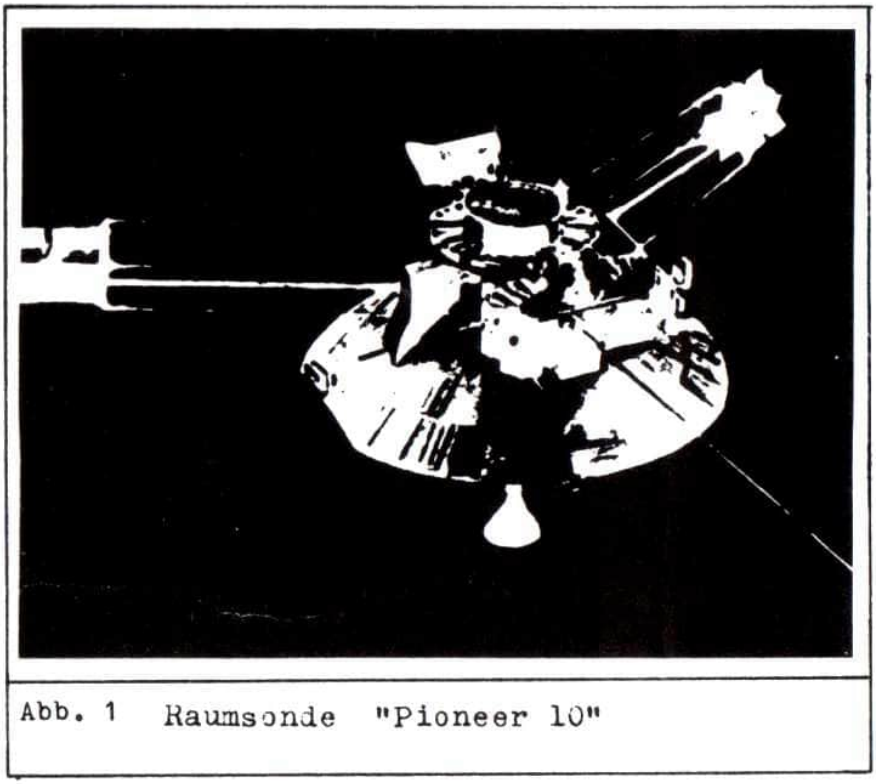


Abb. 1 Raumsonde "Pioneer 10"

Ein ungewöhnlicher Planet

Wenn wir das Wort "Planet" hören, verbinden sich damit für uns gewisse Vorstellungen über seinen Aufbau. Dabei haben wir meist die Erde oder vielleicht den Mars im Blick. Da-

bei bietet sich uns folgendes Bild: Ein im Innern noch flüssiger, in seinen Außenbereichen aber erkalteter Körper aus Gesteinen, von einer mehr oder weniger dichten Atmosphäre aus nicht allzu leichten Gasen umgeben (CO_2,O_2,N_2,...).

Wollen wir uns mit dem Jupiter beschäftigen, so müssen wir uns von diesen Vorstellungen gründlich lossagen. Dieser Planet gehört einer ganz anderen Klasse kosmischer Körper an . So seltsam es klingen mag, aber jener 11 mal größere und 317 mal massereichere Körper als die Erde besteht zum größten Teil aus Wasserstoff, dem leichtesten aller chemischen Elemente!
Sehen wir uns Abbildung 2 an, die uns den schematischen Aufbau des Riesenplaneten Jupiter verdeutlichen soll!

Das, was sich hier als äußere Oberfläche dargestellt, ist die obere Wolkengrenze des Jupiters. Er ist vollständig in optisch undurchsichtige Wolken aus Wasserstoff, Helium, Wasser, Methan und Ammoniak eingehüllt. Die auffälligen, bereits in einem kleinen Fernrohr sichtbaren Wolkenbänder entstehen durch auf- und absteigende Bewegungen sowie horizontale Strömungen in der Atmosphäre. Dabei sind nach Infrarot-Messungen von "Pioneer 10" die dunkleren Streifen wärmer als die hellen.
Diese Gasatmosphäre des Jupiters ist etwa 15 000 km dick. Die spiraligen Pfeile deuten auf starke Turbulenz hin. Nach unten hin wird die Atmosphäre wärmer und dichter (siehe Abbildung!) und geht unvermittelt und ohne eigentliche Grenze in eine flüssige Phase über. Der Jupiter besitzt also keine feste Oberfläche, er besitzt gar keine! Der Übergang zwischen seiner Atmosphäre und seinem "eigentlichen Planetenkörper" erfolgt fließend!
In fünfzehntausend Kilometer Tiefe unter der Wolkenschicht befindet sich die Grenze des geschmolzenen, flüssigen metallischen Wasserstoffs, der wahrscheinlich den gesamten Innenaufbau des Planeten bestimmt. Flüssiger metallischer Wasserstoff- was ist das? Kann den Wasserstoff ein Metall werden?

Wasserstoff wird zum Metall!

Ein Stoff, in dem keine freien Elektronen vorhanden sind, leitet elektrischen Strom nicht. Im Normalfall ist das beim Wasserstoff auch so. Gerade die freien Elektronen aber sind es, welche die "metallischen" Eigenschaften wie Metallglanz und elektrische Leitfähigkeit hervorrufen. Nehmen wir einmal an, daß wir gewöhnlichen Wasserstoff komprimieren. Wir sind dabei nicht kleinlich und setzen voraus, daß wir Drücke von einigen Millionen Atmosphären erreichen können.
Und nun geschieht es: Erhöhen wir den Druck so weit, dann werden die einzelnen Wasserstoffatome so dicht aneinandergepreßt, daß sich ihre Elektronenhüllen gegenseitig durchdringen. Da sie aber gleichnamig geladen sind, stoßen sie sich ab und werden zerstört. Die Elektronenhüllen des Wasserstoffs werden also geradezu "zerquetscht", dabei werden die einzelnen Elektronen frei. Jetzt haben wir metallischen Wasserstoff! Er besteht aus dicht benachbarten Wasserstoffkernen (Protonen) und freien Elektronen. Allerdings müssen wir dazu eben diesen enormen Druck aufwenden. Auf dem Jupiter ist er gewissermaßen gratis vorhanden. Vor einiger Zeit gelang es auch in der UdSSR, auf die oben beschriebene Art metallischen Wasserstoff zu erhalten.
Die besondere Eigenschaft dieser Substanz, die **elektrische** Leitfähigkeit, ist wahrscheinlich auch maßgeblich an der Bildung des Jupiter- Magnetfeldes beteiligt.

Wie erzeugt der Jupiter sein Magnetfeld?

Bereits erdgebundene Beobachtungen des Jupiters zeigten, daß er im Radiofrequenzbereich Strahlung aussandte, die von geladenen Teilchen in einem Magnetfeld zu stammen schien (sogenannte Synchrotonstrahlung). Ein Magnetfeld war also wahrscheinlich. Aber wie war es beschaffen, wie stark war es, und vor allem: wie wurde es vom Jupiter erzeugt?
Die meisten Wissenschaftler stimmen heute der "Dynamo-Theorie" des Jupiter-Magnetfeldes zu. Wir wollen sie hier kurz an einem vereinfachten mechanischen Modell vorstellen. Dabei können wir gleich ein wenig die Induktionserscheinungen

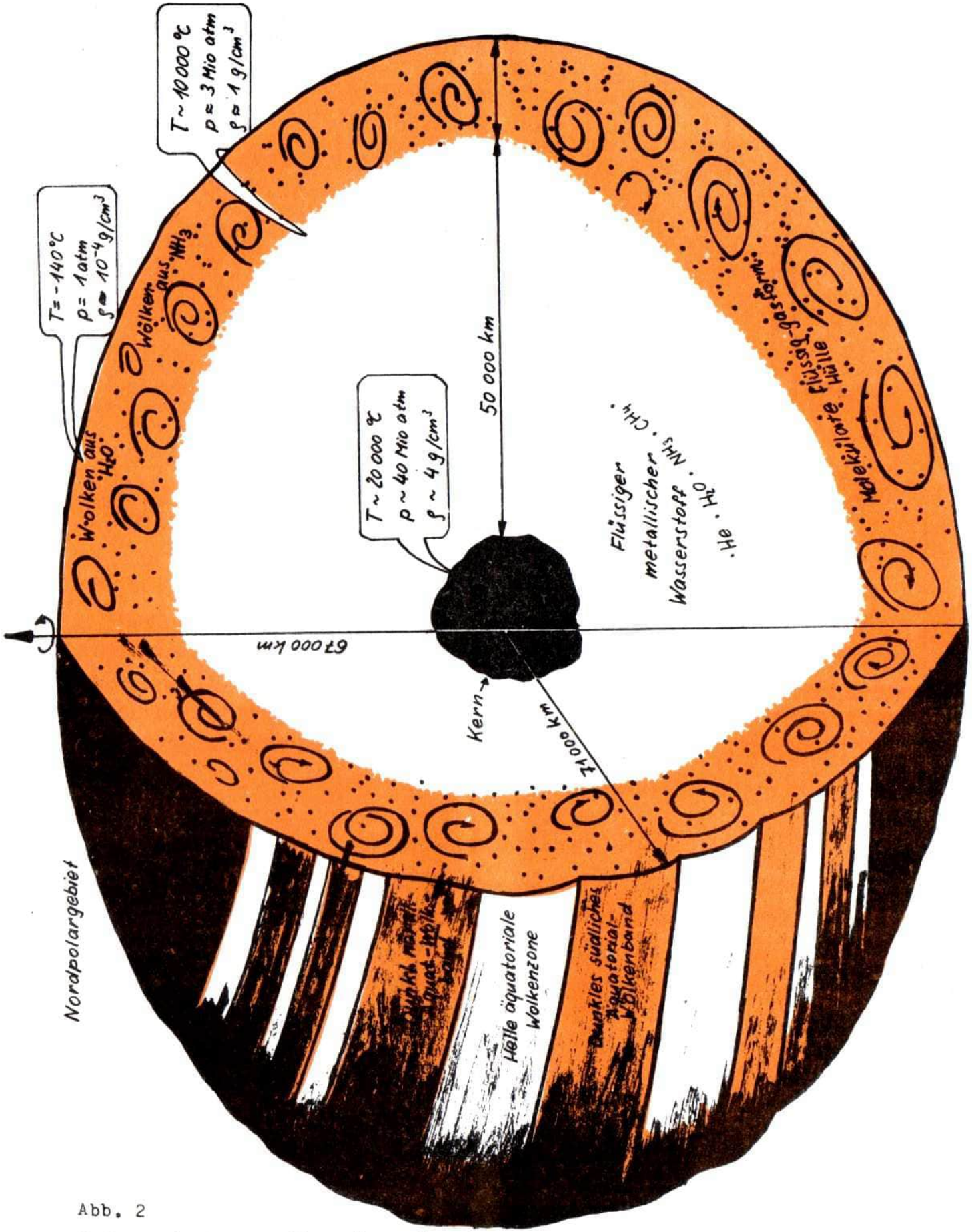


Abb. 2

Schematischer Aufbau des Planeten Jupiter

an Spulen wiederholen! Stellen wir uns also eine rotierende Scheibe in einem Ursprungs-Magnetfeld H_o vor. Sie soll aus gut leitendem Material bestehen. Bei Rotation des Systems wird in der Scheibe ein nach außen gerichteter Strom erzeugt. Wir greifen ihn über einen Schleifkontakt ab und lassen ihn durch eine ringförmige Leiterschleife wieder in den Stab fließen. Die ringförmige Leiterschleife induziert ein Magnetfeld, wenn sie vom Strom durchflossen wird (Rechte-Hand-Regel!). Dieses induzierte Feld verstärkt das schon vorhandene Feld H_o, und so entsteht ein stärkeres Magnetfeld. Dieses induziert nun wieder einen stärkeren Strom in unserem Kreis und daraus resultiert wiederum ein höheres Feld. Das ursprüngliche Feld H_o verstärkt sich also selbst. Das geht nur solange, bis die Wärmeverluste im Stromkreis ein weiteres Ansteigen des Stromes verhindern.

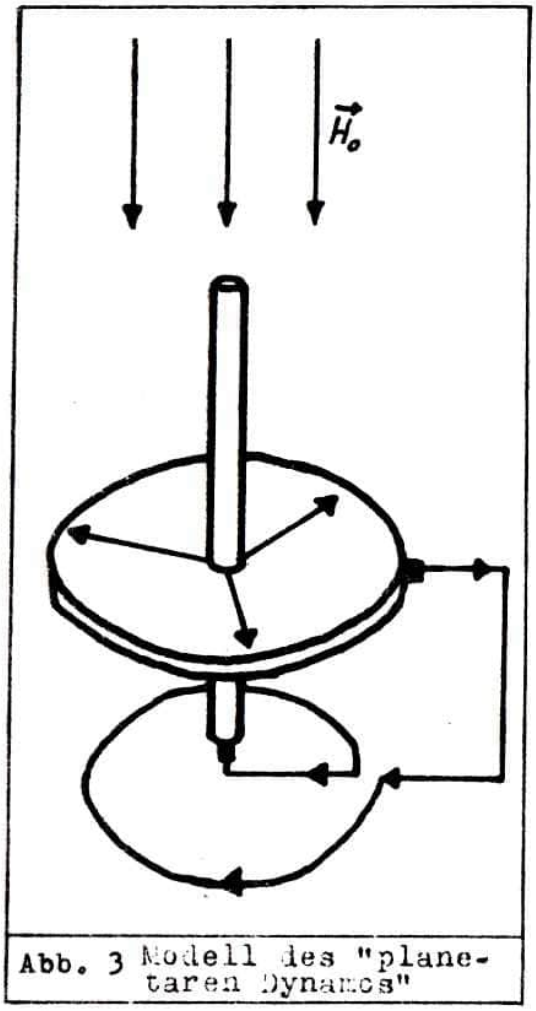


Abb. 3 Modell des "planetaren Dynamos"

Im Inneren des Jupiters übernehmen die Rolle der sich drehenden Scheiben wahrscheinlich schraubenförmig auf- und absteigende Strömungen in seinem elektrisch gut leitenden Material. Nach Messungen von "Pioneer 11" (1974) ist das so erzeugte Magnetfeld 4 mal stärker als das der Erde. Dieses starke Magnetfeld fängt viele gelandene Teilchen aus dem interplanetaren Raum ein und schafft so mächtige Strahlungsgürtel rund um den Jupiter. Die Strahlungsstärke ist dort so groß, daß sie die für den Menschen tödliche Dosis um das 1000 fache übersteigt! Auch die Raumsonden "Pioneer 10 und 11" überstanden diese Strahlung nicht unbeschadet. Einzelne

Geräte wurden beschädigt.
Noch sind nicht alle Meßdaten ausgewertet, und es wird sicher noch Jahre dauern, bis ein genaues Bild vom Jupiter vorliegen kann. Die ersten Schritte dazu aber wurden getan.

Hinweis: Teil 1 und 2 sind in den Heften 8 und 9 des 8. Jahrganges enthalten. Aus technischen Gründen konnte der letzte Teil erst in diesem Heft erscheinen.

Superschwere Elemente in der Natur?

Die Frage, ob ein Element, das nur aus radioaktiven Isotopen besteht, in der Natur vorkommen kann, hängt entscheidend von der Halbwertszeit des langlebigsten Isotops ab. Bei einem Erdalter von etwa 5 Milliarden Jahren wird man nur solche Elemente finden können, deren stabilstes Isotop eine Halbwertszeit von mindestens 100 Millionen Jahren hat.

Im sowjetischen Kernforschungszentrum Dubna untersuchte man Blei in alten Bleimineralien und Bleigläsern und fand eine Spontanspaltung mit einer Halbwertszeit von $(2\text{-}4).10^{20}$ a (Untersuchungsobjekte waren u. a. eine Vitrine aus dem 14. Jahrhundert, eine Leidener Flasche aus dem 19. Jahrhundert und eine 200 Jahre alte Bleikristallvase). Da die Halbwertszeit für den Spontanzerfall des Bleis auf etwa 10^{40} a geschätzt wird (2 Zerfälle pro 1000 a und km^3 Pb), nimmt man an, daß in den untersuchten Bleiverbindungen kleinste Mengen an superschweren Elementen, wahrscheinlich Eka-Blei mit einer Kernladungszahl von $Z = 114$, vorhanden sind (ca. 10^{-13} g/kg Pb).

I. Dmitrijew

Kernexplosionen, die dem Frieden dienen (Teil 1)

Für die wissenschaftlich-technische Revolution ist der Einsatz immer neuer Energiequellen bezeichnend. Ist man sich darüber einig, daß die Atomenergie heute die einzige ist, die die Menschheit vor künftiger Wärme- und Stromknappheit bewahren kann, so sind andere Methoden für einen Einsatz des Atoms zu friedlichen Zwecken wie etwa Kernsprengungen noch umstritten.

Indessen können sie, anstelle von chemischen Sprengstoffen angewandt, wirtschaftlich hocheffektiv sein. Die Energie detonierender Kernträger bietet überdies völlig neue Perspektiven in der Sprengtechnik und bei der Lösung von vielen Ingenieuraufgaben, die mit den klassischen Methoden unmöglich wäre.

Langjährige Studien sowjetischer Fachleute sowie Pilotexperimente haben erwiesen, daß bedeutende Möglichkeiten für volkswirtschaftlich wichtige unterirdische Kernsprengungen bestehen: bei der Intensivgewinnung von Erdöl und Erdgas, der Anlegung unterirdischer Reservoire für Erdgas, Gaskondensat und Erdölderivate, der Schaffung unterirdischer Ablageräume für biologisch schädliche Industrieabgänge, der Beseitigung spontaner Erdöl- und Erdgasausbrüche, der Erzzerkleinerung bei unterirdischem Abbau einschließlich dem Erzbeizen unter Tage, bei seismischer Tiefenerkundung, bei der Anlegung von Wasserbekken in dürregefährdeten Gebieten, von See- und Binnenkanälen sowie Häfen, bei der Vorbereitung von Minerallagerstätten für den Tagebau durch Entfernung des Abraums von der Gewinnungsstätte, beim Aufwerfen von Staudämmen für Wasserkraft-

werke und Staubecken, bei Abtragungen und Aufschüttungen im Eisenbahnbau und vielen anderen Arbeiten.

Bei Pilotexplosionen wurden auch rein praktische Ingenieuraufgaben gelöst. Infolge der niedrigen Kosten von Kernenergie gegenüber der erzielten Leistung und der großen Kompaktheit der Sprengträger war der ökonomische Effekt bedeutend.

Ein für die Nutzung von Kernsprengungen richtungweisendes Experiment war eine Gruppensprengung längs des künftigen Petschora-Wolga-Kanals. Bekanntlich hat sich in den letzten Jahrzehnten der Kaspispiegel infolge anomaler klimatischer Erscheinungen der gewachsenen Wasserentnahme sowie der Anlegung von Stauseen an der Wolga, der Kama und anderen Flüssen um 2,5 m gesenkt. Das schadet der Fischerei, dem Seetransport und einigen Wirtschaftszweigen an der Küste. Es wurde errechnet, daß die geplanten weiteren Wasserentnahmen selbst unter günstigen Klimabedingungen den Wasserspiegel des Kaspi gegen 1980 wieder um 0,6 m und gegen das Jahr 2000 um weitere 1,7 m senken werden. Es ist jedoch möglich, den wachsenden Wasserbedarf im Zentral- und Südgebiet des europäischen Landesteils zu decken und die Höhe des Kaspispiegels zu stabilisieren. Dazu muß man Wasser der nördlichen Flüsse, ins-

++

impuls LEXIKON

Mineralisation

Damit wird der Abbau toter organischer Substanzen zu anorganischen bezeichnet. Sie wird hauptsächlich von den heterotrophen Mikroorganismen durchgeführt; indem sie unter Ausnutzung als Nahrungs- und Energiequelle Pflanzen und Tierleichen zu anorganischen Substanzen abbauen, führen sie den autotrophen Pflanzen Nährstoffe zu. So kommt der Mineralisation im Kreislauf der Stoffe in der Natur eine große Bedeutung zu.
Zum Beispiel beruht die biologische Abwasserreinigung auf der Mineralisation.

besondere der Petschora, umleiten. Eine der Varianten sieht vor, daß durch die Petschora-Kolwa-Wasserscheide ein 112,5 km langer Tiefkanal gegraben wird. Ein 65 km langer Abschnitt des Kanalbetts, der hauptsächlich durch felsigen Grund führt, soll durch Kernsprengungen ausgehoben werden, der übrige Teil des Kanals durch hydromechanische Mittel. Man schätzt, daß durch eine solche Anwendung der Kernexplosion die Baukosten gegenüber den gewöhnlichen Baumethoden auf ein Drittel wenn nicht noch mehr gesenkt werden können. Auch die Bauzeiten werden beträchtlich verkürzt.

Zweifellos haben wir in der UdSSR in der theoretischen und experimentellen Untersuchung unterirdischer Kernexplosionen Erfolge aufzuweisen. Sollen diese Explosionen aber ausgiebig in der Volkswirtschaft angewandt werden, so müssen noch andere Fragen gelöst werden. Es gilt, gründlich die Methoden zu untersuchen, mit denen die Kernenergiesprengungen zu richten und ihre seismische Wirkung sowie ihr Strahlungseffekt herabzusetzen wären.

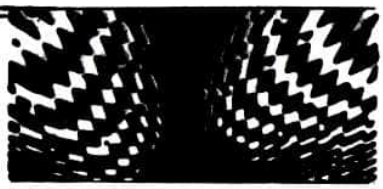
Sollen Kernexplosionen baldigst zu friedlichen Zwecken angewandt werden, so muß dabei die internationale Zusammenarbeit der Wissenschaftler und Fachleute jener Länder eine große Rolle spielen, die bereits über eine Kerntechnologie verfügen. Diese Zusammenarbeit wird seitens unseres Landes auf bilateraler Grundlage und im Rahmen der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) bewerkstelligt.

Vor allem sind hier die regelmäßigen Zusammenkünfte sowjetischer und amerikanischer Spezialisten zu erwähnen. Auf drei technischen Konferenzen informierten sie einander über verschiedene Gebiete der Anwendung von Kernexplosionen zu friedlichen Zwecken, darunter auch über die Fragen der Abschirmung gegen die Strahlung. Es wurde über konkrete Kernsprengungsvorhaben und ihre Vorzüge gegenüber analogen Vorhaben mit traditionellen technischen Methoden wie gewöhnliche Sprengarbeiten, Bergbautechnik usw. diskutiert. Die Fachleute gelangten übereinstimmend zu dem Schluß, daß friedliche Kernexplosionen zukunftsträchtig sind.

Aus "Neue Zeit" 1975/2 (gekürzt)

Fortsetzung im nächsten Heft

PHYSIKAUFGABE Nr. 4



Bei der Spaltung des Atomkerns von Uran 238 bricht der Kern aufgrund der Coulombschen Abstoßungskraft zwischen seinen Protonen manchmal gerade in 2 Teile auseinander. Man stelle sich vor, daß die Spaltung soeben erfolgt sei und daß die beiden Teile sich noch berühren (der Abstand ihrer Mittelpunkte beträgt etwa 10^{-14}m). Der erste Teil habe $Z_1 = 42$ Elementarladungen, der andere $Z_2 = 50$. Ihre gesamte kinetische Energie soll (in MeV) bestimmt werden, die sie aufgenommen haben, nachdem sie sich sehr weit voneinander entfernt haben.

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

==========

Lösung der Physikaufgabe Nr. 1 aus Heft 4/8. Jahrgang

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

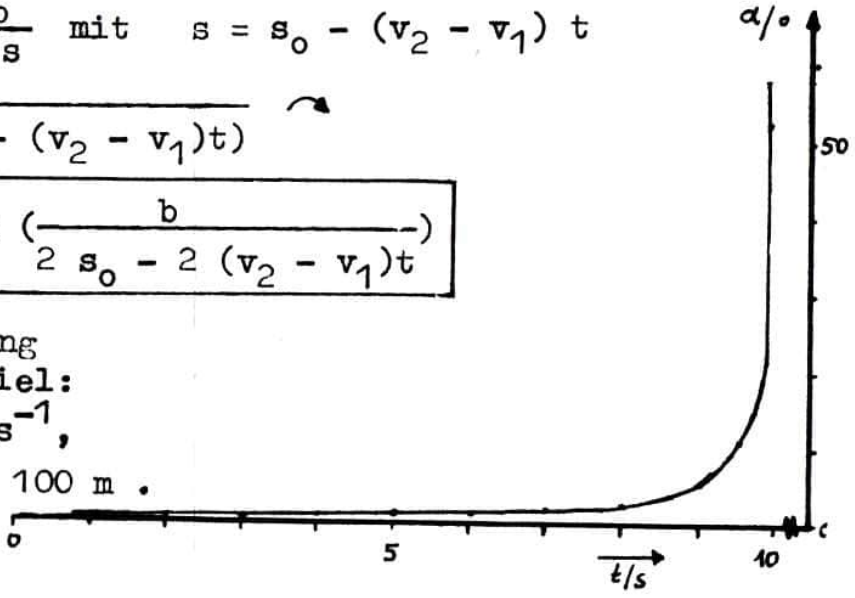
<u>Lösung (eingesandt von R. Meinel, 10. Klasse, Jena)</u>

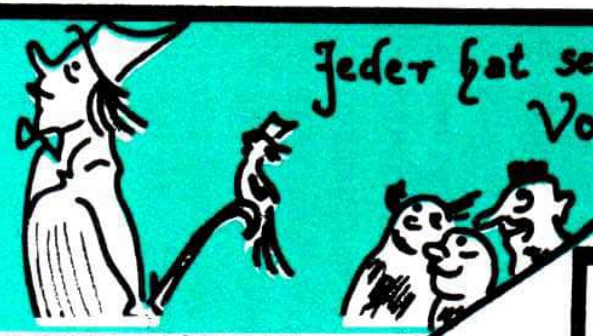
Es ist $\tan \frac{1}{2}\alpha = \frac{b}{2s}$ mit $s = s_o - (v_2 - v_1)\,t$

$$\curvearrowright \tan \frac{1}{2}\alpha = \frac{b}{2(s_o - (v_2 - v_1)t)} \curvearrowright$$

$$\boxed{\alpha = \frac{360^\circ}{\pi} \arctan\left(\frac{b}{2\,s_o - 2\,(v_2 - v_1)t}\right)}$$

Grafische Darstellung
für folgendes Beispiel:
$b = 1\text{m}$, $v_1 = 10\ \text{ms}^{-1}$,
$v_2 = 20\ \text{ms}^{-1}$, $s_o = 100\ \text{m}$.





DIE EINEN WISSEN ES SELBST, BEI DEN ANDEREN SPRECHEN NUR DIE GUTEN FREUNDE DARÜBER.

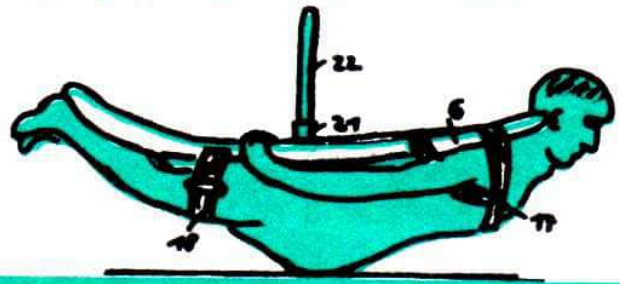
Nach ihren jüngsten Erklärungen zu den Komplexen des Watergateskandales und verschiedener Bestechungsaffären scheint jetzt die Zukunft Präsident Nixons und seines Stellvertreters Agnew gesichert. Den beiden wurden langfristige Verträge bei einer Artisten-Agentur angeboten. Das gelenkige Paar sollte künftig als The Law' -AND' - Order' -BROTHERS auftreten.

(Washington)

Wenn der bart gelehrt machte, so wäre ein ziegenbock auch gelehrt.

DER LEBEMANN: "Johann, ich geh' schlafen. Machen Sie übermorgen Wiederbelebungsversuche."

PATENTAMT



SCHLANKHEITSSCHAUKEL-
Sensationell, kein Fasten, keine Diät, keine Kalorientabelle!
PATENT 15369 (brit.)
Mit 6 ist ein geschwungenes Brett bezeichnet, das dem Dicken auf den Rücken geschnallt wird und das dann zusammen mit dem Dicken mittels der Stange 22 von der Ehefrau in schaukelnde Bewegung gesetzt wird.

WAS EINE SITZUNG IST

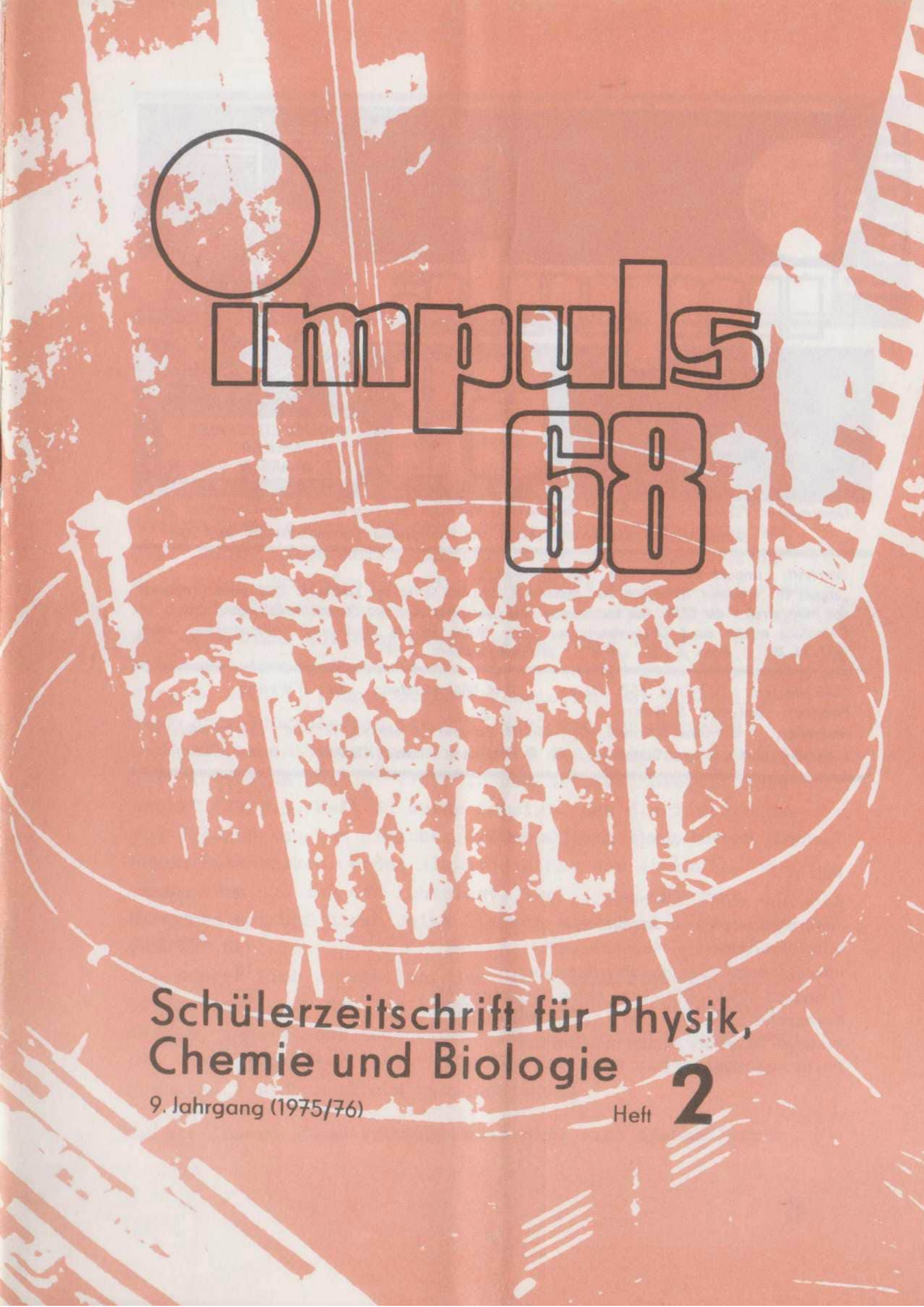
Der Sieg des Hintern über den Geist.

(Alexis)

Im Hotel "Lunik" sollte zu Ehren des Genossen Kirillin etwas "speziell Russisches" aufgetragen werden. Der Küchenchef hatte eigens für dieses festliche Mahl die einschlägigen Rezepturen erneut studiert. Endlich war es soweit. Genosse Kirillin sah die erwartungsvollen Gesichter, kostete, nickte anerkennend und sagte: "Ich weiß zwar nicht, was es ist, Genossen, aber es schmeckt gut!"

Zwei Komponisten gehen die Straße entlang. Beide hören jemand ein Liedchen pfeifen. Sagt der eine: "Du, ist das von dir?" "Nein", antwortet der Angesprochene, "NOCH NICHT!"

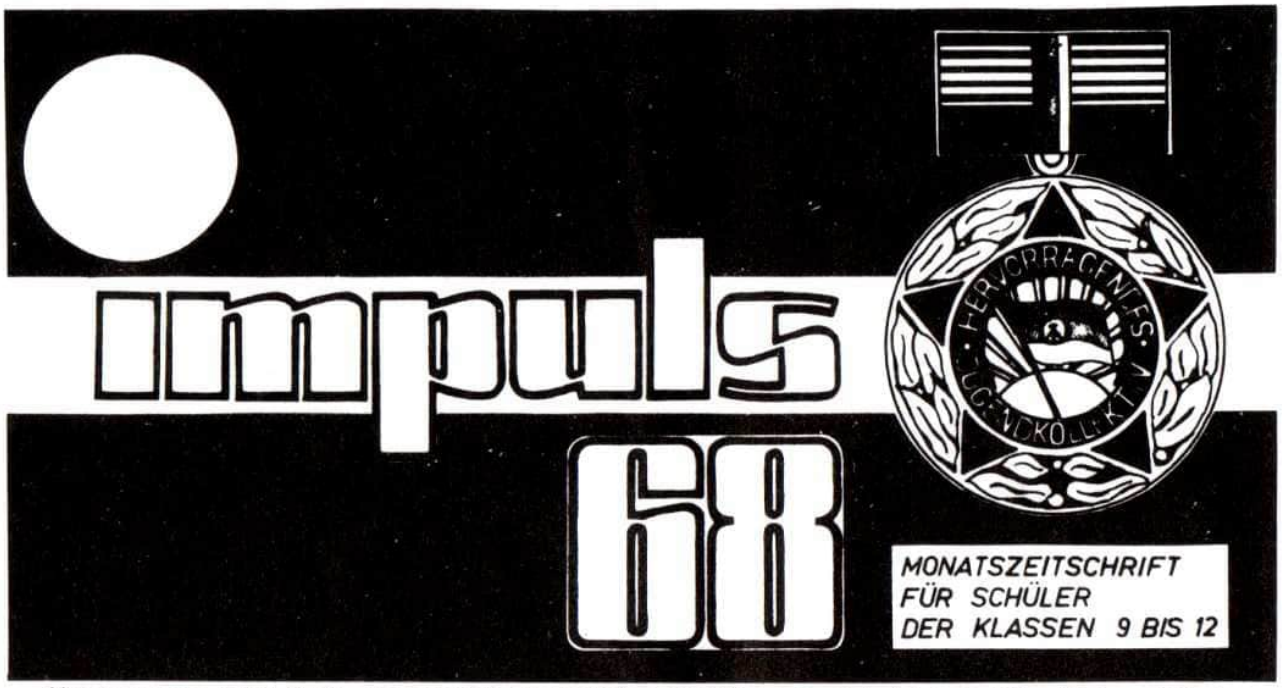
"Du Glückspilz!" Wir haben den ganzen Mond nach Leben abgesucht. Umsonst! Und du hast den Mondfloh entdeckt!"
ASTROZOOLOGEN



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 2



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

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

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

Titelbild: Brennelemente eines Kernreaktors

Inhalt:

Kernfusion durch Laseranregung (2)	3	PHY
Autoradiographie in der Biologie	11	BIO
Infrarotdurchlässige Materialien (1)	14	CHE
Informationen über das Physikstudium	18	
Tunguska 1908 – Rätsel um einen Meteoriten (1)	23	
Kernexplosionen, die dem Frieden dienen (2)	27	DOK
Welchen Blutdruck besitzt die Giraffe?	30	LEX
Physik-Aufgabe Nr. 5	31	

Dr. I. Kleinschmidt
Sektion Physik

Kernfusion durch Laseranregung (Teil 2 und Schluß)

PHYSIK

Im 1. Teil des Artikels "Kernfusion durch Laseranregung" haben wir uns klargemacht, daß zur Anfachung der Kernfusion ein Wasserstoffisotopenplasma mit einer Temperatur von 10^8 K bis 10^9 K erzeugt werden muß.
Wenn man einen Laserstrahl genügender Lichtleistung mittels Linse fokussiert, so kann man im Brennpunkt sogenannte Laserfunken in der Luft beobachten. Diese Erscheinung ist ganz analog einem Hochspannungsdurchschlag zwischen zwei Elektroden. So ist es möglich, auf einfache Weise ein Plasma in der Luft zu erzeugen.
Das Luftplasma entsteht dabei auf folgende Weise:
Mit Hochleistungslasern (Artikel: Laser und ihre Anwendung, Jhrg.2, Heft 1) können durch Fokussierung der Laserstrahlung Strahlungsdichten von $10^{16} W/cm^2$ und mehr erreicht werden. Das entspricht einer Stärke des elektrischen Feldes der Lichtwelle von 10^9 V/cm. In dem Artikel "Nichtlineare Optik" (Jhrg.5, Heft 8) wurde gezeigt, daß die inneratomaren Feldstärken von gleicher Größenordnung sind. Durch die hohen Feldstärken werden Elektronen aus der Atomhülle herausgelöst und das Gas ionisiert. Ein Plasma entsteht.
Man erreicht auf diese Weise Plasmen mit einer Temperatur von 10^6 K.
Sie können sich vorstellen, daß die Plasmaerzeugung effektiver wird, wenn man den Laserstrahl nicht in gasförmige Medien, sondern auf sehr dichte (feste) Materie fokussiert.
Die Wissenschaftler haben folgende Variante eines laserangeregten Fusionsreaktors vorgeschlagen:

In das Innere eines Vakuumgefäßes wird eine kleine Kugel

aus festem (gefrorenem) Deuterium gebracht. Auf diese Kugel wird die Strahlung eines Hochleistungslasers fokussiert. Dadurch wird die Kugel in sehr kurzer Zeit ionisiert und durch weitere Absorption der Strahlung im Plasma dieses aufgeheizt. Sie können sich vorstellen, daß infolge der Aufheizung die kleine Plasmakugel auseinanderfliegt. Bevor das passiert, müssen im Innern der Kugel schon so viele Fusionsreaktionen abgelaufen sein, damit eine genügende Energiemenge freigesetzt wird.
Das bedeutet, die kleine Deuteriumkugel muß innerhalb kürzester Zeit auf Fusionstemperatur gebracht werden. Der überwiegende Teil der bei Kernfusionen freiwerdenden Energie steckt als Bewegungsenergie in den freigesetzten Neutronen. Die Physiker schlagen deshalb vor, zusätzlich Lithium in das Vakuumgefäß zu bringen. Die Neutronen reagieren mit dem Li_3^6-Isotop nach der Reaktionsgleichung, wie Sie sie aus dem 1. Teil des Artikels kennen. Dabei entsteht der Fusionsbrennstoff Tritium für weitere Fusionsreaktionen, und außerdem wird Energie frei. Die freigesetzte Energie kann dann nutzbar gemacht werden.

Das Hauptproblem besteht sicher darin, innerhalb sehr kurzer Zeit (bevor die Plasmakugel expandiert) eine so große Energiemenge durch Lasereinstrahlung in das Plasma hineinzupumpen, daß die Fusionstemperatur erreicht wird. Voraussetzung dafür ist natürlich eine gute Absorption der Laserstrahlung im Plasma.
Dazu wollen wir jetzt einige Fragen genauer betrachten:

1. Innerhalb welcher Zeit fliegt die Plasmakugel auseinander?
2. Welche Energiemenge muß innerhalb dieser Zeit durch Laserlichteinstrahlung in das Plasma hineingepumpt werden?
3. Wie gut wird das Laserlicht vom Plasma absorbiert?

Bevor wir mit Hilfe einfacher Abschätzungen die obigen Fragen beantworten, wollen wir uns eine wichtige Beziehung

zwischen der Anzahldichte der Deuteriumkerne im Plasma und der Lebensdauer der Plasmakugel plausibel machen.
Es ist sicher klar, daß das Auftreten von Kernfusionsreaktionen um so wahrscheinlicher wird, je dichter das Plasma wird, also je mehr Deuteriumkerne pro Volumeneinheit im Plasma enthalten sind. Das hängt einfach damit zusammen, daß sich mit wachsender Dichte des Plasmas die Deuteriumkerne pro Zeiteinheit öfter stoßen. Mit steigender Dichte des Plasmas steigt auch die Zahl der Fusionsreaktionen pro Zeiteinheit. Das bedeutet, im Falle eines dichten Plasmas braucht dieses nicht so lange aufrechterhalten zu werden, um die erforderliche Zahl von Reaktionen ablaufen zu lassen, als im Falle einer weniger dichten Plasmakugel. Man kann eine für die Anfachung der Kernfusion wesentliche Beziehung zwischen der Anzahldichte $n(cm^{-3})$ für die Deuteriumkerne im Plasma und der Lebensdauer τ (s) des Plasmas angeben:

(1) $$n \cdot \tau \approx 10^{14}\ cm^{-3}\ s$$

Das ist das sogenannte Lawson-Kriterium.

Wir wollen nun die Lebensdauer unserer Plasmakugel abschätzen. Genauer gesagt, es soll abgeschätzt werden, wie groß die Zeitdauer ist, innerhalb welcher im Plasma Fusionsreaktionen ablaufen können, bevor dieses expandiert.

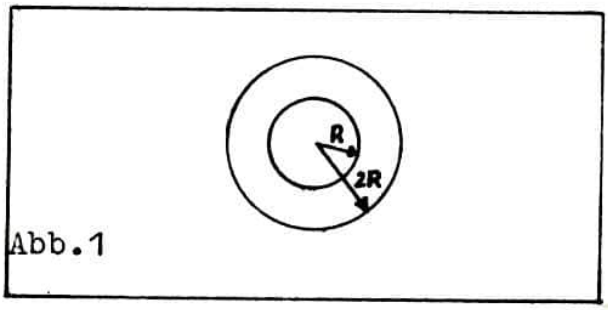


Abb.1

Die Kugel habe den Radius R, und die Dichte des Plasmas sei n. Wegen der hohen Temperatur $T \approx 10^8\ ^oK \ldots 10^9\ ^oK$ fliegen die Deuteriumkerne mit einer sehr großen Geschwindigkeit auseinander.
Wenn Sie den Artikel "Kinetische Gastheorie" (Jhrg.4, H.1) gelesen haben, wissen Sie, daß zwischen der mittleren Geschwindigkeit v der Teilchen eines Gases und der Temperatur folgende Beziehung steht:

(2) $$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

k - Boltzmannkonstante
m - Masse der Deuteriumkerne

Bei einer Temperatur von $10^8 \ldots 10^9$ °K beträgt die mittlere thermische Geschwindigkeit der Deuteriumkerne etwa 10^8 cm/s. Mit dieser Geschwindigkeit expandiert die Plasmakugel. Wenn die Kugel sich vom Radius R auf den Radius 2R (Abb. 1) aufgebläht hat, beträgt die Dichte nur noch 1/8 der ursprünglichen Dichte n des Plasmas. Die Zahl der pro Zeiteinheit stattfindenden Fusionsprozesse nimmt sehr stark ab. Der größte Teil der Reaktionen findet innerhalb der Zeit statt, die das Plasma braucht, um sich vom Radius R auf den Radius 2R auszudehnen. Die Zeitdauer der Expansion von R auf 2R beträgt etwa:

(3) $$\tau \approx \frac{R}{v}$$

Wenn die Deuteriumkugel ursprünglich einen Radius von 1cm hatte, läßt sich leicht abschätzen

$$\tau \approx 10^{-8}\,s$$

Innerhalb einer Zeit, die kleiner als 10^{-8}s ist, muß also der Laser die zur Kernfusion nötige Energie in das Plasma hineinpumpen. Wir kommen damit zur Beantwortung der 2.Frage. Wie groß ist diese Energie?

Aus dem 1. Teil des vorliegenden Artikels und aus früheren Artikeln über kinetische Gastheorie ist bekannt, daß die mittlere kinetische Energie eines Gasteilchens über $E_{kin} = \frac{3}{2} KT$ mit der Temperatur des Gases zusammenhängt. Insgesamt steckt im Gas eine Energie von

(4) $$E_{ges} = \frac{3}{2} N\,KT$$

N - Gesamtzahl der Gasteilchen

Auf unsere Plasmakugel angewandt, erhalten wir:

(5) $$E_{ges} = \frac{4}{3} R^3 \cdot n \cdot \frac{3}{2} KT$$

$\frac{4}{3} R^3$ ist das Volumen der Kugel, n ist die Anzahldichte der Deuteriumkerne in dieser Kugel.
Aus den Beziehungen (1) und (3) erhalten wir

(6) $$n \cdot R \approx 10^{22}\ cm^{-2}$$

Wird dieser Wert verwendet und setzen wir in (5) R = 1 cm und

$T \approx 10^8 \ldots 10^9$ °K ein, so findet man für die Energie in der Plasmakugel gemäß (5)

$$E_{ges} \approx 10^8 \text{ Ws}$$

Mindestens diese Energie muß aber bei der Laßereinstrahlung in das Plasma hineingepumpt werden.

Wir wollen uns nun der 3. Frage zuwenden.
Es ist nämlich gar nicht so einfach, durch einen Laserstrahl Energie in ein Plasma hineinzubringen. Sie wissen, daß ein Plasma aus freien Ladungsträgern besteht. In unserem Fall sind das positiv geladene Deuteriumkerne und negativ geladene Elektronen. Ein solches Gas von freien Ladungsträgern hat spezielle Reflexionseigenschaften. Licht mit Wellenlängen größer als eine charakteristische Wellenlänge, die Plasmawellenlänge, wird fast vollständig reflektiert. Erst Licht mit kürzeren Wellenlängen als die Plasmawellenlänge kann vom Plasma absorbiert werden. Wichtig ist nun, daß mit größer werdender Dichte n des Plasmas die charakteristische Plasmawellenlänge sich nach der kurzwelligen Seite hin verschiebt. Ein Beispiel von Lichtreflexion an freien Ladungsträgern begegnet Ihnen täglich, wenn Sie in den Spiegel schauen. In jedem Metall sind freie Ladungsträger in Form von Elektronen. Die Dichte dieses Elektronengases ist dabei so hoch, daß die Plasmawellenlänge im UV-Bereich liegt. Alles Licht, welches längerwellig ist, wird reflektiert. Deshalb reflektieren Metalle im sichtbaren Spektralbereich sehr gut.
Aus den hier geschilderten Effekten können wir folgende Schlußfolgerungen ziehen: Zur Anfachung der Kernfusion muß das Plasma eine sehr große Dichte besitzen. Um bei solch hohen Dichten in das Plasma eindringen zu können, muß die Wellenlänge unserer Laserstrahlung kurz sein, wenn möglich kürzer als die Plasmawellenlänge.

Gibt es Laserstrahlungsquellen, die zur Anfachung der Kernfusion geeignet sind?

Wir wollen noch einmal zusammenstellen, welche Anforderun-

gen an Hochleistungslaser gestellt werden müssen, um als Anregungsquelle für den Fusionsreaktor zu dienen.

1. Impulsdauer $< 10^{-8}$ s
2. Energie pro Impuls 10^{8} Ws
3. möglichst kurze Wellenlänge

In der unteren Tabelle sind die heutigen Spitzenwerte für einige Hochleistungslaser angegeben:

Lasertyp	Impulsdauer	Energie/Impuls	Wellenlänge
Neodymlaser	10^{-9} s	10^{3} Ws	1,06 µm
CO_2-Laser	10^{-9} s	10^{2} Ws	10,6 µm
Jodlaser	10^{-9} s	60 Ws	1,3 µm

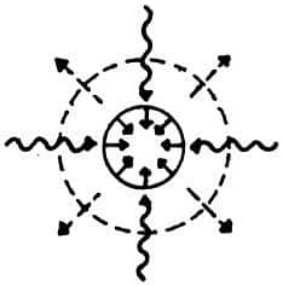
Insbesondere für Laser kürzerer Wellenlängen liegen die Energien weit unter den hier angegebenen. Vergleichen wir die heute erreichbaren Energiewerte mit der oben angegebenen Energie von 10^{8} Ws, so wird deutlich, daß man noch viele Größenordnungen von dem gewünschten Wert entfernt ist.

Besteht trotzdem eine Möglichkeit der Realisierung?

Trotz der noch ungenügenden Impulsenergien scheint die Ausgangssituation nicht aussichtslos. Dazu betrachten wir uns die Beziehungen (5) und (6) noch einmal genauer. Setzt man R aus (6) in (5) ein, so ergibt sich

(7) $$E_{ges} = \frac{4}{3} (10^{22} cm^{-2})^3 \frac{3\ KT}{2\ U^2}$$

Aus (7) wird deutlich, daß durch Erhöhung der Dichte n die Mindestenergie stark verringert werden kann. Wird zum Beispiel des Plasma so stark komprimiert, daß seine Dichte den Wert $n = 10^{25}\ cm^{-3}$ (10^{3}-fache Dichte eines Festkörpers) erreicht, würde die Mindestenergie nur noch 10^{2} Ws betragen. Diese Energie ist mit heutigen Laserstrahlungsquellen erreichbar (siehe Tabelle). Die Wissenschaftler diskutieren deshalb Möglichkeiten der Kompression von Hochtemperaturplasmen. Eine vorgeschlagene Variante nutzt die Laserstrahlung selbst zur Kompression aus.



Laserstrahlung

wegfliegende Deuteriumkerne

Richtung der Rückstoßkraft

Abb. 2

In Abbildung 2 ist das Prinzip dargestellt. Die Plasmakugel wird von mehreren Seiten mit Laserlicht bestrahlt. Zum Innern hin nimmt die Dichte der Plasmakugel zu. Das Laserlicht kann wegen der hohen Reflexion bei großen Dichten nur in die äußeren Bereiche der Plasmakugel eindringen. Dort findet eine Absorption der Strahlung und anschließende Aufheizung der äußeren Schicht statt. Die Deuteriumkerne fliegen nach außen weg. Während sich die Dichte der äußeren Schicht weiter verringert, wird durch den Rückstoß der wegfliegenden Teilchen das Plasma im Zentrum der Kugel komprimiert. Wie schon erwähnt, verringert sich außen die Dichte. Die Strahlung kann deshalb weiter nach innen vordringen. Die jetzt erfaßten Teile des Plasmas fliegen nach außen weg, und infolge des Rückstoßes werden die zentralen Teile des Plasmas weiter komprimiert. Man hofft, so Plasmadichten von $n \approx 10^{25}...10^{26}$ cm^{-3} erreichen zu können.

Einschätzung der gegenwärtigen Situation

Die experimentellen Untersuchungen, durch Lasereinstrahlung Kügelchen aus gefrorenem Deuterium auf das $10^3...10^4$-fache seiner Dichte zu komprimieren und auf Fusionstemperatur aufzuheizen, sind noch im Anfangsstadium. Gegenwärtig werden intensiv die Eigenschaften von laserangeregten Plasmen untersucht.

Parallel dazu wurden schon konkrete Vorstellungen zur Konstruktion von laserangeregten Fusionsreaktionen entwickelt.

Die Wissenschaftler rechnen damit, daß noch vor der Jahrhundertwende der erste Fusionsreaktor in Betrieb sein wird. Möglicherweise ist dieser ein laserangeregter.

Die Beziehungen zwischen Physik und Chemie

Peter Riess, der Berliner Physiker, definierte die Chemie als den "unreinlichen Teil der Physik". Seitdem ist als besondere Wissenschaft zwischen Physik und Chemie die physikalische Chemie hinzugetreten. Den Unterschied dieser nunmehr drei verwandten Gebiete charakterisierte Hans Landolt so:

"Der Physiker arbeitet nach guten Methoden mit schlechten Substanzen, der Chemiker arbeitet nach schlechten Methoden mit guten Substanzen, und der Physikochemiker arbeitet nach schlechten Methoden mit schlechten Substanzen."

B. Schubert
Sektion Biologie

Autoradiographie in der Biologie

Radioaktive Isotope sind aus der biologischen Forschung nicht mehr wegzudenken. Der visuelle Nachweis dieser Isotope wird Autoradiographie genannt.

Die Autoradiographie ist ein physikalisches Verfahren. Hier werden direkte Eigenschaften der Atome oder Moleküle als Parameter herangezogen. Es sind dies entweder Eigenschaften der Elektronenhülle in Form von Anregungs- oder Emissionsenergien (Absorption- bzw. Emissionsspektrometrie) oder des Atomkerns in Gestalt der Kernstrahlung oder der Masse des Atoms bzw. Moleküls (Radiospektrometrie bzw. Massenspektrometrie).

Als Erfinder der ersten Methode ist der französische Physiker Becquerel zu nennen. Er entdeckte 1896 am Uran die Radioaktivität. Becquerel hüllte fluoreszierendes Uransalz (Kaliumuranylsulfat) in schwarzes Papier und legte es auf eine Silberfolie mit darunterliegender Fotoplatte. Nach Entwickeln der Platte stellte er eine Schwärzung fest, wo das Salz gelegen hatte.

Prinzip

Stellvertretend aus der Verteilung radioaktiver Isotope (^{14}C, ^{45}Ca, ^{32}P) in, an oder auf toten oder lebenden Objekten wird geschlossen, wie sich die "normalen" stabilen Isotope (^{12}C, ^{40}Ca) des entsprechenden Elementes (Kohlenstoff, Kalzium) verhalten. Bei der Autoradiographie erfolgt dies dadurch, daß man das radioaktive Objekt im Dunkeln auf einen Röntgenfilm legt und diesen nach gewisser Zeit entwickelt. Diese Expositionszeit kann sich über Tage,

manchmal sogar Wochen erstrecken. An Stellen, wo der Film von der radioaktiven Strahlung getroffen wurde, wird er geschwärzt. Aus dem Schwarzfärbungsumfang und der -verteilung auf diesem Autoradiogramm kann nun bei Vergleich mit dem entsprechenden Objekt auf die Menge und Verteilung des Elements geschlossen werden ohne chemische Analyse.

Anwendung

Die Autoradiographie wird häufig bei tierphysiologischen und pflanzenphysiologischen Untersuchungen, z. B. Nährstoffverteilung der Pflanzen, eingesetzt und läßt sich auch in Verbindung mit papier- und dünnschichtchromatographischen bzw. -elektrophoretischen Trennungsmethoden zweckmäßig kombinieren.

Bei der Papierchromatographie z. B. wird das getrocknete Papier mit den aufgetragenen radioaktiven Stoffen auf ein Photopapier aufgelegt,oder der Papierstreifen wird mit einem Geiger-Zähler durchgezählt.

Besondere Erfolge mit der Autoradiographie konnten in der Pflanzenphysiologie bei der Erforschung der Assimilation mit Hilfe von ^{14}C und ^{32}P durch BENSON und CALVIN erzielt werden.

Heute ist es sogar möglich, durch Verbesserung der Autoradiographie mit Hilfe der Aquidensiten-Technik den Nährstofftransport aus dem Boden bis zur Frucht oder Blattspitze in intensiven Farben erscheinen zu lassen, um somit einen tieferen Einblick in das Stoffwechselgeschehen der Pflanze zu bekommen.

Am besten hat sich die Autoradiographie beim Studium von Fließgleichgewichten und Funktionsabläufen bewährt. Mit ihrer Hilfe konnten CARO und PALADE 1964 erstmals den Mechanismus der Proteinsekretion im Pankreas einwandfrei rekonstruieren.

Nicht zuletzt besitzt die Autoradiographie in der Mikrobiologie einen unschätzbaren Wert. Ein besonderes Verfahren, die Mikroautoradiographie, wird im mikroskopischen Bereich, d. h. für elektronenmikroskopische Arbeiten, angewandt.

Damit läßt sich z. B. die Verteilung bestimmter radioaktiv markierter Stoffe innerhalb einzelner Zellen feststellen. So konnte mit Hilfe des Autoradiogramms die Ringstruktur des Bakterienchromosoms bewiesen werden. Die Autoradiographie von Präparaten aus Zellen, die mit tritiummarkiertem Thymidin gewachsen waren, ergab ., daß das Kernmaterial aus DNS besteht und beispielsweise in Escherichia coli in Form eines einzigen, ungefähr 1 mm langen, ringförmig geschlossenen Fadens vorliegt.
DNS ist die einzige thyminhaltige Substanz in der Zelle. Lysiert (auflösen) man solche tritium-thymin-markierten Zellen mit Lysozym oder Laurylsulfat und läßt sie auf ein Membranfilter absetzen, so breitet sich das Bakterienchromosom aus und läßt sich durch Autoradiographie sichtbar machen.

Mit Hilfe der Autoradiographie wurde es auch möglich, in den Puffs[+)] der Riesenchromosomen neugebildete RNS nachzuweisen, indem man radioaktiv markierte Bausteine der RNS benutzte. Ebenso konnte der Weg der mRNS-Moleküle in den Zellen verfolgt werden. Die Zellen wurden mit den radioaktiv markierten Bausteinen der RNS zusammen inkubiert und dann die Radioaktivität in der Kern-RNS, wo sie zuerst erscheint, und in der RNS des Cytoplasmas, wo sie später festgestellt wird, gemessen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten, daß die mRNS nach ihrer Bildung an der DNS-Matrize durch die Kernmembran hindurch in das Cytoplasma wandert, sich dort zu den Ribosomen hinbewegt, an denen die Proteine gebildet werden.

Diese Beispiele mögen zeigen, wie weit die Autoradiographie schon allein in der Biologie Anwendung findet und vor allem aus dem molekularen Bereich nicht mehr wegzudenken ist. Eingesetzt wird die Autoradiographie ebenso im medizinischen Bereich, in der Geologie, Pedologie, Metrologie, Festkörperphysik, chemischen Analytik usw.

[+)] engl. to puff = sich aufblähen - Puffs sind strukturell durch eine Entspiralisierung der DNS und Auflockerung des Chromatins, funktionell durch intensive RNS-Synthese charakterisiert.

Dr. D. Linke
Sektion Chemie
der FSU Jena

Infrarotdurchlässige Materialien (Teil 1)

CHEMIE

1. Grundlagen und Anwendung der Infrarotstrahlung

Jeder Fotoamateur weiß, daß man die Abbildung eines Objekts durch die Verwendung geeigneter Lichtfilter in weiten Grenzen beeinflussen kann. Ganz neue Möglichkeiten eröffnen sich für die bildmäßige Wiedergabe, wenn man statt des sichtbaren Lichtes der Wellenlänge 400 bis 700 nm infrarote Strahlung ausnutzt. Zwei Gesichtspunkte sind hierbei wesentlich,

- einmal die Tatsache, daß Stoffe, die sich im sichtbaren Licht hinsichtlich der Farbe und Helligkeit völlig gleichen, die Infrarotstrahlen oft verschieden absorbieren oder reflektieren und demzufolge auf einem Infrarotfilm unterschiedliche Schwärzungen hervorrufen,
- zum anderen die Eigenschaft, daß die Infrarotstrahlen infolge ihrer größeren Wellenlänge in trüben Medien weniger abgebeugt werden als das sichtbare Licht, so daß z.B. auch bei Dunst noch detailreiche Landschaftsaufnahmen erhältlich sind.

War früher die Infrarotfotografie auf den unmittelbar an das sichtbare Licht anschließenden Spektralbereich (700 bis 1100 nm) beschränkt, ist es durch die Fortschritte der Elektronik und der Bauelementeindustrie heute möglich, aus weitaus langwelligerer Infrarotstrahlung Informationen über das interessierende Objekt zu gewinnen.

Dazu ist es wichtig zu wissen, daß jeder Körper oberhalb des absoluten Nullpunktes infrarote Strahlung aussendet. Die Wellenlänge der emittierten elektromagnetischen Strahlung hängt von der Temperatur des Objekts ab. In der Sonnenstrahlung überwiegt das sichtbare Licht, eine auf 300 °C erwärmte elek-

trische Heizung strahlt nur im Infrarotbereich bei Wellenlängen oberhalb 1 /um, während Menschen und andere Warmblüter Wellen zwischen 2 und 14 /um - mit dem Maximum in der Mitte dieses Bereichs - aussenden. Tabelle 1 stellt einigen Strahlertemperaturen die zugehörigen Wellenlängen der maximalen Strahlungsintensität gegenüber.

Tab. 1: Abhängigkeit des Intensitätsmaximums für elektromagnetische Strahlung von der Objekttemperatur

T (Kelvin)	7000	2000	1000	600	300	100
λ_{max} (/um)	0,41	1,42	2,9	4,8	9,6	29
Spektralbereich	ultraviolett	Infrarot nah		mittel		fern
Vergleichstemperaturen (in °C)	Sonnenoberfläche ca.6000	Schmelztemperaturen Platin 1770	Aluminium 660	Blei 330	Raumtemperatur	Siedetemp. Sauerstoff - 183

Die Infrarottechnik wird oft zu Messungen bzw. Beobachtungen im freien Raum ausgenutzt, wo sich also der Eigenstrahlung des Objekts die der Himmelsatmosphäre überlagert. Deshalb ist es von großer Bedeutung, die optische Charakteristik der Atmosphäre zu kennen, besonders dann, wenn sich die Temperatur des Objekts wenig von der Temperatur der umgebenden Luft unterscheidet. Bei klarem Himmel ergibt sich das in Abb. 1 gezeigte Strahlungsspektrum.

Die von der Tageszeit weitgehend unabhängige Strahlungsintensität im Infrarotbereich oberhalb 2 /um kann vorteilhaft jedoch nur in den sogenannten "atmosphärischen Fenstern" der Bereiche 3 bis 5 /um bzw. 8 bis 14 /um genutzt werden, wo Wasserdampf, Kohlendioxid und andere Bestandteile der Atmosphäre kaum störende Absorptionsbanden aufweisen.
Einige Beispiele für die Leistungsfähigkeit der modernen Infrarottechnik auf dem Gebiet der Luftaufklärung und Landvermessung:

- Auf Nachtaufnahmen vom Flugzeug aus können Objekte mit nur 0,5 Grad Temperaturdifferenz mittels eines elektronenoptischen Wandlers abgebildet werden. Noch nach Stunden läßt sich die Durchfahrt eines Unterseebootes an der leichten Erwärmung des Meereswassers in seiner Umgebung nachweisen.
- Infrarotempfänger mit entsprechend großen Parabolspiegeln, die die Wärmestrahlung konzentrieren und in elektrische Signale umwandeln, sind in der Lage, große Kriegsschiffe auf 30 bis 35 km auszumachen.

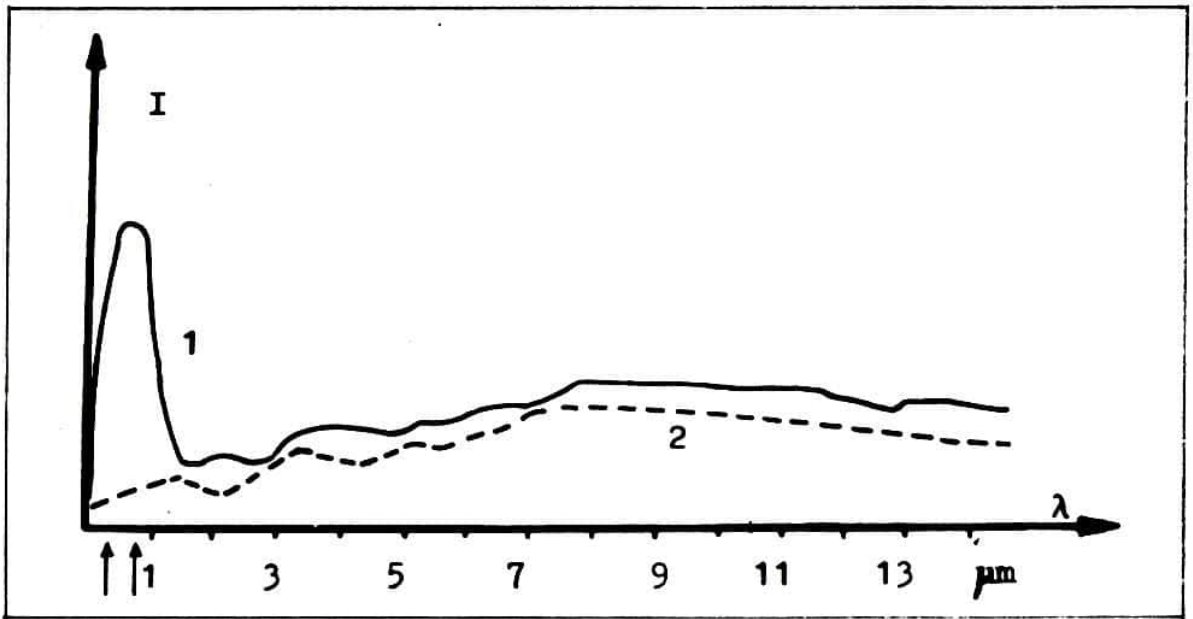


Abb. 1 **Strahlunsintensität I (in relativen Einheiten) der Atmosphäre**
——— 1 **Taghimmel,** - - - 2 **Nachthimmel**
(nach GUREVIC; die beiden Pfeile markieren den sichtbaren Spektralbereich)

- Mit der Produktion rasch ansprechender, hochempfindlicher Fotowiderstände aus Bleisulfid wurde die Ortung schnell bewegter Objekte mit einem Auflösungsvermögen möglich, das das von Radiolokatoren beträchtlich übersteigt. Während mittels Radiowellen zwei Flugzeuge auf 8 km Distanz nur unterschieden werden können, wenn sie mehr als 400 m voneinander entfernt sind, nimmt ein Infrarotempfänger auf diese Entfernung die Aggregate eines zweimotorigen Flugzeugs getrennt wahr.
- Infrarot-Entfernungsmesser sind mittels enggebündelter Laserstrahlung in der Lage, auf 200 km Entfernung zwei unbewegte Objekte im Abstand von 3 m voneinander zu er-

fassen.

- Sputniks, z.B. solche der sowjetischen Meteor-Serie, liefern ständig eine komplexe Information durch übliche Fernseh- sowie Infrarot-Kameras von der Wetterlage auf den beleuchteten bzw. nächtlichen Teilen der Erdoberfläche, geben Kunde von sich entwickelnden Wirbelstürmen, von der Eisberghäufigkeit in Nordmeeren u.a.m.; jeder kann sich ausrechnen, welchen Wert für die Schiffahrt, sowohl für die Verhütung von Unglücksfällen als auch für die Optimierung der Fahrtrouten, solche Angaben besitzen.

Bei einigen der Beispiele ist dennoch nicht zu übersehen, daß sie mit ausgesprochen militärischer Zielsetzung entwikkelt wurden. Es wird bei den Bemühungen des sozialistischen Lagers um eine dauerhafte Entspannung notwendig sein, die verderbenbringenden Folgen solcher Entwicklungen abzuwenden und statt dessen immer stärker die friedliche Erschließung der Reichtümer unseres Planeten voranzutreiben.
Nicht für alle der genannten Anwendungen sind die hier zu besprechenden infrarotdurchlässigen Materialien unumgängliche Voraussetzung, andererseits aber doch als passive optische Medien, z.B. als Strahlungsfenster zur Filterung, für Prismen, Linsen und kompliziert geformte sonstige Bauteile nicht zu entbehren.
Leicht einzusehen ist das für Anwendungsgebiete, deren Entwicklung nicht so stark der Geheimhaltung unterliegt. Hier sind zu nennen die Temperaturmessung mittels Infrarotpyrometern in der chemischen, metallurgischen und keramischen Industrie, die Infrarot-Telephonie, die Thermographie und Thermocolorgraphie, die in der Medizin und der Wärmetechnik immer breiteren Eingang findet, die Defektoskopie zur Qualitätskontrolle von lichtundurchlässigen Materialien, z.B. als Infrarot-Mikroskopie mit elektronischer Bildwandlung in der Halbleitertechnik, die Infrarotspektroskopie zur Identifizierung und Strukturaufklärung chemischer Verbindungen, die Nutzung von CO_2-Lasern der Wellenlänge 10,6 µm zur Werkstoffbearbeitung, schließlich auch eine Anzahl spezieller Untersuchungsmethoden der Kriminalistik, der Archäologie und der Biologie.

Man kann also zusammenfassend einschätzen, daß der Bedarf an Materialien zunimmt, die in den genannten Wellenlängenbereichen (insgesamt zwischen ca. 1 und 15 µm) durchlässig, mechanisch stabil und beständig gegenüber Atmosphärilien sind, und zwar all das bei normalen wie auch bei möglichst hohen Temperaturen.
Wir wollen in einem zweiten Teil die heute üblichen Infrarotmedien vorstellen und werden dabei sehen, daß nichtoxidische Chalkogenidgläser den genannten Anforderungen oft recht weitgehend entsprechen. In einem dritten Teil werden wir die Darstellung und Struktur dieser Gläser behandeln und auch auf einige andere als die infrarotoptischen Eigenschaften dieser interessanten Stoffklasse eingehen.

Warnung! Mit diesem Artikel wollen wir Sie für ein Physikstudium interessieren!

Georg Lichtenberg (1742-1799), Physiker und großer "Spötter", sagte einmal:

„Das Wort Schwierigkeit muß gar nicht für einen Menschen von Geist als existent gedacht werden. Weg damit!"

Diese Aussage paßt gerade an den Beginn eines Informationsartikels über das Physikstudium, weil gerade dieses Studium in Verruf steht, schwierig zu sein. Was ist daran wahr?

Zunächst sei soviel vermerkt: Jedes Studium hat seine Klippen und erfordert den Einsatz aller vorhandenen Kräfte. Schwierigkeiten entstehen z.B. bei der im Verhältnis zur Oberschule anderen Art der Wissensvermittlung und -aneig-

nung. Die schärfere Trennung von passiver Wissensaneignung (in Form von Vorlesungen) und aktiver Vertiefung in Seminaren, Übungen und Praktika erfordert auch einen anderen Arbeits- und Lernstil.

Vor der Frage nach dem Ablauf und Inhalt des Studiums steht meist die nach dem späteren Einsatzgebiet. Was macht überhaupt ein Physiker? Nun, ein wesentliches Moment der Ausbildung ist, daß Physiker sehr vielseitig eingesetzt werden können. Im Gegensatz zu z.B. den Ingenieurdisziplinen, bei denen von Anfang an eine starke Spezialisierung und Einengung erfolgt, unterliegt ein Physiker nicht diesem "Zwang". Er kann z.B. unmittelbar in der Produktion oder im produktionsvorbereitenden Bereich, aber auch in der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung bis hin zu wissenschaftsorganisatorischen und Lehraufgaben eingesetzt werden. Viele Physiker empfinden es gerade als außerordentlichen Vorzug, daß sie mit der Wahl der Studienrichtung noch keine endgültige Entscheidung über ihr späteres Tätigkeitsgebiet getroffen haben. Ja, oftmals wechselt der Physiker in seiner beruflichen Tätigkeit mehrmals das spezielle Arbeitsgebiet. Ein weiterer, wesentlicher Aspekt des Berufsbildes des Physikers ist, daß er in seiner Tätigkeit selbst sehr vielseitig sein muß.

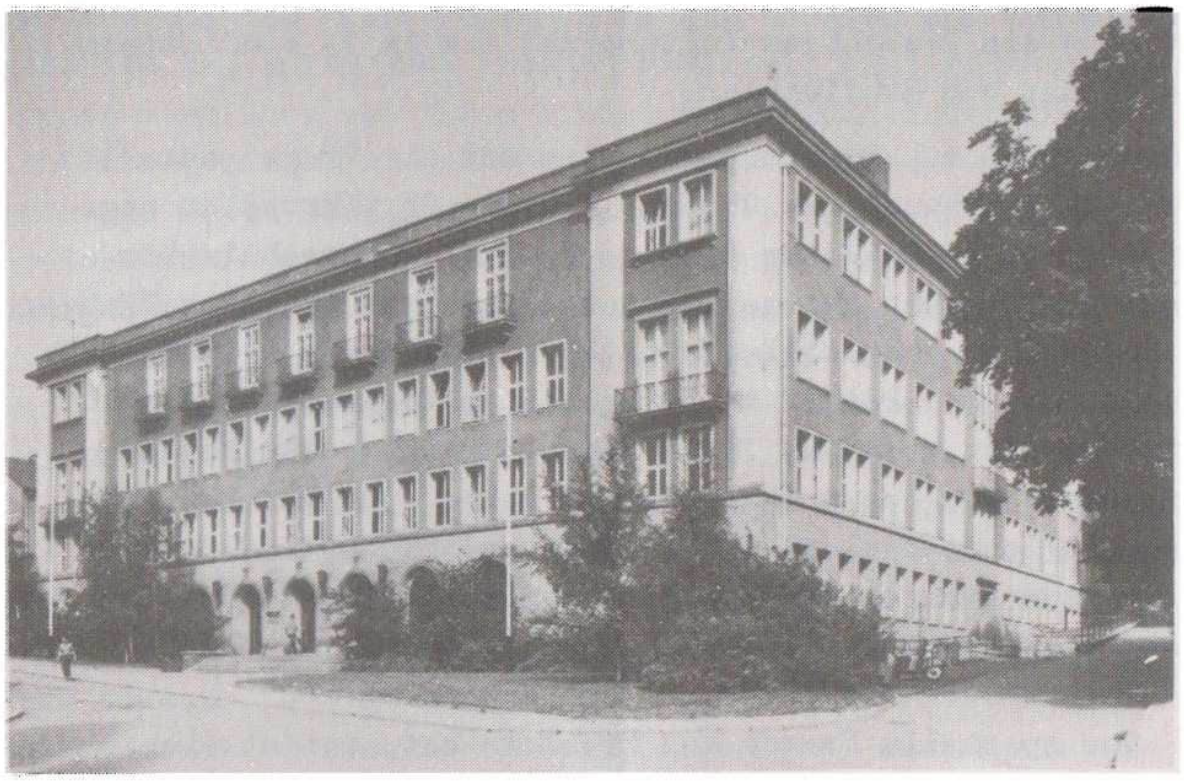
Nehmen wir ein Beispiel aus der Grundlagenforschung. Theoretische Berechnungen haben ergeben, daß unter bestimmten Bedingungen ein bestimmter Effekt zu erwarten ist. Der Nachweis des Effektes erfordert den Bau (oder Umbau) einer Meßapparatur. Gründliche und oft langwierige Messungen (ein Physiker muß Ausdauer haben!) erbringen Ergebnisse, die ausgewertet und theoretisch interpretiert werden müssen. (Es erfolgt dann meist eine Veröffentlichung in einer Fachzeitschrift.) Der Arbeitsprozeß erfordert also einen Theoretiker (mit soliden mathematischen Kenntnissen), einen Konstrukteur (mit guten elektronischen Kenntnissen), einen "Gerätebauer" (mit Grundkenntnissen in der Materialbearbeitung und im technischen Zeichnen) sowie selbstverständlich den Physiker "an sich" (mit Kenntnissen über allgemeine physikalische Zusammenhänge, ein gediegenes Spezialwissen, Kenntnisse über

Meßmethoden und Geräte usw.) - alles in einer Person. Ein langjähriger Mitarbeiter unserer Sektion sagte mir einmal auf eine diesbezügliche Frage: "Ich habe jeden Tag einen neuen Beruf. Das macht meine Tätigkeit außerordentlich interessant". Die vielseitigen Anforderungen müssen sich selbstverständlich auch im Studienplan niederschlagen.

Der Studienplan (vereinheitlicht für alle Physik-Sektionen in der DDR) läßt sich kurz etwa wie folgt darstellen: Die ersten beiden Studienjahre dienen zur Vermittlung physikalischer und mathematischer Grundkenntnisse einschließlich einer Einführung in das experimentelle Arbeiten. Im 3. und 4. Studienjahr werden diese Grundkenntnisse vertieft und erweitert, insbesondere durch einen höheren Abstraktionsgrad der "theoretischen" Vorlesungen. Es beginnt außerdem eine Spezialisierung auf ein bestimmtes Fachgebiet. Diese Spezialgebiete orientieren an den Hauptforschungsrichtungen der entsprechenden Sektion. In Jena sind das z.B. Festkörperphysik, Optik/Quantenelektronik (Laser, Nichtlineare Optik usw.), sowie in kleinerem Umfang relativistische Physik und Astrophysik. Die einsetzende Spezialisierung bereitet die Arbeit in den Wissenschaftsbereichen vor, wobei der Student unter Anleitung (aber relativ selbständig) lernt, Forschungsaufgaben zu bearbeiten und zu lösen. Diese Arbeiten laufen im Rahmen seiner Diplomarbeit (5. Studienjahr) und sind eingebettet in größere Forschungsvorhaben der Sektion, die wiederum durch Verträge mit der Industrie und anderen Partnern (vorwiegend Forschungsinstitute in der DDR und in den RGW-Ländern) inhaltlich, terminlich und materiell gebunden sind. Mit anderen Worten: der Student muß durch seine Diplomarbeit nachweisen, daß er selbst schon schöpferisch arbeiten (forschen) kann!

Doch kurz zurück zum 2. und 3. Studienjahr. In diesen Studienjahren werden die Grundkenntnisse in experimentellen Arbeiten wesentlich durch spezialisierte Praktika vertieft. Ein teilprogrammiertes Elektronikpraktikum an unserer Sektion, Versuche zu speziellen Problemen der Physik (Quantenphysik, Röntgenphysik, Bestimmung von wichtigen Meßgrößen

und universelle Konstanten usw.) und ein mehrmonatiges Industriepraktikum, in Jena vor allem im VEB Carl Z e i s s , stehen auf einem fachlich hohen Niveau und schulen die Verbindung von theoretischen Kenntnissen mit praktisch-experimentellen Fertigkeiten.



Hauptgebäude der Sektion Physik in Jena (Foto: HSB Jena)

Es ist sicherlich interessant zu erfahren, auf welchen Spezialgebieten Studenten an unserer Sektion diplomieren, auch wenn der Leser sich im Einzelnen (noch nichts) darunter vorstellen kann. Es sind dies die Gebiete Röntgenphysik, Nichtlineare Optik, Tieftemperaturphysik, Hochfrequenzspektroskopie, Kohärenzoptik, Ionometrie, Astrophysik in beschränktem Umfang sowie die theoretischen Disziplinen relativistische Physik, Quantentheorie, irreversible Thermodynamik und theoretische Optik/Festkörperphysik - die Palette ist also sehr vielseitig.
Zur Ausbildung an einer Universität gehört selbstverständlich auch die Vermittlung der Grundlagen des Marxismus-Leninismus, denn ohne fundierte gesellschaftswissenschaftliche Kenntnisse wird ein Bestand in der Praxis schwer mög-

lich sein, zumal Hochschulabsolventen meist in verantwortungsvollen Positionen eingesetzt werden; ferner eine 2-jährige Vertiefung der Sprachkenntnisse in Russisch und in der Regel Englisch, eine regelmäßige sportliche Betätigung in einer Sportart nach Wahl, eine mehrwöchige militärische oder ZV-Ausbildung und als besondere Ausbildungsphase an unserer Sektion - ein 2-wöchiges Kulturpraktikum im 1. Studienjahr. Soweit kurz zum Studienplan.

In Gesprächen mit Schülern wird uns oft die Frage gestellt: "Habe ich überhaupt die Chance, für ein Physikstudium angenommen zu werden?" Jeder Schüler (der die Hochschulreife erlangt) mit guten und sehr guten Leistungen in allen Fächern und ausgewiesenen gesellschaftlichen Leistungen hat die reelle Chance. Der Bedarf an talentierten Nachwuchswissenschaftlern ist groß. Es lohnt sich, Physik zu studieren! Hier erlebt man das prickelnde und aufregende Gefühl, wissenschaftliches Neuland zu beschreiten. Sicherlich fordert das Studium einiges, es fördert aber sicherlich auch die Persönlichkeitsentwicklung.

PS: Wer spezielle Fragen und Probleme hat, wendet sich bitte an uns. Sie können uns auch besuchen! (Am besten in Gruppen bei rechtzeitiger Anmeldung) Wir garantieren Ihnen (mindestens) einen interessanten physikalischen Versuch gratis!

L. Günther
Sektion Physik
der FSU Jena
Diplomand

Tunguska 1908 - Rätsel um einen Meteoriten (Teil 1)

Wer von uns hat nicht schon in klaren Nächten zum Himmel aufgeblickt und auf Sternschnuppen gewartet? Winzige kosmische Körper verglühen bei ihrem Eindringen in die Erdatmosphäre, ionisieren die sie umgebenden Luftmoleküle längs ihrer Flugbahn und rufen eben jene schwachen Lichtspuren hervor. Größere Meteoriten ergeben bereits eindrucksvolle Feuerspuren, und manche gelangen in Bruchstücken bis zur Erdoberfläche. Auf Grund ihrer hohen kinetischen Energie können große "Brokken" enorme Zerstörungen hervorrufen, man denke nur an den 1,3 km breiten Meteroritenkrater in Arizona!
Solche Meteoritenfälle sind aber äußerst selten. Ein Ereignis von gewaltigen Dimensionen, das zu Beginn unseres Jahrhunderts buchstäblich "die Erde erschütterte", gehört noch heute zu den rätselhaften Erscheinungen der Natur. Mit diesem Beitrag wollen wir auch zeigen, welche Detektivarbeit Wissenschaftler zu leisten haben, um aus zunächst zusammenhanglosen Fakten und ungelösten Rätseln das Bild eines faszinierenden Naturereignisses zusammenzusetzen.

1. Eine spannende Geschichte

30. Juni 1908.

Über die Weiten Sibiriens jagt eine grelle Feuerkugel. Sie fliegt mit rasender Geschwindigkeit von Südost nach Nordwest. Unter ihrer Bahn bebt der Erdboden, der Putz der Häuser bröckelt und fällt ab. Eine gewaltige Rauchspur kennzeichnet ihre Bahn. In den Goldgruben lassen die Bergleute ihre Arbeit liegen, denn sie halten das Ende der Welt für gekommen. Der Feuerball verschwindet hinter dem Horizont ...
Gleich darauf steigt dort eine gewaltige Feuersäule empor, die Explosionen sind im Umkreis von vielen hundert Kilometern zu hören. In Europa und Amerika registrieren empfindliche Seismographen die Erschütterungen der Erdrinde. Eine enorme

Luftdruckwelle läuft um die Erde, nach 30 Stunden und 28 Minuten trifft sie zum zweiten Mal in Potsdam ein (!).
In den darauffolgenden Nächten zeigt sich eine bis dahin seltene Erscheinung plötzlich häufig: silbern leuchtende Nachtwolken, die große Helligkeit verbreiten und einige Sternwarten veranlassen, ihre Astrofotografie einzustellen. Die Durchsichtigkeit der Erdatmosphäre nimmt stark ab; die Ursache für alle diese Phänomene ist zunächst unerklärlich. Auf jeden Fall ein Ereignis, das die Wissenschaftler aufrütteln muß ...
Doch wer nun denkt, daß sofort eine intensive Erforschung dieses bis dahin einmaligen Ereignisses einsetzt, der berücksichtigt den Zustand der Wissenschaft im damaligen zaristischen Rußland nicht. Es geschieht ... gar nichts! Erst 1924, schon unter der Sowjetmacht, bahnt sich die erste Expedition unter Leitung von Leonid A. Kulik (1883 - 1942) den Weg zum Ort der Katastrophe. Was die Teilnehmer dieses mühsamen Unternehmens zu sehen bekommen, verschlägt ihnen den Atem! Auf schier unübersehbarer Fläche ist der Wald verbrannt, geknickt, entwurzelt, so als wäre ein gigantischer Sturm über die Taiga hinweggebraust. Die Verwüstungen sind gewaltig, obwohl seit der Katastrophe schon viele Jahre vergangen sind. Das Rätselhafteste aber: das eigentliche Kennzeichen eines Meteoritenfalles, der Einschlagkrater, fehlt vollkommen, und trotz intensivster Suche können keine Bruchstücke des Meteoriten gefunden werden. Es scheint, als habe sich der kosmische Eindringling vollständig aufgelöst.
Eine spannende Geschichte, nicht wahr? Sie bildet den Auftakt zu einem gewaltigen Puzzlespiel, an dem hunderte von Wissenschaftlern beteiligt sind, die das Rätsel lösen wollen.

2. Was geschah damals?

Die Expedition unter Kulik bleibt nicht die einzige. Bis in die heutige Zeit schickt die sowjetische Akademie der Wissenschaften immer neue Expeditionen ins Katastrophengebiet, mit immer vollkommenerer Ausrüstung. Ihnen gehören Geologen, Astrophysiker, Botaniker und Chemiker an. Gewaltige Aufgaben

stehen bevor.
Zunächst muß die Flugbahn genau ermittelt werden. Die Berichte von Augenzeugen sind spärlich (das Gebiet war nur dünn besiedelt, die Absturzstelle selbst unbewohnt) und ungenau. Also müssen Fakten weiterhelfen. Auf über 2200 km^2 (!) ist der Wald entwurzelt. Die Lage von über 100000 umgestürzten Bäumen (!) wird vermessen, und es ergibt sich das folgende Bild:

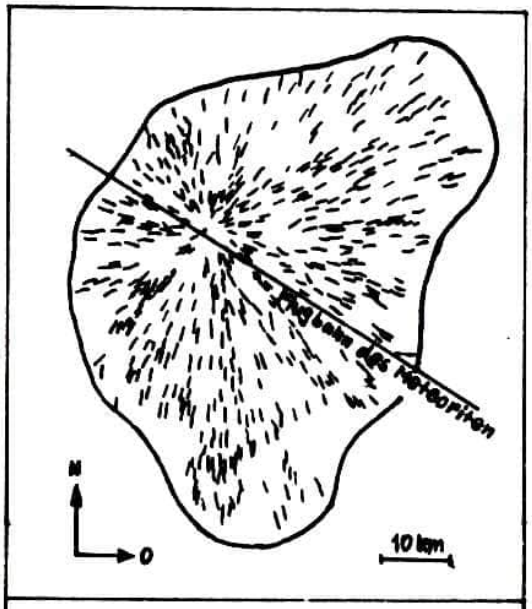


Abb. 1 Schema des Windbruchs

Der Windbruch durch den Explosionsdruck hat ein Gebiet verwüstet, das schmetterlingsförmig und symmetrisch aussieht. Die Symmetrieachse zeigt von Südost nach Nordwest. Diese Flugrichtung geben auch alle Augenzeugen etwa an. Das erste Rätsel ist gelöst. Wie sind aber diese Zerstörungen entstanden? Ganz sicher ist der kosmische Körper in der Luft explodiert, etwa 5 - 7 km hoch. Hat nun aber die ballistische Druckwelle, die während des Fluges bei großer Geschwindigkeit entsteht, den Wald entwurzelt? Oder flog der Körper langsamer, und die eigentliche Explosionswelle rief die enormen Wirkungen hervor?
Beide Möglichkeiten finden Anhänger. Sotkin u.a. nehmen an, daß der kosmische Körper mit einer Masse von etwa 100000 Tonnen bei einer Geschwindigkeit von fast 30 km/s unter einem Winkel von 35° zur Erdoberfläche flog. Der Wald wurde durch die entstehende ballistische Stoßwelle entwurzelt.
Das stimmt nicht! - meint A.W. Solotow. Bei derartig hoher Geschwindigkeit und so hoher Masse des Körpers müssen die Druckwellen, die durch den Flug erzeugt werden, streifenförmige Zerstörungen ergeben. Die Abbildung 1 aber zeigt deutlich, daß die umgestürzten Bäume radial nach außen angeordnet sind. Solotow nimmt daher an, daß der Körper relativ langsam flog (1 ... 4 km/s) und einen kleinen Flugwinkel zur Erdober-

fläche hatte (≈ 11°). Die Zerstörungen seien unmittelbar durch die sphärische Druckwelle im Augenblick der Explosion entstanden.
Doch damit befindet er sich im Widerspruch zu den Beobachtungen der Augenzeugen! Bei einer Geschwindigkeit von 3 km/s und einem Neigungswinkel von 11° hätte der Flug mindestens 3 Minuten dauern müssen. Alle Augenzeugen aber geben an, sie hätten den Flug höchstens 8 ... 10 Sekunden verfolgen können.

Es ergibt sich somit die Annahme, daß der Meteorit bereits etwa 30 km vor dem Explosionsgebiet in einzelne Stücke zerbrach und somit die Druckwellen eine andere Form annahmen. Warum aber erfolgte eine Explosion, und welchen Charakter hatte sie? Seismogrammvergleiche ergeben, daß am 30. Juni 1908 über der Taiga eine Energie von 10^{24} erg freigesetzt wurde. Eine gewaltige Energie!

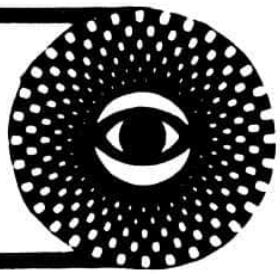
Schon 1924 wies Kulik auf seltsame Verbrennungen an Bäumen im Katastrophengebiet hin, die nicht durch den Waldbrand von 1908 verursacht wurden. 1961 steht es nach eingehender Untersuchung fest: Es sind die Spuren einer enormen Lichtstrahlung im Augenblick der Explosion. Die Energie der Lichtstrahlung betrug wahrscheinlich 10^{23} erg, ein Zehntel der Gesamtenergie!
Und nach dem Vergleich von Luftaufnahmen der Wirkungen künstlicher Kernexplosionen stellt A.W. Solotow die Hypothese auf: Am 30. Juni 1908 ereignete sich über der Taiga eine Kernexplosion!

Man überlege sich: eine Kernexplosion im Jahre 1908? Undenkbar! Oder doch nicht? Schließlich stammte der kosmische Körper nicht von der Erde ...

Fortsetzung im nächsten Heft

Demnächst in „impuls 68"

Exklusivinterview
mit Nobelpreisträger Prof. N. G. BASOW (Sowjetunion)
zu Perspektiven der laserinduzierten Kernfusion !



I. Dmitrijew

Kernexplosionen, die dem Frieden dienen

(Teil 2 und Schluß)

Die seismischen Auswirkungen solcher Explosionen können mit hinreichender Zuverlässigkeit prognostiziert werden, so daß hier keine besonderen Schwierigkeiten zu erwarten sind. Wer es gelernt hat, die Folgen einer Kernexplosion vorauszusehen, ist stets in der Lage, ihre Stärke so zu regeln, daß Sicherheit gewährleistet ist.

Die Probleme der Strahlungssicherheit sind komplizierter. Im Gesamtkomplex der Fragen, die mit dem Einsatz von Kernexplosionen zu friedlichen Zwecken verbunden sind, nehmen sie eine Sonderstellung ein. Neben den technischen Aspekten hat hier die gefühlsmäßige Einstellung zur Strahlungsgefahr große Bedeutung, eine Einstellung, die mit der atomaren Tätigkeit überhaupt und mit Kernexplosionen im besonderen verbunden ist.

Was die Strahlungssicherheit für Bevölkerung und Umwelt angeht, so besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Sprengungen ohne Bodenauswurf und Strahlungssprengungen, bei denen Boden ausgeworfen wird.

Zum Unterschied von den Sprengungen ohne Bodenauswurf lassen die Sprengungen mit Bodenauswurf die Gefahr aufkommen, daß radioaktive Substanzen in die Atmosphäre geschleudert und dann auf die Erdoberfläche niedergeschlagen werden. Selbstverständlich bedeutet das keineswegs, daß Auswurfsexplosionen nicht begrenzt werden sollten. Im Gegenteil, solche Sprengungen erfordern eine besonders sorgfältige Vorbereitung sowohl hinsichtlich der "Reinheit" der Kernsprengungsanlagen als auch der Ausdehnung der sanitären Schutzzonen, der Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse usw. Eine

zusätzliche Bedingung für Auswurfsprengungen ist die strikte Einhaltung des Moskauer Vertrags von 1963 über das Verbot von Kernwaffenversuchen in drei Medien. Artikel I dieses Vertrags lautet: "Jeder Teilnehmer des vorliegenden Vertrags verpflichtet sich, experimentelle Kernwaffenexplosionen jeder Art sowie beliebige andere Kernexplosionen an jedwedem Ort, der unter seiner Jurisdiktion oder Kontrolle steht, zu verbieten, zu verhüten und zu unterlassen:
a) in der Atmosphäre, außerhalb derselben, einschließlich des kosmischen Raums; unter Wasser, einschließlich der Hoheitsgewässer und des offenen Meeres; sowie
b) in jedem anderen Medium, wenn eine solche Explosion radioaktive Niederschläge außerhalb der Territorialgrenzen des Staates hervorruft, unter dessen Jurisdiktion oder Kontrolle eine solche Explosion ausgelöst wird ..."

Die von uns betrachtete Frage fällt unter Punkt b) des Artikels I. Aus ihm ergibt sich, daß Auswurfskernsprengungen zu friedlichen Zwecken keinen Niederschlag radioaktiver Substanzen außerhalb des Staates nach sich ziehen dürfen, in dem solche Sprengungen vorgenommen werden.
Diese Bedingung ist als unerläßliche zusätzliche Begrenzung von Kernsprengungen zu friedlichen Zwecken zu betrachten, keineswegs aber als deren Verbot.

Es ist auch ein anderes internationales Dokument in Betracht zu ziehen, nämlich der Kernwaffensperrvertrag, dessen Artikel V lautet: "Jeder Partner des vorliegenden Vertrages verpflichtet sich, die entsprechenden Maßnahmen zu treffen, um zu gewährleisten, daß die potentiellen Segnungen, die eine beliebige friedliche Anwendung von Kernexplosionen bringen kann, entsprechend diesem Vertrag unter entsprechender internationaler Überwachung und vermittels der entsprechenden internationalen Prozedur den Partnerstaaten des vorliegenden Vertrags, die keine Kernwaffen besitzen, auf nichtdiskriminierender Grundlage zugängig gemacht werden ..."
Folglich sieht dieser Vertrag Möglichkeiten für friedliche Kernsprengungen vor. Ihrer dürfen sich ohne jede Diskriminierung auch andere Länder unter entsprechender internationa-

ler Überwachung und bei Einhaltung der vorgesehenen internationalen Prozedur bedienen.
Die UdSSR als Signatar des Kernwaffenvertrages respektiert verantwortungsbewußt die Verpflichtungen, die sich aus seinem Artikel V ergeben. Wir realisieren ein Forschungs- und Projektierungsprogramm für die friedliche Nutzung von Kernexplosionen, nehmen Experimental- und Pilotkernsprengungen zu friedlichen Zwecken vor und sammeln so ein umfangreiches Material von großer Bedeutung.
All dies bringt den Tag näher, an dem die friedlichen Kernsprengungen die ihnen zukommende Stellung bei der Entwicklung der Wirtschaft unseres Landes einnehmen und auch in anderen Staaten wirtschaftliche Anwendung finden werden.

Die Sowjetunion wird auch künftig aktiv die wissenschaftlich-technische Nutzung von Kernsprengungen für Aufbauzwecke entwickeln und damit zur Verwirklichung von Artikel V des Sperrvertrags beitragen. Dazu sind organisatorische Maßnahmen erforderlich, von denen der Vertrag sagt, daß sie die entsprechende internationale Überwachung sichern und den internationalen Prozeduren entsprechen müssen.

Im UNO-System gibt es heute nur eine internationale Organisation, die sich mit den technischen und organisatorischen Fragen friedlicher Kernsprengungen befaßt - die Internationale Atomenergiebehörde, die von der UNO-Vollversammlung 1971 als das zuständige internationale Organ auf dem Gebiet der friedlichen Kernsprengungen bezeichnet und zur Fortsetzung ihrer Tätigkeit ermächtigt wurde.
In den Jahren 1971 und 1972 entwickelte und bestätigte die IAEA unter Teilnahme der Mitgliedstaaten, darunter der UdSSR, die Bestimmungen für die internationale Überwachung von Kernsprengungen zu friedlichen Zwecken.
Im vorigen Jahr beschloß die IAEA, einen besonderen Dienst für derartige Sprengungen einzurichten. All dies zielt darauf ab, eine praktische internationale Nutzung friedlicher Kernexplosionen vorzubereiten. Die IAEA wird jedoch noch viel leisten müssen, bis die hier schlummernden großen Möglichkeiten realisiert sind. Unverzüglich muß sie namentlich

an die Ausarbeitung von Standardsicherheitsregeln für nukleare Sprengungen gehen. Die UdSSR ist bereit, der IAEA bei der Überführung friedlicher Kernsprengungen in die Praxis jede Hilfe zu leisten.

Aus "Neue Zeit" 1975/2 (gekürzt)

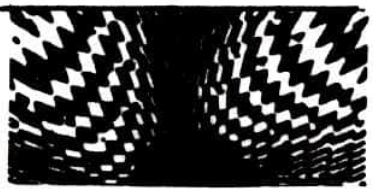
impuls LEXIKON

Welchen Blutdruck besitzt die Giraffe ?

Bekanntlich ist die Giraffe ein sehr großes Tier. Sie kann eine Höhe von 6 m erreichen. Dabei beträgt die Länge des Halses 1/3 der Höhe des gesamten Körpers. Solch ein eigenartiger Bau bedingt bei der Giraffe einen hohen Blutdruck. Die Entfernung von den Gehirnkapillaren bis zum Herzen beträgt mehr als 2 m. Auf solch einem Weg muß eine ziemlich große Schwerkraft überwunden werden. Das ist nur mit hohem Druck möglich, sonst würde das Gehirn nicht ausreichend mit Blut versorgt werden.
Messungen ergaben, daß im Moment der Systole des Herzens der Blutdruck auf 350 mm Hg-Säule ansteigt. In der Diastole beträgt er 220 mm Hg-Säule.
Sobald die Giraffe die Lage ihres Kopfes verändert, verändert sich auch der Blutdruck. Bei Senken des Kopfes erhöht sich der Blutdruck. Bei jedem anderen Tier würden die Blutgefäße zerplatzen.
Bei Anheben des Kopfes beschreibt der Kopf der Giraffe einen Halbkreis mit einem Radius von 2 m. Dann wirkt eine Zentripedalkraft.

Die Giraffe würde das Bewußtsein verlieren, wenn sie nicht so einen hohen Blutdruck hätte.
In vielen Versuchen wurde festgestellt, daß sich die Hirnarterie in viele kleinere Gefäße teilt, durch die das Blut mit geringerem Druck fließt. Dieses Prinzip wird auch in der Technik genutzt.

Physikaufgabe Nr. 5



An einem PKW, der am Straßenrand steht, fährt ein zweiter mit der Geschwindigkeit $v_2 = 60\ km \cdot h^{-1}$ vorüber. Nachdem dieser weitere 120 m zurückgelegt hat, nimmt der erste die Verfolgung auf und fährt mit konstanter Beschleunigung a_1 hinterher. Nach 40 s erreicht er den 2. Wagen. Welche Beschleunigung war hierzu notwendig und wie hoch ist die Geschwindigkeit im Augenblick des Erreichens ?

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

Lösung der Physikaufgabe Nr. 2 aus Heft 5/8. Jahrgang

Welche Änderung an potentieller Energie erfährt ein Körper mit der Masse $m_o = 100$ kg, der von der Erde zum Mond befördert wird ?

Lösung

(eingesandt von R. M e i n e l, 10. Klasse, Jena)

Die Arbeit, die im Gravitationsfeld der Erde verrichtet wird, beträgt

$$W_1 = \int_{r_1}^{d-r_2} \gamma \frac{m_1 m_o}{r^2}\, dr$$. (γ -Gravitationskonstante)

Bezüglich des Gravitationsfeldes des Mondes wird Arbeit frei, da sich der Abstand Körper - Mond verringert.
Die Arbeit beträgt

$$W_2 = \int_{r_1}^{d-r_1} \gamma \frac{m_2 m_o}{r^2}\, dr .$$

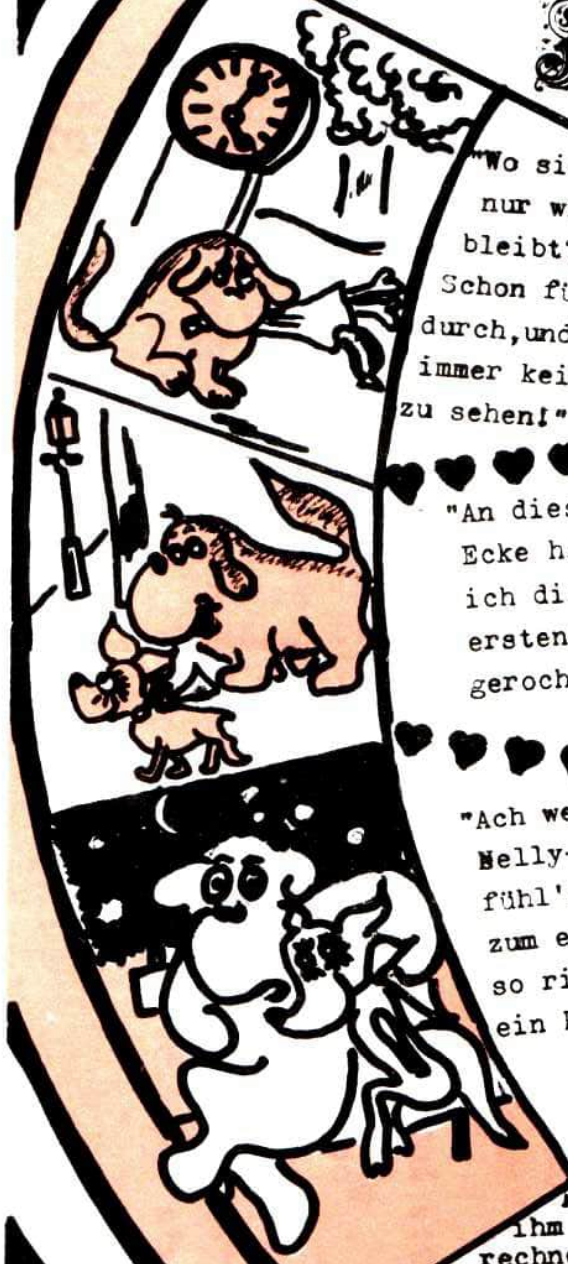
Die Änderung der potentiellen Energie des Körpers ist also

$$W_{pot} = W_1 - W_2 = \gamma m_1 m_o \left(-\frac{1}{d-r_2} + \frac{1}{r_1}\right) - \gamma m_2 m_o \left(-\frac{1}{d-r_2} + \frac{1}{r_2}\right).$$

$$= 5{,}87 \cdot 10^9\ Nm - 2{,}82 \cdot 10^8\ Nm = 5{,}59 \cdot 10^9\ Nm$$

Der Körper erfährt also eine Änderung an potentieller Energie von $5{,}59 \cdot 10^9$ Nm.

Arbeit löscht Liebe Brunst



"Wo sie nur wieder bleibt? Schon fünf Uhr durch, und noch immer kein Schwanz zu sehen!"

"An dieser Ecke habe ich dich zum erstenmal gerochen...!"

"Ach weißt du, Nelly-heut fühl'ich mich zum erstenmal so richtig wie ein Hund...!"

LEIPZIG:

Vor der hiesigen Strafkammer wurde ein rückfälliger Dieb zu 4 Monaten Gefängnis und einer Woche Haft verurteilt.

Der Diebstahl mehrerer Rollen Klosettpapier wurde ihm dabei als Mundraub angerechnet.

PATENT-AMT

Der Träger eines Hutes mit der Grußvorrichtung nach dem USA-Patent 556248 hat es bequem. Er braucht nur den Kopf zu neigen, schon hebt sich der Hut vom Kopf ab. Hoffentlich führt der Begrüßte die Hutbewegung nicht darauf zurück, daß dem Hutträger bei seinem Anblick die Haare zu Berge stehen.

ANZEIGEN

-Herr sucht einen anderen Herrn, um mit ihm Dame zu spielen.

WO?

- sagt die Redaktion

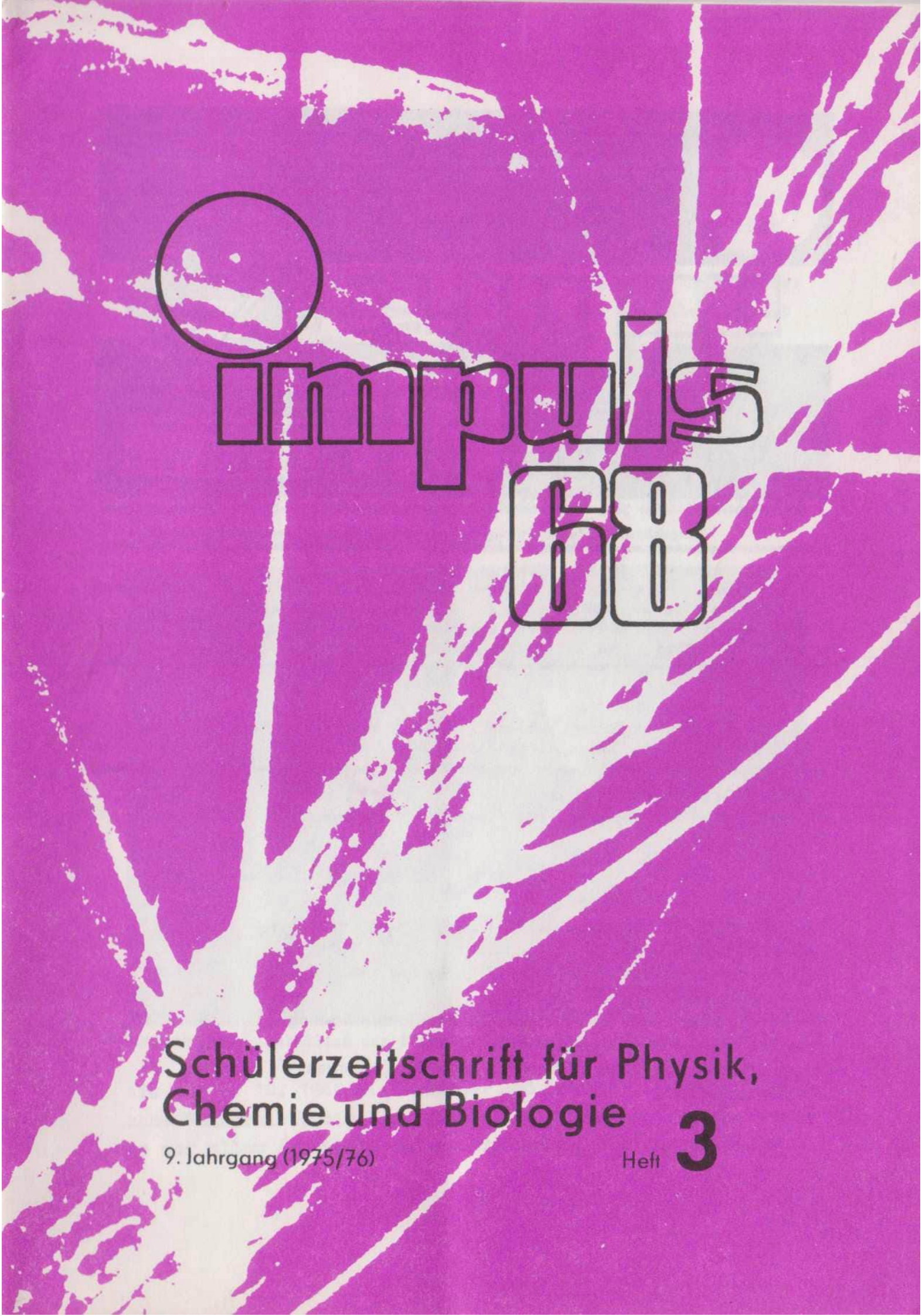
Gestern trat ein Fräulein an mein Bett und behauptete, die Märchenfee zu sein, und sie fragte mich, ob ich drei Wünsche hätt', und ich sagte, um sie reinzulegen:

N
E
I
N
-

W.Finck

-Ich habe bemerkt-, sagt Herr K., -daß viele von unserer Lehre abschrecken dadurch, daß wir auf alles eine Antwort wissen. Könnten wir nicht im Interesse der Propaganda eine Liste der Fragen aufstellen, die uns ganz ungelöst erscheinen?-

B.B.



Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 3

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

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

Titelbild: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Antennenfühlers einer Mücke

Inhalt:

Vor 30 Jahren: Der Neubeginn		3
Infrarotdurchlässige Materialien (2)	CHE	7
Impuls-MOSAIK		12
Exklusivinterview mit Nobelpreisträger N. G. Bassow		13
Wie entwickelt sich die Mikroelektronik		16
Der Einsatz biophysikalischer Methoden in der Pflanzenzüchtung	BIO	19
Tunguska 1908 – Rätsel um einen Meteoriten (2)	AST	21
Wissenschaftlich-technischer Fortschritt – Züge und Tendenzen	DOK	26
Physikaufgabe Nr. 6		31

Vor 30 Jahren — Der Neubeginn

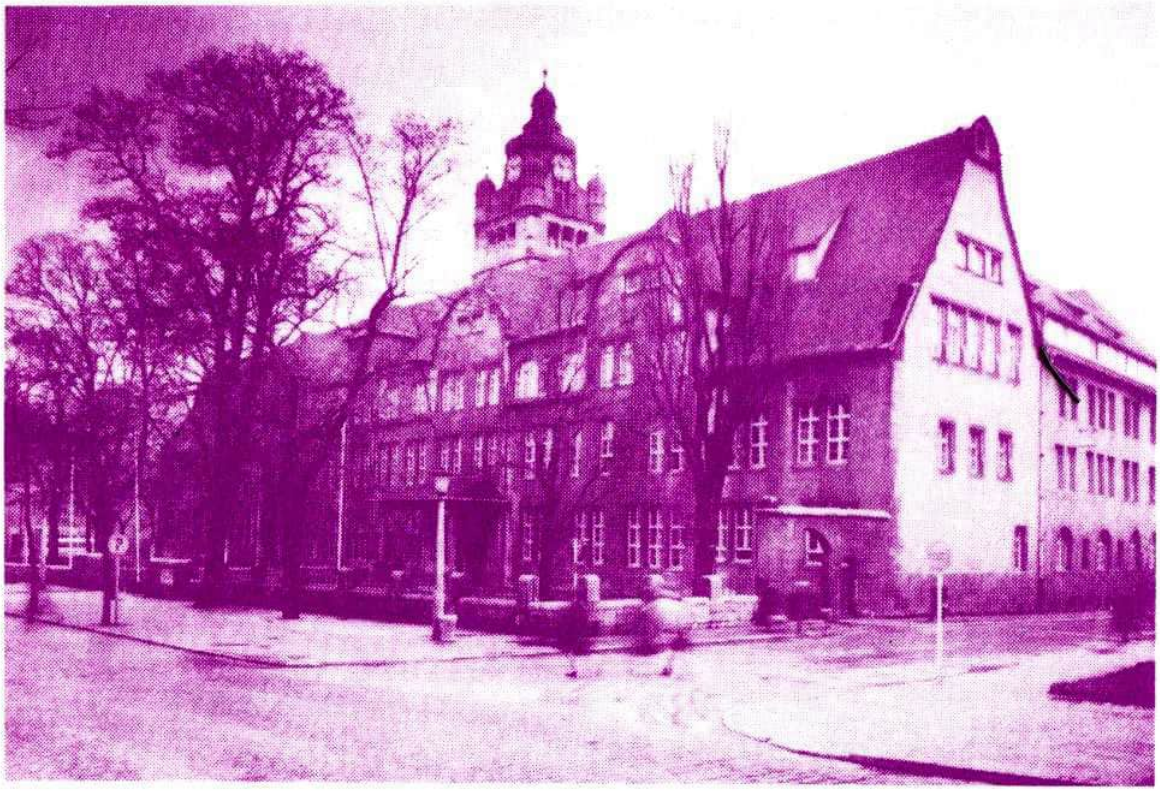
Am 15. 10. 1975 feiert die Friedrich-Schiller-Universität ihren 30. Jahrestag der Neueröffnung. Nachdem in der dunklen Zeit des Faschismus an der so traditionsreichen "Alma mater Jenensis" alle demokratischen Regungen mit brutaler Gewalt erstickt wurden, war es im wahrsten Sinne des Wortes ein Neubeginn. Bereits im Juli 1945 nach dem Abzug der amerikanischen Besatzungstruppen, die übrigens alles mitgehen ließen, was ihnen einigermaßen wertvoll und verwendbar erschien (allein aus den physikalischen Instituten Geräte und Bücher im Werte von 320.000 Reichsmark), begannen die vorbereitenden Gespräche unter wesentlicher materieller und ideeller Hilfe der sowjetischen Militärverwaltung.

Demonstration anläßlich der Neueröffnung der Universität im Oktober 1945

Als am 15. 10. 1945 die Jenenser Universität als erste deutsche Universität mit dem Studienbetrieb wieder begann, waren es vor allem Arbeiter- und Bauernkinder, die das geistige

Antlitz der Universität prägten. Vor 1945 nie mehr als 5 % betragend, konnten bereits 1950 mehr als die Hälfte Arbeiter- und Bauernkinder immatrikuliert werden.

In den fünfziger Jahren begann eine stürmische Entwicklung. Neue Universitätseinrichtungen wurden gebaut, so z.B. ein Physikalisches Institut, eine Beschleunigerhalle und ein Betatronbunker für hochenergetische physikalische Untersuchungen, das Institut für Organische Chemie und Biochemie usw. Die Studentenzahlen stiegen von 3500 im Gründungsjahr der DDR auf über 5700 gegenwärtig.



Hauptgebäude der Friedrich-Schiller-Universität

Viel ließe sich über große Erfolge in Erziehung, Ausbildung und Forschung berichten. Welch großzügige Unterstützung der Universität zuteil wurde, belegen allein einige Zahlen aus der Sektion Physik. Das Grund- und Meßpraktikum zur studentischen Ausbildung erhielt in den letzten Jahren moderne Geräte und Ausrüstungen im Werte von über 300.000,-- Mark.

Ein modernes Elektronikpraktikum wurde mit einem Kostenaufwand von mehr als 200.000,-- rekonstruiert und aufgebaut.

In der Abschlußphase des Studiums, der Diplomarbeit, stehen den Studenten heute ebenfalls modernste Geräte zur Verfügung, angefangen bei leistungsfähigen Lasern über ein Elektronenmikroskop der Sektion Chemie, einer großen EDV-Anlage im Rechenzentrum der Universität bis hin zu größeren Beobachtungsinstrumenten der Astrophysiker.

Dem Fleiß und Talent der Mitarbeiter der Universität ist es zu verdanken, daß der Name "Friedrich-Schiller-Universität" innerhalb von 30 Jahren einen ausgezeichneten internationalen Ruf erlangt hat. Das bezeugen u.a. auch die ständig wachsende Zahl ausländischer Besucher, die Erfahrungen vermitteln, aber auch viel lernen wollen und können.

Wissenschaftler und Studenten der Friedrich-Schiller-Universität bei der Demonstration aus Anlaß der Neueröffnung
(Fotos HSB der Uni Jena)

impuls 68 LESEN!

impuls

gewußt, wie

gewußt, wo

PHYSIK
ASTRONOMIE

EXPERIMENTE
AUFGABEN
NEUES VOM BÜCHER-
MARKT

STUDIEN-
INFORMATION

PHILOSOPHIE
ÖKONOMIE

CHEMIE

BIOLOGIE

impuls 68

impuls 68

impuls 68

impuls 68

,die Zeitschrift für naturwissenschaftlich begeisterte Oberschüler, stammt aus der Feder von Studenten und Wissenschaftlern,denen es Spaß macht,andere für die Naturwissenschaft zu begeistern.

erscheint monatlich von
September bis Juni.

(Bezug nur über Direktabonnement; wenn möglich bitte Sammelbestellungen)

Preis pro Heft nur 0,40M

Unsere Adresse: Redaktion"impuls"
69 Jena
Max-Wien-Platz 1

Senden Sie Ihre Bestellung an uns.

(Postkarte genügt.)

Und geben Sie auch Ihre eigene Adresse mit an.

Auf die erfolgreichen Werber warten einige interessante Preise.

Dr. D. Linke
Sektion Chemie

Infrarotdurchlässige Materialien (Teil 2)

CHEMIE

Welche Stoffklasse ist die beste?

Keine leichte Frage! Was geschieht eigentlich bei der Wechselwirkung von Stoffen mit infraroter Strahlung? Wie kommt es, daß jeder Festkörper nur in einem charakteristischen Frequenzbereich für elektromagnetische Wellen durchlässig ist?

Ein Festkörper absorbiert elektromagnetische Strahlung, wenn die Energie der auftreffenden Quanten größer ist als die Energiedifferenz ΔE_λ zwischen Valenz- und Leitungsband des Festkörpers (ΔE_λ wird oft auch als "verbotene Zone" bezeichnet). Mit Hilfe der seit PLANCK und EINSTEIN geläufigen Gleichung $E = h \cdot \nu$ einerseits und der Beziehung $c = h \cdot \nu$ andererseits läßt sich leicht berechnen, bis zu welcher Grenzwellenlänge λ das bei vorgegebenem ΔE der Fall ist (h = PLANCKsches Wirkungsquantum, ν = Frequenz).
Eine langwellig Grenze für die Infrarotdurchlässigkeit ergibt sich dadurch, daß bei bestimmten Energien der Infrarotstrahlung Resonanz mit den Gitterschwingungen der Atome des Festkörpers eintritt. Die Frequenz der Grundschwingung zwischen Atomen A und B liegt dabei um so tiefer, je größer die Atomgewichte von A und B sind.
Für Ionenkristalle, z.B. das Steinsalz NaCl, liegt entsprechend der optischen Aktivierungsenergie ΔE_λ von ca. 6 eV die Absorptionskante im ultravioletten Spektralbereich. Sichtbare oder gar infrarote Strahlung ist nicht energiereich genug, um Ladungsträger in Energiezustände oberhalb der verbotenen Zone anzuheben; eine derartige Wechselwirkung zwischen Stoff und Strahlung bleibt aus. Das Steinsalz ist für sichtbares Licht insgesamt durchlässig, also farblos, ebenso für

weite Bereiche infraroter Strahlung. Es ist auch thermisch stabil (Schmelztemperatur ϑ_F = 800 °C), hat aber den grossen Nachteil, wasserlöslich zu sein. Auch ist die Züchtung hinreichend großer und optisch homogener Einkristalle und deren Formgebung für optische Bauteile recht aufwendig, ganz abgesehen davon, daß die Alkalihalogenide nur geringe Oberflächenhärten haben, vor mechanischer Beanspruchung also zu schützen sind.

Bei Stoffen mit beträchtlich kleineren Werten für ΔE_λ, uns als Halbleiter geläufig, liegt die Absorptionskante entweder im sichtbaren Spektralbereich (farbige Substanzen, wie Cadmiumsulfid CdS, Zinnober HgS) oder im nahen Infrarot (dunkle, metallisch wirkende Stoffe, z.B. Silizium, Germanium). Den Übergang vom Isolator zum Metall können wir gut in der Reihe der Elemente der 4. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente verfolgen, etwa vom Kohlenstoff in der Diamantform bis zum Zinn.
Ein Halbleiter wie Germanium (ΔE_λ ca. 0,65 eV) ist bis ins langwellige Infrarot durchlässig, hat eine hohe Schmelztemperatur, ist gegen atmosphärische Einflüsse resistent und darüber hinaus sehr hart. Germanium sollte also ein ideales infrarotoptisches Material abgeben. Trotzdem weist die Praxis auch hier Mängel aus: Bei höheren Temperaturen als 100 °C werden wegen des schon etwas niedrigen Wertes für ΔE_λ Ladungsträger thermisch angeregt, wodurch auch A b s o r p t i o n infraroter Strahlung einsetzt. Dazu kommt der hohe, stark temperaturabhängige Brechungsindex, der zu hohen Reflexionsverlusten an jeder Grenzfläche zu Luft führt; durch Oberflächenvergütung mit geeigneten Materialien sind allerdings solche Intensitätseinbußen zum Teil vermeidbar. Oft wird darüber hinaus bei Germanium oder Silizium als Nachteil empfunden, daß die Züchtung besonders großer Einkristalle entsprechend den Forderungen der Optikkonstrukteure und Gerätebauer technisch nicht beherrscht wird.
Demgegenüber haben Gläser als nichtkristalline Werkstoffe den großen Vorteil der leichten Formgebung. Im Prinzip lassen

sich Proben in beliebigen Formen und Ausmaßen herstellen. Durch die nichtstöchiometrische Zusammensetzung von Gläsern sollte es außerdem möglich sein, je nach der gewählten Zusammensetzung beliebige gewünschte Werte für die optische Aktivierungsenergie ΔE_λ einzustellen. Das ist tatsächlich der Fall, dennoch sind konventionelle oxidische Gläser als Infrarotmaterial für den Bereich von 1 bis 15 µm nicht geeignet, da sie Infrarotstrahlung oberhalb 4 bis 5 µm schon absorbieren. Dagegen bewirkt der Übergang zu Gläsern auf der Basis der schwereren Chalkogene Schwefel, Selen und Tellur - man faßt sie sprachlich nicht ganz korrekt als Chalkogenidgläser zusammen, nimmt also Oxidgläser ausdrücklich heraus aus dieser Stoffklasse - eine schrittweise Verschiebung der Durchlässigkeitsgrenze zu immer größeren Wellenlängen. Das Periodensystem ist wiederum gut geeignet, um je nach der Stellung der das Glas bildenden Elemente Aussagen zur Infrarotdurchlässigkeit machen zu können.
Man sollte nun erwarten, daß innerhalb des durch die beiden Grenzwellenlängen abgesteckten Bereichs eine gleichmäßig gute Infrarotdurchlässigkeit gegeben sei. Unter bestimmten Voraussetzungen kann das durchaus so sein. Worauf ist also zu achten?

Beimengungen, wie sie für die elektrische Leitfähigkeit von dotierten einkristallinen Halbleitern entscheidend sind, spielen bei den für optische Materialien geeigneten Chalkogenidgläsern mit relativ hohen ΔE_λ -Werten um 1,5 eV nur eine untergeordnete Rolle. Dagegen führen z.B. Sauerstoffverunreinigungen zu Element-Sauerstoff-Schwingungen und damit zu störenden Absorptionsbanden (vgl. Artikel: IR-Spektroskopie in H. 6/ 5. Jg.); so liegt die Ge-O-Valenzschwingungsbande bei 11,6 µm, die von Si-O-Bindungen bei ca. 9 µm (auch hier führt das schwerere Atom Ge zur längerwelligen Bande!). Abb. 2 gibt Absorptionsspektren für ein Chalkogenidglas in Abhängigkeit von dessen Reinheit wieder.
Der Anwender wird wegen des relativ hohen Aufwands zur Herstellung völlig sauerstofffreier Gläser nicht von vornherein auf die Abwesenheit jeglicher Verunreinigungen orientieren,

sondern prüfen, welcher Reinheitsgrad für den jeweiligen Verwendungszweck erforderlich bzw. ausreichend ist, um daraus die ökonomisch vertretbare Technologie zur Herstellung der Gläser abzuleiten. Ähnliches gilt auch für Störungen, die durch Defekte im Festkörper, Mikrorisse, Kristallite, Phasengrenzen usw., verursacht werden. Die dadurch bewirkte Streuung der auftretenden Strahlung wird durch die Größe solcher Partikel relativ zu der Wellenlänge der Strahlung, auch durch die Differenz der Brechungsindizes von Partikel und umgebendem Medium bestimmt, muß also nicht von vornherein zu einer beträchtlichen Qualitätsminderung führen.

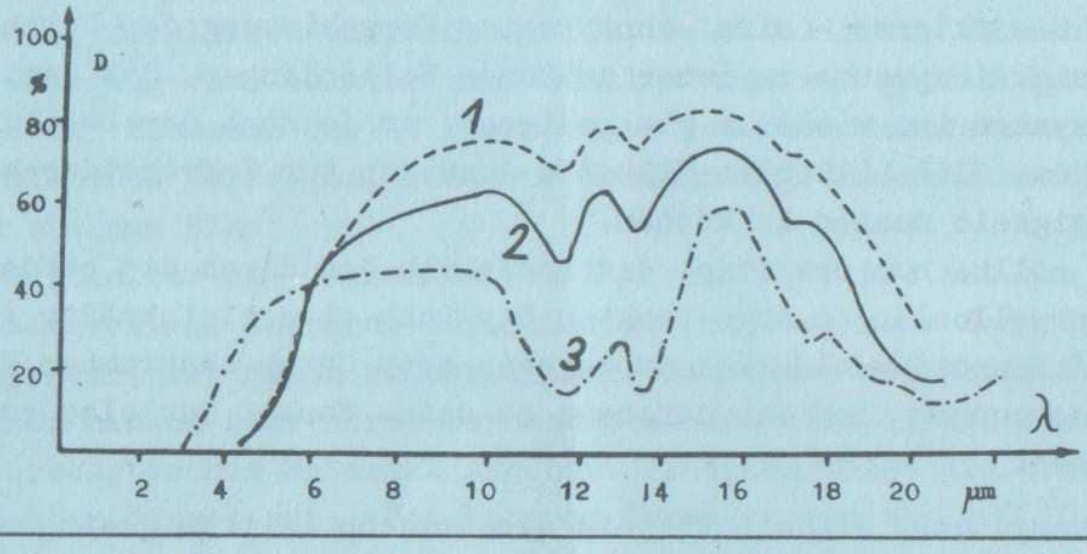


Abb. 2 Infrarotdurchlässigkeit D (in %) von Ge-As-Se-Tl-Gläsern (nach PERNOT)
Die Absorptionsbanden bei ca. 11,6 und 13,3 µm gehen auf Ge-O-Schwingungen zurück, die Verunreinigung der Proben durch Sauerstoff wächst von 1 zu 3

Durch die ausführliche Behandlung der Chalkogenidgläser soll nicht der Eindruck entstehen, als seien s i e die optimalen infrarot-optischen Medien. Wie Tabelle 2 zeigt, nehmen sie in Härte, Ausdehnungskoeffizient α , Brechungsindex n sowie oberer Gebrauchstemperatur nur eine Mittelstellung zwischen den Alkalihalogeniden und den kristallinen Halbleitern ein. Immerhin lassen sich solche Gläser bei geeigneter Zusammensetzung bis 300 °C und darüber hinaus ausnutzen, wenn man durch entsprechend hohe Werte für die optische Aktivierungs-

energie die bei Germanium erwähnte thermische Anregung von Ladungsträgern ausschließt.

Tab. 2 : Durchlässigkeitsbereich, Brechungsindex n bei 5 µm, obere Gebrauchstemperatur ϑ_{max}, linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient α und der Oberflächenhärte nach KNOOP für ausgewählte infrarotoptische Materialien (nach HILTON)

Material	Bereich µm	n	ϑ_{max} (°C	α (1/Kelvin)	Härte (kp/mm^2
Alkalihalogenide					
NaCl	0,2 - 15	1,52	800	$44 \cdot 10^{-6}$	15
CsJ	0,2 - 50	1,74	620	$50 \cdot 10^{-6}$	-
Halbleiter					
Si	1,2 - 15	3,42	200	$4 \cdot 10^{-6}$	1150
Ge	2 - 23	4,02	100	$6 \cdot 10^{-6}$	700
Chalkogenidgläser					
As_2S_3	1 - 11	2,41	200	$25 \cdot 10^{-6}$	109
$Ge_{33}As_{12}Se_{55}$	0,8- 16	2,49	300	$13 \cdot 10^{-6}$	171

Kommen wir auf die eingangs gestellte Frage zurück: Jedes der betrachteten Materialien und weiterer, die hier nicht behandelt werden konnten, hat seine Vorzüge, aber auch Nachteile, und so wird es vom speziellen Verwendungszweck abhängen, welchem man jeweils den Vorrang einräumt.

Wem das Argument einleuchtet, daß Chalkogenidgläser oft den besten Kompromiß darstellen, der sei auf den dritten und letzten Teil dieser Serie verwiesen. Er wird ausschließlich dieser relativ neuen Stoffklasse gewidmet sein.

MOSAIK

Selbsterhitzende Konservendose

In New York wurde eine selbsterhitzende Konservendose entwickelt, die in kaum einer Minute ein fertiges, warmes Gericht liefert. Sie besteht aus einem tiefgezogenen Boden, der die wärmeerzeugende chemische Mischung enthält. Als Wärmeauslöser dient ein kleiner "elektrischer Dorn", ähnlich dem Zusatz einer Blitzlichtkamera, der immer wieder verwendbar ist.

Kältebeständige Äpfel

Apfelbäume, die violette Früchte tragen, sind in das Register der Obstbäume der UdSSR aufgenommen worden. Die Äpfel wiegen 100 g und haben Ananasgeschmack. Diese Sorte wird gegenwärtig im Norden des europäischen Teils der UdSSR gezüchtet und ist sehr kältebeständig.

Farbenblindheit kann geheilt werden!

Mit Hilfe einer japanischen Erfindung ist es möglich, das Farbunterscheidungsvermögen eines Farbenblinden in 2-3 Monaten zu korrigieren. Das japanische Gerät (200x140-46 mm) reizt nicht funktionierende Zapfenzellen der Netzhaut, unter denen getrennte Farbrezeptoren liegen, mit einer der Wellenlänge des Lichtes entsprechenden Stromfrequenz und löst auf diese Weise Farbempfindungen aus. Damit kann ein großes Hindernis zur Ausübung bestimmter Berufe beseitigt werden.

wissenschaft im kreuzverhör

Exklusivinterview mit Nobelpreisträger N.G. Bassow

Vorbemerkung: In den Heften 1 und 2 berichtete "impuls 68" über ein hochaktuelles Forschungsgebiet - erste Versuche einer laserinduzierten Kernfusion. Der Laser, zu Beginn der 60er Jahre entwickelt, hat eine Vielzahl hochinteressanter Anwendungen in nahezu allen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen gefunden. In den Jahren 1953/54 schufen N.G. Bassow, A.M. Prochorow und C.H. Townes die theoretischen Grundlagen, auf deren Basis 1960 der erste Laser entwickelt wurde. Alle 3 Wissenschaftler erhielten für ihre fundamentalen Arbeiten den Nobelpreis. Prof. Bassow, Direktor des weltbekannten Lebedew-Instituts in Moskau, besuchte im Juli 1975 die Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität. Auf Vorschlag des Rates der Sektion Physik wurde ihm auf Grund seiner überragenden wissenschaftlichen Leistungen die Ehrendoktorwürde der FSU Jena verliehen. Es war uns eine ganz besondere Freude,

Prof. N.G. Bassow (Foto Günther)

daß Prof. Bassow, trotz knapp bemessener Zeit, ein Interview für "impuls 68" gab. Prof. Bassow und seine Mitarbeiter arbeiten seit einigen Jahren an der Problematik der laserinduzierten Kernfusion. Die bisher erzielten Erfolge sind sehr vielversprechend. (Zum Verständnis des Interviews bitten wir unsere Leser nochmals, sich in den vorangegangenen Artikeln zu informieren)

"impuls 68": Herr Prof. Bassow, welcher Lasertyp hat ihrer Meinung nach die größte Chance, zum Einsatz zu kommen?

Prof. Bassow: Das sind der Neodymglaslaser und der CO_2-Laser. Es gibt aber noch einige Probleme, die die Wechselwirkung der Strahlung des Lasers mit dem Plasma betreffen. So, wie die Rundfunkwellen von der Ionosphäre bei einer bestimmten Dichte reflektiert werden, so wird auch das normale Licht bei einer Elektronendichte von 10^{20} pro cm^3 reflektiert.
Bei einem Neodymglaslaser wird trotz der theoretischen Berechnungen, die eine Reflexion voraussagen, 90 % der Intensität des Laserstrahls durch das Plasma absorbiert. Das geschieht durch nichtlineare Effekte. An diesem Widerspruch arbeitet z.Z. bei uns Prof. Solin. Wir können zwar noch nicht sagen, daß wir alle Fragen geklärt haben, aber die wesentlichsten Widersprüche sind beseitigt. Der Neodymglaslaser entspricht unserer Meinung nach allen Anforderungen für die laserinduzierte Kernfusion, etwas schlechter steht es mit dem Jod-Dissoziationslaser. Außerdem gibt es noch eine ganze Reihe anderer verwendbarer Lasertypen.

"impuls 68": Wann wird die erste laserinduzierte Kernfusion "laufen"?

Prof. Bassow: Das ist eigentlich eine nicht ganz präzise Frage. Die ersten thermonuklearen Reaktionen laufen bereits. Die Frage ist aber die, wann bekommen wir mehr Energie heraus, als hineingesteckt wurde? Es geht uns nicht nur darum, einen bestimmten Energieüberschuß zu bekommen, sondern einen guten Wirkungsgrad. Was den Energieüberschuß anbetrifft, hoffen wir diesen bereits mit unserem neuen Laser zu erhalten. Aber bis dahin gibt es noch eine ganze Reihe Schwierigkeiten

zu überwinden, z.B. die Fragen der Plasmadiagnostik, also einer Frage, die sich mit den Eigenschaften des Plasmas beschäftigt. Wir haben ja hier einen neuen Zustand der Materie. Die Dichte ist hundertmal höher als im Festkörper.

Prof. Bassow im Gespräch mit Prof. Unangst (Foto Sektionsbildstelle)

"impuls 68": Läßt sich bereits jetzt etwas zur "industriemäßigen" Nutzung laserinduzierter Kernfusionsanlagen sagen?

Prof. Bassow: Diese wirtschaftlichen Fragen sind für mich am schwersten zu beantworten. Was allein die physikalischen Aspekte anbelangt, würde ich die Frage positiv beantworten.

"impuls 68": Welche Ratschläge würden Sie einem Schüler geben, wenn er Physik studieren möchte? Lohnt es sich noch, Physik zu studieren?

Prof. Bassow: Es lohnt sich immer noch, Physik zu studieren, da es noch sehr viel Unbekanntes gibt. Ich möchte den künftigen Physikstudenten sagen, sie sollen nie Angst haben, zu sagen: "Ich verstehe etwas nicht".

"impuls 68": Herr Prof. Bassow, wir danken Ihnen im Namen aller Leser für das Interview.

Физика остается всегда одной из самых интересных наук.

14.2.75

Widmung von Prof. Bassow für "impuls 68":
"Die Physik erweist sich heute als eine der interessantesten Wissenschaften."

W. Hild
Sektion Physik
Diplomand

Wie entwickelt sich die Mikroelektronik?

Mit der Entwicklung des Transistors vor rund 20 Jahren erhofften sich die Wissenschaftler eine Revolution auf dem Gebiet der Elektronik. Denn der Transistor ist gegenüber der Elektronenröhre bedeutend zuverlässiger, er braucht weniger Energie und er ist kleiner.

Die zweite Phase der "Transistor-Revolution" begann schon zehn Jahre später. Man versuchte, ganze Schaltungen - bestehend aus Transistoren, Dioden, Kondensatoren und Widerständen - auf die Oberfläche von Halbleiterblättchen "aufzudrucken". Diese Entwicklungsphase war im wesentlichen durch technologische und konstruktive Verbesserungen möglich gewesen.

Warum bestand die Tendenz zur Mikroelektronik?

Der Anlaß war ursprünglich die Forderung nach Minimierung des Raumbedarfs und der Masse der Geräte. Ohne Mikroelektronik ist z.B. die Raumfahrt praktisch unmöglich. Die Halbleiterschaltung und deren Miniaturisierung hat große Bedeutung in der Technik erlangt. Dazu im folgenden einige Gesichtspunkte.

Zuverlässigkeit der Bauelemente

Bei einer Schaltung aus z.B. 200 Trioden- und Diodenröhren würde im Mittel in 1000 Betriebsstunden (etwa 1 Monat) eine ausfallen. Dazu kommen aber noch Widerstände, Kondensatoren und Lötverbindungen. Moderne Rechenanlagen bestehen aus rund 250000 Schaltkreisen. Hier sieht man, daß bei mit einzelnen Bauelementen bestückten Schaltungen (auch mit Transistoren) durch die notwendigen Löt- und Steckverbindungen keine vertretbaren Betriebszuverlässigkeiten erreichbar sind. Da ein Festkörperschaltkreis aus vielen Komponenten besteht, aber auf einem Halbleitersubstrat kompakt aufgebaut ist, wird die gleiche Zuverlässigkeit wie die eines einzelnen Bauelementes er-

reicht. Deshalb steigt durch Minimierung der Anzahl der einzelnen Bauelemente die Betriebszuverlässigkeit enorm an (Ausfallrate etwa 0,0001 % je 1000 Stunden).

Bauelement	Ausfallrate in % je 1000 Betriebsstunden
Kohleschichtwiderstand	0,2
Papierkondensator	0,1
Lötverbindungen	0,03
Gleichrichterröhre	1,0
Si-Planardiode	0,002
Triodenröhre	0,5
Si-Leistungstransistor	0,05
Si-Planartransistor	0,005

Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit

Um schnellere Rechenanlagen bauen zu können, ist eine Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit notwendig. Heutzutage schafft man es, daß Schaltkreise in 150 Picosekunden schalten. Diese Werte hätte man vor 20 Jahren noch nicht einmal messen können. Sollen diese schnellen Schaltkreise wirkungsvoll genutzt werden, müssen sie in günstiger Weise kompakt gebaut und miteinander verbunden werden. Denn die Leitungslängen sind ein entscheidendes Kriterium für die Signalverzögerungen.

Evolution oder Revolution der Mikroelektronik?

Die Evolution der Mikroelektronik würde bedeuten, daß durch ständige technologische Verbesserungen die Kosten für komplizierte elektronische Bauelemente enorm sinken. Dann läge es im Möglichen, Computer für Anwendungen im täglichen Leben billig herzustellen.

Sieht man aber die Revolution der Mikroelektronik, dann müssten andere Werkstoffe als Silizium verwendet werden, dann müßten andere Erscheinungen als nur pn-Übergänge benutzt werden. Ausblicke darauf bieten z.B. Gunn-Effekt-Oszillatoren (z.B. n-GaAs) und neuartige Einrichtungen zum Ladungstransport.

Ein zweiter Teil der Revolution wären völlig neue Anwendungen der Mikroelektronik-Techniken z.B. von elektrisch-optischen Umformern.
Um in der Entwicklung weiterzukommen, sind wesentliche Fortschritte auf beiden Gebieten notwendig.

Sind der Mikroelektronik Grenzen gesetzt?

Die Fläche eines Bausteins ist zu 40 % mit Leitungen und Anschlüssen und nur zu 4 % mit der eigentlichen Schaltung belegt. Es ist also naheliegend, daß zur Vergrößerung der Schaltungsdichte zuerst die Leitungen verkleinert werden müssen; man muß sie schmaler gestalten. Dem widersprechen aber die auftretenden ohmschen Verluste. Also müssen die Leitungen dicker und dabei schmal gehalten werden. Doch auch hier gebietet die Physik Grenzen, denn z.B. durch abnehmenden Querschnitt nimmt die Stromdichte zu und das Metall der Leitung wandert in Richtung des Elektronenflusses. Des weiteren treten Diffusionsprozesse zwischen den Werkstoffen auf.

Eine ganz wesentliche Grenze ist noch durch das Auflösungsvermögen (bedingt u.a. durch das Auflösungsvermögen der Mikroskope, durch fotoempfindliche Lacke, durch Unebenheiten der verwendeten Unterlagen, durch unvermeidliche Streuungen beim Aufdampfen der Strukturen) und die optische Reproduzierbarkeit der verwendeten Schaltungsmuster gegeben. Die heutigen optischen Bearbeitungsanlagen erreichen Genauigkeiten unter einem Mikrometer.

Wir sehen, daß die Mikroelektronik neue Maßstäbe setzt, zugleich aber auch enorme Schwierigkeiten bereitet. Die Ziele der Entwicklung sind relativ klar und wir werden in den nächsten Jahren noch einiges Neues von der Mikroelektronik hören und erleben.

Berichtigung zu Heft 9 des 8. Jahrgangs

Auf Seite 18 Mitte unter der ersten Abbildung muß es statt "...offenkettigen Olefinen)" "...offenkettigen Alkanen)" heißen.

G. Tenner
Dipl.-Biologe

Der Einsatz biophysikalischer Methoden in der Pflanzenzüchtung

Immer tiefer dringt heute die Biophysik in die Geheimnisse der lebenden Materie ein, um ihren Mechanismus zu erkennen und auszunutzen. Dabei kommen feinste physikalische Methoden zum Einsatz, die, ohne den Organismus zu schädigen, Aufschluß über den Ablauf physikalisch-chemischer Prozesse in lebenden Systemen geben. Nach Untersuchungen des Verhaltens lebender Systeme bei Stromdurchfluß erhielt man Information darüber, wie z.B. bei Erhöhung und Senkung der Umgebungstemperatur, unter Einwirkung von Salzen und bei Wassermangel physikalische und chemische Prozesse in lebenden Zellen ablaufen. So konnten u.a. die Ursachen, die zum Absterben der Zellen führen, aufgedeckt werden.

Große Bedeutung haben jene Methoden, die auf der Erscheinung des superschwachen Leuchtens der Pflanzen beruhen.

1930 entdeckte W. Lapeschkin, daß alle lebenden Zellen Licht aussenden. Es handelt sich hierbei um ein Leuchten, das verschiedene Oxydationsreaktionen im lebenden System begleitet. Auf dieser Grundlage konnte in den letzten Jahren eine Methode zur Diagnostik lebensfähiger pflanzlicher und tierischer Zellen unter ungünstigen Entwicklungsbedingungen ausgearbeitet werden. Dieser Methode liegt eine Entdeckung sowjetischer Biophysiker zugrunde, wonach jede Schädigung eine verstärkte Intensität des superschwachen Leuchtens (Explosion) hervorbringt.

Ein paar Beispiele aus der Praxis:

- Mit einem hochempfindlichen Elektronenmikroskop konnten A. Agawerdijew und seine Mitarbeiter eine Steigerung der Leuchtintensität der Wurzel bei gleichmäßiger Ab- und Zunahme der Temperatur am Wurzelende nachweisen. Die Zelle

gibt also Signale, wenn eine bestimmte Temperatur dem Organismus schadet.
(Tropenpflanzen - Explosion bei 45 bis 50 °C
nördliche Pflanzen - Explosion bei - 25 bis - 30 °C)
Somit konnte in wenigen Minuten die Frost- und Hitzebeständigkeit verschiedener Kulturpflanzen festgestellt werden.

- Mit verbesserten Apparaturen konnten auch von den Blättern Signale empfangen werden, wodurch eine Schnellbestimmung der Pflanzeneigenschaften unter Feldbedingungen möglich wurde.
- Auch über die Anpassung an den Salzgehalt und an die Feuchtigkeit des Bodens gibt die Erscheinung des superschwachen Leuchtens für den Züchter wertvolle Informationen.
- Insektizide und Herbizide müssen ständig verbessert werden, da sich die Schädlinge ihnen anpassen. Von vielen neuentwickelten Stoffen finden aber nur wenige Eingang in die Produktion, da sie für die landwirtschaftliche Nutzpflanze absolut unschädlich sein müssen. Die Überprüfung, ob unschädlich oder nicht schädlich mittels der Erscheinung des superschwachen Leuchtens löste zeitraubende und teure Technologien ab.
- Erste Schritte bei der Anwendung biophysikalischer Methoden zur Diagnostik von Pflanzenerkrankungen sind schon unternommen worden. Virusbefallene Kartoffeln kann man beim Legen nicht von einer gesunden Knolle unterscheiden, jedoch strahlen virusbefallene Knollen stärker als gesunde.

Sowjetische Wissenschaftler haben in Kriwoi Rog in 370 m Tiefe einen Garten unter Tage angelegt. Zehn Stunden täglich werden die Pflanzen von einer elektrischen Sonne bestrahlt. Unter diesen Bedingungen können jährlich vier Ernten eingebracht werden. Gurken z.B. können bereits nach 80 Tagen geerntet werden, einen halben Monat früher als gewöhnlich. Auch Schnittlauch wächst so doppelt so schnell wie unter normalen Bedingungen.

L. Günther
Sektion Physik
Diplomand

Tunguska 1908 - Rätsel um einen Meteoriten (Teil 2)

3. Atomexplosion über der Taiga?

Es ist erstaunlich, wie schnell ungewöhnliche Hypothesen über ungewöhnliche Vorgänge Verbreitung finden. Sotkin, der annahm, die Tunguska-Katastrophe sei durch eine Kernexplosion verursacht worden, ist Wissenschaftler. Als solcher versuchte er, die Fakten des Vorganges vom 30. Juni 1908 zu erklären. Dabei ließ er sich nicht auf Spekulationen über Zusammensetzung und Herkunft des kosmischen Körpers ein. Für viele aber wird seine Hypothese zum Ausgangspunkt abenteuerlicher Vermutungen. Schnell ist die folgende Version fertig:

Ein Raumschiff einer außerirdischen Zivilisation fliegt die Erde aus unbekannten Gründen an. Die Weiten Sibiriens scheinen für die Landung geeignet. Jedoch das Landungsmanöver geht schief. Das Bremstriebwerk versagt, und das Raumschiff stürzt zur Erde nieder. Infolge der Reibung in der Erdatmosphäre beginnt die Außenhaut zu glühen, die Steuermechanismen geraten außer Kontrolle, und über der Steinigen Tunguska endet der Absturz mit der Explosion des Kernreaktors.
Autoren utopischer Romane nehmen diese Story als Ausgangspunkt phantastischer Erzählungen. So Stanislaw Lem ("Der Planet des Todes", verfilmt als "Der schweigende Stern") und A. Kasanzew ("Der Fremde"). Das erklärt auch die große Verbreitung dieser Hypothese. Doch sie wird nicht widerspruchslos hingenommen. Zum Beispiel kann sie keine Erklärung für die "hellen Nächte" vom 30.6. - 2.7. 1908 geben. An ihnen sind sicher Partikel beteiligt, die mit dem kosmischen Körper unmittelbar im Zusammenhang stehen. Auch die Lichtverbrennungen an Bäumen sind nicht stichhaltig, denn intensive Lichtstrahlung ist nicht nur für Kernexplosionen charakteristisch. Direkte Anzeichen für "harte" Strahlung aber gibt es im Ka-

tastrophengebiet nicht. Sotkin untersucht Bäume, die 1908 das Inferno überlebt haben und gibt an, in den Holzschichten des Jahres 1908 erhöhte Radioaktivität festgestellt zu haben. Andere Wissenschaftler nehmen ähnliche Untersuchungen vor, doch keiner kann Sotkins Angaben bestätigen.
Aus all diesen Gründen wird die Hypothese von der Atomexplosion über der Taiga von der Mehrzahl der Wissenschaftler abgelehnt. Doch eine Frage bleibt noch immer: wo sind die Überreste des Meteoriten, die allein Aufschluß über seine Zusammensetzung geben können?

4. Wissenschaftliche Detektivarbeit

Ende der dreißiger Jahre äußerte der sowjetische Forscher Wladimir Vernodsky die Vermutung, daß der Tunguskameteorit ein kleiner Komet gewesen sein könne. Zwanzig Jahre später durchdenkt K.P. Florensky diese Idee neu und unternimmt 1958 eine Expedition ins Gebiet der Steinigen Tunguska und ermittelt nochmals genau die Flugbahn sowie die Schäden durch die Lichtstrahlung. Wo könnten Überreste des Meteoriten zu finden sein, falls es ein Komet war?
Ein Kometenkern ist ein recht lockeres Gebilde. Er besteht größtenteils aus gefrorenen Gasen und Eis, und darin sind kleine kosmische Partikel eingebettet. Dringt ein solches Objekt in die Atmosphäre ein, so geschieht folgendes: (Abb.2)

Infolge der plötzlichen Abbremsung verdampfen die gefrorenen Bestandteile explosionsartig unter Freisetzung enormer Energie (Druckwelle, Strahlungsenergie). Die festen Partikel schmelzen und verdampfen ebenfalls. Ähnlich einer Atombombenexplosion wird die glühendheiße Gas- und Dampfwolke in die Höhe gerissen und langsam mit dem Wind davongetragen. Sie steigt auf, dehnt sich aus und kühlt sich dabei ab. Nun kondensieren die ursprünglich verdampften Partikel und fallen als meteoritischer Niederschlag langsam aus der abziehenden Wolke, aber nicht am Absturzort, sondern erst Kilometer entfernt. Aber gerade am Absturzort hat man bisher gesucht!

Dann konnte man dort also gar nichts finden! Aber diese Vermutung muß bestätigt werden. Unglücklicherweise gibt es nun solche winzigen meteoritischen Partikel überall auf der Erde, denn täglich dringen hunderte Tonnen kosmischen Staubes und kleiner Meteoriten in die Atmosphäre ein. Also kann nur eine überdurchschnittlich große Häufung derartiger Teilchen ein Indiz sein.

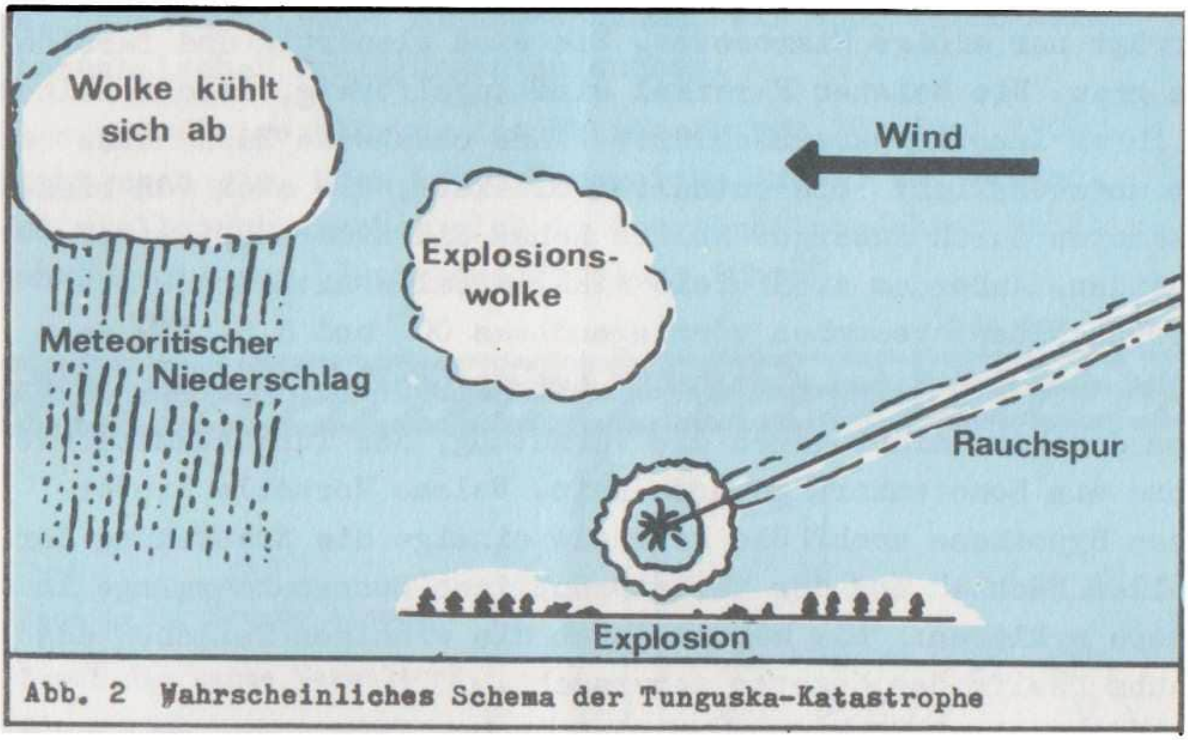


Abb. 2 Wahrscheinliches Schema der Tunguska-Katastrophe

1962 unternimmt Florensky mit seinen Mitarbeitern eine erneute Expedition. Diesmal wird die Umgebung des Katastrophengebietes abgesucht. Mit einem Hubschrauber wird ein 60000 km^2 großes Gebiet (halb so groß wie die DDR!) abgeflogen, und Bodenproben werden entnommen. Mit Hilfe moderner Analysenmethoden werden die winzigen "kosmischen" Teilchen herausgesondert. Und siehe da: vom Ort der Katastrophe aus erstreckt sich eine 250 km lange schmale Zunge mit relativ starkem meteoritischem Niederschlag nach Nordwesten, in die damalige Windrichtung! Eine bisher verborgene Spur ist gesichert. Besonders eingehend "befragen" die Wissenschaftler die zahlreichen Torfmoore in diesem Gebiet, da ihre Schichtung eine sehr genaue Zeitangabe ihrer Bildung ermöglicht. Und tatsächlich: in der Schicht des Jahres 1908 übersteigt der meteori-

tische Niederschlag das langjährige Mittel um das Hundertfache! Die Detektive der Wissenschaft haben endlich die Zeugen der rätselhaften Katastrophe gefunden. Jetzt sollen sie aussagen!

5. War es ein Kometenkern?

Die aufgefundenen Teilchen sind winzig klein, ihr Durchmesser beträgt nur einige Mikrometer. Sie sind glasartig und farblos bis grau. Die meisten Partikel sind kugelförmig, manche zeigen in ihrem Inneren Gaseinschlüsse. Ihre chemische Zusammensetzung ist ungewöhnlich: Sie enthalten Silikate, die sich von bisher bekannten durch außergewöhnlich hohen Siliziumgehalt unterscheiden. Außerdem sind viele Alkalimetalle enthalten. Die Gaseinschlüsse bestehen vorwiegend aus CO_2 und H_2S. Wie gesagt: ungewöhnlich, aber nicht sensationell. Die Funde sprechen durchaus nicht gegen die Vermutung, der Tunguskameteorit könne ein Kometenkern gewesen sein. Welche Vorteile bietet diese Hypothese noch? Sie kann als einzige die Entstehung der "hellen Nächte" und der farbenprächtigen Sonnenuntergänge in Europa erklären: Sie wurden durch die winzigen Teilchen des Staubschweifs des Kometen verursacht.
Hätte man einen Kometen aber nicht schon Tage zuvor am Himmel bemerken müssen? Nein, in diesem Falle nicht! Rechnet man seine Bahn zurück, so stellt man fest, daß der Komet aus der ungefähren Sonnenrichtung kam und die Erdbahn fast rechtwinklig traf. Dadurch entzog er sich der Beobachtung. Gibt es aber auch Fakten, die sich nicht durch die Kometen-Hypothese erklären lassen? Ja, die gibt es.

6. Rätsel und noch kein Ende

Drei Fakten haben noch keine Erklärung gefunden:

- Am 30. 6. 1908 registrierte das Irkutsker Observatorium eine starke Störung des Erdmagnetfeldes, einen "geomagnetischen Sturm".
- Der Paläomagnetismus des Bodens am Katastrophenort ist

nahezu vollständig zerstört und unregelmäßig.

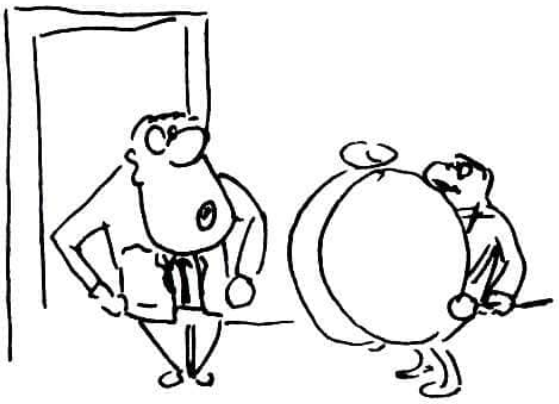
- Der Wald im Absturzgebiet wächst ungewöhnlich schnell, aber nur dort, wo große Zerstörung vorlag. Das betrifft nicht nur junge Bäume sondern auch alte, die die Katastrophe überlebten.

Der letzte Fakt dürfte ökologisch begründet sein (Lichtzunahme durch Waldvernichtung, Düngung durch Überreste alter Pflanzen). Die anderen Tatsachen aber fanden noch keine ausreichende Erklärung. Sicher brauchen wir aber keine allzu phantastischen Erklärungen zu suchen.

Eine endgültige Klärung des Phänomens vom 30. Juni 1908 steht noch aus. Noch ist umfangreiche Arbeit zu leisten. Und vielleicht ergeben sich in den nächsten Jahren Anhaltspunkte, die zur Lösung des Problems führen.

Ende der Serie

Jede halbe Stunde einmal
durch die ganze Verwaltung,
verstanden !



Aus Egon Wibergs Vorlesung

"Milch ist ein heterogenes Gemisch, das sich mittels einer Zentrifuge in zwei Komponenten trennen läßt: einen aus Fett bestehenden Anteil und eine wässrige Flüssigkeit, die unter der Bezeichnung 'Vollmilch' in den Handel kommt."

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

W. A. Kirilin*

Wissenschaftlich-technischer Fortschritt- Züge und Tendenzen

Es ist allgemein bekannt, dass Wissenschaft und Technik noch nie einen solchen Einfluß auf alle Lebenssphären der Gesellschaft ausgeübt haben wie heute. Man nennt unser Jahrhundert das Zeitalter der wissenschaftlich-technischen Revolution, der größten wissenschaftlichen Entdeckungen und der rapiden Steigerung des technischen Standes der Produktion.

In der Praxis werden immer weitgehender Prozesse angewandt, deren Nutzung durch die tiefe Ergründung der Naturgesetze und des Aufbaus der Materie möglich geworden ist. Man wundert sich heute nicht mehr, daß Abteilungen vieler Betriebe sich kaum noch von den Laboratorien der Forschungsinstitute unterscheiden. In beiden findet man Atomreaktoren, Geräte für durchdringende Strahlung, Computer, Laseranlagen und vieles andere.

Die Resultate der wissenschaftlichen Forschung und die praktische Auswertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse waren für den technischen Fortschritt noch nie so wichtig wie heute. Man sagt mit Recht: Ist der technische Fortschritt der wichtigste Hebel zur Entwicklung der Wirtschaft eines Landes, so ist die wissenschaftliche Forschung die Quelle, die den technischen Fortschritt speist.

---

*) Akademiemitglied,
Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrats der UdSSR,
Vorsitzender des Staatlichen Komitees für Wissenschaft und Technik

Ein anderer, nicht weniger wichtiger Umstand, der die Bedeutung der Wissenschaft und Technik für die Entwicklung der Wirtschaft maßgeblich steigert, ist die reale Möglichkeit der sofortigen Auswertung der letzten wissenschaftlichen Erkenntnisse.

Eine wichtige Entdeckung wie die der Induktionsgesetze durch Faraday im Jahre 1831 mußte 70 Jahre auf ihre praktische Anwendung warten. Zwischen der Entdeckung der Uranteilung und der Inbetriebnahme des ersten zu Produktionszwecken geeigneten Atomreaktors sind hingegen nur vier Jahre vergangen. Auch die Zeit, die seit dem Bau der ersten elektronischen Rechenmaschine bis zur weitgehenden Verwendung dieser Maschinen auf verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, der Produktion und der Leitung vergangen ist, war sehr kurz. Das gleiche kann man von der Lasertechnik und vielen anderen Errungenschaften der modernen Wissenschaft sagen.

Worauf ist das zurückzuführen? Warum bieten sich gerade jetzt solche breiten Möglichkeiten zur schnellen Auswertung des Neuen, das uns die Wissenschaft gibt? Vor allen Dingen ist die Wissenschaft selbst bedeutend gewachsen. In den wissenschaftlichen Einrichtungen und an den Hochschulen der Sowjetunion z.B. sind heute über 800.000 Wissenschaftler, Professoren und Dozenten beschäftigt, darunter über 200.000 Doktoren und Kandidaten der Wissenschaften. Das ist natürlich eine enorme Kraft.

Hinzu kommt, daß die Industrie selbst, jedenfalls in den hochentwickelten Ländern, darunter in der Sowjetunion, einen sehr hohen Stand erreicht hat. Dieser Entwicklungsstand der Industrie ist zu einem maßgeblichen Faktor der erfolgreichen Entwicklung der Wissenschaft geworden. Kann man sich etwa vorstellen, daß wir ohne die mächtige Industrie unseres Landes solch großartige Anlagen wie die Synchrophasotrone in Dubna und Serpuchow hätten schaffen können?

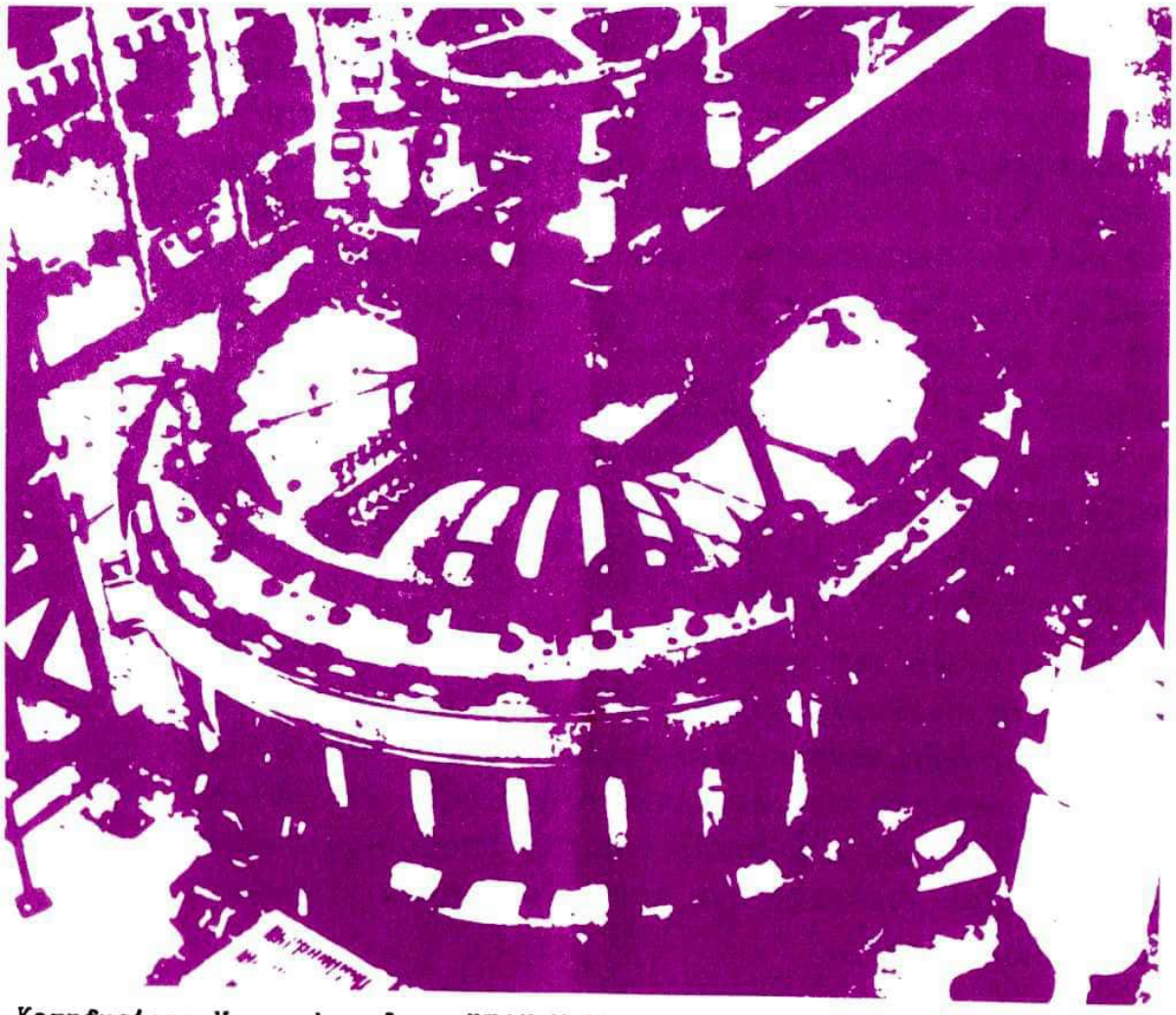
Diese Züge kennzeichnen neben vielen anderen die moderne wissenschaftlich-technische Revolution, die, hinsichtlich der Tiefe und des Umfangs der bewirkten Umgestaltungen, in der Geschichte keine Vorläufer hat. Die Wissenschaft wird immer mehr zu einer Produktivkraft der Gesellschaft.

Welches sind nun die Faktoren, die den technischen Fortschritt wesentlich stimulieren? Da ist z.B. die weitere Mechanisierung der Produktion - ein Weg, auf dem man in kurzer Zeit die Arbeitsproduktivität in Industrie und Landwirtschaft, Verkehr und Bauwesen erheblich steigern kann. Bei einer Betrachtung der Tätigkeit vieler Industriebetriebe fällt auf, daß der technologische Grundprozeß in der Regel besser mechanisiert ist als, sagen wir, die Verlade- und Entladearbeiten und allerlei andere Hilfsoperationen. Wirtschaftsfachleute haben jedoch errechnet, und die Praxis hat es bestätigt, daß die Mittel, die in die Mechanisierung der Produktion investiert werden, sich in sehr kurzer Zeit bezahlt machen, gewöhnlich schon in anderthalb bis zwei Jahren, was anschaulich zeigt, wie hoch die Effektivität und die Zweckdienlichkeit der weiteren Mechanisierung sind.

Die Automatisierung der Produktion ist die nächste Stufe, die auf die Mechanisierung folgt. Der Stand der Mechanisierung kennzeichnet vor allem den modernen technischen Fortschritt in seiner Gesamtheit. Erhöht die Mechanisierung der Produktion deren Nutzeffekt und erleichtert sie vor allem die physische Arbeit, so erfaßt die Automatisierung nicht nur die Prozesse der physischen, sondern bis zu einem gewissen Maße auch die der geistigen Arbeit. Heute bieten die modernen Computer große Möglichkeiten für die Automatisierung der Produktion. Die Entwicklung und umfassende Nutzung dieser Maschinen ist vielleicht der prägnanteste Zug des heutigen technischen Fortschritts.

Die Computer, deren Entwicklung und Produktion größte Aufmerksamkeit geschenkt wird, sind ein sehr wichtiges Mittel der Automatisierung nicht nur der technologischen Prozesse oder, wie man heute sagt, der technologischen **Leitung,** sondern auch der Organisationsleitung, mit anderen Worten, der Planung und Leitung der Volkswirtschaft auf verschiedenen Ebenen, angefangen vom Betrieb bis zum Wirtschaftszweig.

Eine sehr wichtige Frage, die den Erfolg des technischen Fortschritts maßgeblich beeinflußt, ist die Verbesserung der Produktionsstruktur. Es geht vor allem um die vollständigere Nutzung der Rohstoffe. Zur Erzielung ein und desselben wirtschaftlichen Effekts bedarf es in der Grundstoffindustrie in der Regel 2- bis 2,5mal so hoher



Kernfusions-Versuchsanlage "TOKAMAK"

Investitionen wie zur Entwicklung eines Zweigs der verarbeitenden Industrie.

Darum müssen die Rohstoffe möglichst besser ausgenutzt werden. Das gilt z.B. für Erdöl (es müssen möglichst mehr helle Produkte erzeugt werden), für die Beschaffung von Holz für Bau- und Industriezwecke (man muß die Produktion von Holzspanplatten, Zellstoff, Papier und Pappe erhöhen) und für Metall (wir müssen uns bemühen, mehr Walzgut zu erzeugen und sein Sortiment zu vergrößern).

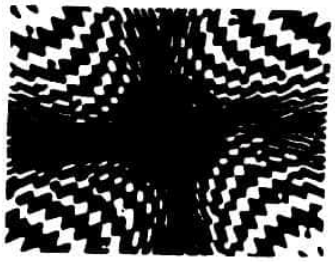
Die Energieressourcen der Welt bestehen heute im wesentlichen aus mineralischem und chemischem Brennstoff. Deshalb bildet die Frage, wie lange diese Ressourcen noch reichen werden, heute den Gegenstand vieler Aufsätze und Diskussionen. Die geologischen Reserven an fossilem Brennstoff der Welt werden heute auf 10 bis 25 Billionen Tonnen Einheitsbrennstoff geschätzt. Der Weltverbrauch liegt bei 9 Milliarden Tonnen, die Jahreszuwachsrate des Verbrauchs beträgt etwa vier Prozent. Selbst wenn wir voraussetzen, daß der Verbrauch an Energieressourcen ausschließlich durch chemischen Brennstoff gedeckt werden wird und die Wachstumsrate des Verbrauchs auf dem heutigen Stand bleibt, wird der chemische Brennstoff für etwas mehr als hundert Jahre reichen.

Die Menschheit braucht jedoch nicht zu befürchten, daß sie sich eines Tages einem katastrophalen Brennstoffmangel gegenübersehen wird. Es werden zweifellos hocheffektive Methoden der Energiegewinnung aus anderen Quellen erarbeitet werden.

Dem technischen Fortschritt in unserem Lande erschließen sich weite Perspektiven. In der Volkswirtschaft der Sowjetunion werden neue hocheffektive technische Mittel erarbeitet und weitgehend genutzt. Das setzt uns in den Stand, die Effizienz der Produktion unter Nutzung aller Vorteile der sozialistischen Planwirtschaft zu steigern.

Aus "Sowjetunion" 5/1970 (gekürzt)

physikaufgabe ⑥



In Zukunft werden in Montagestationen im Weltraum einzelne Bauteile zu Raumflugkörpern zusammengesetzt.
Ein Bauteil (500 kg) nähert sich mit einer Geschwindigkeit von 40 $cm.s^{-1}$ einem (gegenüber der Montagestation) ruhenden Monteur (170 kg). Er nimmt das Teil auf und hält es fest. Dabei soll keine Drehung auftreten.
Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich beide weiterbewegen!
Berechnen Sie die Kraft, die erforderlich ist, um den Monteur und das Bauteil in 5 s zur Ruhe zu bringen.

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

---

lösung der physikaufgabe aus heft 9/8. jg.

aufgabe:

Im gleichen Moment, in dem ein Körper von einem 50 m hohen Turm zu fallen beginnt, wird ein zweiter Körper vom Erdboden aus senkrecht nach oben geschossen.
Wie groß muß die Anfangsgeschwindigkeit des zweiten Körpers sein, damit beide den Erdboden gleichzeitig erreichen?

lösung: (eingesandt von Sold. M. Andreeff, Stahnsdorf)

Der Körper 1 benötigt bis zum Auftreffen auf die Erdoberfläche die Zeit t_1, dagegen benötigt der Körper 2 eine Steigzeit sowie eine Fallzeit.

$$\curvearrowright \quad t_1 = t_2$$

$$t_2 = t_{Steig} + t_{Fall}, \qquad t_1 = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

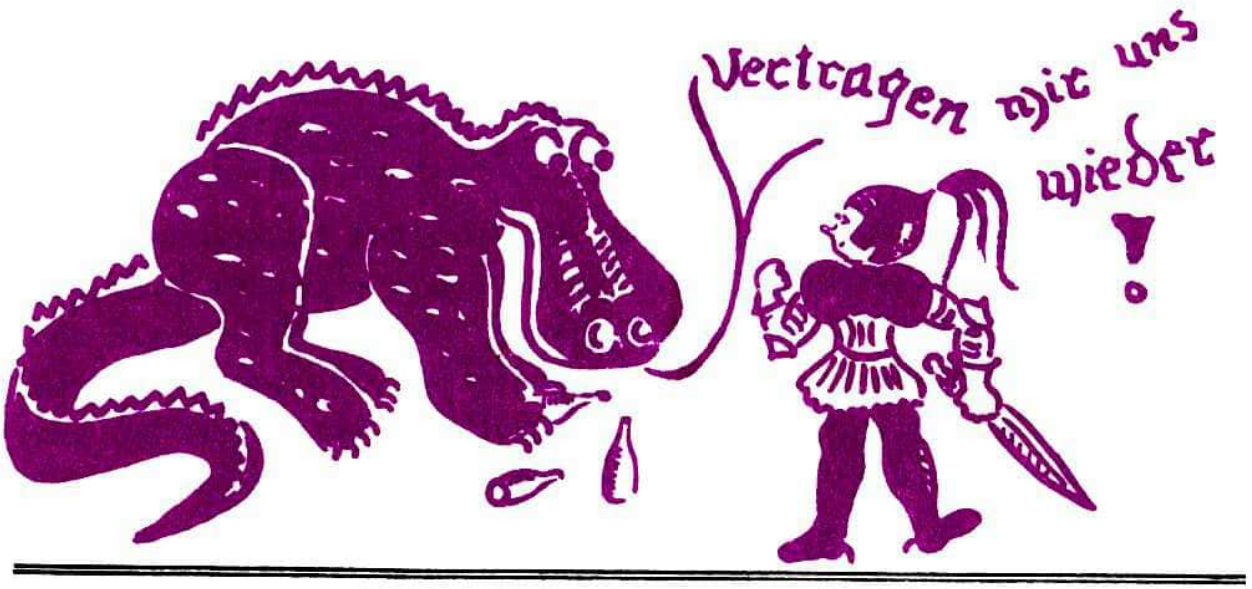
$$= 2\, t_{Steig} = 2\,\frac{v_0}{g} \qquad \curvearrowright \quad 2\,\frac{v_0}{g} = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

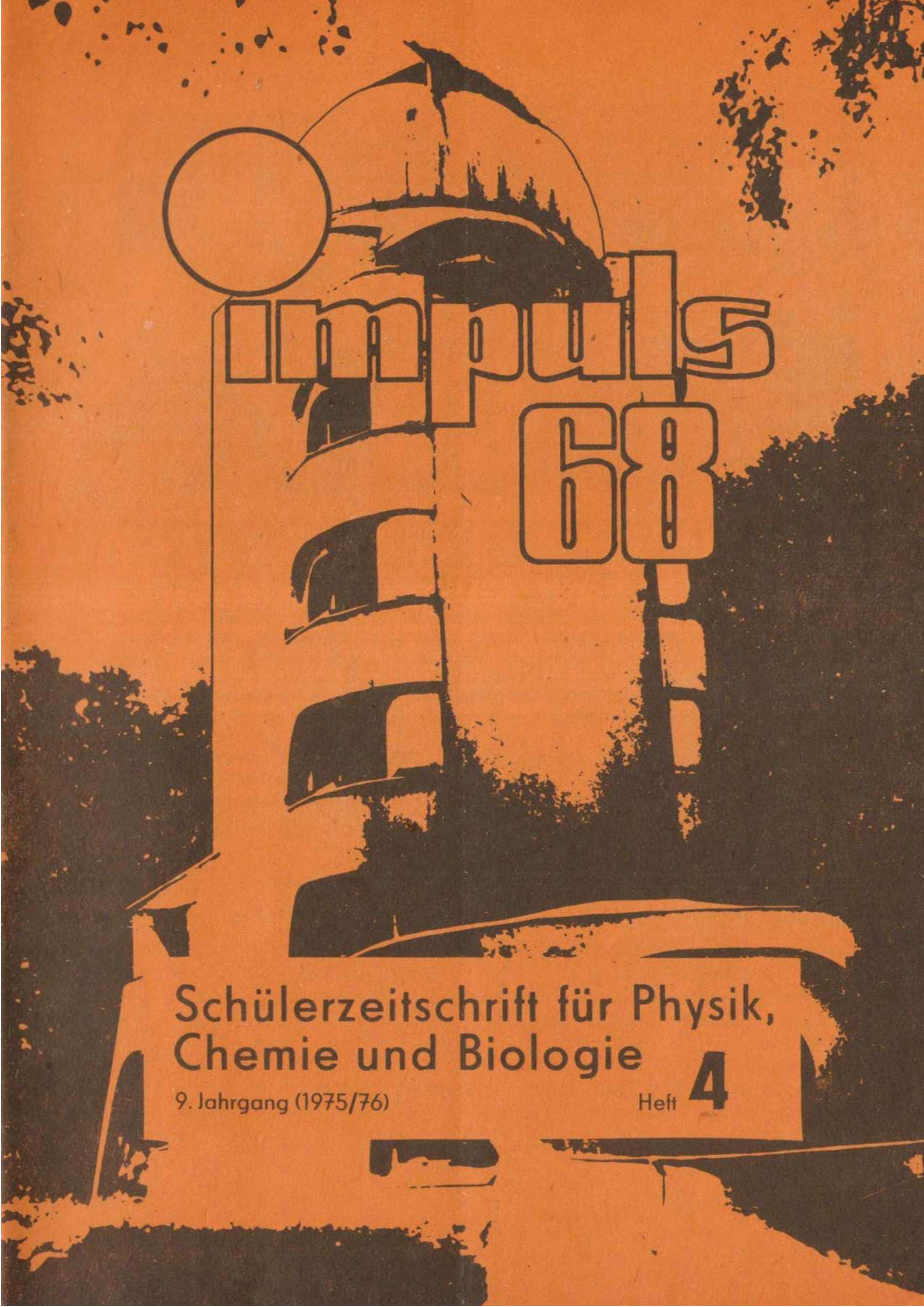
$$v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot s}{2}} = 15{,}7\ \frac{m}{s}\ .$$

Die Anfangsgeschwindigkeit des 2. Körpers beträgt 15,7 $\frac{m}{s}$.

Nochmals zum Thema: Perle des Journalismus

Wie sich unsere Leser noch erinnern werden, haben wir den Preis "Perle des Journalismus" für 1974 einem Artikel aus der Zeitschrift "Guter Rat" 1974/4 vergeben (siehe Heft 10/8. Jahrgang). Daraufhin flatterte uns ein geharnischter Brief der Redaktion des "Guten Rates" auf den Tisch, der uns der journalistischen Falschspielerei bezichtigt. Unsere Absicht war eine andere ! Möge der Leser daher selbst entscheiden, ob der Preis zu Recht oder zu Unrecht vergeben wurde. Zitiert und kommentiert hatten wir folgende Passage: "Sparer können direkt oder indirekt sparen. Die wahrscheinlich direkteste Methode: Vater, Mutter und Kinder gehen (nach einem knappen Abendmahl) ab marsch-marsch ins Bett. Da spart man Licht, Gas und Wassergeld, es wird kein Konfekt geknabbert, kein Kognak getrunken, kein Buch zerlesen, der Kühlschrank bleibt zwischen und nach dem Fernsehspiel geschlossen, Pläne für Einkäufe des nächsten Tages unbesprochen usf. usf." Und jetzt kommt unsere große Torheit. Wir haben übersehen, daß der folgende, nicht zitierte Satz dem vorangegangenen Abschnitt die alles entscheidende Wende geben soll. Hier ist er also: "Sparen aber heißt nicht w e g l a s s e n wo man's braucht oder wünscht". "impuls 68" bittet um Vergebung. Nie wieder soll unser Leserkreis unter journalistischer Falschspielerei leiden.

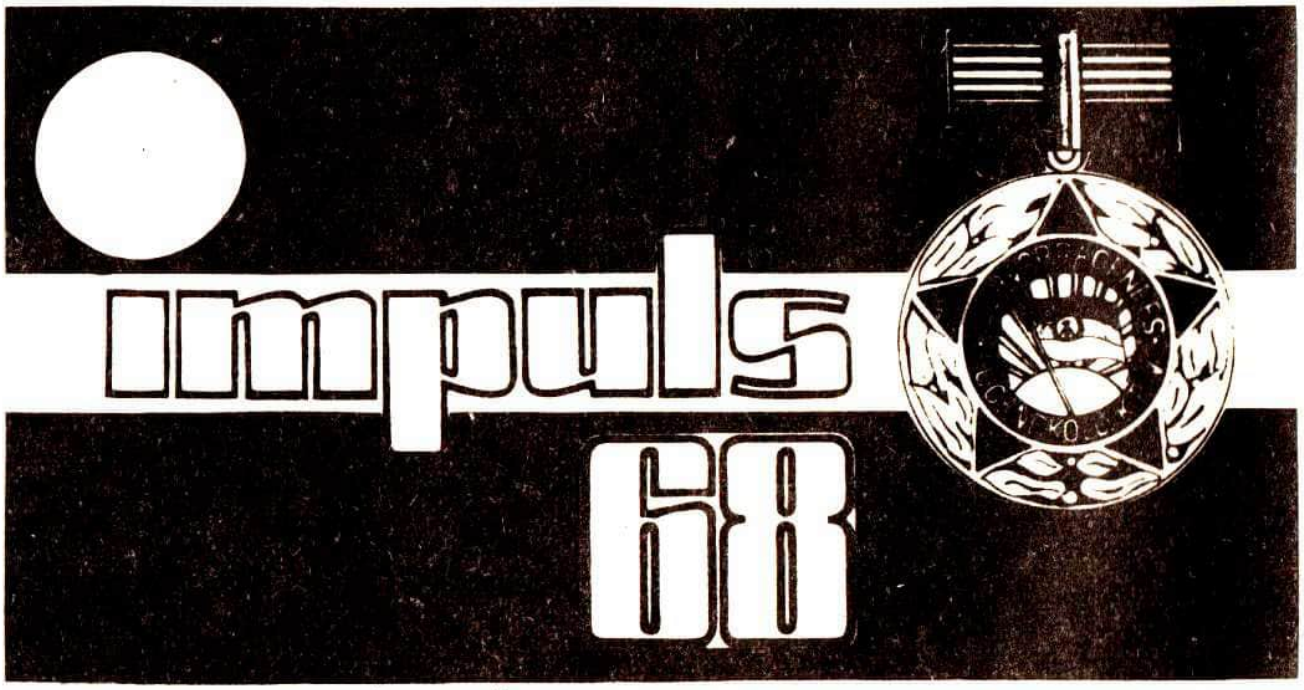




impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 4



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: impuls 68, 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni unter der Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR. Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen. Die Bezahlung erfolgt durch Überweisung auf unser Konto bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472-39-2961. Preis je Heft: -,40 M Jahresabonnement: 4,- M

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig **Amt. Chefredakteur:** Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Titelbild: Einstein-Turm des Zentralinstitutes für Astrophysik in Potsdam

Inhalt:

Kernfusion durch Laseranregung (4)	PHY	3
Infrarotdurchlässige Materialien (3)	CHE	7
Aufbau und Funktion biologischer Membranen	BIO	13
Der Satz von der Erhaltung der Energie (1)	PHY	17
Nobelpreisträger für Chemie 1974		20
Von der Seismologie		21
Auf der Suche nach dem Schicksal der Wissenschaft	DOK	25
impuls-Mosaik		30
Silvesteraufgabe		31

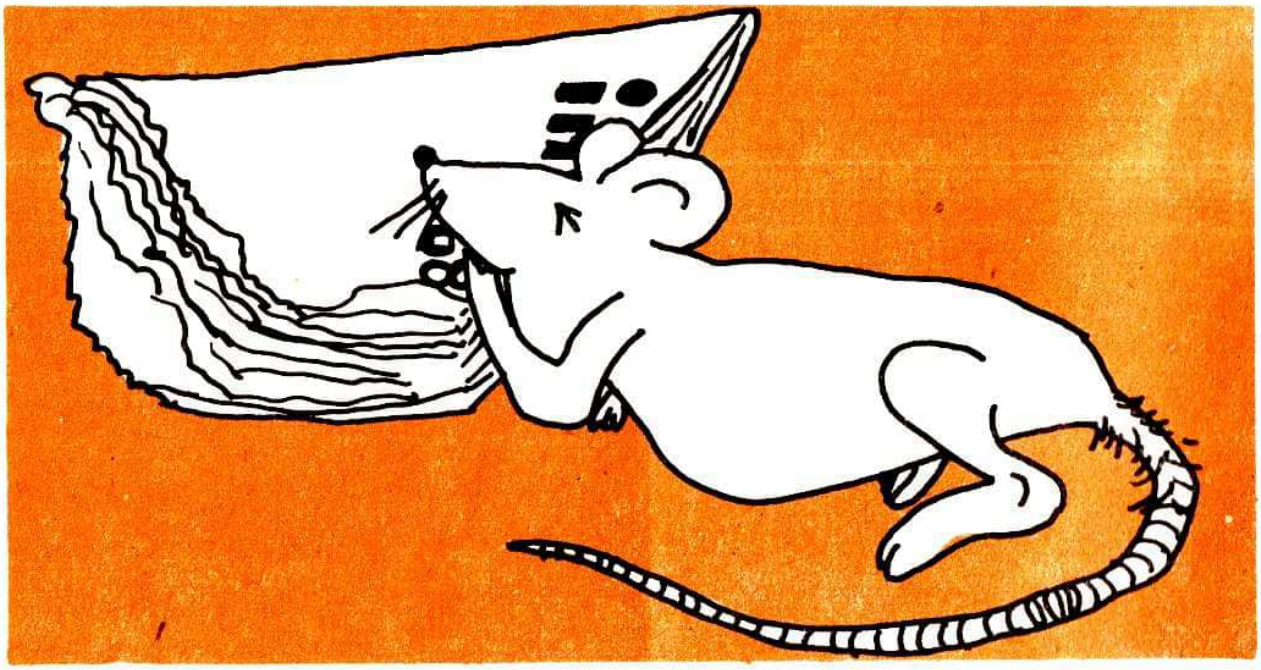
H. D. lähnig
Sektion Physik
Dipl.-Physiker

Kernfusion durch Laseranregung (Teil 4)

PHYSIK

In den Heften 1 - 3 berichteten wir über die theoretischen Grundlagen der Kernfusion. Es wurde gezeigt, nach welchen Prinzipien zukünftig thermonukleare Reaktionen ablaufen könnten. Der folgende Beitrag soll dieses Thema abschließen. Es soll vor allem auf einige technologische Fragen und physikalisch-technische Probleme eingegangen werden.
Für die Kernfusion wird schweres Wasser, Deuterium, benötigt. Dieses Deuterium kommt zwar in der Natur vor, allerdings nur mit 0,033 g pro Liter. Diese Menge ist aber energiemäßig bei der Umwandlung zu Helium der Verbrennungsenergie von 300 l **Benzin äquivalent.** Abschätzungen ergeben, daß in den Meeren und Ozeanen mindestens $5 \cdot 10^7$ **t** Deuterium vorrätig sind. Diese unvorstellbare Menge könnte den Energiebedarf für einige Milliarden Jahre decken!
Der große Vorteil der Kernfusion mit Deuterium, abgesehen von den nahezu unbegrenzten Vorräten, besteht darin, **daß bei** der Reaktion keine radioaktiven Stoffe entstehen und keinerlei Stoffe oder Abgase in die Atmosphäre abgeleitet werden müssen.
Das physikalische Problem läßt sich leicht formulieren, aber praktisch sehr schwer realisieren. Bei der Fusion müssen die Coulombschen Abstoßungskräfte des Kerns überwunden werden (gleichnamige Ladungen stoßen sich ab!). Das geschieht aber nur, wenn die Kerne eine entsprechende Energie besitzen. Diese Energie haben sie bei mindestens 100 Millionen Kelvin. Das zweite Problem besteht darin, das hocherhitzte Plasma von der "Außenwelt" zu isolieren, bis die nötigen Reaktionen abgelaufen sind. Hier findet das aus dem Unterricht bekannte

Transformatorenprinzip Anwendung. Eine ringförmige Kammer enthält das Plasma als kurzgeschlossene Sekundärschleife des Trafos. (Bekanntlich ist ja Plasma ein guter elektrischer Leiter.) Durch die Primärschleife wird ein Wechselstrom geschickt, der im Plasma einen elektrischen Strom entlang der Kreisringachse erzeugt.
Bereits vor mehr als zehn Jahren wurde in der SU eine "Tokamak"-Anlage nach diesem Prinzip entwickelt. Allerdings wurde die gesamte eingebrachte Energie sehr schnell aus dem Plasma wieder abgestrahlt. Mehr als 8 Jahre mußten vergehen, ehe die Fehler und Ungenauigkeiten bei der Stabilisierung des Magnetfeldes gefunden und korrigiert werden konnten. Daran mag der Leser erkennen, welche schwierigen technischen Probleme zu bewältigen waren.



Um Ihnen die Bezahlung der impuls-Hefte zu erleichtern, legen wir Ihnen ausgefüllte Formulare in den kommenden Heften bei. Sollten Sie schon bezahlt haben, ist dieses Formular natürlich gegenstandslos.

Die Anlage "Tokamak 3" erzielte zum ersten Mal 1968 einen stabilen Plasmastrahl und es konnten die ersten Kernreaktionen nachgewiesen werden. In den Jahren 1970 bis 1972 wurde eine Tokamak-Anlage so weit verbessert, daß sich die stabile Einschlußzeit des Plasmas auf 0,025 s erhöhte. Für unsere Vorstellungen ist das eine sehr kurze Zeit, aber gemessen an den großen Problemen eine wissenschaftliche Meisterleistung. Immerhin müssen Temperaturen (der Elektronen) in einem Bereich von 1 - 20 Millionen Grad beherrscht werden.
Parallel dazu versuchte man, mittels Laser das Plasma aufzuheizen. Wie aus dem Interview mit Prof. Bassow ersichtlich, sind dabei ebenfalls schon gute Ergebnisse erzielt worden.

Während die Teilchenkonzentration bei der induktiven Aufheizung "nur" 10^{12}-10^{15} pro cm^3 betragen muß, liegt sie bei der Laseraufheizung in der Größenordnung 10^{24}-10^{27} Teilchen/cm^3. Unterschiedlich sind ebenfalls die Aufheizzeiten. Mit dem Laser schafft man die nötigen Temperaturen in 10^{-9} bis 10^{-11} s. Der Einschluß beim induktiven Verfahren muß im Magnetfeld bis zu 100 s betragen.
Doch zurück zur Tokamak-Anlage. Während mit Recht gesagt werden kann, daß die theoretischen Probleme weitgehendst geklärt sind, gibt es noch eine Vielzahl technischer Fragen zu lösen. Dazu zählen die extremen Forderungen an die Materialien, starke Magnetfelder über große Volumina usw. Gegenwärtig befindet sich in der SU eine neue Anlage im Bau, deren Kennziffern bereits den theoretisch geforderten für ein funktionierendes Kraftwerk nahekommen.
Wie sieht überhaupt ein Reaktor für die Versuche zur Kernfusion aus? Im Inneren eines geschlossenen Rohres erfolgt bei einer Temperatur von etwa 100 Millionen Grad die Fusion der Mischung aus Wasserstoffisotopen, Deuterium und Tritium. Bei der Verschmelzung entstehen Heliumkerne. Das Plasma wird durch die Magnetfelder in der "Schwebe" gehalten. Um dieses Innenrohr befindet sich ein weiteres mit Lithium gefülltes Rohr. Lithium wird durch die Bestrahlung aus dem Innenrohr in Tritium und Helium umgewandelt. Dieses Gemisch wird abgesaugt, die erhaltene Energie zum Betrieb einer Turbine

verwendet, das **erbrütete** Tritium kann für weitere Fusionsreaktionen eingesetzt werden.
Nach Schätzungen von Prof. Bassow wird etwa 1985 die erste positive Energiegewinnung[+)] durch Tokamak erfolgen.
Der Spaltreaktor benötigte etwa 30 Jahre, um kommerziell genutzt zu werden. Beim Fusionsreaktor schätzt man die doppelte Zeit, so daß etwa im Jahre 2020 ein wesentlicher Beitrag zur Elektroenergieerzeugung damit zu erwarten ist.
Bleibt die Frage noch unbeantwortet, wie überhaupt bei der Fusion die anfallende Energie verwendet wird. 80 % der bei der Fusion freiwerdenden Energie wird an entstehende freie Neutronen abgegeben. Deren kinetische Energie wird in einem Schutzmantel in thermische Energie umgewandelt. Die entstandene Wärme wird entweder direkt in Elektroenergie (durch Thermoelemente) umgewandelt oder sie wird analog wie bei einem Wärmekraftwerk weiterverwendet.

In den vorangegangenen Beiträgen wurde ein anderes Verfahren zur gesteuerten Kernfusion erläutert. Der Unterschied zwischen der **letztgenannten** Methode und dem laserinduzierten Verfahren besteht in der unterschiedlichen Art der Energiezuführung. Beim "Laserverfahren" wird das Material durch den Laser so schnell aufgeheizt, daß es zur Fusion kommt, ehe das Plasma auseinanderfliegt.
Bei der in diesem Artikel geschilderten Methode wird das Plasma längere Zeit in einem isolierenden Magnetfeld aufgehängt und die Energie induktiv zugeführt. An beiden Verfahren wird parallel gearbeitet. Welches davon die größte Aussicht hat, in den nächsten Jahren zur technischen Reife entwickelt zu werden, ist z. Z. noch nicht abzusehen.

+) Darunter wollen wir verstehen, daß bei diesem Prozess mehr Energie gewonnen wird, als man zum Anfachen der Reaktion investieren muß.

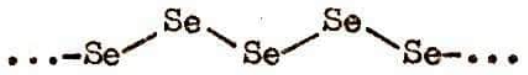
Hinweis: Als Teil 3 der Serie "Kernfusion durch Laseranregung" erschien in Heft 3 das Interview mit Nobelpreisträger Bassow.

Dr. D. Linke
Sektion Chemie

Infrarotdurchlässige Materialien

3. Chalkogenidgläser: schwarz und halbleitend, aber dennoch Gläser

Geschmolzenes, elementares Selen besitzt in ausgeprägtem Maße die Eigenschaft, glasartig zu erstarren. Das wird aus seiner Struktur verständlich, die ebenso wie die des Schwefels durch komplizierte Gleichgewichte zwischen vorzugsweise achtgliedrigen Ringen (Se_8) und langen Zick-Zack-Ketten



bestimmt wird.

Nur bei langsamer Abkühlung ist die Umbildung dieser Strukturelemente und der Aufbau eines geordneten Kristallgitters, der bei der eigentlichen Schmelz- bzw. Erstarrungstemperatur erfolgen müßte ($\vartheta_{F(Se)} = 220\ ^{\circ}C$), möglich. Bei einem Abschrecken der Selenschmelze auf Temperaturen unterhalb ϑ_F wird die Viskosität der Schmelze so stark erhöht, daß Platzwechsel- und Fließvorgänge stark verlangsamt ablaufen (unterkühlte Schmelze) und die Kristallisation verhindert wird. Bei weiterem Abfall der Temperatur wird schließlich die in der Schmelze vorhandene Anordnung der Selenatome zueinander fixiert; wir sprechen dann von einer eingefrorenen unterkühlten Schmelze, dem eigentlichen G l a s . Leichter als die Einfriertemperatur T_E ist die Transformationstemperatur T_g eines Glases zu messen, bei der das mit konstanter Geschwindigkeit aufgeheizte Glas "auftaut", also in den Zustand der nur noch unterkühlten Schmelze übergeht. Besonders geeignet ist hierfür die Differentialthermoanalyse (DTA), die Zustandsänderungen und Modifikationsumwandlungen von Stoffen aufgrund

der damit verbundenen Wärmeaufnahme bzw. -abgabe nachweist. Abb. 3 zeigt ein für Gläser typisches DTA-Diagramm, aus dem die Transformationstemperatur T_g, mehrere Rekristallisationstemperaturen T_R (für den teilweisen Übergang des Glases in kristalline Phasen) und schließlich die Schmelztemperatur T_F der gebildeten kristallinen Phasen abgelesen werden können.

Da T_g und T_R von glasigem Selen selbst nur wenig oberhalb der Raumtemperatur liegen, war man in den letzten beiden Jahrzehnten - vor allem im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer infrarotdurchlässiger Materialien - bemüht, durch gezielte Einführung weiterer Elemente in Selen-, Schwefel- oder Tellur-Schmelzen thermisch stabilere Gläser zu erhalten. In der DDR werden solche Forschungen seit einigen Jahren an der Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt.
Glasiges Selen ähnelt in vielen Eigenschaften den organischen Hochpolymeren. Das gilt auch noch für die durch Kombination mit weiteren Elementen (vorzugsweise der 4. und 5., aber auch der 3. und 7. Haupt- und einiger Nebengruppen des Periodensystems) erhältlichen Gläser, da die chemischen Bindungen in ihnen überwiegend kovalenter Natur sind.

Durch den Einbau von vierbindigem Germanium werden die ring- und kettenförmigen Struktureinheiten des zweibindigen Schwefels oder Selens in dreidimensional vernetzte Einheiten überführt, die man durch die Formel $\left[GeX_{4/2}\right]_\infty$ mit X = S, Se symbolisieren kann.
Die kristalline Verbindung GeS_2 selbst, die vollständig aus solchen Einheiten besteht, entspricht damit in ihrem Aufbau dem Siliziumoxid. Wie SiO_2 vermag auch GeS_2 glasartig zu erstarren. Zwar reicht GeS_2 in seiner thermischen Stabilität bei weitem nicht an Kieselglas heran ($T_{g(SiO_2)}$ ca. 1100 °C), übertrifft aber mit seinem T_g-Wert von ca. 500 °C die weniger vernetzt aufgebauten Chalkogenidgläser beträchtlich.
Leider rekristallisiert glasiges GeS_2 oder auch $GeSe_2$ sehr leicht, so daß man gezwungen ist, durch Verzicht auf eine besonders hohe thermische Stabilität durch weitere Zusätze 3., 4., 5. Elemente die Gläser zu stabilisieren. Dadurch ver-

ändern sich natürlich auch die anderen Eigenschaften dieser ternären, quaternären bzw. quinären Mehrkomponentengläser, und das in nicht immer voraussehbarer Weise. So verschiebt der Einbau schwerer Elemente, wie z.B. von Thallium, die Absorptionskante der Gläser vom gelb-roten Teil des Spektrums in das nahe Infrarot; die zunächst gelben oder roten Proben werden damit für sichtbares Licht immer weniger durchlässig, sind dann schwarz und glänzen und ähneln äußerlich nur durch ihre charakteristischen, an Muschelschalen erinnernden Bruchflächen den uns geläufigen Gläsern.

Auch die elektrische Gleichspannungsleitfähigkeit der Gläser nimmt beim Einbau schwerer Elemente im allgemeinen stark zu. Während binäre Sulfidgläser wie As_2S_3 und GeS_2 (üblich sind auch die auf 100 Teilchen bezogenen Zusammensetzungs-Angaben $As_{40}S_{60}$ bzw. $Ge_{33,3}S_{66,7}$) durchaus noch zu den Isolatoren zu rechnen sind, zeigen uns tellurhaltige Gläser, z.B. das mit der viel untersuchten Zusammensetzung $Si_{12}Ge_{10}As_{30}Te_{48}$, an ihrer ausgesprochenen Halbleiternatur, daß die jahrhundertealte Gleichsetzung der Begriffe "Glas" und "Isolator" nicht mehr uneingeschränkt gültig ist. Das Halbleiterverhalten von Chalkogenidgläsern wurde in den 50er Jahren von Leningrader

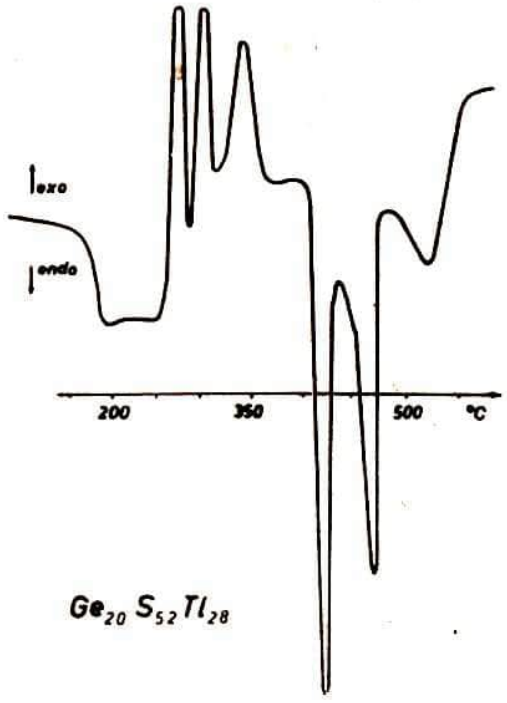


Abb. 3: DTA-Diagramm für das Glas $Ge_{20}S_{52}Tl_{28}$
- T_g bei ca. 170 °C
- T_{R_1}, T_{R_2}, T_{R_3}, bei 250 bis 350 °C
- T_{F_1}, T_{F_2}, T_{F_3}, bei 400 bis ca. 550 °C

(Rekristallisation gibt sich als exotherme, Glastransformation und Schmelzen als endotherme Abweichung von der Null-Linie zu erkennen)

Forschern entdeckt. Dieser damals überraschende Befund - auf die sonstigen sehr interessanten elektrischen Eigenschaften vieler Chalkogenidgläser können wir hier leider nicht eingehen [1] - hat die Entwicklung der Physik der amorphen Festkörper außerordentlich befruchtet. Er hat neben den infrarotoptischen Eigenschaften die weltweite experimentelle Bearbeitung der Klasse der Chalkogenidgläser ausgelöst.

Welche Schritte sind nun im einzelnen zu gehen, bevor ein Chalkogenidglas für die Anwendung in der Optik oder Elektronik empfohlen werden kann?

In jedem Falle wird es die erste Aufgabe sein, den Glasbildungsbereich in einem als potentiell geeignet erkannten Mehrkomponentensystem festzulegen. Hierzu werden die Bestandteile des Systems in Form der Elemente oder einfacher ihrer Verbindungen in verschiedenen Molverhältnissen zusammengeschmolzen. Wegen des hohen Dampfdruckes, den eine Schwefel oder Selen enthaltende Schmelze bei hohen Temperaturen entwickelt, muß man hierbei in abgeschlossenen Gefäßen arbeiten. Man verwendet meist Kieselglasampullen, da ein solches Material im Gegensatz zur Mehrzahl der metallischen Werkstoffe kaum mit Chalkogenidglasschmelzen reagiert. Die Schmelzen werden nach mehrstündiger Reaktionszeit durch Herausnehmen der Ampullen aus dem Ofen an Luft, manchmal auch durch Einwerfen der rotglühenden Ampullen in kaltes Wasser (Kieselglas verträgt wegen seines sehr kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eine solche Tortur!) abgekühlt. Es schließt sich die licht-, erforderlichenfalls auch elektronenmikroskopische Überprüfung der Glasigkeit der Produkte an. Größere Anteile an Kristalliten lassen sich durch Röntgenuntersuchungen, z.B. mit Hilfe der bekannten DEBYE-SCHERRER-Technik, am Auftreten scharfer Beugungsreflexe auf dem Röntgenfilm nachweisen. Neben homogen glasig bzw. mehr oder weniger kristallinen Proben werden häufig auch Entmischungserscheinungen beobachtet, z.B. eine

---

[1] Der interessierte Leser sei hierzu auf P. SÜPTITZ, "Halbleitende Gläser", Wissenschaft und Fortschritt 20, 448–452 (1970) verwiesen.

Phasentrennung der Schmelze in zwei oft schon makroskopisch erkennbare Schichten oder aber die Ausscheidung mikroskopisch kleiner kugeliger Gebilde aus einer ansonsten glasigen Grundphase. Abb. 4 gibt den Glasbildungsbereich für das ternäre System Ge-S-Tl an, wo alle diese Erscheinungen beobachtet werden konnten.

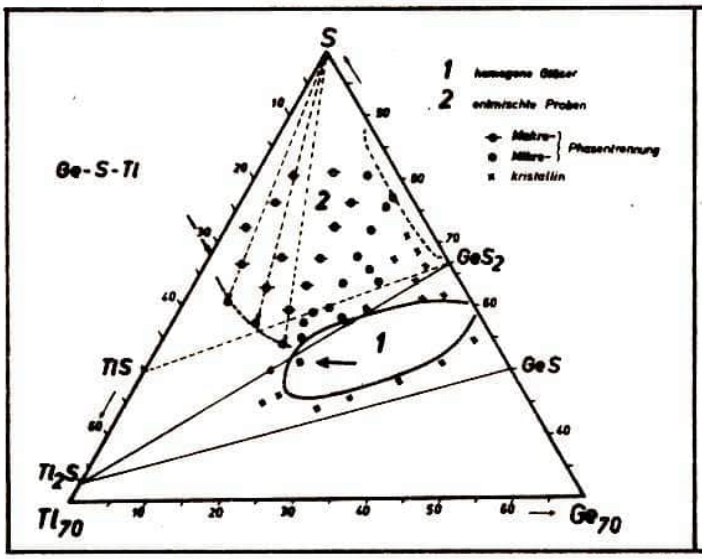


Abb. 4:
Glasbildungsbereich und Entmischungsverhalten im System Germanium-Schwefel-Thallium

Im Zusammensetzungsdreieck (hier nur als Ausschnitt bis zu 70 % Thallium bzw. Germanium wiedergegeben) verkörpern die Ecken (hier nur bei Schwefel) die reinen Elemente und die Kanten die binären Systeme Tl-S, Ge-S und Ge-Tl. Jeder im Dreieck liegende Punkt repräsentiert ein ternäres Glas; die Molenbrüche der einzelnen Elemente lassen sich an den Parallelen zu den jeweils dem Element gegenüberliegenden Kanten ablesen. Zum besseren Verständnis ist die in Abb. 3 genannte Zusammensetzung in Abb. 4 markiert worden.

Die als glasig erkannten Proben können nunmehr durch DTA auf ihre thermische und Rekristallisationsstabilität untersucht werden. Für ausgewählte Proben werden sich je nach dem Verwendungszweck Messungen elektrischer und optischer Parameter, der chemischen und mechanischen Beständigkeit anschließen. Häufig interessieren auch ganz spezielle Eigenschaften, für die abschließend noch zwei Beispiele gebracht werden sollen:

Chalkogenidgläser sind außerordentlich beständig gegen energiereiche Strahlung, wie sie in Kernreaktoren oder im Kosmos - außerhalb der abschirmenden Erdatmosphäre - vorkommt. Sie zeigen außerdem über weite Wellenlängenbereiche eine beacht-

liche Foto-Leitfähigkeit. So war es sowjetischen Forschern möglich, Chalkogenidgläser zum Bau von strahlenresistenten Fernsehaufnahmeröhren einzusetzen, die schon vor Jahren, im Raumschiff Wostok-2 mit German Titow, zum Einsatz kamen.

Vielleicht genügt das schon, um anzudeuten, wieviel interessante Ergebnisse durch die Grundlagen- und angewandte Forschung an Chalkogenidgläsern erbracht wurden, die wir zunächst nur als infrarotdurchlässige Materialien kennengelernt hatten. Man darf gespannt sein auf weitere, zukünftige Entwicklungen!

Ende der Serie

Plasmastabilisierung über längere Zeiträume mit Hilfe von „Levitron"

Eine neue Anlage "Levitron" für Kernverschmelzungsprozesse wurde im britischen Kernforschungslaboratorium bei Oxford in Betrieb genommen. Sie ist zylinderförmig von rund 1,80 m Durchmesser und 1,20 m Höhe und besteht zur Hauptsache aus einer Kammer, in der Plasma durch einen frei in der Kammer schwebenden starken Magnetring im Gleichgewicht gehalten wird. Durch acht elektrisch geladene Spulen wird der Schwebezustand des Magnetringes stabilisiert. Der Ring wird von allen Seiten von Lichtstrahlen beschienen. Die je nach seiner Lage auf ihn auftreffende Lichtmenge wird von den lichtempfindlichen Zellen registriert und an die Spulen weitergeleitet. Diese regulieren durch Erhöhung oder Verringerung der Strommenge die Position des Ringes.
"Levitron" dient der Durchführung kernphysikalischer Experimente. Die Wissenschaftler erhoffen, durch diese neuartige Magnetfeldanordnung, die darin befindliche Plasmamenge für einen längeren Zeitraum stabiler halten zu können, als es bisher möglich war.

G. Grunwaldt
Sektion Biologie der
Humboldt-Universität Berlin
Forschungsstudentin

Aufbau und Funktion biologischer Membranen (Teil 1)

In diesem Artikel soll speziell auf die Zytoplasmamembran eingegangen werden.
Die Entdeckung und Untersuchung von Membranen wurde erst durch die Anwendung der Elektronenmikroskopie möglich. Man fand Strukturen, die das Protoplasma nach außen abgrenzen, es auch durchziehen und so in bestimmte Reaktionsräume (= Kompartimente, z. B. die Zellorganellen) unterteilen. Im Querschnitt entsprach das Bild dieser Membranen einem Dreischichtgebilde (Abb. 1), auch Einheitsmembran, Elementarmembran (engl.: unit membrane) genannt, da sich dem Aufbau nach die Membranen von Bakterien, Tieren und Pflanzen weitgehend gleichen.

Abb. 1
Schematische Darstellung des elektronenmikroskopischen Bildes einer Membran (Dreischichtigkeit)

Lange diskutierte man darüber, ob diese Gebilde überhaupt existieren oder ob sie nur durch die elektronenmikroskopische Aufbereitung entstandene Artefakte (Vortäuschungen) darstellen.
Im Laufe der Zeit setzte sich die Erkenntnis durch, daß es tatsächlich vorhandene Strukturen sind.

Aus biochemischen Untersuchungen ergab sich, daß die Membran aus unterschiedlichen Anteilen folgender Stoffe besteht:

aus Phospholipiden (= phosphathaltigen, polar gebauten Fettstoffen, Abb. 2a) und Proteinen (= Eiweiße, Abb. 2b).

Die fetthaltigen Oberflächen sind wasserabweisend (hydrophob) und stellen somit für die meisten natürlichen Stoffe, die wasserlöslich (hydrophil) sind, eine gute Barriere dar.

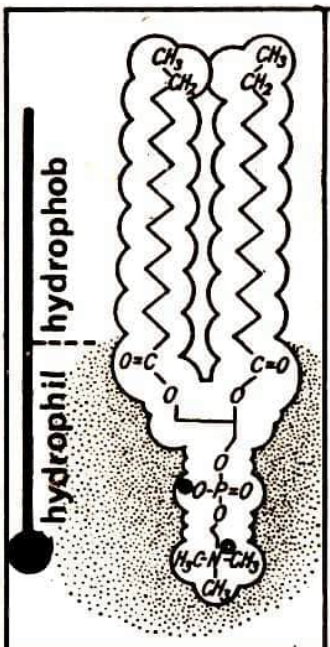
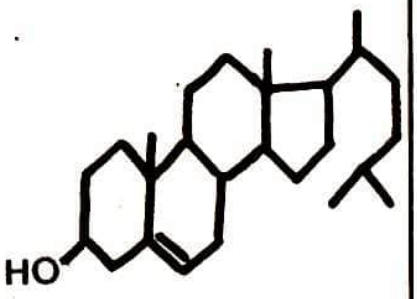


Abb. 2a
Modell eines Phospholipidmoleküls

Abb. 2b
Modell eines globulären Proteinmoleküls (hier: Myoglobin)



(Darstellung der C-C-Bindungen; freie Valenzen mit H abgesättigt)

Abb. 2c
Modell eines Steroids (Cholesterin)

Abb. 2 Die wichtigsten Membranbestandteile

Membranmodelle und Carrier-Hypothese

Nach dem DAVSON-DANIELLISCHEN Membranmodell (Abb. 3) besteht eine Elementarmembran aus einer Phospholipid-Doppelschicht. Die Lipidschicht wird von außen von je einer Proteinschicht umgeben. Die Lipidschicht besteht aus Triglyceriden-Phospholipiden, wobei die hydrophilen Teile der Phospholipide nach außen zu den Proteinen und zur wäßrigen Phase des Plasmas gerichtet sind. Die hydrophoben Enden weisen nach innen. Man kann annehmen, daß der geschlossene Lipidfilm der Elementarmembran durch Brückenproteine durchlöchert ist und daß diese Proteine die Poren sind, durch die der regulierte Stofftransport erfolgt.

Die Membran muß also, wie erwähnt, nicht nur eine Abgrenzungsfunktion ausüben, sondern auch den Durchlaß bestimmter wichtiger Stoffe vermitteln und das möglichst in einer Weise, daß bestimmte Stoffe aufgenommen bzw. abgegeben werden und andere nicht, bzw. einige Stoffe nur in einer Richtung transportiert werden. Das heißt, sie muß Eigenschaften wie Semipermeabilität, Transportselektivität und -spezifität aufweisen.

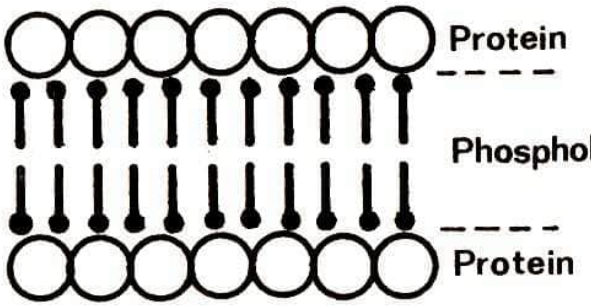
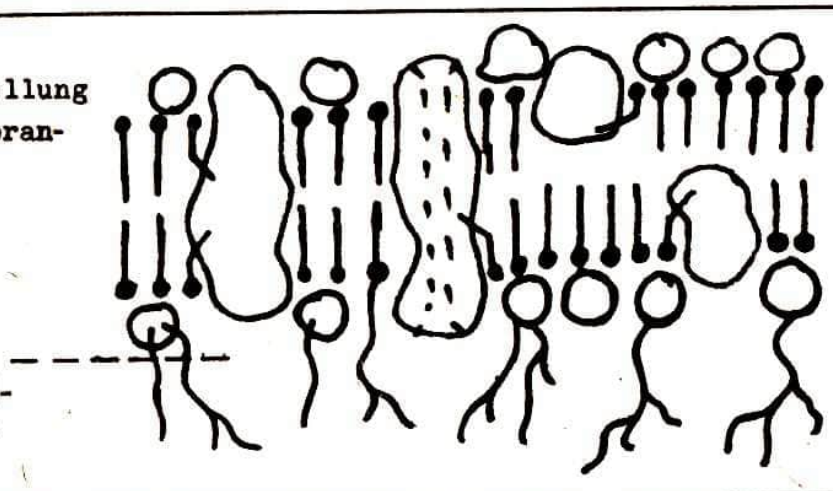


Abb. 3
Schematische Darstellung des DANIELLI-Modells

Unter diesem Aspekt wurden verschiedene Variationen des DANIELLI-Modells diskutiert. Mehr und mehr dominiert die Ansicht, daß solch ein spezifischer und selektiver Transport von Stoffen durch die Membran (Membrantransport) nur von Proteinen bewerkstelligt werden kann, da diese durch

Abb. 4
Schematische Darstellung eines modernen Membranmodells



ihre unterschiedlichen Aminosäurezusammensetzungen sehr verschiedene Konformationen (= räumliche Strukturen) und dadurch auch verschiedene Bindungsmöglichkeiten aufweisen können. Nach neueren Vorstellungen (Abb. 4) durchdringen solche

Proteine z. T. die Membran. Sie haben hydrophile Bereiche, die nach außen gerichtet sind, und hydrophobe Regionen, die mit den hydrophoben Teilen der Phospholipide in Wechselwirkung stehen. Über diese Proteine oder Gruppen derselben Proteine könnte sich der Membrantransport abspielen, indem z. B. das Transportsubstrat (= zu transportierender Stoff) auf der Membran-Außenseite von einem Protein gebunden wird, wobei sich die Konformation des Proteins so ändert (Änderung der Lage der einzelnen Abschnitte der Proteinkette relativ zueinander), daß das gebundene Substrat auf der anderen Membranseite erscheint, wo es freigesetzt werden kann.
Ein solches Protein kann jeweils nur Stoffe von ganz bestimmter Struktur und Größe transportieren, gegenüber anderen hat es keine Affinität (= Bindungsbestreben).

Die Carrier-Hypothese besagt also, daß das Transportsubstrat durch die Membran "getragen" wird. Dabei bedeutet der Name Carrier (carrier (engl.))= Träger, Überträger. Über die molekulare Struktur dieser Carrier herrschen im einzelnen Fall noch große Unklarheiten. Vorsichtig genug dürfte wohl die Definition sein, daß ein Carrier eine Komponente der Membran ist, die den spezifischen Transport von Stoffen durch die Membran vermittelt und an deren Aufbau ein oder mehrere proteinhaltige Stoffe beteiligt sind. Über den Arbeitsmechanismus der Carrier können z. Z. nur Spekulationen angestellt werden. Diskutiert wird die Konformationsänderung der Transportproteine und auch die Möglichkeit, daß solche Proteine wassererfüllte Kanäle (bzw. Poren oder Tunnel) ausbilden, durch die das Transportsubstrat "schwimmt" bzw. "gezogen" wird.

Fortsetzung im nächsten Heft
(Einige Literaturhinweise am Ende des zweiten Artikels)

Berichtigung zu Heft 3 des 9.Jahrgangs
Auf Seite 7 muß es statt "...c=$h\nu$.." "...c=$\lambda\nu$..." heißen.

Dr. H. Dintner
AdW der DDR
Institut für magnetische Werkstoffe Jena

Der Satz von der Erhaltung der Energie (Teil 1)

PHYSIK

Physikalische Bedeutung des Energieerhaltungssatzes

Wenn wir den Satz von der Erhaltung der Energie, der Ihnen sicher schon irgendwann im Physik- oder Chemieunterricht begegnet ist, näher betrachten wollen, so gilt es zunächst festzulegen, was wir unter "Energie" verstehen. Das ist nicht etwa trivial, in der modernen Physik wird unter den theoretischen Physikern beispielsweise diskutiert, wie der Energiebegriff in der Allgemeinen Relativitätstheorie gefaßt werden kann. In diesem abstrakten und komplizierten Bereich der Physik ist nämlich der anschauliche Energiebegriff der klassischen Physik, die die Energie als gespeicherte Arbeit oder Arbeitsfähigkeit eines Systems definiert, nicht mehr anwendbar. Wir wollen in diesem Artikel jedoch die klassische Interpretation der Energie benutzen und den Begriff "Energie" im oben angeführten Sinne verstehen.

Das Energieprinzip lautet: "In einem physikalischen System, dem Energie in irgendeiner Form weder entnommen noch zugeführt wird (abgeschlossenes System), bleibt die Energie im Laufe der Zeit konstant, d. h. Energie kann weder aus nichts erzeugt werden noch in nichts vergehen. Es existiert also kein 'Perpetuum mobile', also keine Maschine, die dauernd Arbeit verrichten kann, ohne daß ihr Energie zugeführt wird."

In der Zeit, als für mechanische Systeme dieses Prinzip von

GALILEI (1638), HUYGENS (1673), LEIBNITZ, Johann BERNOULLI (1748) und EULER formuliert wurde, schuf NEWTON seine berühmten drei Axiome der Bewegung. Wir wollen jetzt zeigen, daß diese Axiome, welche die mechanische Bewegung eines Körpers beschreiben, mit dem Energieprinzip eng verflochten sind.

Zu diesem Zweck multiplizieren wir die NEWTONsche Bewegungsgleichung eines Körpers

$$\boxed{m \frac{d^2 r}{dt^2} = F \quad , \quad \frac{d^2 r}{dt^2} = a} \qquad (1)$$

mit der Geschwindigkeit des Körpers $\frac{dr}{dt}$ durch und erhalten die Beziehung

$$\boxed{\frac{d}{dt} \quad \frac{m}{2} \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = F \frac{dr}{dt} \; , \; \frac{dr}{dt} = v} \qquad (2)$$

(Durch Anwenden der Kettenregel ist die Richtigkeit der linken Seite der Gleichung unmittelbar zu verifizieren.)

Führen wir nun die kinetische Energie W_{kin} eines Körpers ein mit

$$W_{kin} = \frac{m}{2} \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 \quad , \qquad (3)$$

so erhalten wir, wenn keine Kraft auf den Körper wirkt (F = 0)

$$\frac{dW_{kin}}{dt} = 0 \quad \text{bzw.} \quad W_{kin} = \text{konstant}, \qquad (4)$$

was bedeutet, daß die kinetische Energie des Körpers erhalten bleibt, falls keine Kraft auf diesen ausgeübt wird.

Wenn die Kraft F sich aus einer potentiellen Energie W_{pot} herleiten läßt, d. h. wenn gilt

$$\boxed{F \frac{dr}{dt} = - \frac{dW_{pot}}{dt} \quad ,} \qquad (5)$$

so bekommen wir für die Beziehung (2) die Gleichung

$$\boxed{\frac{d(W_{kin} + W_{pot})}{dt} = 0} \quad \text{bzw.}$$

$$W_{mech} = W_{kin} + W_{pot} = \text{const.} \qquad (6)$$

Ein System, das die Gleichung (6) befriedigt, in dem also die gesamte mechanische Energie W_{mech} zeitlich konstant bleibt, wird als konservatives System bezeichnet.

Wir können demnach aus der Ableitung des Erhaltungssatzes der mechanischen Energie diese Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die kinetische Energie eines Körpers bleibt nur dann erhalten, wenn keine Kraft auf den Körper wirkt.
2. Falls eine Kraft F auftritt, die konservativ ist, d. h. die gemäß Gleichung (5) aus einer potentiellen Energie herleitbar ist, wird die gesamte mechanische Energie erhalten. Dabei wandeln sich kinetische und potentielle Energie während der Bewegung ständig ineinander um.
3. Ist die wirkende Kraft F nicht konservativ (z. B. Reibungskräfte), so wird die mechanische Energie im allgemeinen nicht erhalten.

Es ist nun das große Verdienst Robert MAYERs (1842), erkannt zu haben, daß dieses bis hierher nur in der Mechanik gültige Prinzip erweiterungsfähig ist. Er stellte fest, daß die Wärmemenge Q, die bei thermodynamischen Prozessen auftritt, eine Energieform darstellt und die Gesamtenergie bei mechanisch-thermodynamischen Prozessen $W_{mech} + Q$ beträgt. Für derartige Prozesse gilt nun stets, falls nicht noch weitere Prozesse anderer Natur beteiligt sind, der Erhaltungssatz

$$\boxed{\frac{d(W_{mech} + Q)}{dt} = 0} \text{ bzw. } W_{mech} + Q = \text{konstant.} \qquad (7)$$

Später hat MAYER sein Energieprinzip auch auf die übrigen naturwissenschaftlichen Bereiche ausgedehnt. Er wird heute als Entdecker des Energiesatzes bezeichnet, wenngleich unabhängig von ihm auch JOULE (1843) und HELMHOLTZ (1847) zu ähnlichen Ergebnissen kamen.

Wir müssen also unser oben formuliertes Energieprinzip erweitern, um die Erkenntnis, daß die Energie des Systems in

verschiedenen Formen (mechanische, thermische, chemische, elektrische Energie, Kernenergie usw.) auftreten kann, die sich ineinander verwandeln können.

Nach diesen vorbereitenden Betrachtungen über den physikalischen Inhalt des Energieerhaltungssatzes wollen wir uns im 2. Teil des Artikels mit den philosophischen Konsequenzen dieses Gesetzes beschäftigen.

Fortsetzung im nächsten Heft

Nobelpreisträger für Chemie 1974: **Paul P. Flory**

Der Nobelpreis wurde schon mehrfach an Wissenschaftler vergeben, die sich mit Problemen der m a k r o m o l e k u l a r e n Chemie beschäftigen. 1974 erhielt ihn nun der Wissenschaftler Paul J. F l o r y in Würdigung seines Gesamtwerkes, mit dem er ganz wesentlich zu der Errichtung des Fundaments beigetragen hat, auf dem die gesamte makromolekulare Chemie heute steht.
Paul J. Flory wurde 1910 geboren, promovierte schon mit 24 Jahren, war in den USA an verschiedenen industriellen und akademischen Forschungsinstituten tätig und ist seit 1961 Professor für Chemie an der Stanford University in Kalifornien, USA.
Er ist der Verfasser von 2 Standardwerken über die "Grundlagen der Polymerchemie" und die "Statistische Mechanik der Kettenmoleküle". Im Vordergrund seiner Arbeiten steht die theoretische und experimentelle Behandlung der Chemie, der Physik und der Mechanik von Polymeren.
Seine ersten Arbeiten befaßten sich mit der Polymerisationskinetik, also der Untersuchung des Mechanismus, der abläuft, wenn aus niedermolekularen Verbindungen (Monomeren) lange kettenförmige Makromoleküle (Polymere) entstehen.
Seine bedeutendsten Beiträge lieferte Flory zur Aufklärung der Struktur und der Konformation von polymeren Molekülen. Zum Verständnis des Verhaltens von Polymeren in Lösung hat er ebenfalls sehr wesentlich beigetragen.

Dr. R. Maaz

Von der Seismologie

Am Fuße des Hausbergs in Jena beginnt der Burgweg als hohle Gasse durch den Sandstein, doch bald trifft man auf den für unsere Gegend charakteristischen Kalkstein. An dieser Stelle steht ein Institutsgebäude, das durch seinen Turm mit dem zwiebelförmigen Dach von vielen Punkten der Stadtaus gut zu erkennen ist. Es wurde vor 20 Jahren gebaut, da unser erstes Haus oberhalb des Abbeanums für die Aufgaben der Seismologie, die seit 75 Jahren sich in Jena nicht zuletzt dank des heutigen VEB Carl Zeiss entwickelt hat, zu eng geworden war.

Seismologie, das ist wissenschaftliche Erforschung der Erdbeben, ihrer Ursachen, der Bedingungen ihres Auftretens, der im Erdbeben ablaufenden Vorgänge und deren Wirkungen auf Natur und Technik. Schauplatz der Ereignisse ist die ganze Erde, die so selbst Forschungsgegenstand der Seismologie ist. Viele Fachrichtungen sind an ihr beteiligt: Von der Physik sind es besonders die Mechanik in allen Stufen bis hin zur Theorie verformbarer Stoffe, Festkörperphysik, Wärmelehre und selbst Atomphysik kommen zum Zuge, Chemie und Geologie werden benötigt, Meßtechnik und Geräteentwicklung, vielfältiger Einsatz von EDV nehmen breiten Raum ein, die ingenieurseismologische Arbeitsrichtung hat mit dem Bauwesen zu tun, nicht zuletzt aber finden viele Gebiete der Mathematik in der Seismologie ein breites Betätigungsfeld, denn mathematische Modelle müssen uns den Zustand im unzugänglichen Erdinnern und die darin verborgenen Prozesse verdeutlichen.

Wie aber kommt überhaupt etwas aus der finsteren Tiefe ans Licht des Tages ? Stellen wir uns vor, irgendwo in der Erde wird dort gespeicherte Energie plötzlich freigesetzt, durch eine Steinbruchsprengung oder Kernexplosion, den Aufschlag eines Meteors oder beim Zusammenbruch eines Stollens im Bergwerk, in Gasexplosionen tätiger Vulkane und besonders beim

Bruch ganzer Schollen der Erdkruste, die den Kräften ausgesetzt ist, die auch die großen Gebirge unserer Erde bewirken.

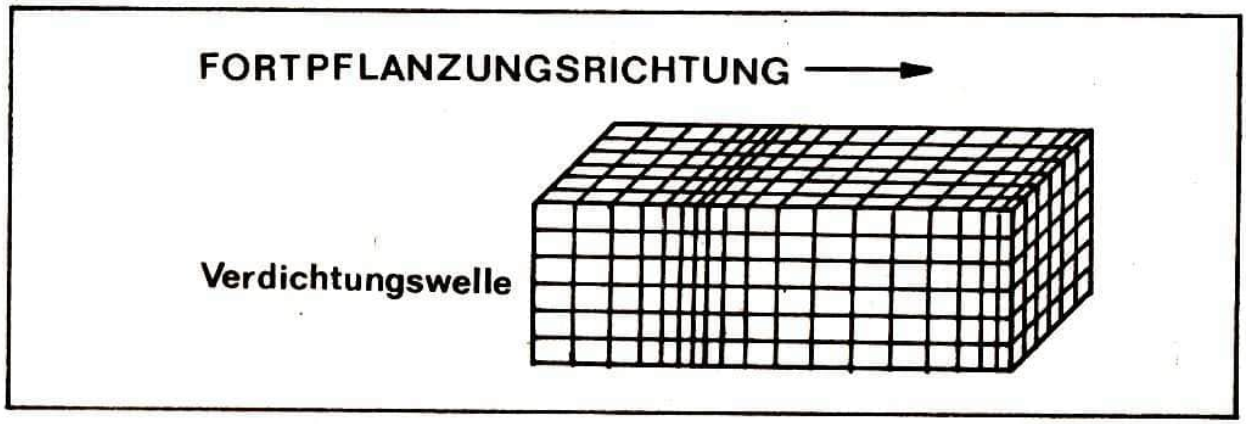
Wir wissen, daß jede Energieanhäufig auseinanderstrebt; so verteilt sich die Wärme so gut und schnell wie möglich, ebenso die Bewegungsenergie, bei der es wegen der Trägheit der bewegten Massenteilchen und dem Widerstand gegen Verformung zu um sich greifenden Schwingungen kommt, also zu Wellen im gesamten Erdkörper. Diese seismischen Wellen sind geprägt durch ihren Ursprung, die Art ihrer Entstehung und die Beschaffenheit der von ihnen durchlaufenen Stoffe. Erfassen die Wellen ein geeignetes Meßinstrument am Rande der Erde, so muß es mitschwingen und seine Bewegung im Feld der Erdanziehung liefert ein Schwingungsfeld, das Seismogramm. Die Seismogramme aller Beobachtungsstationen der Erde sind die Träger der gesamten verfügbaren Information.

Was machen wir mit ihr ? Erst einmal suchen Fachleute nach den Zeitpunkten, in denen die einzelnen Wellenzüge eines Bebens eintreffen. Es gibt davon recht viele, **denn seismische** Wellen sind viel komplizierter als der Schall, da sowohl der Verdichtungswiderstand als auch der Scherungswiderstand eigene Wellen bewirken, wenn wir nur an die simpelsten Stoffe denken. Wie beim Licht gibt es Spiegelungen, besonders an der Erdoberfläche, Beugung und Brechung, wenn die Welle in einen anderen Stoff eintaucht.
An der Grenzfläche werden gleichzeitig Verdichtungswellen und Scherungswellen angeregt.

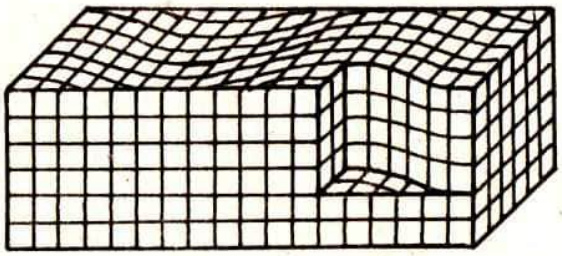
Nun hat sich die Erde als geschichtet erwiesen. In den Schichten bilden sich durch Überlagerung von Teilwellen und bedingt durch Spiegelungen Wellen aus, die Hauptsächlich innerhalb der Schicht weiterlaufen. Sie bestehen eigentlich aus einem Gemisch von Wellen verschiedenster Frequenz, die sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten, und zwar abhängig von der Schichtung. Aus der beobachteten Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von der Frequenz können wir daher auf die Schichtung der Erde schließen. Dazu braucht es theoretischer Modelle der Wellenausbreitung, die besonders schwierig werden, wenn die Schichten gestört,

z.B. gegeneinander vertikal versetzt sind. Die Ausbreitung seismischer Energie in Schichten erfolgt fast ganz in der Erdkruste, die bei uns 30 km mächtig ist, und im oberen Erdmantel, also nahe der Erdoberfläche. Aus diesen "Oberflächenwellen" kann man daher auch nur Rückschlüsse auf jene Bereiche erwarten. Informationen über tiefere Regionen bis hin zum Erdkern bekommen wir aus den Raumwellen, also aus sich allseitig ausbreitender Energie. Es ist erstaunlich, daß wir starke Beben in der Gegend unserer Antipoden so klar registrieren. Oberflächenwellen laufen übrigens manchmal mehrfach um den Erdball. Aus der Beobachtung von Raumwellen an vielen Stationen bei sehr vielen Erdbeben wurde mit höherer Mathematik ermittelt, wie schnell diese Wellen in jeder Tiefe laufen. Diese Werte stellen die wesentlichen Daten, um über den Druck, die Verdichtung und die elastischen Eigenschaften der Stoffe und damit auch über die chemische Zusammensetzung in unzugänglicher Tiefe einige Auskunft zu erhalten.

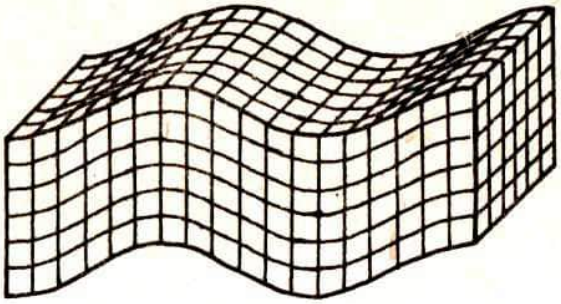
Mehr darüber und über die Seismologie überhaupt kann man im bilderreichen Buch "Eroberung der Tiefe" von W. Arnold nachlesen. Ich möchte aber dennoch auf den globalen Charakter unserer Arbeit hinweisen. Da ist zunächst der starke Datenaustausch, den die Weltdatenzentren Boulder (USA) und Moskau unterstützen. Internationale Rechenzentren werden laufend mit neuesten Beobachtungsdaten über Telex und Lochkarten beliefert, berechnen rasch die wichtigsten Angaben über das Beben und schicken sie an uns, womit erst die endgültige Auswertung der Seismogramme ermöglicht wird.



FORTPFLANZUNGSRICHTUNG



Scherungswelle mit horizont. Schwingungsrichtung (S)



mit vertikalem S

AUGENBLICKSBILDER VERSCHIEDENER ARTEN VON ERDBEBENWELLEN

Unsere wichtigsten seismischen Stationen stehen in Moxa bei Pößneck und auf dem Collm, **einem Berg bei Oschatz. Dann wären** die Stationen Berggießhübel, Oderberg, Kap Arkona, Quedlinburg und nicht zuletzt Plauen zu nennen, die neben anderen Stationen die vogtländischen Erdbeben überwacht. Wer nach Pößneck kommt und Schloß Ranis besucht, der kann einige ausgediente aber anschauliche Seismographen und Schaubilder zur Seismologie in einem auch regionalgeologisch interessanten Museum betrachten.

Dr. Richard Maaz,
Zentralinstitut für Physik der Erde der Akademie der Wissenschaften der DDR, Institutsteil Jena

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

H. Budker

Auf der Suche nach dem Schicksal der Wissenschaft (Teil 1)

Was ist eine wissenschaftliche Schule?

Einem Eingeweihten braucht nicht nachgewiesen zu werden, wie wichtig es ist, einen guten Lehrer zu haben. Nur nach Lehrbüchern, Monographien und Artikeln studieren kommt dem untauglichen Versuch gleich, die Meisterschaft eines Pianisten nach einem Buch zum Selbstlernen zu erreichen. Meisterlich spielen zu lernen ist ohne Lehrer unmöglich. Genauso ist es auch in der Wissenschaft:

Nicht zufällig wird der gute Physiker dort herangebildet, wo eine gute Schule ist, obwohl die gesamte wissenschaftliche Literatur in zivilisierten Ländern allen zugänglich ist. Es gibt natürlich Ausnahmen, daß ein Mensch seine hauptsächlichen Erfolge nur sich selbst zu verdanken hat: aber, wie man so sagt, sie bestätigen nur die Regel.

Das Verständnis, was eine wissenschaftliche Schule ist, besonders eine wissenschaftliche Schule in der Physik, enthält nicht nur das Begreifen einiger weltanschaulich komplizierter Probleme der heutigen Physik, nicht nur den Kreis der zweckmäßigsten Aufgaben und Probleme, sondern auch das Verstehen einer ganzen Reihe jener kleinen täglichen und stündlichen Elemente der Arbeit, die weder in Lehrbüchern noch in Monographien beschrieben werden, weil sie ganz einfach nicht beschrieben werden können, weil bei einem Experiment neben der Wissenschaft ein großer Anteil von Kunst erforderlich ist, und diese Kunst hat noch niemand nach Lehrbüchern gelernt.

Womit beginnen?

Womit soll ein junger Wissenschaftler beginnen, mit welchen Aufgaben?
Wenn man einen angehenden Alpinisten sofort zur Eroberung hoher Gipfel ausschickt, wird er sich wahrscheinlich das Genick brechen. Wenn man ihm ständig übermäßige Aufgaben stellt, verflacht er derart in seinen Fertigkeiten, daß er sich niemals auf eine bedeutende Höhe erheben wird. Gerade hier kommt die Kunst des Erziehers, das Gefühl und das Verständnis für das Trainingsmaß, für die genaue Dosierung der Aufgaben nach Schwierigkeit und Qualität zum Ausdruck.
In der Wissenschaft habe ich zahlreiche Menschen getroffen, die sich an zu schwierigen Aufgaben überanstrengt hatten, die ihnen von sorglosen Lehrern gestellt worden waren. Vielen Menschen fehlt ein wissenschaftlicher Horizont, sie erkennen deshalb nicht, was wichtig und was unwichtig ist. Und die Mehrzahl von ihnen sind, davon bin ich überzeugt, wirklich fähige Menschen, die mit ihrem Lehrer kein Glück hatten.

Aber auch die wissenschaftliche Bescheidenheit, aufgefaßt als die Notwendigkeit, sich nur mit kleinen angewandten Aufgaben zu befassen, kann einem Menschen den Horizont nehmen und folglich auch die Möglichkeit, sich in Zukunft mit großen Problemen zu befassen.

An ihren Taten sollt ihr sie erkennen

Diejenigen, die die Wissenschaft als Beruf erwählt haben, gehen noch ein weiteres Risiko ein. Für Uneingeweihte ist es in jüngster Zeit immer schwieriger geworden zu unterscheiden: Wo ist eine Wissenschaft und wo eine "Allround-Wissenschaft"? Wer ist ein Wissenschaftler und wer ein "Allround-Wissenschaftler"?
Als natürliches Kriterium können die Resultate dienen: In der Wissenschaft gibt es Ergebnisse, in der "Allround-Wissenschaft" gibt es keine. Doch darüber können nur Spezialisten von hohem Rang entscheiden, weil man auch Ergebnisse vor-

täuschen kann. Darin sind ebenfalls große Schwierigkeiten für die Jugend verborgen.

Die Wissenschaft ist heute derart kompliziert, daß ein Jugendlicher angesichts dieser Vielfalt faktisch hilflos ist. Deshalb müssen an die Menschen hohe Anforderungen gestellt werden, die Autorität genießen und als große Wissenschaftler bekannt sind. Besonders von ihrem öffentlichen Auftreten hängen in gewissem Grad die Orientierung der Jugend und ihre wissenschaftlichen Interessen ab. Es darf aber nicht vergessen werden, daß auch Pseudowissenschaftler über Masseninformationsmittel verfügen und zuweilen wenig bedeutende und zuweilen auch falsche Ideen hochspielen. Das größte Übel, das diese Leute (oft mit Titeln und Rängen) bringen, ist nicht einmal die Tatsache, daß sie materielle Mittel vergeuden, sondern sie verschleudern unseren größten Reichtum - die intellektuellen Mittel des Landes.
Die Jugend braucht eine gute moralische und ethische Erziehung, sie muß imstande sein, Worte von Taten, Wahrheit von Unwahrheit, Primitivität und Lügen von tiefer und echter Phantasie zu unterscheiden. Sie muß wissen, daß die Wissenschaft keine sterile Welt ist, in der alle Menschen ideale Eigenschaften haben, sondern eine Welt eben des realen Lebens, wo es neben Könnern auch Hochstapler gibt, wo neben den höchsten und bemerkenswertesten Eigenschaften der Persönlichkeit auch Flachheit und Karrierismus anzutreffen sind.

Jeder junge Mensch muß aus den modischen und nichtmodischen Wissenschaften diejenige wählen, die seinen Fähigkeiten und seiner Berufung am nächsten steht. Aber er muß eine Wissenschaft wählen, eine existente. Jeder muß für sich die stabilste Lösung bei der Auswahl der Art der Beschäftigung und ihrer Themen finden, weil das menschliche Leben kurz ist und jede Abschweifung sehr teuer, sie nimmt unwiederbringliche Jahre fort. Ich vermeide diesen unersetzlichen Verlust, wenn ich erkenne, daß die Wissenschaft Arbeit und keine Zerstreuung ist, wenn auch auf höchster intellektueller Ebene. Und

selbst dort, wo sie Zerstreuung zu sein scheint, ist das eine Zerstreuung bei der Arbeit.

Die Laser kommen zu spät

Heute wird häufig davon gesprochen, daß die Jugend das Interesse an den Problemen der Physik und besonders der Kernphysik verliert. Ich glaube, daß dem nicht so ist. Im Gegenteil, die Kernphysik wird heute von einer bedeutenden Anzahl von Menschen gesäubert, die sich ihr seinerzeit als einer modischen Sache angeschlossen hatten.

Tatsächlich strebt ein Teil der talentierten Jugend der Molekularbiologie und der Genetik zu, wo große Ereignisse heranreifen. Ich begrüße den Zug der Jugend zur Medizin. Und dennoch geht der beste, der fähigste Teil der Jugend zur theoretischen und experimentellen Physik. Ich beobachte das bei uns an der Universität von Nowosibirsk, und überhaupt zeigen meine Erfahrungen im Umgang mit jungen Wissenschaftlern, daß nach wie vor die Fähigsten sich der Kernphysik widmen. Das Gerede von einem Niedergang der Kernphysik scheint dadurch entstanden zu sein, daß alle großen Entdeckungen hier bereits vollbracht wurden.

Die großen Entdeckungen kann man in drei Typen einteilen: rechtzeitige, verspätete und vorzeitige. Nehmen wir drei Beispiele aus unserer Zeit - den Kosmos, die Laser und die Kernenergie.

Als Beispiel für eine rechtzeitige Entdeckung dient die Entdeckung des Kosmos, wenn man das so ausdrücken kann. Psychologisch war die Menschheit schon lange darauf vorbereitet, wozu phantastische Romane beträchtlich beigetragen haben.

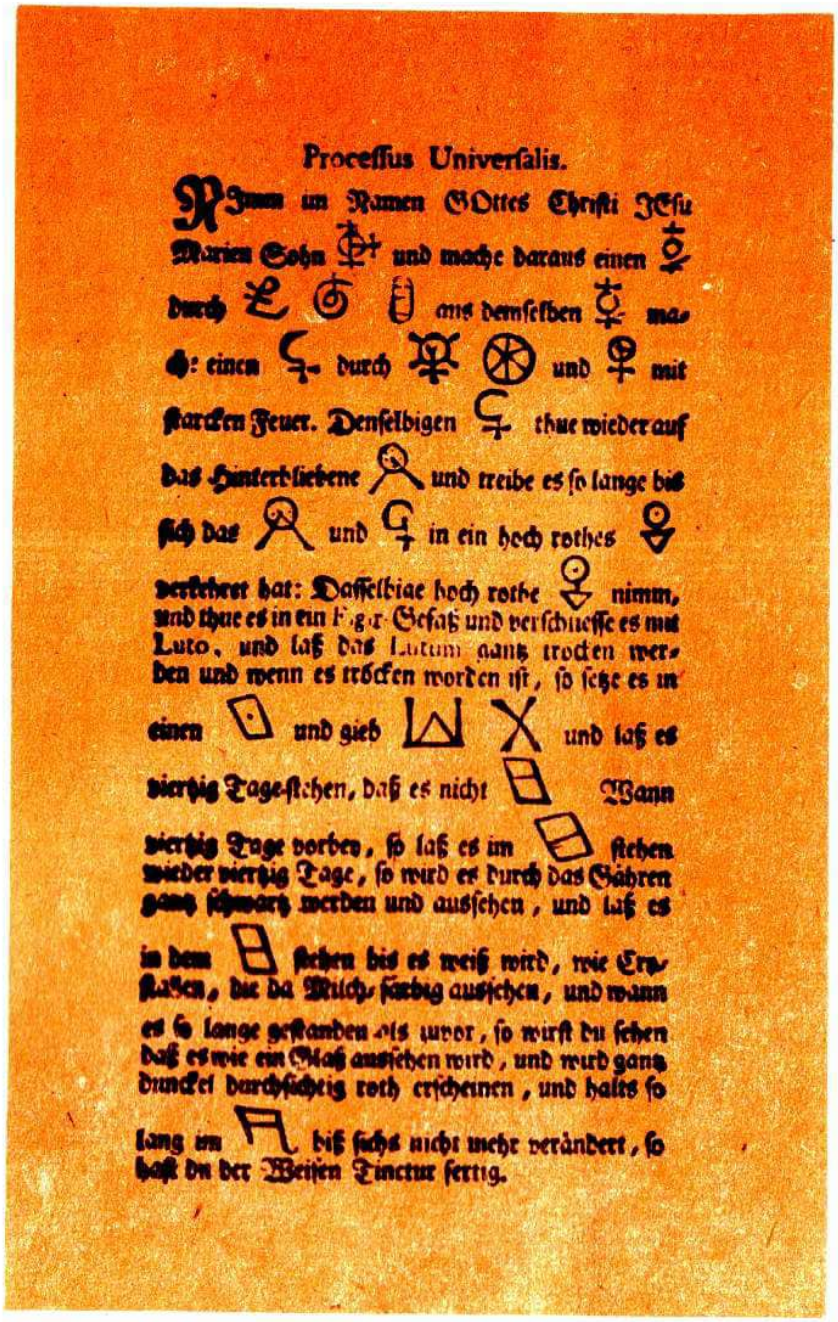
Technologisch war die Zivilisation ebenfalls zu Flügen in den Kosmos bereit: Die Luftfahrt hatte sich seit langem entwickelt, danach tauchten die Düsenflugzeuge auf, dann die Raketen und schließlich die Erdtrabanten.

Beispiel für eine verspätete Entdeckung sind die Laser. Die Theorie der induzierten Strahlung wurde zu Beginn dieses Jahrhunderts ausgearbeitet.

Die Optik war in den 30er Jahren bereits zum gegenwärtigen Niveau entwickelt, die Experimentiertechnik ausreichend, um die ersten Laser zu machen.

Fortsetzung im nächsten Heft

(aus Wochenpost 1974/6, gekürzt)



Processus Universalis.

Nimm im Namen GOttes Christi JEsu Marien Sohn und mache daraus einen durch aus demselben mache einen durch und mit starcken Feuer. Denselbigen thue wieder auf das Hinterbliebene und treibe es so lange bis sich das und in ein hoch rothes verkehret hat: Dasselbige hoch rothe nimm, und thue es in ein Figir-Gefaß und verschliesse es mit Luto, und laß das Lutum gantz trocken werden und wenn es trocken worden ist, so setze es in einen und gieb und laß es viertzig Tage stehen, daß es nicht Wann viertzig Tage vorbey, so laß es im stehen wieder viertzig Tage, so wird es durch das Gähren gantz schwartz werden und aussehen, und laß es in dem stehen bis es weiß wird, wie Crystallen, die da Milch-färbig aussehen, und wann es so lange gestanden als zuvor, so wirst du sehen daß es wie ein Glaß aussehen wird, und wird gantz dunckel durchsichtig roth erscheinen, und halts so lang im biß sichs nicht mehr verändert, so hast du der Weisen Tinctur fertig.

B a s i l i u s
V a l e n t i n u s

Vorschrift zur Herstellung des Steins der Weisen mit alchemistischen Symbolen

MOSAIK impuls 68

SO_2-Entfernung aus Abgasen

Um das SO_2 aus Schornsteinabgasen zu beseitigen, wird jetzt ein Verfahren eingesetzt, bei dem die Abgase über **Alkalimetallkarbonate** geleitet werden. Dabei bilden sich die entsprechenden Sulfite und Sulfate. Nach einer gewissen Zeit werden die Filter dem Schornstein entnommen und mit CO und H_2 behandelt, wobei elementarer Schwefel gewonnen wird. Die **Karbonate** werden zurückerhalten. Der Erlös des Schwefels deckt die Kosten des Verfahrens.

Citrangen

Citrangen, ein **Kreuzungsprodukt aus Zitronen und Orangen**, werden von grusinischen Wissenschaftlern gezüchtet. Sie haben einen hohen Prozentsatz an Fruchtfleisch, ihr Säure- und Vitamingehalt übertrifft den der Apfelsinen um ein Vielfaches. Die Früchte sollen besonders zur Produktion von vitaminreichen Säften geeignet sein.

Nachrichtenübertragung mittels Glasfasern

Die Nachrichtenübertragung gewinnt in unserer Zeit immer größere Bedeutung. Neuerdings versuchen Wissenschaftler mit Erfolg die Nachrichtenübermittlung mit Hilfe von Lichtstrahlen innerhalb von Glasfasern. Mit einer nur 100 µm starken Faser kann man schon heute mehr als 50 bit/s übertragen. Das entspricht etwa einem Fernsehbildkanal. Die **amplitudenmodulierten** Impulse werden von einer Laserdiode erzeugt , von einer Fotodiode aufgenommen und wieder in elektrische Impulse zurückverwandelt. Dieser neuen Technik kommt eine große Rolle in der Zukunft zu.

Zur Entspannung von Physikaufgaben:

Unsere Chemieaufgabe zum Jahresende!

In eine Bowle mit viel Geschicke
wirft man kleine Pfirsichstücke
gibt Primasprit, etwas Zucker hinzu,
und läßt das Ganze dann in Ruh',
bis nach Ablauf von 12 Stunden
man es richtig hat gefunden.
Und gießet nun noch Dessertwein
neben viel Bier und Zitrone hinein.
Diese so erhaltene Bowle
Läßt man, eh' man trinkt zum Wohle,
zwei, drei Stunden nochmals ziehen
und vergißt nicht, sie zu kühlen.

Folgende Zutaten werden empfohlen:

300 g Pfirsiche, in Würfel geschnitten
50 g Zucker
2 Messerspitzen Zitronensäure
2 Flaschen Dessertwein, je 0,7 l (Alkoholgehalt: 15 Vol%)
1/8 l Primasprit (Alkoholgehalt: 96 Vol%)
Pilsner Bier (Alkoholgehalt: 5 Vol%)

Wieviel Flaschen an Pilsner Bier, je 0,5 l, müssen zum Schluß noch zugesetzt werden, damit die Bierbowle etwa 10 Vol%ig ist?
(Die bei Mischungen von Äthanol/Wasser auftretende Volumenkontraktion soll vernachlässigt werden.)

Unseren treuen Lesern wünschen wir viel Erfolg bei Ihrer Arbeit und persönliches Wohlergehen im Neuen Jahr. Wir hoffen, auch in diesem Jahr Ihnen ein treuer Begleiter in Beruf, Schule und Freizeit zu sein.

Ihre i m p u l s 6 8 - Redaktion

"...und achten Sie, meine zukünftigen Lehrer, immer auf Autorität bei den Schülern!"

"Einmal habe ich zehn Dollar für jedes Wort bekommen", sagt der Autor. "Unglaublich staunt der Verleger. "Wie war das möglich?" "Ich habe dem Richter widersprochen", bekennt der Autor.

Patentamt

"Vorrichtung zum Erhalten des Brandes von Zigarren des DRP 181413(1906) in Form einer durch Uhrwerk in Pendelbewegung versetzten Luftschaukel, auf der die Zigarre, leicht hin und her bewegt, behäbig weiterbrennt!"

"Kann ich einen Tag Urlaub haben, um meinen Garten umzugraben?" Der Chef: "Man sagte mir, daß Sie überhaupt keinen Garten haben!" "Keinen Garten? Ja, dann muß ihn jemand vom Fensterbrett genommen haben!"

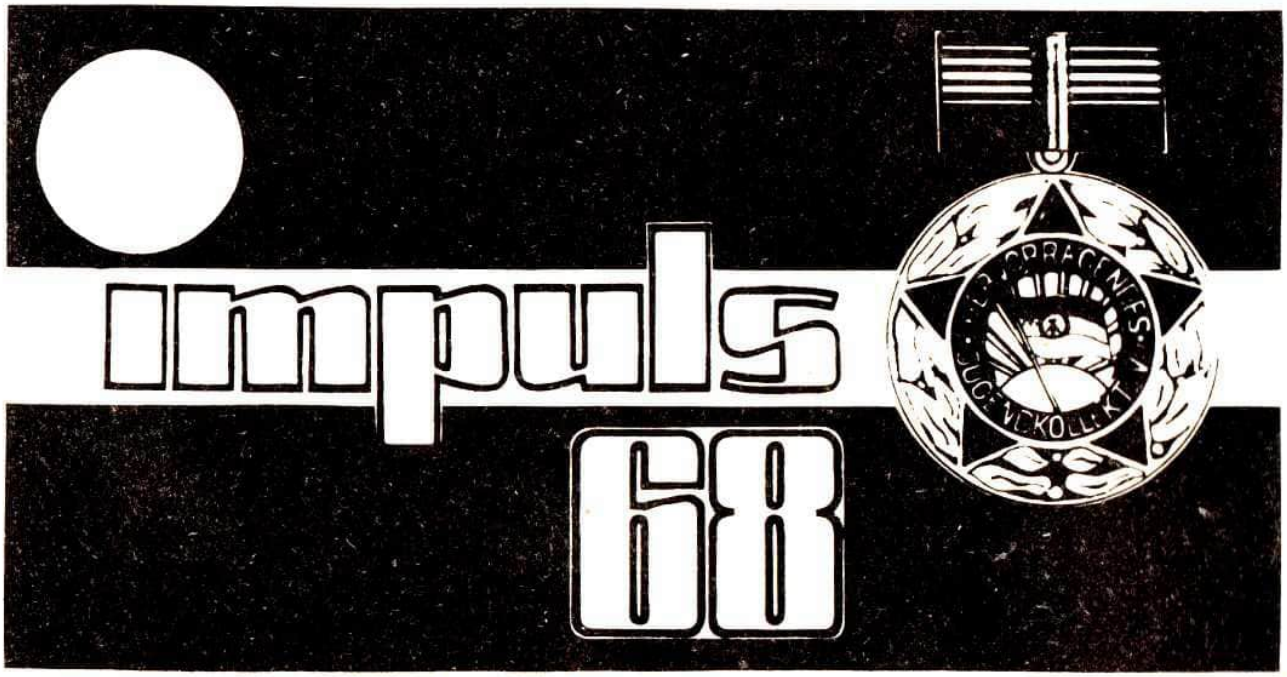
Aus dem Protokoll eines Verkehrsgerichtes in Genua:

"Im rechten Graben lagen Kotflügel und rechtes Vorderrad sowie viele Ersatzteile, im linken Graben lag ein Teil des Motors, so daß die Behauptung des Geschädigten, er habe die Fahrt nicht fortsetzen können, gerechtfertigt erscheint."

"Bei uns in den Staaten", prahlt ein Amerikaner, "geht alles furchtbar schnell. Wenn man morgens an einem Hochhaus vorbeikommt, bei dem erst das erste Stockwerk fertig ist, kann man abends auf dem Rückweg von der Arbeit sehen, wie die bereits eingezogenen Mieter der oberen Etagen auf die Straße gesetzt werden, weil sie die Miete nicht bezahlen können."

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 5



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig **Amt. Chefredakteur:** Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Titelbild: Erdsatellit Kosmos 184

Inhalt:

Quantenchemie der Atome und Moleküle (1)	CHE	3
Wissenschaft im Kreuzverhör	INT	9
Aufbau und Funktion biologischer Membranen (2)	BIO	13
Büchermarkt		19
Der Satz von der Erhaltung der Energie (2)	PHY	21
Auf der Suche nach dem Schicksal der Wissenschaft (2)	DOK	25
impuls-Lexikon	LEX	29
Physikaufgabe 7		31

G. Hüller
Sektion Chemie

Quantenchemie der Atome und Moleküle (Teil 1)

CHEMIE

1. Was ist Quantenchemie?

Die Quantenchemie stellt die Anwendung der Quantenmechanik (oder Quantentheorie - einer Disziplin der theoretischen Physik) auf chemische Probleme dar. Sie ist das Teilgebiet der Chemie, das sich im allgemeinen mit der Untersuchung der Umordnung der Elektronenhüllen von Atomen und Molekülen bei chemischen Vorgängen beschäftigt. Als wesentliche Erscheinungen hierbei wären das Knüpfen und Lösen von Bindungen zu nennen.

Der grundlegende Unterschied zwischen der Quantenmechanik und den klassischen Modellen(- vgl. auch die Artikelserie "Einführung in die Quantentheorie" - 7. Jg. H. 4–9) zur Beschreibung solcher Vorgänge besteht darin, daß die Quantenmechanik eine einheitliche Theorie zur Beschreibung der verschiedensten Vorgänge im Bereich der Elementarteilchen darstellt und deren Formalismus sich aus wenigen Grundgleichungen aufbaut. Durch ihre Anwendung auf chemische Problemstellungen gelang z.B. erstmals eine Beschreibung der chemischen Bindung und der Erscheinung der Energiequantelung in Atomen und Molekülen. Dabei ist es nicht nur so, daß eine theoretische Begründung für experimentell Bekanntes geliefert wird, sondern mit quantenchemischen Berechnungen ist es auch möglich, experimentell nicht oder nur schwer zugängliche Fragestellungen zu untersuchen. Darüber hinaus liefert die Quantenchemie Ergebnisse, die in der Thermodynamik und Reaktionskinetik Anwendung finden. Sie bildet deshalb so etwas wie ein Fundament für das Gebäude der theoretischen Chemie.

Einschränkend muß allerdings gesagt werden, daß wegen der

komplizierten mathematischen Struktur dieser Theorie und - damit verbunden - des großen Aufwandes, den quantenchemische Untersuchungen gegenwärtig noch erfordern, genaue Berechnungen nur für sehr kleine chemische Systeme möglich sind. Trotzdem ist die Quantenchemie aus der modernen Chemie nicht mehr wegzudenken, da die bei kleinen Systemen gewonnenen Erkenntnisse Denkmodelle liefern, die qualitativ auch auf kompliziertere übertragbar sind.
Der komplizierte mathematische Formalismus schränkt aber nicht nur die gegenwärtig möglichen Anwendungen ein, sondern erschwert auch das Verstehen der quantenchemischen Methoden. Beides mag die Ursache dafür sein, daß die Chemiker nur zögernd - und im wesentlichen in den letzten beiden Jahrzehnten - die Bedeutung der Quantenchemie für den experimentell arbeitenden Chemiker erkannten.
E. Hückel, der Begründer des HMO-Verfahrens (einer einfachen quantenchemischen Näherungsmethode, die besonders im Bereich der organischen Chemie große Bedeutung erlangt hat) spricht in der Einleitung zu einer Veröffentlichung (im Jahre 1938) von "einer den Chemikern unverständlichen Geheimsprache". Das Problem, möglichst unter Umgehung dieser "Geheimsprache" den Sachverhalt der chemischen Bindung allgemeinverständlich darzulegen, ist der Grund, weshalb in unserer Zeitschrift noch kein umfassender Artikel über dieses Gebiet der Chemie erschienen ist. Angeregt durch einen Leserbrief von Heinz-Dieter Vehmann aus Reichenbach soll mit dem Artikel versucht werden, diese Lücke zu schließen. Die Aussagen, die mit Hilfe der Quantenchemie bei Atomen und Molekülen möglich sind, werden jeweils am konkreten Beispiel erläutert.

2. Die Schrödinger-Gleichung - die Grundgleichung der Quantenchemie

Ausgangspunkt quantenchemischer Untersuchungen ist gegenwärtig in der Regel die sogenannte zeitfreie Schrödinger-Gleichung (die "allgemeine" Schrödinger-Gleichung enthält auch ein zeitabhängiges Glied) für Zustände des Systems, für die die Gesamtenergie konstant ist. Solch ein Zustand wäre z.B. die Bewegung der Erde um die Sonne.

Die Struktur der Gleichung:
Die Schrödinger-Gleichung kann in folgender Form aufgeschrieben werden:

$$(T + V)\,\psi = E\,\psi$$

Sie stellt eine Differentialgleichung 2. Ordnung dar, deren mathematische Struktur im einzelnen nicht weiter interessieren soll. T und V sind die Eingangsgrößen. E, die Gesamtenergie des Systems, und ψ, die "Zustandsfunktion", sind die zu berechnenden Unbekannten.
Die Schrödinger-Gleichung für eine konkrete chemische Problemstellung erhält man, indem man T und V für dieses System bestimmt. In T fließen dabei nur die Masse und die Zahl der sich bewegenden Teilchen ein. Da in diesem Artikel die Atomkerne als festgehalten angesehen werden sollen (sogenannte "Born-Oppenheimer-Näherung"), braucht man sie in T nicht mehr zu berücksichtigen, so daß T durch die Elektronenmasse und die Elektronenzahl bestimmt ist (die mathematische Struktur von T soll nicht erläutert werden).
Die zweite Eingabegröße ist die potentielle Energie V. Da es sich bei Atomkernen und Elektronen um elektrisch geladene Teilchen handelt, ergibt sich V als Summe aller elektrostatischen Wechselwirkungen, die durch das Coulomb'sche Gesetz bestimmt sind. Hiernach ist die Kraft F gegeben zu

$$F = \frac{e_1 \cdot e_2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{12}^2}$$

woraus für die potentielle Energie folgt

$$V = - \frac{e_1 \cdot e_2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{12}}$$

Allgemein wird sich die potentielle Energie aus folgenden Gliedern zusammensetzen:

		Potentielle Energie der Wechselwirkung des
I.	$-\frac{Z_A \cdot e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{1A}}$	Elektrons 1 mit dem Atomkern A
II.	$+\frac{e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{12}}$	Elektrons 1 mit dem Elektron 2
III.	$+\frac{Z_A \cdot Z_B \cdot e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{AB}}$	Kernes A mit dem Kern B

(z_A, z_B ist die Kernladungszahl der Atome A, B; e ist die Elementarladung.)

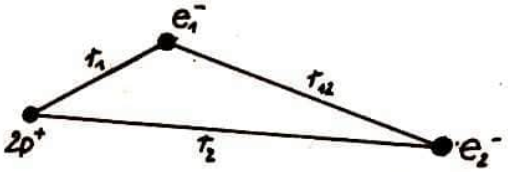
Drei Beispiele sollen genannt werden:

1. Das Wasserstoff-Atom:
   Es besteht nur aus einem Proton und einem Elektron:

   Die potentielle Energie enthält also nur ein einziges Glied der Art I.

$$V_H = -\frac{e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r}$$

2. Das Helium-Atom:
   Es besteht aus dem Kern (Kernladungszahl z = 2) und zwei Elektronen:



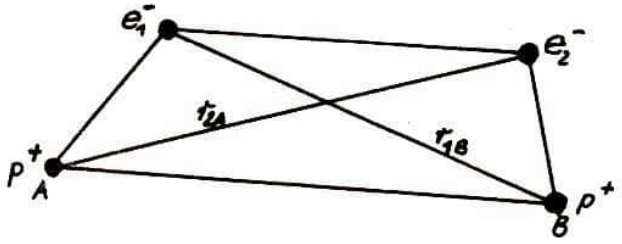
   Hier ergeben sich drei Glieder, zwei der Art I. und eines der Art II.

$$V_{He} = -\frac{2e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_1} - \frac{2e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_2} + \frac{e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_{12}}$$

3. Das Wasserstoff-Molekül H_2:

   Hier sind zwei Protonen und zwei Elektronen zu berück-

sichtigen, was zu 6 verschiedenen Wechselwirkungen führt, 4 vom Typ I, je eines vom Typ II. und III.



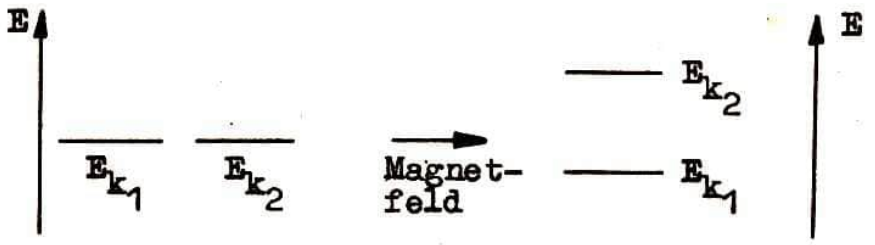
$$V_{H_2} = \frac{e^2}{4\pi\,\varepsilon_0}\left\{ -\frac{1}{r_{1A}} - \frac{1}{r_{1B}} - \frac{1}{r_{2B}} - \frac{1}{r_{2A}} + \frac{1}{r_{12}} + \frac{1}{r_{AB}} \right\}$$

Man sieht, Glieder des II. Typs gibt es bei jedem Atom oder Molekül mit mehr als einem Elektron, Glieder des III. Typs nur bei Molekülen. Die Glieder des III. Typs enthalten gleichzeitig die vorgegebene Molekülgeometrie.

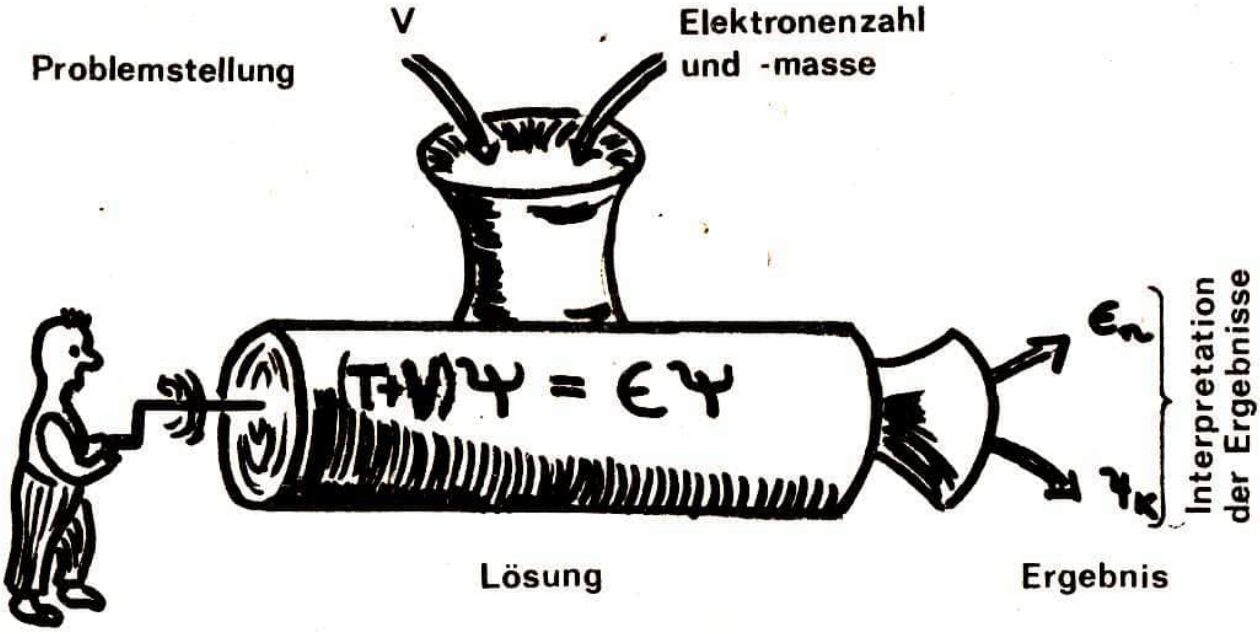
Damit sind die Größen erläutert, die man zur Formulierung der Schrödinger-Gleichung für eine konkrete chemische Problemstellung (Berechnung z.B. eines Atoms oder Moleküls) benötigt.

Die Lösung der Schrödinger-Gleichung:

Die unbekannten Größen, die man durch das Lösungsverfahren zu bestimmen hat (auf die Darstellung des komplizierten mathematischen Verfahrens soll verzichtet werden), sind die Gesamtenergie E und die Funktion ψ . Man erhält dabei einen Satz von unendlich vielen Funktionen ψ_k , wobei jede Funktion ψ_k einen Zustand des Systems beschreibt, zu dem ein Energiewert E_k gehört. Dabei kann es allerdings sein, daß mehrere Energiewerte E_k gleich sind, also mehrere Funktionen ψ_j zu einem Energiewert E_k gehören. Dieser - als "Entartung" bezeichnete - Fall besitzt besonderes Interesse, da bei Einwirkung äußerer Felder eine Aufspaltung erfolgen kann:



Hierauf wird bei der Behandlung des H-Atoms im nächsten Teil etwas genauer eingegangen.
Der Gang einer quantenchemischen Untersuchung läßt sich in diesem einfachen Bild darstellen:



Welche Aussagen mit Hilfe der Gesamtenergie E_k und der zugehörigen Funktion möglich sind, soll in den folgenden Artikeln an konkreten Beispielen erläutert werden.

Reduktion von Stickstoff zu Ammoniak in wässriger Lösung

wässriger Lösung

In großtechnischem Maßstab erfolgt die Umwandlung von Stickstoff in Ammoniak nach dem HABER-BOSCH-Verfahren bei hohen Drücken und hohen Temperaturen. Neuerdings gelang die Reduktion auch im wässrigen System bei Normalbedingungen. Die Umwandlung erfolgte in einer Lösung, die 2- Aminoäthanthiol, Natriummolybdat, Eisen -II-sulfat und Natriumborhydrid enthielt. In stark alkalischer Lösung und bei Gegenwart von Molybdän oder Vanadin als Katalysatoren wird Stickstoff zu Hydrazin reduziert, dessen Herstellung in der Technik durch partielle Oxydation von Ammoniak auch nicht ganz problemlos ist.

wissenschaft im kreuzverhör

Interview mit Dozent Dr. Gerhard Wiederhold
(Sektion Physik der FSU Jena)

"impuls 68": Herr Dr. Wiederhold, Sie besuchten kürzlich die vierte Wawilow-Konferenz über Nichtlineare Optik in Akademgorodok, die zweite Allunionstagung über Gaslaser in Akademgorodok sowie die Fachtagung und Ausstellung über Laser und opto-elektronische Bauelemente "Laser 75" in München. Welche Tendenzen zeichnen sich Ihrer Meinung nach in der Anwendung der Laser ab?

Dr. Wiederhold: Die Programme dieser Tagungen weisen aus, daß folgende Themenkreise z.Z. international im Mittelpunkt der Forschung stehen, wobei die Reihenfolge keine Wertung sein soll. Zunächst sei einiges zur hochauflösenden Laserspektroskopie gesagt. Darunter versteht man spezielle spektroskopische Untersuchungsverfahren mit Hilfe von Lasern, die es gestatten, spektroskopische Messungen innerhalb der durch den Doppler-Effekt verbreiterten Spektrallinien von Gasen vorzunehmen. Derartige Messungen sind mit klassischen Spektrometern nicht möglich. Man kann heute im sichtbaren bzw. infraroten Spektralbereich Spektrallinien mit einem Abstand kleiner als 10kHz voneinander trennen. Einen immer größeren Einsatz in der Spektroskopie finden auch die kontinuierlich durchstimmbaren Farbstofflaser. Weiterhin stand auf den Themenplänen die selektive Induzierung chemischer Reaktionen durch Laser. Für die Chemie besteht damit die Möglichkeit, durch Einstrahlung von Laserlicht definierter Frequenz völlig neue, bisher unbekannte Reaktionstypen zu stimulieren. Dies beruht auf der selektiven Anregung beispielsweise eines speziellen Schwingungszustandes in Molekülen, der so stark angeregt werden kann, daß die Bindung aufbricht und die Molekülreste mit anderen Molekülen reagieren

können. Im Gegensatz dazu werden bei den konventionellen chemischen Reaktionen alle Schwingungen des Moleküls angeregt, und das Molekül zerbricht an der schwächsten Bindung. Diese Laseranregungsverfahren sind so selektiv, daß man damit Isotope trennen kann. Diese Isotopentrennmethoden sind volkswirtschaftlich außerordentlich wichtig. Man hofft, mit diesen Verfahren 1980 die gleiche Menge an spaltbaren Uranisotopen zu isolieren, wie es etwa mit der heute üblichen Diffusionstechnik möglich ist. Diese Trennverfahren sind notwendig, um die in den 80er Jahren zu erwartende Versorgungslücke an spaltbarem Uran schließen zu können. Weiterhin wird an der Entwicklung von Lasern für die Ausstrahlung von Vakuum-Ultraviolett-Licht und Röntgenstrahlen gearbeitet. Einen besonderen Schwerpunkt stellen die Hochleistungslaser für kontinuierlichen und Impulsbetrieb dar. Als Einsatzgebiete sind insbesondere die laserinduzierte Kernfusion und die Materialbearbeitung zu nennen. Große Beachtung finden auch die Arbeiten zum Einsatz des Lasers in der Umweltschutzmeßtechnik. Mittels sogenannter "LIDAR"-Geräte (das sind Radar-Geräte mit Lasern im sichtbaren Spektralgebiet) kann man unter Ausnutzung der Raman-Streuung Öldunst und Autoabgase in Luft oder Abgase von Schornsteinen und von Flugzeugen über Entfernungen von etwa 100 m nachweisen. Bei Verwendung von Rückspiegeln wurden in der BRD z.B. relative Konzentrationen von $2 \cdot 10^{-7}$ NO_2 in Luft auf einer Strecke von 7 km nachgewiesen.

"impuls 68": Wie weit ist man bei der Entwicklung von Ultraviolett-, Röntgen- und Gamma-Lasern?

Dr. Wiederhold: Es werden unterschiedliche Lösungsvarianten diskutiert. Nach Prof. Sobelmann vom Lebedew-Institut in Moskau bestehen für den Wellenlängenbereich von 300 - 700 Å die experimentellen Voraussetzungen für die Realisierung derartiger Laser, im Bereich von 30 - 300 Å hat man die Voraussetzungen bald erreicht. Für $\lambda < 30$ Å gibt es zur Zeit nach seiner Ansicht noch keine realistischen Vorschläge, wie man solche Laser bauen kann.

"impuls 68": Wie ist der Stand der Entwicklung von Hochlei-

stungslasern zur laserinduzierten Kernfusion?

Dr. Wiederhold: Sehr intensive Bemühungen werden augenblicklich in der SU (Lebedew-Institut, Moskau, Inst. für Optik der Atmosphäre, Tomsk), in den USA (Los Alamos-, Livermoore-Laboratorien), in der BRD (Inst. für Plasmaphysik, Garching) sowie in Japan unternommen, um geeignete Hochleistungslaser zum Anfachen einer gesteuerten Kernfusion zu entwickeln. Die bisherigen Lasersysteme sind nur für Prinzipversuche gedacht, da die genauen Mechanismen zur Aufheizung, insbesondere die vielen nichtlinearen Wechselwirkungsprozesse zwischen hochintensiver Strahlung und den Brennstoffkügelchen (z.B. aus Deuterium und Tritium) noch ungeklärt sind. Nach den bisherigen Kenntnissen sind Impulsenergien von etwa 5 - 10 kJ bei Impulsbreiten < 1 ns für Energieausbeuten > 1 erforderlich. Die Wellenlänge scheint nicht so wesentlich zu sein. Man glaubt jedoch, daß die effektivste Wellenlänge etwa zwischen 400 und 500 nm liegt (Wellenlänge des Sauerstoff-Lasers). Darüber hinaus muß der Laserwirkungsgrad mindestens bei einigen Prozent liegen, die Impulsfolgefrequenz bei 10 .... 100 Hz. Bisher existieren noch keine Laser, die alle diese Parameter erfüllen.
Die höchsten erreichten Impulsenergien liegen beim Neodym-Glaslaser bei $\sim 2{,}5$ kJ ($\lambda = 1{,}06$ µm, schlechter Wirkungsgrad, niedrige Folgefrequenz), beim Jod-Laser $\sim 0{,}3$ kJ (geplant 1 kJ; niedrige Folgefrequenz), beim HF-Laser ~ 4 kJ (aber zu große Linienbreite), beim TEA-CO_2-Laser ~ 3 .... 4 kJ (geplant 10 kJ; günstiges System, wenn auch die Wellenlänge (10,6 µm)u.U. zu lang ist). An der Entwicklung des Xe_2-Lasers (170 nm)und des Sauerstoff-Lasers (~ 450 nm) wird sehr intensiv gearbeitet.

"impuls 68": Die Ausstellung "Laser 75" gab einen Überblick über das gegenwärtige Angebot an opto-elektronischen Bauelementen und Lasergeräten. Wie ist Ihr Eindruck?

Dr. Wiederhold: Zunächst sollte man vielleicht sagen, daß die Ausstellung mit einer Tagung verknüpft war, auf der insbesondere die Anwendungen der Laser bzw. neue opto-elektronische Bauelemente und deren Anwendungen diskutiert wurden.

Ergänzend zu den bereits genannten Schwerpunkten über den Einsatz der Laser wurde hier speziell ihre Verwendung in der Materialbearbeitung, Medizin, Nachrichtentechnik, Datentechnik und Meßtechnik besprochen. Bei den opto-elektronischen Bauelementen standen im Mittelpunkt die Festkörper-Bild-Empfänger. Mit Hilfe von sogenannten ladungsgekoppelten flächenhaften Bild-Empfängern (CCD) (Auflösungsvermögen bis 220 x 256 Elemente) wurden bereits erste Festkörper-Farbbildkameras aufgebaut.
Was die Ausstellung anbetrifft, so gab es erwartungsgemäß keine Sensationen. Viele Geräte waren jedoch durchkonstruierter und bedienungsfreundlicher geworden. Das zeigte sich z.B. sehr deutlich bei den durchstimmbaren Farbstofflasern. Hier bietet man kompakte Geräte an, deren Wellenlänge man mittels Einknopf-Bedienung einstellen kann, und die digital oder auf einer Skala angezeigt wird. Beachtenswert sind auch die ausgefeilten Laserbaukastensysteme. So bietet die amerikanische Firma Holobeam z.B. einen YAG-Laser-Baukasten an, bei dem die Ausgangsleistung durch Hintereinanderschaltung einzelner Module von einigen 10 W bis 1 kW variiert werden kann. Für den Physiker waren noch von besonderem Interesse Monochromatoren mit holographischen Gittern, deren Auflösungsvermögen dem der Fabry-Perot-Interferometer entspricht.

Damit sollten aus der Vielzahl der angebotenen Exponate nur einige herausgegriffen werden, um herrschende Trends zu verdeutlichen.

"impuls 68": Herr Dr. Wiederhold, wir bedanken uns sehr herzlich - auch im Namen aller Leser - für dieses Interview.

Das Interview fand am 10. Juli 1975 statt.

G. Grunwaldt
Forschungsstudentin
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Biologie

Aufbau und Funktion biologischer Membranen (Teil 2 und Schluß)

Wechselbeziehungen zwischen Bau und Funktion der Biomembran

ler

Nicht alle Membranen gleichen einander. Die spezielle Zusammensetzung einer Membran und ihr konkreter Aufbau hängen von ihrer Funktion ab. So werden z. B. Membranen der äußersten Wurzelzellschicht der Pflanzen (Rhizodermis), die ja der Stoffaufnahme dienen, relativ reich an Proteinen sein, die diese Aufnahme vermitteln, während Nervenfasermembranen, die sozusagen elektrische Isolatoren sind, sehr fettreich sind.

Besonders deutlich wird die Veränderung der Membranzusammensetzung in Abhängigkeit von der zu erfüllenden Aufgabe, wenn wir die Steroide (= fettähnliche Substanzen, hydrophob, Abb. 2c), einen weiteren Membranbestandteil, betrachten. Steroide (z. B. das Cholesterin) sind in den hydrophoben Teil der Phospholipide, z. B. der Erythrozytenmembran, eingelagert. Sie ermöglichen es, daß sich die Membran auch bei relativ geringen Temperaturen (unterhalb ca. 15 °C) in einem flexiblen, beweglich-"flüssigen" Zustand befindet, der für ihre Funktion nötig ist. Sie senken also den kritischen Temperaturpunkt, bei dessen Unterschreitung die Membran "erstarrt", und dabei die relative Beweglichkeit ihrer Komponenten drastisch eingeschränkt wird. Folglich ist zu erwarten, daß solche Steroide besonders häufig in Membranen auftreten, die relativ großen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Das ist bei den Erythrozyten der Fall. Diese Erythrozyten dienen

dem Temperaturausgleich im Körper, so ist z.B. die Temperatur in den durchbluteten Teilen des Rentierhufes dem Nullpunkt erheblich näher als der normalen Körpertemperatur. Damit einhergehend erhöhen die Steroide die Flexibilität der Membran. Bezieht man diese Aussage auf das Blutsystem, so sind es auch hier ıe Erythrozyten, die beim Durchwandern der Milzkanäle besonders drastischen Formveränderungen unterliegen und diese ohne Membranschaden überstehen müssen.

An der Außenoberfläche der Membranen finden sich häufig Kohlehydratbestandteile, z. B. als Polysaccharid-Protein-Komplex, die bei Pflanzenzellen auch mit der Zellwand in Wechselwirkung stehen können und bei tierischen Zellen die sogenannte Glycocalyx bilden. Sie schirmen die eigentliche Membran gegen das Medium ab und tragen eventuell dazu bei, daß die Beweglichkeit der Stoffe in unmittelbarer Membrannähe geringer ist als im freien Medium. Auch wird für die unmittelbare Membrannähe eine andere Wasserstruktur als im Medium diskutiert. Die Kohlehydratschicht der Membran ist auch für die Immunitätserscheinungen verantwortlich.
Es zeigt sich also, daß jede Membrankomponente spezifische Funktionen hat, die für die Funktion der Membran als Ganzes notwendig sind.
Die Transportfunktion ist vornehmlich mit den Proteinen assoziiert, während die Barrierefunktion hauptsächlich durch die Phospholipid-Doppelschicht realisiert wird. Beide Funktionen sind relativ unabhängig voneinander und andererseits ist die Gesamtheit der Funktionen nur durch die geordnete Wechselwirkung der Bestandteile möglich.
So wird z. B. eine,durch die Tätigkeit von Transportsystemen herbeizuführende Akkumulation (= Anhäufung, Konzentrierung) eines Stoffes auf einer Membranseite unmöglich gemacht, wenn die Lipidbarriere, die beide Seiten trennt, verletzt ist, so daß ein Konzentrationsausgleich erfolgen kann, den die intakte Membran unterbinden würde.

Einige weitere Aufgaben von Membranen

Die Vermittlung von Abgrenzung und Transport ist nur eine der vielen Aufgaben von Membranen. Weitere sind z. B. elektrische Isolation, Erregung und Erregungsleitung, Regulation des Zellwachstums, Erkennung und Rezeption von Hormonen, oxidative Phosphorylierung und Photophosphorylierung (Atmungskette und Photosynthese) und die Immunität.
Hier soll nur noch auf die Zweckmäßigkeit der Ausnutzung von Membranen in Stoffwechselprozessen eingegangen werden. Denkt man sich die Enzyme einer Stoffwechselkette in bestimmten geringen Abständen an eine Membran gebunden, so kann das Substrat von einem Enzym gleich zum nächsten "weitergereicht" werden. Es braucht also nicht erst durch das Zytoplasma zu diffundieren. Das heißt, durch membrangebundene Enzymkomplexe sind wesentlich höhere Reaktionsgeschwindigkeiten möglich, als wenn die Enzyme frei im Plasma schwimmen würden. Dieses Prinzip wird auch für viele Stoffwechselwege verwirklicht (vergl. Atmungskette und Photosynthese).
So ist es wohl nicht übertrieben, von Membranen als einer der "bedeutendsten Einrichtungen der Natur" zu sprechen. Für die meisten Phänomene, die bis jetzt untersucht wurden, ist in irgendeiner Weise an wichtiger oder entscheidender Stelle die Wechselwirkung mit Membranen aufgedeckt worden, so daß erwartet werden kann, daß die weitere Erforschung der Struktur und Funktion biologischer Membranen wesentlich zum Verständnis der molekularen Zusammenhänge in grundlegenden Lebensprozessen beitragen wird.

Membrantransportprozesse

Im weiteren sollen nun verschiedene Möglichkeiten zur Überwindung der Membranbarriere genannt werden.

1. Einfache Diffusion

Manche Substrate und viele zellfremde Stoffe dringen in die Zelle ein, ohne daß sie aktiv transportiert werden (einfache

Diffusion). Diese Stoffe sind vorwiegend wasserlöslich; in der hydrophoben Lipidphase der Membran unlöslich.
Die Membrandurchdringung kann somit nur einen kleinen Teil der Gesamtaufnahmeprozesse ausmachen und ist an das Auftreten von "Störstellen" in der Membran (z.B. Unregelmäßigkeiten oder undichte Packung der Moleküle in der Lipidschicht) gebunden.
Dieser Prozeß benötigt keine Energie von der aufnehmenden Zelle, und die Stoffe werden im Konzentrationsunterschied bis zum Konzentrationsausgleich in die Zelle aufgenommen.

2. Carriervermittelte Transportprozesse

Von entscheidender Bedeutung für die Stoffaufnahme der Zelle sind die träger-(carrier-)vermittelten Transportprozesse (Abb.). Hier wird zwischen passiven und aktiven unterschieden:

a) Passive - oder erleichterte Diffusion

Bei der passiven bzw. erleichterten Diffusion wird ein Transportsystem benutzt, das das Transportsubstrat durch die Membran schleust. Ein Energiebedarf liegt hier nicht vor, und folglich kommt es ebenso zu keiner Akkumulation des Substrats, sondern stets nur zu einem Ausgleich mit der Außenlösung.

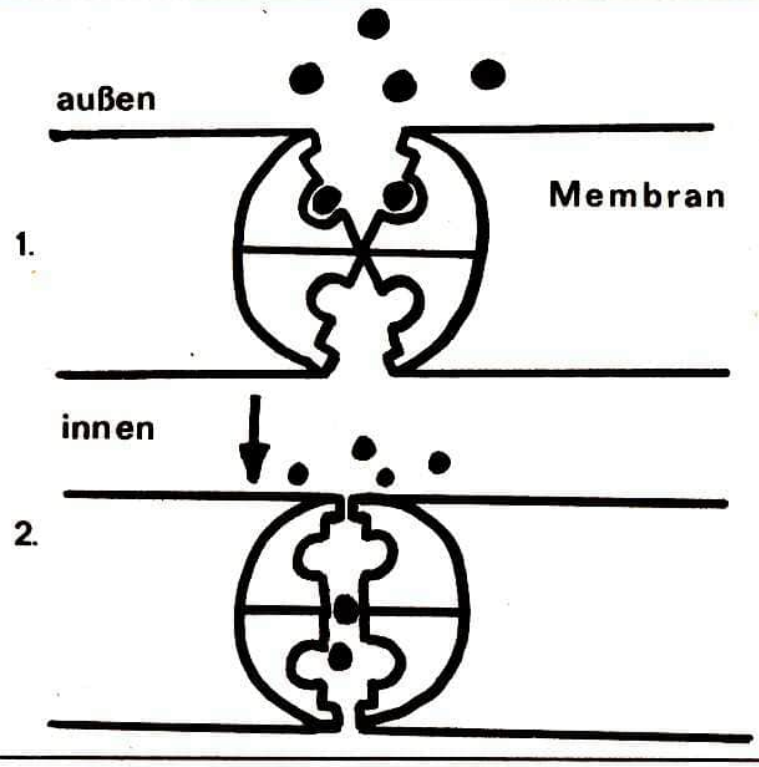


Abb. 5

Modell der Carriertätigkeit nach LIEB und STEIN;
(1. Substratbindung und
2. Beförderung auf die andere Membranseite)

b) Aktiver Transport

Der aktive Transport scheint für die meisten Zellen und Organismen die häufigste Art der Stoffaufnahme zu sein. Er erfordert Stoffwechselenergie und mit Hilfe dieser investierten Energie ist die Zelle auch in der Lage, das Substrat entgegen dem Konzentrationsgefälle zu akkumulieren. Da aber die Menge der Transportsysteme begrenzt ist, stellt sich mit steigender Außenkonzentration bald eine Absättigung der Transportkapazität ein. Man spricht daher von einer Sättigungskinetik. Sie ist charakteristisch für alle carriervermittelten Prozesse und gilt daher für erleichterte Diffusion und aktiven Transport gleichermaßen.

Diese beiden Transportformen kommen in vielen Organismen nebeneinander vor, manchmal sogar für ein und dasselbe Substrat. In Anpassung an die wechselnden Umweltbedingungen hat man hier z.B. bei dem Pilz Neurospora crassa eine interessante Erscheinung gefunden. Dieser Pilz benutzt für ein einzelnes Transportsubstrat, z.B. Traubenzucker, bei hohen Außenkonzentrationen ein System, das über erleichterte Diffusion arbeitet, bei geringen Außenkonzentrationen ein aktives Transportsystem. Ist also außen genug Traubenzucker vorhanden, genügt für den Pilz die erleichterte Diffusion zur Aufnahme ausreichender Mengen. Die Verwendung von Energie wäre pure Verschwendung. Dagegen bedarf es bei geringer Traubenzuckerkonzentration eines aktiven akkumulierenden Transportsystems.

Einen aktiven Transport festzustellen ist nicht einfach, da es Beispiele gibt, in denen aktiver Transport vorgetäuscht wird. Beispielsweise kann ein passiv aufgenommener Stoff chemisch sofort umgewandelt werden, Er verschwindet für das Transportsystem und weitere Moleküle werden aufgenommen. Es entsteht der Eindruck einer Akkumulation, obwohl vom eigentlichen Transportsubstrat innen stets weniger ist als außen.

Bei all diesen Transportprozessen wird das Substrat beim Membrandurchtritt chemisch nicht verändert, im Gegensatz zu den Gruppentranslokationssystemen. Hier werden die Substrate

während des Transportschrittes verändert; z.B. Zucker werden in ihre Phosphatester überführt (Glukose in Glukose-6-Phosphat).

Einiges zum Aufbau, zur Kopplung an Energiequellen und zur Spezifität der Transportsysteme

Für einige Transportsysteme wurde festgestellt, daß sie aus mehreren Komponenten - meist mit Proteincharakter - bestehen, über deren Bedeutung im einzelnen Fall aber noch keine Klarheit herrscht. Genauere Vorstellungen liegen nur über die sogenannten Bindungsproteine als einer dieser Komponenten vor. Sie sind der Membran aufgelagert und relativ leicht ablösbar (z.B. durch oberflächenaktive Stoffe). Sie kommen für den eigentlichen Transportschritt vermutlich nicht in Betracht. Ihre Bedeutung liegt wahrscheinlich in der Erhöhung der Substratkonzentration in der Nähe der eigentlichen Transportsysteme oder darin, das Entweichen von passiv herausdiffundierten Nährstoffen zu verhindern.

Viele Probleme und folglich auch viele Hypothesen und Spekulationen bestehen bezüglich der Kopplung des aktiven Transports an den Energiestoffwechsel. Für einige Fälle kommt ATP (= Adenosintriphosphat; häufigster Energielieferant für Stoffwechselreaktionen) als direkte Energiequelle in Frage, für andere scheint die Energie durch Ausnutzung eines anderen Konzentrationsgefälles geliefert zu werden. Ein Konzentrationsunterschied zwischen zwei Medien, die durch eine Membran getrennt sind, stellt eine Quelle von Energie dar, die durch Ausgleich des Unterschieds freigesetzt und zum Aufbau eines anderen Konzentrationsgefälles genutzt werden kann. Man spricht von Symport (Cotransport), wenn der Transportprozeß, der den einen Gradienten (Konzentrationsunterschied) abbaut, in derselben Richtung über die Membran läuft wie der, für den er die Energie zum Aufbau eines Gradienten liefert. Beim Antiport (Gegentransport) laufen beide Prozesse in entgegengesetzten Richtungen durch die Membran.
Auf die Beschreibung der Rolle der Membranpotentiale und eine genaue Erklärung der chemiosmotischen Hypothese der

Energiekopplung wird hier verzichtet; es würde den Rahmen dieses Artikels überschreiten.

Zum Abschluß sollen nur noch einige Beispiele für die Spezifität von Transportsystemen gegeben werden. Es gibt Transportsysteme, die für ganze Gruppen von Verbindungen zuständig sind, so beispielsweise für alle basischen Aminosäuren. Darüber hinaus kann es für einzelne dieser Aminosäuren auch noch spezifischere Systeme geben. Überhaupt ist die Erscheinung, daß für ein Substrat mehrere Transportsysteme existieren, recht häufig und erschwert die Untersuchung der Systeme. Die Spezifität eines Transportsystems kann auch so weit getrieben werden, daß schon die räumliche Ausrichtung einer OH-Gruppe an einem bestimmten C-Atom eines Zuckers darüber entscheidet, ob dieser Zucker transportiert wird.

Da dieser Artikel weder Vollständigkeit noch Tiefgründigkeit anstreben kann, sei hier noch auf z.T. weiterführende Literatur verwiesen:

- Wissenschaft und Fortschritt, 24 (1974), Nr. 8, S. 347-354
  Heyhe, H.-U.: Struktur biologischer Membranen
- Wissenschaft und Fortschritt, 24 (1974), Nr. 11, S. 486-490
  Dettmer/Müller: Die Transportfunktion biologischer Membranen
- Bielka, H.: Molekulare Biologie der Zelle, Fischer-Verlag Jena 1973
- Mengel, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze
  S. 122 ff (chemiosmotische Hypothese)
  Fischer-Verlag Jena 1972

BÜCHERMARKT

Fast neu auf dem Büchermarkt ist aus der Reihe "Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek" der Band "Physikalische Paradoxa und interessante Aufgaben" von W.N. Lange (Teub-

ner, 170 S., 8,--). Ich möchte das Buch am besten mit einer Aufgabe daraus vorstellen:

Verbiegt man einen Stahlstab, so führt man ihm einen bestimmten Energievorrat zu. Wir bringen jetzt den Stab im gebogenen Zustand so in ein Glas, daß die Glaswände eine Streckung der Feder verhindern und füllen das Glas mit konzentrierter Schwefelsäure. Der Stahl löst sich langsam in der Schwefelsäure auf und zusammen mit der Feder verschwindet auch in ihr gespeicherte Energie. Kann dann aber Energie verschwinden ?

Insgesamt werden in dem Buch 116 Aufgaben aus den Gebieten Mechanik, Wärme und Molekülphysik, Elektrizität und Magnetismus, Optik und Atombau gestellt. Selbstverständlich sind die Lösungen mit angegeben.

Wer immer noch kein Geschmack an der Lektüre gefunden hat, dem sollen einige interessante Fragestellungen dazu aufmuntern, harte physikalische Nüsse zu knacken.

- Wie bestimmt man die in einem Satelliten befindliche Masse ?
- Läßt sich die Temperatur eines Körpers ohne Wärmezufuhr erhöhen ?
- Gilt der Energieerhaltungssatz immer ?
- Warum leuchten gleichstark erhitzte Körper unterschiedlich ?

Wer die Antwort nicht selbst findet, sollte zu diesem Buch greifen. Es wendet sich an Schüler höherer Klassen sowie an Studenten von Ingenieurschulen und Hochschulen des ersten Studienjahres. Die Aufgaben sind so gestellt, daß sie mit den Kenntnissen des Oberschulstoffes lösbar sind. Sie zwingen zu einer Vertiefung und Erweiterung des Wissens und helfen den Schulstoff wesentlich zu festigen. Vielleicht erscheint die eine oder andere Aufgabe in ähnlicher Form bei einer der nächsten Prüfungen ?

Dr. H. Dintner
AdW der DDR
Institut für magnetische Werkstoffe Jena

Der Satz von der Erhaltung der Energie (Teil 2)

Zur philosophischen Interpretation des Energieprinzips

Im 1. Teil wurde das Energieprinzip angegeben und erläutert. Dabei wurde gezeigt, daß Bewegungsgleichungen und Erhaltungssätze in enger Verbindung stehen, indem aus dem 2. NEWTONschen Axiom der mechanischen Bewegung eines Körpers der Erhaltungssatz der mechanischen Energie gefolgert wurde. Wir wollen jetzt untersuchen, welche philosophischen Schlußfolgerungen das Energieprinzip mit sich bringt.

Der Satz von der Erhaltung der Energie hat bei den Philosophen sofort große Aufmerksamkeit erregt, denn die philosophischen Konsequenzen, die er mit sich bringt, sind sehr weitreichend. ENGELS schrieb im Jahre 1885 dazu: "Wurde noch vor zehn Jahren das neuentdeckte große Grundgesetz der Bewegung gefaßt als bloßes Gesetz von der Erhaltung der Energie, als bloßer Ausdruck der Unzerstörbarkeit und Unerschaffbarkeit der Bewegung, also bloß nach seiner quantitativen Seite, so wird dieser enge negative Ausdruck mehr und mehr verdrängt durch den positiven der Verwandlung der Energie, worin erst der qualitative Inhalt des Prozesses zu seinem Recht kommt und worin die letzte Erinnerung an den außerweltlichen Schöpfer ausgelöscht ist." Es muß hierbei angemerkt werden, daß ENGELS den Begriff "Bewegung" nicht im Sinne einer mechanischen Bewegung gebraucht, son-

dern die allgemein-philosophische Bedeutung der Bewegung als Daseinsweise der Materie meint.

In diesem Zitat finden wir die vielleicht wichtigste philosophische Schlußfolgerung aus dem Energieerhaltungssatz. Die Bewegung ist die quantitative und qualitative Veränderung der Materie. Eine der möglichen Bewegungsformen ist die physikalische Bewegung, d. h. die Veränderungen der Materie, die durch physikalische Prozesse bewirkt werden. Da nun alle Bewegungsvorgänge untrennbar an Energie gebunden sind, folgt aus dem Gesetz der Erhaltung und Verwandlung der Energie, daß die Bewegung in ihrer quantitativen und qualitativen Seite unerschaffbar und unzerstörbar ist. Die Bewegung ist, wie wir schon oben bemerkten, die Daseinsweise der Materie, d. h. Bewegung und Materie sind untrennbar, die Materie kann nur in der Bewegung existieren. Würde man diesen Zusammenhang leugnen, so ließe man zu, daß die Materie die Umwandlung der Bewegung (auf physikalischer Ebene etwa Umwandlung von mechanischer Ortsbewegung in Wärme) nicht aus sich selbst heraus erzeugen könnte, was die Konsequenz hätte, daß Bewegung verschwinden könnte. Das wäre unmaterialistisch, eine Leugnung der materiellen Einheit der Welt, da dann die Quelle der Bewegung und Entwicklung der Materie nach außen, in eine göttliche Macht, verlegt wäre. Die Gültigkeit dieses Energiesatzes zeigt jedoch, daß Bewegung und Materie in ihrem Zusammenhang logisch - widerspruchsfrei durch eine dialektisch-materialistische Materieauffassung erklärt werden können.

Eine glänzende Bestätigung dieses Zusammenhanges von Materie und Bewegung liefert die spezielle Relativitätstheorie. EINSTEIN erkannte, daß die Energie W und die Masse m durch die Relation

$$W = m\,c^2$$

verknüpft sind, wobei c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet.

Hier offenbart sich ganz eindeutig, daß Bewegung und Materie nicht voneinander zu trennen sind, daß die Bewegung die Daseinsweise der Materie ist.

Eine weitere Konsequenz dieses Zusammenhanges ist die, daß die Erhaltungssätze der Physik an gewisse Symmetrien der Materie, des Raumes und der Zeit gebunden sind. Diese Zusammenhänge sind aus physikalischen Prinzipien, sogenannten Extremalprinzipien, welche hier nicht näher erläutert werden können, herleitbar. Dabei kann gezeigt werden, daß Energieerhaltung bedeutet, daß die Zeit homogen ist, d. h. daß kein ausgezeichneter Anfangspunkt der Zeit existiert. Man kann das etwa so verstehen, daß wir z. B. bei physikalischen Gesetzen den Nullpunkt der Zeit beliebig festlegen können, beispielsweise daß die Zeit t = 0 für den Beginn einer Beobachtung gesetzt wird und daß wir die Zeit von diesem Moment an zählen. Diese Erkenntnis ist sehr wichtig; sie ermöglicht es uns, die tieferen Zusammenhänge der Bewegung der Materie zu verstehen.

Zum anderen sind die erwähnten Extremalprinzipien untrennbar mit den Bewegungsgleichungen physikalischer Systeme verbunden. Das bedeutet aber nun, daß auch die Erhaltungssätze, wie z. B. der Energieerhaltungssatz, eng mit den Bewegungsgleichungen verknüpft sind. Wir haben das im 1. Teil ausgenutzt, um aus den NEWTONschen Bewegungsgleichungen den Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie herzuleiten.

Die Bewegungsgleichungen sind sog. kausale Gesetze, d. h. sie drücken ein Ursache-Wirkung-Verhältnis aus. Auf die NEWTONschen Bewegungsgleichungen angewandt heißt das, daß beim Auftreten einer Kraft (Ursache) der Körper mit der Masse m eine Beschleunigung d^2r/dt^2 (Wirkung) erfährt. Die Erhaltungssätze dagegen sind Gesetze nichtkausalen Typs, sog. Strukturgesetze. Diese Gesetze kennzeichnen

nicht wie die kausalen Gesetze eine Entwicklung, weshalb die letzteren auch als Entwicklungsgesetze bezeichnet werden, sondern die Struktur eines Systems zu einer bestimmten Zeit. Es ist also falsch, wenn Kausalität und Gesetz gleichgesetzt werden, wie es Vertreter des Neopositivismus (einer bürgerlichen Philosophieströmung) mitunter tun. Andererseits darf man aber Struktur- und Entwicklungsgesetze nicht voneinander unabhängig betrachten, da die Struktur eines Systems zu einer bestimmten Zeit aus anderen, vorherigen Strukturen als Resultat des Wechselspiels von Kausalzusammenhängen hervorgegangen ist. Ein Beispiel für diesen Zusammenhang von Entwicklungs- und Strukturgesetzen ist der Zusammenhang zwischen den Bewegungsgleichungen und den Erhaltungssätzen.

Noch vieles müßte zur philosophischen Ausdeutung des Satzes von der Erhaltung der Energie angeführt bzw. vieles des Gesagten weitergeführt werden, wollte dieser Artikel den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Doch wenn er in Ihnen die Lust erwecken sollte, sich mit den philosophischen Problemen der modernen Physik zu beschäftigen, so hat er seine Aufgabe erfüllt, denn bei der Bewältigung physikalischer Fragestellungen - vor allem in der heutigen Physik - spielen die philosophischen Aspekte eine wesentliche Rolle, und das Vordringen bis zum Wesen der Phänomene ist nur auf der Basis eines wissenschaftlich-fundierten Weltbildes möglich.

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

H. Budker

Auf der Suche nach dem Schicksal der Wissenschaft (Teil 2 und Schluß)

Die "revolutionäre" Atomenergie

Beispiel einer großen vorzeitigen Entdeckung ist die Atomenergie.

Die menschliche Gesellschaft war völlig unvorbereitet auf die Aneignung der Möglichkeiten der Atomenergie, ebenso die Wissenschaft. Eine Theorie des Atomkerns existierte nicht. Eine Theorie der Kernkräfte gibt es übrigens bis heute nicht. So etwas wie eine Wissenschaft in der allgemein anerkannten Auffassung, eine Wissenschaft, wie sie für die Laser und den Kosmos bestand, fehlte für die Atomenergie. Die Industrie war technologisch nicht vorbereitet auf die Lösung des Problems, alles mußte von Anfang an getan werden. Und auch die Gesellschaft hatte keinen Bedarf an Atomenergie.

Daß das im allgemeinen ein unnatürlicher Prozeß war, beweisen auch die mit der Lösung der wissenschaftlichen Probleme bei der Gewinnung von Atomenergie verbundenen Kosten. Diese Kosten wurden erstmals in der Geschichte der Wissenschaft vergleichbar mit dem Nationaleinkommen der entwickeltsten Länder der Welt. Es ist klar, daß auch die ökonomische Lösung dieser Probleme verfrüht war. Man kann sagen, daß der zweite Weltkrieg eine Frühgeburt hervorgebracht hatte: Die Atomenergie kam einige Jahrzehnte früher zur Welt, als es sich gehört hätte. Aber das Kind war geboren, begann zu leben und fing an zu wachsen, und zwar nicht in Tagen, sondern in Stunden. Die atomaren Forschungen lohnen sich bereits längst sowohl in wissenschaftlicher, in politischer sowie in wirtschaftlicher Hinsicht.

Das Wichtigste ist, diese Entdeckung hat alle anderen Wissensgebiete revolutioniert. Noch nie zuvor war man auf derart große Probleme gestoßen. Und gerade deshalb, weil die Atomenergie einen revolutionierenden Einfluß auf alle Richtungen der Wissenschaften ausgeübt hatte - sowohl organisatorisch, psychologisch wie technisch -, gelang es später relativ leicht, Erfolge bei der Aneignung der Lasertechnik, bei der Erforschung des Kosmos und bei vielen anderen Dingen zu erzielen.

Prof. H. Budker

Die Atomwissenschaft entwickelt sich auch heute in einem noch nicht dagewesenen Tempo. Um sich davon zu überzeugen, genügt es, die Zunahme der energetischen Möglichkeiten der heutigen Kernkraftwerke zu betrachten, und gerade in ihnen liegt das Unterpfand für die Erfolge aller experimentellen Arbeiten in der Kernphysik. Die Zyklotrone der vierziger Jahre brachten es auf eine Teilchenenergie von 10 Millionen Elektronenvolt, das 1949 gebaute Synchrophasotron in Dubna leistet 500 Millionen und die sogenannten Kosmotronen Milliarden Elektronenvolt. Die großen Beschleuniger des CERN (Schweiz) und in Brookhaven (USA) liefern 30 Milliarden, der in Serpuchow liefert 70 Mil-

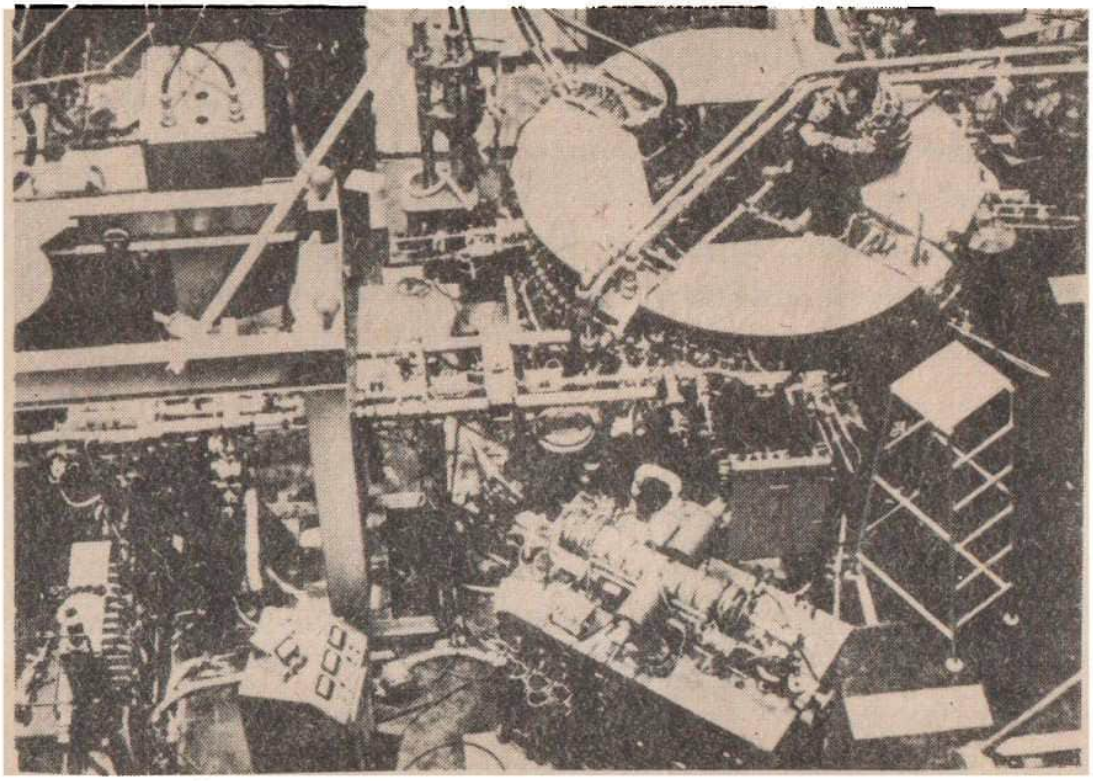
liarden und der in Batavia (USA) 500 Milliarden. In Gegenbündeln ist die Energie der Reaktion der Elementarteilchen noch höher.
Und das wurde im Verlauf dreier Jahrzehnte erreicht. Je höher die Energie der Beschleuniger ist, desto tiefer dringen wir in das Wesen des Aufbaus der Materie ein, und desto vollständiger erkennen wir die Gesetzmäßigkeiten beim Aufbau der Welt. Kann man bei alldem behaupten, die Atomwissenschaft sei ins Stocken geraten?

Bald, im nächsten Jahrzehnt, werden wir Zeugen der Aneignung der thermonuklearen Energie sein. Der Tag ist nicht fern, da eine Rakete mit einem Kerntriebwerk in die Luft steigen wird. Wenn einige Jahre nichts von umwerfenden, praktischen Ergebnissen zu hören war, dann bedeutet das keineswegs, daß die Wissenschaftler nichts erreichen, es erfolgt einfach eine innere potentielle Anhäufung von Kenntnissen.

Geld allein macht keine Wissenschaft

Und jetzt möchte ich zu dem zurückkehren, womit ich begonnen hatte - zu der Notwendigkeit, echte wissenschaftliche Schulen zu entwickeln. Wo es keine wissenschaftliche Schule gegeben hat, ist eine fruchtbare Entwicklung kaum möglich. Allein mit Geld kann der Anschein einer Wissenschaft hervorgebracht werden, eine echte Wissenschaft in der Regel jedoch nicht. Es gibt viele Beispiele dafür, daß gewaltige Institute erstklassige Ausrüstungen erhalten, daß große Mittel für Mitarbeiter bereitgestellt werden, während dort keinerlei Wissenschaft gewonnen wird.
Und hier ein gegenteiliges Beispiel: Das kleine Land Dänemark, das offensichtlich keine gewaltigen Mittel für beliebige Forschungen einsetzen kann, hat dennoch eine führende Stellung auf dem Gebiet der Nuklearphysik. Das geschah dank der von dem großen Niels Bohr begründeten bekannten physikalischen Schule. Gerade die Schule bestimmt das Niveau der wissenschaftlichen Arbeiten, von ihr hängen die Herausbildung und die Qualität des Forschers ab.
In unserem Land gibt es keinen Wissenschaftler, der nicht die

Schule des Physikalisch-Technischen Instituts, die Schule des Akademiemitgliedes A.F. Joffe, kennt. Sie war die Grundlage für fast alle physikalischen Forschungen in unserem Land. Aus ihr gingen solche bedeutenden Wissenschaftler wie J.W. Kurtschatow, A.J. Alichanow, D.W. Skoveljzyn, A.P. Alexandrow, L.A. Arzimowitsch, N.N. Semjonow und viele andere hervor, deren Namen bereits mit eigenen wissenschaftlichen Schulen verbunden werden.



Kernversuchsanlage *(Fotos: Wochenpost)*

Einladung an die Jugend oder: Fürchte die Flaute !

Daß diese Schönheit, diese Harmonie und diese Eleganz nicht jedermann verständlich sind, ist völlig natürlich, so wie viele Gipfelleistungen der Musik für Uneingeweihte unzugänglich bleiben. Die Musik Beethovens war vielen seiner als Musikkenner bekannten Zeitgenossen unverständlich. Vielen ist die Schönheit der modernen Skulptur bis jetzt nicht erschlossen. Deshalb ist es klar, daß für das Aufnahmevermögen dessen, worin Schönheit und Eleganz bestehen, eine gewisse Vorbildung erforderlich ist. Menschen, die die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie nicht kennen, können die Schönheit und

Eleganz der heutigen Physik nicht verstehen. Niemand kann ihnen einen Vorwurf daraus machen, aber das gibt ihnen nicht das Recht zu behaupten, daß es diese Schönheit überhaupt nicht gibt, eine Schönheit, die auf die Gefühle der Menschen ebenso wirkt wie Musik, wie Verse, wie ein Gemälde. Und ich lade sie, die Jungen, zu diesem Erlebnis ein. Dazu muß gelernt werden, und zwar viel gelernt werden.
Jeder, der die Wissenschaft zu seinem Schicksal wählt, begibt sich auf große Fahrt. Von vielen Faktoren, doch zuerst von sich selbst hängt es ab, zu welchen Ufern man gelangen wird. Allen, die auf große Fahrt gehen, wird gewöhnlich guter Wind gewünscht. Aber wenn ein Schiff ein gutes Ruder und einen erfahrenen Steuermann hat, dann kann es nicht nur vor dem Wind laufen, sondern auch mit rauhem Wind und sogar gegen den Wind kreuzen. Wenn Dir der Wind die ganze Zeit in den Rücken bläst, dann halte an und überlege: Bestimmst Du die Fahrtrichtung oder der Wind? In der Wissenschaft ist es sehr gefährlich, mit dem Wind zu segeln. Es entsteht die Illusion, daß Du Dich bewegst, in Wirklichkeit wirst Du getrieben.
Das Gefährlichste aber ist die Flaute. Vor Seiten- und Gegenwind braucht man sich nicht zu fürchten; dabei kann man stets vorankommen zum Ziel. Aber: Fürchte die Windstille !

(aus Wochenpost 1974/7, gekürzt)

impuls LEXIKON

Neue Ammoniaksynthese

Das Gleichgewicht für die Reduktion von elementarem Stickstoff zu Ammoniak (Ammoniaksynthese) liegt entsprechend thermodynamischer Berechnungen auf der Sei-

te des Ammoniak, jedoch ist die Aktivierungsenergie so groß, daß die Reaktion nur unter extremen Bedingungen gelingt. Auf Grund der Reaktionsträgheit des Stickstoffs, die ihn für die Verwendung als Inertgas geeignet macht, stellt die Ammoniaksynthese bisher das einzige "ökonomische" Verfahren dar, um Luftstickstoff zu binden. Inzwischen ist es gelungen, Luftstickstoff unter milderen Bedingungen zu binden. Es gibt eine Reihe von Komplexverbindungen der Übergangsmetalle, die in der Lage sind, molekularen Stickstoff zu binden und damit für eine nachfolgende Reduktion zu aktivieren. Diese Komplexverbindungen besitzen eine recht komplizierte Struktur, so daß nur zwei solcher "Stickstoffkomplexe" als Beispiel angegeben werden sollen:

$$[\,Ru(II)(NH_3)_5N_2\,]\;X_2$$

$$[\,Os(II)(NH_3)_5N_2\,]\;X_2 \quad X = \text{Anion}$$

Einige dieser Komplexe lassen sich mit herkömmlichen Reduktionsmitteln (metallorganische Verbindungen, Lithium-Wasserstoff-Verbindungen u.ä.) reduzieren, wobei der Stickstoff in die Oxydationsstufe 3- übergeht:

$$N_2 \xrightarrow{e} 2\,[N^{3-}]$$

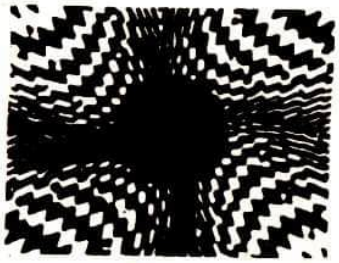
Durch Hydrolyse dieser Verbindung wird Ammoniak freigesetzt, wobei die Komplexverbindung in ihrer Grundstruktur erhalten bleibt, also ähnlich einem Katalysator eingesetzt werden kann. Das Schema für eine solche Ammoniaksynthese läßt sich folgendermaßen darstellen:

$$X_nM + N_2 \longrightarrow X_nM{\cdot}N_2 \xrightarrow{e} 2\,[N^{3-}] \xrightarrow{H^+} 2NH_3$$

M = Übergangsmetall

Die Ausbeute bei einer solchen Reaktion liegt in der Nähe der stöchiometrischen Verhältnisse.
Gelingt es, solch ein Verfahren so weit zu entwickeln, daß es technisch genutzt werden kann (Das Hauptproblem wird darin bestehen, ein Reduktionsmittel zu finden, das in großem Maßstab einsetzbar ist.), so könnte hierdurch eine Revolution bei der Synthese von Stickstoffverbindungen eingeleitet werden.

physikaufgabe ⑦



Zwischen Berlin-Schönefeld und Dresden verkehrt täglich ein bestimmtes Flugzeug. Ist die reine Flugzeit, für den Hinflug nach Dresden und für den Rückflug nach Schönefeld zusammengenommen, an Tagen, an denen starke Winde in Richtung Schönefeld - Dresden wehen, kürzer, gleichlang oder länger als an windstillen Tagen ?

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

---

lösung der physikaufgabe 4 aus heft 1/9. jg.

aufgabe

Bei der Spaltung des Atomkerns von Uran 238 bricht der Kern aufgrund der Coulombschen Abstoßungskraft zwischen seinen Protonen manchmal gerade in zwei Teile auseinander. Man stelle sich vor, daß die Spaltung soeben erfolgt sei, und daß die beiden Teile sich noch berühren (der Abstand ihrer Mittelpunkte beträgt etwa 10^{-14} m). Der erste Teil habe $Z_1 = 42$ Elementarladungen, der andere $Z_2 = 50$. Ihre gesamte kinetische Energie soll (in MeV) bestimmt werden, die sie aufgenommen haben, nachdem sie sich weit voneinander entfernt haben.

lösung (eingesandt von M. Kaschke, Dresden, 12. Klasse)

Zu Beginn des Vorgangs besitzt das System aufgrund seiner elektrostatischen Abstoßungskraft potentielle Energie, die sich während des Vorganges mit zunehmender Entfernung der Teilchen in kinetische Energie umwandelt.

$$d W_{kin} = - d W_{pot} = - F_c \, dr$$

$$W_{kin} = - \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \varepsilon_0} \int_{r_R}^{\infty} \frac{dr}{r^2} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \varepsilon_0 r_R} \approx 300 \text{ MeV}$$

Besonders danken wir Michael Kaschke für seine tiefgründigen Überlegungen zur Erweiterung dieser Physikaufgabe.

MUT

MUT(Kurt Bartsch)

"wenn ich meine eigene
meinung äußern darf",
begann er ungewohnt kraß,
"so hat schon
Karl Marx gesagt,
daß..."

MUT

Zeitung damals:

Nachts um 12Uhr hörten mehrere Arbeiter nächst der Sophienbrücke jemanden um Hilfe rufen. Sie eilten rasch zur Stelle und zogen den 36jährigen Steinschneider Robert Schenk aus dem Wasser. Schenk bestreitet hartnäckig, den Tod in den Wellen gefunden zu haben.

GEHEIMNIS

Würmer im Körper künden sich nur sehr undeutlich an; Bandwürmer durch Heißhungeranfälle, der regenwurmgroße Spulwurm durch nächtliches Zähneknirschen und Aufschreien im Schlaf.

VORSICHT!

PATENTAMT

HIN+REISSEND: DER BUBBLE-HUT

Ein in einem Damenhut angebrachter Flüssigkeitsbehälter zur Erzeugung von Seifenblasen mittels einer, in der Tasche zu tragenden, durch einen Gummischlauch mit dem Behälter verbundenen Preßluftflasche, wird-sicher größen Anklang bei den flirtfreudigen Damen finden.

DAS WETTER:

"Sie sehen seit ein paar Tagen aus, als lägen sie mit dem Anzug im Bett", sprach der Lehrer bekümmert, "fehlt Ihnen etwas?"
"DIE OMA", raunte P.Sch., Internatsschüler, zerknirscht.

WETTERBERICHT für den 4.Dezember: Mäßiger Nordwest, wolkig, keine erheblichen Niederschläge, Nachtfrost auch tagsüber.

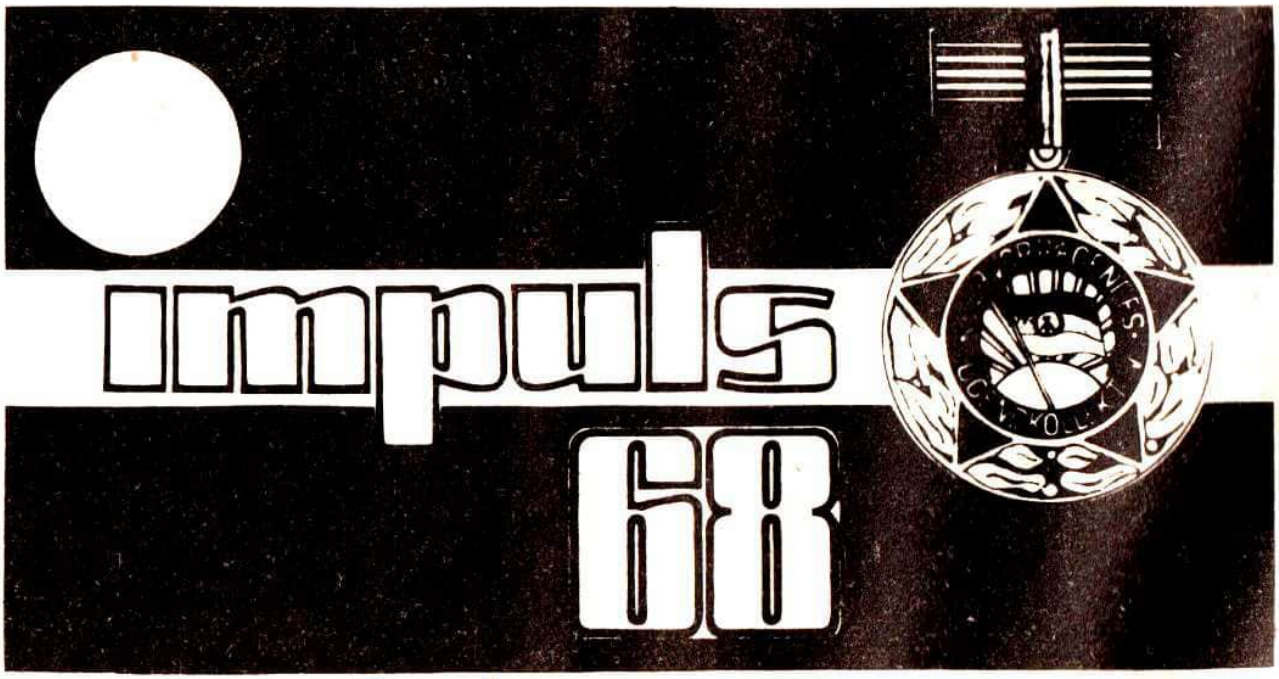
LEHRER

"Was schreibst Du hier?
Unser Lehrer ist Blöd.
Mit einem großen 'B' !!!"

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 6



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig Amt. Chefredakteur: Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Titelbild: Ausbruch eines Vulkans

Inhalt:

Licht per Leitung	PHY	3
Quantenchemie der Atome und Moleküle (2)	CHE	9
Das Phyletische Museum in Jena	BIO	15
Julius Robert Mayer und die Entdeckung des Energiesatzes	PHY	19
Oberflächenchemische Reaktionen im Kosmos	CHE	23
Die Energiekrise und die Erhaltung des Friedens (1)	DOK	25
Physikaufgabe 8		31

I. Bergmann
Sektion Physik der FSU
Dipl.-Phys.

Licht per Leitung

PHYSIK

Die Faseroptik gewinnt seit einem Jahrzehnt als optisches Bauelement ständig mehr an Bedeutung im Gerätebau, in anderen Industriezweigen sowie in der Forschung.
Unter Faseroptik verstehen wir Bauelemente, die aus sehr dünnen Fasern hergestellt werden,und in denen das Licht geleitet werden kann. Die faseroptischen Erzeugnisse können ungeordnete oder geordnete Fasern enthalten. Im ersten Fall dienen die Bündel zur Lichtleitung, im zweiten Fall können sie zur Bildübertragung benutzt werden. Da die Faseroptik flexibel herstellbar ist, ist es möglich, Lichtsignale bzw. Bilder auf gekrümmten Wegen zu übertragen. Dadurch werden völlig neuartige, elegante Konstruktionen ermöglicht, die **wesentliche Vorteile gegenüber der konventionellen Optik** (Linsen, Prismen, Spiegel) aufweisen. Der Wegfall vieler mechanischer Bauteile, eine erheblich erleichterte Justierung und eine große Störfreiheit von Umwelteinflüssen bringen oftmals bedeutende Verbesserungen,besonders in der Gerätekonstruktion.

1. Wie kann man Licht „einfangen"?

Das von einer punktförmigen Lichtquelle ausgehende Licht breitet sich in homogenen Medien nach allen Richtungen geradlinig aus. Um das Licht über eine größere Strecke ohne wesentliche Verluste zu leiten, sind einmal optische Bauelemente wie Linsen, Prismen oder Spiegel und zum anderen Schutzvorrichtungen gegen äußere Einflüsse (z.B. Luftinhomogenitäten, Temperaturschwankungen) erforderlich. Es wurde beispielsweise der Versuch unternommen, in einer Röhre in bestimmten

Abständen Linsen anzubringen, um so das divergierende Licht immer wieder zu bündeln.

Dieses Prinzip wurde aber auf Grund vieler Nachteile (z.B. Justierempfindlichkeit, hohe Reflexionsverluste) technisch nicht wirksam.

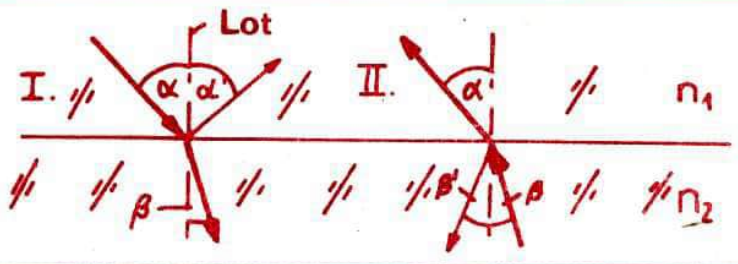
Als eine andere Variante könnte man sich eine verspiegelte Röhre (innen verspiegeltes Hohlrohr oder außen verspiegelter Glasstab) vorstellen, bei der das Licht auf Grund ständiger Reflexionen an den Seitenwänden eingefangen und somit geleitet wird. Selbst von Herstellungsschwierigkeiten abgesehen besitzt dieses Prinzip einen grundlegenden Nachteil:
Die besten Reflexionsschichten aus Metall schwächen das Licht bei jeder Reflexion um mindestens 5 bis 10%, wodurch schon nach etwa 10 Reflexionen die Intensität auf die Hälfte abgesunken sein würde. Eine Lichtleitung über größere Strecken **wäre dadurch ausgeschlossen.**

Die Realisierung von Lichtleitern schließlich basiert zwar auf dem beschriebenen Reflexionsprinzip, nutzt aber eine verlustlose Reflexion, die Totalreflexion, aus.

2. Die Totalreflexion

Beim Übergang von einem Medium mit dem Brechungsindex n_1 in ein zweites mit dem Brechungsindex n_2 gehorcht das Licht unabhängig von seiner Richtung dem Brechungsgesetz (1).
(Dabei wird eine ideal ebene Grenzfläche vorausgesetzt.)
Ein kleiner Teil des Lichtes wird an der Grenzfläche nach dem Reflexionsgesetz (2) reflektiert.

Abb. 1
Brechung des Lichtes ($n_2 > n_1$)

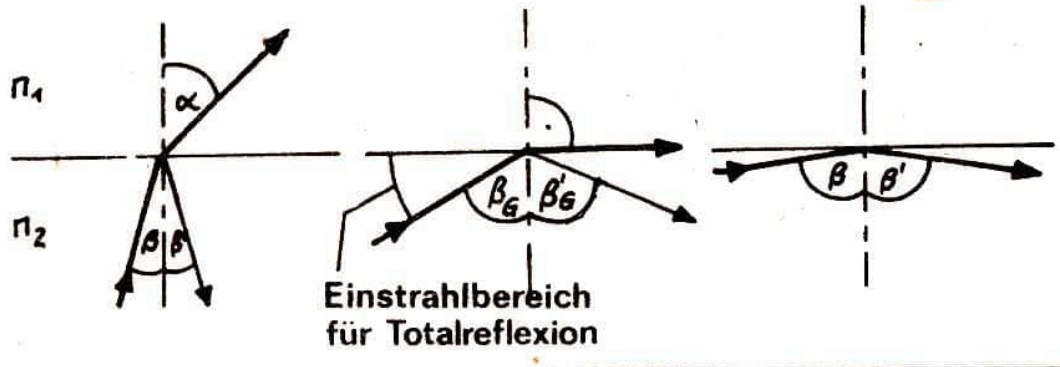


$$n_1 \cdot \sin\alpha = n_2 \cdot \sin\beta \qquad (1)$$

$$\alpha = \alpha' \qquad \beta = \beta' \qquad (2)$$

Im optisch dichteren Medium (größeres n) wird das Licht zum Lot hin gebrochen.
Wenn im Fall II der Abb.1 **β vergrößert wird, vergrößert sich** auch α und es tritt bei einem bestimmten Winkel $\beta = \beta_G$ der Fall ein, daß $\alpha = 90^\circ$ ist, d.h. daß das Licht streifend aus dem Medium 2 austritt. Wird β noch weiter vergrößert, so tritt kein Licht mehr in das Medium 1 ein, sondern es wird alles Licht in das Medium 2 reflektiert. Diesen Fall bezeichnet man mit Totalreflexion. Der Winkel β_G heißt Grenzwinkel der Totalreflexion (GWT). Je kleiner er ist, um so größer ist der Einstrahlbereich, bei dem Totalreflexion möglich ist.

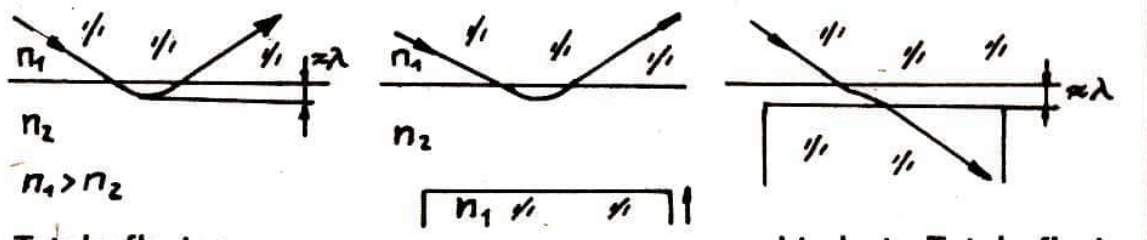
Abb. 2



Der GWT ist um so kleiner, je größer der relative Brechungsindexunterschied zwischen den angrenzenden Medien ist.
Beim Übergang des Lichtes von Kronglas (n= 1,5) in Luft (n = 1) beträgt der GWT beispielsweise 42°.
Ganz so einfach, wie es bisher erscheint, ist die Physik der Totalreflexion leider nicht. Ein wesentlicher Fakt muß hier noch behandelt werden.
Das Licht wird bei der Totalreflexion nämlich nicht wie an einem Metallspiegel exakt an der Grenzfläche "umgelenkt", sondern es tritt vorher etwas in das angrenzende Medium ein. Die Eindringtiefe liegt dabei in der Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes. Nähert man nun der Grenzfläche aus der Richtung des dünneren Mediums (z.B. Luft) nochmals einen zweiten, dichteren Körper, so kann das Licht bereits in diesen eindringen, wenn sich der zweite Körper bis auf einen Abstand in der Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes an den

ersten angenähert hat (Abb. 3). Dabei wird also die Totalreflexion aufgehoben.

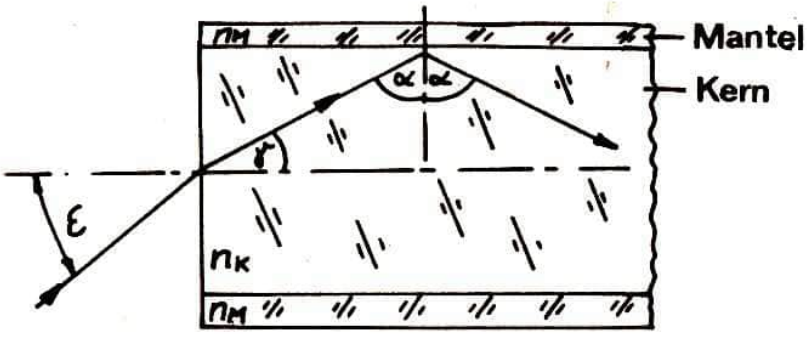
Abb. 3



3. Faseroptik

Die Konstruktion eines Lichtleiters auf der Basis der Totalreflexion beruht auf den im vergangenen Kapitel behandelten physikalischen Prinzipien.
Als Leitmaterial wird in der Regel Glas oder Plaste mit einem möglichst hohen Brechungsindex und hervorragender Durchlässigkeit verwendet. Der Durchmesser dieses Kerns liegt in der Größenordnung 10 bis 50 µm. Er ist von einer Mantelschicht, ebenfalls aus Glas oder Plaste, umgeben, die einen niedrigeren Brechungsindex besitzt.
Wenn man unter einem geeigneten Winkel ε auf die Eintrittsfläche der Faser einstrahlt, tritt an der Grenzschicht Kern-Mantel Totalreflexion auf, und das Licht wird in der Faser geleitet.

Abb. 4
Querschnitt durch eine ummantelte Faser



Der größtmögliche Einstrahlwinkel $\hat{\varepsilon}$ ergibt sich aus der Bedingung

$$\alpha = \alpha_G \qquad (\sin \alpha_G = n_M / n_K),$$

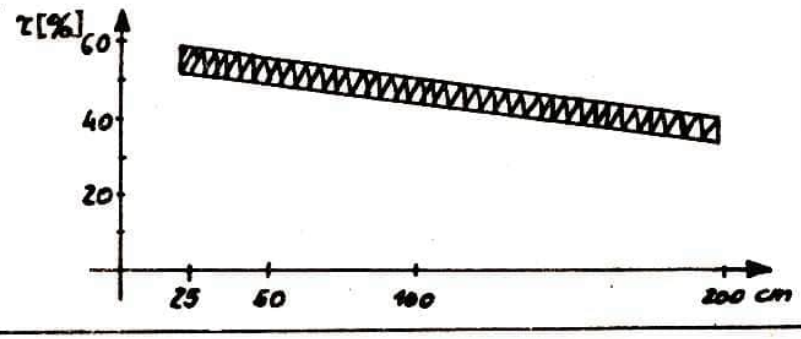
da bei kleinerem α das Licht aus dem Kern austreten würde.

Aus geometrischen und strahlenoptischen Überlegungen folgt (siehe auch Aufgabe auf Seite 8):

$$\sin \hat{\varepsilon} = \sqrt{n_K^2 - n_M^2} \qquad (3)$$

Bei technischen Ausführungen von Lichtleitkabeln aus dem VEB Carl Zeiss Jena ist $\hat{\varepsilon} \approx 35^\circ$. Man kann also Strahlenbüschel mit einem Öffnungswinkel von etwa 70° in dem Leitkabel einfangen.
In der Praxis werden in der Regel mehrere Fasern zu einem Bündel vereinigt. Die Fasern sind auf Grund ihres kleinen **Durchmessers** sehr flexibel und besitzen auch zu Bündeln zusammengebunden eine hohe Biegsamkeit.
Die Mantelschicht um jede Einzelfaser ist **notwendig, um unerwünschtes Auskoppeln des Lichts aus einer Faser in** eine andere zu vermeiden (nach dem Mechanismus aus Abb. 3). Auch Staub- oder Schmutzteilchen o.ä. würden bei bloßem Kern die Lichtleitung stark beeinflussen, da das bei der Totalreflexion geringfügig aus dem Kern austretende Licht an diesen Hindernissen gestreut würde und somit für die Leitung verloren ginge. Eine völlig verlustlose Lichtleitung läßt sich aber trotzdem nicht erreichen, da die Materialien nie völlig homogen und die Grenzflächen nie exakt eben hergestellt werden können. An jeder Störstelle, insbesondere wenn sie die Dimension der Wellenlänge des verwendeten Lichtes besitzt, tritt eine Streuung auf, was sich als Verlust bemerkbar macht.
Die heutzutage technisch ohne größeren Schwierigkeiten zu erzielenden Transmissionswerte sind aus Abb. 5 zu ersehen.

Abb. 5
Transmission für Lichtleitbündel aus dem VEB CZ Jena



Die Lichtleitbündel sind für Beleuchtungszwecke aller Art, zur Signalübertragung und für viele andere Zwecke universell einsetzbar. Der VEB CZ Jena fertigt sie schon bis zu einer Länge von 4 m. Die Einzelfasern sind an den je nach Verwendungszweck beliebig gestaltbaren Endflächen fixiert. Es besteht somit die Möglichkeit, ein quadratisches Lichtbündel in ein kreisförmiges oder ein rechteckiges zu verwandeln. Es ist auch möglich, ein Signal zu teilen, um es an mehrere Stellen zu schicken, indem ein Bündel hinter der Einkoppelstelle in Einzelbündel zerlegt wird.
Bildleitbündel unterscheiden sich von den Lichtleitbündeln eigentlich nur dadurch, daß sie geordnete Fasern besitzen und die Ein- und Austrittfläche immer die gleiche Form aufweisen. Um eine möglichst hohe Auflösung der übertragenen Bilder zu erreichen (Übertragung kleinster Konturen), wird der Einzelfaserdurchmesser bei technischen Ausführungen aus dem VEB CZ Jena mit 10 bis 15 /um kleiner als bei den Lichtleitbündeln gewählt, bei denen er etwa 30 /um beträgt. Da die Faseroptik ein relativ neues Gebiet ist, werden ständig neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen, die sich schon heute in viele Zweige der Industrie und Forschung erstrecken und aus deren Vielzahl nur eine herausgegriffen werden soll. In der Medizin ist es jetzt mit Hilfe der Bildleitkabel auf einfache Weise möglich, körperinnere Organe, wie z.B. den Magen, ohne operativen Eingriff zu betrachten. Dem Patienten wird das Kabel durch die Speiseröhre bis in den Magen eingeführt, und über ein zweites Kabel oder einen Teil der Fasern des einen wird der Magen von außen beleuchtet, wozu ein spezieller Lichtgenerator angeschlossen werden kann.

Aufgabe:

Leiten Sie Beziehung (3) (Seite 7) für den maximalen Einstrahlwinkel $\hat{\varepsilon}$ bei Lichtleitfasern anhand der Abb. 4 (Seite 6) her. Außerhalb der Faser befindet sich Luft (n= 1). (Die Kenntnis trigonometrischer Funktionen ist Voraussetzung!)

G. Hüller
Sektion Chemie der FSU

Quantenchemie der Atome und Moleküle (Teil 2)

3. Einelektronensysteme: Das Wasserstoff-Atom

Als einfachstes chemisches System soll zunächst das Wasserstoff-Atom betrachtet werden. Nach der im ersten Teil gemachten Näherung, **wonach sich die Atomkerne nicht bewegen** sollen (Born-Oppenheimer-Näherung), reduziert sich das Problem auf die Bewegung eines Elektrons im Feld des Protons. Für die potentielle Energie des Systems gilt (vgl. vorigen Artikel)

$$V = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} \qquad (1)$$

Hierfür läßt sich die Schrödinger-Gleichung ohne Schwierigkeiten lösen. Das Ergebnis ist einmal ein allgemeiner Ausdruck für die Funktion Ψ (deren komplizierte mathematische Struktur nicht weiter interessieren soll),

$$\Psi = \Psi_{n,l,m}(x,y,z) \qquad (2)$$

in der neben den Ortskoordinaten x,y,z auch die Laufzahlen n,l,m enthalten sind, die nur ganz bestimmte ganzzahlige Werte annehmen dürfen, da andernfalls die Funktion Ψ keine physikalisch sinnvolle Lösung mehr darstellen würde:

$$\begin{aligned} n &= 1, 2, 3, \ldots, \infty \\ l &= 0, 1, 2, \ldots, n-1 \\ m &= 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm l \end{aligned} \qquad (3)$$

Zum anderen findet man eine allgemeine Beziehung für die

Energie des Wasserstoff-Atoms:

$$E_n = -\frac{4\pi^2 \bar{m} e^4}{h^2 n^2} = -\frac{A}{n^2} \qquad (4)$$

Darin bedeuten $\bar{m}$ die Elektronenmasse, e die Elementarladung und h die Planck'sche Konstante. Da diese Größen konstant sind, wurden sie zu der Konstanten A zusammengefaßt. n ist die Laufzahl, die auch in der Funktion Ψ (2) enthalten ist. Da n die ganzzahligen Werte von 1 bis ∞ annehmen kann, ist die Energie des Wasserstoff-Atoms eine Funktion dieser Laufzahl, die identisch ist mit der sogenannten Hauptquantenzahl. l und m sind entsprechend die Neben- und Magnetquantenzahl. Für die Funktionen mit den Nebenquantenzahlen l = 0,1,2,3,... sind auch die Ihnen aus dem Chemieunterricht bekannten Bezeichnungen s,p,d,f... üblich.

Nach der Gl.(4) kann man das Energieschema aufstellen und erhält aus Gl.(2) die zugehörigen Eigenfunktionen Ψ .

Für die Abhängigkeit der Energie von n ergibt sich:

$n = 1 \qquad E_1 = -A$

$n = 2 \qquad E_2 = -\frac{A}{4}$

$n = 3 \qquad E_3 = -\frac{A}{9}$

.....

$n = \infty \qquad E_\infty = \lim_{n\to\infty} \frac{A}{n^2} = 0$

Bei n = 1 besitzt die Energie den niedrigsten Wert. Dieser Zustand ist also der stabilste (Grundzustand). Mit wachsendem n nimmt die Energie zu, wobei die Differenzen zwischen den einzelnen Energieniveaus immer kleiner werden, bis schließlich bei $n = \infty$ die Energie den Wert Null erreicht hat, d. h., hier liegt keine Wechselwirkung mehr zwischen Proton und Elektron vor, dieser Zustand beschreibt ein ionisiertes Wasserstoff-Atom.

Diese Ergebnisse gestatten bereits die Erklärung des Was-

serstoff-Spektrums: Die Differenzen zwischen den einzelnen Energieniveaus sind genau die "gequantelten" Energiebeträge, die das Atom aufnehmen (Absorption) oder abgeben (Emission) kann, d. h., im Spektrum kann man nur Linien beobachten, deren Wellenlängen genau den Energiedifferenzen beim Übergang des Elektrons von einem auf das andere Niveau entsprechen. In Abb. 1 ist das Energieniveauschema dargestellt, wobei gleichzeitig die möglichen Elektronenübergänge eingezeichnet worden sind. Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Wasserstoff-Spektrum (Balmer-Serie).

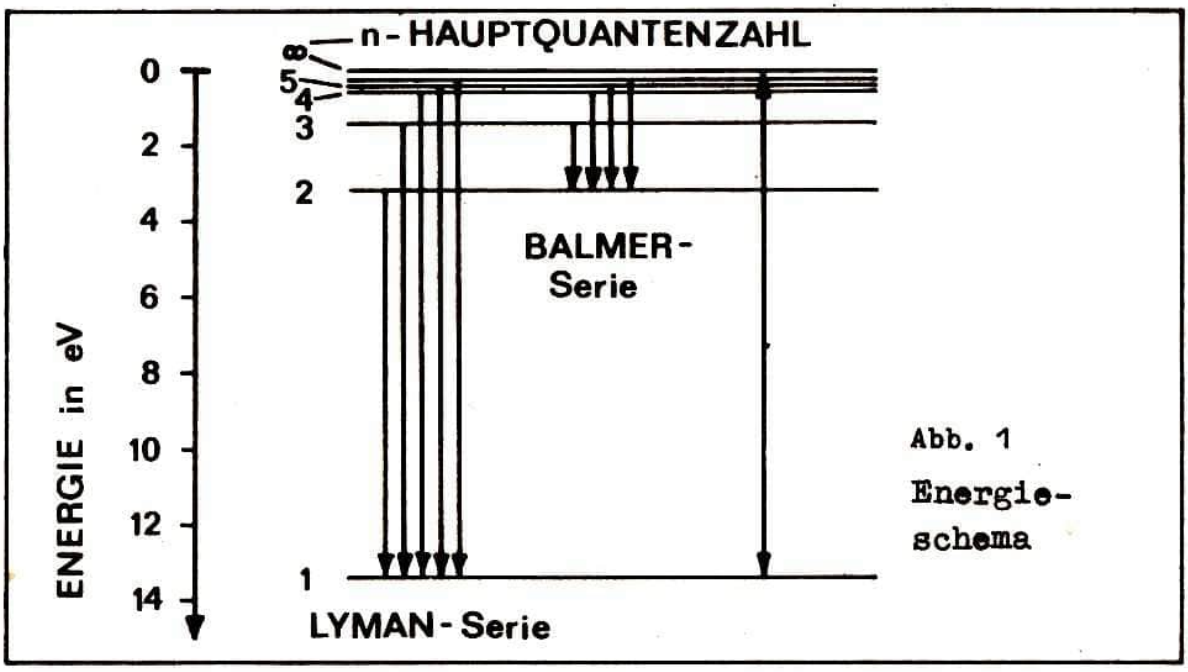


Abb. 1 Energieschema

Der Übergang vom Niveau $E_1 = -A$ nach $E_\infty = 0$ beschreibt die Ionisierung und die Differenz $\Delta E = E_\infty - E_1 = A$

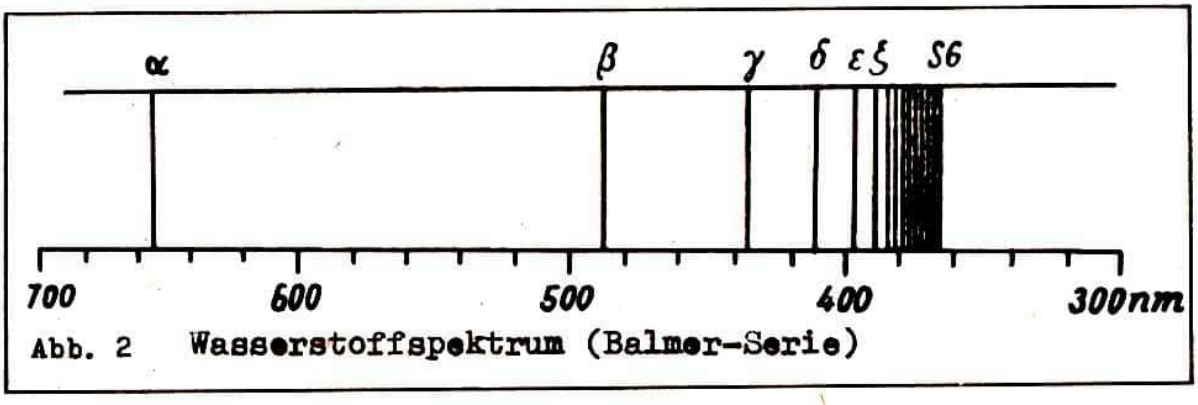


Abb. 2 Wasserstoffspektrum (Balmer-Serie)

die Ionisierungsenergie des H-Atoms.

Um die zu den Energieniveaus gehörenden Eigenfunktionen zu ermitteln, muß man die Quantenzahlen n, l und m kennen.

n bestimmt jeweils das Energieniveau, während l und m bei vorgegebenem n gemäß Gl.(3) folgende Werte annehmen können:

n	l	m
1	0 (s)	0
2	0 (s) 1 (p)	0 -1,0,1
3	0 (s) 1 (p) 2 (d)	0 -1,0,1 -2,-1, 0,1,2
usw.		

Nach Gl.(2) gehört aber zu jeder n-, l-, m-Kombination eine Eigenfunktion Ψ_{nlm}. Das bedeutet, daß mit Ausnahme von n = 1 zu jedem Energieniveau mehrere Eigenfunktionen gehö-

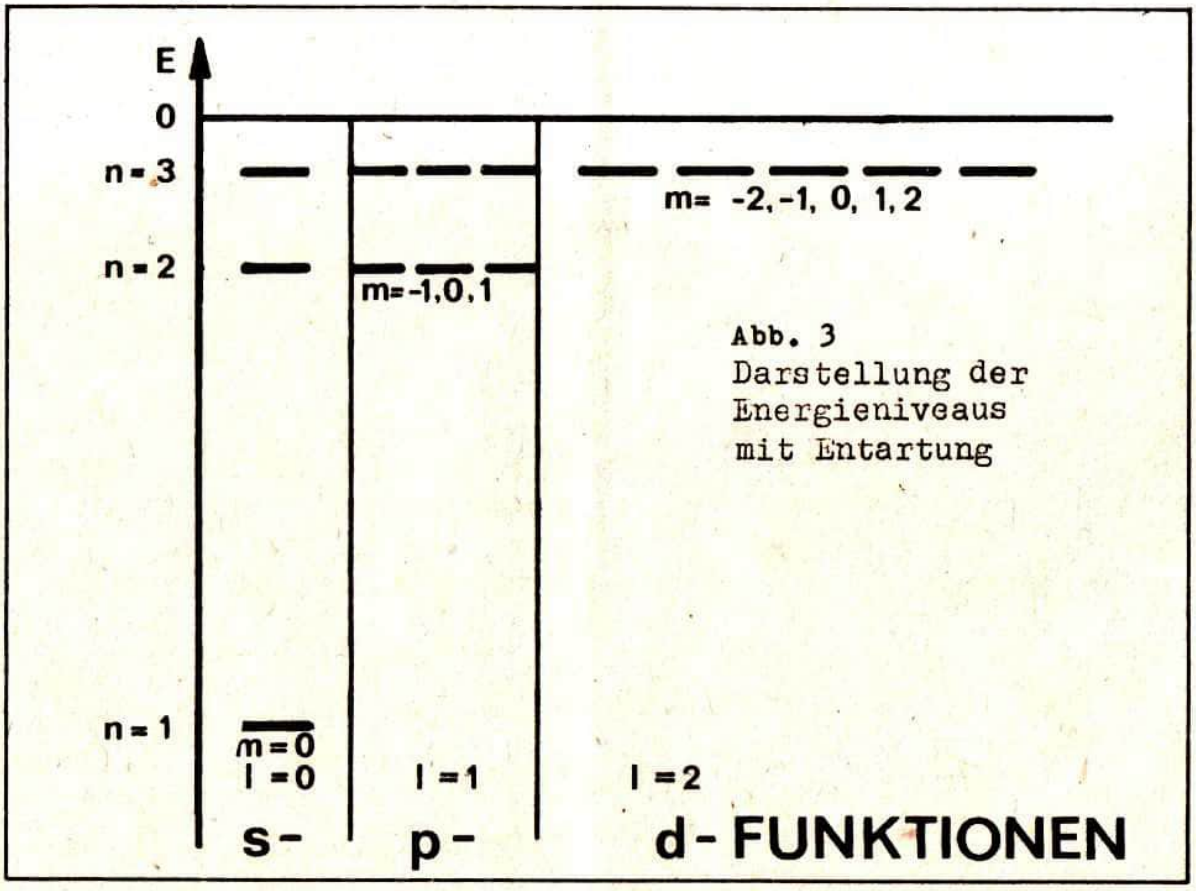


Abb. 3
Darstellung der Energieniveaus mit Entartung

ren, daß also alle angeregten Energiezustände des Wasserstoff-Atoms ($n \geq 2$) entartet sind (Abb. 3).

Diese Tatsache gestattet die Erklärung eines anderen experimentellen Befundes: Setzt man Wasserstoff einem elektrischen (Stark-Effekt) oder magnetischen Feld (Zeeman-Effekt) aus und zeichnet das Atomspektrum in einem hochauflösenden Spektrometer auf, so findet man statt der einzelnen Linien Gruppen mehrerer Linien. Diese Erscheinung läßt sich mit Hilfe der Entartung der Energieniveaus erklären. Berechnet man nämlich mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung den Einfluß des äußeren Feldes auf das Atom, so zeigt sich, daß einige der entarteten Niveaus nicht mehr gleichwertig sind. (Die Entartung ist aufgehoben worden.) Anstelle eines Spektralüberganges sind mehrere verschiedene möglich.

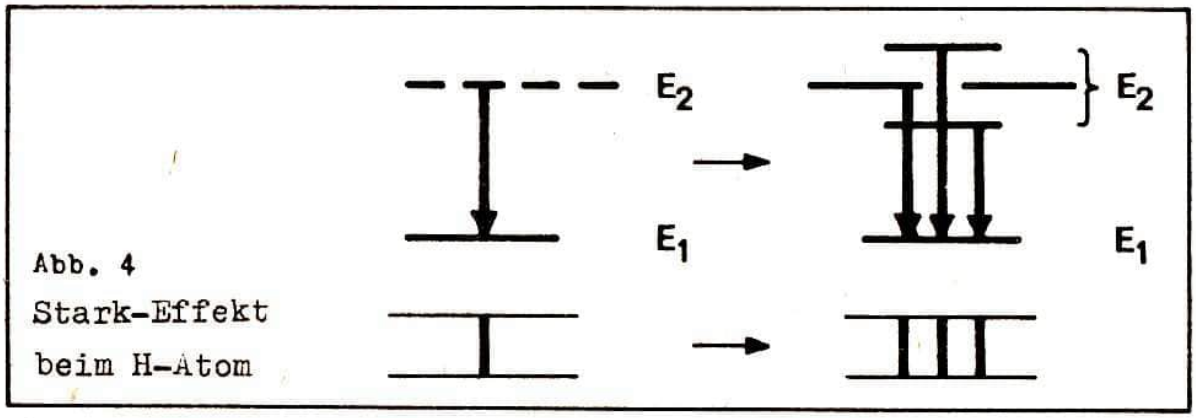


Abb. 4
Stark-Effekt
beim H-Atom

In der Abb. 4 ist dies für den Einfluß eines elektrischen Feldes auf den Übergang $E_2 \rightarrow E_1$ schematisch dargestellt. (Der Name Magnetquantenzahl für m rührt von der analogen Erscheinung bei Einwirkung eines Magnetfeldes her.)

Neben diesen Aussagen, die man aus dem Energieniveauschema ableiten kann, besitzt (besonders im Hinblick auf das später zu besprechende Problem der chemischen Bindung) die Elektronendichte eine besondere Bedeutung. Die Elektronendichte, die durch das Quadrat der Ψ -Funktion bestimmt

ist, gibt die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons an einem bestimmten Punkt im Raum (die "Wahrscheinlichkeitsdichte") wieder. Ist ihr Wert an einem Punkt groß

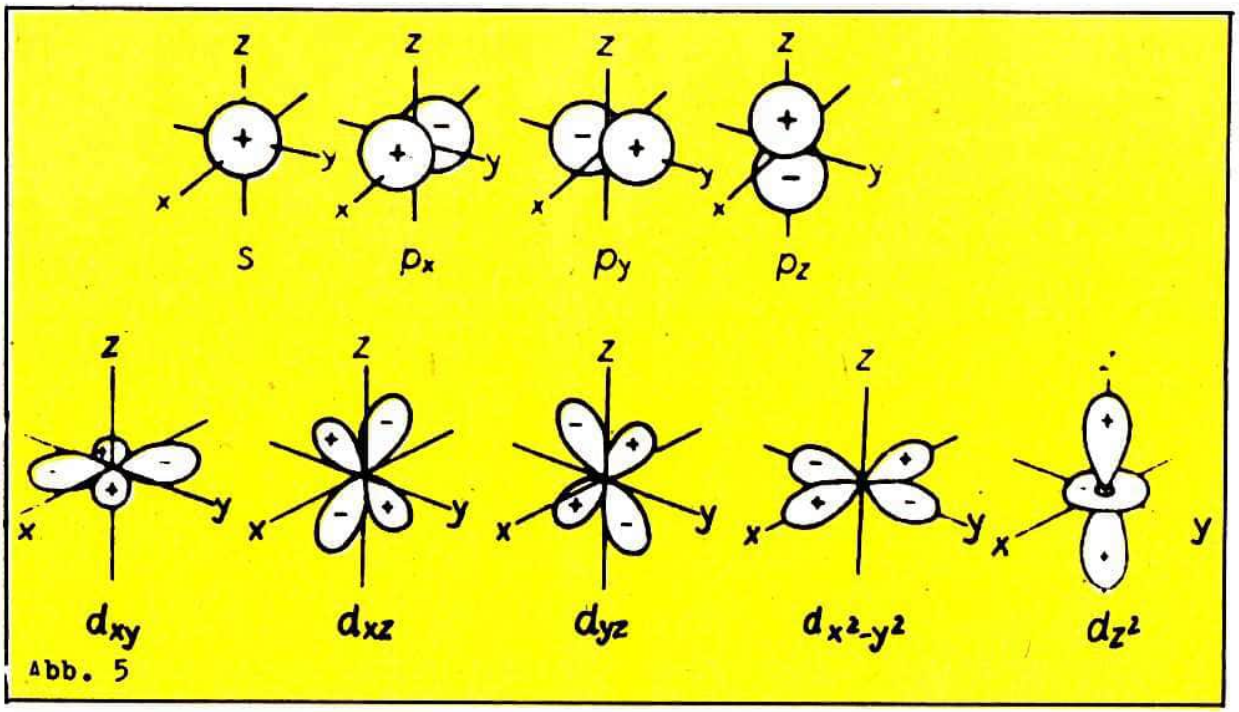


Abb. 5

(sie kann die Werte 0...1 annehmen), so wird sich das Elektron an diesem Punkt häufiger aufhalten als an einem anderen mit kleinerem Wert. Die Abb. 5 gibt die Elektronendichte für die zu den energieärmsten Energieniveaus des H-Atoms gehörenden Funktionen wieder. Die Kurven umschliessen dabei den Teil des Raumes, für den die Summe über die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten an allen Punkten 0,9 beträgt (vgl. Impuls 2. Jg., H. 10). (Das eingetragene Vorzeichen bezieht sich auf die Funktion Ψ , die Indizes x,y,z,xy,xz,..., beziehen sich auf die mathematische Struktur von Ψ .)

Wesentlich an diesen Bildern ist, daß nur die räumliche Ausdehnung, nicht aber die Gestalt der Dichtefunktionen von der Hauptquantenzahl n abhängen. Die ns-Funktionen haben also alle eine kugelförmige, die np-Funktionen eine hantelförmige Gestalt usw. Diese Erkenntnis wird bei der Diskussion der chemischen Bindung nützlich sein.

Wir stellen vor:

Das Phyletische Museum in Jena

Der Mensch kommt unter allen Tieren
in der Welt dem Affen am nächsten.

Lichtenberg

1859 erschien in England ein Buch, welches die Wissenschaftler, und nicht nur diese, auf's äußerste erregte und welches Ursache langjähriger Auseinandersetzungen war. Dieses Buch war Charles Darwins "The Origin of Specis by means of natural selection or the presentation of favoured races in the struggle for live".

Es mußte um so mehr wie ein Blitz einschlagen, da es eine ganze Weltanschauung nämlich die der Konstanz der Arten, d.h. daß alle Lebewesen einmal von einem höheren Wesen erschaffen und bis zur heutigen Zeit unverändert erhalten geblieben seien, widerlegte. Es erhob sich ein gewaltiger Protest. "Sollte denn nach dieser Anschauung der Mensch gar vom Affen abstammen? Das wäre ja lachhaft!" Doch es gab viele Wissenschaftler, die sich hinter Darwins Auffassung stellten und diese wissenschaftlich zu fundieren suchten.

Einer der eifrigsten Verfechter der Lehre Darwins in Deutschland war der 1834 in Potsdam geborene Ernst Haeckel, der Medizin und später Zoologie studierte. 1861 als Lehrstuhlinhaber für Zoologie nach Jena gekommen, sah er sein Ziel darin, den Gedanken der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde zu verbreiten und zu vervollständigen. Seinen Bemühungen verdanken wir es, daß 1907 das Phyletische Museum gegründet wurde. Gleichzeitig könnten wir Darwin selbst als Paten einsetzen, denn Haeckel erhielt seine Anregungen aus dem berühmten "British Museum of Natural History" in London und durch den Aufenthalt bei Darwin 1879.

Sinn und Aufgabe des Museums in Jena war und ist es:

"... den wissenschaftlichen Inhalt und die weltanschauliche Bedeutung der Lehren Darwins zu veranschaulichen und dem Kundigen, wie auch Laien anzubieten". Die feierliche Einweihung des Museums fand anläßlich der 350-Jahrfeier der Jenaer Universität statt. Es ist eine besondere Freude, unter der Sammlung des Museums noch heute viele Präparate, von Haeckel eigenhändig gefangen und verarbeitet, vorzufinden.

Seit 1956 wurde das Museum rekonstruiert und zweckdienlicher eingerichtet, so daß der Besucher nun mühelos den Gang der Entwicklung des Lebens verfolgen kann.

Das Museum ist in 7 Schausäle gegliedert, deren Inhalt die Evolution verdeutlicht.

Folgende Themenkreise werden behandelt:

- Genetik
- Systematik
- Anthropologie
- Paläonthologie
- vergleichende Anatomie
- Ontogenie
- Tiergeographie

Doch betrachten wir nun die Räume im einzelnen:

Im neugestalteten Genetiksaal wird unser Blick von einem riesigen Modell der DNS, ihrer Reduplikation,ihrer Transkription und der Eiweißsynthese angezogen, welches sich entsprechend der großen Rolle, die die DNS als Träger der Erbanlage für die Entstehung und Entwicklung des Lebens hat, im Zentrum des Raumes befindet. Sehr deutlich und einprägsam werden hier die Vorgänge, die in der Zelle ablaufen, dargestellt. Daß die DNS alleiniger Träger der Erbinformation ist, sich also alle genetischen Erscheinungen letztlich auf diese zurückführen lassen, wird an Bakteriophagen und Viren bewiesen. Wir sehen, daß es nur durch die Weitergabe des DNS allein möglich ist, einen neuen Körper aufzubauen und seinen Stoffwechsel zu organisieren. Doch dies ist nicht alles, was in diesem Raum dargestellt wird. Zweck des Raumes ist es ja, auf zwei Phänomene der Natur hinzuweisen, - auf die Ähnlichkeit zwischen Eltern und Nachkommen und auf die Veränderung der Organismen - . So begegnen wir also im weiteren den Mendelschen Gesetzen; wir erleben die Einwirkungen der Umwelt auf die Organismen und ihre Variations-

möglichkeiten; das Entstehen von Mutationen, ihre Auswirkungen zusammen mit der Selektionseigenschaft der Umwelt auf die Entstehung neuer Arten. Schließlich zeigen uns Beispiele aus der Humangenetik, welche Bedeutung die Kenntnis der molekularen Struktur der Erbanlagen für den Menschen selbst hat.

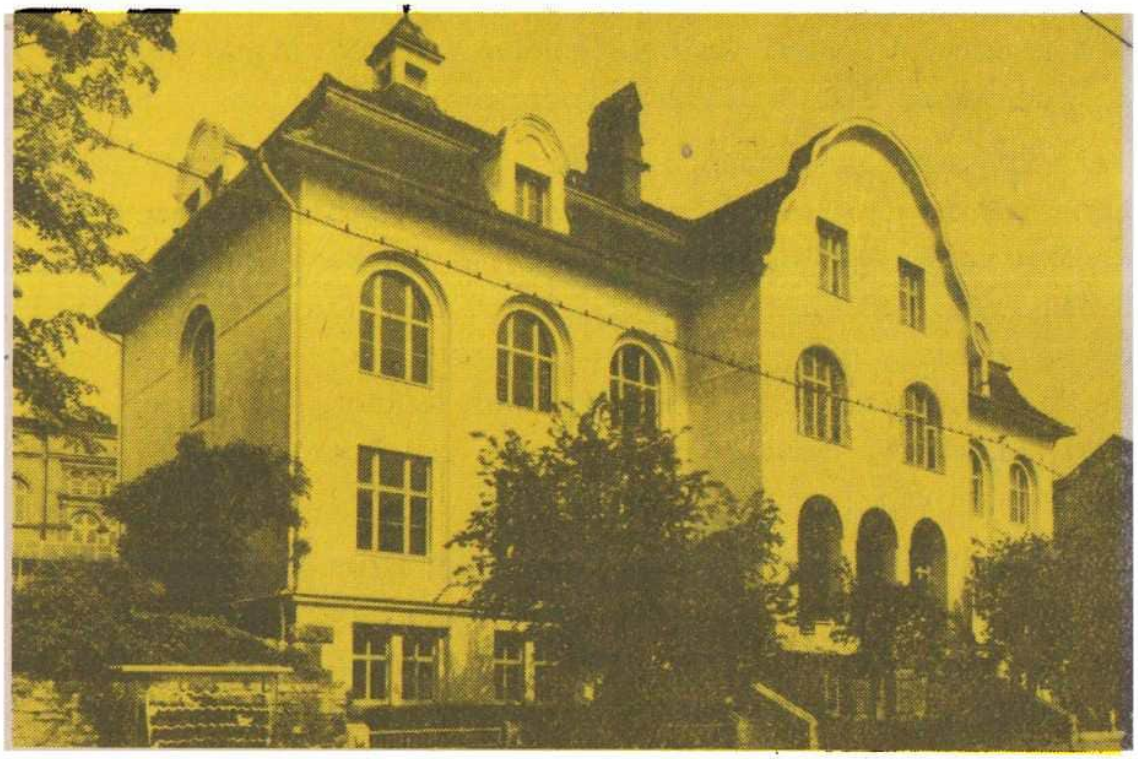
Nach dem Besuch des Genetiksaales zur Systematik.
Hier wird gezeigt, wie im Laufe der Geschichte versucht wurde, durch eine vergleichende Untersuchung der einzelnen Organismen verschiedene natürliche Gruppen zu finden, denen man die unterschiedlichen Lebewesen so zuordnen kann (auf Grund geeigneter Merkmale), daß sie das natürliche System der Stammesgeschichte widerspiegeln.

Diesen Vorgang von der wahllosen Zuordnung bis zur Einstufung in bestimmte taxonomische Kategorien, wie Stamm, Klasse, Ordnung, Familie, Gattung, Art, können wir in einem der Schauschränke nachvollziehen. Andere Schauschränke zeigen die einzelnen Tierstämme und bestimmte Vertreter.

Bevor wir weitergehen, noch ein Wort zu der Beziehung zwischen Evolution und Biochemie, welche uns an einigen Modellen erläutert werden soll. So lassen uns Modelle von Enzymen, z.B. der Cytochromoxydase und Hormonen, z.B. dem Neurohormon, zu der Auffassung kommen, daß wir auch von einem molekularen biologischen Kalender der Evolution sprechen können, entdecken wir doch bemerkenswerte Gemeinsamkeiten in der chemischen Struktur und Zusammensetzung, die auf gemeinsame Ursprünge zurückweisen.

Die vergleichende Anatomie - im folgenden Raum gelegen - versucht, die verwandtschaftlichen Beziehungen der Organismen durch eine vergleichende Betrachtung der Organe und Organsysteme aufzuklären. Als Voraussetzung wird uns der Unterschied zwischen analogen und homologen Organen verdeutlicht und dann besonders auf homologe Organe, am Beispiel der Vorderextremitäten der Wirbeltiere eingegangen. Ein weiteres interessantes Beispiel für homologe Organe ist die Zahnbildung der Wirbeltiere, aus den Fischschuppen bis zur heutigen Form. Im weiteren können wir die Entwicklung der Corda dorsalis, des Schädels, des Blut- und Nervensystems verfolgen.

Begeben wir uns nun in den Raum, der mit Ontogenie (Individualentwicklung) überschrieben ist. Der vordere Teil beschäftigt sich mit der Beziehung zwischen Ontogenie und Phylogenie. Wir erkennen, daß ein Lebewesen während seiner Ontogenese die wichtigsten Etappen, die seine Vorfahren im Verlaufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung (Phylogenese) durchlaufen haben, wiederholt. Diese Erkenntnis veranlaßte Haeckel zur Formulierung seiner biogenetischen Grundregel, die uns an der Ontogenese des Schopfhuhnes demonstriert wird. Andere Schauschränke zeigen uns die Keimesentwicklung des Haushuhnes und die Tatsache, daß die Entwicklung der Reptilien bis zu einem bestimmten Punkt parallel verläuft. Sehr eindrucksvoll ist auch die Darstellung der embryonalen Parallelentwicklung von Mensch und Affe, welche uns die stammesgeschichtliche Verwandtschaft verdeutlicht.



Ansicht des Phyletischen Museums in Jena (Foto: HSB Uni Jena)

Auf unserem Rundgang durch das Phyletische Museum stoßen wir nun auf den Anthropologiesaal. Dieser, im Mittelpunkt des Museums stehende Raum beschäftigt sich mit der Entwicklung des Menschen. Wir lernen Urformen des Menschen kennen, versuchen

Fortsetzung auf Seite 30

Dr. E. Welsch
Sektion Physik

Julius Robert Mayer und die Entdeckung des Energiesatzes

PHYSIK

In der stürmischen Entwicklung der Physik der letzten 100 Jahre hat sich der Satz von der Erhaltung der Energie - auch nach Einbeziehung der Masse als Erscheinungsform der Energie - bewährt und bis heute nichts von seiner Bedeutung in Naturwissenschaft und Technik verloren. Selbst im atomaren Bereich, im Bereich der Elementarteilchen, bleibt die Energie in jedem einzelnen Vorgang erhalten. Die Erfahrungstatsache, daß in einem abgeschlossenen System bei Naturprozessen die Summe der Beiträge aller am Vorgang beteiligten Energieformen zeitlich konstant ist, eben der Energieerhaltungssatz, stellt - wie auch andere Erhaltungssätze bestimmter physikalischer Größen - keine Eigentümlichkeit des physikalischen Geschehens dar, sondern ist eine Folge allgemeiner Eigenschaften des Raumes und der Zeit.

Über den Energiesatz hat "impuls 68" schon berichtet Jhg.9 H.4u.5(1075/76) . Wir wollen uns in diesem Beitrag mit der dazugehörigen, ziemlich interessanten Physikgeschichte beschäftigen. Wie kam es zur Auffindung dieses fundamentalen Satzes? Unter welchen Umständen wurde er entdeckt, und wie sind schließlich die Arbeiten des praktischen Arztes J. R. Mayer in die großen Leistungen des 19. Jahrhunderts einzuordnen?

Ein aufschlußreiches Beispiel dafür, w i e eine Entdekkung zustandekommen kann, ist das überraschende Auftauchen des am 25. November 1814 in Heilbronn geborenen Arztes Dr. Julius Robert Mayer im physikalischen Blickfeld. Unter-

nehmungslustig, um dem eintönigen Leben einer Kleinstadt zu entgehen, reiste er nach bestandenem Staatsexamen als Schiffsarzt auf einem niederländischen Dreimastschoner nach Java. Während des viermonatigen Aufenthaltes in den Gewässern um diese Insel beschäftigte ihn bei an Patienten durchgeführten Aderlässen die Beobachtung, daß das Venenblut in diesem tropischen Klima eine dem arteriellen Blut ähnliche hellrote Färbung hatte. Als Grund kam nur in Frage, daß in wärmeren Gegenden im Organismus durch Umsetzung weniger Wärme erzeugt zu werden braucht als in gemäßigten Klimazonen, um im Menschen die richtige "Betriebstemperatur" zu gewährleisten. Aber auch bei der Produktion von mechanischer Energie durch ähnliche Prozesse entsteht Wärme. Und weiter:

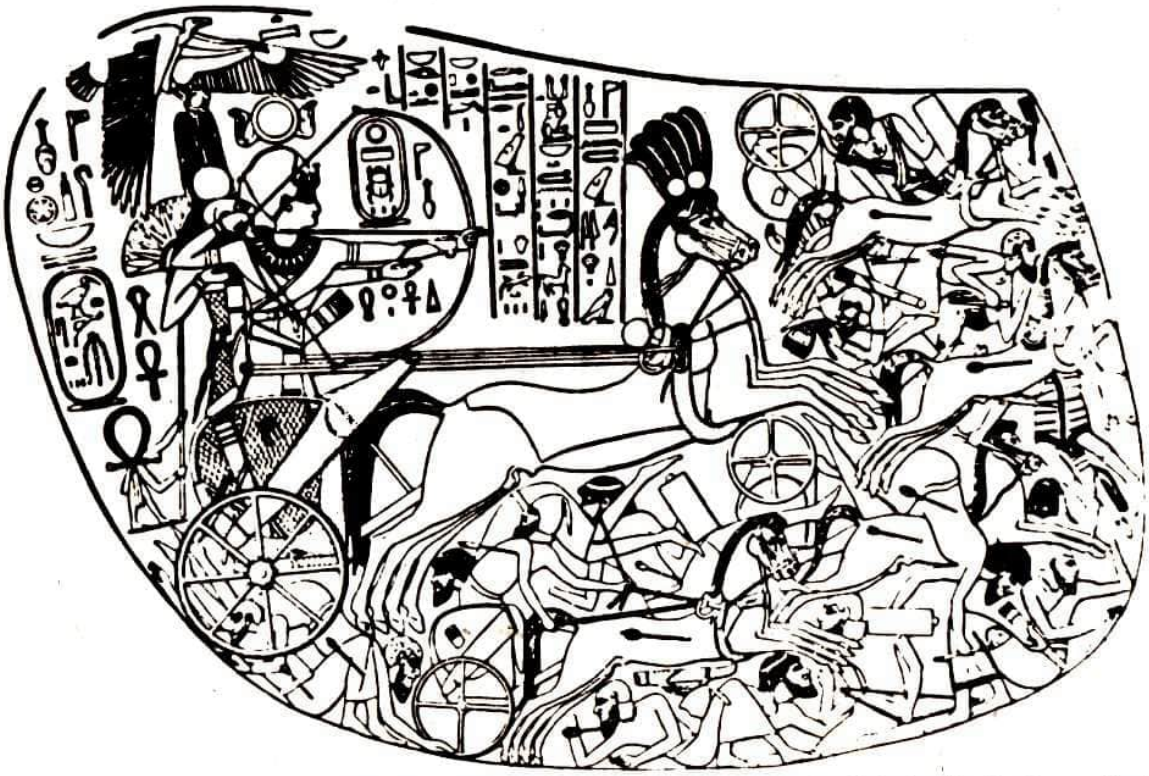
Die in den Ausgangsprodukten gespeicherte Energie wird in unterschiedliche, andere Energieformen, nämlich in Wärmeenergie und mechanische Energie umgewandelt. Sie geht nicht verloren. Der Mayer auf der Reede von Surabaya "durchzuckende Gedankenblitz", daß das Denkprinzip "keine Wirkung in der Natur kann verloren gehen" auch auf die Energieumwandlungsprozesse anwendbar sein muß, war die Geburtsstunde des Energieerhaltungssatzes.

Die Reaktion der naturwissenschaftlichen Welt: Seine erste Arbeit (1841) bleibt ungedruckt u n d von der Redaktion unbeantwortet. Und: "Das sind nichts weiter als neue Ansichten von Dingen, über die es auch andere Ansichten gibt". Aber Mayer gibt nicht auf. Er befaßt sich mit höherer Mathematik, Mechanik, findet, daß sich Flüssigkeiten durch Reibung erwärmen lassen, errechnet das mechanische Wärmeäquivalent aus der Differenz der spezifischen Wärme von Gasen unter konstantem Druck bzw. konstantem Volumen; es gelingt ihm also die zahlenmäßige Bestimmung des Proportionalitätsfaktors von Wärmeenergie und mechanischer Energie. 1842 erscheinen diese grundlegenden Gedanken in Liebigs "Annalen der Chemie und Pharmazie". 1850 erkennt Clausius die Vorstellungen und Berechnungen an und zitiert in den "Annalen der Physik" Robert Mayers Wärmeäquivalent als 1. Hauptsatz der Thermodynamik. Daß Mayer, der in der Physik nicht beson-

ders bewanderte Arzt, gerade diese Versuche vorschlägt, durchführt, sie so ganz abweichend von den bis dahin üblichen Vorstellungen über Wärme deutet und quantitative Konsequenzen zieht, gehört wohl zu den erstaunlichsten Ereignissen in der Physikgeschichte.
Interessant wäre es noch, seine Folgerungen aus dem Energiesatz bei kosmischen Prozessen zu erwähnen. Wie entsteht die Strahlung der Sonne? Meteore werden von ihrem riesigen Gravitationsfeld in großer Zahl angezogen, sie stürzen auf die Sonnenoberfläche mit einer beträchtlichen kinetischen Energie, die sich beim Abbremsen in Wärme umwandelt. Das würde aber im Laufe der Zeit zu einer kontinuierlichen Zunahme der Sonnenmasse führen, die wiederum eine meßbare Veränderung der Jahreslänge nach sich zöge; diese wurde aber nicht beobachtet. Sein Schluß: Die Aussendung von Energie ist mit dem Verlust an Masse verbunden (den Gedanken, die Meteoriten könnten sich, nachdem sie ihre Schuldigkeit getan haben, auf irgendeine mysteriöse Weise wieder davonschleichen, verwirft Mayer auf Grund des Energieprinzips). Dieses Problem ist heute - wenn auch völlig anders - gelöst, wir erinnern uns an die Kernfusion. Aber Einsteins Erweiterung des Energiesatzes unter Einbeziehung der Masse als Energieform stellt die logische Fortsetzung dieser Gedanken dar.

Wie wir gesehen haben, ist Mayers Weg zum Energiesatz zunächst philosophisch orientiert gewesen, erst später stellte er die Beziehung zum Experiment her. Auch zwei andere Forscher kamen unabhängig von ihm zu dieser Erkenntnis. Hermann Helmholtz und James Prescott Joule. Während Joule empirisch vorging - ihn interessierte primär die Umrechnung von Wärme in mechanische Energie - und aus dem Faktenmaterial das Energieprinzip folgerte (1843), bemühte sich Helmholtz, alle physikalischen Erscheinungen mechanisch zu erklären; es mußte also auch der in der Mechanik anerkannte Energiesatz bei allen Naturvorgängen gültig sein (1847). Alle drei haben ihren Namen unlösbar mit dieser neuen Entdeckung verbunden, aber J. R. Mayer gebührt der Ruhm, den

fundamentalen Satz als erster ausgesprochen zu haben. Er wurde dadurch zum "Vater der größten Entdeckung des Jahrhunderts" (Liebig), zum"Wegbereiter der nach dem rationalen Erfassen der physikalischen Ganzheit suchenden neuen Naturforschung" (Gerlach).



Das Zuggeschirr des Altertums. Man beachte, wie das Band um den Hals des Pferdes dessen Kopf in eine Stellung zwingt, die seine Zugkraft beeinträchtigt.

Tabelle zu folgendem Artikel

NH_2CHO	Formamid	H_2CO	Formaldehyd
CH_3CN	Acetonitril	$H-C\equiv C-C\equiv N$	Cyanacetylen
$H-N=C=O$	Isocyansäure	CH_3OH	Methanol
$H_3C-C\equiv C-H$	Methylacetylen	$HCOOH$	Ameisensäure
H_3C-CHO	Acetaldehyd		

G. Hüller
Sektion Chemie

Oberflächenchemische Reaktionen im Kosmos

Wie spektroskopische Untersuchungen der kosmischen Strahlung zeigen, ist der Raum zwischen den Himmelskörpern keineswegs leer, sondern es existieren interstellare Staubwolken und Gasnebel, die - wenn auch in extrem kleinen Konzentrationen - verschiedene chemische Stoffe (z. B. H_2, CH, CH^+, OH, CO, H_2O, NH_3, CN, CS) enthalten. Daneben finden sich auch komplexe Moleküle (siehe Tabelle), deren Bildung nur schwer verständlich ist, da in der Regel zur Abführung der freiwerdenden Bindungsenergie ein dritter Stoßpartner benötigt wird. Wegen der geringen Konzentration interstellarer Materie sind aber solche Dreierstöße äußerst unwahrscheinlich.

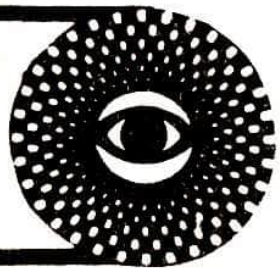
Radioastronomischen Forschungen zufolge befinden sich komplexe Moleküle vorzugsweise in Staubwolken. Das hängt einmal damit zusammen, daß diese Moleküle unter der Einwirkung der energiereichen kosmischen Strahlung leicht dissoziieren. Deshalb wäre ihre Lebensdauer außerhalb solcher Staubwolken, wo sie dieser Strahlung ungeschützt ausgesetzt sind, so klein, daß man sie nicht nachweisen könnte.

Andererseits liegt die Vermutung nahe, daß die Staubteilchen eine wesentliche Rolle bei der Bildung solcher Moleküle spielen. Nimmt man an, daß die Reaktionspartner an der Oberfläche der Staubteilchen adsorbiert werden, so ist einmal eine katalytische Wirkung für bestimmte Reaktionen mög-

lich, und zum anderen kann die freiwerdende Bindungsenergie an das Staubteilchen abgegeben werden. Da die physikalisch-chemische Natur der Staubteilchen nicht bekannt ist (die Annahmen reichen von Eis über Metalle bis zu Diamant), ist es nicht möglich, Aussagen über den Reaktionsverlauf und die Produktion zu machen. Außerdem wird das interstellare Strahlungsfeld den Verlauf der Reaktionen beeinflussen. Solche - bisher nur wenig untersuchte photokatalytischen Reaktionen (Reaktionen zwischen adsorbierten Atomen oder Molekülen unter Strahleneinwirkung) wurden inzwischen modellmäßig unter Bedingungen durchgeführt, die denen des interstellaren Raumes entsprechen. Eingesetzt wurden die Gase H_2, N_2, O_2, CO, NH_3 und CH_4.
Das Ergebnis war, daß bereits im Wellenlängengebiet zwischen 100 und 200 nm (langwelliges UV), in dem die eingesetzten Gase im freien Zustand noch keine Strahlung absorbieren, chemische Veränderungen in der Adsorptionsschicht auftraten. Die Analyse der Produkte ergab, daß neben anderen Molekülen und Radikalen fast alle im interstellaren Raum beobachteten Moleküle gebildet worden waren.

Das Experiment zeigt, daß durch die Adsorption an der Oberfläche die elektronischen Terme des Moleküls derartig verschoben werden, daß sie in einem Wellenlängenbereich Strahlung absorbieren, in dem die freien Gase dies nicht tun. Wie Untersuchungen des interstellaren Strahlungsfeldes ergaben, ist es gerade dieser Anteil der Strahlung, der wesentlich tiefer in Staubwolken eindringen kann als das kurzwelligere und energiereichere UV, das die Dissoziation der komplexen Moleküle herbeiführen würde.

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



E. H. S. Burhop (Großbritannien)

Die Energiekrise und die Erhaltung des Friedens

Das Recht der erdölproduzierenden Länder auf eine Änderung der Erdölpreise kann nicht bestritten werden. Die 6. UNO-Sondertagung über die Errichtung einer neuen Wirtschaftsordnung und die Aufstellung eines Aktionsprogramms faßte einen Beschluß, der das prinzipielle Recht jedes Staates auf Souveränität über seine Naturschätze und auf wirksame Kontrolle sowohl der Bodenschätze als auch der Ausbeutung dieser Ressourcen bestätigte, einschließlich des Rechts auf Nationalisierung oder auf den Übergang von Eigentum in den Besitz von Einheimischen.

Tabelle I zeigt, wie sich in der Regel der Preis zusammensetzte, den der Verbraucher im Juli 1973 in Westeuropa für Erdölprodukte zahlte, welche aus einer Tonne Rohöl hergestellt wurden. Die Angaben für 1974 gehen davon aus, daß sich nur die Fördergebühren und Steuern ändern, die an die erdölproduzierenden Länder entrichtet werden. Die von den erdölproduzierenden Ländern geforderte Erhöhung der Steuern und Fördergebühren (37,5 %) liegt unter dem, was die Verbraucherländer bei Erdölprodukten an Steuern erheben (42,5 %). Es ist ganz klar, daß die erdölproduzierenden Länder auf Grund einer unbefriedigenden Marktwirtschaft ihr Produkt erheblich unter seinem Wert verkaufen mußten. Die Regierungen der Verbraucherländer erhöhen weiterhin die Steuern bei Erdölprodukten, um die Nachfrage zu senken und dadurch Devisen zu sparen.

Aus: Wissensch. Welt 1975/1 (gekürzt)

Tabelle I

Durchschnittliche Zusammensetzung des Preises, den Verbraucher in Westeuropa für Erdölprodukte aus 1 t Rohöl zahlten

	Juli 1973	%	1974	%
Produktionskosten	1	1,2	1	0,8
Kosten des Transports, der Raffination, des Absatzes	25	29,4	25	20,4
Gewinn der Gesellschaften	4	4,7	4	3,3
Fördergebühren und Steuern, die an die erdölproduzierenden Länder gezahlt werden	12,5	14,7	50	40,8
Steuern, die von den Verbraucherländern erhoben werden	42,5	50	42,5	34,7
insgesamt	85		122,5	

Was andere wichtige Rohstoffe betrifft, so muß mit ähnlichen Aktionen gerechnet werden wie bei den Erdölpreisen. Einige entwickelte Länder, die oft ihre Geschäfte über multinationale Gesellschaften abwickelten, waren aui Grund der politischen und wirtschaftlichen Schwäche wenig entwickelter rohstofflieferndr Länder in der Lage, Metalle und Nahrungsmittel zu Preisen zu beziehen, welche weit unter dem eigentlichen Wert der betreffenden Produkte lagen. Die heutige Generation, die in diesen wirtschaftlich schwachentwickelten Ländern lebt, sollte sich zu solchen Ressourcen wie ein Treuhänder späterer Generationen verhalten. Länder, die Naturschätze besitzen, haben dafür zu sorgen, daß diese vernünftig und planmäßig genutzt werden und daß die Einnahmen dem wirklichen Wert der Rohstoffe entsprechen. Die Einnahmen müssen dazu verwendet werden, die gesellschaftliche Struktur dieser Länder zu modernisieren, vielseitiger zu gestalten und sowohl die Nahrungsmittelproduktion als auch die Energieerzeugung zu steigern.

Sogar vor der Erdölkrise war die Weltlage in puncto Energieversorgung beunruhigend. Tabelle II zeigt die bekannte Relation zwischen Überfluß und Energieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung. Wenn die Wachstumsrate des Energiebedarfs in den entwickelten Industriestaaten gleichbleibt, dann sind die bekannten Brennstoffvorkommen fossiler Herkunft völlig unzureichend.

Bei einer angenommenen Bevölkerung von 10^{10} Menschen, von denen beispielsweise jeder im Schnitt 20 kW (Wärmeenergie) verbraucht, würden die bekannten abbaufähigen Brennstoffvorräte fossiler Herkunft bei dieser Rate des Energieverbrauchs vier Jahre, hingegen die derzeit geschätzten Vorräte, die sich eventuell ausbeuten lassen, 36 Jahre lang reichen. Energie wird heutzutage in vielen entwickelten Ländern so verschwenderisch verbraucht, daß man bei der zunehmenden Energiekrise kaum mit einer weiteren erheblichen Steigerung des Energieverbrauchs über den gegenwärtigen Stand hinaus rechnen kann. Man wird den Energieverbrauch vielleicht sogar senken müssen.

Es gibt tatsächlich absolute, aber unbekannte obere Grenzen für die Energieerzeugung aus fossilen oder nuklearen Brennstoffen, Grenzen, die auch durch die Konzentration der Energieerzeugung in bestimmten Gebieten bedingt sind. Das Energiegleichgewicht in der Atmosphäre, von dem das Klima abhängt, ist eine heikle Sache, über die man noch ungenügend Bescheid weiß. Da ist erstens die Energie, die wir von der Sonne erhalten, zweitens die Energie, die wieder von der Erde reflektiert wird, drittens die Energie, die von der Atmosphäre absorbiert wird, viertens die Energie, die von der Erdoberfläche abgestrahlt wird, fünftens die Energie, die für die Verdunstung des Wassers, den Wasserkreislauf erforderlich ist, usw. Hierbei spielen geringe Unterschiede zwischen großen Energiemengen eine Rolle. So kann z.B. der erhöhte Kohlendioxidgehalt der Luft, der vor allem auf die mit fossilen

Brennstoffen betriebenen Kraftwerke zurückzuführen ist, u.U. ein begrenzender Faktor für die zulässige Zahl solcher Kraftwerke sein. Kohlendioxid ist durchlässig für die einfallende Sonnenstrahlung, aber weniger durchlässig für die von der Erde ausgehende Infrarotstrahlung. Dadurch kommt es zu dem bekannten Treibhauseffekt. Da unser Wissen nicht ausreichend ist, können wir schwer sagen, ob ein solcher Effekt uns tatsächlich Grenzen setzen wird, aber woran es keinen Zweifel gibt, ist, daß bei dem vorgesehenen riesigen Gesamtumfang der Energieerzeugung langfristig globale Klimaänderungen nicht auszuschließen sind. Selbst eine Änderung der globalen Durchschnittstemperatur um 1 - 2 °C könnte sich sehr drastisch auswirken.

Tabelle II
Weltenergieverbrauch 1972

	Durchschnittsrate (Wärmeverbrauch in kW pro Person)	Bevölkerung (10^9)	
Schwachentwickelte Länder	0,2	2,4	
Entwickelte Länder	4	1,2	
Weltdurchschnitt	1,5	3,6	
Indonesien	0,1	0,1	(2,8 %)
USA	12	0,2	(5,5 %)

Tabelle III
Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Kernkraftwerken und ölbeheizten Kraftwerken

Kraftwerkgröße MW elektrische Leistung	100	200	400
Kapitalaufwand, $ /kW			
Kernkraftwerk (Strom)	812	588	425
Ölbeheiztes Kraftwerk	311	262	207
Differenz	501	326	218
Betrieb und Instandhaltung ($ /kW x Monat):			
Kernkraftwerk (Strom)	1,26	0,71	0,42
Ölbeheiztes Kraftwerk	0,61	0,36	0,24
Differenz	0,65	0,35	0,18
Kernbrennstoffkosten (1/1000 $ /kWh)	1,93	1,89	1,79
Entspr.Ölkosten ($ /1,6 hl)	6,12	4,37	3,22

Aber selbst bei einer akzeptableren Durchschnittsrate des Wärmeverbrauchs von 4 kW pro Kopf der Bevölkerung ist es klar, daß fossile Brennstoffe nicht ausreichen werden. Der Ausweg aus diesem Dilemma wird schließlich sein, daß wir uns langfristig auf Sonnenenergie und Kernfusion werden verlassen müssen, aber wenn wir über ausreichend Energievorräte in den nächsten fünfundzwanzig bis fünfzig Jahren verfügen wollen, wird anscheinend die Kernspaltung die einzig zuverlässige Energiequelle sein.

Kernspaltungsenergie schien in der Vergangenheit nur dann wirtschaftlich konkurrenzfähig, wenn sie in großen Kernkraftwerken mit mehr als 600 MW elektrischer Leistung erzeugt wurde. Solche Kraftwerke sind in der Hauptsache für hochindustrialisierte Länder von Interesse, obwohl sie auch für grosse Projekte der Meerwasserentsalzung, für die Erschließung von Trockengebieten in Frage kämen. Bei den steigenden Ölpreisen werden Kernkraftwerke bis herunter zu einer elektrischen Leistung von 100 MW oder noch weniger rentabel. Dies zeigt Tabelle III. Die Größe, bei der ein Kernkraftwerk genauso rentabel ist wie ein mit fossilen Brennstoffen betriebenes Kraftwerk, lag beim alten Preis von rund 3 Dollar pro 1,6 hl Erdöl bei 600 MW elektrischer Leistung und liegt beim neuen Preis von rund 10 Dollar beträchtlich unter 100 MW elektrischer Leistung. Kleinere Kraftwerke von einer für Entwicklungsländer vorteilhaften Größe kommen nun als rentabel in Betracht. An dieser Lage wird sich wahrscheinlich auch bei steigenden Uranpreisen nicht viel ändern.

Falls man die U_3O_8-Gewinnung aus Meerwasser nicht in großem Maßstab in Angriff nimmt, werden die bekannten U_3O_8-Reserven bei Nichtverwendung von Brutreaktoren nicht ausreichen, um einen jährlichen Verbrauch vorwiegend auf der Grundlage von Kernkraftwerken zu sichern. Den Angaben über die mineralischen Vorkommen liegen jedoch sicherlich viel zu niedrige Schätzungen zugrunde. Bis jetzt bestand nur ein geringer ökonomischer Anreiz zur Erkundung der Vorräte mit einem niedrigen Uranerzanteil.

Fortsetzung und Ende im folgenden Heft

Fortsetzung von Seite 18

bis an die Stelle zurückzustoßen, wo eine getrennte Entwicklung des Menschen vom Affen aus einer gemeinsamen Stammform begann. Doch damit erschöpft sich nicht der Inhalt dieses Raumes. Anhand von Skelett, Vorder- und Hinterextremitäten, Zahnbildung und Zahnformel wird noch auf die verwandtschaftliche Beziehung zwischen Affe - besonders der Menschenaffen - und den Menschen, die ja bereits kurz im Ontogeniesaal angeschnitten wurde, eingegangen.

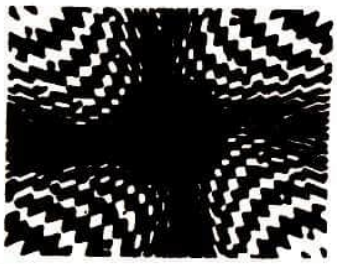
Weiter geht es zur Tiergeographie. Dieser Teil des Museums wurde 1975 völlig neu gestaltet und wirkt nun durch seine ausgesuchten Präparate, seine Übersichtlichkeit und Farbfreudigkeit auf jeden Besucher sehr anziehend.

Sehr anschaulich wird auf die tiergeographischen Regeln eingegangen. Wir erkennen, wie Umweltfaktoren die Verbreitung der Arten bestimmen, wie die Veränderung der Umwelt zur Zersplitterung oder Ausweitung des Gesamtverbreitungsgebietes führt.

Daß die geographische Isolation über eine Mutation für die Entstehung neuer Tierarten wesentlich ist, erleben wir am Beispiel der Tierwelt Australiens.

Unser Besuch nähert sich allmählich dem Ende. Unsere letzte Station ist der Paläonthologiesaal. Dieser Raum führt uns zu den Vorläufern unserer Arten, die teilweise durch Fossilien belegt werden. Wir lernen die Entstehung der Fossilien kennen und spüren ihre große Bedeutung als versteinerte Beweise und Zeugen des Laufes der Entwicklung. Vertreter vieler ausgestorbener Tierarten verdeutlichen uns die einzelnen Formationen der Erdgeschichte und wir erkennen wieder, wie klein, wie kurz doch die Zeit ist, seit der Mensch diese Erde bevölkert, wieviel er dennoch schon geschaffen hat und sei es nur, um seine eigene stammesgeschichtliche Entwicklung zu erkennen.

physikaufgabe ⑧



Auf jede der beiden Waagschalen einer hinreichend empfindlichen Waage setzen wir eine verschlossene Flasche. Beide Flaschen sind mit Luft gefüllt, haben gleiche Größe und gleiches Gewicht. In der einen Flasche jedoch fliegt eine Fliege. Zeigt die Waage einen Ausschlag ?

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

---

lösung der physikaufgabe 5 aus heft 2/9.jg.

aufgabe:

An einem PKW, der am Straßenrand steht, fährt ein zweiter mit der Geschwindigkeit $v_2 = 60\ km \cdot h^{-1}$ vorüber. Nachdem dieser weitere 120 m zurückgelegt hat, nimmt der erste die Verfolgung auf und fährt mit konstanter Beschleunigung a_1 hinterher. Nach 40 s erreicht er den 2. Wagen. Welche Bescheunigung war hierzu notwendig und wie hoch ist die geschwindigkeit im Augenblick des Erreichens ?

losung:

Bert E b e r t; 9. Klasse - Bad Elster

Nach Vollenden der 40. sec seit Start des Wagens 1 hat Wagen 2 einen Weg von

$$s = v \cdot t = 666,\overline{6}\ m$$

Wagen 2 muß also in 40 s einen Weg von $666,\overline{6}$ m + 120 m zurücklegen. $s = \frac{a}{2} t^2 \rightsquigarrow a = \frac{2s}{t^2} = 0,98\overline{3}\ \frac{m}{s^2}$

Die Geschwindigkeit nach vollendeter 40. sec beträgt:

$v = a \cdot t = 39,32\ \frac{m}{s}$.

Sie prüfte hin und wieder seine Lohntüte. "Hier fehlen doch zwei Mark!""Na und?"begehrte er auf.Sie kniff die Augen zusammen."Du hast doch nicht etwa eine Geliebte?"

Ein Junge zur Nachbarin:"Kann ich meinen Pfeil wiederbekommen;der ist in ihren Garten gefallen?"
"Gewiß mein Kleiner!Wo ist er denn?"
"Er steckt in ihrer Katze!"

"WAS GLOTZT IHR SO? HABT IHR NOCH NIE EINE FRAU GESEHEN?!"

"Nicht jetzt Liebling! Wir werden beobachtet."

ANONCEN

Erwarte Näheres unter vier Buchstaben.

EIN EINSAMER

GEGEN FETTLEIBIGKEIT

Gegen Fettleibigkeit wirken starke körperliche Anstrengungen, wie Laufen,Reiten, trockene Reibungen. Man rauche Tabak,da das Rauchen nicht dem Körper Säfte entzieht, sondern vielmehr einen hinlänglichen Ersatz für das Vergnügen des Essens gewährt.

DICHTKUNST

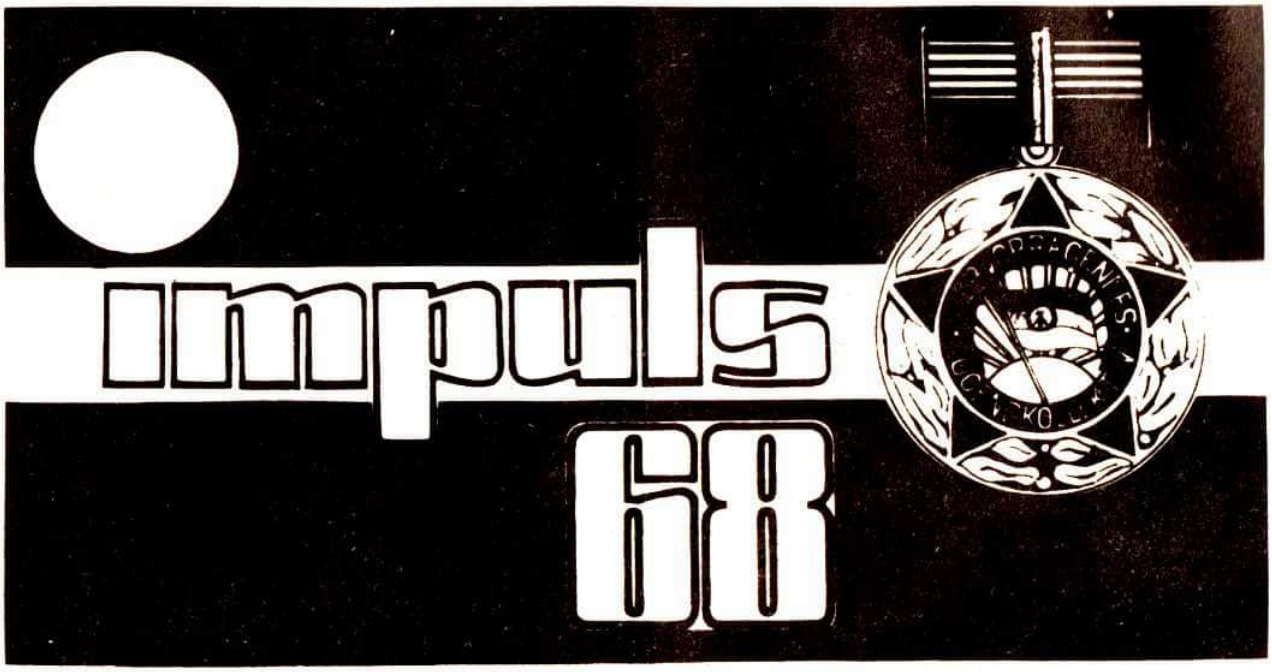
O wißt ihr, was ich denke? Oh nein,ihr wißt es nicht! Wenn ich mich ganz versenke, dann denk ich ein Gedicht!

AN KEPLER
Du sahest herrliche Gesichte in finstrer Nacht, Ein ganzes Blatt der Weltgeschichte Du hast es vollgemacht!

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 7



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig **Amt. Chefredakteur:** Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Inhalt:

Teilchenbeschleuniger (1)	PHY	3
Büchermarkt		8
Finger- und Handabdrücke als Hilfsmittel bei der Diagnose von Krankheiten	BIO	9
Quantenchemie der Atome und Moleküle (3)	CHE	17
VIII. Jenaer Physikertage		23
Die Energiekrise und die Erhaltung des Friedens (2)	DOK	25
Physikaufgabe 9		31

Dr. E. Welsch
Sektion Physik
H. Hedler
Physikstudent, 3. Stdj.

Teilchenbeschleuniger (Teil 1)

PHYSIK

Wer von uns hat nicht schon einmal die Luftbildaufnahmen mancher Großbeschleuniger für Elementarteilchen, jene riesigen, kreisförmigen oder langgestreckten, kilometerlangen, z.T. mit Erde bedeckten Tunnel bestaunt? Beeindruckend schon auf den ersten Blick, stellen sie auch im Innern ein Wunder an kaum vorstellbarer technischer Präzision und Vollkommenheit dar. Hier werden Elementarteilchen auf Endenergien von Millionen eV bis zu mehreren GeV (einige 100 GeV) beschleunigt.
(1 GeV = 1 Giga - Elektronen - Volt = 10^9 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ erg).
Frage eins also: Wie wird eine solche Beschleunigung technisch realisiert, und welche Trends sind dabei zu erkennen?

Bedenken wir noch, daß dieser obengenannte Energiebetrag von 100 GeV die Zerstrahlungsenergie [+] des Protons um zwei Zehnerpotenzen übertrifft, daß auch die Kosten für derartige Mammutanlagen ins Gigantische wachsen - man rechnet pro GeV etwa 1 Mill. Dollar - und schließlich, daß gegenwärtig etwa 40 Beschleuniger mit Energien größer als 1 GeV auf der Erde arbeiten, so ergeben sich als nächste Fragestellungen:
Warum ist die künstliche Beschleunigung von Elementarteilchen so wichtig, welche neuen grundlegenden Erkenntnisse lassen sich dadurch gewinnen, und sind schon jetzt umsetzbare, also unmittelbar nützliche Ergebnisse vorhanden oder in absehbarer Zeit zu erwarten?

In der Natur kommen in beschränktem Umfang energiereiche Teil-

---

[+] Nach der Einsteinschen Beziehung Energie = Masse x Quadrat der Lichtgeschwindigkeit beträgt die Energie eines Protons rund 1 GeV.

chen vor, und zwar einmal die α - und β -Strahlen der natürlichen Radioaktivität, zum anderen die Teilchen der kosmischen Strahlung.

Diese radioaktiven Strahlen stehen reichlich zur Verfügung, haben aber Energien unter 10 Mill. eV. Dagegen besitzen die kosmischen Strahlen Energien im GeV-Bereich, aber ihre Teilchenzahl pro cm^2 und s ist klein. Damit ergibt sich eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für die Beobachtung eines Zusammenstoßes.

Angesichts dieser Beschränkung ist es wichtig, daß sich energiereiche Teilchen auch im Labor herstellen lassen. Auf direktem Weg ist das nur möglich, wenn es sich um geladene Teilchen handelt, die man in elektrischen Feldern beschleunigen kann. Ladungsfreie "Geschosse", wie γ -Quanten, Neutronen usw., können im allgemeinen nur auf dem Umweg über geladene Teilchen erzeugt werden. Als Geschoßteilchen kommen also primär nur Elektronen, Protonen und gegebenenfalls Ionen in Frage.

Das Prinzip aller bisherigen, je nach ihrem Anwendungszweck sehr unterschiedlichen Beschleuniger ist das folgende: Einzelne geladene Teilchen durchfallen eine elektrische Potentialdifferenz und gewinnen dabei kinetische Energie. Diese Potentialdifferenz wird bei den elektrostatischen (Van de Graaf-)Beschleunigern durch ein elektrisches Gleichfeld erzeugt; bei den Linearbeschleunigern, den Zyklotrons und den Synchrotrons wird sie durch ein elektrisches Wechselfeld, beim Betatron durch ein elektrisches Wirbelfeld hervorgerufen.

Nun zu einigen Einzelheiten der technischen Realisierung unter Berücksichtigung der gegenwärtig absehbaren Grenzen und Entwicklungstendenzen.

Bei gegebenen Abmessungen der Beschleunigungsstrecke ist der Energiegewinn von der sogenannten Durchbruchsfeldstärke ($\simeq$ 50 kV/cm) begrenzt. (Bei höheren Feldstärken kommt es zu einem elektrischen Funkendurchschlag zwischen den Elektroden.) Wegen dieser Einschränkung ist man gezwungen, die Teilchen entweder mehrfach eine Potentialdifferenz durchlaufen zu lassen (sogenannte Kreisbeschleuniger), oder sie über größere Längen hinweg einmal zu beschleunigen (sogenannte Linearbe-

schleuniger).

Im Linearbeschleuniger sind mehrere Beschleunigungsstrecken hintereinander angeordnet. Das elektrische Wechselfeld der Einzelstufen muß dabei mit der Geschwindigkeit des Teilchens so abgestimmt werden, daß auf dieses beim Durchlaufen jeder einzelnen Beschleunigungsstrecke stets ein Feld mit der "richtigen" Polung wirkt. Das erreicht man dadurch, daß ihre Flugzeit der Halbperiode der angelegten Wechselspannung entspricht. Der gegenwärtig größte Linearbeschleuniger in Stanford (USA) erzeugt auf einer Länge von 3 km Elektronen mit einer Energie von 45 GeV.

Im Kreisbeschleuniger zwingt man die Teilchen mit Hilfe eines Magnetfeldes auf eine ringförmige Bahn; nach mehreren Millionen Umläufen gelangen Protonen auf Endenergien von gegenwärtig maximal 76 GeV (Serpuchow, UdSSR), 500 GeV (Batavia, USA). Das Magnetfeld ist dabei mit der wachsenden Energie der Teilchen zu synchronisieren. Wegen der technischen Grenze bei der Erzeugung von Magnetfeldern mit Eisenkernen ($\simeq$ 20 Kilo-Gauss) mußte notwendigerweise der Radius dieses Synchrotrons zunehmen. Er beträgt bei den obengenannten Anlagen bereits mehrere Kilometer. Es zeigt sich, daß ein Vorstoß in den 1000 GeV-Bereich unter Beibehaltung dieses Prinzips zu untragbaren Dimensionen und Kosten führen müßte. Eine erste Möglichkeit ergibt sich durch den Einsatz supraleitender Spulen [+] zur Erzeugung der Magnetfelder. Dazu sind aber noch erhebliche Forschungen auf diesem Gebiet notwendig.

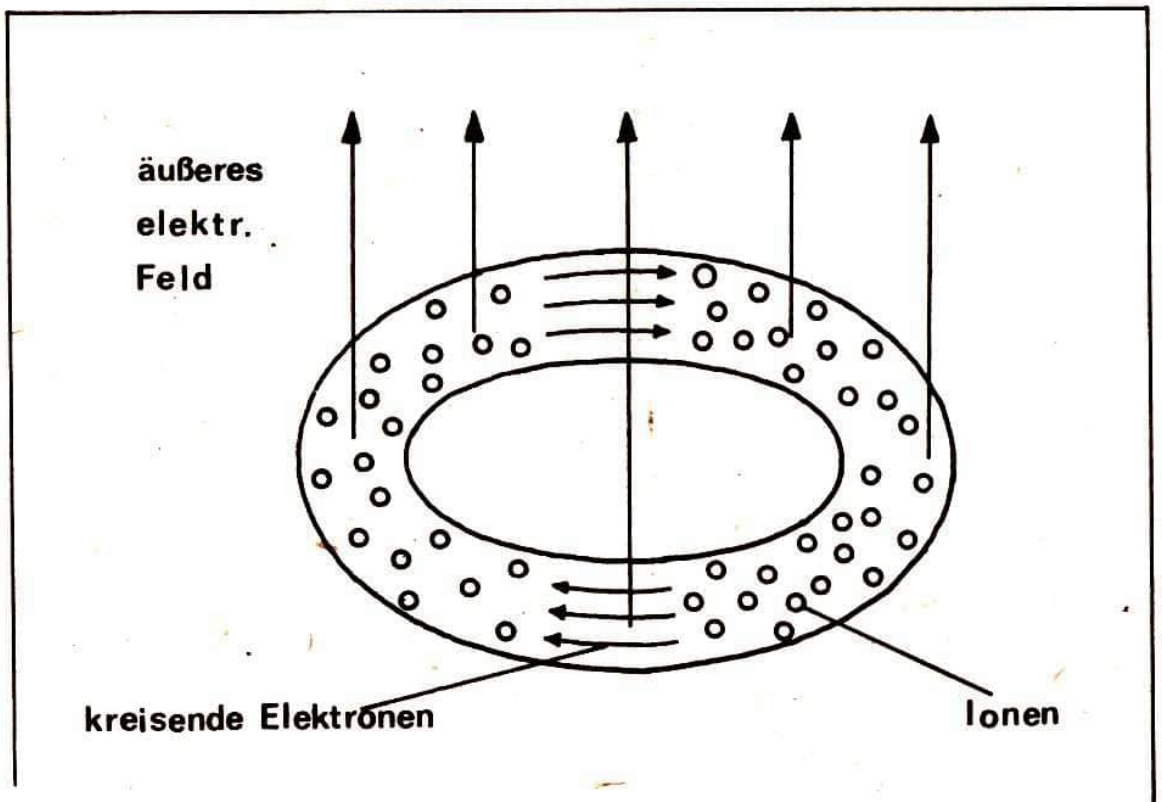
Eine prinzipiell neue Möglichkeit realisiert man beim sogenannten SPEICHERRING. Hier werden die beschleunigten Teilchen zunächst in zwei entgegengerichtet laufenden Strömen aufgesammelt und anschließend miteinander zur Wechselwirkung gebracht. Es leuchtet ein, daß im Gegensatz zu den gewöhnlichen Beschleunigern, bei denen die Teilchen auf ein ruhendes Target aufprallen, jetzt beim Stoßprozeß die volle kinetische Energie beider Teilchen umgesetzt werden kann. Dieses Prinzip ist bereits

---

+ Unter Supraleitung versteht man das Verschwinden des elektrischen Widerstandes in einer auf wenige Grad oberhalb des absoluten Nullpunktes abgekühlten elektrischen Leitung.

technisch verwirklicht worden (z.B. in Genf, Nowosibirsk, Stanford).

Eine weitere aussichtsreiche, wenngleich sich noch im Versuchsstadium befindliche Variante stellt der ELEKTRONENRING-BESCHLEUNIGER (SMOKATRON) dar. Wie bereits oben dargelegt, ist es unmöglich, die makroskopischen elektrischen Beschleunigungsfelder beliebig zu erhöhen. Die geniale Idee zur Überwindung dieser Grenze für Teilchen, die schwerer als Elektronen sind, stammt von sowjetischen Forschern und nutzt die Tatsache aus, daß bei Feldern im atomaren Bereich die Begrenzung durch Überschläge nicht vorhanden ist. Die zu beschleunigenden Teilchen werden in eine Elektronenwolke eingebettet. Diese Wolke beschleunigt man durch makroskopische Felder; dabei reißen die von den vielen Elektronen erzeugten superstarken, mikroskopischen Felder die wenigen schweren, eingelagerten Ionen mit, wobei diese Teilchen infolge ihrer größeren Masse zugleich mehr Energie gewinnen als die Elektronen. Da das Teilchenkollektiv vorwiegend aus Elektronen besteht, besitzt es ungefähr die gleiche Ladungs - zu Masse - Relation wie ein einzelnes Elektron.



Prinzip des Elektronenringbeschleunigers

Dieses Verhältnis bestimmt die Geschwindigkeit und somit den Energiezuwachs, den ein geladenes Teilchen nach Durchlaufen einer bestimmten Potentialdifferenz besitzt. Haben folglich die Elektronen der Masse m_e beim Beschleunigungsvorgang im Smokatron einen bestimmten Energiezuwachs erhalten, dann gewinnen dabei die eingelagerten, sehr viel schwereren Ionen der Masse m_i eine um das Verhältnis m_i/m_e größere Energie. So gesehen wäre es möglich, beispielsweise zur Beschleunigung von Protonen mit einer um den Faktor $m_i/m_e \approx 2000$ verkürzten Weglänge auszukommen. Dieser Verbesserungsfaktor ist allerdings aus folgendem Grund nicht realisierbar: Zur Erzeugung eines solchen stabilen Plasmaringes ist es - zusätzlich zu dem magnetischen Führungsfeld - unbedingt nötig, die elektrostatische Abstoßung, die sofort zum Zerplatzen der Wolke führen würde, durch magnetische Anziehungskräfte [+] weitgehend zu kompensieren. Eine Abschätzung ergibt, daß das Verhältnis dieser beiden entgegengesetzt wirkenden Kräfte gleich dem Quotienten $(v/c)^2$ ist, wobei v die Geschwindigkeit der Elektronen und c die Vakuumlichtgeschwindigkeit bedeuten. Demnach ist es notwendig, die Elektronen auf Fast-Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen, was wiederum zu einer relativistischen Vergrößerung der Elektronenmasse führt, die unseren ursprünglichen Verbesserungsfaktor auf etwa 50 reduziert. Das ist gegenüber konventionellen Beschleunigern natürlich immer noch ein gewaltiger Fortschritt. Man rechnet damit, daß Energiegewinne für Protonen von etwa 1 GeV/m möglich sind. Damit könnten Beschleuniger für 1000 GeV in erträglichen Dimensionen gebaut werden. Viele grundsätzliche und technologische Fragen sind jedoch noch ungeklärt. Modellbeschleuniger arbeiten bereits.

[+] Wir stellen uns dieses Plasma als eine Fülle von gleichgerichteten Stromfäden vor, die sich über die von ihnen erzeugten Magnetfelder anziehen.

Fortsetzung im nächsten Heft

BÜCHERMARKT

I. N. Semonov und R. V. Bogdanov

Energie und Chemischer Prozess

Übersetzung aus dem Russischen, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1975, Preis 7,70 M

In dieser Broschüre ist es den Autoren gut gelungen, grundlegende Zusammenhänge und Fragestellungen der chemischen Thermodynamik in aufgelockerter Form dem Leser nahezubringen. Dabei wird bewußt auf die Ableitung physikalisch-chemischer Formeln verzichtet. Überhaupt ist die Darlegung mathematischer Zusammenhänge auf ein Minimum reduziert worden.

Der Leser wird unter anderem darüber informiert, warum bestimmte chemische Verbindungen stabil sind, andere hingegen nicht. Es wird die Abhängigkeit der Richtung chemischer Reaktionen von den äußeren Bedingungen betrachtet. Einige Einzelfragen sollen hier stellvertretend für die Gesamtheit stehen:

- Warum ist H_2O_2 instabil; was entsteht bei dessen Zerfall?
- Weshalb löst sich AgCl schlecht, AgF aber gut in Wasser?
- Warum ist MnO_2 stabil, aber nicht Mn_2O_7?

Das Büchlein ist in folgende Abschnitte gegliedert: Wärmeeffekt der Reaktionen; Bildungswärme (-enthalpie); Disproportionierungsreaktionen; Energie der Atomisierung; Gitterenergie; Plejaden (Gruppen) binärer Verbindungen. Am Schluß befindet sich eine kurze Erklärung wichtiger Begriffe.

Die Broschüre kann von Chemiestudenten, vor allem der ersten Studienjahre, gut zur Vorbereitung auf die Thermodynamikprüfung mit herangezogen werden. Jedoch dürften auch Oberschüler sowie Interessierte anderer Studienrichtungen wertvolle Einblicke in den energetischen Ablauf der chemischen Reaktionen erhalten.

Dr. U. Iaeger
Institut für Antropologie und Humangenetik des Bereiches der FSU Iena

Finger- und Handabdrücke als Hilfsmittel bei der Diagnose von Krankheiten

Die Beugeseiten (Volarseiten) der Finger und Zehen, die Handflächen und Fußsohlen des Menschen sind gekennzeichnet durch das Vorhandensein von leistenförmigen Bildungen der Epidermis, den sogenannten Tast-, Haut- oder Papillarleisten. Durch den gemeinsamen Verlauf mehrerer Papillarleisten auf den genannten Hauptpartien kommt es zur Ausprägung charakteristischer Musterformen, die sich während des ganzen Lebens (nur die Größe nimmt mit dem allgemeinen Wachstum zu) nicht ändern.

Die erste wissenschaftliche Publikation über die Papillarleisten auf den Fingerbeeren stammt von MALPIGHI (1686). Eine systematische Bearbeitung der Muster auf Fingern und Händen erfolgte jedoch erst im Jahre 1823 durch PURKINJE. Nach ihm waren es vor allem die Engländer GALTON und HENRY (1888), die eine Typisierung und Klassifizierung der Fingerbeerenmuster in die 3 Grundformen (Abb. 1) vornahmen, und deren Beschreibung heute noch in weitem Umfange ihre Gültigkeit hat.

Diese Mustertypen sind:

1. Bogen: Bei ihnen (Abb. 1 A-B) ziehen die Papillarleisten parallel von der einen Fingerseite auf die andere und beschreiben dabei zur Fingerspitze hin distal (von der Körpermitte entfernt) einen mehr oder weniger großen Bogen, der, wenn er relativ spitz ist, als Tannenbogen (Abb. 1 B) bezeichnet wird.

2. Schleife: Für sie (Abb. 1 C) ist charakteristisch, daß die Hautleisten auf der einen Seite des Fingers beginnend, auch auf dieser Seite wieder enden. Je nachdem, ob dieses Muster zum Daumen bzw. zum Kleinfinger hin geöffnet ist, wird es als radiale (L^r) bzw. ulnare (L^u) Schleife bezeichnet.

3. Wirbel: In ihrem Falle befindet sich auf der Fingerbeere entweder ein kreisförmiges bis elliptisches (Abb. 1 E) Muster,oder man kann zwei ineinander verlaufende Schleifen (Abb. 1 D) beobachten.

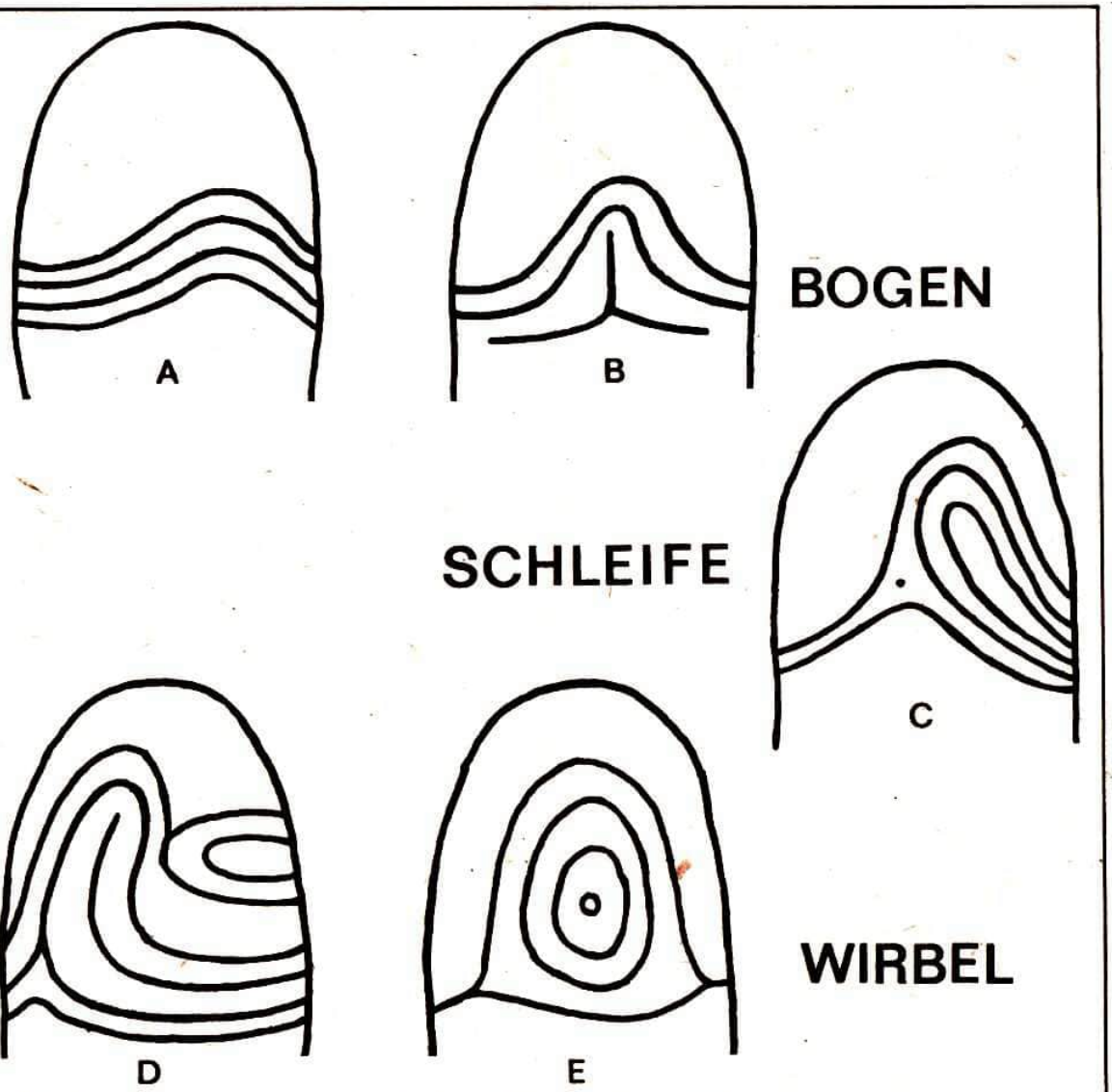


Abb. 1 Mustertypen auf den Fingerbeeren

Auf Grund der Kenntnis, daß einerseits die Musterform während des Lebens unverändert bestehen bleibt, es andererseits sehr unwahrscheinlich ist, einen Fingerabdruck zu finden, der einem anderen bis in die kleinste Einzelheit gleicht, war es zunächst die Polizei (1901 in England und 1903 in Deutschland), die Finger- und Handabdrücke zur Identifizierung von Straftätern verwendete.
Wenig später schloß die medizinische Wissenschaft die Hand- und Fingerabdrücke in ihre Untersuchungen ein, nachdem bekannt wurde, daß einzelne Merkmale gehäuft bei bestimmten Erkrankungen auftreten. Im Jahre 1909 beschrieb R. L. LANGDON-DOWN die Vierfingerfurche (Abb. 3 B-D) als Stigma der "Mongoloiden Idiotie" (heute Langdon-Down-Syndrom bzw. Trisomie 21/vgl. auch Impuls 5, H. 6 (1971/72) S. 21-24). Hinzugefügt werden muß allerdings, daß dieses Merkmal auch bei anderen Syndromen auftritt, ganz abgesehen davon, daß auch 2-5 % der "Normalbevölkerung" eine Vierfingerfurche besitzen.

Dieses Beispiel weist schon auf die Schwierigkeiten hin, die bei einer Anwendung der Finger- und Handabdrücke als diagnostisches Hilfsmittel bestehen. Bis jetzt ist noch kein Hautleisten- oder -furchenmerkmal gefunden worden, welches bei einem bestimmten Syndrom vorhanden ist oder sich nur auf dieses beschränkt. Es wird vielmehr zwischen den verschiedenen Krankheiten Überschneidungen in dem Ausprägungsgrad und der Häufigkeit bei den einzelnen Merkmalen des Hautleisten- und Furchensystems geben.
Die diagnostisch wichtige Information wird in jedem Fall auf einem Merkmalskomplex beruhen, der von Syndrom zu Syndrom qualitativ und quantitativ variiert.
Wichtig ist die Feststellung, daß es ein Merkmalskomplex ist, der einen Hinweis auf eine bestimmte Krankheit gibt.

Wie wir am Beispiel der Vierfingerfurche oder der ulnaren Schleifen auf dem 2. Finger sehen, können einzelne Merkmale, die gehäuft bei bestimmten Krankheitssyndromen auftreten, durchaus auch bei Normalpersonen beobachtet werden, ohne daß die entsprechende Krankheit vorhanden ist.

Gezielte Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Hautleisten und Krankheiten führten zuerst POLL (1922) und POLL und BLÜMEL (1928) durch. Diese Erfassungen beschränkten sich zunächst auf Patienten mit verschiedenen psychischen Defekten unklarer Entstehung. Durch die 1959 erstmals von LEJEUNE und Mitarbeitern gemachten Beobachtungen, daß Krankheiten, deren Ursachen bis dahin nicht bekannt waren, durch Chromosomenaberrationen (Veränderung der Chromosomenstruktur bzw. der Chromosomenzahl) hervorgerufen werden, rückten auch die Hand- und Fingerabdrücke der entsprechenden Patienten in den Vordergrund des Interesses.
Als Ergebnis der bisherigen Forschung hat sich gezeigt, daß recht typische Papillarleisten- bzw. Furchenbefunde bei solchen Syndromen gehäuft vorkommen, als deren Ursachen chromosomale Störungen gelten.
Voraussetzung der Anwendung von Handflächen- und Fingerabdrücken (aber auch von Fuß- und Zehenabdrücken, die bisher jedoch nur selten untersucht wurden) für diagnostische Zwecke ist eine genaue Kenntnis der Häufigkeitsverteilung.

Im Rahmen dieses Artikels ist es nicht möglich, das ganze Spektrum der Merkmale des Hautfurchen- und Papillarsystems aufzuführen. Es soll deshalb auf einige markante Kennzeichen eingegangen werden, bei denen sich Häufigkeit und Ausprägungsform zwischen Patienten und Kontrollpersonen deutlich unterscheiden können.

Differenzen treten in der Regel schon beim Vergleich der

prozentualen Häufigkeitsverteilungen der 3 Grundfingerbeerenmuster von Normalpersonen und verschiedenen Patientengruppen (n. PENROSE 1966) auf (Tab. 1).

Tabelle 1: Fingermusterhäufigkeiten bei verschiedenen Chromosomenaberrationen

	Normalgruppe (Jenaer Schulkinder)	Trisomie d.Chromosomen 21-22	Trisomie d.Chromosomen 13-15	Trisomie d.Chromosomen 17-18
Schleifen	65,4 %	84,6 %	61,2 %	23,2 %
Wirbel	30,6 %	12,7 %	19,8 %	0,8 %
Bogen	4,1 %	2,7 %	19,0 %	81,2 %

Gruppenunterschiede sind auch bei Gegenüberstellung der Verteilung der Mustertypen auf den einzelnen Fingern bzw. der Musterkombinationen nachzuweisen. So kommt z. B. in der normalen Bevölkerung eine Ulnarschleife auf dem 2.Finger in ca. 35 %, bei Patienten mit Trisomie 21 in ca. 90 % der Fälle vor. Noch gravierender ist der Unterschied zwischen den Fingerabdrücken solcher Patienten und Normalen in der Häufigkeit des Vorhandenseins von Schleifen auf allen 10 Fingern (13 % bei Normalen gegenüber ca. 65 % bei Patienten).

Gleiche oder ähnliche Muster wie auf den Fingerbeeren können auf den Ballen der Handinnenflächen beobachtet werden. Das betrifft die in Abb. 2 als Hypothenar (Kleinfingerballen), Thenar (Daumenballen) und die mit I, II, III, IV bezeichneten Interdigitalfelder (Zwischenfingerballen). In der Bemusterung dieser Areale treten hinsichtlich Größe, Häufigkeit und Art der Muster ebenfalls Differenzen zwischen Patienten- und Kontrollgruppen auf.
Ohne auf eine bestimmte Krankheit eingehen zu wollen, kann man sagen, daß bei Vorhandensein einer Chromosomenaberration die Zahl der Muster in den Interdigitalräumen und auf

dem Hypothenar größer, auf dem Thenar entsprechend kleiner ist als bei Normalpersonen.

Häufig wird bei den Untersuchungen auch der sogenannte atd-Winkel erfaßt. Dieser Winkel entsteht dadurch, daß man die Triradien (entstehen durch das Zusammenlaufen von

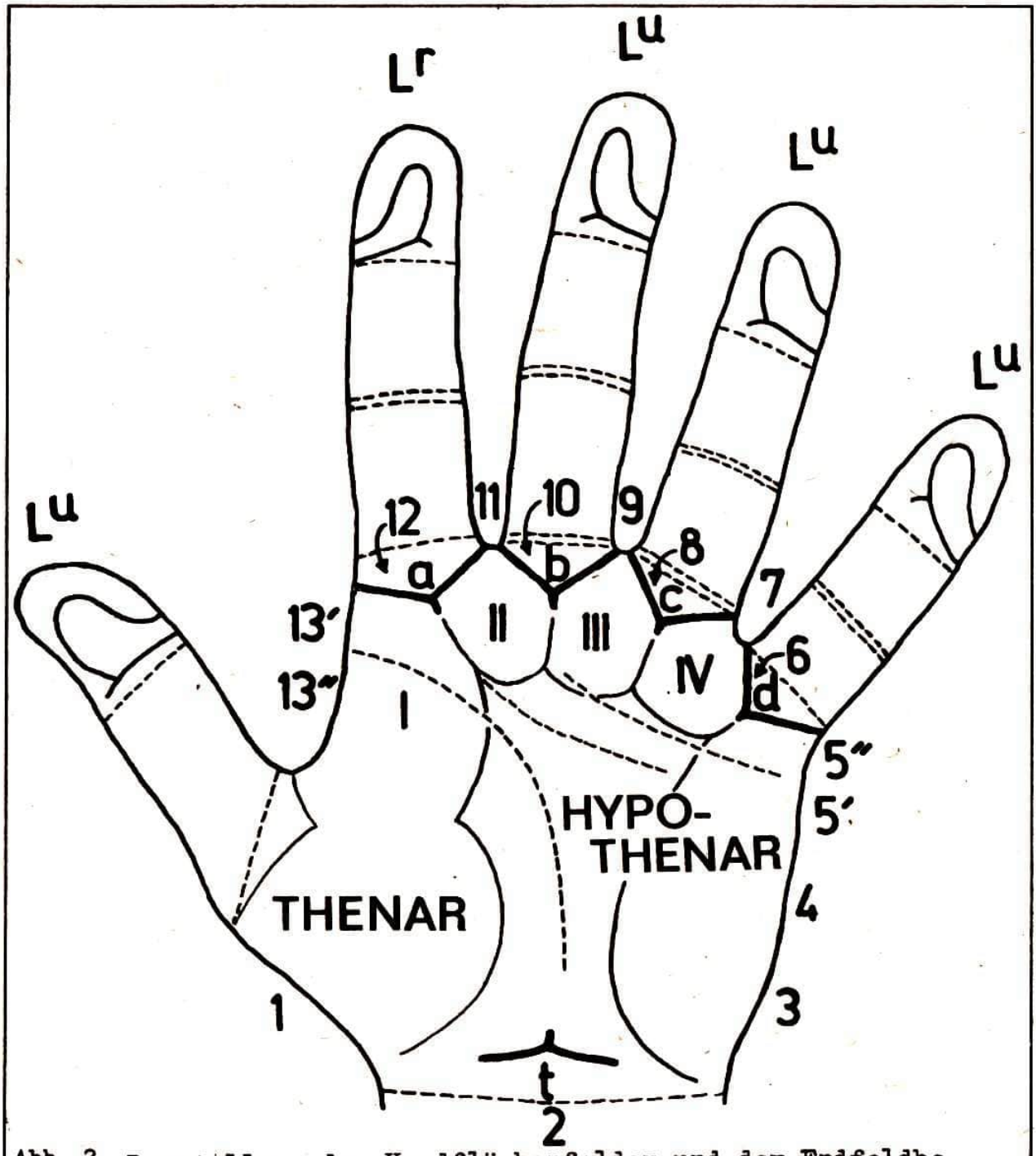
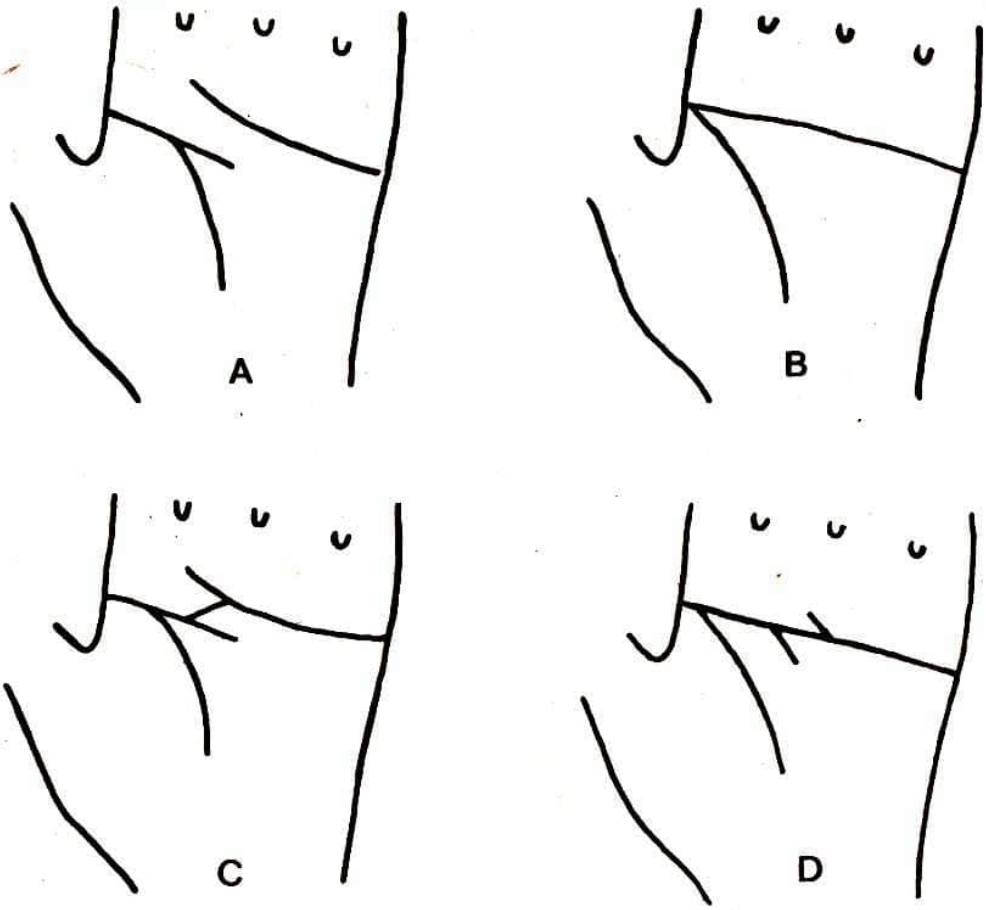


Abb. 2 Darstellung der Handflächenfelder und der Endfeldbezeichnungen für die Ausläufe der Hauptlinien A - D und T

3 Leisten bzw. Leistensystemen a und d) jeweils mit dem Triradius t - Abb. 2 - verbindet. Der so erhaltene Winkel dient der Bestimmung der Lage des Triradius t in der Handfläche. Bei durch Chromosomenaberrationen bedingten Erkrankungen ist der atd-Winkel durchschnittlich größer als bei gesunden Vergleichspersonen. Für die am häufigsten untersuchten Krankheiten werden z. B. folgende durchschnittliche Gradzahlen (bei Kindern unter 5 Jahren) angegeben: Turner-Syndrom (Vorhandensein nur eines Geschlechtschromosoms anstatt 2 Geschlechtschromosomen bei Normalpersonen) = 66°; Trisomie des Chromosoms 21 = 81°; Trisomie des Chromosoms 13 = 108°. Die Durchschnittswerte bei gleichaltrigen Normalen betragen 48°.

Andere Merkmale, die eine gewisse medizinisch-diagnostische Aussagekraft haben, sind die schon erwähnte Vierfingerfurche, ihre Manifestationen und Sonderformen (Abb. 3), die Zahl der an einem Musteraufbau (auf Finger, Handflächen und Fußsohlen) beteiligten Papillarleisten, die Zahl und Lage der auf der Hand befindlichen Triradien, die Zahl der Beugefurchen auf dem Kleinfinger u.a.m.

Ein Hilfsmittel bei der Diagnose von Krankheiten können die Finger- und Handabdrücke nur dann sein, wenn ein umfassender daktyloskopischer Befund vorliegt, d. h. möglichst viele Merkmale auf Fingern, Handflächen, Zehen und Fußsohlen erfaßt worden sind. Bisher hat sich jedoch gezeigt, daß die Beziehung zwischen Dermatoglyphen und Krankheiten nur bei einigen wenigen Syndromen (Chromosomenaberrationen) zur Abklärung von Einzelfällen wesentlich beitragen können. Bei den meisten Krankheiten sind aber die Veränderungen der durchschnittlichen Häufigkeiten des Papillarleisten- und -furchensystems zwischen einer Gruppe von Kranken und einer



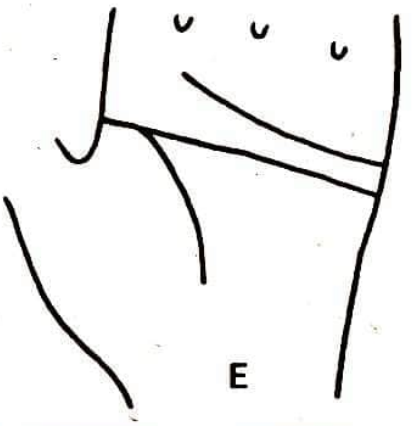


Abb. 3
Handfurchen: A - normal;
B - Vierfingerfurche;
C - Vff. mittels Brücke;
D - Vff. (Reste der Dreifinger- bzw. Fünffingerfurche erhalten);
E - Sydneylinie

Gruppe von Normalpersonen nachzuweisen. Es ist zu erwarten, daß in Zukunft auch bei anderen als durch Chromosomenaberrationen hervorgerufenen Krankheiten im Zusammenhang mit dem Hautleisten- und Furchensystem diagnostisch relevante Informationen erhalten werden.

G. Hüller
Sektion Chemie

Quantenchemie der Atome und Moleküle (Teil 3)

4. Mehrelektronensysteme

Im vorigen Teil wurde am Beispiel des Wasserstoff-Atoms gezeigt, wie einige, aus den Experimenten bekannte - und mit den klassischen Modellen nur unbefriedigend erklärbare - Erscheinungen durch Lösung der Schrödinger-Gleichung erklärt werden können. Wollte man jedoch daraus den Schluß ziehen, daß man alle Vorgänge im Bereich der Atome und Moleküle einfach durch Lösen der Schrödinger-Gleichung beschreiben kann, so wäre man voreilig, denn auf Grund ihrer mathematischen Struktur ist die Schrödinger-Gleichung für Mehrelektronensysteme (ab Helium) nicht mehr exakt lösbar. (Verantwortlich hierfür ist das Elektronenwechselwirkungsglied $\frac{1}{r_{ij}}$ in der potentiellen Energie - vgl. 1. Teil). Trotzdem hört die Quantenchemie beim Wasserstoff-Atom nicht auf, denn es sind Näherungslösungen möglich.
Es gibt sehr viele Verfahren zur Ermittlung solcher Näherungslösungen, von denen nur zwei Extreme genannt werden sollen:
Die Methode kann einmal sehr einschneidende Näherungen enthalten, so daß die Ergebnisse nur qualitativen Charakter tragen. Diese Verfahren (zu denen beispielsweise die "Hückel-Methode" gehört) erfordern einen relativ kleinen Rechenaufwand und sind deshalb geeignet, ganze Stoffklassen (z.B. die Aromaten in der organischen Chemie) quantenchemisch zu untersuchen und deren chemisches Verhalten zu systematisieren. Das andere Extrem sind die sogenannten "ab initio"-Verfahren, bei denen sehr kleine Näherungen gemacht werden, so daß man genaue Zahlenwerte erhält, die beispielsweise dazu dienen können, experimentell nicht oder nur schwer lösbare Fragen zu klären. Zum Beispiel war es mit solchen Verfahren gelungen, die Bindungsener-

gie des Wasserstoffmoleküls mit größerer Genauigkeit zu berechnen, als der experimentelle Wert besaß. Das gab den Anstoß, das Experiment zu überprüfen, um die Bindungsenergie mit gleicher Genauigkeit zu ermitteln.
Der Rechenaufwand wächst jedoch mit der Größe des zu untersuchenden Systems (entscheidend ist die Elektronenanzahl) und der gewünschten Genauigkeit der Resultate. Solche genauen Rechnungen, wie die erwähnte für das H_2-Molekül, sind nur an extrem kleinen Molekülen möglich und dienen dazu, die Leistungsfähigkeit der Theorie zu prüfen.

4.1. Atome

Auf die Näherungsrechnungen selbst soll nicht eingegangen werden, da die auf der Oberschule vermittelten Mathematik-Kenntnisse zum Verständnis nicht ausreichen würden. Gesagt sei nur, daß man bei der Behandlung von Mehrelektronensystemen die bekannten Einelektronenfunktionen des Wasserstoffatoms benutzen kann. Das liefert eine theoretische Rechtfertigung für die Modellvorstellung, nach der alle Atome aus solchen Einelektronen-Atomorbitalen aufgebaut sind und mit der man chemische Probleme qualitativ gut diskutieren kann.[1] Allerdings muß man sich darüber im klaren sein, daß die Einelektronen-Energieniveaus des Wasserstoff-Atoms bei Mehrelektronenatomen keine physikalische Bedeutung mehr besitzen. Die wirkliche und physikalisch meßbare Energie kann wegen der gegenseitigen Beeinflussung der Elektronen (die es beim H-Atom nicht gibt) nicht einfach als Summe der besetzten Einelektronenniveaus dargestellt werden, sondern erfordert eine "ab initio"-Berechnung.
Der einzige Fall, wo die Einelektronenniveaus des Wasserstoffatoms eine physikalische Bedeutung besitzen, sind die Alkaliatome, sofern man nur das Valenzelektron betrachtet: Faßt man den Atomrumpf (z.B. Na^+, K^+,...) als Ladungswolke auf, so hat man wieder das Problem der Bewegung eines Elektrons. Untersucht man diesen Fall, so zeigt sich, daß die beim H-Atom vorliegende Energieniveaustruktur etwas verändert wird, und zwar

---

[1] Die experimentelle Rechtfertigung liefert das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente.

wird die Entartung zwischen s-, p-, d-,...Orbitalen dergestalt aufgehoben, daß die Energie in der angegebenen Reihenfolge zunimmt. In der Abbildung 6 ist dies schematisch dargestellt.

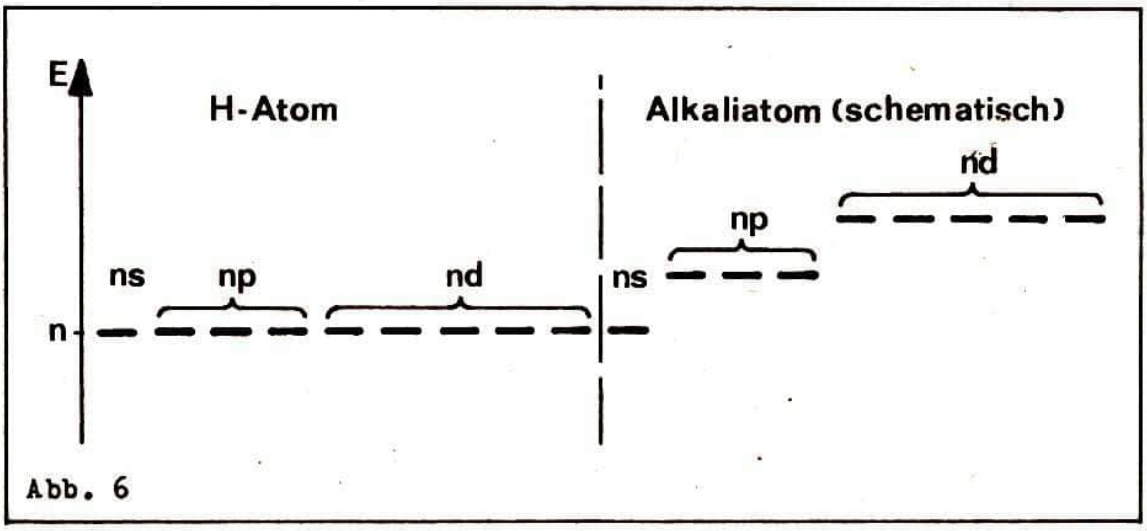


Abb. 6

Die Aufhebung der Entartung kann man sich qualitativ leicht klarmachen, wenn man die Elektronendichteverteilung der einzelnen Funktionen betrachtet:

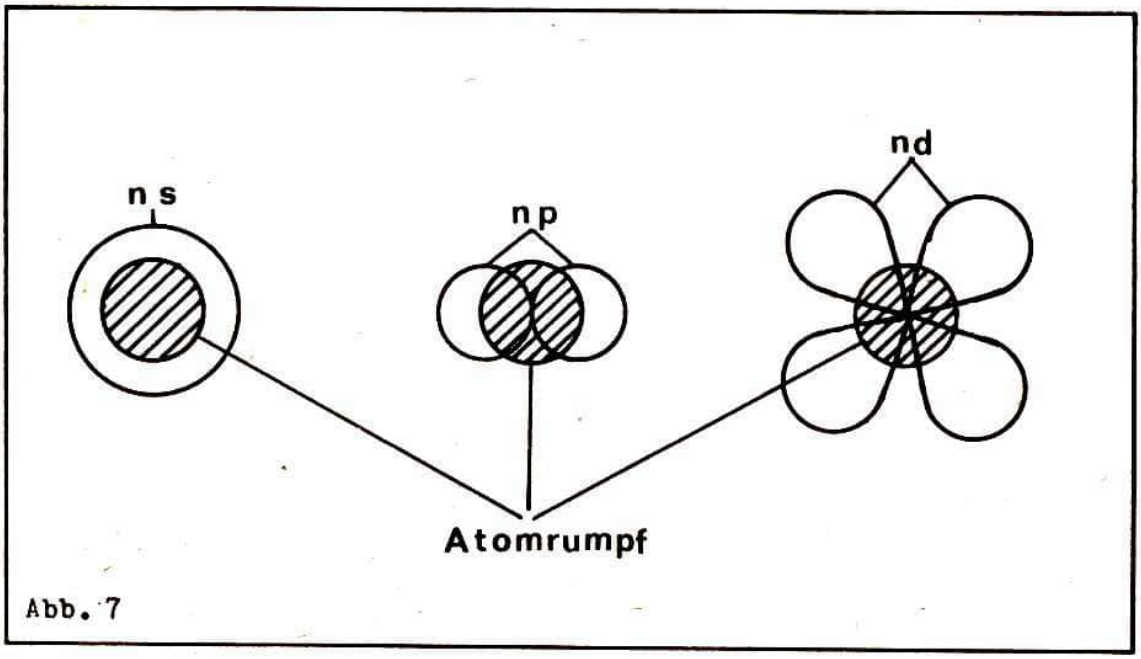


Abb. 7

Aus der Abb. 7 erkennt man, daß die ns-Funktion auch innerhalb des Atomrumpfes eine relativ große Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron besitzt, während bei den np- und noch mehr bei den nd-Funktionen dieser Anteil der Aufenthaltswahrscheinlichkeit zugunsten des Bereiches außerhalb des Rumpfes

verschoben ist. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß die positive Kernladung durch die Elektronen des Rumpfes für das nd-Elektron stärker als für das np-Elektron abgeschirmt wird (für np- und ns-Elektronen gilt das gleiche), was sich in den unterschiedlichen Einelektronenenergien für die ns-, np-, nd-, ...Orbitale niederschlägt.

Diese, gegenüber dem H-Atom etwas veränderte Einelektronen-Energieniveaustruktur ist zugleich diejenige, nach der man die Elektronenkonfigurationen der Atome aufstellt.

Für die Einelektronenniveaus ergibt sich folgende energetische Reihenfolge: 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f. Jede dieser Einelektronenfunktionen kann wegen des Pauli-Prinzips zwei Elektronen aufnehmen. Beginnend beim energieärmsten Niveau (1s) kann man sich durch Besetzen der Energieniveaus in der angegebenen Reihenfolge die Elektronenkonfiguration der Atome ableiten. Allerdings darf man dabei nicht schematisch vorgehen, denn wie experimentelle Ergebnisse zeigen, muß man insbesondere bei einigen Nebengruppenelementen den Atomen Elektronenkonfigurationen zuordnen, die man mit Hilfe der energetischen Reihenfolge der Einelektronenniveaus nicht erklären kann, sondern nur durch Berechnung unter Einbeziehung der Elektronenwechselwirkung. In der Tabelle sind die Elektronenkonfigurationen von Atomen und Ionen einiger Nebengruppenelemente angegeben. Dabei ist diejenige, die man durch schematische Besetzung der Einelektronenniveaus erhalten würde, derjenigen gegenübergestellt, die man den Atomen und Ionen tatsächlich zuordnen muß.

Elektronenkonfiguration										
nach dem Energieniveau-Schema						nach den experimentellen Ergebnissen				
3s	3p	3d	4s	4p	4d	5s	Atom	3s	3p	3d	4s	4p	4d	5s
2	6	4	2				Cr	2	6	5	1			
2	6	9	2				Cu	2	6	10	1			
2	6	8	2				Cu^+	2	6	10	-			
2	6	8	2				Zn^{2+}	2	6	10	-			

Man sieht, daß wegen der Elektronenwechselwirkung die halb- oder vollbesetzten nd-Funktionen energetisch begünstigt sind. Damit kann man beispielsweise qualitativ verstehen, warum beim Eisen das dreiwertige Ion gegenüber dem zweiwertigen das stabilere ist, während es beim Mangan genau umgekehrt ist: Das Mn^{2-} und das Fe^{3}-Ion besitzen nämlich eine $3d^{5}$-Konfiguration.

Ion	nach exper. Ergebnissen			
Fe^{2+}	2	6	6	-
Fe^{3+}	2	6	5	-
Mn^{2+}	2	6	5	-
Mn^{3+}	2	6	4	-

Fortsetzung im nächsten Heft

Das Jenaer Rathaus
(Foto: HSB Uni Jena)

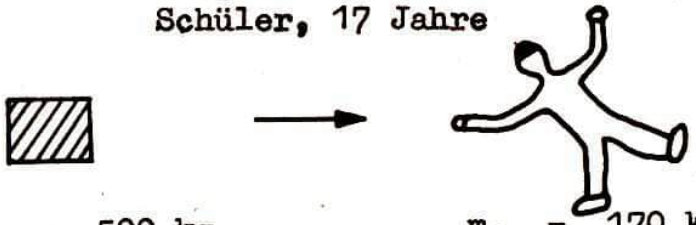
lösung der physikaufgabe 6 aus heft 3/9.jg.

aufgabe:

In Zukunft werden in Montagestationen im Weltraum einzelne Bauteile zu Raumflugkörpern zusammengesetzt.
Ein Bauteil (500 kg) nähert sich mit einer Geschwindigkeit von 40 $cm.s^{-1}$ einem (gegenüber der Montagestation) ruhenden Monteur (170 kg). Er nimmt das Teil auf und hält es fest. Dabei soll keine Drehung auftreten.
Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich beide weiterbewegen!
Berechnen Sie die Kraft, die erforderlich ist, um den Monteur und das Bauteil in 5 s zur Ruhe zu bringen.

losung:

eingesandt von Dieter Worg, Klingenthal, Schüler, 17 Jahre



$m_1 = 500\ kg$ $\qquad$ $m_2 = 170\ kg$

$v_1 = 0{,}4\ m/s$ $\qquad$ $v_2 = 0$

Nach der Aufnahme des Bauteils durch den Monteur bewegen sich beide mit der gleichen Geschwindigkeit v weiter.

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 0{,}3\ m/s$$

Monteur und Bauteil bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 0,3 m/s weiter.

$$F = m \cdot a = (m_1 + m_2)\frac{v}{t} = 40\ N\ .$$

Es ist eine Kraft von 40 N erforderlich.
(Wir danken Dieter Worg für die nette Skizze.)

wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes - wissenswertes

Statistische Untersuchungen haben ergeben, daß zwischen dem Zigarettenkonsum von Vätern und Mißbildungen bei deren Kindern ein Zusammenhang besteht. Und zwar wurden bei den Kindern, deren Väter mehr als 10 Zigaretten täglich rauchen, doppelt so häufig Mißbildungen bei der Geburt festgestellt wie bei den Kindern, deren Väter nicht oder nur sehr wenig rauchen.

VIII. Jenaer Physikertage

In der Zeit vom 6. bis 15. Juli 1976 werden die VIII. Jenaer Physikertage, verbunden mit der VI. Olympiade "Junger Physiker" des Bezirkes Gera, durchgeführt. Verantwortlich für die Durchführung ist das Bezirkskabinett für außerunterrichtliche Tätigkeit Gera in Zusammenarbeit mit dem Jugendkollektiv "impuls 68" der Friedrich-Schiller-Universität Jena und der Station Junger Naturforscher und Techniker.

Physikinteressierte Schüler der 9. bis 12. Klassen aus den Bezirken Gera, Erfurt und Suhl treffen sich zu diesem Sommerlager, um im Rahmen einer organisierten Feriengestaltung ihre naturwissenschaftlichen Kenntnisse zu erweitern und zu vertiefen und interessante und abwechslungsreiche Tage zu verleben. Für Schüler der höheren Klassen dient das Lager direkt als Vorbereitung auf ein Studium an einer Universität oder Hochschule. In Anlehnung an hochschulmäßige Formen der Ausbildung werden die Schüler an physikalische Probleme herangeführt. Den Schwerpunkt der fachlichen Tätigkeit bilden Vorlesungen und Seminare, in denen in diesem Jahr Probleme der elektrischen und magnetischen Felder und der Theorie und Anwendung der Laser im Vordergrund stehen. In den Seminaren, die nach Klassenstufen getrennt durchgeführt werden, wird die Vorlesungsthematik weitergeführt und aufgetretene Fragen werden geklärt. Ein im Vergleich zu den Vorjahren erweitertes Praktikum, in dem sich die Schüler mit Versuchen des Anfängerpraktikums der Sektion Physik beschäftigen, bildet den experimentellen Teil der fachlichen Ausbildung.

Im Rahmen des Sommerlagers findet auch dieses Jahr die Physikolympiade des Bezirkes Gera statt. An zwei Nachmittagen werden die Teilnehmer durch ein Aufgabentraining auf die Abschlußklausur zur Ermittlung der besten Physiker vorbereitet.
Auch die kulturelle und sportliche Betätigung stellt einen wichtigen Teil des Programms dar. Damit wird an den freien

Nachmittagen, den Abenden und dem Wochenende für den entsprechenden Ausgleich gesorgt.

Die Delegierung eines Schülers zu den Physikertagen ist nur über das jeweilige Bezirkskabinett für außerunterrichtliche Tätigkeit möglich. Interessierte Schüler können sich an ihre Physiklehrer wenden, die dann in Zusammenarbeit mit dem Kreisfachberater für Physik eine Delegierung ermöglichen können. Voraussetzung für die Teilnahme sind aber gute bis sehr gute Leistungen in allen Fächern.

Auflösung der Aufgabe des Artikels „Licht per Leitung" aus Heft 6/9. lg.

$$\left.\begin{aligned} \sin\varepsilon &= n_K \cdot \sin\gamma \\ &= n_K \cdot \cos\alpha \end{aligned}\right\} \text{ aus Abb. 4}$$

$$\sin\hat{\varepsilon} = n_K \cdot \cos\alpha_G \rightarrow \text{gilt für den Grenzfall}$$

$$= n_K \cdot \sqrt{1-\sin^2\alpha_G} \qquad \text{mit } \sin\alpha_G = \frac{n_M}{n_K} \text{ folgt:}$$

$$\sin\hat{\varepsilon} = \sqrt{n_K^2 - n_M^2}$$

Auflösung der Chemieaufgabe aus Heft 4/9. lg.

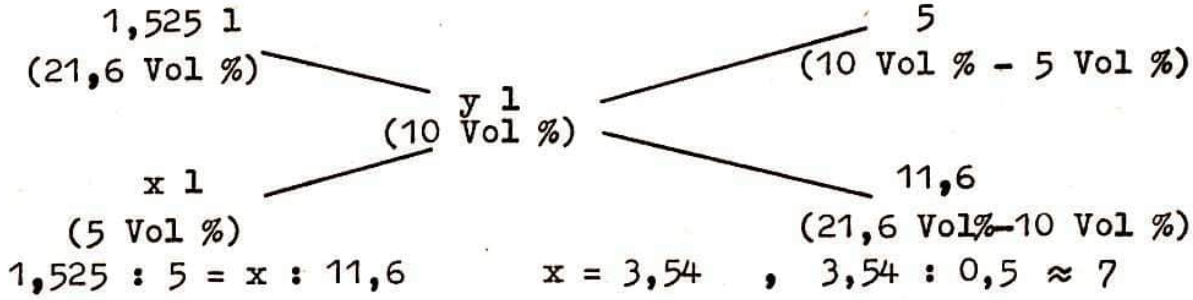
Um die etwa 10 Vol%ige Bierbowle herzustellen, werden 7 Flaschen Bier benötigt (3,54 l).

Lösungsweg:

a) Alkoholgehalt von 1,4 l Dessertwein = 0,21 l
Alkoholgehalt von 0,125 l Sprit = 0,12 l
1,525 l 0,33 l

Vol%-Gehalt der 1,525 l = 21,6 Vol %

b) ermitteln der Menge an Bier mit Hilfe des Mischungskreuzes:



1,525 : 5 = x : 11,6 x = 3,54 , 3,54 : 0,5 ≈ 7

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

E. H. S. Burhop (Großbritannien)

Die Energiekrise und die Erhaltung des Friedens (Teil 2 und Schluß)

Zusammenhang zwischen Energie- und Nahrungsmittelkrise

Die Nahrungsmittelkrise, die im vergangenen Jahr so urplötzlich über manche Länder der Erde hereingebrochen ist und die Gefahr katastrophaler Hungersnöte heraufbeschwört, hängt mit der Energiekrise zusammen. Durch die Einführung neuer Getreidesorten und durch die Mechanisierung der Landwirtschaft in hochindustrialisierten Ländern konnten überraschende Erfolge erzielt werden. Die moderne Landwirtschaft hängt von vier Technologien ab: von der Mechanisierung, der Bewässerung, der Düngung und der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Diese Technologien erfordern einen ziemlich hohen Energieaufwand. Die amerikanische Landwirtschaft hat eine hohe Effektivität erreicht und rühmt sich manchmal, daß ein landwirtschaftlicher Arbeiter 48 Personen ernähren kann - eine irreführende Schätzung laut Pimentel, da sie die 20 Prozent der amerikanischen Arbeitskräfte in den für die Farmen tätigen Industriezweigen außer acht läßt.

Moderne, ertragreiche Getreidesorten erfordern hohe Düngemittelgaben. So sind z.B. in der untersuchten Zeit von 1945 - 1970 pro Acre (= 40,46 Ar) die Phosphorgaben von etwa 3 auf 14 kg, die Stickstoffgaben von 3 auf 50 kg und die Kaligaben von 2,3 auf 27 kg gestiegen. Der Energiebedarf für landwirtschaftliche Zwecke, für die Düngemittelproduktion, für die Insektizide und für die landwirtschaftliche Mechanisierung wird in vielfältiger Weise am bequemsten durch Erdöl gedeckt.

Die amerikanische Landwirtschaft benötigt jährlich fast 500 l Erdöl, um 1 Person zu ernähren. Die gegenwärtige Weltbevölkerung von rund 4×10^9 Menschen würde jährlich $21{,}52 \times 10^{11}$ Erdöl für diese Zwecke benötigen. Alle bekannten Reserven würden nur 30 Jahre lang reichen, wenn man allein die Erfordernisse der landwirtschaftlichen Produktion berücksichtigt. Es ist klar, daß dieser Typ von Landwirtschaft nicht im Weltmaßstab angewendet werden kann. Der Energiegewinn verteilt sich in der Landwirtschaft der USA zum Energieaufwand wie 0,5 zu 1, d.h. der Energiewert der verbrauchten Nahrungsmittel beträgt nur die Hälfte der Energie, die zur Erzeugung der Nahrungsmittel verbraucht wurde.

Die Diskussion über den Energiebedarf der Nahrungsmittelproduktion zeigt, wie unvernünftig es ist, Erdölprodukte wahllos für die Erzeugung von Wärme zu verbrauchen, wenn sie sich so gut dazu eignen, einige spezielle Energiebedürfnisse der landwirtschaftlichen Produktion zu befriedigen.

Eine intensive Landwirtschaft mit einem so hohen Energieverbrauch wie die amerikanische ist gewiß nicht generell anwendbar, ja bei den steigenden Energiekosten ist es sogar fraglich, wie lange sie noch in den USA akzeptabel sein wird. Slesser schätzt, ausgehend von den Verhältnissen in England, daß eine Vervierfachung der Energiepreise eventuell zu einer Versechsfachung der Nahrungsmittelpreise führen könnte. J.S. und G.E. Steinhart schlagen Wege zur Senkung des Energiebedarfs der Landwirtschaft vor: teilweise Ersetzung der chemischen Düngemittel durch organischen Dünger, konsequentere Anwendung der Fruchtwechselwirtschaft, biologische statt chemische Schädlingsbekämpfung sowie Züchtung von Arten, die widerstandsfähiger gegen Krankheiten und Schädlingsbefall sind, weniger Feuchtigkeit enthalten, weniger Wasser benötigen und eiweißreicher sind.

Solche Maßnahmen werden möglicherweise die Gesamterträge senken, so daß wir unter Umständen im Weltmaßstab zum Problem der extensiveren Landnutzung zurückkehren werden. Das bedeutet, daß Trockengebiete nutzbar gemacht werden müssen. Hier taucht das Problem der Bewässerung auf. Die größte Was-

serreserve befindet sich in den Ozeanen. Meerwasser kann aber nicht genutzt werden, wenn es nicht entsalzt wird. Das erfordert viel Energie. Kernenergie ist gut für Entsalzungsanlagen geeignet, die Wasser für Bewässerungssysteme liefern können. Viele Trockengebiete kommen allerdings in sonnenreichen Gebieten vor, wo große Sonnenkraftwerke sich ebenfalls gut für diese Zwecke eignen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die von der Nahrungsmittelkrise aufgeworfenen Probleme eng mit der Energiekrise zusammenhängen.

Folgen der zunehmenden Nutzung der Kernenergie

Die zunehmende Nutzung der Kernenergie wirft Probleme auf, welche die Umweltverschmutzung und die Verbreitung von Kernwaffen betreffen. Diese Probleme werden noch viel ernster werden, wenn Brutreaktoren in großem Umfang in Gebrauch kommen.

Auf Grund der starken Radioaktivität der beim Spaltprozeß anfallenden Nebenprodukte ist die weitgehende Anwendung der Kernenergie mit großen Schwierigkeiten verbunden. Diese Probleme sind eigentlich nicht gelöst. Es gibt zwei Arten von Nebenprodukten. An erster Stelle sind die hochradioaktiven Produkte zu nennen, die bei der Uranspaltung entstehen. Sie emittieren hauptsächlich Beta- und Gammastrahlen. Sie "vergiften" den Reaktor und müssen deshalb bei der Wiederaufbereitung der Brennstäbe entfernt werden. Das einzige, was man mit dem radioaktiven Abfall tun kann, ist, sein Volumen weitgehend zu reduzieren, indem man soviel wie möglich flüchtige nichtradioaktive Komponenten durch Verdampfen beseitigt und die restliche radioaktive Flüssigkeit in dickwandigen Stahlbehältern einschließt. Diese Stahlbehälter sind in Betonblöcke eingelassen, deren Wandstärke bis zu 1,5 m beträgt und die noch mit Stahleinlagen versehen sind. Das Problem besteht darin, diese radioaktiven Substanzen 1000 Jahre lang sicher zu bewahren, um zu verhindern, daß sie in die Biosphäre gelangen - eine schreckliche Aufgabe. Obwohl ich die Schwierigkeiten und Gefahren hervorhebe, möchte ich mich nicht gegen

die Errichtung großer Kernkraftwerke wenden. Was ich sagen möchte, ist, daß wir die Größe der Aufgabe begreifen müssen, die wir unseren Nachkommen aufbürden.

Das andere Produkt der mit Uran betriebenen Kernreaktoren ist Plutonium. Es fällt meist als ^{239}Pu an, das entweder als Reaktorbrennstoff oder zur Herstellung von Kernwaffen dienen kann. Es heißt, die kritische Menge für eine Kernexplosion liegt zwischen 5 und 10 kg. Z.Z. beschränkt sich die Produktion von ^{239}Pu auf die technisch hochentwickelten Länder und hat einen Umfang von einigen Tonnen pro Jahr. Nach den amerikanischen Plänen für die Kernenergieerzeugung im Jahre 2000 würden allein in den USA 500 t ^{239}Pu jährlich erzeugt werden; hinzu kämen noch andere Plutoniumisotope. Plutonium ist eines der stärksten Gifte, die der Mensch kennt. Es lagert sich in den Knochen ab und sammelt sich auch in der Leber an. Wenn Plutoniumteilchen durch Wunden oder durch Inhalation in den Körper gelangen, bilden einige von ihnen winzige "hot spots" (Stellen hoher Strahlungsdichte), während andere durch den Körper wandern. ^{239}Pu hat eine Halbwertzeit von 24000 Jahren. Sobald Plutonium produziert wird, steht fest, daß das Problem seiner sicheren Verwahrung eine ganz andere Größenordnung annimmt als das der Verwahrung anderer Spaltprodukte. Jene müssen 1000 Jahre lang unter Kontrolle gehalten werden, Plutonium dagegen 1 Million Jahre lang.

Es wurden Versuche unternommen, um die Wahrscheinlichkeit von Reaktorunfällen schätzen zu können. Es wurde berechnet, daß die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls, bei dem der Reaktorkern schmilzt, pro Reaktor und Jahr 1 : 17000 beträgt. Geht man davon aus, was heute geplant ist, dann werden im Jahre 2000 mehrere tausend Reaktoren in der ganzen Welt in Betrieb sein. Demnach müßte man alle vier bis fünf Jahre mit einem Unfall rechnen, bei dem der Reaktorkern schmilzt. Die ganze Diskussion zeigt, welche große Sorgfalt man bei der Wahl des Standorts von Kernkraftwerken walten lassen muß.
Das geplante Kernenergieprogramm der USA mit seiner angenommenen jährlichen Produktionsrate von 500 t ^{239}Pu im Jahre

2000 würde die Herstellung von 100000 Bomben vom Nagasaki-Typ ermöglichen. Kernkraftwerke wird es bis dahin in vielen anderen Ländern geben. Auf die ernsten Risiken, die mit der Weiterverbreitung von Kernwaffen verbunden sind, wird später eingegangen.

Gefahren, die dem Frieden aus der Energiekrise erwachsen

Wir kehren jetzt zur zentralen Frage dieses Beitrags zurück, zur Bedeutung, die die erörterten Faktoren für die Erhaltung des Friedens haben. Zunächst einige allgemeine Bemerkungen. Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung leidet in den schwachentwickelten Ländern unter entsetzlichem Schmutz, unter Hunger und Krankheit. Die jüngste Erhöhung der Erdölpreise machte einige schwachentwickelte Länder reich und stürzte andere in große Schwierigkeiten, die sie noch ärmer zu machen drohen. Manche Autoren teilen die schwachentwickelten Länder nun in eine dritte und in eine vierte Welt ein, je nachdem ob diese Länder Erdölproduzenten sind oder nicht. Gleichzeitig scheinen manche hochentwickelten kapitalistischen Staaten bereit, die Situation auszunutzen und Nahrungsmittel als Waffen einzusetzen, um auf die schwachentwickelten Länder Druck auszuüben. Die Armut der schwachentwickelten Länder wirkt auf die Situation der entwickelten Länder zurück, sie produziert Instabilität, die den Frieden gefährden kann. Inflation, Arbeitslosigkeit und sinkender Lebensstandard, die heute das Leben in allen entwickelten kapitalistischen Staaten kennzeichnen, würden gemildert, wenn die Möglichkeiten des Handels mit den Völkern der schwachentwickelten Länder realisiert werden könnten. Aber das hängt von der Hebung des Lebensstandards dieser Völker ab. Selbstverständlich sind dort, wo eine echte Hungersnot droht, Hilfsmaßnahmen erforderlich, um die notleidenden Völker mit überschüssigem Getreide zu versorgen. Aber auf die Dauer gesehen ist es wichtiger, ihnen mit besserem Saatgut, mit Düngemitteln, Bewässerungsanlagen, moderner landwirtschaftlicher Technologie und dem Ansporn zu helfen, ihre Agrarstruktur umzugestalten und neue landwirtschaftliche Methoden auszuprobieren. Sie werden dann selbst

in der Lage sein, ihrer Landwirtschaft eine moderne Grundlage zu geben und Hungersnöte in Zukunft zu vermeiden.

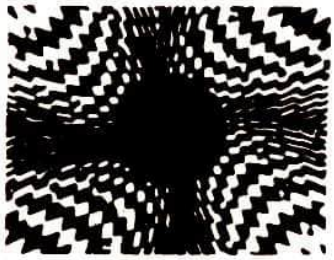
Die Handelsüberschüsse in den Händen erdölproduzierender Länder sind gleichfalls zu einem Faktor geworden, der die Stabilität der kapitalistischen Welt gefährdet. Diese Überschüsse sollten in die dringend notwendige industrielle und landwirtschaftliche Entwicklung ihrer eigenen Länder oder in die anderer schwachentwickelter Staaten investiert werden. Allerdings ist die politische und soziale Struktur vieler dieser Länder recht ungeeignet, ohne revolutionäre Veränderungen die Belastungen eines umfangreichen Industrialisierungsprogramms auszuhalten.

Die größte Gefahr, die dem Frieden droht, hängt mit der Möglichkeit zusammen, daß die Zahl der kernwaffenbesitzenden Staaten zunimmt. Diese Gefahr erhöht sich sicherlich, da sich die Basis der Kernenergieerzeugung ausweitet. Damit wird eine merkliche Zunahme und Verbreitung des Atombombenmaterials verbunden sein. Bis jetzt wurde die Ausbreitung der Kernwaffen durch den Kernwaffensperrvertrag verhindert, der im März 1970 in Kraft trat. Leider sind nicht alle Staaten diesem Vertrag beigetreten. 105 Staaten haben ihn unterzeichnet, und 82 haben ihn ratifiziert. Aber auf der Liste der Signatarstaaten stehen weder zwei wichtige kernwaffenbesitzende Staaten - China und Frankreich - noch Argentinien, Brasilien, Indien, Israel, Pakistan, Spanien und Südafrika. Diese wurden vom Stockholmer Internationalen Friedensforschungsinstitut als sogenannte Schwellenmächte eingestuft, d.h. als Länder, die die Voraussetzungen und das nötige technologische Wissen für die Entwicklung eigener Kernwaffen besitzen.

Auf Grund der raschen Ausbreitung von Kernkraftwerken, welche höchstwahrscheinlich eine Folge der Energiekrise sein wird, und angesichts der Möglichkeit, daß viele Länder beim Einsatz von Brutreaktoren zu ^{239}Pu- und ^{233}Th-Produzenten werden, ist es dringend erforderlich, den Kernwaffensperrvertrag zu stärken und universell zu machen. Würde er ausgerechnet zu diesem Zeitpunkt geschwächt, wäre das ein Rückschritt mit sehr ernsten Folgen für den Weltfrieden.

Aus: Wissensch. Welt 1975/1 (gekürzt)

physikaufgabe ⑨



Ein Elektron der Masse m und der Ladung q wird zwischen zwei Kondensatorplatten auf die Geschwindigkeit v beschleunigt. Es tritt durch ein Loch in der Anode aus und soll mittels eines senkrecht zur Bahnebene gerichteten Magnetfeldes H auf einer Kreisbahn mit dem Radius r gehalten werden.

a) Welcher Zusammenhang muß zwischen v, r und H erfüllt sein?

b) Die Krümmung der Bahn soll jetzt durch ein zusätzliches, senkrecht zum magnetischen Feld wirkendes elektrisches Feld wieder aufgehoben werden. Bei welcher Beziehung zwischen v, E und H ist das möglich?

c) Welche Beschleunigungsspannung U ist notwendig, um das Elektron auf eine Energie W von 1 keV zu bringen, zu welcher Geschwindigkeit führt das und welche Dimensionen ergeben sich im Fall a) für r, H ?

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

Liebe Leser

Leider war es uns nicht möglich, Ihnen die Hefte 6 und 7 pünktlich zuzusenden.

Wir haben die Ursachen dieser Verzögerung beseitigt und hoffen, daß die restlichen Hefte dieses Jahrganges Sie pünktlich erreichen.

Vielleicht entschädigt Sie der Inhalt etwas für die längeren Wartezeiten.

"impuls 68"

E. Welsch

Eberhard Welsch

MENSA-ESSENAUSGABE

"Ich will mich beim Küchenchef über das Essen beschweren!"

"Da müssen Sie in's Interhotel gehen, dort ißt er immer Mittag."

Arzt: "Ja, Frau Piefke, Ihr Mann ist krank, er wird wahrscheinlich nie wieder arbeitsfähig werden."

Frau Piefke: "Na, det wer'ick ihm man jleich berichten, det heitert ihn wieder 'n bißken uff!"

BESEN
Fluggerät mit 1-HS-Motor
(HS=Hexenstärke)
B

ASKET
Einer, der sich ein Vergnügen daraus macht, auf Vergnügen zu verzichten.
A

DÜNKEL
Überzeugung eines Menschen, daß der Affe, von dem er abstammt, besser als alle anderen Affen war.
D

"Wenn sie weiter nichts wollen," sagt der Kfz-schlosser, zieht seinen Rechnungsblock heraus und schreibt:

EINE SCHRAUBE FESTGEDREHT: 0,40
GEWUßT, WO: 20,-
20,40

ENKEL-KINDER
Die dritte Generation, deren Erziehung von der zweiten der ersten überlassen wird.
E

Zivilisierte Leute genießen ihre Mitmenschen; Kannibalen verzehren sie.

FABEL
Die harmloseste Art von Kritik
F

CAMPING-ZELT
Gaststätte für Mücken
C

Ich habe ganz vergessen, meiner Wirtin eine Geburtstagskarte zu schicken!

DER MENSCH IST MIT NICHTS AUF DER WELT ZUFRIEDEN, AUSGENOMMEN MIT SEINEM VERSTANDE; je weniger er hat, desto zufriedener.

A. v. Kotzebue

AUF EINE LANGE NASIGE

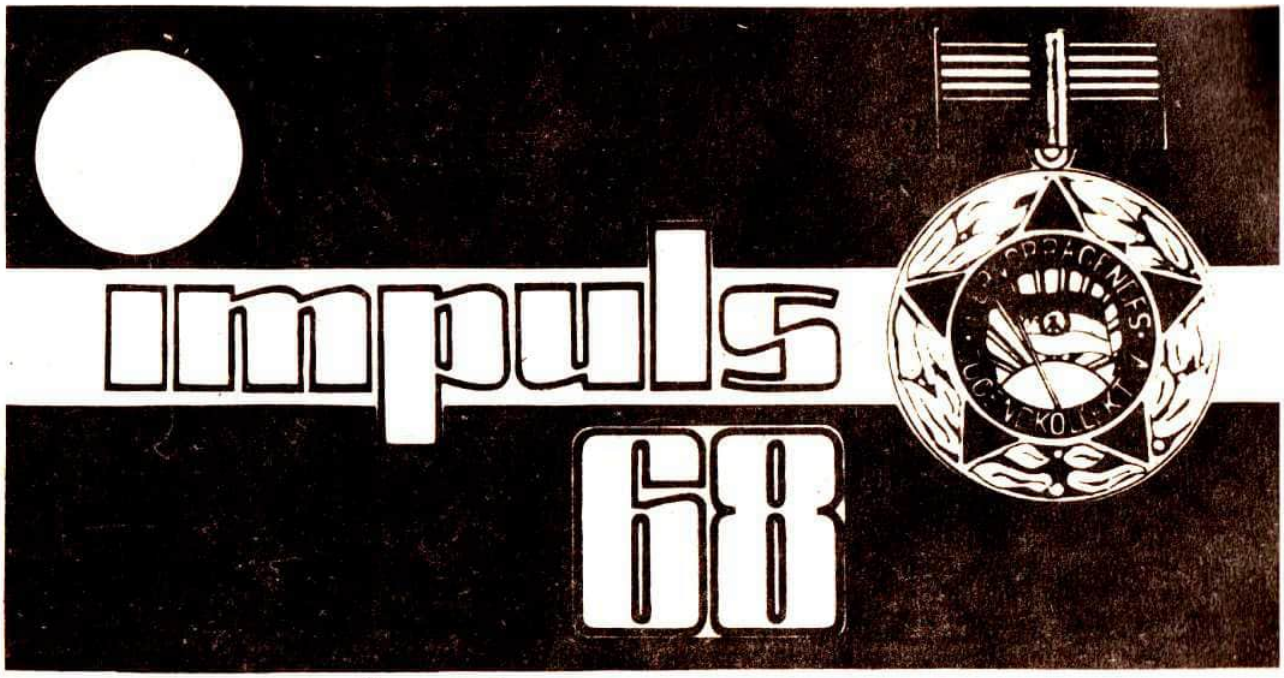
Sie möchte gern geküsset sein.
Ihr Mund sagt: ja-die Nase: Nein!

C.G. von Murr

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 8



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig **Amt. Chefredakteur:** Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Titelbild: Nächtlicher Raketenstart

Inhalt:

Teilchenbeschleuniger (2)	PHY	3
Quantenchemie der Atome und Moleküle (4)	CHE	7
Bemerkungen zum Thema Umweltschutz		15
IX. Parteitag der SED – Markstein der Entwicklung der Gesellschaft		17
impuls-Mosaik		22
15 Jahre bemannte Raumfahrt – wie geht es weiter?		23
Physikaufgabe 10		31

H. Hedler
Physikstudent, 3. Stdj.
Dr. E. Welsch
Sektion Physik

Teilchenbeschleuniger (Teil 2 und Schluß)

Im 1. Teil des Beitrages haben wir die Frage nach den Wirkprinzipien der sich gegenwärtig im Betrieb befindlichen Teilchenbeschleuniger zu beantworten versucht. Will man zu noch höheren Energien vorstoßen, sind prinzipiell neue Beschleunigungsarten zu verwirklichen. Als Beispiel wurden der Speicherring und das Smokatron erläutert.

Nun zur Frage, warum man beschleunigte Teilchen mit so großen kinetischen Energien benötigt. Die superschnellen elementaren Geschosse prallen im Target auf die zu untersuchenden Objekte. Die Untersuchung dieser Stoßprozesse öffnet uns den Blick in die Struktur des Mikrokosmos. Man denke etwa an den Beschuß von Protonen durch beschleunigte Elektronen, um die Struktur dieser Protonen abzutasten. Aufgrund fundamentaler Naturgesetze [+] sind als Sonden umso energiereichere Teilchen notwendig, je kleiner der zu erforschende Raumbereich ist. Für einen Raumbereich um 10^{-5} cm, nötig etwa zur Untersuchung der Bakterienwelt, benötigt man einige eV an Energie; solche Objekte in der Größenordnung der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes sind also mit Lichtquanten zu "beschießen", eine altbekannte Tatsache. Das geschieht im Lichtmikroskop, einer Erfindung aus der Zeit des Dreißigjährigen Krieges.

Um an das Atom "heranzukommen" ($\simeq 10^{-8}$ cm), sind bereits Ener-

---

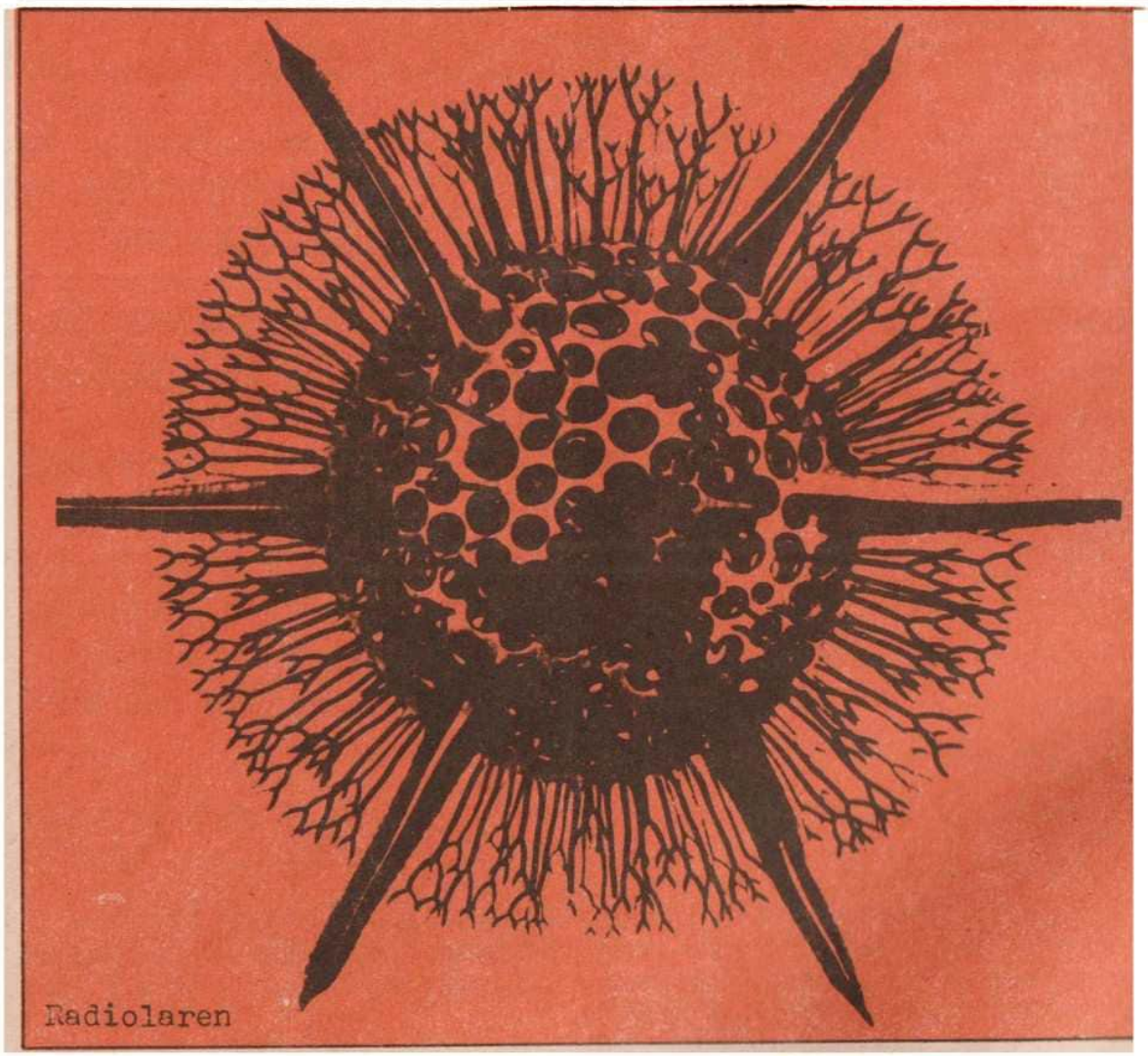
[+] Nach der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation (vergl. Jhrg. 9, Heft 1) und dem Zusammenhang zwischen Impuls und Energie ist der Energieaufwand E umgekehrt proportional der Ausdehnung des Objektes x.

gien von 1000 eV nötig, man muß mit Röntgenstrahlen arbeiten. Für den Atomkern selbst ($\simeq 10^{-12}$ cm) ergeben sich schon Millionen eV. Damit beginnt etwa um 1920 die Ära der eigentlichen Teilchenbeschleuniger.

Zur Untersuchung der Struktur des Protons oder anderer Elementarteilchen ($\leq 10^{-13}$ cm) endlich muß die GeV-Schwelle überschritten werden.

Welche Resultate konnten nun bisher mit Hilfe der Teilchenbeschleuniger erzielt werden?

Zunächst bietet sich ein verwirrendes Bild. Im Ergebnis der hochenergetischen Stoßprozesse wandeln sich die meisten der bisher gefundenen über 100 Elementarteilchen bereits nach unvorstellbar kurzer Zeit wieder in andere Teilchen um, sie sind also instabil (Unklarheit herrscht gegenwärtig bei der Frage



Radiolaren

nach den eigentlichen Urbausteinen). Aufgrund der beobachteten Eigenschaften wie z.B. Masse, Ladung, Spin und bestimmter Symmetrieeigenschaften versucht man, alle diese Teilchen in ein ordnendes Schema zu bringen. Nur andeutungsweise sei in diesem Zusammenhang auf die Existenz von Antiteilchen (vergl. Jhrg. 4, Heft 10) hingewiesen. Die hierbei wichtigen Symmetrien wie Ladungsumkehr und Vorzeichenumkehr aller Koordinaten sowie die entsprechenden Erhaltungsgrößen bei den Wechselwirkungen zwischen den Elementarteilchen sind für die Erforschung der Natur unseres Universums, d.h. für unser Raum-Zeit-Verständnis und für das Verständnis dieser Wechselwirkungen von zentraler Bedeutung.

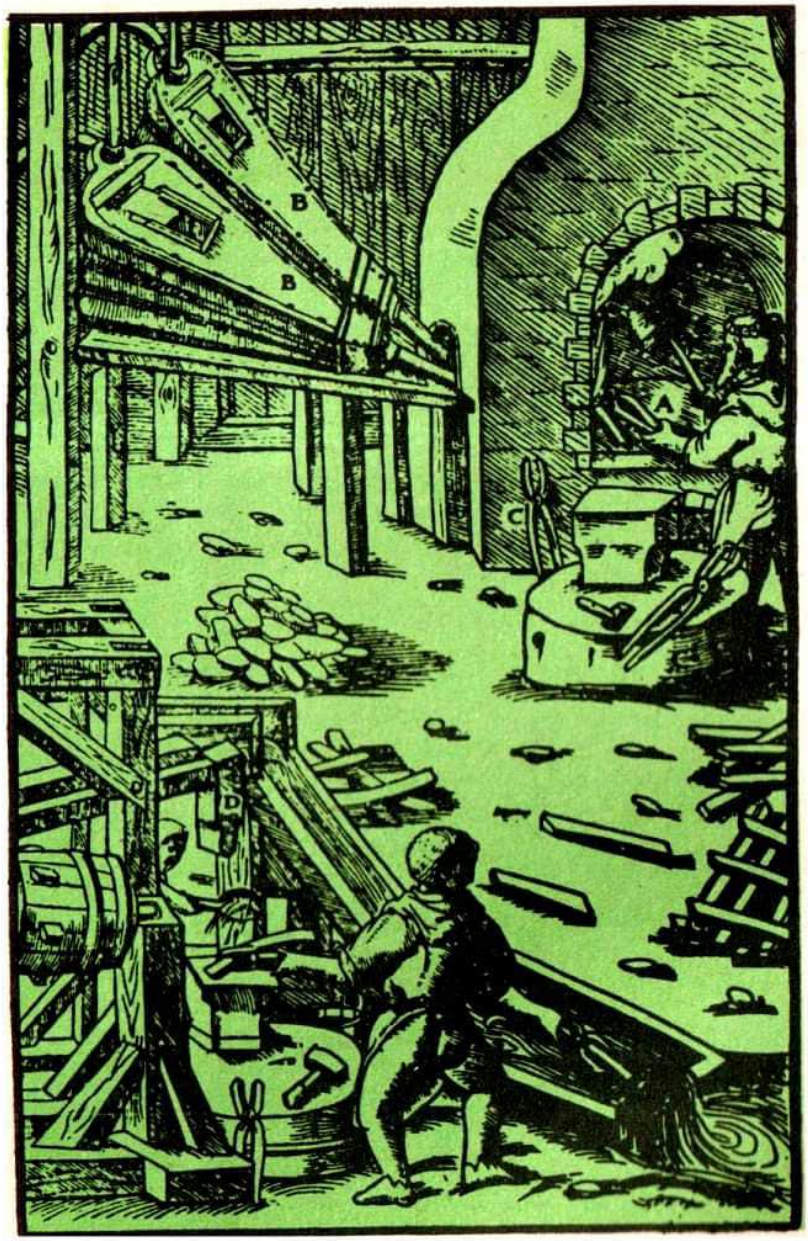
Gibt es noch andere Motive für diese Grundlagenforschung? Nun, die Elementarteilchenphysik bringt im Augenblick sicherlich außer den "nebenbei" anfallenden wertvollen Ergebnissen in der Nachweis-, Kurzzeit- und Vakuumtechnik - um nur einige zu nennen - keinen unmittelbaren Nutzen. Aber ihre heute gewonnenen Ergebnisse werden mit Sicherheit unser Leben von Morgen (und Übermorgen) gestalten. Es hat sich gezeigt, daß die für die Grundlagenforschung gebauten Beschleuniger mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung hervorragend für technische und medizinische Anwendungen geeignet sind. Beispiele dafür sind die Röntgengeräte (die man heute kaum noch als Teilchenbeschleuniger empfindet), das Betatron, eine Standardbestrahlungseinrichtung größerer Krankenhäuser, sowie die Implantation von Werkstoffen durch Beschuß mit schweren Teilchen zur Erzielung neuer Materialeigenschaften.

Man sollte abschließend daran erinnern, daß wir unsere heutigen kulturellen und technischen Ansprüche im wesentlichen aus der etwa 80 Jahre alten Grundlagenforschung über das Elektron und seiner Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Strahlungsfeld beziehen.

Die Autoren danken Herrn Doz. Dr. M. Hoffmann für die Unterstützung bei der Abfassung dieses Beitrages.

Mittel zur Verhütung von Karies

Ein neues Anwendungsgebiet für Polymere ergibt sich auf dem Gebiet der Zahnmedizin. In den USA wurde eine Methode zur Verhütung der Karies entwickelt. Dabei wurden die Zähne mit Methylmethacrylat beschichtet. Der Kunststoff wird mit einer Kamelhaarbürste auf die Oberfläche der vorher gründlich gereinigten Zähne gestrichen und dann mit Hilfe von UV - Licht polymerisiert, wobei das Material erhärtet und einen unsichtbaren Überzug über dem Zahn bildet, der nun besser gegen Kariesbefall geschützt ist.



Mittelalterlicher Schmiedeofen, mittels Blasebalg betrieben

(aus G. Agricola "De Re Metallica")

G. Hüller
Sektion Chemie

Quantenchemie der Atome und Moleküle (Teil 4 und Schluß)

CHEMIE

4. 2. Moleküle

Für die Berechnung von Molekülen gilt prinzipiell das gleiche, was im letzten Teil zur Berechnung von Mehrelektronenatomen gesagt wurde. Hier ist jedoch ein zusätzlicher Rechenschritt erforderlich. Er besteht darin, daß man aus den Atomorbitalen zunächst Einelektronen - Molekülorbitale nach einem nicht weiter interessierenden mathematischen Verfahren berechnet (LCAO-MO-Methode - Abkürzung nach dem englischen Wort für Linearkombination von Atomorbitalen zu Molekülorbitalen). Die zu diesen Einelektronen-Molekülfunktionen gehörenden Energieniveaus besitzen keine physikalische Bedeutung, sondern nur die mit ihrer Hilfe berechneten Gesamtenergien.

Im Unterschied zu Atomen enthält der Ausdruck für die potentielle Energie bei Molekülen auch Glieder, die nur die Kern-Koordinaten enthalten. Es sind dies die Glieder, die die potentielle Energie der Kern-Kern-Wechselwirkung beschreiben (vgl. Teil I)

$$V_{AB} = \frac{Z_A \cdot Z_B \cdot e^2}{4\pi \cdot \varepsilon_o \cdot R_{AB}}$$ (R_{AB} = Abstand zwischen den Kernen A und B)

Dank der im ersten Teil eingeführten BORN-OPPENHEIMER-Näherung, nach der die Atomkerne als festgehalten gedacht werden, sind diese Glieder Konstanten,und man erhält eine

Funktion ψ , die nur von den Elektronenkoordinaten abhängt. Das bedeutet, der Formalismus der Quantenmechanik wird durch die BORN-OPPENHEIMER-Näherung nur auf die Elektronen-, nicht aber die Kernbewegungen angewendet. (Will man Kernbewegungen, also beispielsweise Molekülschwingungen, quantenmechanisch untersuchen, so muß man die SCHRÖDINGER-Gleichung unter anderen Voraussetzungen lösen.) Die Gesamtenergie des Moleküls erhält man als Summe aus quantenmechanisch berechneter Elektronenenergie und potentieller Energie des Kerngerüstes:

$$E = E_e + V_k$$

Nun mag es scheinen, als sei die BORN-OPPENHEIMER-Näherung im Falle von Molekülen eine die Anwendungsmöglichkeiten stark einschränkende Näherung, da das Kerngerüst als starr angesehen wird. Das ist jedoch nicht der Fall. Veränderungen im Kerngerüst (Änderungen der Bindungslängen) kann man modellieren, indem man das gleiche Molekül mehrmals berechnet, wobei man sich jedesmal eine andere Molekülgeometrie vorgibt. Damit erhält man punktweise die Gesamtenergie als Funktion der Kernkoordinaten. Die Abb. 8 zeigt für ein zweiatomiges Molekül aus den Atomen A und B (z. B. H_2, LiH, HCl), wie sich die Elektronenenergie, die potentielle Energie des Kerngerüstes und als Summe die Gesamtenergie mit dem Kernabstand R_{AB} (Bindungslänge) ändert.

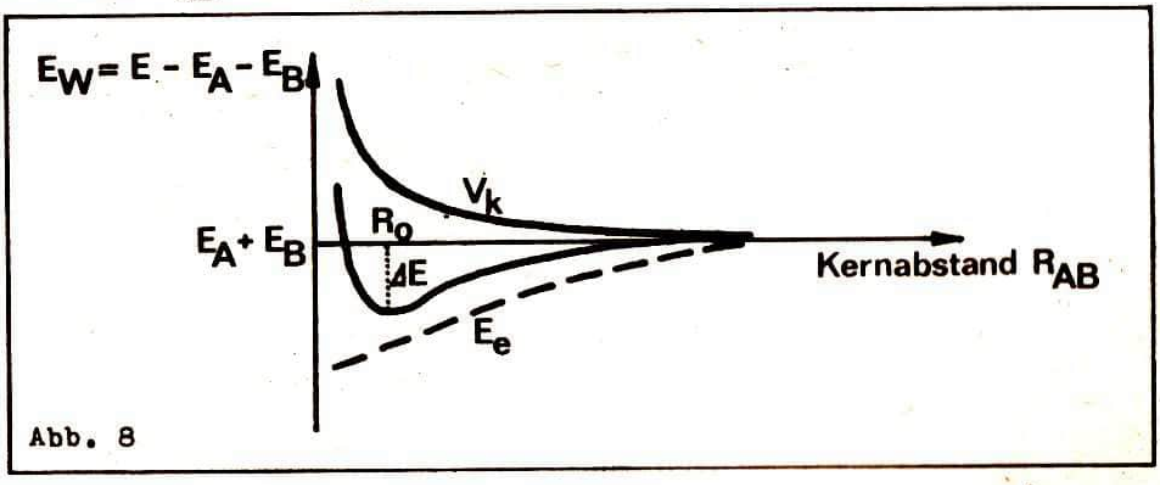


Abb. 8

Die Abszisse entspricht der Energie der getrennten Atome, so daß unmittelbar die Wechselwirkungsenergie E_W dargestellt wird. Ist sie Null (große Abstände), so liegt keine Wechselwirkung vor, es handelt sich um zwei getrennte Atome; ist sie positiv (z. B. die Kernwechselwirkungsenergie als Teil der Gesamtenergie), so ist der Zustand gegenüber dem Vergleichszustand (Atome A und B getrennt) energetisch ungünstiger - also instabil; ist sie negativ, so ist das Molekül gegenüber den Atomen der stabilere Zustand.
Aus der oben dargestellten Kurve für die Gesamtenergie kann man folgendes ableiten: Nähern sich die beiden Atome A und B, so ist dieser Vorgang energetisch begünstigt, bis beim Abstand R_0 (Punkt B) der günstigste Wert erreicht wird. Dieser Punkt entspricht dem Gleichgewichtszustand des Moleküls, denn sowohl Vergrößerung als auch Verkleinerung des Bindungsabstandes ist nur unter Energieaufwand möglich.

Man sieht, die Quantenmechanik liefert in Übereinstimmung mit der experimentellen Erfahrung die Aussage, daß die Wechselwirkung zweier (oder mehrerer) Atome zu einem stabilen Molekül führen kann. Auch der umgekehrte Fall ist möglich: Berechnet man die Wechselwirkung zweier Helium-Atome, so erhält man eine Kurve für die Gesamtenergie, die im Verlauf der Kurve für V_K in Abb. 8 entspricht. Das heißt, hier ist die Wechselwirkung der beiden Atome energetisch*) ungünstiger, eine Molekülbildung findet nicht statt. Auch in diesem Fall stimmt die Theorie mit der chemischen Erfahrung überein.
Aus einer quantenchemischen Rechnung für ein Molekül folgt von der energetischen Seite her die Bindungsenergie ΔE (Abb. 8) und die Geometrie für den Gleichgewichtszustand des Moleküls. (Im Beispiel des zweiatomigen Moleküls ist

die Molekülgeometrie durch den Gleichgewichtsabstand bestimmt.)

Die zweite Größe, die neben der Energie bei Molekülen interessiert, ist die Elektronenverteilung, da von ihr solche wichtigen Größen wie z. B. das Dipolmoment abhängen. Die Elektronendichteverteilung im Molekül ist durch die Elektronendichtefunktion $|\Psi|^2$ gegeben. (Das Ergebnis einer quantenmechanischen Rechnung ist immer die Gesamtenergie und die zugehörige Funktion Ψ .)

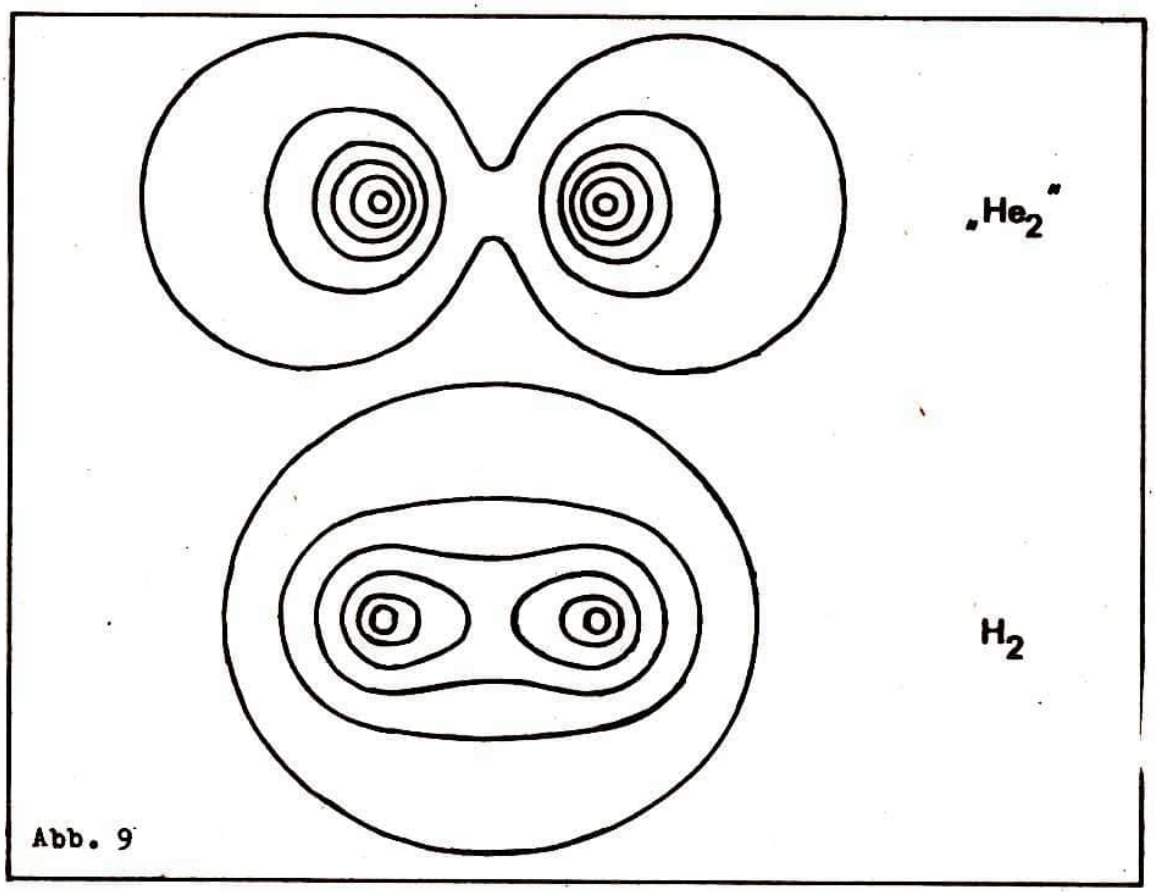


Abb. 9

Die Abbildung 9 zeigt schematisch die Elektronenverteilung für das H_2- und "He_2"-Molekül (die Kurven verbinden Punkte gleicher Elektronendichte). Man sieht, daß im Falle der Bindung (H_2) die Elektronenwolken der beiden Atome miteinander verschmolzen sind, während im Falle der Abstoßung ("He_2") die Elektronenwolken der beiden Atome getrennt bleiben.

Die Bindung korrespondiert also mit einer gegenseitigen Durchdringung der Elektronenwolken der Atome.
Die Abbildung 10 zeigt die Elektronendichteverteilung für das LiH-Molekül, also eines Moleküls aus verschiedenen Atomen.

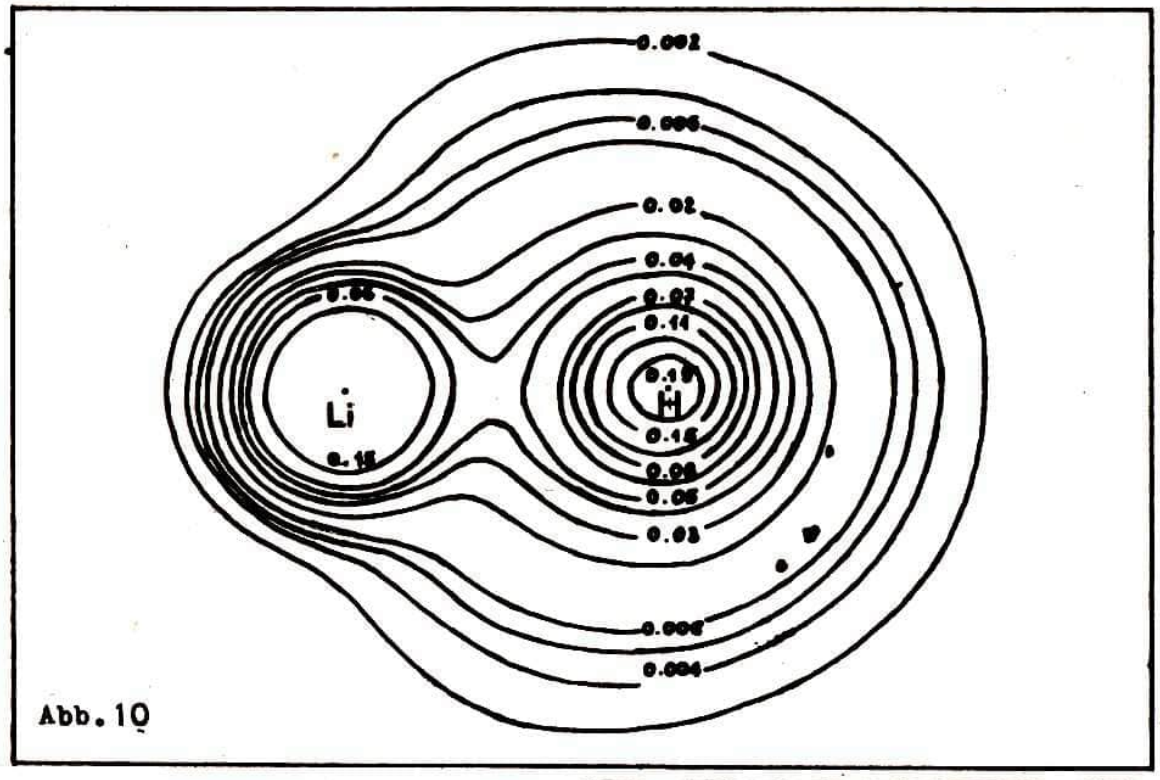


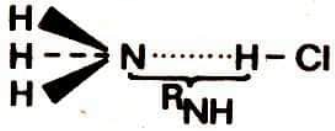
Abb. 10

Hier ist im Unterschied zum Wasserstoffmolekül die Elektronenverteilung unsymmetrisch, was auf eine polare Bindung und die Existenz eines Dipolmoments schließen läßt. Deutlicher kommt dies zum Ausdruck, wenn man die Veränderungen in der Elektronenhülle bei der Bindungsbildung darstellt durch Differenzbildung zwischen der Elektronendichte im Molekül und den Ausgangsatomen (oder -molekülen) (sogen. Dichtedifferenzfunktion).
Die Abbildung 11 zeigt solche Elektronendichteänderungen für das LiH-Molekül.

Die gestrichelten Linien kennzeichnen Elektronenverarmung, die ausgezogenen -anreicherung. Man sieht, daß Ladung vom Lithium-Atom auf das Wasserstoff-Atom übertragen wird, d.h.,

das Molekül besitzt tatsächlich ein Dipolmoment, und der Wasserstoff trägt eine negative Teilladung (im Kristall liegen Li^+- und H^--Ionen vor).

Während diese Elektronendichtediagramme für den Gleichgewichtszustand berechnet worden sind, kann man das gleiche auch für jeden Bindungsabstand tun und erhält damit ein Bild von den elektronischen Veränderungen bei gegenseitiger Annäherung der Atome. Die Tabelle zeigt solche Veränderungen bei Annäherung eines NH_3-Moleküls an ein HCl-Molekül (beide gasförmig).



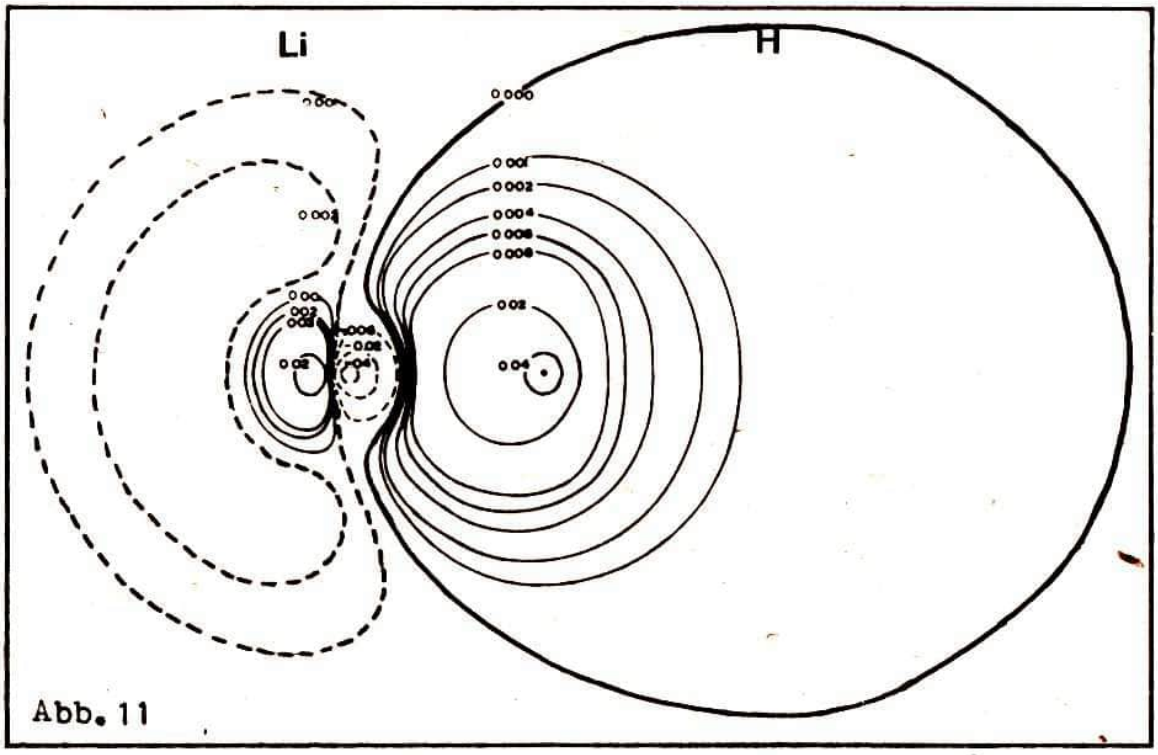


Abb. 11

Zur Vereinfachung wurde dabei nur die Summe der elektronischen Ladung angegeben, die dem jeweiligen Atom zuzuordnen ist. (Sie entspricht der Elektronenanzahl.)

Man erkennt, daß in den Positionen 1 bis 3 (großer Abstand) die elektronischen Verhältnisse denen der beiden Moleküle HCl und NH_3 entsprechen: Die Elektronenladung, die die Wasserstoff-Atome verlieren, gewinnen die jeweiligen Partner-

atome Chlor und Stickstoff. Beim Übergang von der Position 3 nach 4 tritt dagegen ein Qualitätssprung auf: Alle vier Wasserstoff-Atome geben Ladung an das Chlor-Atom ab.

Ladung am Atom		Cl	H (vom HCl)	N	H (vom NH_3)	
freies Atom		17	1	7	1	3xH
im Molekül Position						
Abstand R_{NH}	1	17,22	0,78	8,08	0,64	1,92
	2	17,25	0,75	8,09	0,64	1,92
	3	17,24	0,78	8,10	0,63	1,89
	4	17,97	0,45	8,10	0,49	1,47
	5	17,99	0,46	8,11	0,48	1,44

Infolge dieses Ladungsüberganges gewinnt das Cl-Atom nahezu ein Elektron an Ladungsmenge, und die vier H-Atome besitzen annähernd die gleiche Ladungsmenge.
Diese Untersuchung des NH_4Cl-Moleküls besitzt eine besondere Bedeutung, da es bis dahin nicht gelungen war, bei Verdampfen von festem Ammoniumchlorid dieses Molekül nachzuweisen. (Es wurden nur die Dissoziationsprodukte NH_3 und HCl gefunden.) Aus der Theorie folgt, daß das NH_4Cl-Molekül stabil ist, aber auch, daß es wegen der geringen Bindungsenergie (α 20 kcal/Mol) bei den Bedingungen des Verdampfens ($\simeq 400^{\circ}C$) zerfällt.

Die Anwendung der Quantenchemie beschränkt sich jedoch nicht nur auf solche einfachen Moleküle, sondern gestattet die Beschreibung verschiedenster Systeme. So kann man die Komplexverbindungen der Übergangsmetalle ebenso quantenchemisch behandeln wie einen Festkörper (z. B. ein Metall). Auch für die Untersuchung der chemisorptiven Bindung, also der Bindung von gasförmigen Atomen oder Molekülen auf Festkörperoberflächen (vgl. Artikel "Oberflächenchemie" 8.Jg., H.1), kann

man die Quantenchemie erfolgreich anwenden.
Als Beispiel soll die metallische Modifikation des Wasserstoffs erwähnt werden. Auf Grund experimenteller Befunde (Diskontinuität der Ausbreitung der seismischen Wellen) nimmt man an, daß der Erdkern infolge des hohen Druckes auch metallischen Wasserstoff enthält. Wie quantenchemische Modellrechnungen zeigen, ist bei einem Druck von etwa $2\text{-}6 \cdot 10^6$ atm der Übergang in die metallische Modifikation des Wasserstoffs möglich, die inzwischen von sowjetischen Wissenschaftlern bei einem Druck von $\approx 3 \cdot 10^6$ atm experimentell erzeugt werden konnte. Ein interessantes Ergebnis dieser Modellrechnungen ist, daß bei solchen extrem hohen Drücken vor dem Übergang in die metallische Modifikation die Entartung der ns-, np-, nd-Funktionen im H-Atom aufgehoben wird, wobei jedoch die Reihenfolge "verkehrt" ist. Mit zunehmender Energie ergibt sich folgende Anordnung der Energieniveaus: 1s, 2p, 2s, 3d, 3p, 3s, 4f, 4d, 4p, 4s usw. Das deutet darauf hin, daß unter obigen Bedingungen eine ganz andere Chemie möglich ist, als wir sie bisher kennen.

Zum Abschluß dieses Abschnittes sei darauf hingewiesen, daß die Bedeutung der Quantenchemie nicht nur in der möglichst genauen Berechnung bestimmter Moleküleigenschaften liegt, sondern daß ihre große Bedeutung für den experimentell arbeitenden Chemiker in der Entwicklung qualitativer Vorstellungen über die chemische Bindung besteht. Hier sind vor allem die Ihnen aus dem Chemieunterricht bekannten Vorstellungen über σ- und π-Bindungen sowie über die Hybridisierung zu nennen. Hierauf soll aber nicht weiter eingegangen werden, da die Fülle des Materials eine eigenständige Artikelserie rechtfertigen würde.

5. Weitere Anwendungen der Quantenmechanik in der Chemie

Die bisher beschriebenen Anwendungen der Quantenmechanik

beschränkten sich auf die Elektronenhülle von Atomen und Molekülen. Löst man die SCHRÖDINGER-Gleichung unter anderen Voraussetzungen, als sie im 1. Teil gemacht worden sind (z. B. keine BORN-OPPENHEIMER-Näherung), so kann man auch Kernbewegungen quantenchemisch untersuchen. Solche Kernbewegungen sind z. B. die Translation eines Atoms oder Moleküls, die Rotation eines Moleküls und die Schwingungen der Atome eines Moleküls gegeneinander. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse sind wichtig z. B. für das theoretische Verständnis der IR-Spektroskopie, was die breite Anwendung dieser Methode in der Chemie ermöglichte. Auch für die statistische Thermodynamik, die thermodynamische Größen für eine Gesamtheit sehr vieler Teilchen aus den atomaren bzw. molekularen Eigenschaften der einzelnen Teilchen berechnet, sind solche quantenchemischen Untersuchungen von großer Bedeutung.

+) Tatsächlich enthält auch die Potentialkurve für das "He_2" ein Minimum. Es befindet sich aber bei wesentlich größeren Atomabständen und die Bindungsenergie beträgt nur wenige kcal/mol.
Damit handelt es sich nicht um eine chemische Bindung. Wesentlich ist dabei, daß eine einheitliche Theorie sowohl chemische Bindungen als auch schwache Wechselwirkungen wie beim He_2 beschreiben kann, die beispielsweise dafür verantwortlich sind, daß sich Helium verflüssigen läßt.

Bemerkungen zum Thema Umweltschutz

Die Beziehungen der sozialistischen Gesellschaft zur Umwelt stehen im Zusammenhang mit den Produktionsverhältnissen. Die Reichtümer der Natur sind nicht nur nötig für die Produktion und Konsumtion, sondern sind auch Grundlage für die Erholung der Menschen.

Das verlangt, daß die Natur als Lebensraum der Gesellschaft sorgsam geschützt wird.
Eine besondere Bedeutung kommt der Pflege der Gewässer zu. Ein gutes Beispiel bietet die Talsperre Pöhl, die nicht nur Zweckbau, sondern sogleich eines der schönsten Erholungszentren ist. Auch die Ostseeküste muß in das Problem des Umweltschutzes einbezogen werden. Es wurden hier zahlreiche neue Kläranlagen gebaut und ältere rekonstruiert. Um der Ölverschmutzung zu begegnen, wurde 1969 eine Verordnung zur Verhütung und Bekämpfung von Ölhavarien erlassen.
Große Schwierigkeiten wirft die Restverschmutzung der Gewässer auf. Vor allem führen Nitrate und Phosphatverbindungen als Nährstoffe zur Nährstoffanreicherung in Gewässern, in deren Gefolge Massenentwicklungen von Algen stehen. Diese beeinträchtigen sowohl Geruch und Geschmack des Wassers und haben toxische Wirkungen auf wirbellose Tiere, Fische, Haustiere und auch die Menschen. Beim Absterben der Algen wird dem Wasser Sauerstoff entzogen, wodurch der normale aerobe Abbau der Substanzen in anaerobe Fäulnis übergehen kann. Diese Gewässer erschweren die Nutzung als Trinkwasser und auch als Betriebswasser und fallen für Erholungszwecke und sportliche Zwecke zum Teil aus.
Ein anderes Problem wirft die Schädlings- und Unkrautbekämpfung auf. Diese Mittel sichern hohe Erträge in der Land- und Forstwirtschaft, doch ihre Wirkungen auf die Bodenbakterien oder auf die Mikroorganismen im Wasser sind noch nicht hinreichend bekannt. Nach Erhebungen einer Förderation der UNO sind im Weltmaßstab rund 500 000 t DDT in Küstengewässer abgeschwemmt worden, was durchaus ernsthafte Auswirkungen auf Ernährung von Tier und Mensch haben kann. Der Umweltschutz muß in der Zukunft noch stärkere Beachtung finden.

IX. Parteitag der SED-

MARKSTEIN DER ENTWICKLUNG UNSERER GESELLSCHAFT

Wenige Wochen trennen uns noch vom IX. Parteitag, der für das neue Planjahrfünft die nächsten Schwerpunktaufgaben der Politik, Wirtschaft, Ideologie und Kultur fixiert. Aus den Richtlinien für den kommenden 5-Jahrplan werden sich neue Anforderungen an Universitäten und Schulen ableiten.

Auskunft über neue Aufgaben für Studenten, Hochschule und Industrie geben:

Prof. Dr. P o h l — Leiter der Hauptabteilung Optikentwicklung im VEB Carl Zeiß Jena und Hochschuldozent an der Sektion Physik der FSU Jena

Dr. G ö t z — Direktor für Erziehung und Ausbildung der Sektion Physik der FSU Jena

„impuls 68":

Wie wird die Rolle der Wissenschaft als Produktivkraft in den nächsten 10 Jahren und darüber hinaus im VEB Carl Zeiß Jena verwirklicht werden?

Prof. Pohl:

So wie in den Parteitagsdokumenten steht auch in unserem Kombinat die Wissenschaft und Technik an der Spitze des Intensivierungsprozesses. Realisiert wird diese Funktion der Wissenschaft und Technik dadurch, daß hier wesentlich neue Geräte mit neuen Gebrauchswerten entwickelt werden, die gleichen oder ähnlichen Aufwand wie die gegenwärtige Produktion erfordern. Das ist letztenendes die Marxsche Definition der Produktivität: Mehr Gebrauchswerte bei gleichem Aufwand. Wir sind in unserem Kombinat gut vorbereitet. Es sind die langfristigen Ziele über mehr als eine 5-Jahrplan-Periode

konzipiert. Wir wissen, welche Anforderungen stehen, wir kennen das Tempo. Wir wissen auch, daß dazu Menschen notwendig sind, die ein außerordentlich hohes Fachwissen haben, gepaart mit der aus dem sozialistischen Bewußtsein erwachsenden Einsatzbereitschaft. Das wird kein leichter Weg - aber leicht haben wir es ja noch nie gehabt.
Die Rolle der Wissenschaft und Technik wird - vielleicht ist dies wirklich ein wesentlich neuer Zug dieses 5-Jahrplans - durch eine anspruchsvolle Technologie umgesetzt. Nach unserer Auffassung muß das wissenschaftlich-technische Niveau der Technologie maßgebend erhöht werden. Während wir in den letzten Jahren viele Physiker vor allem in der Geräteentwicklung und in der Forschung eingesetzt haben, muß das zukünftig in verstärktem Maße in der Technologie geschehen. Der Physiker muß in der Technologie die Physik suchen, finden und seine fachwissenschaftlichen Trümpfe dort ausspielen.

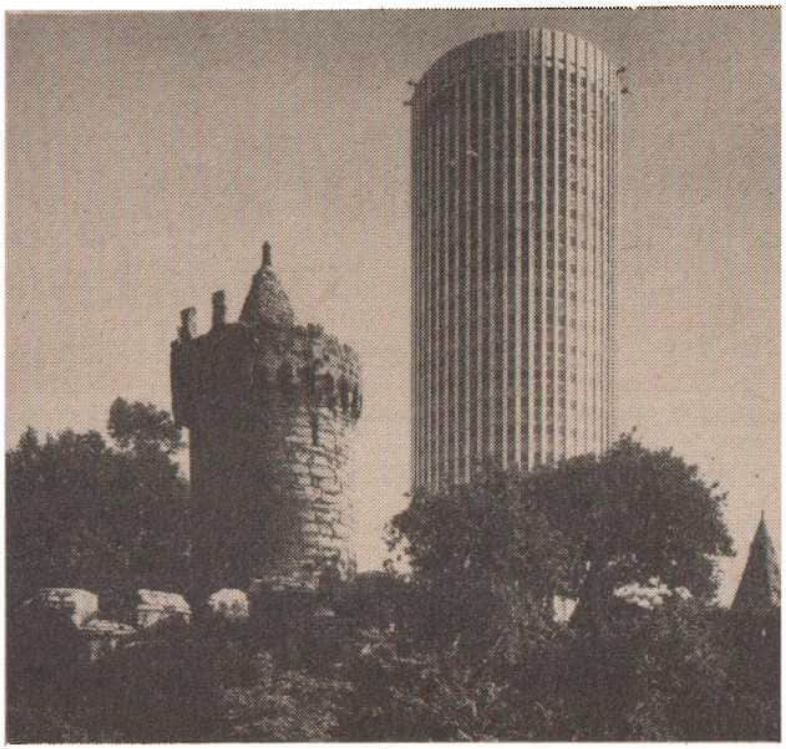
„impuls 68":

Welche Schwerpunkte müssen für die Ausbildung an Hochschulen gesetzt werden, damit der Absolvent den gewachsenen Anforderungen der Produktion gerecht wird?

Prof. Pohl:

Der Physiker der Zukunft muß die klassische Physik hervorragend beherrschen, d.h. auf einem ausgesprochen anspruchsvollen theoretischen Niveau. Technologie ist keine Bastelei. Das ist die Technologie der Vergangenheit. Die Technologie der Zukunft ist wissenschaftlich, theoretisch durchdrungen. Deshalb fordern wir gleichzeitig mit der technologischen Orientierung eine Erhöhung des theoretischen Niveaus der Absolventen. Das wird später stark zu Buche schlagen. Was die gesellschaftliche Entwicklung der Schüler und Studenten anbetrifft, so muß ein Absolvent in der Lage sein, Kollektive zu leiten. Ich kann jedem jungen Menschen nur empfehlen, sich gesellschaftlich im Jugendverband zu bewähren. Unsere zukünftigen Mitarbeiter müssen fest in unserer Gesellschaft verankert sein, weil die Anforderungen der Zukunft von ihnen

ein starkes Rückgrat verlangen, damit sie ihre Gedanken auch zielbewußt verwirklichen und nicht beim geringsten Widerstand passen.
Darüber hinaus würde ich noch sehr stark auf gute Sprachkenntnisse orientieren. Dabei steht Russisch im Vordergrund, weil wir natürlich nicht die wachsende Zusammenarbeit mit der UdSSR mit Dolmetschern verwirklichen können. Eine nachträgliche fremdsprachliche Qualifizierung von Wissenschaftlern bedeutet einen unvorstellbar hohen Aufwand.



Das nach dem VIII. Parteitag der SED übergebene Universitätshochhaus, im Vordergrund der historische Pulverturm

„impuls 68":
Dr. Götz, wie wird von seiten der Hochschule garantiert, daß die Studenten den von der Industrie gestellten Anforderungen gerecht werden können?
Welche Aufgaben sehen Sie dabei für Studenten und Schüler?

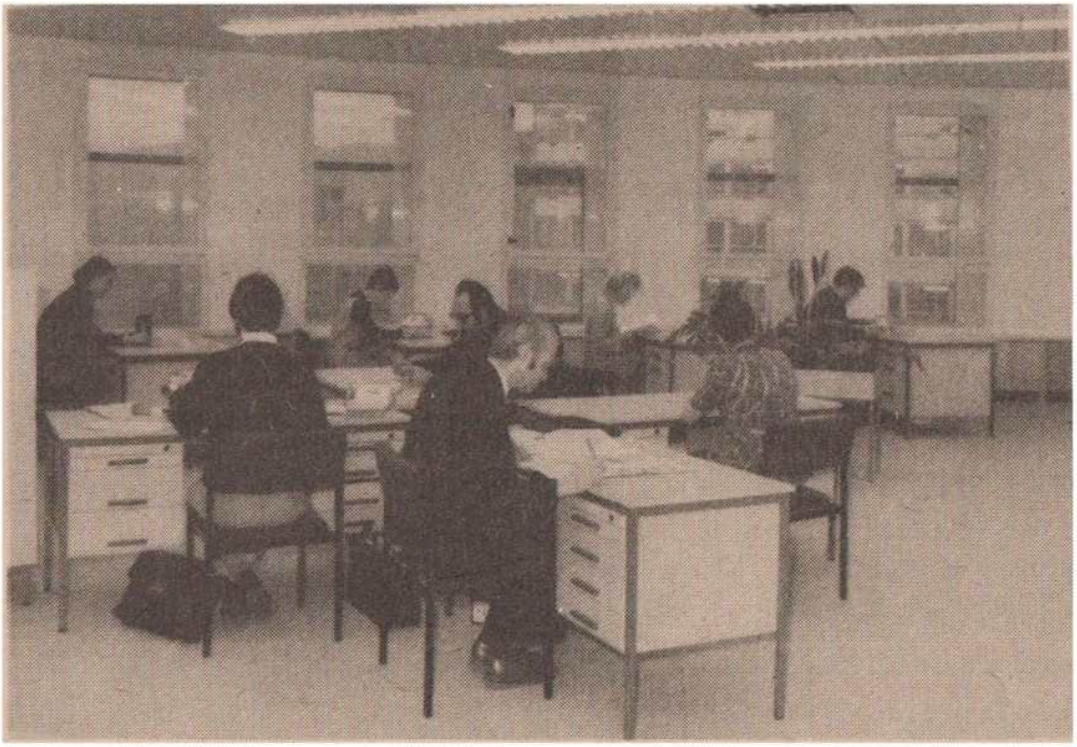
Dr. Götz:
Seit zwei Jahren lernen die Studenten nach einem präzisierten Studienplan. Dieser ist genau auf die Anforderungen der Industrie orientiert. Schwerpunkte sind dabei eine fundierte Grundlagenausbildung - vor allem in der klassischen Physik - und eine gute praktische Ausbildung. Eine Reihe von Prakti-

ka führt von Studienbeginn bis zur Diplomarbeit. Der Student wird darin mit der schöpferischen Arbeit vertraut gemacht. Er soll nicht nur die in der Praktikumsanleitung stehenden Aufgaben lösen, sondern darüberhinaus auch Anleitungen ergänzen und weiterentwickeln. In einigen speziellen Lehrveranstaltungen, wie z. B. in den Vorlesungen 'Sozialistische Betriebswirtschaft' oder 'Technologie für Physiker',werden Probleme des späteren Einsatzes in Betrieben erörtert.

Für Oberschüler ist es wichtig, daß sie sich gute Grundkenntnisse aneignen. Darauf baut sich alles auf. Es erscheint mir weniger wesentlich, sich in die höchsten Gefilde der Physik schon in der Oberschule zu begeben - sondern es kommt darauf an, die elementaren Grundgesetze der Physik zu beherrschen. An der Schule sollte auch die praktische Arbeit weiter verstärkt werden. Es gibt immer wieder die Probleme bei unseren Studenten, daß sie sehr wenig praktische Erfahrungen mitbringen, wie z. B. das Löten oder den Entwurf kleiner Schaltungen. Es wäre also für Oberschüler und Abiturienten empfehlenswert, in dieser Richtung verstärkt Initiativen zu ergreifen.

Um die wissenschaftlichen Erkenntnisse der fortgeschrittenen Länder zu nutzen, ist es für uns notwendig, die Fremdsprachen auf einem so hohen Niveau zu beherrschen, daß die entsprechende Literatur im Original ausgewertet werden kann. In den neuen Studienplänen wird das durch eine intensive Sprachausbildung, die mit einer Prüfung abgeschlossen wird, berücksichtigt. Voraussetzung dazu ist natürlich eine an der Oberschule erreichte solide Basis der Russisch-, Englisch- und eventuell Französischkenntnisse.

Die Probleme der FDJ stehen im Mittelpunkt unserer gesamten Arbeit. Das betrifft organisatorische sowie auch inhaltliche Fragen der Gestaltung von Lehrveranstaltungen. Große Bedeu-



Innenansicht des Universitätshochhauses (Fotos:HSB Uni Jena)

tung hat das direkte Gespräch zwischen Hochschullehrer und Studenten, um so eine Optimierung der Ausbildung an der Universität zu erreichen. Eine wichtige Komponente dabei ist, eine positive Studieneinstellung bei den Studenten zu entwickeln. Es reicht nicht aus, daß die Hochschule Studienstrecken bietet, in denen schöpferisch gearbeitet werden kann (wie z. B. Seminare für Beststudenten). Entscheidend ist, daß der Student auch schöpferisch arbeiten will. Sein Ziel sollte es sein, die Physik so zu <u>studieren</u> - nicht nur aus den Büchern zu lernen -, daß er sie auch ein ganz kleines Stück mit weiterentwickelt. DAS MUSS MAN WOLLEN!

„impuls 68":

Herr Prof. Pohl, Herr Dr. Götz, wir danken Ihnen für dieses Interview.

(Das Interview führte H.Hedler)

Seuchenüberträger

War bis zum Ende des zweiten Weltkrieges die Ratte "Seuchenüberträger Nr. 1", so hat in den letzten 20 Jahren die Haustaube deren Rang eingenommen. Sämtliche Mikroorganismentypen pathogener Art konnten bisher auf ihr nachgewiesen werden - Bakterien, Pilze, Viren. Durch das äußerst hohe Geselligkeitsbedürfnis der Vögel und deren relativ großen Aktionsradius können sich Infektionskrankheiten in mit Tauben reich "gesegneten" Landstrichen - besonders in Städten - explosionsartig ausbreiten.

Gravitationswellen-Nachweis erneut fehlgeschlagen

In verschiedenen Staaten werden Versuche unternommen, die durch die Allgemeine Relativitätstheorie vorhergesagten Gravitationswellen nachzuweisen. Eine Quelle derartiger Gravitationswellen sollen die Pulsare (schnell rotierende Neutronensterne) sein.

Eine Gruppe amerikanischer Wissenschaftler verwendete als "Antenne" für den Nachweis dieser hypothetischen Wellen - die ganze Erde! Unter der Einwirkung kosmischer Gravitationswellen müßte der Kern unseres Planeten Schwingungen ausführen. Um diese zu registrieren, wurden äußerst empfindliche Seismometer in geologisch "ruhigen" Gebieten Kaliforniens aufgestellt. Obwohl es mit Hilfe dieser Geräte möglich gewesen wäre, vertikale Bewegungen des Erdkerns von 10^{-11} ... 10^{-14} m (je nach Frequenz) nachzuweisen, konnten keine Ereignisse registriert werden, die als Nachweis von Gravitationsstrahlung gelten könnten.

15 JAHRE BEMANNTE RAUMFAHRT wie geht es weiter ?

Am besten beginnen wir unseren Ausblick mit einer kurzen Rückblende auf 15 Jahre bemannte Raumfahrt - von 1961 bis 1976. Was gab es da an Erstleistungen? Eigentlich all das, wovon die Raumfahrt heute "lebt"! Erinnern wir uns kurz:

1961 - erster Raumflug eines Menschen (Wostok-1)

1965 - erster Ausstieg eines Menschen in den freien Weltraum (Woschod-2)

1966 - erstes Kopplungsmanöver im Weltraum (Gemini 8 mit Zielsatellit)

1968 - bemannte Mondumrundung (Apollo 8)

1969 - erste Experimentalstation auf der Umlaufbahn (Sojus 4/5)

1969 - bemannte Mondlandung (Apollo 11)

1971 - erste wissenschaftliche Orbitalstation (Salut 1)

1975 - erster internationaler Raumflug (Sojus-Apollo)

Eine beeindruckende Bilanz, die die Dynamik der Entwicklung von Wissenschaft und Technik in unserer Zeit veranschaulicht. Fast scheint es, als ob nun die Zeit der Pioniertaten im erdnahen Kosmos zu Ende sei. Zieht der "kosmische Alltag" ein?

1. Raumfahrt wird zu einem Industriezweig

Auf den ersten Blick ist das eigentlich einleuchtend. Natürlich stellt die Raumfahrtindustrie schon heute ein gewaltiges volkswirtschaftliches Potential dar, und ihre Er-

gebnisse kommen längst der gesamten Wirtschaft zugute. Erinnert sei hier wieder einmal an die Bratpfannenbeschichtung mit PTFE, einem Werkstoff, der aus der Raumfahrt stammt und als Hitzeschild verwendet wird. Ein aktuelles Beispiel wurde kürzlich bekannt: Bei ihrem Flug mit Sojus 19 trugen die sowjetischen Kosmonauten Leonow und Kubassow feuersichere Spezialanzüge aus einem Stoff, dem Temperaturen bis 1000° C und aggressive Säuren nichts anhaben können. Er wird in der Metallurgie Verwendung finden. Weitere Beispiele ließen sich genug aufzählen. Aber in der Überschrift ist mehr die Raumfahrt selbst gemeint, der kosmische Flug an sich.

Der Orbitalflug in der Erdumlaufbahn ist über das reine Erprobungsstadium längst hinaus. Die direkte Erkundung unseres Planeten, die "zweite Entdeckung der Erde" steht auf dem Programm - kurz: der Einsatz von Orbitalstationen. Natürlich ist auch auf diesem Gebiet bereits Beachtliches geleistet worden. Wir erinnern hier nur an den Flug von Sojus 18/Salut 4 (63 Tage) oder an den 84-tägigen Weltraumaufenthalt dreier amerikanischer Astronauten auf der Station "Skylab". Solche Unternehmen stellen bereits Routineeinsätze dar. Nahezu die gesamte Flugzeit ist mit wissenschaftlich und volkswirtschaftlich bedeutsamen Forschungen ausgefüllt. Denken wir auch an die technologischen Experimente während des "Sojus-Apollo"-Programms im Juli 1975! (Vgl. Jahrg. 8, Heft 6,7.) Ein Teil dieser Arbeiten ist prinzipiell nur auf Orbitalstationen ausführbar, da sie Weltraumbedingungen erfordern (niedrige Temperatur, fast ideales Vakuum, Schwerelosigkeit). In dieser Hinsicht sind also die heutigen Kosmonauten praktisch Vorläufer zukünftiger Weltraum-Arbeiter und Ingenieure in kosmischen Fabriken. Aber vergessen wir nicht: Stationen wie "Salut" und "Skylab" stellen trotz aller relativen Vollkommenheit nur

Experimentalbauten dar. Ihre Nachteile:

- zu geringes Volumen — Zahl der Besatzungsmitglieder begrenzt (2-3); Zahl der Geräte und Apparaturen stark begrenzt
- zu geringe Autonomie (d.h. Selbständigkeit); der Flug einer einzigen Station muß von vielen Bodenstationen überwacht werden, da viele Kontrollgeräte nicht an Bord unterzubringen sind
- für jeden Besatzungswechsel ist ein vollständiges neues Raumschiff notwendig.

2. Welchen Weg gehen wir?

Wie wir es auch betrachten mögen: die gewaltigen Vorteile, die Orbitalstationen bieten, können erst ausgenutzt werden, wenn diese Beschränkungen wegfallen. Dazu aber müssen Raumstationen geschaffen werden, die in ihrer Masse die Nutzlast aller verfügbaren Raketen übersteigen. Wie kann das erreicht werden?

1. Entweder die Nutzlast der Raketen wird beträchtlich gesteigert, oder
2. die Stationen werden in Blockbauweise auf der Umlaufbahn zusammengesetzt.

Dagegen könnte man nun folgende Einwände bringen:
Die Nutzlast der bekannten Raketentypen läßt sich nicht mehr beträchtlich steigern, ohne an technologische Grenzen zu stoßen. Theoretisch könnte man sich eine Rakete vorstellen, die zehnmal größer als die "Saturn 5"-Rakete des Apollo-Programms ist. Bauen könnte man sie allerdings (beim heutigen technischen Stand) kaum, auch die Kosten könnte niemand verkraften. Ganz abgesehen davon, daß sich ein solches Monstrum wohl auch im Flug schwer beherrschen ließe. Dieser Weg ist also nicht gangbar!
Baut man nun eine Station aus Einzelteilen auf der Umlauf-

bahn zusammen, so kann man bei den heute üblichen Standardraketen (z. B. Sojus-Träger) bleiben; jede Rakete transportiert dann nur ein Teil "nach oben". Aber: dazu brauchen wir sehr viele Raketen und obendrein noch Monteure! Und nun kommt das Wesentlichste: alle verwendeten Raketen können nie wieder genutzt werden, sie sind reine Verlustgeräte! Von einer modernen Dreistufenrakete gelangt nur die dritte Stufe auf die Bahn, und die macht nur einen kleinen Teil der ganzen Rakete aus. Alles andere dient als Hilfsmittel zum Erreichen der Bahn und ist nicht wieder zurückzugewinnen.

An dieser Stelle muß also das Neue ansetzen. Und es ist nicht verwegen zu behaupten: In den nächsten zehn Jahren werden wir Zeugen eines qualitativen Wandels in der Raumflugtechnik sein, zumindest aber seinen Anfang erleben!

Wie wird das nun aussehen?

3, Kosmoljot und Space Shuttle - Raumfahrt wird rentabler

Das Grundprinzip des neuen Startverfahrens könnte man auch als "kosmisches Huckepack" bezeichnen: Die heutige Mehrstufenrakete wird ersetzt durch ein zweiteiliges Fahrzeug! Dabei deutet die sowjetische Wortschöpfung "Kosmoljot" (übersetzt etwa als "kosmisches Flugzeug") bereits die Grundidee an:

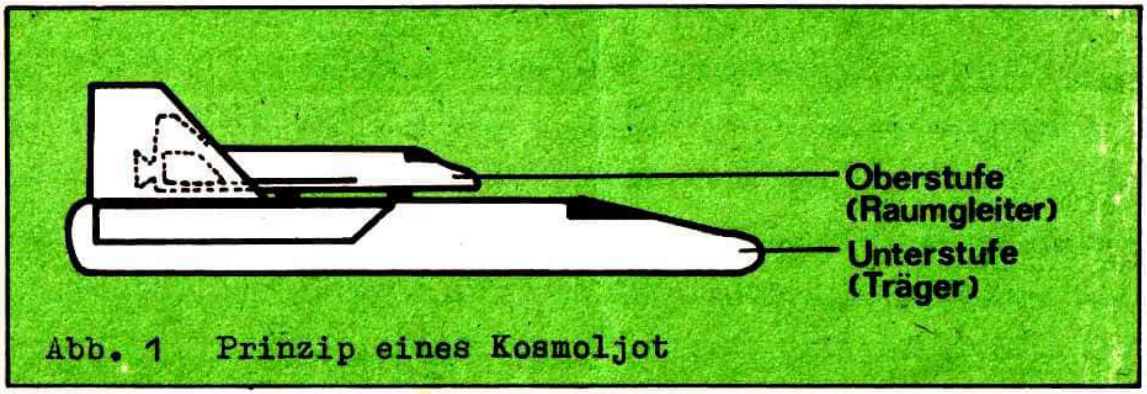


Abb. 1 Prinzip eines Kosmoljot

Die Startstufe ist noch kein eigentliches Raumfahrzeug. Sie gleicht vielmehr einem Flugzeug sehr stark; auch arbeitet sie mit "luftatmenden" Strahltriebwerken, sie ist also nur für den Flug innerhalb der Erdatmosphäre bestimmt. Die Oberstufe ist der eigentliche Raumflugkörper, ausgerüstet mit Raketentriebwerken und einem großen Frachtraum. Beide Stufen werden von Piloten gesteuert, und beide Stufen sind mehrmals wiederzuverwenden. Wie geht nun der Aufstieg vonstatten?

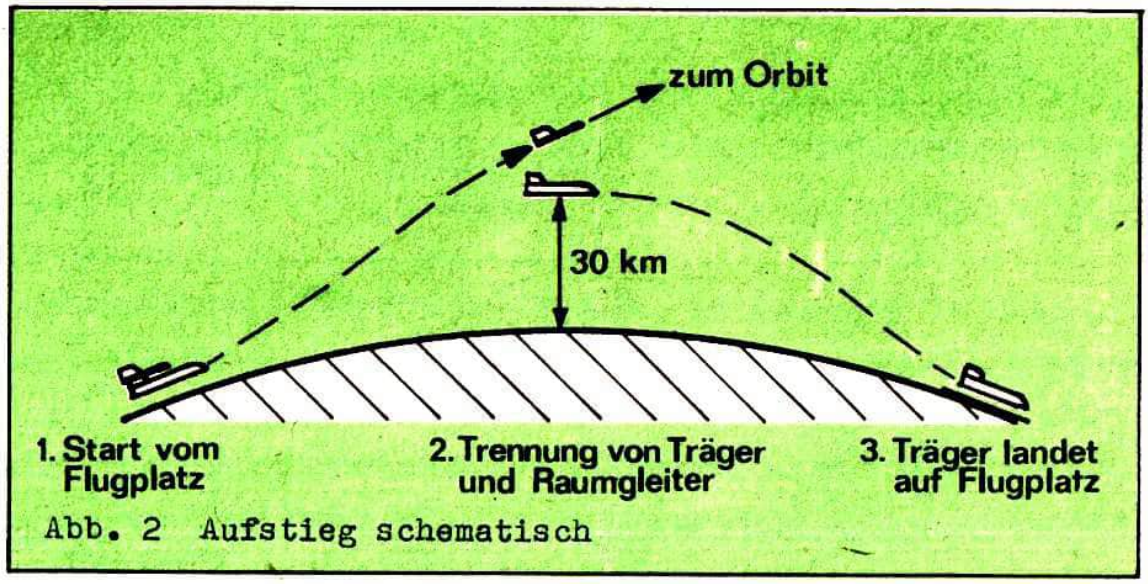


Abb. 2 Aufstieg schematisch

Beim Start und Steigflug ist der Raumgleiter (die "Oberstufe") auf dem Rücken des Trägers verankert. Das System startet mit Hilfe der Strahltriebwerke des Trägers wie ein normales Flugzeug (also waagerecht) und geht in den Steigflug über. In etwa 30 km Höhe wird eine Geschwindigkeit von fast 8ooo km/h (etwa 2,2 km/s) erreicht. Nun kommt der entscheidende Augenblick: Der Raumgleiter löst sich vom Träger und zündet die eigenen Triebwerke, während der Träger (von seinen Piloten gesteuert) zur Landung auf einem Flugplatz ansetzt. Je nach Brenndauer der Raketentriebwerke des Raumgleiters kann nun eine bestimmte Endgeschwindigkeit erreicht werden. Ist sie größer als 7,9 km/s, so ist die "Oberstufe" des Systems Kosmoljot zu einem künstlichen

Satelliten der Erde geworden und kann mit der Erfüllung des Missionsprogramms beginnen.

Die Landung geht etwas anders vonstatten, hierbei ist der Träger nicht mehr erforderlich.

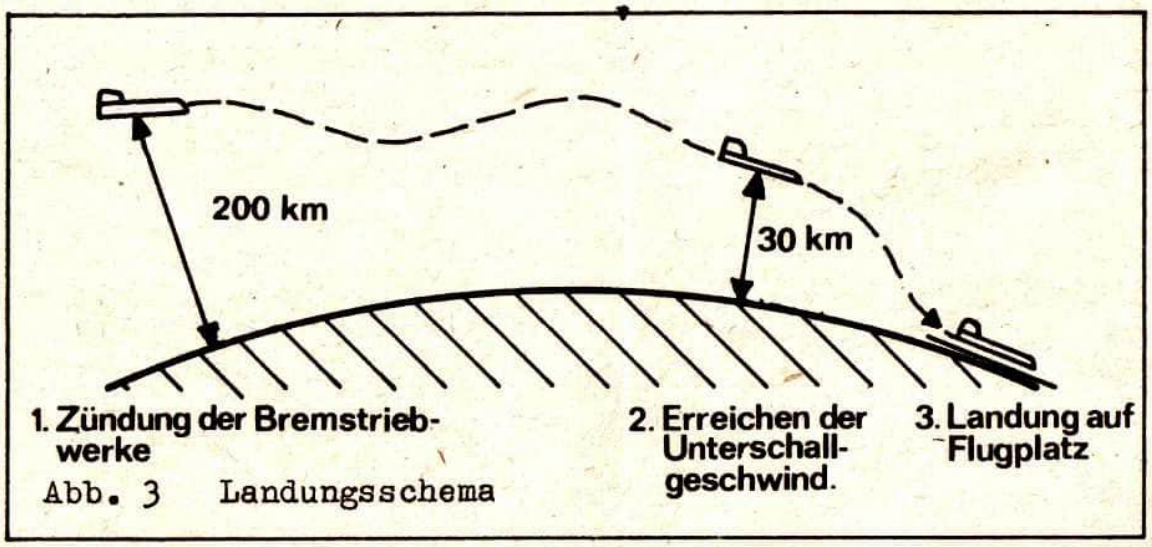


Abb. 3 Landungsschema

Die Piloten des Raumgleiters zünden die Bremstriebwerke des Flugkörpers. Dadurch verringert sich die Geschwindigkeit unter die Kreisbahngeschwindigkeit, und der Raumgleiter taucht in die dichteren Schichten der Erdatmosphäre ein und benutzt nun die Luft als "Polster". Zwar beträgt die Dichte der Erdatmosphäre in 50–100 km Höhe nur einen Bruchteil der Dichte an der Erdoberfläche, aber bei der hohen Geschwindigkeit des Flugkörpers bietet sie genügend Widerstand. (Wie "hart" Luft sein kann, wird jeder bestätigen, der einmal die Fingerspitzen aus dem Fenster eines mit 100 km/h fahrenden Autos gesteckt hat!) Auf diese Weise bremst also der Raumgleiter schrittweise seine Geschwindigkeit ab und gelangt so in 30 km Höhe in den Unterschallbereich. Nun kann die Landung mit Hilfe ausfahrbarer Strahltriebwerke wie bei einem normalen Flugzeug erfolgen. Auf jeden Fall müssen Startstufe und Raumgleiter vollendet aerodynamisch gestaltet sein. Das war bei bisher eingesetzten bemannten Raumfahrzeugen nicht notwendig, da sie nur für den Flug im Kosmos gedacht waren, wo es keinen Luft-

widerstand gibt.
Das amerikanische Projekt "Space Shuttle" (zu deutsch etwa "Raumfähre") ist ähnlich angelegt, allerdings geht der Start anders vonstatten. Die Startstufe ist eine Rakete, auf der huckepack der eigentliche Raumgleiter sitzt (nur der Gleiter ist bemannt). Der Start erfolgt dabei senkrecht, und die Startstufe ist nur teilweise wiederverwendbar. Ansonsten geht alles andere ähnlich vor sich.

4. Welche Vorteile bieten sich?

Zunächst liegt auf der Hand, daß die Flugkosten entscheidend gesenkt werden, da die Raumtransporter mehrmals verwendet werden können. Damit wird eine höhere Rentabilität erreicht.
Die Frachtsektion der Raumtransporter ist so groß konzipiert, daß eine kleine Raumstation für 2-4 Mann Besatzung (fertig montiert!) hineinpaßt. Soll eine derartige Station auf die Erde zurückgeholt werden (zur Reparatur bzw. Neuausrüstung), so wird sie einfach wieder "eingeladen" und zurücktransportiert. Das war bisher unmöglich!
Anstelle eines großen Frachtraumes kann auch eine geräumige "Passagierkabine" eingebaut werden, so daß Beschränkung der Besatzung auf bisher 3 Kosmonauten pro Start aufgehoben werden kann.
Sehr wichtig ist: Auf Grund des andersgearteten Flugablaufs treten nicht mehr so hohe Überbelastungen auf! Das kann den Raumfahrern nur recht sein.

Wir haben hier nur einige Vorzüge des neuen Prinzips genannt. Noch ist das alles Zukunftsmusik, und es ist auch noch nicht geklärt, ob alle technischen Fragen in den nächsten Jahren gelöst werden können. Als Beispiel soll nur genannt werden, daß in den 60er Jahren das amerikanische Raumgleiterprojekt X-20 "Dyna Soar" aufgegeben werden mußte! Trotzdem, die Per-

spektiven sind verlockend!
So plant z. B. die UdSSR für die 80er Jahre mittelgroße Raumstationen mit einer wechselnden Besatzung von 12-24 Mann. Das ist nur mit Raumtransportern zu bewältigen. Ebenso das Projekt "Spacelab", ein wiederverwendbares Raumlaboratorium, das von der westeuropäischen Behörde ESA konzipiert wurde und das den "Space Shuttle" voraussetzt.

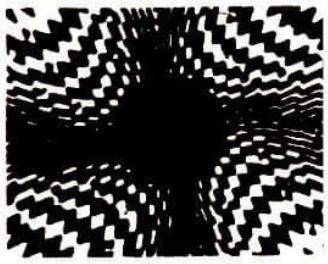
Die ersten Flüge solcher Raumtransporter sind für den Beginn der 80er Jahre angekündigt. Erwarten wir für den Anfang nicht zu viel - aber: Wir dürfen gespannt sein auf die nächsten 15 Jahre bemannte Raumfahrt!

L. Günther

Pluto mit Neon-Atmosphäre?

Amerikanische Wissenschaftler maßen das Reflexionsvermögen des sonnenfernsten Planeten unseres Sonnensystems, des Pluto, in verschiedenen Spektralbereichen. Sie kamen zu dem Schluß, daß der Atmosphärendruck an der Planetenoberfläche annähernd dem der Erde gleicht. Auf Grund der großen Entfernung des Pluto von der Sonne beträgt seine Oberflächentemperatur allerdings nur 43 K.
Unter diesen Bedingungen ist es lediglich das Edelgas Neon, das weder gefriert noch sich in den Weltraum verflüchtigt. Derart häufige Gase im interplanetaren Raum wie Methan oder Wasserstoff dürften in der Pluto-Atmosphäre nicht anzutreffen sein: Methan kondensiert 100%ig , und der Wasserstoff entweicht fast vollständig in den Weltraum. Also ist es wahrscheinlich, daß die Atmosphäre des sonnenfernsten Planeten aus reinem Neon besteht!

physikaufgabe ⑩



In 10 äußerlich gleich aussehenden Paketen befinden sich jeweils 10 Kugeln gleicher Größe und von gleichem Aussehen. 9 Pakete enthalten Kugeln von je 1 kp Gewicht, ein Paket jedoch enthält Kugeln von je 1,1 kp.
Ist es möglich, mit nur einmaligem Wägen festzustellen, in welchem Paket sich die schwereren Kugeln befinden ?

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

---

lösung der physikaufgabe 7 aus Heft 5 / 9. jg.

aufgabe:

Zwischen Berlin-Schönefeld und Dresden verkehrt täglich ein bestimmtes Flugzeug. Ist die reine Flugzeit, für den Hinflug nach Dresden und für den Rückflug nach Schönefeld zusammengenommen, an Tagen, an denen starke Winde in Richtung Schönefeld - Dresden wehen, kürzer, gleichlang oder länger als an windstillen Tagen?

lösung:

eingesandt von Lutz Hergert, Oberschüler, Mügeln/Oschatz

x ≙ Windgeschwindigkeit

v ≙ Geschwindigkeit des Flugzeugs

s ≙ Entfernung Berlin-Dresden

Flugzeit bei Windstille: $t_o = \frac{2\,s}{v}$

Flugzeit bei Wind:

$$t_m = t_{hin} + t_{rück} = \frac{s}{v+x} + \frac{s}{v-x} = \frac{2sv}{v^2-x^2} = \frac{2\,s}{v}\left(\frac{1}{1-x^2/v^2}\right)$$

Da der letzte Faktor für x 0 immer grösser 1 ist folgt:
Bei starkem Wind wird die Flugzeit grösser als bei Windstille sein.

Höflichkeit: Verhalten Adams zu Eva in der Vorapfelzeit

Die Menschen sind nicht immer, was sie scheinen - selten etwas Besseres.

G. E. Lessing

Wir lieben die Menschen, die frisch heraussagen, was sie denken – falls sie das gleiche denken wie wir.

M. Twain

Intellektueller: Jemand der erklären kann, warum dieses Wort mit zwei l geschrieben wird

Zwei Regenwürmer begegnen einander im Chrysanthemenfeld. „Nanu, erkundet sich die eine, „heute so allein? Was macht denn Ihr Mann?" „Ach", seufzte die andere, „der musste zum Angeln ..."

Aufgeregt kommt einer zur Polizei: „Um Gottes willen, meine Schwiegermutter hat sich ufgehängt!" „Haben Sie se denn runterjeschnitten???" fragt der Polizist. „Nee," meint der biedere Schwiegersohn. „Se war ja noch lebendig!!!"

Geist: Gabe, mit der die Natur uns selbst im Überfluß ausgestattet, die anderen aber übergangen hat

"Harte, Emil, hier steckt noch ein Trabant drin."

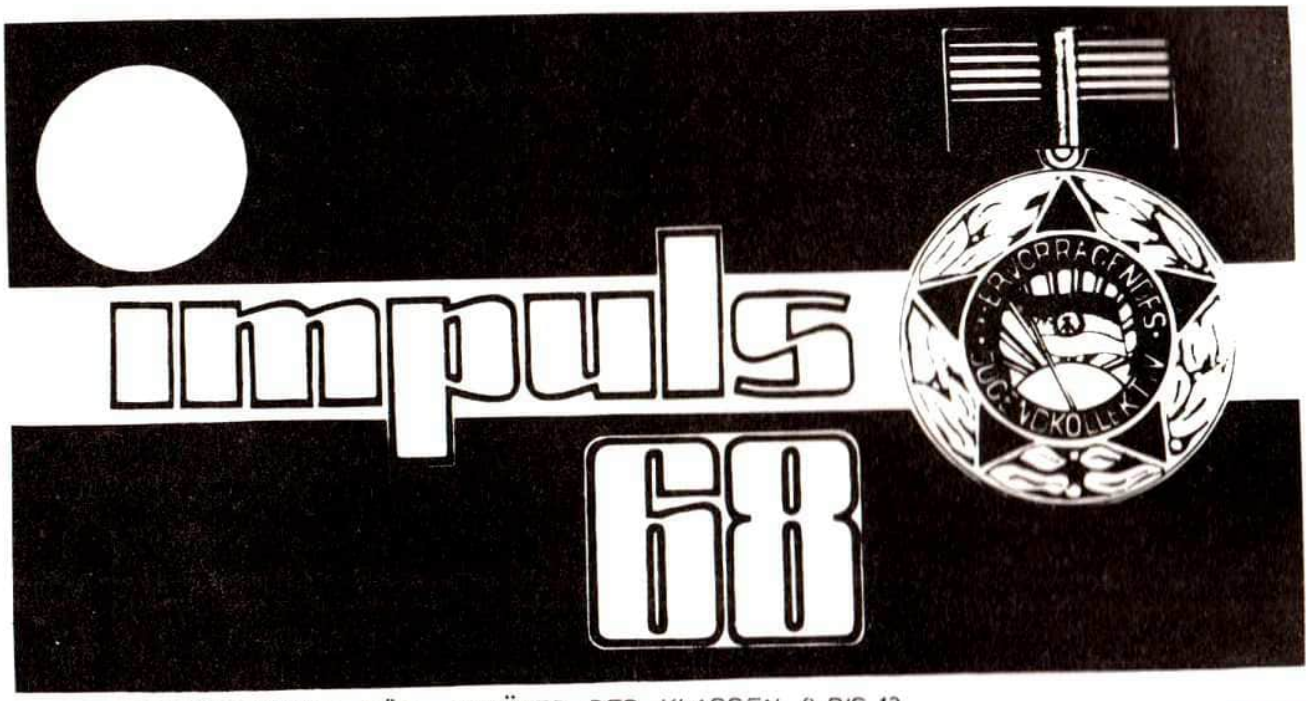
Jugend: Leckerbissen, den man schon heruntergeschluckt hat, noch ehe man so recht auf seinen Geschmack gekommen ist

Die Arbeit ist erst dann wirklich, wenn auch der Papierkrieg erledigt ist.

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

9. Jahrgang (1975/76) Heft 9/10



MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

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

Chefredakteur: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig **Amt. Chefredakteur:** Dr. E. Welsch
Finanzen: Dipl.-Phys. G. Welsch
Redaktion: G. Hüller (Chemie), Dipl.-Biol. B. Schubert (Biologie), W. Hild (Gestaltung), L. Günther (Astro, fotograf. Gestaltung), H. Hedler (Korrespondenz, Aufgaben), Dipl.-Chem. P. Renner

Inhalt:

Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen und ihre Besonderheiten	PHY	3
Interview mit Prof. Uhlig		13
Kubanischer Humor versiegte auch in mißlicher Lage nicht		17
Plasma zur Werkstoffbearbeitung		20
Glaskeramiken – neue Werkstoffe mit interessanten Eigenschaften	CHE	21
Zellen für das Elektronengehirn		31
„Diderots Enzyklopädie"		37
Liebe Leser		42
Physik im Sport	PHY	43
Büchermarkt		49
Das 5-Jahresstudium im Fach Chemie an der FSU Jena		51
Abrüstung unaufschiebbar	DOK	57
Physikaufgabe 11		63

D. Bölte

Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen und ihre Besonderheiten

(aus Funkamateur 11/1974, gekürzt)

PHYSIK

Die quasioptische Ausbreitung

Die Ultrakurzwellen nehmen im Spektrum der elektromagnetischen Schwingungen den Bereich von 1o m bis 1m ein, das entspricht einem Frequenzbereich von 3o MHz bis 3oo MHz.
Entgegen der Wellenausbreitung im Kurzwellenbereich finden in diesem Frequenzgebiet, abgesehen von sehr seltenen Ausnahmen, keine ionosphärischen Reflexionen statt. Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen nähert sich weitgehend der des Lichts. Aus diesem Grunde spricht man von einer quasioptischen Wellenausbreitung. Die Ultrakurzwellen breiten sich nahezu geradlinig aus und werden wie das Licht reflektiert, gebeugt und gebrochen. Gerade hierdurch eröffnen sich für den Funkamateur interessante Möglichkeiten zum Erzielen von Überreichweiten.
Innerhalb der theoretisch möglichen optischen Sichtweite eignen sich die Ultrakurzwellen besonders gut zur sicheren Überbrückung relativ geringer Entfernungen bei praktisch konstanten Feldstärken.
Bei einem Erdradius von 637o km errechnet sich die optische Sichtweite nach der Formel

$$d = 3{,}55\ (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

(d in km, h = Höhe der Antennen über Normal Null = NN).
Die tatsächlichen Reichweiten der UKW gehen jedoch um etwa 15% über den optischen Horizont hinaus. Erklärt wird dies mit dem nach oben abnehmenden Brechungskoeffizienten der Luft.
Selbstverständlich sind die erzielbaren Reichweiten bei der quasioptischen Ausbreitung der UKW von der Senderleistung, der Empfängerempfindlichkeit, der Ausführungsform der Anten-

ne usw. abhängig, denn die bei der Ausbreitung auftretende sogenannte Streckendämpfung - die Feldstärke nimmt linear mit der Entfernung ab - muß ausgeglichen werden.

Überreichweite durch Einflüsse der Troposphäre

Durch meteorologische Vorgänge in der Troposphäre treten relativ häufig UKW - Überreichweiten auf.
Normalerweise fällt in der Troposphäre die Temperatur mit zunehmender Höhe ab (um o,65 °C je 1oo m).Durch meteorologische Vorgänge kann jedoch die Änderung der Temperatur (und auch der relativen Feuchte) sprunghaft erfolgen. Dabei schieben sich warme Luftmassen zwischen oder über kältere Luftschichten und rufen eine Temperaturumkehr (Inversion) hervor.
Nach dem Brechungsgesetz der Optik wird ein Lichtstrahl beim Übergang von einem optisch dichten Medium in ein optisch dünnes Medium vom Lot weg gebrochen. Auch die Ultrakurzwellen verhalten sich bei Dichteänderungen des Ausbreitungsmediums wie das Licht. Die UKW - Strahlen erfahren eine Krümmung zur Erdoberfläche hin, das entspricht einer Vergrößerung des UKW - Horizontes, wenn eine wärmere (dünnere) Luftschicht über einer kälteren (dichteren) Luftschicht liegt. Je größer nun der Temperatursprung in der Inversion ist, desto größer wird der Dichteunterschied und damit der Brechungsindex.
Für die Entstehung von Inversionen gibt es verschiedene Ursachen, man unterscheidet:

- die Bodeninversion, die dadurch entsteht, daß der Erdboden am Tag durch intensive Sonnenstrahlung erwärmt wird und in der Nacht die gespeicherte Wärme an die bodennahen Luftschichten abgibt;
- die Höheninversion, die an Wolken- oder Dunstobergrenzen dadurch entsteht, daß ein Teil der Wärmestrahlung reflektiert wird, so daß die Temperatur hier abfällt;
- die Absinkinversion, die durch absinkende Luftmassen, die sich beim Absinken durch den steigenden Druck erwärmen, entsteht , indem sich diese über kältere, bodennahe Schichten lagern;

- die Advektions - Inversion, die entsteht, wenn sich horizontal bewegte, warme Luftmassen über kältere Luftmassen schichten.

Ganz besonders interessant für den UKW - Amateur ist das Auftreten von mehreren übereinanderliegenden Inversionen. Hierdurch wird die sogenannte Duct - Übertragung (Schlauchübertragung) möglich. Sie äußert sich so, daß weit entfernte Stationen aus eng begrenzten Gebieten mit großen Feldstärken am Empfangsort einfallen. Gleichzeitig sind u.U. Stationen, die auf dem Übertragungsweg liegen, nicht zu hören. Bei der Duct - Übertragung wird der Funkstrahl, nachdem er zwischen die Inversionsschichten gelangt ist, solange von einer Schicht zur anderen reflektiert, bis er durch Löcher aus der unteren Schicht wieder austreten kann. Eine weitere Form des "ducting" kann auch zwischen dem Erdboden und einer Bodeninversionsschicht auftreten.
Die Überreichweiten durch Einflüsse in der Troposphäre können von den verschiedensten meteorologischen Vorgängen abhängig sein.

Überreichweiten durch Einflüsse der Ionosphäre

Wie bereits angedeutet, sind bei den Ultrakurzwellen normalerweise ionosphärische Reflexionen nicht mehr festzustellen. Und doch kann es innerhalb der E - Schicht zur Bildung von unregelmäßig verteilten und stark ionisierten Gebieten kommen, die dann reflektierend wirken. Diese Schicht nennt man sporadische E - Schicht, in der für einen Teil des UKW-Bereiches zwischen 3o MHz und 1oo MHz ionosphärische Reflexionen an der E_s - Schicht stattfinden können. Dieses Übertragungsphänomen kann man gelegentlich in den Rundfunk-UKW - und Fernsehbändern beobachten.
Da sich die E_s - Schicht in einer Höhe von 1oo bis 15o km ausbildet, läßt sich eine überbrückbare Entfernung von 1ooo km ... 2ooo km errechnen.

Überreichweiten durch Polarlichtreflexionen

Die bei einer Sonneneruption ausgeschleuderte Korpuskularstrahlung (Korpuskeln = kleinste Teilchen) erfährt durch

elektrische und magnetische Felder eine Ablenkung. Kommt ein Korpuskelstrom in Erdnähe, so werden durch das elektromagnetische Feld die Ionen und Elektronen der von der Sonne ausgeschleuderten Gasmassen in Richtung der Erdpole abgelenkt. Beim Eintreten in die Erdatmosphäre (Bild 1) entsteht eine zusätzliche Ionisierung, die eine Reflexion von ultrakurzen Wellen möglich macht; auch das sichtbare Polarlicht ist Ausdruck dieser Ionisierung.

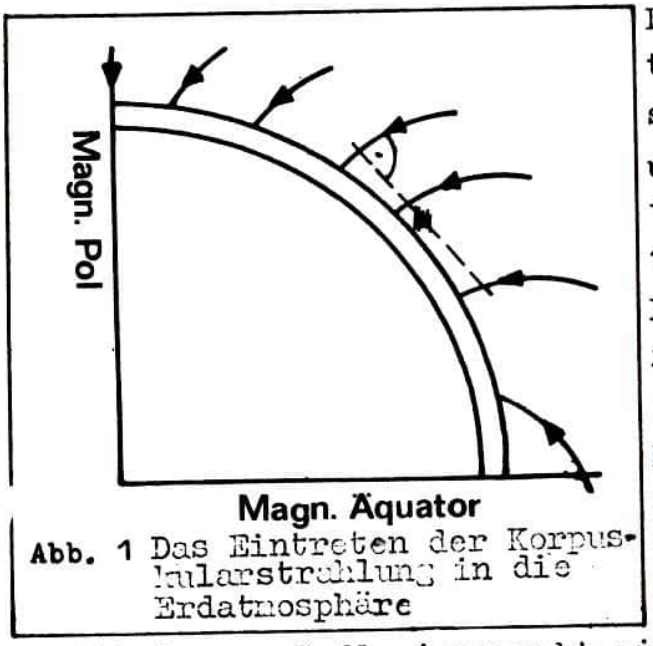


Abb. 1 Das Eintreten der Korpuskularstrahlung in die Erdatmosphäre

Der Nachweis, daß Polarlichter unter bestimmten Voraussetzungen in der Lage sind, ultrakurze Wellen zu reflektieren, gelang am 24.März 1939 dem amerikanischen Funkamateur W 2 AMJ. Es ist festgestellt worden, daß Polarlichter nur dann ultrakurze Wellen reflektieren, wenn die Ausbreitungsrichtung der Wellen und die Richtung der erdmagnetischen Feldlinien am Reflexionspunkt einen Winkel von 90° (± 2°..3°) bilden. Die Senkrechtbedingung muß umso genauer erfüllt sein, je höher die Frequenz ist. Aus diesem Grund treten auf 21 und 28 MHz häufiger Polarlichtreflexionen auf als im 2-m-Amateurband (≙ 144 - 146 MHz). Außerdem kann man z.B. beobachten, daß man auf dem direkten Weg nördlicher gelegene Stationen hört, die über Polarlichtreflexionen Verbindungen abwickeln, man selbst aber wegen der geradlinigen Ausbreitung das reflektierte Gebiet nicht so trifft, daß die Senkrechtbedingung erfüllt wird.

Für das in der nördlichen Polarlichtzone auftretende Nordlicht gibt es die wissenschaftliche Bezeichnung "Aurora Borealis". Aus diesem Grund wird bei Polarlichtreflexionen auch von Aurorabedingungen gesprochen.
Die Reflexion an der Nordlicht - Schicht erfolgt in etwa 1oo km Höhe, folglich sind Entfernungen zwischen 2oo km und 8oo km (bis maximal 13oo km) zu überbrücken. Dabei konnte

interessanterweise folgendes festgestellt werden. Bei der Zerlegung der Direktentfernung in N-S- und O-W-Komponenten zeigt sich, daß bei der N-S-Komponente am häufigsten Entfernungen bis 800 km und bei der O-W-Komponente solche bis 300 km auftreten.
Wissenschaftliche Untersuchungen über einen längeren Zeitraum ergaben, daß in Mitteleuropa das Auftreten von UKW - Polarlichtreflexionen hauptsächlich zwischen 17.00 und 18.00 MEZ (höheres Maximum) und zwischen 23.00 und 24.00 (niedrigeres Maximum) erfolgt. Weiterhin sind zwei Minima festgestellt worden, eines zwischen 20.00 und 22.00 MEZ und eines zwischen den frühen Morgenstunden und dem Mittag.

Außer diesem tageszeitlichen Gang ist auch ein jahreszeitlicher Gang zu beobachten. In den Monaten März/April und September/Oktober ist eine besondere Häufigkeit des Auftretens von Aurora zu verzeichnen, man spricht von der "1/2jährigen Wiederholungsneigung".
Außerdem wurde noch eine 27tägige Wiederholungsneigung festgestellt.
Es wurde außerdem häufig beobachtet, daß sich nach etwa 27 Stunden die Polarlichtreflexionen wiederholen.
Das Auftreten von Polarlicht in Mitteleuropa ist von starken magnetischen Störungen, den erdmagnetischen Stürmen, begleitet.
Die Häufigkeit des Auftretens erdmagnetischer Stürme wird von der Phase des Sonnenfleckenzyklus gesteuert. Etwa in der Zeit vor dem Sonnenfleckenmaximum bis drei Jahre danach ist die Häufigkeit von UKW - Polarlicht - Funkverbindungen in Mitteleuropa am größten. In den minimumnahen Jahren geht die Häufigkeit stark zurück.
Bei den bisher gewonnenen Erkenntnissen über Polarlicht - Funkverbindungen waren in starkem Maße Funkamateure beteiligt, die, bedingt durch ihre relativ große Anzahl und ihre geografisch großräumige und nahezu gleichmäßige Verteilung, bei richtiger Anleitung von wissenschaftlicher Seite wertvolle Beiträge für die Forschung liefern konnten.

Scatter-Verbindungen im UKW-Bereich

Bei der Scatter - Übertragung oder Streustrahlübertragung unterscheidet man zwischen der troposphärischen Streustrahlübertragung für Frequenzen im Bereich von 1oo MHz bis 1ooo MHz und der ionosphärischen Streustrahlübertragung für Frequenzen zwischen 25 MHz und 6o MHz.
Die untere Atmosphäre (bis etwa 2o km Höhe) ist durch verschiedene meteorologische Erscheinungen dauernd in unregelmäßiger Bewegung (Turbulenz). Dabei bilden sich dickere und dünnere Blasen mit unterschiedlicher Dichte und unterschiedlichem Feuchtigkeitsgehalt aus. Da sich folglich auch die Dielektrizitätskonstante und damit der Brechungsindex geringfügig ändern, wird ein kleiner Teil der durch solche Zonen hindurchgehenden HF - Leistung aus seiner ursprünglichen Richtung gestreut.(Bild 2)

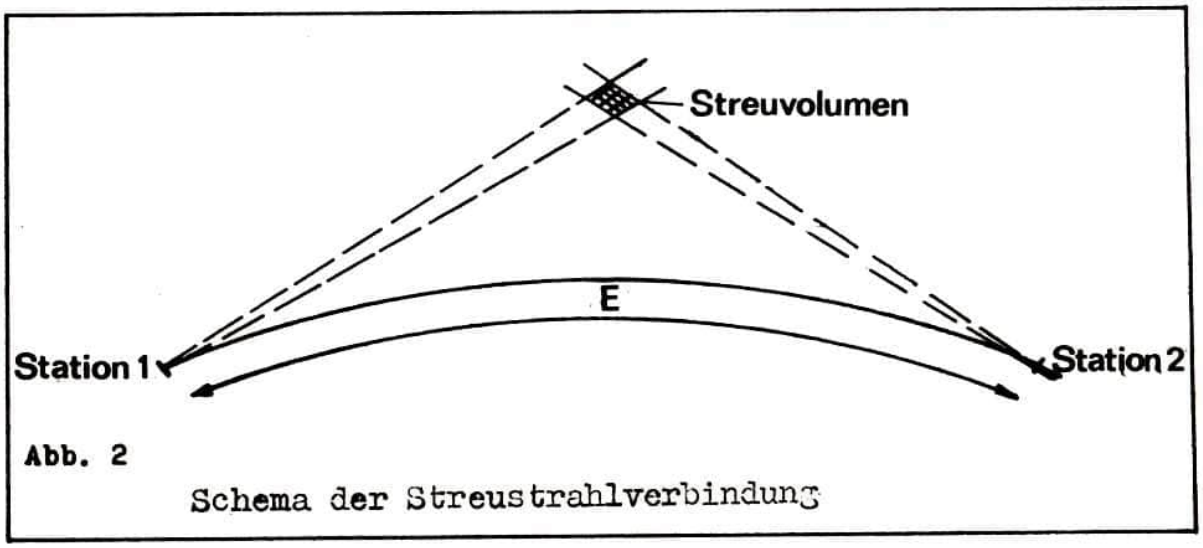


Abb. 2
Schema der Streustrahlverbindung

Durch die statistische Natur dieses Vorgangs haben solche Scatter - Signale starke Schwundeinbrüche. Durch den Streuvorgang geht sehr viel Leistung für die Übertragung verloren, so daß mit größeren Sendeleistungen gearbeitet werden muß. Vorteilhaft ist es, daß auch noch bei recht ungünstigen Lagen große Entfernungen sicher überbrückt werden können.
Das zwischen den beiden Stationen liegende Gelände hat keinen Einfluß auf den Streuvorgang, da sich dieser in größeren Höhen abspielt. Bei 4oo km Entfernung ist die Unterkante des Streuvolumens etwa 2,5 km hoch, bei 8oo km Entfernung 1o km.

Reflexionen von ultrakurzen Wellen an Meteorbahnen

Auch bei diesem Übertragungsverfahren werden ionisierte Luftschichten zur Reflexion der UKW ausgenutzt, und zwar sind es die ionisierten, die durch Verdampfen der Meteoriten beim Eintritt in die Atmosphäre entstehen. Der Ionisationskanal ist sehr kurzlebig, da er sich in der dünnen Atmosphäre sehr schnell ausbreitet und zerstreut.
Durch Ausnutzung der Reflexion von ultrakurzen Wellen an Meteorbahnen sind Weitverbindungen bis etwa 2500 km möglich. Es ist noch nachzutragen, daß die erste Dauerverbindung über Meteorscattering im Jahre 1956 einem Kanadier gelang.

UKW-Funkverkehr über den Mond

Bei der EME - Technik (Erde - Mond - Erde) wird die Mondoberfläche als Reflektor für die UKW ausgenutzt. Dabei besteht die Schwierigkeit darin, den Mond genau anzupeilen und die Antenne nachzuführen, denn von der Erde aus gesehen bedeckt der Mond nur etwa $0{,}5^{\circ}$. Da solche extrem scharfen Bündelungen nur mit sehr großem Aufwand zu realisieren sind, wird der größte Teil der HF - Energie am Mond "vorbeigeschossen". Außerdem wird vom Mond nicht die gesamte auf seine Oberfläche auftretende Strahlung reflektiert, sondern nur etwa 10%, und die Reflexion erfolgt völlig diffus. Vom Mond aus gesehen bedeckt die Erde etwa 2°, so daß wiederum nur ein Bruchteil der vom Mond reflektierten Strahlung zur Erdoberfläche zurückkommt (Bild 3). Aus diesem Grund ist der Aufwand, der bei der EME - Technik getrieben werden muß, ungeheuer hoch.

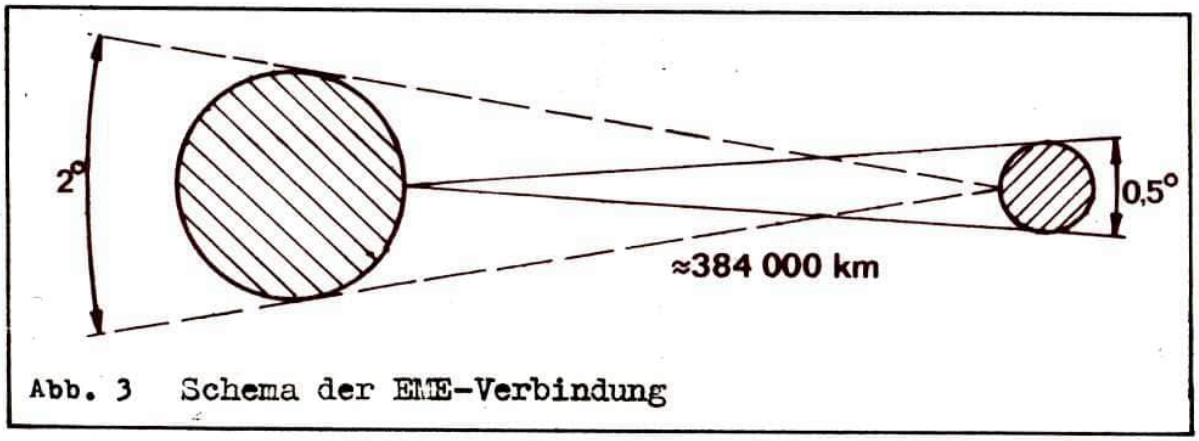


Abb. 3 Schema der EME-Verbindung

UKW-Übertragung mittels ballongetriebener Umsetzer

Eine weitere Möglichkeit, die bei normalen Ausbreitungsbedingungen zu erzielenden Reichweiten zu vergrößern, bietet die Verwendung eines aktiven Umsetzers. Vom Prinzip besteht ein solches Gerät aus dem Empfangsteil mit einem Mischer, der das Signal vom Empfangskanal in den ZF - Bereich umsetzt, einem ZF - Verstärker, der das Signal in den Sendekanal umsetzt und dem Sendeverstärker.

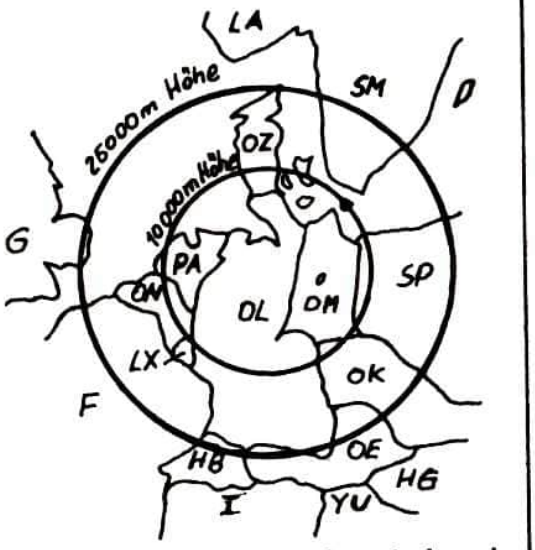


Abb. 4 Maximale Funkreichweite für zwei verschiedene Flughöhen des ARTOB-Programms

Um bei angemessenem Aufwand relativ große Reichweiten zu erzielen, ist es erforderlich, den Umsetzer recht hoch über den Erdboden zu bringen. Dabei sind Höhen zwischen 1o km und 3o km wünschenswert.
In unseren Breiten sind besonders die Flüge des ARTOB - (Amateur Radio Translator On Ballon)-Programms bekannt. Weiterhin gab es bisher u.a. bayrische (BARTOB), finnische (ILMARI) und französische (MIRABELLE) Ballonflüge.

UKW-Übertragung mittels passiver Satelliten

Da ein ausgestrahltes Signal bei der EME - Technik etwa 2,5s braucht, um auf der Erde wieder empfangen zu werden und dieses für kommerzielle Verbindungen nicht tragbar ist, wurden passive Satelliten vom Typ ECHO getestet, deren Signale aufgrund der andersgearteten Umlaufbahn dieses Satelliten eine wesentlich geringere Laufzeit aufweisen.
Von kommerzieller Seite aus wurden die Übertragungseigenschaften der ECHO - Satelliten untersucht.
Amateurverbindungen über ECHO - Satelliten sind aber nicht bekannt geworden.

UKW-Übertragung mittels aktiver Satelliten

Prinzipiell ähneln sich die Geräte, die in einem Ballon bzw. in einem Erdsatelliten installiert sind. Der auf einer Erdumlaufbahn befindliche Satellit ermöglicht wegen der größeren Höhe einen wesentlich größeren Aktionsradius, obwohl selbstverständlich bei einem Satelliten - Umsetzer noch weitaus höhere Anforderungen an die gesamte Technik gestellt werden.

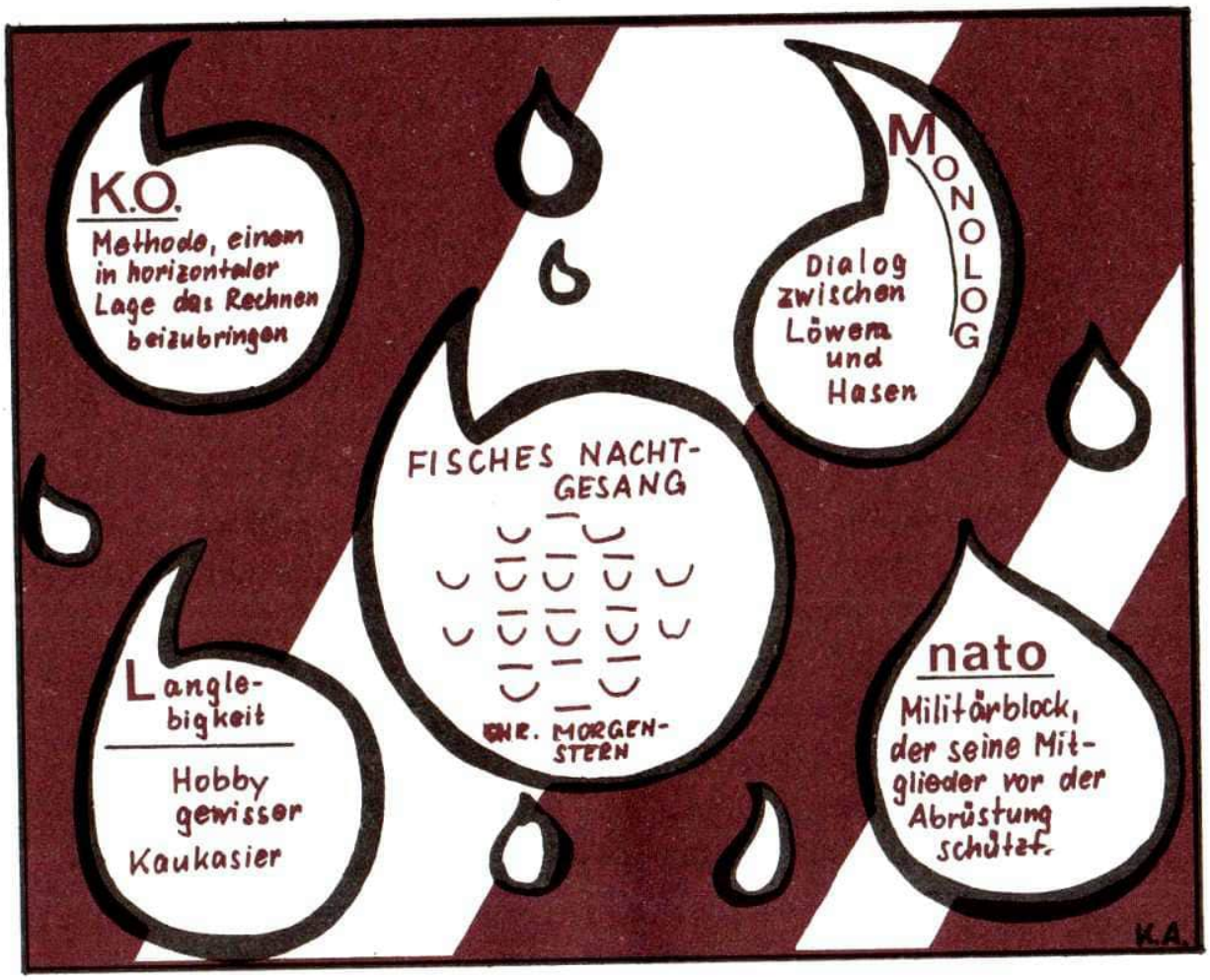
Es sind bisher mehrere Amateursatelliten mit Erfolg gestartet worden. Im Januar 1970 wurde OSCAR-5 (Orbital Satellite Carrying Amateur Radio) in seine Umlaufbahn gebracht. Dieser Satellit arbeitete 1 1/2 Monate, er ermöglichte Funkamateuren in 27 Ländern Funkverbindungen.

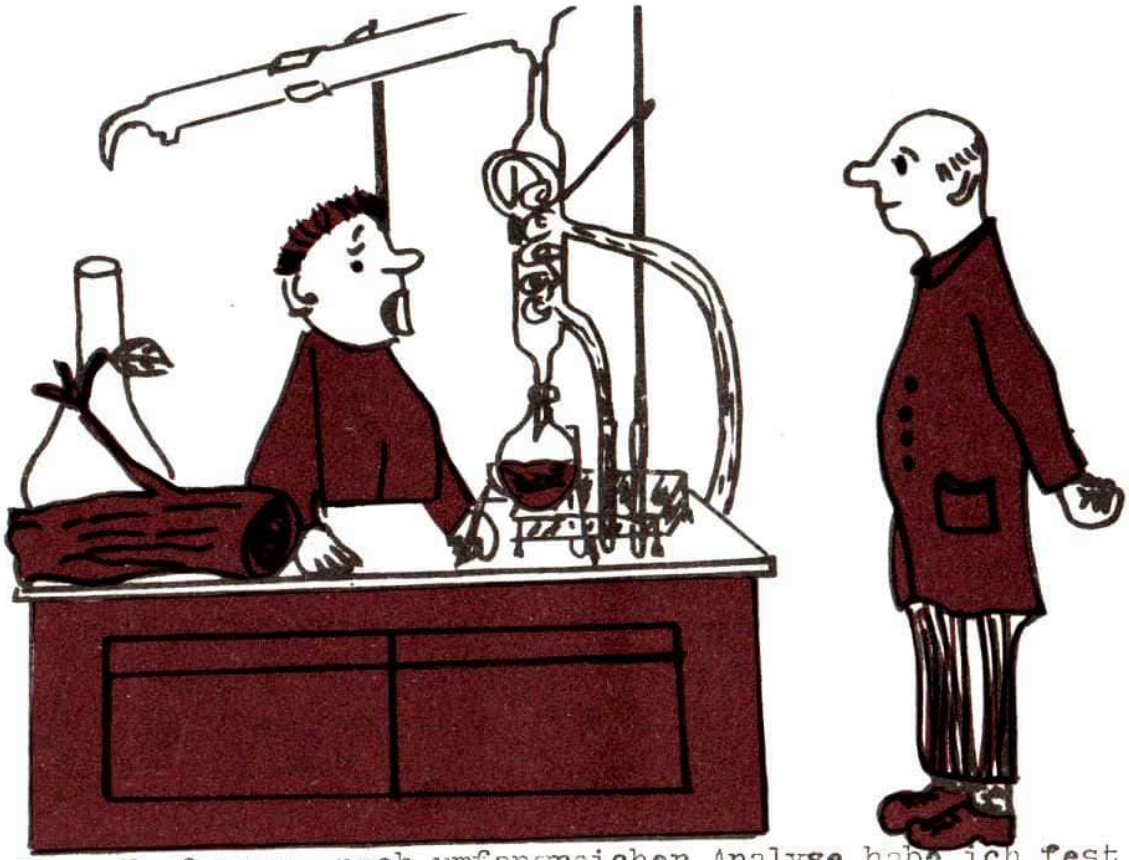
Im Oktober 1972 wurde OSCAR-6 als "Huckepack" - Ladung eines Wettersatelliten in eine Polar - Umlaufbahn gebracht. Dieser Amateurfunksatellit trägt unter anderem einen Umsetzer (2 m auf 10 m und 70 cm Band) mit einer Bandbreite von 100 kHz. Die Eingangsfrequenz ist 145,95 MHz, die Ausgangsfrequenzen sind 29,45 MHz mit einer Ausgangsleistung von etwa 1 W. Noch in diesem Jahr soll OSCAR-7 mit zwei Transpondern gestartet werden, die im abwechselnden 24-Stunden-Betrieb eingeschaltet werden.

UKW-Ausbreitung über Relais-Umsetzeranlagen

Um die Reichweite von UKW - Anlagen zu vergrößern, gibt es seit vielen Jahren den Gedanken, auf geografisch günstigen Punkten Umsetzeranlagen zu errichten. Diese sogenannten Relais - Anlagen setzen das empfangene Signal entweder im selben Amateurband oder in einem anderen in den Sendekanal um und strahlen es wieder ab.

Bei den meisten Umsetzeranlagen erfolgt deren Öffnung automatisch durch kurzzeitige Modulation des eigenen Senders mit einer bestimmten Tonfrequenz. Weiter gibt es Relais, die dem Funkamateur durch Abstrahlung von Tonfrequenzen darüber Auskunft geben, ob er sich genau auf dem Empfangskanal eingepfiffen hat, oder ob er zu tief bzw. zu hoch in der Frequenz liegt.





„Herr Professor, nach umfangreicher Analyse habe ich festgestellt, dass es sich um Holz handelt"

wissenschaft im kreuzverhör

„Impuls"-Interview mit Herrn Prof. Uhlig (FSU, Sektion Chemie)

"impuls 68":
Herr Professor Uhlig, Sie sind Leiter des Wissenschaftsbereiches "Koordinationschemie". Können Sie unseren Lesern eine kurze Erläuterung des Begriffes Koordinationschemie geben?

Unter Koordination oder Komplexbildung versteht man in der Chemie die Wechselwirkung zweier oder auch mehrerer chemischer Verbindungen, die valenzmäßig bereits abgesättigt sind. Die daraus resultierenden neuen Verbindungen werden als Koordinations- oder Komplexverbindungen bezeichnet. Ich möchte dazu zwei einfache Beispiele nennen:

$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

$$4KCN + Fe(CN)_2 \longrightarrow K_4[Fe(CN)_6]$$

Silberchlorid und Ammoniak, zwei für sich stabile, also valenzmäßig abgesättigte Verbindungen, reagieren miteinander und bilden Diamminsilber-Chlorid. Praktisch sieht das so aus, daß sich das schwerlösliche Silberchlorid in wäßrigem Ammoniak glatt auflöst. In gleicher Weise entsteht aus Kaliumcyanid und Eisen(II)-cyanid das Kalium-hexacyano-ferrat (II), das sogenannte gelbe Blutlaugensalz. Auch die für den Stoffwechsel bedeutungsvolle Bindung von Sauerstoff an Hämoglobin beruht auf Komplexbildung.

Koordinationschemische Vorgänge spielen in der Chemie der Übergangsmetalle eine wichtige Rolle. Deshalb ist

die Koordinationschemie stofflich vor allem bei diesen Elementen angesiedelt. Sie ist damit als Teildisziplin der anorganischen Chemie zuzurechnen.

"impuls 68":
Welche Bedeutung besitzt dieses Fachgebiet für die Praxis?

Die wichtigsten Anwendungsgebiete der Koordinationschemie liegen heute auf dem Gebiet der technischen organischen Synthese und der Metallurgie.

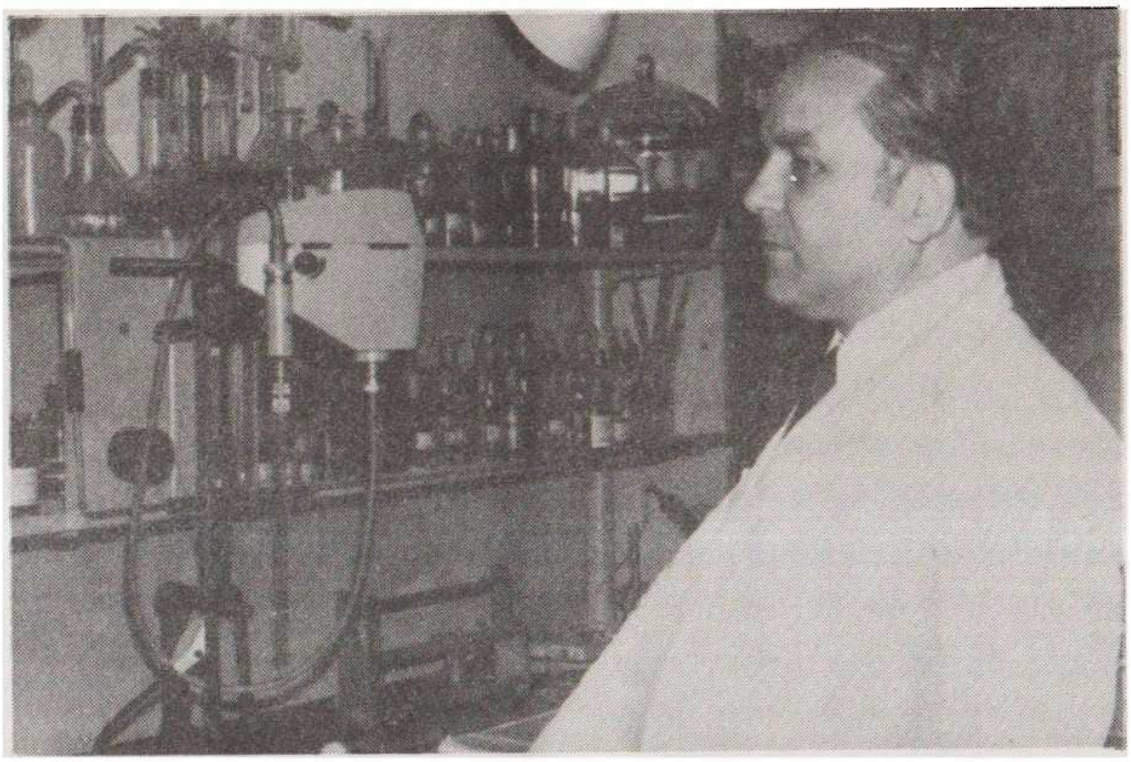
Koordinationsverbindungen werden als Katalysatoren für die Erzeugung von Zwischenprodukten wie Acetaldehyd, primären Alkoholen und Polybutadien oder auch von Finalprodukten wie Polyäthylen eingesetzt. Die Möglichkeiten sind aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Die weltweite Forderung nach der Nutzung metallarmer Erze - in der DDR trifft das z. B. für den Kupferschiefer zu - macht den Übergang zu neuen Verfahren erforderlich. Dabei tritt die Naßmetallurgie mit der Hochtemperaturmetallurgie zunehmend in Konkurrenz. Die Verfahrensstufen der Naßmetallurgie, etwa die Laugung des Erzes oder die Extraktion des Metalls aus der wäßrigen Lösung in eine organische Phase, sind von der Grundlagenseite her koordinationschemische Vorgänge.
Es ist fernerhin abzusehen, daß Koordinationsverbindungen Bedeutung als Komponenten von photographischen Materialien gewinnen werden. (Vgl. "impuls 68" Jahrg. 6, Heft 4.)

"impuls 68":
Mit welcher Forschungsproblematik beschäftigt sich Ihr Wissenschaftsbereich?

Die Forschungsproblematik des Wissenschaftsbereiches

"Koordinationschemie" ist aus den oben genannten Anwendungsgebieten abgeleitet. Im Mittelpunkt steht z.Z. die Frage der Wechselwirkung kleiner Moleküle (Monoolefine, Diolefine, Sauerstoff, Alkylhalogenide, photochemisch erzeugte Basen oder Radikale) mit Koordinationsverbindungen.



Prof. Uhlig

"impuls 68":
Welche wesentlichen neuen Erkenntnisse sind in den nächsten Jahren zu erwarten?

Die stoffliche Basis unserer Arbeiten sind Koordinationsverbindungen, die Metall-Kohlenstoff-Bindungen aufweisen. Es ist unser Ziel, Zusammenhänge zwischen der Natur dieser Metall-Kohlenstoff-Bindungen, die durch die Art des Metalls, des Kohlenstoffrestes und weiterer Koordinationspartner bestimmt wird, und ihrer Reaktivität bzw. ihrer thermischen und Lichtstabilität aufzufinden. Wir möchten auf dieser theoretischen

Grundlage neue Katalysatoren für bestimmte Polymerisationsprozesse und neue Prinzipien für photographische Aufzeichnungsmaterialien entwickeln.

"impuls 68":
Welche Bedeutung haben internationale Kooperationen für Ihren Wissenschaftsbereich?

Der Wissenschaftsbereich "Koordinationschemie" arbeitet seit 1975 auf vertraglicher Basis mit Forschungsinstituten in der Sowjetion (Kurnakow-Institut für allgemeine und anorganische Chemie der AdW der UdSSR), der VR Polen (z. B. Institut für Chemie der Universität Wroclaw) und der CSSR (Heyrovsky-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie der AdW der CSSR) zusammen. Wir erschließen uns dadurch zum einen Möglichkeiten zur Charakterisierung neuer, von uns synthetisierter Koordinationsverbindungen durch physikalische Methoden, über die wir selbst nicht verfügen. Zum anderen gelangen wir durch die arbeitsteilige Untersuchung bestimmter Koordinationsverbindungen auf ihre katalytische Wirkung bei unterschiedlichen Vorgängen (Hydrierung am Kurnakow-Institut, Polymerisation bei uns) zu Aussagen von allgemeiner Bedeutung.

"impuls 68":
Herr Prof. Uhlig, wir bedanken uns sehr herzlich - auch im Namen aller Leser - für dieses Interview.

Dr. H. Lippold
Sektion Biologie

Kubanischer Humor versiegte auch in mißlicher Lage nicht

Etwas mehr als 3 Jahre Aufenthalt in Kuba sind eine kurze Zeit, jedoch reicht diese aus, um noch jetzt mit den Kubanern mitzufühlen und all ihre wirtschaftlichen und politischen Probleme genau zu verfolgen.
Die Entwicklung im Lande, die ich von 1968 - 1975 mit einigen Unterbrechungen miterlebte, gibt Anlaß zu der Überzeugung, daß auch das neue Programm von den kubanischen Arbeitern und Bauern verwirklicht wird. Der 1. Parteitag ist Anlaß zu diesem Bericht.

1966 reiste Dr. J. Bisse aus unserer Arbeitsgruppe nach Kuba, um an der Universität La Habana Hilfe bei der Ausbildung von Biologen, vor allem in der Botanik, zu geben. Diese war an der Universität La Habana kaum entwickelt, da die Botanik für die Ausbildung von "Biologen" nicht notwendig war. Wozu auch Botanik, die Pflanzen wachsen hier unter tropischen Bedingungen allein üppig, und die Naturreichtümer, wie z.B. der Wald, wurden von ausländischen Unternehmen ausgebeutet. So blieb die Botanik Sache einiger weniger Liebhaber. Die neue Gesellschaft hatte grundsätzliche Veränderungen herbeigeführt, und für ihren weiteren Aufbau waren vielseitig gebildete Spezialisten notwendig. 1967 wurde auf Anordnung des Ministerpräsidenten Fidel Castro mit dem Aufbau des "Jardin Botanico Nacional" begonnen. Hilfe von ausländischen Spezialisten im größeren Stil war notwendig, und so kam ich 1968 zu meinem ersten "Studienaufenthalt". Aus geplanten 6 Monaten wurden 9 Monate schwere Arbeit in der Praxis des Gartens, bei der Ausbildung von Studenten und Gärtnern und bei der Planung und Leitung des ca. 600 ha großen Gartens. Für uns kaum vorstellbar waren die Schwierigkeiten. Auf der einen Seite versuchten Architekten immer neue "phantastische" Projekte zu verwirklichen, auf der anderen Seite aber tauchten

täglich neue Viehherden auf dem Gelände des Gartens auf, deren Besitzer z.T. unter den Arbeitern des Gartens zu suchen waren und die überhaupt kein Verständnis für eine "botanische" Nutzung des Landes zeigten. Maschinen und Werkzeuge gehörten zu den größten Raritäten. Erst 1970 - 1972, während meines zweiten Einsatzes, konnte einiges geändert werden. Maschinen und Werkzeuge wurden angeschafft, und ein kleiner Stamm von Facharbeitern konnte an den wichtigsten Stellen eingesetzt werden. Mit dem Aufbau von Spezialkulturen, wie sie für die Ausbildung von Studenten notwendig sind, wurde begonnen. Mittlerweile gab es auch die ersten Absolventen an der Universität, die die leitenden Stellungen im Garten einnahmen und eine wesentliche Stütze für uns waren. Fidel Castro verfolgte den Fortgang der Arbeiten ständig. Plötzlich war er da, erkundigte sich genau nach Stand und Fortgang, gab Hinweise und Anordnungen, beseitigte Mängel unbürokratisch sofort, unterhielt sich mit den Arbeitern. Beeindruckend ist bei solch einer Begegnung nicht nur die Größe des Mannes, sondern vor allem die Art und Weise des Umgangs mit den Arbeitern sowie seine Leitungsformen, seine Redegewandtheit und Schlagfertigkeit.

Schwerpunkt der Sammlung war die kubanische Flora selbst, und ein großer Teil des Gartens ist ihr vorbehalten. Mühsam muß zusammengetragen werden, was auf der Insel wächst. Und das, was dort wächst, läßt alle Mühsal und Plage, vor allem die Unannehmlichkeiten der Großstadt La Habana, vergessen. Was man nur aus Lehrbüchern und Vorlesungen kannte, an Ort und Stelle kennenzulernen und damit zu arbeiten, ist für einen Biologen ein unvergeßbares Erlebnis und Bereicherung seiner Kenntnisse und seiner Vorstellungswelt. Dafür wurde alles in Kauf genommen, Schweiß, Durst und Hunger, Strapazen, Regengüsse, zerrissene Schuhe und Kleidung, Schmutz und alles, was einen noch so plagen kann. An diese Sammelreisen und Exkursionen mit Studenten, durch fast alle Teile der Insel, knüpfen sich naturgemäß die schönsten Erlebnisse. Über viele mißliche Umstände helfen die Kubaner mit ihrem gesunden Humor, einem Witz oder einem Lied hinweg. So wird überhaupt

viel gesungen und noch mehr erzählt, so daß die Zeit nie lang wird und bald vergessen ist, was eben noch die Gemüter erregte. Selbst als wir uns einmal in der Sierra Maestra verlaufen hatten und 2 Tage ohne Essen, nachts ohne Schutz, herausfinden mußten, versiegte die Quelle des Humors nicht, und erstaunlich, wie groß der Schatz an Liedern und Geschichten bei einem kubanischen Studenten ist.
Unsere kubanischen Kollegen und Studenten waren stets begeisterte Mitstreiter auf Exkursionen, gab es doch auch für sie genügend neue Dinge kennenzulernen und zu entdecken. Für hiesige Studenten unzumutbare Bedingungen wurden dabei von ihnen in Kauf genommen. Mit primitivsten Transportmitteln, auf LKW ohne Bank oder im klapprigen Bus legten sie über 1000 km Entfernung zurück, um pünktlich an der vereinbarten Stelle zu sein. Die Wohnverhältnisse in den Feldlagern waren entsprechend. Zelte oder verlassene Hütten, Hängematten, Kochen am offenen Feuer, Waschen und Baden im Fluß. Hier waren uns die Kubaner durch ihre Gewohnheiten und unkomplizierte Lebensauffassung weit überlegen. Die Sammlungen für den Botanischen Garten in La Habana füllten sich so sehr schnell auf, und auch für Jena konnte einiges abgezweigt werden.

Ganz uneigennützig war unsere Arbeit aber doch nicht, neben den eigentlichen Aufgaben waren bis 1972 ca. 23000 Pflanzen für das Herbarium Haussknecht (Über dieses Herbarium wird im kommenden Jahrgang ein Artikel in "impuls 68" erscheinen. Anm. d. Red.) gesammelt. Diese Pflanzen sind ein bescheidener Beitrag bei der Bearbeitung der "Flora von Kuba", die von unserer Arbeitsgruppe gemeinsam mit den kubanischen Kollegen auf Grund eines Vertrages zwischen den Regierungen beider Länder erarbeitet werden soll und uns über Jahre hinaus beschäftigen wird. Dieser Vertrag stellt auch die Hilfeleistung bei der Aus- und Weiterbildung der Kubaner und für den Botanischen Garten La Habana auf eine neue breitere Basis, so daß auch unser Beitrag als eine neue Form der Hilfe im Sinne des proletarischen Internationalismus gesehen werden muß.

---

aus "Die Sozialistische Universität" Dez./Jan. 1975/76
(gekürzt)

Plasma zur Werkstoffbearbeitung

Wird Gas stark erhitzt, zerfallen zunächst die Moleküle in die einzelnen Atome. Bei noch größeren Temperaturen wird die Elektronenhülle der Atome teilweise oder gänzlich zerstört. Das dadurch entstandene ,elektrisch leitfähige Gas bezeichnet man als Plasma. Der Plasmazustand war uns bereits in den vorangegangenen Heften von "impuls 68" begegnet, als es darum ging, die Vorgänge bei der Kernfusion zu beschreiben. Dabei handelt es sich um hochenergetisches Plasma mit Temperaturen von mehreren Millionen Grad. Niedertemperaturplasma (bis zu 90000 Kelvin) wird bereits seit Mitte der 50er Jahre technisch genutzt. Dieses Plasma entsteht durch hochfrequente Ströme oder im Lichtbogen. Es werden Gase wie CO_2, H_2, O_2 bei Temperaturen von 3000 - 5000 K verwendet.

Ein großes Anwendungsgebiet fand das Plasmaschneiden. Gegenüber dem Sauerstoff-Brennschneiden kann damit nahezu jedes Metall und jede Legierung bearbeitet werden (rostfreie Stähle, Aluminium, Kupfer, Magnesium usw.) Mit Mikroplasmabögen werden Tantal, Titan, Wolfram, Aluminium, Nickel u.a. geschweißt. Für Materialien, die extrem hohe Temperaturen aushalten müssen (Flugzeugbau, Raumfahrt), hat sich das Plasma-Auftragsschweissen bewährt. Schutzschichten aus Aluminiumoxid können z.B. Temperaturen bis 1600 °C aushalten. Ein mit Molybdändisilizad beschichtete Molybdänschicht hält über 300 Stunden Temperaturen von 1700 °C aus.

Ein weiteres, interessantes Anwendungsgebiet für den Plasmastrahl gibt es bei der Herstellung von metallischen und nichtmetallischen Pulvern. Die im Plasma erzeugten Pulverteilchen haben genaue Kugelform. Sie werden entweder durch Drahtzerstäubung oder aus der Weiterbearbeitung von Standardpulver gewonnen. Diese Pulver finden bei der Herstellung von Hochtemperaturfiltern, Selbstschmier-Kugellagern oder Düseneinsätzen Verwendung.

A. Täumler
Sektion Chemie

Glaskeramiken - neue Werkstoffe mit interessanten Eigenschaften

CHEMIE

Bei der Herstellung von Gläsern wird von einer Anzahl kristalliner Ausgangsstoffe ausgegangen. Diese werden vermischt und bei Temperaturen von 1200°C bis 1600°C in eine klare homogene Schmelze überführt. Beim Abkühlen dieser Schmelze entstehen dann, nachdem eine Formung der noch zähen Schmelze durch Pressen, Blasen oder Ziehen erfolgte, die glasigen Festkörper. Diese sollen frei sein von Einschlüssen unaufgeschmolzenen Materials (Gemengebestandteilen) und möglichst auch keine Kristallisationsausscheidungen aufweisen. Derartige Glasfehler würden die Eigenschaften der Gläser stark verändern und ihre Eignung für die vorgesehenen technischen Anwendungen nicht mehr garantieren. Bei der Herstellung von Gläsern ist also die Ausscheidung von Kristallen beim Abkühlungsprozeß unerwünscht und störend, da nicht mehr verwendbare Fehlschmelzen das Resultat sind. Man hat es heute jedoch gut in der Hand, diese Glasfehler auszumerzen bzw. gar nicht erst aufkommen zu lassen. Aber gerade diese unerwünschte Begleiterscheinung der Glasherstellung gab den Anlaß, das Tor zu einer völlig neuen Richtung in der Glasforschung, zu völlig neuen Werkstoffen aufzustoßen.

Was passiert eigentlich, wenn nicht nur ein unerwünscht kleiner Teil der Glasschmelze kristallisiert, sondern wenn es möglich wird, fast das gesamte Glas in den kristallinen Zustand zu überführen? Auf der ganzen Welt wird auf dem Gebiet der gesteuerten Kristallisation schon seit etwa 20 Jahren intensiv geforscht. Es gelang bisher , einige bemerkenswerte Resultate zu erreichen. So gibt es beispielsweise kristallisierte Gläser, die als Glaskeramiken bezeichnet wer-

den, deren linearer Ausdehnungskoeffizient den Wert Null erreicht. Das bedeutet, daß solche Glaskeramiken großen Temperaturdifferenzen ausgesetzt werden können, ohne daß irgendwelche Risse oder Sprünge auftreten. Ein Erhitzen auf dunkle Rotglut (ca. 700°C) mit anschließendem Eintauchen in kaltes Wasser wird ohne jeden Schaden überstanden. Derartige Materialien finden bereits dort Anwendung in der Technik, wo solche thermischen Belastungen auftreten.
Denken wir nur an die Hitzeschutzschilde der Raumschiffe bzw. deren Landeapparate; daneben aber auch an die Produktion von Astrospiegeln (eine Verschlechterung der Abbildungsgüte des Spiegels durch thermische Ausdehnung wird beseitigt), Brennkammern von Düsenaggregaten, Kugellagern, Motorkolben, Laborgeräten und Küchengeräten.
Ein weiteres wichtiges Forschungsresultat war die Herstellung von bearbeitbarer Glaskeramik. Diese Keramik läßt sich sägen, bohren, drehen, feilen und schleifen sowie mit Gewinde versehen. Das eröffnet völlig neue Wege der "Nachbearbeitung" von Rohkörpern und erschließt dem Glas bzw. der aus diesem hergestellten Keramik völlig neue Anwendungsgebiete.

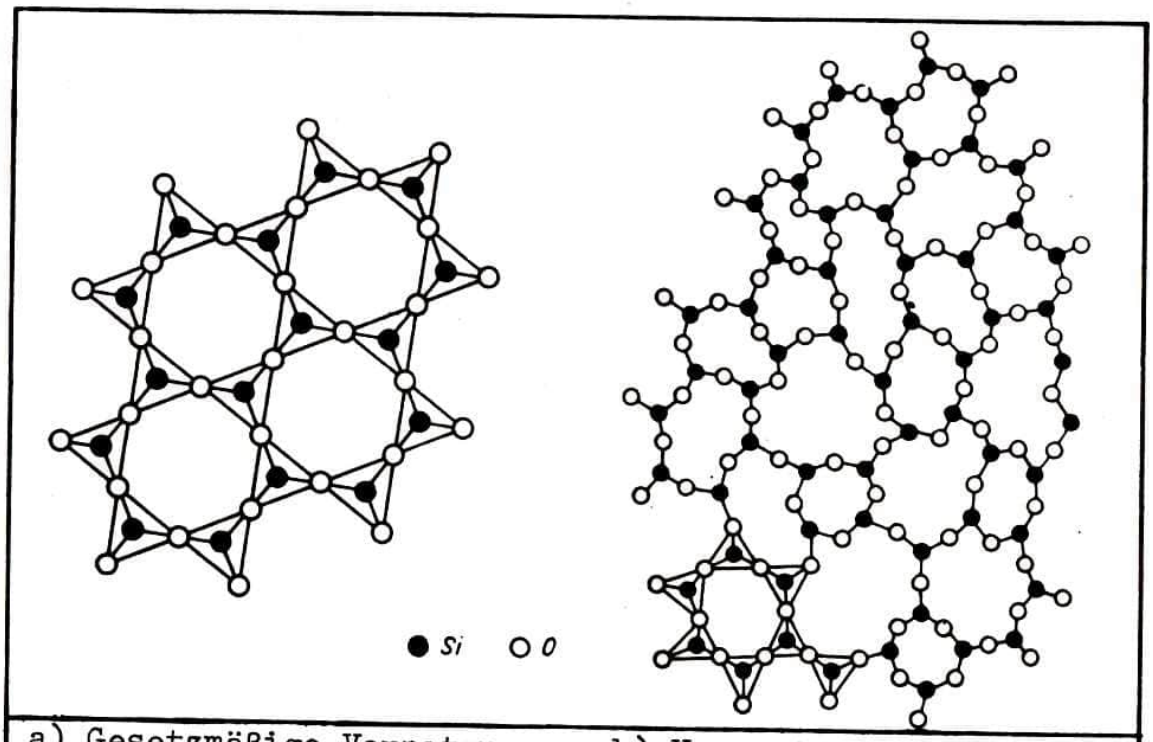
Gesteuerte Kristallisation im Glas

Um die Erscheinung der Kristallisation in Gläsern zu verstehen, muß von der Struktur und dem Aufbau der Gläser ausgegangen werden. Wie bekannt ist, besitzen Kristalle einen regelmäßigen Aufbau, sind sie charakterisiert durch die Anordnung und Lage ihrer Gitterbausteine, die sich ausgehend von der Elementarzelle[1)] regelmäßig wiederholen. Bei den Gläsern ist das nicht der Fall. Diese bauen sich aus einer unregelmäßigen räumlichen Anordnung von Grundbausteinen auf. Sie sind durch den verwendeten sogenannten Netzwerkbildner des Glases bestimmt, also dadurch, ob Silikat-, Borat- oder Phosphatgläser vorliegen. Silikatgläser sind beispielsweise aus SiO_4-Gruppen aufgebaut, die tetraedrische Struktur besitzen.

---

1) Die Elementartzelle ist die kleinste Einheit des Festkörpers, die seine Struktur erkennen läßt (vgl."impuls 68" 7. Jg./1)

In der Mitte des Tetraeders befindet sich das Siliziumatom und an den Eckpunkten sind die Sauerstoffatome zu denken (vgl. Abb. 1).



a) Gesetzmäßige Vernetzung im Bergkristall (kristallisierte Kieselsäure)

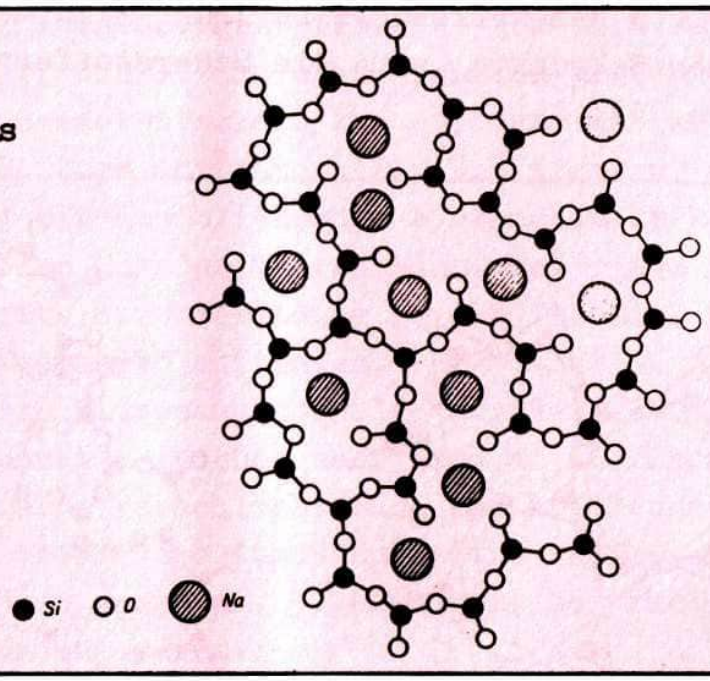
b) Ungeordnete Vernetzung im Quarzglas

Abb. 1
Schematische Darstellung von SiO_2-Strukturen im ebenen Schnitt durch die vorliegenden SiO_4-Tetraeder-Raumnetzwerke. Von jedem Tetraeder sind nur drei Sauerstoffatome dargestellt. Das vierte Sauerstoffatom liegt oberhalb oder unterhalb der Zeichenebene.

Ähnlich ist in den Phosphatgläsern die PO_4-Gruppe aufgebaut. In den Boratgläsern liegt als Baueinheit, je nachdem wie hoch das Sauerstoffangebot ist, eine fast ebene BO_3-Einheit vor. Diese Baueinheiten sind im Glas zu einem unregelmäßigen dreidimensionalen Netzwerk verknüpft.
Wird nun eine flüssige Glasschmelze abgekühlt, so nimmt mit fallender Temperatur der Schmelze ihre Viskosität derart schnell zu, daß den Bausteinen keine Gelegenheit gegeben wird, sich regelmäßig an einen Kristallisationskeim anzulagern und in den kristallinen Zustand überzugehen. Auf Grund

Abb. 1 c)

Natronsilikatglas



experimenteller Ergebnisse gilt heute als sicher, daß beim Abkühlen einer Glasschmelze zwar auch Schwarmbildungen einsetzen, diese aber in einer Zwischenstufe zwischen idealer Unordnung in der Schmelze und dem kristallinen Zustand stehen bleiben. Diese Schwarmbildungen können als Vorstufe der Kristallisation angesehen werden. Infolge Behinderung des Ordnungsbestrebens durch schnelles Abkühlen der Schmelze erstarren in den meisten Fällen diese Bereiche glasig amorph. Dabei können tröpfchenförmige Entmischungen auftreten, d.h. es treten verschiedene Phasen auf, die eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen können.

Eine dieser Glasphasen wird eine höher geordnete Struktur besitzen. Bedingt durch die Kleinheit der Entmischungsbereiche erscheint das Glas dem Auge völlig klar und homogen. Einen derartigen mikroheterogenen Aufbau konnte man bei den meisten Gläsern nachweisen. Werden diese Gläser nun gezielt aufgeheizt und abgekühlt ("getempert"), so werden sie bedingt durch die unterschiedliche Phasenzusammensetzung nicht gleichmäßig zur Kristallisation angeregt. Die Kristallisation beginnt dort, wo die günstigsten Bedingungen hinsichtlich Zusammensetzung und Ordnungsgrad vorliegen, entweder in den kleinen Tröpfchen oder in der sie umgebenden Phase. Meist

wird das Kristallwachstum an der Phasengrenze auf Grund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Phasen gebremst, so daß damit eine Steuerung der Kristallitgröße erreicht wird. Enthalten die Mikrophasen noch Spuren von kleinen, aber hochgeladenen Kationen (z.B. Ti^{4+}), dann wird durch deren Wirkung nicht nur der Entmischungsvorgang, sondern auch die Kristallisation erleichtert oder in vielen Fällen ausgelöst. Entscheidend ist, daß sich diese Kationen in derjenigen Phase befinden, die schon auf Grund ihrer Zusammensetzung zur Kristallisation neigt.

Abb. 2

Elektronenmikroskopische Aufnahme tröpfchenförmiger Entmischungen beim Abkühlen eines Glases

Die ersten Meldungen über die Möglichkeit, die Kristallisation im Glas technisch nutzbar zu machen, wurden ungefähr vor 20 Jahren veröffentlicht. Es handelt sich hierbei um die Herstellung von keramischen Materialien aus Glas mit wertvollen extremen Eigenschaften vom "Pyroceram"- oder "Photoceramtyp". Die technische Neuentwicklung dieser Keramiken ging in erster Linie von den CORNING GLASS WORKS in den USA aus. Beiden Arten von Keramiken ist ein unterschiedlicher Herstellungsprozeß eigen.

Bei den Pyroceramprodukten wird ein Glas erschmolzen, das etwa folgende Zusammensetzung hat:

SiO_2	69Gew%	Li_2O	2,5Gew%
Al_2O_3	18 "	MgO	3,0 "
TiO_2	5 "	ZnO	1,0 "

Rest: Na_2O, CaO, K_2O, Fe_2O_3 und As_2O_3

Die Überführung des verarbeiteten und abgeschreckten Glases in die Keramik erfolgt in zwei Stufen:

- Temperung des Glases knapp unterhalb der Kristallisationstemperatur. Dabei bleibt das Glas völlig klar und durchsichtig. Vorwiegend erfolgt homogene Keimbildung.[2)]
- Temperung des Glases bei Kristallisationstemperatur. Dabei wird das Glas in eine polymikrokristalline Masse, in das Pyroceram, überführt.

In der ersten Temperstufe wird der Entmischungsvorgang, der durch das Abschrecken des Glases in einem niedrigen Stadium unterbrochen wurde, erneut angeregt. Dabei sollen sich Entmischungsbereiche bilden, die möglichst gleichmäßig sind und nur eine solche Größe erreichen, daß das Glas blank bleibt. Diese Temperung schafft also für den Kristallisationsbeginn an unendlich vielen Stellen des Glases erst einmal die gleichen Startbedingungen. Im Verlauf der zweiten Temperung überlagern sich zwei Effekte; einmal die Kristallisation der Mikrophasen und zum anderen der Fortgang der Entmischung. Die zweite Temperstufe wird aber in erster Linie von der Kristallisation bestimmt. Wie aus der angegebenen Zusammensetzung des Glases ersichtlich ist, wird dem Gemenge TiO_2 zugegeben. Dieses Oxid soll hier und in vielen anderen Fällen eine Doppelfunktion ausüben. Einmal beeinflußt es die Entmischungsvorgänge positiv im beschriebenen Sinne, und andererseits scheidet es sich leicht als kristallines TiO_2 aus, welches als Wachstumskeim für die nun in der zweiten Temperstufe erfolgende Kristallisation des Glases dient. Dabei wird die Er-

---

2) Bei der homogenen Keimbildung besitzt der Kristallisationskeim chemisch die gleiche Zusammensetzung wie der gesamte entstehende Kristall

scheinung der Epitaxi, also des Wachstums von fremden Kristallen auf der TiO_2-Unterlage ausgenutzt (heterogene Keimbildung). Bei der Kristallisation wird die Tröpfchengrenze überschritten, bis die Wachstumsfronten der Kristalle aneinander stoßen, wodurch das Wachstum beendet wird (vgl. Abb.3). Im keramischen Endprodukt findet man als Hauptkristallphasen Rutil (TiO_2) ß-Spodumen ($LiAl\ Si_2O_6$), ß-Eukryptit ($LiAl\ SiO_4$) und Kordierit ($Mg_2Al_2\ AlSi_5O_{18}$).

Abb. 3 a)

Pyroceramglas bei beginnen der (a) und nach beendeter Kristallisation (b) - elektronenmikroskopisches Bild

Abb. 3 b)

Die Anwendungsmöglichkeiten dieser neuen Werkstoffe vom "Pyroceram"-Typ in Industrie und Forschung sind noch nicht abzusehen. Diese Keramiken zeichnen sich durch eine ganze Reihe von Eigenschaften aus, die auf bisherigem Wege nicht erreicht werden konnten. Dazu gehören unter anderem der gegenüber normalen Gläsern und Keramiken hohe Erweichungspunkt (1200 - 1350°C), der außergewöhnlich niedrige Ausdehnungskoeffizient bei Erwärmung, der je nach dem Gehalt an -Eukryptit schwach positiv, negativ oder Null ist (-Eukryptit besitzt einen negativen Ausdehnungskoeffizienten). Einige Keramiken zeichnen sich durch besonders hohe Abrieb-, Biege- und Bruchfestigkeit aus. Weiterhin erlauben die Widerstandsfähigkeit gegen den Angriff von Chemikalien und Dichtheit gegenüber Gasen außergewöhnliche Anwendungsformen. Schließlich übertrifft die elektrische Isolierfähigkeit die besten handelsüblichen Porzellane. Dabei können die Endprodukte jede gewünschte Form erhalten, die durch eine Glasverarbeitung erzielt werden kann (Röhren ziehen, Pressen,Verblasen ...).

Photoceram

Bei der Herstellung von Photoceram spielen sich analoge Vorgänge ab. Lediglich an Stelle des Keimbildners TiO_2 wird hier ein Metallkeim eingesetzt. Zur Anwendung gelangen die Metallionen Cu^+, Ag^+, Au^{3+} und Ce^{3+}. Diese Ionen reichern sich in der leichter zu kristallisierenden Phase an und üben ebenso wie das TiO_2 eine Doppelfunktion aus. Sie dürften die Entmischung verstärken und vor allem bei Bestrahlung mit UV-Licht keimbildend wirken. Von dieser Technik hat die Keramik auch ihren Namen erhalten, da bei dem anschließenden Temperprozeß nur die Stellen des Glases kristallisieren, die vorher mit UV-Licht bestrahlt worden sind. Nachdem das Glas erschmolzen und in die entsprechende Form gebracht wurde, wird der Körper mit UV-Licht bestrahlt und anschließend getempert. Es wird folgende Redox-Gleichung der Bildung der Metallkeime angegeben:

$$Ce^{3+} + h\nu \longrightarrow Ce^{4+} + e^-$$

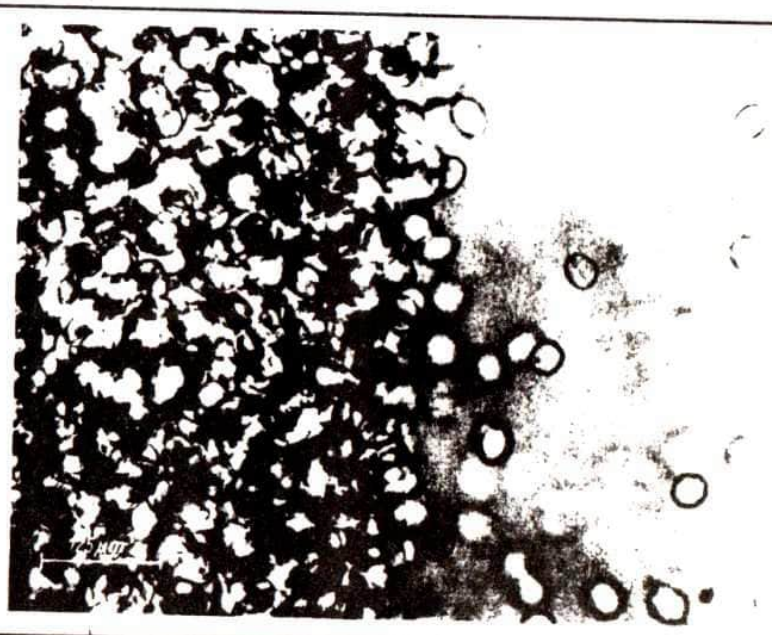
$$e^- + Ag^+ \longrightarrow Ag^0$$

Diese Metallkeime dienen als Grundlage für das Wachstum der Kristalle bei nachfolgender Temperaturbehandlung. Es handelt sich in diesem Fall um eine ausgesprochen heterogene Keimbildung, da die Kristallisation an Fremdkeimen erfolgt, die bereits vor dem Temperprozeß im Glas erzeugt worden sind.

Abb. 4 a)

Abbildung einer Schrift in einem Photoceramglas (a). (b) zeigt die lichtmikroskopische Aufnahme eines solchen teilweise bestrahlten Glases.

Abb. 4 b)



Sehr günstig ist, daß innerhalb eines Glasstückes beliebige Partien durch UV-Bestrahlung zur Kristallisation angeregt

werden können, die scharfe Phasengrenzen gegenüber dem Glas aufweisen. Somit ist es möglich, eng begrenzte Linien bis zu einer Dicke von 0,01 mm zu erzeugen, die aus kristallinem Material bestehen. Bei der Bestrahlung durch entsprechende Masken ist es auf diese Weise möglich, einerseits Schriften, Marken, Markierungen als ir Glas fest verankerte kristalline Partien herzustellen (Abb. 4). Andererseits besitzen kristalline Phase und Glasphase eine unterschiedliche Resistenz gegenüber Flußsäure HF. Deshalb ist es möglich, durch Ätzen mit verdünnter Flußsäure Vertiefungen, Löcher oder Kanäle bis zu einigen Millimetern Tiefe in vielfältiger Art und Weise herzustellen ("Photochemischer Stanzprozeß"). Auf diese Weise kann man sogar aus einem festen Stück Glas eine Bienenwabenstruktur herstellen, die nur 0,1 mm dicke Wände hat. Solche Bauteile könnten großtechnisch in Wärmeaustauschern genutzt werden.

Bearbeitbare Glaskeramik

Nun noch einiges zu der bearbeitbaren Glaskeramik. Diese spezielle Art der Keramik hat in der Natur ihr Vorbild. So ist natürlicher Glimmer, ein bewährter Isolator (auch bei höheren Temperaturen) in der Elektroindustrie, leicht in Schichten zu spalten.
Gelänge es, derartige Schichtstrukturen in Glas über eine gesteuerte Kristallisation herzustellen, wobei die Kristalle im Raum ungeordnet liegen müßten, das heißt nicht in einer Vorzugsrichtung wie beim Glimmer, dann müßte eine derartige Keramik sich wie Eisen bearbeiten lassen. Tatsächlich wurde das auch gefunden. Im MgO-Al_2O_3-SiO_2-System konnten unter Zusatz von Fluor und Alkalioxiden nach dem Tempern Ausscheidungen von Phlogopit ($KMg_2Al\ Si_4O_{10}\ F_2$) nachgewiesen werden, die dem Glimmer ähnliche Eigenschaften aufweisen. Die Forschungen auf diesem Gebiet sind noch intensiv im Gange, so daß mit neuartigen Werkstoffen und deren Anwendung in der Technik in Zukunft zu rechnen ist.

Zellen für das Elektronengehirn

Die Mikroelektronik hat heute die alten Vorstellungen umgeworfen und einen gigantischen qualitativen und quantitativen Sprung vollbracht. Die Geräte, die sie verwendet, die Technologie ihrer Herstellung und Montage und die Gütekontrolle haben sich völlig verändert. Um ihre Einzelteile zu sehen, muß man heute ein Mikroskop zu Hilfe nehmen.

In der Welt der Mikroelektronik ist sogar ein Millimeter eine astronomische Größe, und die Maßeinheiten sind noch viel kleiner: Das Mikron (mk) ist ein tausendstel, daß Millimikron ein millionstel und das Angström (Å) ein zehnmillionstel Millimeter. Diese Zahlen sagen unserem Vorstellungsvermögen nichts, darum wollen wir einen Vergleich zu Hilfe nehmen: In der Welt der Mikroelektronik ist selbst ein Menschenhaar (Durchmesser: etwa 50 Mikron) etwas Gewaltiges; eine der kleinsten Zellen unseres Organismus, die Eizelle (Durchmesser: 140 Mikron), nimmt sich da wie ein Gigant aus. Die Herstellung kompliziertester Bauelemente der modernen Elektronik - der sogenannten integrierten Schaltungen (IS) - machte eine Synthese sämtlicher Errungenschaften der modernen Wissenschaft und Technik erforderlich.

Was bedeutet IS?

Die integrierte Schaltung ist, äußerlich betrachtet, ein dünnes Siliziumplättchen, dessen Seiten etwas länger als ein Millimeter sind. Dem Laien wird sie wie ein

farbenreiches geometrisches Ornament vorkommen. Es ist aber kein Ornament, und die Färbung rührt von der Natur her.

Was Sie für ein Ornament hielten, ist in Wirklichkeit eine komplizierte elektronische Schaltung, die aus elektronischen Bauelementen und Verbindungsleitungen besteht. Heute hat die Zahl der Bauelemente in einer IS Dutzende und Hunderte erreicht. Ihren Eigenschaften nach sind das Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren. Bedenkt man, daß die Fläche der gesamten Schaltung höchstens 1 bis 2 Quadratmillimeter groß ist, so fragt man sich unwillkürlich: Wie groß sind denn die Einzelteile?

Wir wollen hier auf den Anfang unseres Artikels zurückgreifen. Die Größe dessen, was man bedingt Einzelteil der integrierten Schaltung nennen kann, beträgt höchstens ein paar Mikron, das ist weniger als die Größe vieler Mikroben. Auf der Schnittfläche eines Menschenhaars fänden 4 bis 5 Widerstände oder Mikrotransistoren Platz. Das ist aber noch nicht alles. Die Rolle von "Einzelteilen" in der Mikroelektronik spielen heute sogar Atome.

Noch vor zwei Jahrzehnten hätten darüber sogar Spezialisten gestaunt. Heute staunt aber nur noch der Laie, der einfach nicht begreifen kann, wie es möglich ist, ein Radiobestandteil mit solch winzigen Ausmaßen herzustellen. Dieses "Wunder" hat die mikroelektronische Technologie, ein neues Gebiet der Wissenschaft und Technik, vollbracht. Sie hat Verfahren der Fertigung ganzer Schaltungen unmittelbar aus den Ausgangsstoffen erarbeitet. Am bekanntesten sind zwei Typen solcher intergrierter Schaltungen: die Halbleiter-(Festkörper-)IS und die Dünnschicht-(Dünnfilm-)IS.

Zur Fertigung der ersteren benutzt man ein sehr dünnes Halbleiterkristallplättchen (aus Silizium oder Galliumarsenid), das sorgfältig von Fremdkörperspuren gereinigt wurde und in das an bestimmten Stellen streng dosierte

Mengen von Atomen anderer Stoffe eingepflanzt werden. Die Einpflanzung (Eindiffundierung) dieser Stoffe erfolgt in besonderen Öfen bei hoher Temperatur, die mit großer Exaktheit reguliert wird. Das Ergebnis ist, daß einzelne Zonen des Plättchens ihre Kristallstruktur und ihre elektrischen Eigenschaften verändern. So entstehen die ihrem Aussehen nach ungewöhnlichen Bauelemente, die ihrer Funktion nach den üblichen Radiobestandteilen entsprechen.
Die Fertigung einer Film-IS unterscheidet sich von der einer Halbleiterblockschaltung. Als Basis dient auch bei der ersteren ein sehr dünnes Substrat-Plättchen. Dieses wird auf eine bestimmte Temperatur erwärmt, worauf auf die Oberfläche sehr dünne Schichten aus verschiedenem Material abgelagert werden. Ihre Dicke beträgt nur ein paar Dezimikron. Solche Schichten können mehrfach aufgetragen werden. Man bedeckt mit ihnen nicht die ganze Fläche des Plättchens, sondern nur die notwendigen Stellen. Das geschieht mit Hilfe der Photolithographie oder mit Schablonen, etwa so, wie man auf Kisten Buchstaben, Ziffern oder Muster mit Farbe aufträgt. Nur daß in unserem Fall das "Muster" aus Bauelementen besteht. Eine Schicht z. B. enthält mehrere Widerstände (Resistoren), andere Kondensatoren, dritte Verbindungsleitungen usw. So entsteht eine Art "Blätterteig", der die Funktionen einer elektronischen Schaltung erfüllt.

Die Möglichkeiten der mikroelektronischen Technologie sind enorm. Man kann z. B. an bestimmten Stellen einer Filmschaltung Mikrotransistoren oder Dioden auftragen und auf diese Weise eine sogenannte Hybrid-IS erhalten. Man kann mit Hilfe einer komplizierteren Technologie viele unterschiedliche integrierte Schaltungen herstellen und zu einem Block zusammenfassen, was eine sogenannte Großintegrationsschaltung ergibt.
In Fachkreisen wird den integrierten Schaltungen großes Interesse entgegengebracht.

Ein neuer Prozeß - die Elionik

"Die Besucher des traditionellen Salons für elektronische Bauelemente in Paris drängen sich vor den Ständen der Sowjetunion, besonders vor jenen mit integrierten Schaltungen... Die Schaltungen, die im Salon gezeigt werden, setzen bei den Russen bedeutende technologische Möglichkeiten voraus, was ihnen gestattet, eine große Vielfalt von Bauelementen herzustellen, die von dünnschichtigen bis zu dickschichtigen Hybridschaltungen reicht", konnte man unlängst in der amerikanischen Zeitschrift "Elektronics" lesen. Der Verfasser des Beitrags schätzt mit Besorgnis die Perspektive der Konkurrenzfähigkeit der Erzeugnisse westlicher Firmen gegenüber den sowjetischen integrierten Schaltungen auf dem Weltmarkt ein.

Die Bemerkung über die Konkurrenz ist nicht zufällig: Die Mikroelektronik ist heute Schauplatz eines Wettbewerbs der erfindungsreichsten Köpfe, der fortschrittlichsten Wissenschaft und Technik. Dieser Wettbewerb bringt erstaunliche Richtungen in der Entwicklung der Mikroelektronik hervor. Noch unlägst glaubte man, die Länge der Lichtwelle habe der weiteren Verkleinerung der Bauelemente und ihrer dichteren Verpackung in der integrierten Schaltung eine unüberwindliche Grenze gezogen. Man braucht das Licht in der mikroelektronischen Technologie nicht nur, um die "Teile" sehen zu können. Das Licht ist hier auch Instrument, und dieses erwies sich jetzt als zu plump. Das Licht besitzt eine Wellenlänge von etwa einem halben Mikron, was mit der Dicke der Schichten vergleichbar ist. Es ist, wie wenn man Damenuhren mit Hilfe von Hammer und Meißel herstellen wollte ...

Doch es fand sich ein Ausweg. Es wurden Vorrichtungen zur "Bombardierung" der Halbleiterplättchen mit Ionen oder Elektronen verschiedener Stoffe entwickelt. Die beschleunigten Teilchen dringen an bestimmten Stellen des Plättchens in die erforderliche Tiefe ein und bilden wiederum Elemente der elektronischen Schaltung. Beschleunigt man die Bewegung der Elektronen und Ionen im elektrischen Feld, so

erzielt man eine weitere Verkleinerung IS-Bauelemente. Dieser technologische Prozeß hat den Namen Elionik erhalten.

Der Laser hat das Rechnen erlernt

Kann man aber behaupten, daß das sichtbare Licht nunmehr für immer aus der mikroelektronischen Technologie gebannt ist? Keineswegs! In allerletzter Zeit ist das Licht wieder "in Dienst berufen" worden. Die Mikroelektronik hat sich nämlich den Lasern zugewandt. Neben den bereits erwähnten Einrichtungen sind jetzt auch winzige Halbleiterlaser geschaffen worden. Es ist eine weitere Forschungsrichtung entstanden - die optische Elektronik. Man nimmt an, daß sie es ermöglichen wird, die Wirkungsgeschwindigkeit der elektronischen Rechenmaschine bedeutend zu erhöhen und ihren Speicher zu vergrößern. Mit diesen Fragen beschäftigen sich heute Spezialisten in aller Welt.

Die gesamte Information über den künftigen Menschen ist bekanntlich in winzigen Elementen der lebenden Zelle enthalten, den Molekülen der Desoxyribonukleinsäure (DNA). Sie bestimmen seine Größe und das Äußere, die Form der Nase und der Lippen, die Farbe des Haares und der Augen. Die Dichte der "Aufzeichnung" aller dieser Daten durch die Natur ist ungewöhnlich hoch - wir wollen zu einem Beispiel greifen, um eine Vorstellung davon zu vermitteln: Würde man die gesamte Information, die die Menschheit gesammelt hat, etwa so wirtschaftlich aufzeichnen, wie die Natur es tut, so könnte diese Information in einem Würfel mit einer Kantenlänge von 0,12 mm Platz finden. (Ein solches Stäubchen ist mit unbewaffnetem Auge kaum wahrzunehmen.) Das ist kein Hirngespinst, sondern exakte wissenschaftliche Berechnung!

Heute sind wir noch lange nicht soweit. Das Gedächtnis eines entwickelten Menschengehirns faßt eine hunderttausende Male größere Information als der größte Computer. Um es mit einem entwickelten Menschengehirn auf-

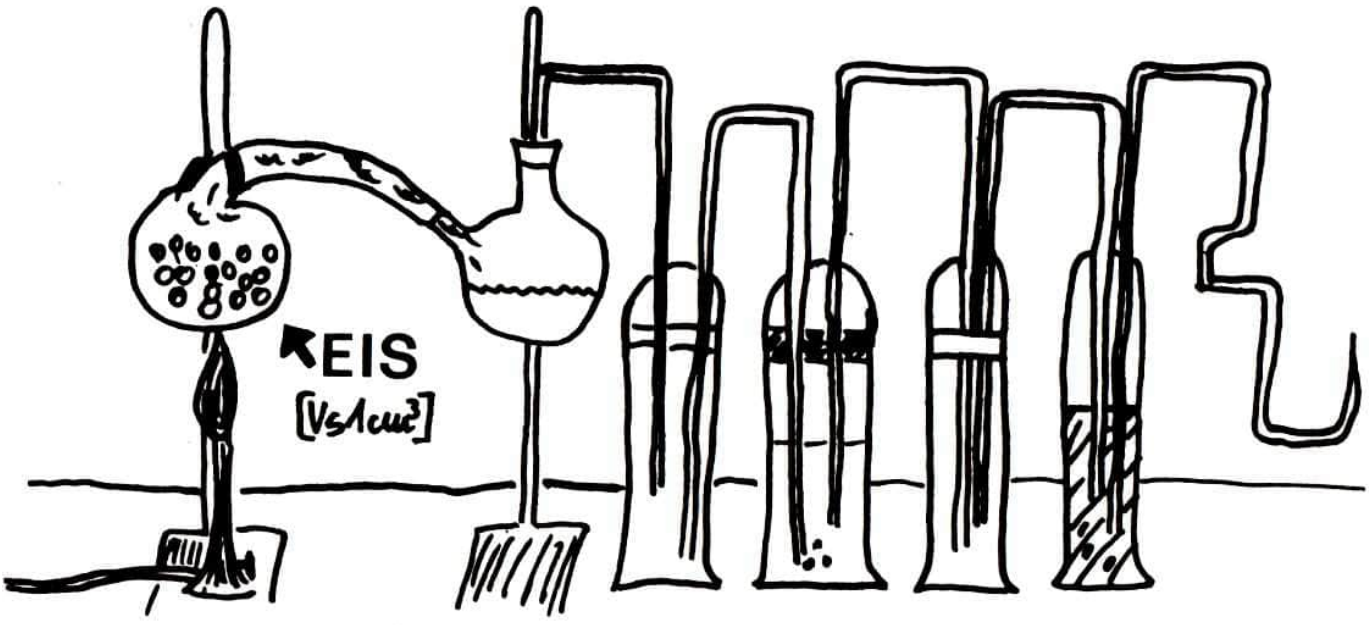
nehmen zu können, müßte der Computer einen Umfang von 1000 Kubikmeter haben.
Es ist anzunehmen, daß sich auch hier ein Ausweg finden wird. Was die Rechengeschwindigkeit angeht, hat der Computer den Menschen längst überflügelt. Die Geräte einer elektronischen Rechenmaschine reagieren tausendmal schneller als die Nervenzellen. Ein moderner Computer führt mehrere Millionen Operationen in der Sekunde aus. Die Erfolge der optischen Elektronik gestatten es, auch hier eine Umwälzung herbeizuführen. In der Sowjetunion sind bereits quantenoptische Halbleiterschaltungen gebaut worden, die logische Operationen mit einer Geschwindigkeit von 10 Milliarden Takten je Sekunde ausführen. Also tausende Male schneller als die modernsten Computer. Diese Geräte sind komplizierte Kombinationen von Halbleiter-Mikrolasern. Informationsträger ist nicht der elektrische Strom, sondern Ströme des, wie die Spezialisten sagen, kohärenten Lichtes. Die Arbeit der Schaltung beruht auf der Zusammenwirkung von Lichtimpulsen, deren Dauer weniger als ein zehnmilliardstel Sekunde beträgt. In dieser kurzen Zeit legt das Licht, das bekanntlich eine Geschwindigkeit von 300 000 km/sec besitzt, nur 3 Zentimeter zurück.
Wir haben mehrfach darauf hingewiesen, daß die Mikroelektronik ein Gebiet gigantischer Möglichkeiten ist. Die Arbeiten der sowjetischen Forscher bestätigen das aufs anschaulichste.

Aus "Sowjetunion" Nr. 9, 1970

Dieser Artikel ist
aus "Reclams Universal-Bibliothek Band 90" - Artikel aus "Diderots Enzyklopädie" Leipzig 1972 entnommen (leicht gekürzt)

„Diderots Enzyklopädie"

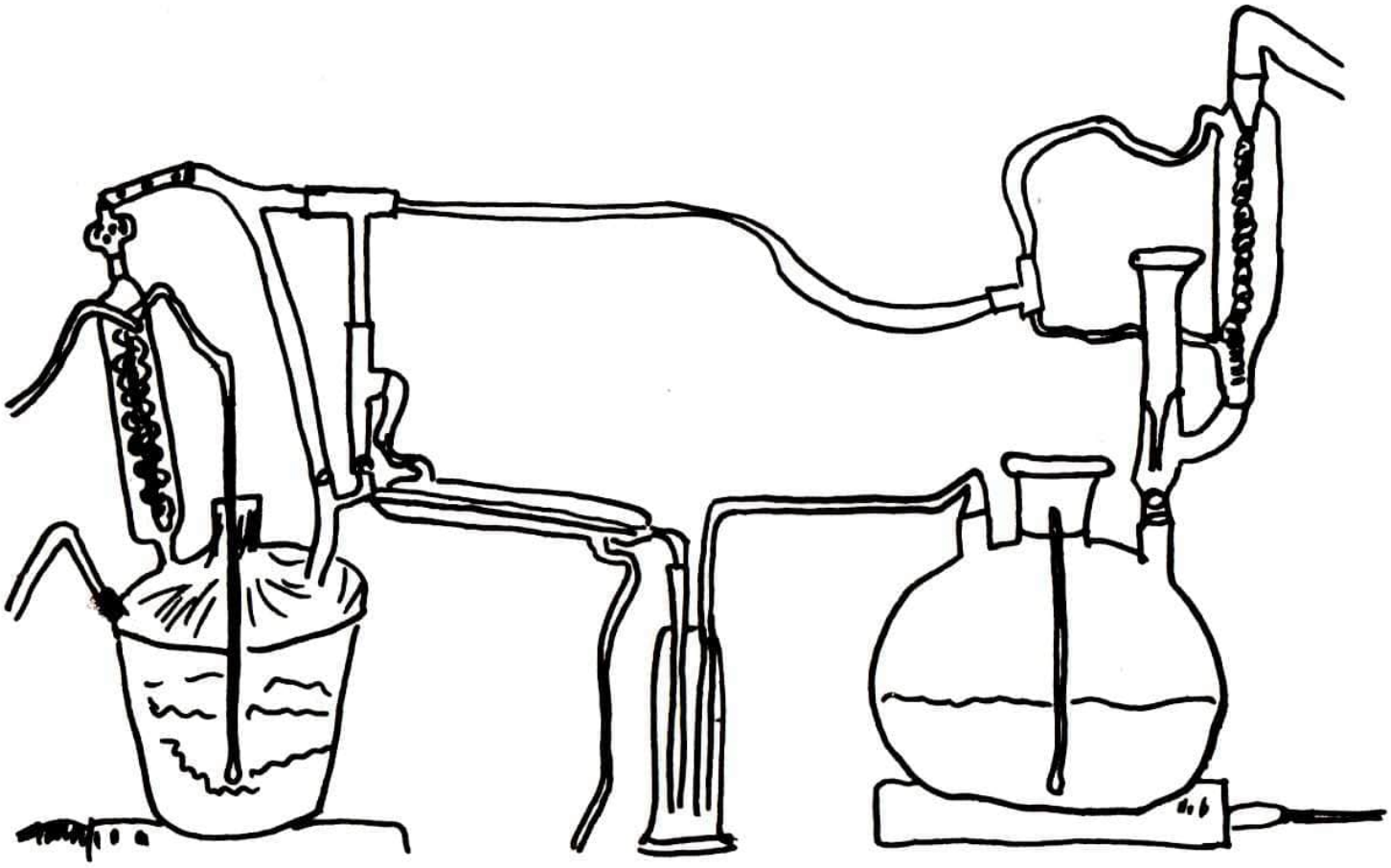
Die Enzyklopädie, von Diderot und d'Alembert herausgegeben, "wird nicht weniger als 8 Bände und 600 Bildtafeln haben, und die Bände werden ohne Unterbrechung aufeinander folgen". So hieß es 1750 in Diderots Prospekt zu dem Werk. 1765 war allein der Textteil auf 17 Bände angewachsen, und diese waren keineswegs so kontinuierlich erschienen, wie Diderot anfangs geglaubt hatte. Ja, es war ihm nur durch taktisch raffiniertes Vorgehen im Kampf mit kirchlichen und staatlichen Institutionen gelungen, den Zusammenbruch des Unternehmens, an dem mehr als 160 Mitarbeiter beteiligt waren, unter ihnen Aufklärer wie Voltaire, Montesquieu, Rousseau und Holbach, abzuwenden. Denn dieses Wörterbuch, das erste umfangreiche Unternehmen seiner Art, war der Versuch, die Einsichten der Zeit auf dem Gebiet der Natur- und Gesellschaftswissenschaften und der aufkommenden Technik einem größeren Publikum zugänglich zu machen, und zwar



in einer Art und Weise, daß die revolutionäre Sprengkraft des Werkes auch denen nicht verborgen bleiben konnte, die vergeblich alles daran setzten, sein Erscheinen zu verhindern.

Kosmetik - Cosmétique (Medizin):

... Celsius hat sehr richtig bemerkt, die meisten der so gepriesenen kosmetischen Mittel seien nur ein sinnloser Zeitvertreib, eine bloße Scharlatanerie; es sei zwecklos, den Sonnenbrand, die Sommersprossen, die Rötungen des Gesichts beseitigen zu wollen; es sei ein Wahn zu hoffen, daß man die Rauheit des Teints und die natürliche Hautfarbe ändern könne, und erst recht ein Wahn, die Runzeln beseitigen zu wollen; aber die Frauen seien in die Schönheit so vernarrt und von dem Wunsch, die Spuren des Alters zu entfernen, so besessen, daß es unmöglich sei, diesen Hang bei ihnen zu überwinden und sie von der Nichtigkeit all jener



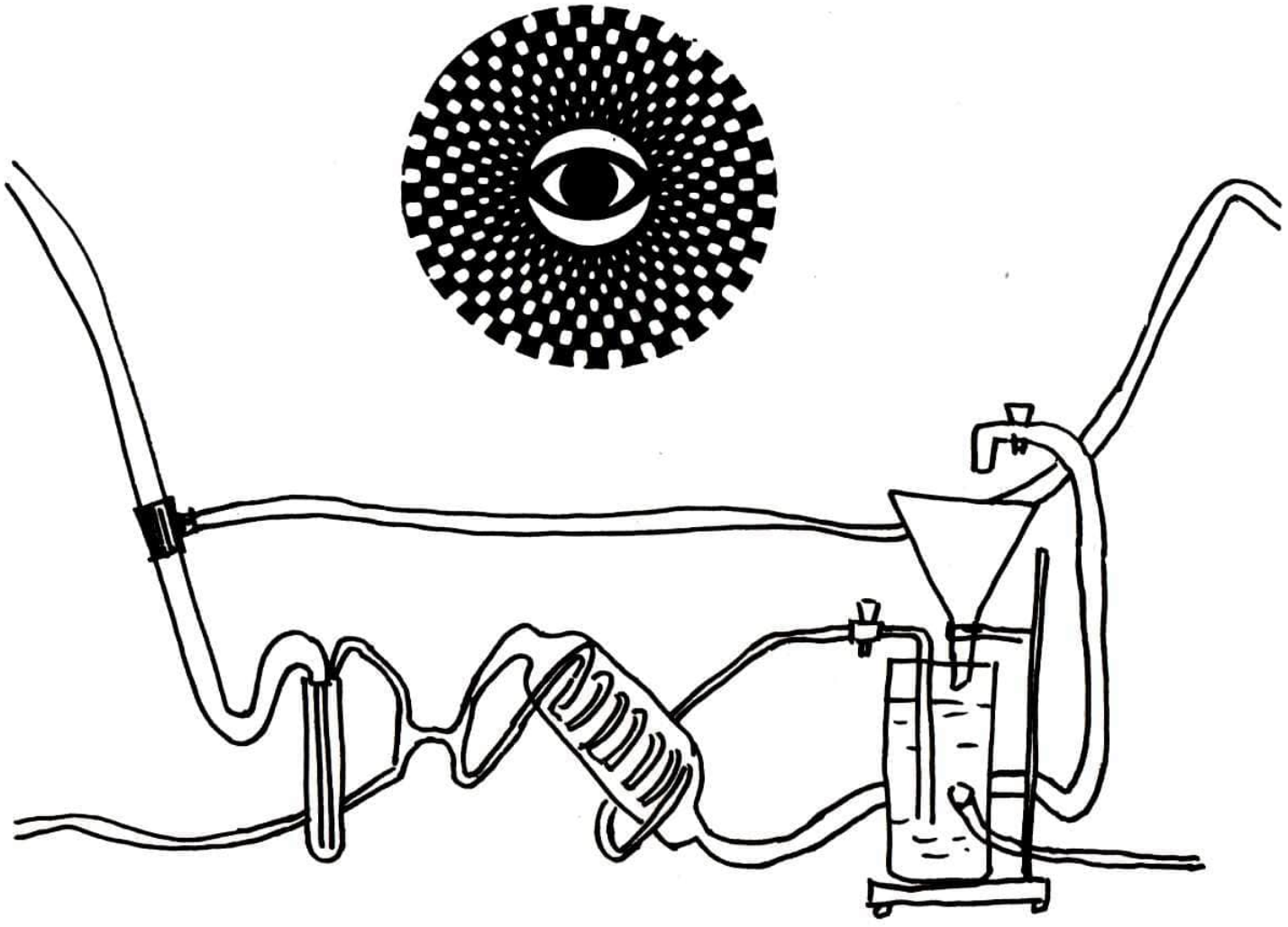
schönen Geheimnisse zu überzeugen, die den Namen Kosmetische Mittel tragen.
Tatsächlich reduzieren sich die besten, wenn man die reiflich abwägt, auf den Wert bloßer Abreibungen und Abwaschungen mit alkoholartigen oder öligen Flüssigkeiten, die ohne Gefahr angewendet werden können, um die Haut zu entfetten, zu glätten und zu verschönern. Das sind zum Beispiel Erdbeerwasser, Lavendelwasser, destilliertes Bohnenwasser, der Saft, den man aus den Blüten des Bärlapps usw. gewinnt, und allenfalls auch das Öl, das man aus Myrrhen, Mandeln, Kürbissen, Melonenkernen, Haselnüssen, Samen des weißen Mohns oder des Leindotters gewinnt, ferner Behemwurzel- oder Kakaoöl, gewonnen ohne Erhitzung; das Zimmetwachs der Holländischen Ostindischen Kompanie, die Pomaden, die Walfischtran enthalten, die Zitronensalbe, die aus Kampfer und Emulsion mehliger Substanzen hergestellt wird; das Talkwasser, das nach derselben Methode gewonnen wird, die man bei dem Myrrhenöl und anderen derartigen Ölen anwendet.
In dieselbe Klasse ordnet man die Rindergalle ein, die filtriert und in einer Menge von sechs Unzen mit je einer halben Unze von pulverisiertem Alaun, Borax und Kandiszucker gemischt wird. Man wäscht das Gesicht abends, vor dem Schlafengehen, mit dieser Flüssigkeit, nachdem man sie filtriert hat, und morgens mit Lavendelwasser.

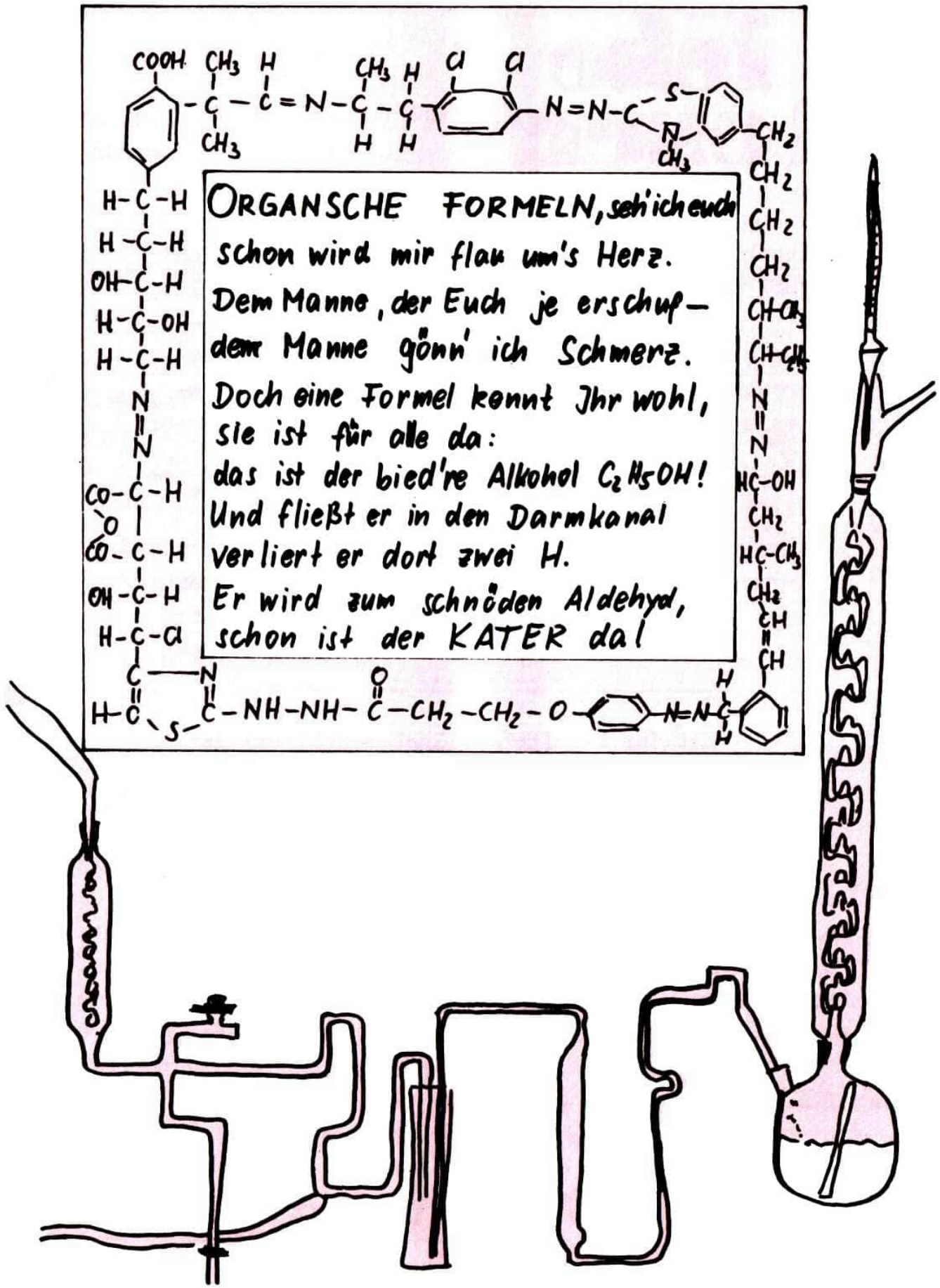
Elektrizität - Electricité (Physik):

Dieses Wort bezeichnet im allgemeinen die Wirkungen einer dünnflüssigen, sehr feinen Materie, die sich durch ihre Eigentümlichkeiten von allen anderen flüssigen Stoffen, die wir kennen, deutlich unterscheidet. Sie vermag sich, wie man festgestellt hat, mit fast allen Körpern zu verbinden,

aber mit einigen besser als mit anderen. Sie scheint sich nach besonderen Gesetzen sehr schnell zu verbinden, aber mit einigen besser als mit anderen. Sie scheint sich nach besonderen Gesetzen sehr schnell zu bewegen und ruft durch ihre Bewegungen höchst seltsame Erscheinungen hervor, von denen wir in diesem Artikel eine Vorstellung zu vermitteln suchen.

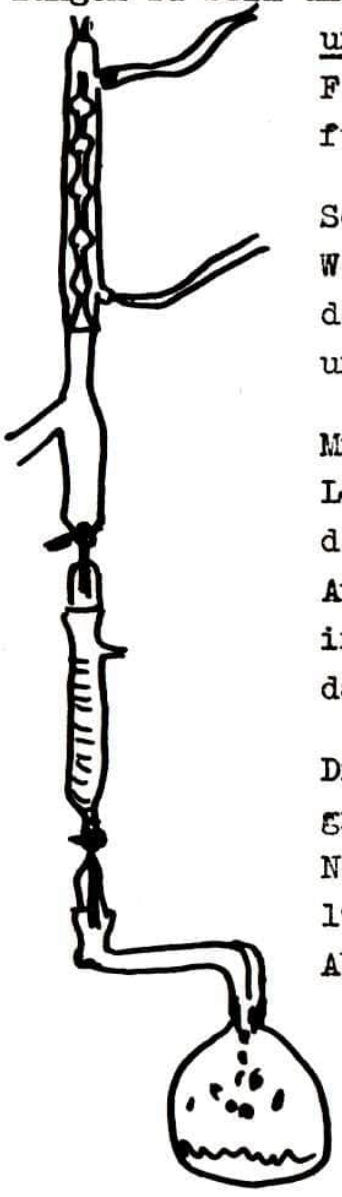
Die Meinungen der Physiker über die Elektrizität sind geteilt: Alle sind sich jedoch einig über die Existenz einer elektrischen Materie, die sich um die elektrisierten Körper mehr oder weniger dicht ansammelt und die durch ihre Bewegungen die Wirkungen der Elektrizität hervorruft, die wir wahrnehmen; aber jeder von ihnen erklärt die Ursachen und die Richtungen dieser verschiedenen Bewegungen anders.




ORGANSCHE FORMELN, seh'ich euch
schon wird mir flau um's Herz.
Dem Manne, der Euch je erschuf –
dem Manne gönn' ich Schmerz.
Doch eine Formel kennt Ihr wohl,
sie ist für alle da:
das ist der bied're Alkohol C_2H_5OH!
Und fließt er in den Darmkanal
verliert er dort zwei H.
Er wird zum schnöden Aldehyd,
schon ist der KATER da!

Liebe Leser

mit diesem Doppelheft wollen wir unseren diesjährigen Jahrgang abschliessen. Wir hoffen, dass es - entsprechend seinem Umfang - für Sie möglichst viele Beiträge enthält. Die Redaktion hatte sich für das vergangene Jahr vorgenommen, mehr ergänzende Beiträge zum Lehrplan der erweiterten Oberschule zu liefern. Das scheint weitgehend gelungen zu sein und soll auch so bleiben. (Trotzdem schwebt uns natürlich vor, auch "heisse Eisen" der Forschung und ihre möglichen Konsequenzen für die Gesellschaft darzustellen.)



Schreiben Sie uns bitte Ihre Meinung dazu. Wertvolle Hinweise, die zur Verbesserung der Qualität von impuls 68 führten, haben uns dieses Jahr erreicht.

Mit der mässigen Teilnehmerzahl bei der Lösung unserer Physikaufgabe sind wir jedoch überhaupt nicht zufrieden. Sind die Aufgaben zu leicht, zu schwer oder uninteressant ? Wir bitten Sie um Meinungen dazu.

Die Werbetrommel darf weiterhin - in begrenztem Umfang - für uns gerührt werden. Noch ein Hinweis: Falls bis Ende September 1976 keine Abbestellung vorliegt, läuft Ihr Abbonement automatisch weiter.

Gepflegte Ferien wünscht E. Wilsdorf

H_2O p.a. q.e.d.

Dr. M. Sust
FSU Jena

Physik im Sport

Erst vor wenigen Monaten sind die Olympischen Winterspiele 1976 in Innsbruck zu Ende gegangen; und bald beginnen in Montreal die Olympischen Sommerspiele 1976. Zu diesem Zeitpunkt wird die Frage "Was hat Sport mit Physik zu tun?" besonders interessant. Um Ihnen die Übersicht zu erleichtern, wollen wir unsere Betrachtungen in zwei Teile gliedern:

1. Erkenntnisse der Physik, die die Entwicklung von Sportanlagen und Sportgeräten entscheidend beeinflussen.
2. Der Zusammenhang zwischen den Gesetzen der klassischen Mechanik und der sportlichen Betätigung des Menschen.

Teil 1

In diesem Teil werden wir versuchen, die Vielfalt der Einwirkung physikalischer Erkenntnisse auf die Entwicklung von Sportanlagen und Sportgeräten an einzelnen Beispielen zu klären.

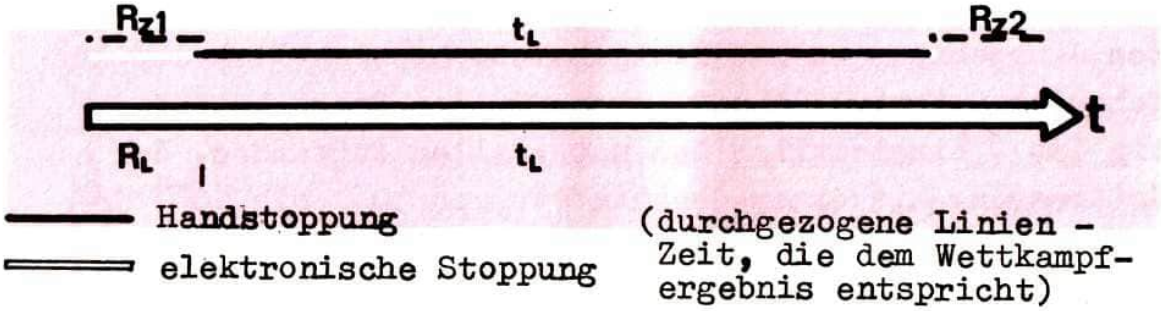
Es gibt viele Sportarten, bei denen die Zeitmessung von grosser Bedeutung ist. Auf diesem Gebiet ergaben sich in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte hinsichtlich der zu erreichenden Genauigkeit und - was für den Sport besonders wichtig ist - hinsichtlich des materiellen Aufwandes, der zur Zeitmessung mit einer Genauigkeit von 10^{-2} bis 10^{-4} Sekunden notwendig ist. Diese Entwicklung revolutionierte auch die Zeitmessung für viele Wettkampfdisziplinen. Beim 100m- und 200m-Lauf erkannten die Praktiker, daß sich zwischen handgestoppter Zeit und elektronisch gemessener Zeit Unterschiede ergaben. (Die handgestoppten Zeiten waren etwa 0,15s

bis 0,25s kürzer als die elektronisch gestoppten des selben Wettkampfes.) Längere Zeit gab es Diskussionen, welche der beiden Zeiten zu verwenden sei. Heute werden alle internationalen Wettkämpfe elektronisch gestoppt. Die Weltbestenlisten werden teilweise getrennt nach handgestoppten und elektronisch gestoppten Zeiten geführt (z.B. 100m, 200m, 110m-Hürden). In diesen Fällen gibt es in einer Disziplin einen Weltrekord für handgestoppte Zeit und einen Weltrekord für elektronisch gestoppte Zeit. Beim Zehnkampf dagegen werden keine zwei Weltrekorde geführt. Der jetzige Weltrekord von Bruce Jenner (USA) - 8524 Punkte - enthält nur handgestoppte Zeiten. Nikolai Awilow (UdSSR) erreichte bei den Olympischen Spielen 1972 in München mit elektronisch gestoppten Zeiten 8454 Punkte. Da die Differenz etwa 80 Punkte ausmacht, ist die Leistung von Awilow eigentlich höher zu bewerten als der offiziell anerkannte Weltrekord. Wie entstehen nun diese Differenzen in der Zeitmessung?

Wird die Zeit handgestoppt, vergeht zwischen Startschuß und Reaktion des Läufers (Start) die Zeit R_L und zwischen Startschuß und Beginn des Laufes der Stoppuhr die Zeit R_{z_1}.

Im Fall der elektronischen Zeitnahme (Uhr ist mit der Startpistole gekoppelt) läuft die Uhr bereits während der Reaktionszeit des Läufers R_L.

Am Ziel ergeben sich ähnliche Zusammenhänge, jedoch ist die Reaktionszeit des Zeitnehmers R_{z_2} wegen der möglichen Anpassung (Antizipation) kleiner als beim Start. Graphisch läßt sich dies wie folgt darstellen:



Bei angenommen gleicher, reiner Laufzeit t_L ergeben sich als gemessene Wettkampfzeit t_W im Fall der Handstoppung

$$t_W^{hand} = R_L + t_L + R_{z_2} - R_{z_1}$$

und im Fall einer elektronischen Stoppung

$$t_W^{elek.} = R_L + t_L \quad .$$

Daraus folgt:

$$t_W^{elek.} - t_W^{hand} = R_{z_1} - R_{z_2}$$

(Diese vereinfachte Betrachtung hat nicht alle Einflußgrößen erfaßt).
Die Entscheidung, welche der Zeiten ein besseres Maß für die sportliche Leistung eines Läufers ist, können Sie nun selbst fällen.
Die erhöhte Genauigkeit in der Zeitmessung kann auch zu fragwürdigen Entscheidungen führen, wenn sie unbedacht angewendet wird. Zum Beispiel wurde die Gold- und Silbermedaille im 400m-Lagenschwimmen der Herren bei den XX. Olympischen Spielen in München 1972 auf Grund eines gestoppten Zeitunterschiedes von $2 \cdot 10^{-3}$s vergeben. Überschlägt man, welche Strecke die Sportler in dieser Zeit etwa zurückgelegt haben, ergibt sich eine Länge von 0,003 m. Da der Wettkampf (400 m) auf einer 50 m-Bahn ausgetragen wurde, ist die zeitliche Differenzierung von $2 \cdot 10^{-3}$s nur sinnvoll, wenn die Beckenlängen beider Wettkampfbahnen auf

$$\frac{0,003}{8} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ m} \approx 0,37 \text{ mm}$$

gleich sind. Schwimmbecken (auch für Olympische Spiele) werden natürlich nicht so genau gebaut, daß eine Vergabe der Medaillen nach tausendstel Sekunden sinnvoll erscheint.

Anders sind die Verhältnisse beim Sprint. Nimmt man beim 100m-Lauf der Herren (um die Größenordnung abzuschätzen) eine Laufzeit von 10s an, dann ergibt sich eine mittlere Geschwindigkeit von 10m/s. Es werden also im Durchschnitt in 1/10s ein Meter, in 1/100s zehn Zentimeter und in einer 1/1000s ein Zentimeter zurückgelegt.
Sie sehen hier deutlich, wie wenig eine Angabe bis auf Zehntel genau (Handstoppung) die sportliche Leistung differenziert.

(Sichtbarer Vorsprung und doch gleiche Zeit!)

Wenn Sie die Olympischen Winterspiele im Fernsehen genau verfolgt haben, werden Ihnen Unterschiede in der Ausrüstung der Sportler aufgefallen sein. Bei der Auswahl der Ausrüstung und beim Bau der Wettkampfgeräte spielen häufig physikalische Gesetzmäßigkeiten eine Rolle. Sie wissen sicher, daß bei bestimmten Strömungstypen der Luftwiderstand F_W dem Quadrat der Geschwindigkeit v und der Querschnittsfläche senkrecht zur Bewegungsrichtung A proportional ist:

$$F_W \sim A \cdot v^2 \quad .$$

Damit die Luftwiderstandskräfte möglichst gering sind, wird man sich also beim Rennschlitten- und Bobsport bemühen, die Querschnittsflächen möglichst klein zu halten. Die sportlichen Techniken wurden durch diese physikalische Gesetzmäßigkeit in den vergangenen Jahren stark beeinflußt, z.B. Durchsetzen einer aerodynamisch günstigen Fahrhaltung im Skiabfahrtslauf oder die Abänderung der sitzenden Fahrweise im Rennschlittensport.

2. Die Gesetze der klassischen Mechanik und die sportliche Bewegung

Für Körper, die sich langsam im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit bewegen und deren Massen groß gegen die Masse einzelner Atome sind, gelten die Gesetze der klassischen Mechanik z.B. in der Form der Newtonschen Axiome. Folglich sind die Gesetze der Mechanik auch auf die sportliche Bewegung des Menschen anwendbar.

Diese Erkenntnis mußte sich in der Sportwissenschaft erst durchsetzen. Noch heute findet man gelegentlich Veröffentlichungen, die an der Eindeutigkeit dieser Aussage zweifeln. Die Ursache dafür sind meist "Erkenntnisse", die durch falsche Modellvorstellungen gewonnen wurden und deshalb nicht mit der Realität in Einklang zu bringen sind.
Eine konsequente Anwendung der Gesetze der klassischen Mechanik innerhalb ihrer Grenzen kann bestimmte sportwissenschaft-

liche Fragen lösen. Ein Beispiel soll dies erläutern. Längere Zeit wurde unter Sportwissenschaftlern die Frage diskutiert, ob der Mensch, der nur der Schwerkraft ausgesetzt ist, die Fähigkeit besitzt, mit seinen Muskelkräften eine Drehung einzuleiten. Diese Fragestellung war für das Turnen, Wasserspringen und andere Sportarten von Bedeutung. Es standen sich folgende Meinungen gegenüber:

Nach dem 3. Newtonschen Axiom erzeugt jede Kraft eine Gegenkraft, so daß der Mensch nur mit inneren Kräften keine Drehbewegungen einleiten kann.
Und die Folgerung daraus:
Die in der Praxis beobachteten Drehbewegungen sind eingeleitet worden, als der Sportler noch Verbindung zu einer Unterstützungsfläche hatte.

Die Praxis zeigt, daß der Sportler Drehbewegungen im freien Flug einleiten und durchführen kann; also sind die Gesetze der Mechanik nicht ausreichend für die richtige Beschreibung des Problems.

Die Gesetze der Mechanik jedoch führen uns zu anderen Ergebnissen. Wir wollen die Gedankengänge hier skizzieren. Aus den Newtonschen Axiomen folgt für ein System von Massenpunkten (das wollen wir als vereinfachtes Modell benutzen) der Drehimpulssatz: Die zeitliche Änderung des Gesamtdrehimpulses ist gleich der Summe der Drehmomente der äußeren Kräfte

$$\frac{d}{dt}\,\vec{P} = \sum_i \vec{M}_i \quad .$$

Dieser Satz gilt auch im Schwerpunktsystem. Da in diesem Bezugssystem aber entsprechend der Aufgabenstellung keine äusseren Kräfte vorhanden sein sollen, gilt für das Problem der Drehimpulserhaltungssatz

$$\frac{d}{dt}\,\vec{P} = 0 \quad .$$

Wir können also sagen, daß durch die inneren Kräfte (Muskelkräfte) der Drehimpuls nicht verändert werden kann.
Denken wir uns den menschlichen Körper (der Einfachheit hal-

ber) aus zwei Teilen bestehend (etwa Arme und restlicher Körper), dann lautet der Drehimpulserhaltungssatz

$$\theta_1 \cdot \vec{\omega}_1 + \theta_2 \cdot \vec{\omega}_2 = \text{const.}$$

(θ - Trägheitsmoment, ω - Winkelgeschwindigkeit)

Wir wollen nun den Fall betrachten, daß zu Beginn der Muskelaktivität der Gesamtdrehimpuls Null ist, also

$$\theta_1 \cdot \vec{\omega}_1 = - \theta_2 \cdot \vec{\omega}_2$$

gilt. Wird nun durch die Muskeln (innere Kräfte) etwa ein Arm über dem Kopf gedreht, dann muß sich der restliche Körper in umgekehrter Richtung drehen. Wird die Bewegung des Armes eingestellt, kommt der gesamte Körper zur Ruhe. Allerdings hat er sich inzwischen um einen bestimmten Winkel gedreht.

Aus den Gesetzen der Mechanik folgt also, daß beide eingangs dargestellten Meinungen falsch sind.

Wir haben mit diesem Beispiel gezeigt, wie fruchtbar die Anwendung der klassischen Mechanik auf sportwissenschaftliche Probleme sein kann, Es wird sich kein Beispiel aus dem Bereich des Sports finden, für das die Gesetze der Mechanik nicht gültig wären.

Man kann jedoch fragen, reichen die mechanischen Gesetze aus, um jede menschliche Bewegung zu beschreiben? Betrachten wir die Gesetze der klassischen Mechanik, dann können wir folgern: Die Bewegung eines Körpers ist prinzipiell berechenbar, wenn die Anfangsbedingungen und die angreifenden Kräfte bekannt sind. In diesem Sinn kann man also sagen, daß die klassische Mechanik (Punktmechanik, Mechanik starrer Körper, Mechanik der Kontinua) ausreicht, die menschliche Bewegung zu beschreiben. Die Kräfte jedoch, die auf die einzelnen Massenelemente wirken, sind von anatomischen,biochemischen und physiologischen Bedingungen abhängig und führen damit aus dem Bereich der klassischen Mechanik hinaus.

Betrachtet man diesen Problemkreis noch allgemeiner, dann sind auch Kategorien wie Motivation und Bewußtsein mit in die Beschreibung einzubeziehen.

BÜCHERMARKT

I. N. Semonov und K. V. Ovčinnikov

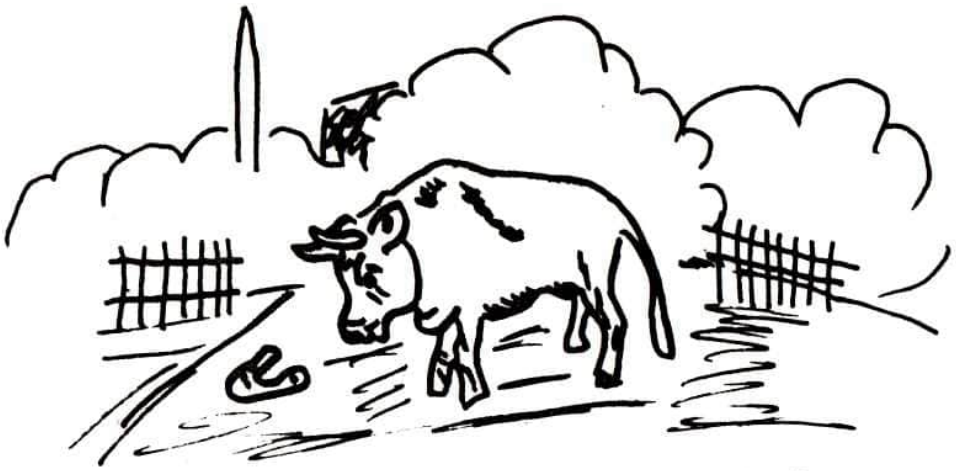
„Interessante" anorganische Verbindungen

Übersetzung aus dem Russischen
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1975
160 Seiten mit 16 Bildern, Format 12,0 x 19,0 cm, kartoniert, Preis 7,70 M

1962 bewirkte die erstmalige Darstellung von Xenontetrafluorid durch N. Bartlett eine Revolution im Denken der Chemiker. Damit fand der Glaube an die Reaktionslosigkeit der Edelgase sein Ende. Seitdem wurden eine Reihe weiterer Edelgasverbindungen dargestellt. Trotz dieser sensationellen Synthesen war die Entdeckung nicht ganz unerwartet, denn bereits 1949/50 hatten Chemiker die Stabilität solcher Verbindungen theoretisch vorausgesagt.
Die Edelgasverbindungen nehmen einen der vier Hauptteile dieses Büchleins ein.
Ein weiterer Themenkomplex sind die Metallcarbonyle, also Verbindungen, die aus einem Metall und Kohlenmonoxid bestehen, welche seit der Entdeckung des $Ni(CO)_4$ im Jahre 1890 vielseitigen Einsatz in der Technik erlangten.
Eine dritte Gruppe interessanter Verbindungen sind solche mit Metall-Metall-Bindung. Hier wird zum Beispiel eine Antwort auf die Frage gegeben, ob $NbJ_{1,83}$ eine einheitliche Verbindung ist. Der Leser lernt den Begriff der "Cluster" kennen. In einem letzten großen Abschnitt werden Einlagerungsverbindungen behandelt. Daß Graphit beispielsweise Alkalimetalle in sein Kristallgitter einlagern kann oder in

der Lage ist, ein Hydrogensulfat zu bilden, wird für viele neu sein.

Das Buch wendet sich vor allem an Schüler der Oberschulen, sowie an Studenten der naturwissenschaftlichen Disziplinen. Besonders Schüler, die in Chemiezirkeln tätig sind, werden interessante, über den Unterrichtsstoff hinausgehende Anregungen finden.



Eisen-ochs-Sieht

Bakterien fördern Erdöl

In Rumänien wurde ein Verfahren entwickelt, nachdem Bakterien zur Intensivierung der Erdölförderung beitragen können. Bakterien werden in großen Mengen durch die Förderbohrung in die erdölführende Schicht eingebracht. Sie übernehmen dann die Rolle kleiner "Gasgeneratoren", wodurch sich der Gasdruck um mehrere Atmosphären erhöht und somit das Erdöl leichter geborgen werden kann.

Dr. Erika Wiesner

Das 5-Jahresstudium im Fach Chemie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Ab 1. 9. 1975 werden an der Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena Studenten immatrikuliert, deren Studium 5 Jahre dauert. Damit wird eine wesentliche Voraussetzung für die weitere Erhöhung des Niveaus der Ausbildung geschaffen. Das 5-Jahresstudium erfolgt nach einem neuen Studienplan, der das Ergebnis gründlicher Diskussionen und Erarbeitungen durch den Wissenschaftlichen Beirat Chemie des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen mit Hochschul- und Industriepartner ist und die Forderungen der sozialistischen Gesellschaft an die Chemiesektionen der DDR widerspiegelt.

Ausgangspunkt ist auch hier die Erfüllung der Aufgabenstellung des VIII. Parteitages der SED, die Qualität der Ausbildung, vor allem das inhaltliche Niveau der Lehre, weiter zu erhöhen und die klassenmäßige Erziehung der Studenten zu verbessern. Deshalb ist das Ziel des Chemiestudiums in dem neuen Ausbildungsplan: "... zur wissenschaftlichen schöpferischen Arbeit befähigte sozialistische Fachleute für die stoffwandelnde Industrie auszubilden, die sowohl in der Lage sind, mitzuwirken an der Schaffung neuer Erkenntnisse und deren Anwendung, als auch mitzuhelfen, bereits bekanntes Wissen für die praktische Nutzung aufzubereiten." /1/ Dabei werden an den Absolventen hohe Anforderungen hinsichtlich seiner Persönlichkeit gestellt, um die Aufgaben der sozialistischen Wirtschaft mit erfüllen zu helfen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine praxisnahe Ausbildung erforderlich, die z.B. in einem mehrwöchigen Betriebspraktikum, bei Exkursionen und Einsätzen der FDJ-Studentenbrigaden in der sozialistischen Praxis angestrebt wird.

Das 5-Jahresstudium gliedert sich in eine etwa 2½-jährige Grundlagenausbildung, die an allen Universitäten der DDR nach einheitlichen Plänen durchgeführt wird. Daran schließt sich eine 2½-jährige Fachausbildung an, welche an der FSU Jena die

beiden Fachstudienrichtungen Synthesechemie und Theoretische und Physikalische Chemie einschließt. Innerhalb dieser Phase und als Abschluß des Studiums liegt eine einjährige Dimplomarbeitsphase, in der das schöpferische wissenschaftliche Arbeiten der Studenten weiterentwickelt und entsprechend der forschungsspezifischen Aufgaben der Sektion ausgebildet wird. Als Einsatzgebiete für unsere Absolventen der beiden Fachstudienrichtungen kommen vor allem Betriebe der stoffwandelnden Industrie sowie die zugeordneten Forschungseinrichtungen in Frage.

Voraussetzungen für die Aufnahme eines Chemiestudiums sind ein gutes Verständnis für gesellschaftswissenschaftliche Zusammenhänge, solide mathematisch-naturwissenschaftliche Grundkenntnisse und eine dem Grad der Schulbildung entsprechende Beherrschung der Sprachen Russisch und möglichst Englisch. Gesellschaftswissenschaften, Naturwissenschaften und Sprachen bilden eine Einheit in Studium und Beruf des Chemikers.

In der Grundlagenausbildung soll der Student eine breite marxistisch-leninistische, mathematisch-physikalische, ökonomische, technologische und umfassende chemische Ausbildung erhalten. Dies wird durch folgende Lehrgebiete verwirklicht:

- Marxismus-Leninismus:
  speziell "Dialektischer und Historischer Materialismus",
  "Politische Ökonomie des Kapitalismus und Sozialismus"
  und "Wissenschaftlicher Kommunismus"

- Chemische Grundlagenausbildung:
  Aufbau und Eigenschaften der Stoffe
  Grundlagen der chemischen Thermodynamik
  Chemische Gleichgewichte
  Kinetik und Reaktionsmechanismen
  Reaktionsverhalten und Syntheseprinzipien

- Mathematik:
  Elementare Funktionen, lineare Algebra, Vektorrechnung,
  Differential- und Integralrechnung, Differentialgleichungen,
  unendliche Reihen, Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

- Physik:
  Mechanik, Elektrizitätslehre, Anwendung der wichtigsten physi-

kalischen Meßverfahren

- Obligatorische Fremdsprachenausbildung:
  Russisch (Sprachkundigenprüfung IIb)
  Englisch
- Hochschulsport
- Militärische Ausbildung bzw. Zivilverteidigung

Hörsaalgebäude der Sektion Chemie

Die Fachinhalte dieser Lehrgebiete werden dem Studenten in Form von Vorlesungen, Seminaren, Kolloquien und Konsultationen nahegebracht. Durch die enge Verbindung des Studenten zu seinen Betreuern lernt er in dieser Zeit auch die Forschungsgebiete der Sektion kennen. Eine umfassende laborpraktische Ausbildung der Studenten wird durch den experimentellen Charakter der Wissenschaft Chemie bedingt. So werden im Labor die wichtigsten klassischen und modernen experimentellen Arbeitsmethoden in ihren Grundlagen vermittelt, einfache Substanzen dargestellt und auf deren Reinigung, Reinheitsprüfung und Charakterisierung Wert gelegt. Einfache chemische Verbindungen werden identifiziert und Aussagen der instrumentellen Analytik über wichtige Strukturelemente von Substanzen auf spektroskopischer Grundla-

ge vermittelt. Im Zusammenhang mit allen chemischen Lehrveranstaltungen stehen Belehrungen zu Fragen des Arbeitsschutzes und der Sicherheitstechnik.

An die Grundlagenausbildung schließt sich nahtlos das Studium in der jeweiligen Fachstudienrichtung an. Hauptaufgabe des Chemikers der Fachstudienrichtung "Synthesechemie" ist es, "mit der stofflich bezogenen Behandlung chemischer Reaktionen vertraut zu sein und gründliche Kenntnisse über die chemischen Syntheseprinzipien und die analytische Chemie zu besitzen"./1/

Speziell in Jena wird in der Fachstudienrichtung Synthesechemie auch der Glaschemiker ausgebildet, dem im Rahmen der Volkswirtschaftspläne große Bedeutung zukommt.

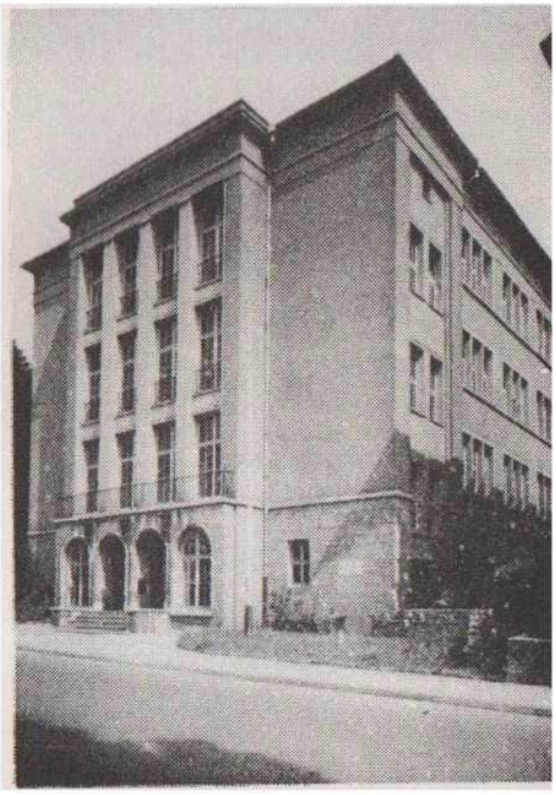
Der Chemiker der Fachrichtung Theoretische und Physikalische Chemie soll in der Lage sein, chemische Probleme durch den Einsatz moderner Meßgeräte erfolgreich zu bearbeiten. Die Kenntnis der theoretischen Zusammenhänge gestattet ihm eine weitgehende quantitative Ausschöpfung der selbstgewonnenen Meßinformationen. Die Ausbildung in den Fachrichtungen erfüllt somit sowohl die Funktion einer vertiefenden und differenzierten Ausbildung in den Haupt- und Spezialgebieten der Chemie als auch die Aufgabe, in die Vermittlung besonderer experimenteller, meßtechnischer und theoretischer Arbeitsmethoden einzuführen.
Durch folgende Lehrgebiete soll das allgemeine Ausbildungsziel verwirklicht werden:

A) Für beide Fachstudienrichtungen

- Marxismus-Leninismus
  speziell: Wiss. Kommunismus und ausgewählte Probleme des Marxismus-Leninismus
- Sozialistische Betriebswirtschaft
  speziell: Kosten- und Rentabilitätsberechnung, politisch-ökonomische und psychologische Grundkenntnisse zur Anleitung kleinerer Kollektive
- Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
- Geschichte der Naturwissenschaften/Chemie
- Technische Chemie mit einem 12-wöchigen Betriebspraktikum

B) Synthesechemie

- Anorganische und organische Synthesechemie mit umfangreichen Laborpraktika
- Reaktionstheorie
- Stoff- und Strukturanalytik
- Wahlobligatorische Spezialausbildung



Gebäude der organischen Chemie
(Fotos: HSB FSU Jena)

C) Theoretische und Physikalische Chemie

- Spezielle Mathematik
- Quanten- und Strukturchemie
- Physikalisch-chemische Meßmethoden
- Thermodynamik und Kinetik
- Wahlobligatorische und Spezialausbildung

Während der Ausbildung in den Fachstudienrichtungen ist ein Forschungspraktikum vorgesehen, das den Studenten schon intensiv auf seine später durchzuführende Diplomarbeit vorbereitet und gleichzeitig mit forschungspezifischen Aufgaben der Sektion vertraut macht.

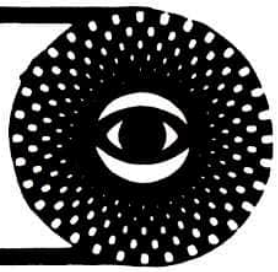
Grundlagen- und Fachausbildung werden mit Abschluß- bzw. Hauptprüfungen abgeschlossen. Nach erfolgreich bestandenen Prüfungen, abgeschlossener Diplomarbeit und Verteidigung derselben wird dem Studenten der akademische Grad eines Diplomchemikers verliehen.

Literatur:

/1/ Studienplan für die Grundstudienrichtung Chemie, Berlin, April 1975, S. 1 und 9

Aula der Friedrich-Schiller-Universität mit dem Bild „Aufbruch der Jenenser Studenten" von Ferdinand Hodler (Foto: HSB FSU Jena)

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Iewgeni Primakow)*

Abrüstung unaufschiebbar

Einstellung des Wettrüstens, Einschränkung der Rüstungen und Abrüstung gehören zu jenen außerordentlich wichtigen Problemen, die die ganze Menschheit, die ureigensten Interessen aller Völker betreffen. Sie lösen heißt nicht nur die unmittelbare Kriegsgefahr beseitigen und viele dringende Bedürfnisse der breitesten Bevölkerungsschichten in der ganzen Welt befriedigen; es bedeutet auch, die schon begonnene internationale Entspannung zu beschleunigen und zuverlässige Garantien für die Sicherheit der Völker, für die friedliche Zukunft der Menschheit zu schaffen.

Im internationalen Entspannungsprozeß hängen der politische und der militärische Aspekt zusammen. Militärische Entspannung ist ohne politische unmöglich, aber diese kann ihrerseits nicht genügend erfolgreich und zuverlässig sein, wenn sie nicht mit konkreten Maßnahmen zur militärischen Entspannung einhergeht.

Die Einstellung des internationalen Wettrüstens ist keine leichte Aufgabe, bei ihrer Lösung kommen stets zahlreiche politische, strategische, wissenschaftlich-technische und psychologische Faktoren in Betracht. Gegen die Abrüstung treten die Kräfte der Reaktion und des Militarismus auf, aber daneben gibt es objektive Schwierigkeiten. Sie rühren daher, daß schon der Vorgang der internationalen Rüstungseinschränkung komplizierte Probleme bietet (praktische Realisierung des Prinzips der Nichtbeeinträchtigung der Sicherheit, Ausar-

*) Jewgeni PRIMAKOW, Korrespondierendes Mitglied der AdW der UdSSR, stellv. Direktor des Instituts für Weltwirtschaft und internationale Beziehungen der AdW der UdSSR

beitung der Kriterien für den Vergleich der zu begrenzenden Waffensysteme, Kontrolle, Überprüfung u.a.).

Auf dem Weg zum Ziel

Vom Standpunkt der konsequenten Bewegung zum gesetzten Ziel sind die in den letzten Jahren erzielten Resultate von enormer Bedeutung. Wir meinen den Moskauer Vertrag über das Verbot der Kernwaffenversuche in drei Medien; den Vertrag über die Prinzipien der Tätigkeit der Staaten im Weltraum; den Vertrag über Nichtweiterverbreitung der Kernwaffen; den Vertrag über das Verbot der Stationierung von Kern- und anderen Massenvernichtungswaffen auf dem Meeresboden; die 1975 in Kraft getretene Konvention über das Verbot der bakteriologischen Waffen; die sowjetisch-amerikanischen Abkommen zur Einschränkung des Wettrüstens.

Besonders hervorgehoben seien die Übereinkünfte über die Reduzierung und Einstellung des Wettrüstens auf Gebieten, die direkt mit der Entwicklung, Produktion und Vervollkommnung verschiedener Arten strategischer Raketen- und Kernwaffen verbunden sind.

Das Leben lehrt, daß die berüchtigte Theorie "alles auf einmal oder nichts" unhaltbar, ja provokatorisch ist. Würde die Welt solchen (hauptsächlich von Peking ausgehenden) Ratschlägen folgen, so würde sich das Wettrüsten überhaupt der Kontrolle entziehen.

Hauptgefahr: Perfektionierung der Waffen

Zugleich ist der Schluß über die Notwendigkeit sukzessiver Schritte bei der Abrüstung nicht gleichbedeutend mit der Behauptung, es sei schon heute gelungen, das Wettrüsten, darunter bei den Raketen- und Kernwaffen, einzustellen. Die Rüstungslager erhalten neue Munition (siehe z.B. die veröffentlichten Angaben, laut denen heute pro Einwohner der Erde 15 t Sprengstoff kommen), aber darüber hinaus auch qualitativ neue Kernwaffen. Es erfolgen kostspielige Forschungen, und es werden praktische Maßnahmen ergriffen, die Treffsicherheit

der strategischen Raketen und ihrer Kernsprengköpfe in bezug auf Kleinziele zu erhöhen, die Forschungs- und Konstruktionsarbeit an neuen Waffensystemen hat merklich an Umfang zugenommen.

Es ist nicht übertrieben, wenn man sagt: Infolge der qualitativen Perfektionierung der strategischen Rüstungen entstehen und entwickeln sich die gefährlichsten Tendenzen im Wettrüsten, die zur Störung des entstandenen strategischen Gleichgewichts führen und so einer neuen Eskalation der militärischen Vorbereitungen den Auftrieb geben können. Zudem ist die qualitative Perfektionierung der Rüstungen im Grunde das Hauptgebiet, auf dem die neuesten wissenschaftlich-technischen Errungenschaften am aktivsten und vollständigsten zu militärischen Zwecken verwendet sowie die kompliziertesten und teuersten militärischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt werden.

Beim gegenwärtigen Niveau von Wissenschaft und Technik entsteht die ernstliche Gefahr, daß eine noch fürchterlichere Waffe als selbst die nukleare entwickelt werden könnte. Die Vernunft und das Gewissen der Menschheit diktieren die Notwendigkeit, der Entstehung einer solchen qualitativ neuen Waffe eine unüberwindliche Schranke zu setzen. Darauf ist der Vorschlag Leonid Breshnews gerichtet, die Entwicklung neuer Massenvernichtungswaffen, neuer Systeme solcher Waffen zu verbieten. Die Abfassung und der Abschluß eines solchen internationalen Abkommens vieler Staaten, darunter der Großmächte, würde die Sicherheit der ganzen Menschheit festigen und den gesamten weiteren Kampf für Abrüstung noch mehr untermauern.

Eine äußerst aktuelle Aufgabe besteht nicht in hoffnungslosen Versuchen, dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt Einhalt zu gebieten, sondern darin, die Möglichkeit der Verwendung wissenschaftlich-technischer Leistungen zu militärischen Zwecken einzuschränken und dann auch völlig auszuschließen.

Leider stehen auf der Tagesordnung auch noch andere Probleme, die mit der Beschränkung des qualitativen Wettrüstens zusam-

menhängen. Hierzu gehört eine größtmögliche Beschränkung und dann völlige Einstellung aller (darunter auch der unterirdischen) Kerntests, was die Perfektionierung der bestehenden und die Schaffung neuer strategischer Systeme der Raketen- und Kernwaffen beträchtlich erschweren würde.
Mehrere Jahre hindurch bestand ein ernstes Hindernis für ein volles Verbot aller Kernwaffenversuche in den Schwierigkeiten, die mit der Ausarbeitung einer effektiven Kontrolle über ein solches Verbot zusammenhingen. Heute entfällt diese Schwierigkeit infolge der Entwicklung von seismologischen, Funkmeß-, Weltraum- und sonstigen technischen Kontrollmitteln. Gegenwärtig liegt aller Grund zu der Behauptung vor, daß die Möglichkeit, jemand könnte die Verträge und Abkommen über das Verbot der Kernwaffentests heimlich verletzen, absolut ausgeschlossen ist.
Die Lösung des Problems der Einschränkung der unterirdischen Kernwaffentests ist schon eingeleitet worden. Der zwischen der UdSSR und den USA am 3. Juli 1974 unterzeichnete Vertrag sieht vor, daß die Tests von Kernwaffen mit einer Leistung von mehr als 150 Kilotonnen ab 31. März 1976 eingestellt, die Tests unter dieser Höchstgrenze auf ein Minimum reduziert und nur auf bestimmten Versuchsgeländen durchgeführt werden. Außerdem vereinbarten die Vertragspartner, sich weiterhin darum zu bemühen, das Problem der Einstellung aller unterirdischen Kernwaffentests zu lösen. Die sowjetischen Führer erklärten wiederholt, daß unser Land schon jetzt bereit ist, alle unterirdischen Kernwaffenversuche völlig einzustellen und auf baldigste Übereinkunft zu dieser Frage hinzuarbeiten.

Eine weitere Richtung im Wettrüsten darf nicht unerwähnt bleiben. Wir meinen die Entwicklung von Kernwaffen leichten Kalibers, für die relativ geringe Kernladungen (etwa 1 Kilotonne) und relativ geringer Aktionsradius der Trägermittel charakteristisch sind. Die potentielle Gefährlichkeit dieser Art von Kernrüstungen besteht vor allem darin, daß ihre Entwicklung objektiv darauf gerichtet ist, die Grenze zwischen nuklearen und konventionellen Rüstungen zu verwischen. Ebendeshalb verwenden sich für Kernwaffen leichten Kalibers die-

jenigen imperialistischen militärisch-politischen Kreise, die zugleich alle möglichen Konzeptionen von der "Zulässigkeit" und "Kontrollierbarkeit" der sogenannten kleinen oder begrenzten Kernkriege predigen. Um ihre Konzeptionen annehmbar zu machen, versteigen sie sich sogar zu der demagogischen Behauptung, die kleinkalibrigen Kernwaffen könnten einen thermonuklearen Weltkrieg eindämmen, ja verhüten.

In Wirklichkeit dienen all diese Konzeptionen und die dabei ins Treffen geführten Argumente nur einem Ziel: die Weltöffentlichkeit allmählich glauben zu machen, die Anwendung der Kernwaffen sei zulässig, zwischen konventionellen und nuklearen Kriegen bestehe kein grundsätzlicher qualitativer Unterschied. Außerdem sind die Versuche einer ethischen Rechtfertigung der Kernwaffen leichten Kalibers dazu angetan, die "fast nuklearen" Länder zum Verzicht auf die Einhaltung der Nichtweiterverbreitungsregeln der Kernwaffen zu provozieren. Fest steht auf jeden Fall: Sollten solche Konzeptionen und mit ihnen auch die Projekte zur Entwicklung kleinkalibriger Kernwaffen weitgehend realisiert werden, so wäre das nicht etwa ein Schritt weg vom thermonuklearen Weltkrieg, sondern ein großer Sprung in Richtung eines solchen Krieges.

In den Dienst am Frieden stellen

In diesem Zusammenhang ergibt sich ein besonderer Aspekt der Erschließung von Kernenergiequellen. Die Entwicklung der Atomenergetik wie auch der anderen Bereiche der friedlichen Nutzung der Kernprozesse ist sehr fortschrittlich und bringt unbestreitbare wirtschaftliche Vorteile. Zugleich steigt jedoch die potentielle Gefahr, daß die Kernenergie auf die Produktion von Kernwaffen umgestellt wird, und zwar in Ländern, wo es militaristische Kräfte gibt, und die politischen Bedingungen für die Entfaltung nuklearer Kriegsvorbereitungen bestehen.

Immer wichtiger wird deshalb die Anwendung eines Kontrollsystems, das die Umstellung von Spaltstoffen aus den friedlichen Anwendungsbereichen auf die Entwicklung von Kernwaffen oder sonstigen nuklearen Sprenganlagen nicht zulassen würde.

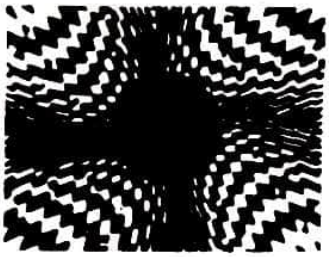
Das sind keine einfachen Aufgaben, aber sowohl politisch als auch technisch bei gutem Willen durchaus lösbar.

Dasselbe gilt für das Problem von Kernexplosionen zu friedlichen Zwecken. Laut dem Vertrag über die Nichtweiterverbreitung verpflichten sich seine Signatare, die Kernwaffen besitzen, potentielle Vorteile aus der friedlichen Nutzung der Kernexplosionen denjenigen Vertragsstaaten zur Verfügung zu stellen, die solche Waffen nicht haben. Im Rahmen der Internationalen Atombehörde (IAEA) wurde bereits eine bedeutende Arbeit geleistet, um organisatorische und technische Dokumente fertigzustellen, die festlegen, unter welchen Bedingungen Dienstleistungen zur Durchführung friedlicher Kernexplosionen gewährt, diese vorgenommen werden, die internationale Überwachung erfolgt usw. Nun gilt es, das Problem der Verminderung der Umweltschädigung weiterhin zu studieren. Normen und Kriterien der Sicherheit bei solchen Explosionen festzulegen, die Möglichkeiten der friedlichen Anwendung nuklearer Sprenganlagen sowie die wissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen, ökologischen und völkerrechtlichen Aspekte ihrer praktischen Anwendung zu untersuchen.

Die Erfolge bei der Festigung des Friedens geben die Möglichkeit, das Abrüstungsproblem heute entschlossener, in größerem Umfang und in vieler Hinsicht auf eine neue Art und Weise anzupacken. Dazu ist aber notwendig, die Hindernisse aktiv zu überwinden und sich um den Schutz des Friedens in zunehmendem Maße zu bemühen. Auf dem halben Wege stehenzubleiben, vor Schwierigkeiten zurückzuweichen, die Bemühungen abzuschwächen, sich mit der "begrenzten Entspannung" zufriedenzugeben, hieße, den Prozeß der Abrüstung nicht nur zu hemmen, sondern ihn auch zurückzuwerfen und auch die bereits erzielten Resultate aufs Spiel zu setzen.

gekürzt aus "NEUE ZEIT" 33/75

physikaufgabe 11



Auf einem geraden Abschnitt einer Straße fährt ein Pkw mit einer konstanten Geschwindigkeit von v = 150 km/h. Von einem Beobachter neben der Straße wird die Frequenz des Autogeräusches gemessen.
Wie ändert sich die Frequenz in einem Winkelbereich von $\alpha = \pm 30^{\circ}$, wenn sie in dem Augenblick, in dem Beobachter und Pkw den kleinsten Abstand voneinander haben, 80 Hz beträgt? (Schallgeschwindigkeit c = 340 m/s)

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

---

lösung der physikaufgabe 8 aus heft 6 / 9. jg.

aufgabe

Auf jede der beiden Waagschalen einer hinreichend empfindlichen Waage setzen wir eine verschlossene Flasche. Beide Flaschen sind mit Luft gefüllt, haben gleiche Größe und gleiches Gewicht. In der einen Flasche jedoch fliegt eine Fliege. Zeigt die Waage einen Ausschlag?

lösung: Michael Reissig - 11. Klasse - Halle

"Es ist in der Aufgabe eine qualitative Aussage gefordert"

Das dritte Newtonsche Gesetz besagt, daß jede Wirkung eine dem Betrag nach gleiche, entgegengesetzte Wirkung hervorruft. Bei einem raschen "Senkrechtstart" der Fliege nach oben erfährt das System Luft - Flasche - Hebelarm eine Gegenkraft nach unten, wobei sich die Anzeige in Richtung schwerer ändert. Bei "Fliegenlandung" analog.

Eine alte Dame wurde von ihrem Beichtvater in einer bedenklichen Krankheit besucht und also ermahnt: "Sie müssen ihr voriges Leben vergessen und an die Liebe Gottes denken." Darauf seufzte das fromme Beichtkind: „Ach, in meinem Alter denkt man nicht mehr an eine neue Liebschaft."

NEUES VOM PATENT-AMT

1904

Ein Schotte, der sich mit Schweinezucht befaßt, führt einen Besucher stolz durch seinen Stall. Dem Gast fällt auf, daß einige Schweine ein Holzbein als Prothese tragen. Auf seine erstaunte Frage lächelt der Schotte verschmitzt: "Ja, glauben Sie denn, ich schlachte gleich die ganze Sau, wenn ich nur ein Eisbein brauche?"

PLAGIAT: Die einzige Art von Diebstahl, bei dem der Dieb seinen Namen mitteilt.

REKORDFLIEGER: Student, der kurz vor der Prüfung hundert Seiten in zehn Sekunden überfliegt

PATENT NR. 160680

KURVENSCHUH: VERGRÖSSERUNG DER SCHRITTLÄNGE, SCHNELLERE FORTBEWEGUNG

SENTENZ: Gewöhnliche Worte außergewöhnlicher Menschen

THEATER: Die einzige Institution, in der der Direktor keine Rolle spielt

Überdruß: Empfinden, das man hat, wenn man zum fünftenmal in der Lotterie ein Auto gewonnen hat.

Wetterfahne: Vorrichtung, die dem Wind anzeigt, woher er wehen soll

Zeugnis: Schriftstück, nach dem die Eltern über die Erfolge der Lehrer urteilen