SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

1

Liebe Leser

☆

Wenn Petrus grollt

☆

Bernstein – was ist das eigentlich?

☆

Die Leistungen der Honigbiene

☆

IX. Jenaer Physikertage

☆

Virologie im Dienste des Menschen

Titelbild: Radioteleskop

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

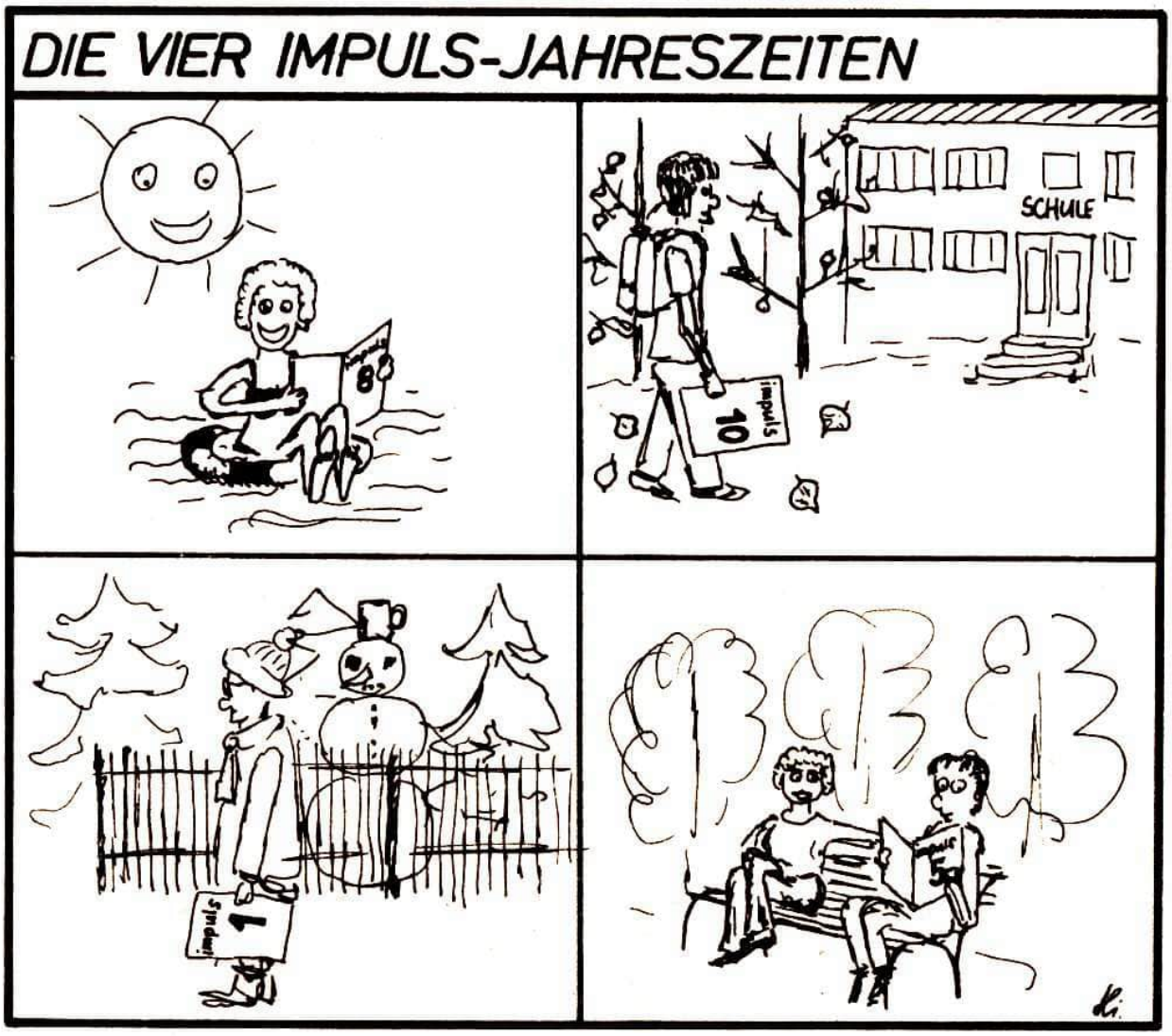
Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Liebe Leser		3
ALLTAGSPHYSIK: Wenn Petrus grollt	PHY	7
Büchermarkt		12
Bernstein – was ist das eigentlich?	CHE	13
Die Leistungen der Honigbiene	BIO	17
IX. Jenaer Physikertage – 6.–15. Juli 1977		23
Die Errungenschaften der Virologie im Dienste des Menschen	DOK	25
Physikaufgabe 22		31

Liebe Leser

"impuls 68" gibt es nun 10 Jahre! Für diejenigen unter Ihnen, die schon mindestens 5 Jahre unser Amateurblatt lesen, wollen wir noch einmal an Heft 10, 6. Jahrgang (1972/73) erinnern.

Da ist die Entstehung der Schülerzeitschrift in den glühendsten Farben geschildert. Den jüngeren Abonnenten, die nicht nachlesen können, eine Kurzfassung dazu: Der Anfang war keineswegs leicht. Und noch etwas: Einige damals getätigte Bemerkungen treffen heute überhaupt nicht mehr zu. Da wird beispielsweise von Problemen im Zusammenhang mit einer pünktlichen



Auslieferung gesprochen. Dabei verfahren wir ganz im Sinne der geradezu sprichwörtlich gewordenen "impuls 68"-Pünktlichkeit - vergeht doch kaum ein Vierteljahr, ohne daß plötzlich und für viele überraschend ein neues Heft ins Haus geflattert kommt. In diesem Zusammenhang muß unbedingt auch der Doppelbrief unseres Lesers Udo D. aus Nordhausen erwähnt werden. Er enthielt eine mittlere Ladung schwerer Flugasche, die wir uns aufs Haupt zu streuen hätten ob unserer unregelmäßigen Auslieferungen. - Lieber Udo D., wenn Sie wüßten, was alles getan werden muß, damit ein Heft entsteht, gedruckt wird und endlich bei Ihnen ankommt! Sie würden in Zukunft davon absehen, Ihre Müllprobleme auf unsere Kosten zu lösen!

Beim Wort genommen:

Liebe Leser!
Wir suchen dringend Asche, um uns diese auf's Haupt streuen zu können, wegen der permanenten verspäteten Auslieferung von Impuls.
Ihre Redaktion

Andere Bemerkungen wiederum treffen auch heute noch unvermindert, ja sogar in erfreulich gestiegenem Umfang zu. Nämlich unser brieflicher Kontakt zum Leser, also zu Ihnen. Der Beitrag "Silizium gegen Haarausfall" zum Beispiel - von der Wochenpost in dankenswerter Weise publiziert - erfreute sich des ungeteilten Interesses vieler Betroffener und ließ - wenn auch noch keine neuen Härchen, so doch zahlreiche nicht unberechtigte kühnen Hoffnungen im wahrsten Sinne des Wortes sprießen. Ähnliches gilt auch für andere Artikel, und wir hoffen sehr, daß diese "Fachdiskussionen" auch im kommenden Jahr weiter anhalten werden.

Wissenswertes:

Silizium gegen Haarausfall?

Bedauerlicherweise erreichen uns ab und zu auch Sammel a b - bestellungen von Schulen, und man muß argwöhnen, daß hier einfach versäumt wurde, unter den sicherlich nicht minder wißbe-

gierigen jungen Schülern der 9. und 10. Klassen etwas für unser Anliegen zu werben (wir schicken auf Wunsch gern Werbehefte zu). Das ist umso trauriger, als unsere ohnehin schongeplagte Verpackungsgruppe jedesmal neu aufstöhnt, wenn sich der Anteil der Sammelbestellungen verkleinert.

Auch wirken offensichtlich hin und wieder berufliche oder sonstige Abschlüsse dämpfend auf das spontane Impuls-Lesebedürfnis. Neulich erreichte uns - stellvertretend für noch einige andere ehemalige Leser - folgende tragische Nachricht von Beate C., geborene M., aus W.:

An I m p u l s 68 ,69 Jena,Max-Wien-Platz 1

6.6.7.7

Mit gleicher Post überweise ich Ihnen die Liefersumme für den Jahrgänge 9/10 = 8,-M.
Da ich inzwischen geheiratet habe und aus beruflichen Gründen die Zeitung nicht mehr benötige,bitte ich das Abonnement für

Beate M.

zu streichen.Für folgende Sendungen komme ich nicht mehr auf.

Mit freundlichen Grüßen!

Beate C.

Dergleichen stimmt uns immer recht trübsinnig, denn selbstverständlich können und wollen wir den traditionsbewußten Eheleuten mit unserem kleinen Blatt nicht das "Magazin" ersetzen. (Dazu fehlt uns nicht nur der entsprechende Kater.) Aber vielleicht ist es auch für Verheiratete ein Gewinn, weiterhin ein gewisses Interesse für naturwissenschaftliche und weltanschauliche Erkenntnisse zu kultivieren.

Zum Schluß noch ein Wort in eigener Sache. Fast 10 Jahre die wohl größte "Amateurzeitschrift" der DDR herauszugeben, ist keine leichte und noch viel weniger immer dankbare Aufgabe. Wir konnten uns jedoch stets auf einen zuverlässigen Mitar-

beiterstamm (den wir nächstens vorstellen wollen) und einen treuen Leserkreis verlassen, dem wir an dieser Stelle nochmals für die gute Zusammenarbeit danken wollen.
Auf das uns auch in Zukunft nicht der - wie wir hoffen über große Strecken - ungetrübte Blick für die Interessen der jungen Leser verloren gehen möge!

H.-D. Jähnig E. Welsch

Wie bezieht man »impuls 68«?

"impuls 68" erscheint von September bis Juni zum Preis von 0,40 M pro Heft und kann nur über ein Direktabonnement bezogen werden. Die Bestellung erfolgt durch das Zusenden des ausgefüllten Bestellscheines an die Adresse: Redaktion "impuls 68"
69 Jena, Max-Wien-Platz 1
Dazu kann der unten vorgedruckte Bestellschein verwendet werden. Der Preis für ein Jahresabonnement beträgt 4,- M und ist jährlich auf das Konto 4472-39-2981 der Stadt- und Kreissparkasse Jena einzuzahlen.

Bestellschein

11/1

Hiermit bestelle(n) ich (wir) ..... Exemplare der Schülerzeitschrift "impuls 68" und überweisen den Betrag von ..... mal 4,- M für ein Jahresabonnement innerhalb des Erscheinungsjahres auf das Konto 4472-39-2981 bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena.
Wir bitten, wenn möglich, um Sammelbestellungen !

Name : .....

PLZ, Wohnort : .....

Straße : .....

Rosemarie Hild
Sektion Physik FSU Jena
Diplom-Physiker

ALLTAGSPHYSIK: Wenn Petrus grollt

PHYSIK

Das Phänomen "Gewitter" ist wohl eines der ältesten Probleme, daß die Menschheit bewegt. Zu vielen Spekulationen gaben das grelle Leuchten der Blitze und die lauten Schläge des Donners Anlaß.
Erste wissenschaftliche Erklärungen konnten im 18. Jahrhundert mit den Untersuchungen der Elektrizität gegeben werden.

Das Gewitter wurde allgemein als eine luftelektrische Erscheinung bestimmt. Eine präzise Klärung der Ursachen von Blitz und Donner wurde jedoch erst in unserem Jahrhundert gegeben. So wissen wir heute, daß die Voraussetzung für das Entstehen eines Gewitters ein großes Potentialgefälle (Spannungen bis zu 300 MV) zwischen den einzelnen Regionen der Wolken ist. Durch die Blitze erfolgt dann der Ausgleich dieser Potentialdifferenz. Wir wollen uns im folgenden mit den physikalischen Grundlagen des Gewitters beschäftigen.

1. Ladungstrennung

Die Ursachen für einen Potentialunterschied liegen bekanntlich in der Trennung von positiver und negativer Ladung. Diese Ladungstrennung kann in der Atmosphäre unter unterschiedlichen metereologischen Bedingungen erfolgen, nach denen man Gewitter in Wärmegewitter und Frontgewitter einteilt.

1.1. Wärmegewitter

Wärmegewitter bilden sich an heißen Sommertagen. In einem begrenzten Luftstrom, ähnlich wie Rauch in einem Schornstein, steigt die erhitzte Luft vom Boden aus nach oben. In einer Höhe von etwa 2 km findet wegen der dort herrschenden nie-

drigen Druck- und Temperaturverhältnisse eine Abkühlung und Kondensation des gesättigten Wasserdampfes statt. Dabei wird Kondensationswärme frei. Diese Kondensationswärme wirkt der Abkühlung der aufsteigenden Luft entgegen. Deshalb wächst die Kumuluswolke bis in eine Höhe von 4 km. Bis in eine Höhe von 6 km erhält der Kumulus einen Hut aus Eiskristallen; womit die Entwicklung eines Wärmegewitters abgeschlossen ist.

1.2. Frontgewitter

Trifft eine Kaltluftfront auf eine Warmluftfront bildet sich ein Frontgewitter heraus, Die Gewitterwolken entstehen in diesem Fall dadurch, daß sich die Kaltluftfront keilförmig unter die Warmluftfront schiebt und diese nach oben hebt. Konvektions- und Kondensationsvorgänge sind die Ursache für die Ladungstrennung zwischen den einzelnen Wolkenpartien.

Sowohl für Front- als auch für Wärmegewitter läuft die Ladungstrennung nach folgendem Schema ab. Durch die aufsteigende Luft werden von der Oberfläche großer Wassertropfen kleine Teile herausgerissen. Diese kleinen negativ geladenen Teilchen werden mit dem aufsteigenden Luftstrom nach oben getragen, während die positiv geladenen Wassertröpfchen, der Schwerkraft gehorchend, nach unten fallen. (Dieser Prozeß ist als Wasserfallelektrizität bekannt.) Die nach unten fallenden Wasser- und Eispartikel können negative Ladung aus der Luft absorbieren. Eine positive Ladung der Luft in den oberen Schichten der Wolke bleibt zurück.

Durch Influenz +) wird das vorhandene Potentialgefälle verstärkt.

Die dabei auftretende Polarisierung erfolgt so, daß die obere Hälfte der Tropfen eine negative und ihre untere eine positive Ladung erhält. Fällt ein solcher Tropfen, dann wird auf seiner Vorderseite negative Ladung angezogen und aufgenommen. Während die positive Ladung abgestoßen wird. So erhalten die Tropfen eine negative Überschußladung und transpor-

+) Unter Influenz versteht man die Erscheinung der Trennung elektrischer Ladungen in einem elektrischen Feld.

tieren diese nach unten. Dadurch verstärkt sich das negative Feld im unteren und das positive Feld im oberen Teil der Wolke. Dieser Vorgang schaukelt sich von selbst auf.

2. Der Blitz

Aus den negativ geladenen unteren Teilen der Wolken, die auf einem Potential bis zu 300 Mio Volt liegen, kann jedoch kein Funken (über eine Entfernung von ca. 5 km) bis zur Erde springen und so einen Entladungskanal aufbauen.

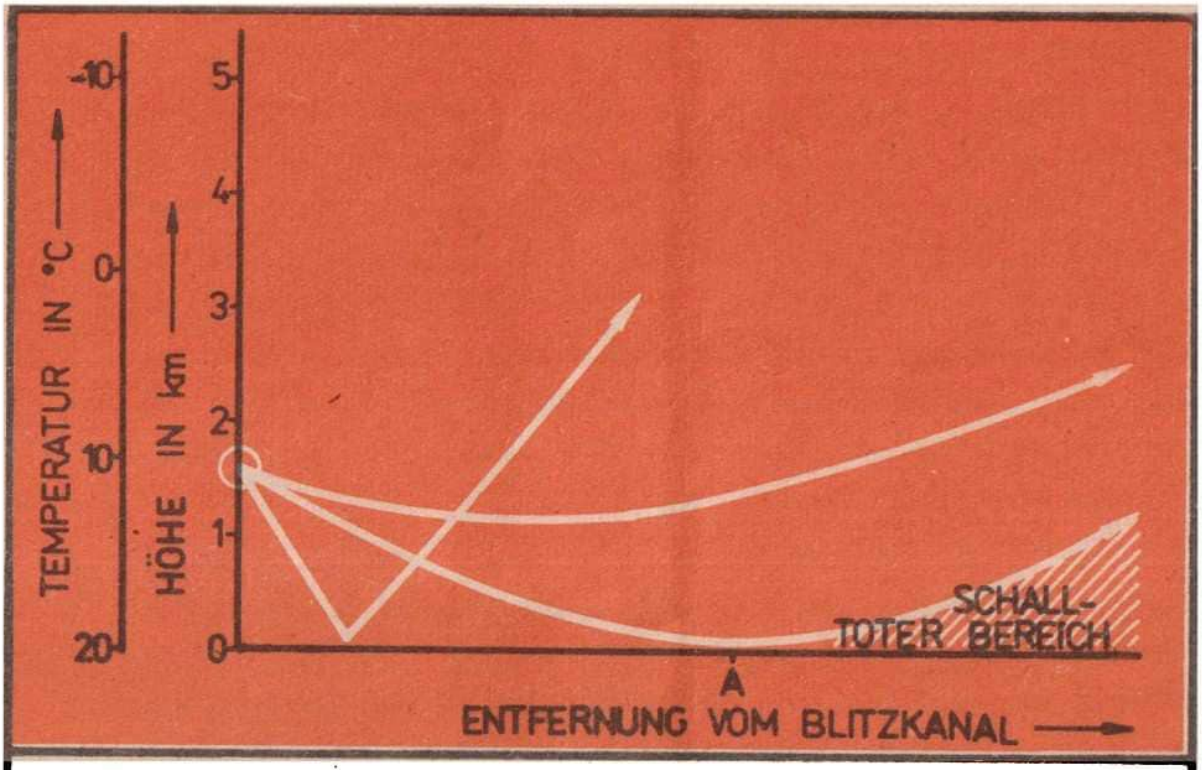


Abb. 2 Jenseits eines Punktes A entsteht ein Bereich, in dem der Beobachter nichts mehr vom Donner hören kann

Ein Entladungskanal entsteht durch sinkende Wassertröpfchen, die ihre Elektronen an die Luft abgeben. Durch die hohen elektrischen Feldstärken erfolgt eine solche Beschleunigung der Tröpfchen, die ausreicht, um Luft und Wasserdampf zu ionisieren und damit weitere Elektronen freizusetzen. Durch Multiplikation der Freisetzung und Ankopplung immer neuer Wolkenteile entsteht ein Pfad, der extrem unregelmäßig verläuft. Mit zunehmender Annäherung an die Erde wächst die Feldstärke an. (Erinnern wir uns an die bekannte Beziehung

beim Plattenkondensator: Felstärke = $\frac{\text{Potentialdifferenz}}{\text{Abstand}}$).
Trifft ein solcher Pfad auf geeignete Objekte auf der Erdoberfläche, so ist die leitende Verbindung zwischen Wolke und Erde hergestellt.

Es kommt zur Entladung. Ein Entladungsvorgang dauert ca. 0.05 s, wobei Ströme bis zu 10^4 ... 10^5 A fließen.

Weitere Entladungen schließen sich an.
5 - 20 Blitzschläge erfolgen in einem Ionisationskanal.
Dabei wird eine Energie von 1 ... 160 kWh umgesetzt.

3. Der Donner

Bei jedem Blitz wird die Luft im Entladungskanal auf Temperaturen bis zu 30.000 K aufgeheizt. Der Druck steigt dabei auf 1 ... 100 bar. Die Druckwelle expandiert zunächst als Schockwelle (Ausbreitungsgeschwindigkeit > Schallgeschwindigkeit 330 m/s). Sie verliert jedoch schnell an Energie und breitet sich als Schallwelle aus.
Obwohl nur 1% der Energie in Schall umgesetzt wird, ist der Donner das lauteste Geräsuch, das die Natur erzeugen kann.
Die Schallausbreitung erfolgt nicht in alle Richtungen gleichmäßig. 80 % des Schalls wird innerhalb eines Winkels von $\pm$ 30 $^{\circ}$ senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Blitzes abgestrahlt. Somit kann der Beobachter, der senkrecht zum Blitz steht einen lauten Schlag wahrnehmen. In Richtung des Blitzes kann man jedoch nur ein leises Grollen vernehmen (Abb.1).

Durch Reflexion der Schallwellen am Boden bedingt, überlagern sich direkte und reflektierte Schallwellen und interferieren verstärkend oder auslöschend.
Die Brechung des Schalls erfolgt sowohl an Windprofilen als auch an Temperaturgradienten.
Die Schallgeschwindigkeit ist in warmer Luft größer als in kalter. Da die Temperatur mit der Höhe abnimmt (6-10 K/km), erfolgt eine Ablenkung der Schallwellen nach oben. (Abb.2)

In einiger Entfernung vom Blitz entsteht ein schalltoter Bereich, der vom Wind noch verändert werden kann.

Da man das Verhalten des Donners kennt, ist es möglich,

Blitzkanäle zu rekonstruieren, wenn man über ein Gebiet Mikrophone verteilt und die Schallamplitude mißt.
Die Länge der Blitzkanäle beträgt in lokalen Gewittern bis zu 5 km und in ausgedehnten Wetterfronten bis zu 15 km.

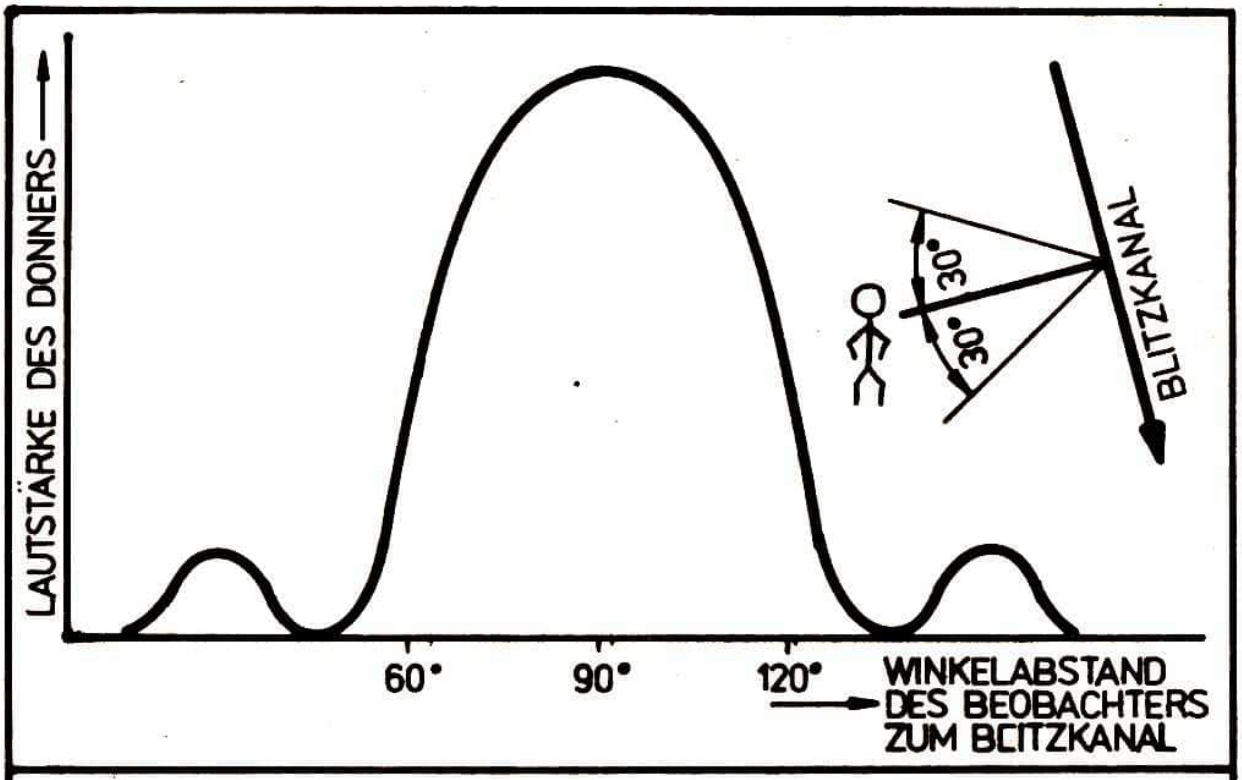


Abb. 1 Im Winkel zwischen 60° und 120° vom Blitzkanal ist die Lautstärke am größten

Aus der Zeitdifferenz zwischen Blitz und Donner kann man die Entfernung eines Gewitters abschätzen

$v_{Licht} \approx 300\ 000$ km/s

$v_{Schall} \approx 0{,}330$ km/s

Ertönt drei Sekunden nach Aufleuchten des Blitzes ein Donnerschlag, so ist das Gewitter einen Kilometer entfernt.

Und noch ein Hinweis: Sollten Sie nun immer noch Angst vor Gewittern haben, die ja"nur" praktisch angewandte Physik sind, dann nehmen Sie das neueste Impulsheft, und lesen Sie darin. Das lenkt auch vom stärksten Blitz und Donner ab.

Heinz Raubach »Rätsel um das Molekül«

URANIA-Verlag Leipzig-Jena-Berlin; 1. Aufl. 1976; 128 Seiten mit zahlreichen, z.T. farbigen Abb.; Preis 4,50 M

Durch dieses Taschenbuch aus der Reihe "akzent" wird der Leser in einer anschaulichen Form ausgehend von der Zusammensetzung und Struktur der einfachsten Verbindungen mit dem Bau immer komplizierterer Moleküle vertraut gemacht. Die behandelten Beispiele berühren sowohl das Gebiet der anorganischen Chemie - z.B. im Kapitel "Diamant - Graphit" - als auch der "klassischen" organischen Polymer- und Biochemie. Die Stoffumwandlung des Erdöls und die Weiterverarbeitung der dabei entstehenden Produkte bis hin zu den aus vielen Lebensbereichen nicht mehr wegzudenkenden Polymeren verschiedendster Strukturtypen steht dabei neben der Synthese von eiweißhaltigen Nahrungsmitteln aus pflanzlichen Rohprodukten oder dem Aufbau von Zelle und Eiweiß bis hin zur besonderen Struktur der Nukleinsäuren, deren Makromoleküle den Schlüssel der Vererbung enthalten.
Der Einblick in die Bildung der "Bausteine des Lebens" und die Zurückführung komplizierter Strukturen der belebten und unbelebten Natur auf letztlich relativ einfache chemische Verbindungen zeigen die enge Verbindung vieler Bereiche mit den chemischen Wissenschaften.

Das Taschenbuch kann daher dem an Naturwissenschaften interessierten Schüler in Ergänzung oder Vertiefung des Schulstoffes durchaus empfohlen werden.

Dr. Regina Bergmann

Peter Renner
Sektion Chemie FSU Jena
Diplom-Chemiker

Bernstein - was ist das eigentlich?

CHEMIE

Wohl ein jeder von uns, der schon einmal seinen Urlaub an der Ostsee verbracht hat, ist nach Tagen stürmischen Seegangs am Strand gewesen, um im angeschwemmten Seetang das "Gold des Nordens", wie man den Bernstein auch noch bezeichnet, zu suchen. Nachdem man dann mehr oder weniger erfolgreich gewesen ist, wurden die wertvollen Steinchen sorgfältig verpackt, um dann zu Hause endgültig einen Ehrenplatz zu erhalten.
Den wenigsten von uns dürfte jedoch bekannt sein, woraus dieses "Gold des Nordens" besteht.

Betrachten wir den Bernstein zunächst einmal von der geologischen Seite her, so können wir sagen, daß es sich um ein fossiles, ein versteinertes Harz handelt. Aus mikroskopischen Untersuchungen der oftmals in ihm eingeschlossenen Borkenreste ging hervor, daß die Stammpflanze, die das Harz lieferte, eine ausgestorbene Kiefernart (pinus succinifera) war. Weiterhin enthält der Bernstein nicht selten auch eingeschlossene Insekten, was für die Kenntnis der Fauna zur Entstehungszeit des Bernsteins von großer Bedeutung ist.
Mitunter gebraucht man zur Charakterisierung des Bernsteins auch noch die Bezeichnung "organisches Mineral", was jedoch falsch ist, denn unter Mineralien versteht man chemisch einheitliche Produkte der Erdkruste, was, wie wir noch sehen werden, beim Bernstein nicht der Fall ist.

Die ältesten uns bekannten Bernsteinfunde stammen aus der Kreidezeit, die etwa vor 140 Mil. Jahren begann. Diese ältesten Vorkommen liegen in den Alpen und im Libanon. Die norddeutschen Bernsteinvorkommen jedoch sind viel jünger, sie lassen sich den Formationen Eozän, Oligozän und Miozän zuordnen und sind nicht älter als etwa 50 Millionen Jahre.
Außer den bereits genannten Fundpunkten sind auch Vorkommen

in Rumänien, dem Ural und vielen anderen Stellen bekannt (s. Abb. 1).

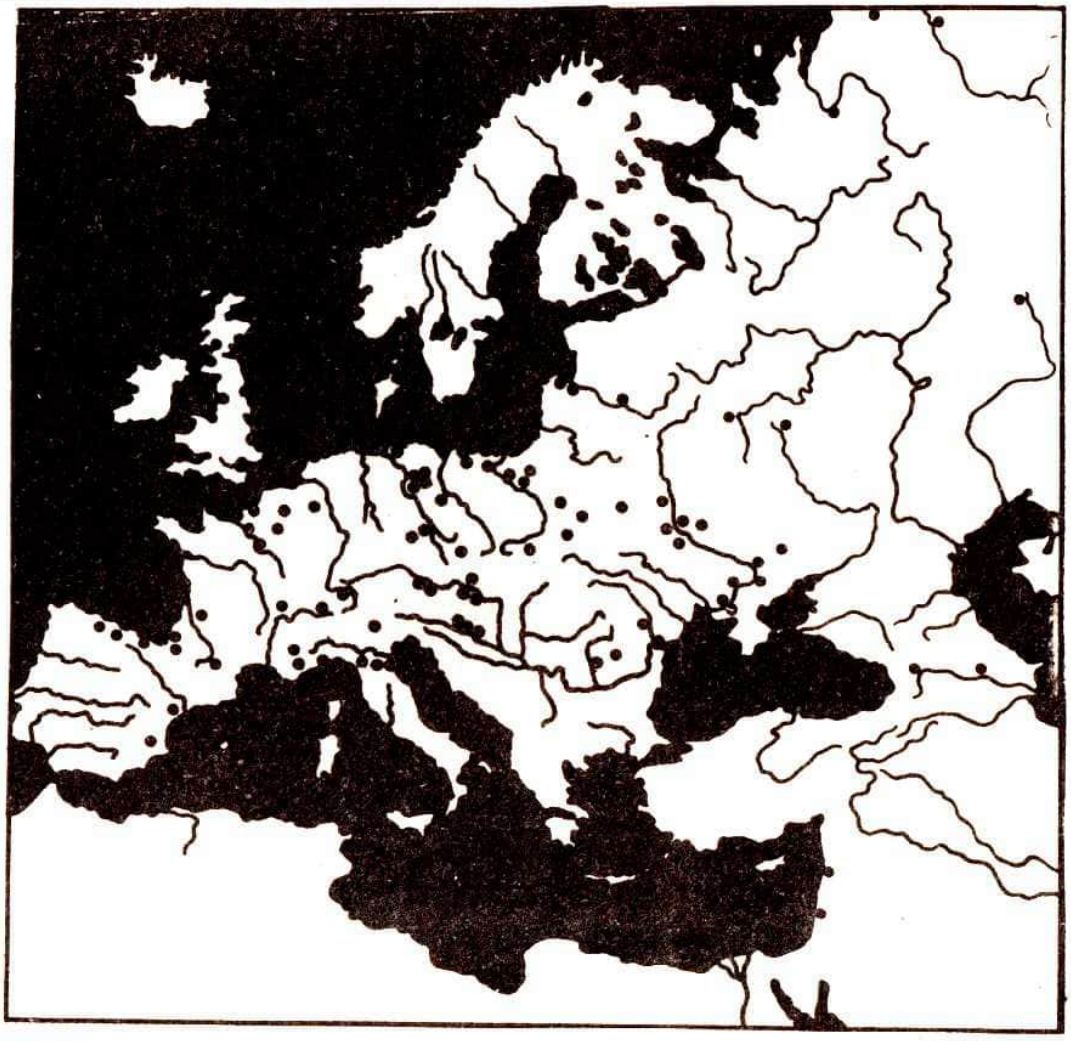
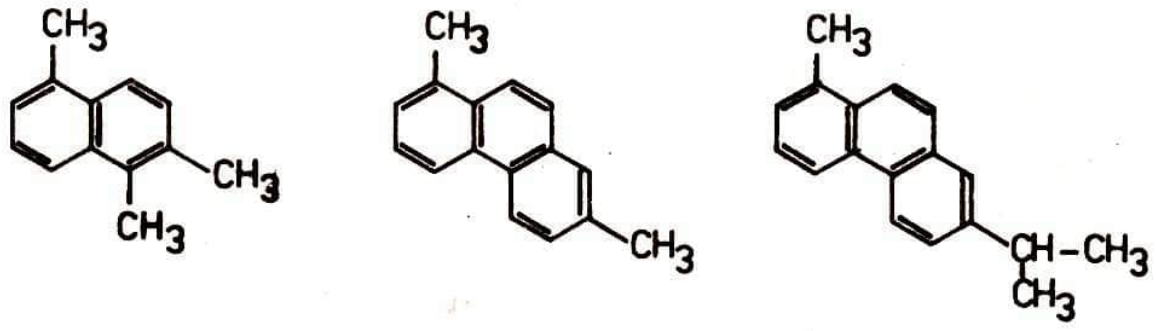


Abb. 1 Bernsteinfundorte

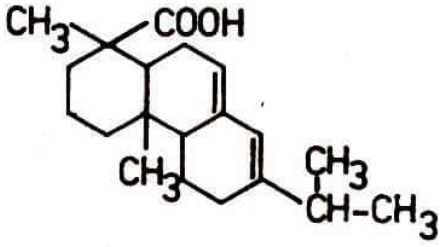
Im folgenden soll nun etwas zur Chemie des Bernsteins gesagt werden. Seit sich die Chemiker mit der Untersuchung des Bernsteins zu befassen begannen, sind erst 150 Jahre vergangen. Es war BERZELIUS, der erstmals ein aromatisches, flüchtiges Öl, zwei lösliche Harzfraktionen und 90 % unlöslichen Rückstand im Bernstein feststellte. Ebenfalls im vorigen Jahrhundert gewannen die Apotheker durch Wasserdampfdestillation ein Bernsteinöl (liquid ambar), das sie als Heilmittel gegen alle möglichen Krankheiten verwendeten.
Die moderne Bernsteinchemie begann mit den 30er Jahren unseres

Jahrhunderts, als es durch neue analytische Methoden gelang, einige Inhaltsstoffe zu isolieren. Nach Hydrolyse und anschliessender Dehydrierung ließen sich folgende Abkömmlinge des Naphthalins und des Phenanthrens isolieren:



Durch physikalische Strukturaufklärungsmethoden (Infrarotspektroskopie) konnten -OH und -COOH Gruppen festgestellt werden. Man konnte also sagen, daß ein Bestandteil des Bernsteins eine Säure war, die man als Succinoabietinolsäure bezeichnete, und der man die Summenformel $C_{25}H_{40}O_4$ zuordnete. Es zeigte sich auch, daß es möglich ist, mit Hilfe der Infrarotspektroskopie Bernsteine verschiedener Herkunftsgebiete zu unterscheiden, da der Gehalt an freien -OH und -COOH Gruppen von Fundort zu Fundort sehr stark variiert.

Aus baltischen Bernsteinen konnte man mit Hilfe der Gaschromatographie und der Dünnschichtchromatographie mehrere Derivate der sog. Abietinsäure

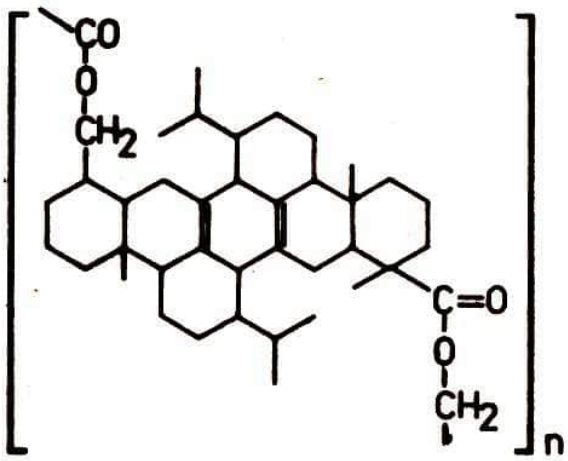


nachweisen. Sie machen etwa 20 % aus. Der Rest ist in allen bekannten Lösungsmitteln unlöslich und besitzt einen Schmelzpunkt von 365 °C. Dieser Rückstand wird als Kolophonium bezeichnet.

In jenem unlöslichen Rückstand stellte man wiederum mit Hilfe der Infrarotspektroskopie Estergruppierungen R-COOR fest.

Der hohe Schmelzpunkt und die Unlöslichkeit legten die Vermutung nahe, daß es sich um ein polymeres Produkt, also einen Polyester handelt. Durch alkalische Hydrolyse konnten die Estergruppen verseift werden; man erhielt aber wieder eine schwerlösliche und hochschmelzende Substanz, die als Dimeres der o. g. Abietinsäure identifiziert wurde, so daß man sagen kann, daß die Esterbildung nicht die Ursache für die Schwerlöslichkeit ist.
Durch Kombination von chemischen und physikalisch-chemischen Methoden gelang es noch, eine Reihe weiterer Inhalts- und auch Abbaustoffe zu identifizieren, worauf einzugehen jedoch zu weit führen würde.

Zusammenfassend kann man sagen, daß Bernstein ein Polyester der sog. Diabietinolsäure und ihren Derivaten ist. Man kann ihm etwa folgende Struktur zuordnen:



Das Letzte vom Katastrophenchemiker

Die Chlorknallgasreaktion ist die Mona Lisa der Chemie.
Kein Versuch gleicht ihr an Schönheit.

Erika Renner
Diplom-Lehrer Bio/KE

Die Leistungen der Honigbiene

BIOLOGIE

Über den Staat der Honigbiene und die "Sprache" der Bienen wurde bereits in den beiden ersten Teilen (Heft 8 und 9/10 des 10. Jg.) berichtet.
Im dritten und letzten Teil soll einiges über die Bedeutung der Honigbiene für den Menschen gesagt werden.
Beobachten wir einmal einige Bienen beim fleißigen Sammeln von Nektar und Pollen, so denken wir in erster Linie an den Honig, den die Bienen bekanntlich aus Nektar herstellen. Aber neben dem Honig sind auch noch andere Bienenerzeugnisse wie Bienenwachs, Bienengift, Kittharz und Weiselfuttersaft für uns Menschen von großer Bedeutung.
Darüber hinaus sollte man auch den durch die Bestäubung erzielten Nutzen nicht vergessen. Dieser Wert, so schätzt man, liegt zehnmal höher als der der Bienenprodukte.
Im folgenden wollen wir uns die Bedeutung und den wirtschaftlichen Nutzen der einzelnen Bienenerzeugnisse verdeutlichen.

1. Der Bienenhonig

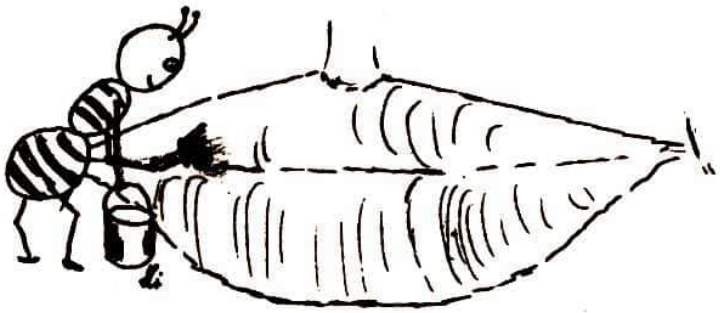
Bienenhonig besteht zu etwa 75 % aus leichtverdaulichem Trauben- und Fruchtzucker, zu 5 % aus Rohrzucker, weiter aus Wasser und wertvollen Enzymen [1], Mineralstoffen, stickstoffhaltigen Substanzen, organischen Säuren und Inhibitoren [2].
Beim menschlichen Stoffwechsel spielen Kohlenhydrate (Zucker und Stärke eine wichtige Rolle. Rohrzucker und Stärke sind aber Mehrfachzucker (Di- und Polysacchariode).
Sie müssen erst durch Enzyme in Einfachzucker (Monosaccharide) wie Frucht- und Traubenzucker abgebaut werden, bevor sie vom Körper verwendet werden können. Da Honig in großen Mengen Monosaccharide enthält, belastet er demzufolge kaum die Ver-

dauungsorgane. Er ist jedoch nicht nur ein wertvolles Nahrungsmittel, sondern auch ein Heilmittel.
Schon seit dem Altertum ist Honig als Hausmittel bekannt, denn er unterstützt den Organismus bei seiner natürlichen Abwehr gegen Krankheiten. Die Eigenschaft des Honigs, das Bakterienwachstum zu hemmen, wurde schon bei der Heilung vielen Krankheiten nachgewiesen.
In seinem Werk über die therapeutische Bedeutung des Honigs nennt Prof. Dr. Spöttel (Halle) viele Möglichkeiten, wo sich Honig bei Erkrankungen, Vergiftungen, Nervosität, Blutarmut oder bei den verschiedensten körperlichen Mangelerscheinungen als ein natürliches Mittel mit komplexer Wirkung verwenden läßt.
Auch bei der Behandlung offener oder schlecht heilender Wunden bewährt sich die Anwendung von reinem Honig.
Durch das Auftragen des Honigs auf die Wunde wird die Haut gereizt und der Zustrom von Lymphe verstärkt. Damit wird die Absonderung von Wundsekret und das Ausschwemmen von Bakterien bewirkt. Die so gereinigte Wunde hat krankes Gewebe abgestoßen und heilt schneller.

2. Bienenwachs

Jedes Bienenvolk produziert während der Sommermonate 200 bis 300 g Wachs.
Das Wachs wird heute weniger für Kerzen als für mannigfaltige kosmetische und pharmazeutische Zwecke genutzt.
So wird es für die Herstellung medizinischer Präparate wie Pflaster, Zäpfchen, Balsame, Pasten u.a. benötigt.
Weiterhin hat Wachs eine hautschützende und hautheilende Wirkung. Unsere Haut ist von einem feinen Talgfilm überzogen, er hält sie geschmeidig, schützt sie vor Austrocknung und verhindert das Eindringen von Infektionskeimen.
Dieser Talgfilm wird aber durch Waschmittel und Seifen zerstört und die Talgdrüsen der Haut sind oftmals nicht in der Lage, diesen Talgfilm zu erneuern. Die Haut wird spröde, infektionsanfällig, runzlig und großporig.
Eine Fülle von Nährcremen, Emulsionen und Salben, die Bienenwachs enthalten, gewährleisten eine gute Pflege der Hand.

Außerdem spielt Bienenwachs bei der Herstellung folgender Gebrauchsartikel eine große Rolle:
Schuhcrem, Lacke, Wachstuch, Möbelpolitur, Malstifte, Ski- und Baumwachs, Klebstoffe, Kitte, Wachsfiguren, Kerzen, Lippenstift, u.a.



3. Bienengift

Schon im alten Ägypten verwendete man Bienengift in der Therapie.
Aber erst seit 1888 wurden Ergebnisse von Versuchen, die mit Bienengift durchgeführt wurden, in der "Wiener Medizinischen Presse" veröffentlicht.
So behandelte man u.a. Rheumakranke mit Bienenstichen. Zur Herstellung von Bienentee, Salben und Tinkturen verwendete man zerriebene Bienen.
Erst viel später, nach der Einführung moderner Trennungsverfahren 1959 gelang es, das Bienengift in die einzelnen Bestandteile aufzutrennen. Der Hauptbestandteil ist das Melittin, ein Polypeptid. Melittin wirkt nur in der Blutbahn, da es durch die Verdauungsenzyme im Magen und Darm zerstört wird.
Bienengift wird heute für verschiedene medizinische Präparate in großen Mengen benötigt, (z.B. Rheumasalbe).
Die Bienengiftgewinnung ist dabei recht unterschiedlich.
Man kann die Bienen in ein Glas stecken und dies mit einem äthergetränkten Papier abdecken. Die so gereizten Tiere spritzen ihr Gift an die Glaswand und erholen sich danach bald wieder.
Heute verwendet man noch eine andere Methode. Um Gift in großer Menge zu bekommen, stellt man vor die Fluglöcher von

feinen Drähten durchspannte Geräte, die von den Bienen passiert werden müssen. Dabei erhalten die Tiere durch Stromstöße einen leichten elektrischen Schlag, der sie schockiert und damit zur Giftabgabe veranlaßt.
Erst das Gift von 10.000 Bienen ergibt 1 g Trockengift.

4. Kittharz

Mit Kittharz überziehen und glätten die Bienen die Oberflächen der Beute, verkitten Ritzen und Fugen, um Durchzug zu verhindern.
Kittharz enthält zu 50 % Harze, 10 % ätherische Öle, 30 % Wachse, weiter Balsame, intensive Farb- und Duftstoffe, Gerbstoffe und Blütenstaub.
Kittharz ist im Gegensatz zum Bienenwachs kein körpereigenes Produkt der Biene.
Die Bienen tragen das Kittharz von den Knospen ab. Als Konservierungsmittel von Früchten und Samen war Kittharz schon im Altertum bekannt.
Heute wird Kittharz hauptsächlich für pharmazeutische Präparate verwendet. So z.B. für das rezeptpflichtige Arzeneimittel "Mylyt", welches kranke Haut (Hautpilz und Ekzem) heilt. Auch als Inhalationsmittel spielt Kittharz eine große Rolle.

Französische Biochemiker propagieren die Verwendung von Kittharz als Keimstoppmittel. Aus Kittharz und Alkohol wird ein Sprühmittel hergestellt, daß das Keimen von Kartoffeln, Reis, Hanf, Mais und anderen Knollen und Samen hemmt. Ägyptische Priester haben ihre Pharaone mit einer Wachs-Kittharz-Lösung einbalsamiert, um sie vor der Verwesung zu schützen.

5. Weiselfuttersaft

Der Weiselfuttersaft ist ein Drüsensekret der Arbeitsbienen, mit dem die Maden, die sich zu Königinnenlarven entwickeln sollen, bis zu ihrer Verpuppung gefüttert werden.
Die Maden, die sich zu Arbeitsbienen und Drohnen entwickeln, werden dagegen nur in den ersten drei Tagen mit Weiselfuttersaft gefüttert und erhalten danach ein Gemisch aus Honig, Pollen und Wasser.
Welche Stoffe des Weiselfuttersaftes bewirken nun die Entwicklung der Maden zu jungen Königinnen?
In seiner Grundzusammensetzung besteht Weiselfuttersaft aus etwa 66 % Wasser und 34 % Trockensubstanz, wie Eiweiß, Fette, Zucker, Asche, Vitamine, Enzyme und Hormone (z.B. Sexualhormone).

Die Zusammensetzung des Weiselfuttersaftes ist nicht immer gleich, sondern richtet sich nach der Beschaffenheit des eingetragenen Nektar und Pollen.

Wichtig für die Entwicklung der Königinnen, der fortpflanzungsfähigen Weibchen im Bienenstaat, sind die Sexualhormone. Diese bewirken eine vollständige Ausbildung der Geschlechtsorgane.
Weiselfuttersaft findet heute vorwiegend in der Pharmakologie und Kosmetik Verwendung.
Es werden hochwertige Präparate hergestellt, die bei Hauterkrankungen, Entzündungen, Durchblutungsstörungen, rheumatischen und nervösen Erkrankungen angewendet werden.
U.a. gibt es eine Hautkrem "Api Royal", die Weiselfuttersaft, Panthenol, Pollen, Azulen und Bienenhonig enthält.
Im VEB Jenapharm werden Dragees aus Weiselfuttersaft hergestellt. Diese werden zur Leistungssteigerung und Aktivierung des Stoffwechsels empfohlen.

---

1) Biokatalysatoren

2) Stoffe, die das Wachstum von Bakterien hemmen

Wissenswertes:

Tod durch Vitamin-A-Vergiftung

Im Februar 1974 verstarb in England ein Mann an chronischer Vitamin-A-Vergiftung. Er hatte täglich bis zu 4 1/2 Liter Karottensaft getrunken, was dazu führte, daß sich seine Haut orange färbte. Während Vitamin-A-Mangel u. a. zu Nachtblindheit führt, treten bei Überdosen Vergiftungserscheinungen auf. Die toxischen Dosen liegen aber so hoch, daß bei normalen Vitamin-A-Gaben niemals eine Überdosis zu befürchten ist.
Der Mann hatte zusätzlich noch große Mengen an Vitamin-Tabletten konsumiert, wodurch er täglich etwa das 14oo-fache des Tagesbedarfs eines erwachsenen Menschen einnahm.

IX. Jenaer Physikertage - 6.-15. Juli 1977

Das schon zur guten Tradition gewordene Sommerlager für junge Physiker der Bezirke Gera, Erfurt und Suhl trug auch in diesem Jahr mit interessanten Veranstaltungen zur aktiven Feriengestaltung und zur Weiterbildung bei. In Vorlesungen an der Sektion Physik wurden Themen der klassischen und auch der modernen Physik dargeboten wie sie bereits im Heft 8, 10. Jhg. 1976/77, vorgestellt worden waren. Besonderes Interesse fanden dabei die Vorlesungen über die Anwendungen der Laser in Wissenschaft und Technik und über die Erforschung des Planetensystems der Erde, in dem über neueste Ergebnisse besonders der Mars- und Venusforschung mit künstlichen Satelliten berichtet wurde. Zu Höhepunkten im Lagerleben kann man auch die Besuche des Planetariums und des Observatoriums Tautenburg zählen. Viel Anklang fand bei allen Schülern das durchgeführte Praktikum, in dem manch einer erstmals zum Experimentieren mit einem Oszillografen Gelegenheit hatte. Neben den fachlichen Veranstaltungen kam auch die aktive körperliche und geistige Erholung nicht zu kurz. Zahlreiche Sportveranstaltungen und interessante Foren wechselten einander ab. Besonders erwähnenswert ist die Freundschaftsdisko mit sowjetischen Physikstudenten, an die sich alle Schüler und auch die Komsomolzen sehr gern zurückerinnerten.

Am 12. Juli hatten alle Teilnehmer des Sommerlagers Gelegenheit, ihr physikalisches Wissen während der VII. Physikolympiade des Bezirkes Gera anzuwenden. In den Klassenstufen 9/10 und 11/12 waren je vier Aufgaben zu lösen, die wir in diesem Heft veröffentlichen (Lösungen in einer späteren Nummer). Folgende Preisträger wurden bei der Olympiade ermittelt:

Klassen 9/10:	Ingo Stiebritz	Jena-Stadt	I. Preis
	Matthias Bernstein	Bez. Erfurt	I. "
	Thomas Gundermann	Bez. Suhl	II. "
	Stefan Seyfarth	Bez. Erfurt	III. "
	Dirk Schulze	Greiz	III. "
	Jörg Sickert	Jena-Stadt	III. "
Klassen 11/12:	Wolfgang Dick	Greiz	II. Preis
	Volker Thiele	Greiz	II. "
	Wolf Bohmann	Rudolstadt	II. "
	Regina Ebel	Stadtroda	III. "

Klausuraufgaben 9/10

1. Eine Batterie mit einer gegebenen Spannung von $U = 20$ V liegt in Reihe mit den Widerständen R_1 und R_2 und einem Amperemeter, das eine Stromstärke von 5 A anzeigt. Wenn R_1 aus dem Stromkreis herausgenommen wird, zeigt das Amperemeter 8 A an. Wie groß sind die Widerstände R_1 und R_2? Die Widerstände der Batterie und des Amperemeters sind zu vernachlässigen.

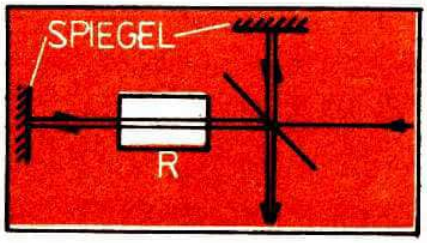
2. In einer Wanne mit quadratischer Grundfläche von $A = 0{,}25\ m^2$ befinden sich 125 l Wasser. Auf dem Wasser schwimmt ein Schiff aus Eisen, dessen Gewicht 30 kp beträgt. Wie verändert sich der Wasserspiegel, wenn das Schiff völlig unter Wasser sinkt?

3. Ein Körper der Masse $m = 5$ g wird senkrecht nach oben geschossen. Nach welcher Zeit befindet er sich in einer Höhe von $h = 200$ m, wenn er mit der Geschwindigkeit $v_0 = 80\ ms^{-1}$ abgeschossen wird? Die Erdbeschleunigung sei konstant und betrage $10\ ms^{-2}$. Reibungkräfte werden vernachlässigt.

4. Fünf Kugeln, deren Gewichte der Reihe nach 1 kp, 2 kp, 3 kp, 4 kp und 5 kp betragen, sind so auf einer Stange befestigt, daß sich ihre Mittelpunkte in gleichen Abständen voneinander befinden. Zu ermitteln ist der Schwerpunkt des Systems unter Vernachlässigung des Gewichtes der Stange.

Klausuraufgaben 11/12

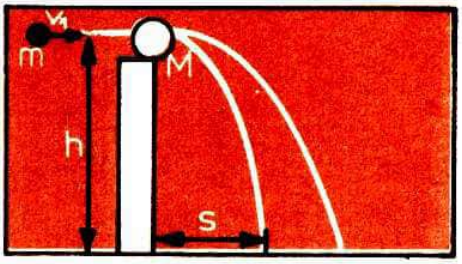
1. Allgemein bekannt ist die Scherzfrage: "Was ist schwerer, eine Tonne Blei oder eine Tonne Kork?" Zu berechnen ist, um welchen Betrag das wahre Gewicht von 1 t Kork kleiner ist als das wahre Gewicht von 1 t Blei. Die Lufttemperatur beträgt 20 °C und der Druck $1{,}01 \cdot 10^5$ Pa. Die Molmasse von Luft ist $m_{mol} = 29\ g \cdot mol^{-1}$.



2. In einem der Strahlengänge eines Michelson-Interferometers befindet sich eine ausgepumpte Röhre (R) mit einer Länge von 18 cm. Beim Füllen der Röhre mit Ammoniak verschiebt sich das Interferenzbild um 180 Streifen. Die Wellenlänge des verwendeten monochromatischen Lichtes beträgt $5{,}9 \cdot 10^{-7}$ m. Gesucht ist die Brechzahl des Ammoniaks.

3. 3 m^3 Luft von 150 °C werden mit 8 m^3 Luft von 5 °C vermischt. Welche Temperatur und welches Gesamtvolumen ergeben sich nach der Mischung, wenn der Druck von 1 at ständig konstant bleibt und bei der Mischung kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet?

4. Auf einer Säule der Höhe $h = 5$ m liegt eine Kugel der Masse $M = 200$ g. Sie wird von einem Geschoß mit der Geschwindigkeit $v_1 = 500\ ms^{-1}$ und der Masse $m = 10$ g genau in der Mitte durchbohrt. Unter der Voraussetzung eines unelastischen Stoßes berechne man, wo das Geschoß aufkommt, wenn die Kugel in einer Entfernung $s = 20$ m vom Fußpunkt der Säule den Boden erreicht.



W. Shdanow (UdSSR)

Die Errungenschaften der Virologie im Dienste des Menschen

Die Virologie ist eins der wichtigsten Gebiete der biologisch-medizinischen Wissenschaften. Die Entwicklung der Forschung auf diesem Gebiet wird vor allem durch die Erfordernisse der Praxis stimuliert. Einige Viruserkrankungen, wie z.B. die Grippe und andere respiratorische Infektionen, die epidemische Hepatitis wie auch die Serum-Hepatitis, sind jedoch immer noch stark verbreitet. Viele Fachleute führen sogar die Entstehung bösartiger Geschwülste auf Viren zurück. Für die Theoretiker sind die Viren ein beliebtes Forschungsobjekt in der Molekularbiologie. Zweifellos haben die Forschungen auf dem Gebiet der Molekularbiologie enorme praktische Bedeutung.

Wenn man die vielen biologischen Probleme in Betracht zieht, so gilt heute das besondere Interesse der Biologen den chronischen Virusinfektionen.

Für das Verständnis der molekularen Mechanismen bei der Entstehung chronischer Virusinfektionen ist deren Modellierung an Labortieren und besonders mit Hilfe von Gewebekulturen von großer Bedeutung. In diesen Fällen läßt sich die Entwicklung des Virus oder seines genetischen Materials, das in den infizierten Zellen verblieb, leicht verfolgen, wenn man sich der modernen Methoden der Molekularbiologie bedient.

Die Virologen stehen vor nicht wenigen ungelösten Aufgaben. In erster Linie beschäftigen sie sich mit den Problemen, die mit der Grippe, den Hepatitiserkrankungen und den chro-

nischen Virusinfektionen zusammenhängen. Die moderne Medizin verfügt bei diesen Erkrankungen nur über einige Mittel der Prophylaxe und Behandlung. Um sie radikal bekämpfen zu können, ist es unbedingt erforderlich, in die Tiefe der Prozesse einzudringen, welche den genannten Leiden zugrunde liegen.

Was wissen wir bis jetzt von den Viren? In den sechziger Jahren gelang es den Molekularbiologen herauszufinden, welcher Mechanismus der Vermehrung von Viren in den infizierten Zellen zugrunde liegt. Außerhalb der Zelle ist dieser Prozeß nicht möglich. Das Virus ist an sich nur eine auf eine bestimmte Art und Weise verpackte genetische Information in Form eines Moleküls der Desoxyribonukleinsäure (DNS) oder, wie bei den verbreitetsten Viren, der Ribonukleinsäure (RNS). Der Parasit selbst verfügt über keinen "Mechanismus" der Reproduktion dieser Information, d.h. er kann sich nicht selbst vermehren.
Die genetische Substanz einer lebenden Zelle, die doppelsträngige DNS, bildet komplizierte Strukturen, die Chromosomen. An der "Erbmatrize" werden Kopien, die einsträngigen RNS-Moleküle gebildet, in denen die Eiweiße kodiert sind und die die Lebenstätigkeit der Zelle sichern. Die Synthese der Eiweiße vollzieht sich an den Ribosomen, die ihrer Art nach "Eiweiß-Fabriken" sind.
Das Virus, das in die Zelle eingedrungen ist, verändert durch seine Informationen den vorgezeichneten Mechanismus der Tätigkeit der Zelle. Seine Erbsubstanz, die DNS oder RNS, wird nun zur Matrize. In beiden Fällen ist das Ergebnis das gleiche. Die "Produktion" der Zelle verläuft nun nach neuen Schemata: Statt eigene Eiweiße aufzubauen, vermehrt sie das genetische Material des Virus und synthetisiert die viralen Eiweiße. Sehr bald verläßt eine große Zahl von Nachkommen des ursprünglichen Virus die sehr schnell zerstörte Zelle, es erfolgt eine neuer "Infektionsstoß".

All diese Erkenntnisse gewann man beim Studium der Wechselwirkungen zwischen Viren und Zellen, die in Reagenzgläsern oder Flaschen gezüchtet worden waren. Ähnlich verhält sich der Parasit auch im Organismus des Menschen oder eines Tie-

res, wenn eine a k u t e Infektion vorliegt. Aber was geht bei c h r o n i s c h e n Viruserkrankungen vor sich? Ursprünglich nahm man an, daß der Vorgang genau so abläuft, und daß der Unterschied nur in der Geschwindigkeit des Prozesses besteht.

Ein entscheidendes Moment bei der Tätigkeit einer von einem Virus befallenen Zelle ist die Vermehrung (Replikation) seines genetischen Materials. Hierfür schafft der Parasit spezielle Strukturen, die als replikative Komplexe bezeichnet werden.

Bei der chronischen Infektion nun blockieren die RNS-Viren, die diese Infektion verursachen, nicht die normale Tätigkeit der Zelle, d.h. sie schalten die Zelle nicht auf die Reproduktion von Viren um. Indem sie in das Zellinnere eindringt, wird die Virus-RNS zunächst in die ihr entsprechende einsträngige DNS und erst dann in die doppelsträngige DNS transkribiert. Letztere baut sich dann als Gruppe von Genen in das Chromosom der Zelle ein und wird zu einem Teil der Zelle. Ein solcher Prozeß wird als Integration bezeichnet und die in das Zellchromosom eingedrungene Gruppe von Genen als Provirus.

Das Provirus wirkt genau so wie die eigenen Gene der Zelle. Mit Hilfe der Fermente wird die in seiner DNS enthaltene Information in das RNS-Molekül "umgeschrieben". Die RNS wirkt ihrerseits mit den Ribosomenstrukturen zusammen, die das Eiweiß - das Endprodukt eines jeden Gens - bilden. Es ist verständlich, daß das Eiweiß, dessen Synthese durch das Virus vorbestimmt wird, ein Virus- und kein Zelleiweiß ist. Deshalb muß man, ehe man endgültig die Integration als Existenzform dieser Viren bestimmt, Untersuchungen in verschiedenen Richtungen durchführen und pathologische wie ökologische Prozesse integrierter Natur, die Möglichkeit der Ausnutzung der Isolierung der Viren, die Mechanismen zur Bildung der DNS-Proviren, deren Integration und die Möglichkeit der Steuerung dieser Prozesse erforschen.

Die Integration des Genoms des Masern- oder eines anderen Virus in die Chromosomen wird z.B. von der Produktion virusspezifischer Eiweiße begleitet, die sich in die Zellmembran

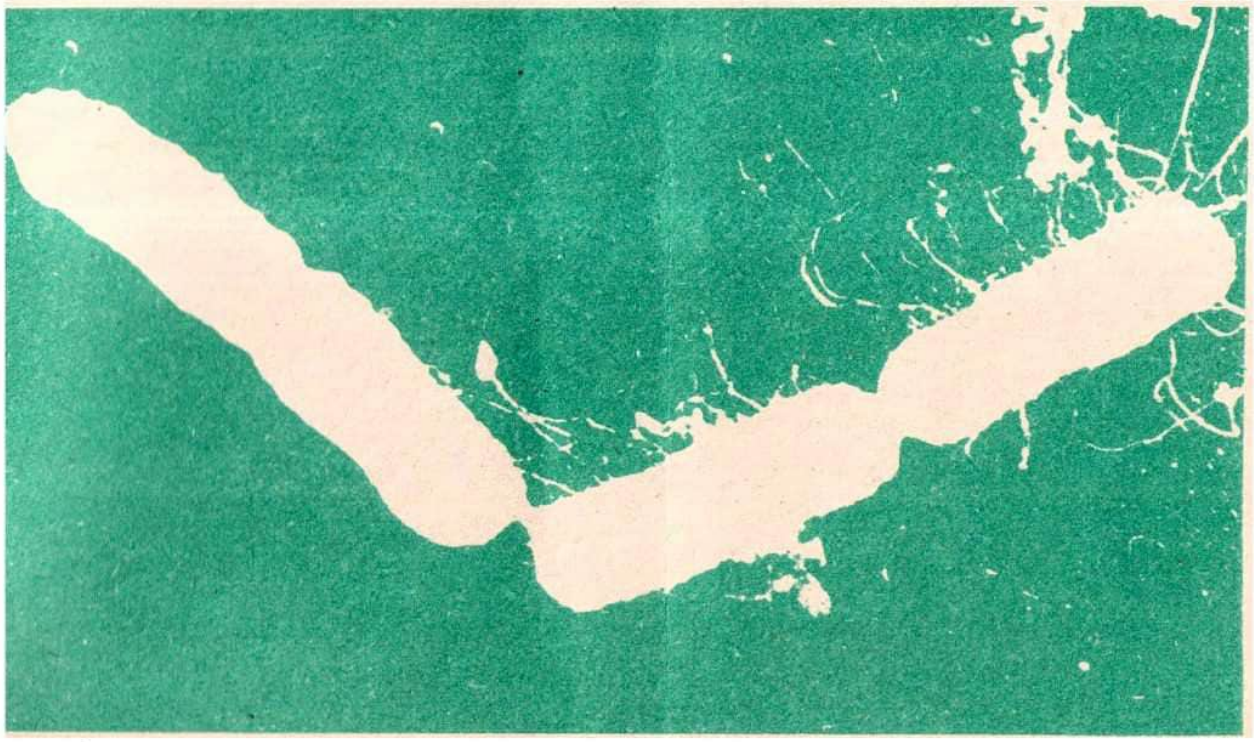
einlagern und hierdurch die Zelle zu einer Art Heterotransplantat machen, welches von immunkompetenten Zellen angegriffen wird. Auf diese Weise erfolgt bei der chronischen Infektion im Unterschied zur akuten Infektion keine selbständige Virusvermehrung. Das Virus integriert sich einfach in den Bestand der Zelle, tötet sie weder noch schädigt es sie, sondern bildet sie nur ein wenig um. In der Zellkultur geht eine solche Umbildung ohne Krankheitserscheinungen vor sich. Im Organismus dagegen wird die Zelle, die fremdes Viruseiweiß produziert, sofort vom Immunsystem erkannt und so wie jeder körperfremde Einschluß oder, sagen wir, wie ein Transplantat behandelt. Der Organismus versucht es abzustoßen. Es beginnt der sogenannte Autoimmunprozeß, der für einige chronische Erkrankungen charakteristisch ist.

Die Forschungsergebnisse gestatten die Schlußfolgerung, daß zwei Syntheseformen in der Zelle vorhanden sein können: das System der direkten Synthese und das System der Umkehrsynthese. Das erstgenannte System ist gut bekannt und ein Ausdruck des sogenannten klassischen Dogmas der Molekularbiologie: DNS-RNS-Eiweiß. Das zweite System ist in der Richtung umgekehrt und kann durch die Formel RNS-DNS-Gen ausgedrückt werden.

Natürlich ist die damit verbundene Aufgabe einstweilen noch ein kühner Traum, und seine Realisierung wird die Arbeit vieler wissenschaftlicher Kollektive erfordern. Das Ziel ist jedoch groß und edel: die Heilung genetisch bedingter Erkrankungen und vor allem von angeborenen und erworbenen endokrinen Erkrankungen.

Die bei den infektiösen RNS-Viren entdeckten Prozesse erweckten großes Aufsehen, und bald bestätigten mehrere ausländische Laboratorien die Entdeckung. Das Problem wurde auf internationalen Symposien in der UdSSR und in den USA erörtert. Das Interesse, das ihm entgegengebracht wird, ist berechtigt. Die weitere Arbeit der Wissenschaftler wird dazu führen, nicht nur die molekularen Mechanismen vieler chronischer Viruserkrankungen aufzudecken, sondern auch wirksame

Mittel zu ihrer Bekämpfung zu finden. In letzter Zeit diskutierten Biologen und Mediziner viel über die Möglichkeiten der Genchirurgie, des zielgerichteten Umbaus der genetischen Struktur der Zellen zur Heilung von Erbkrankheiten des Menschen. Die Wissenschaftler richten ihren Blick auch in die fernere Zukunft und stellen sich vor, was es bedeuten würde, wenn es gelänge, neue Pflanzenarten und -sorten und neue Tiergattungen zu schaffen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Arbeiten auf dem Gebiet der Einführung des Virus in die Chromosomenstruktur der Zelle eine Reparatur von Erbdefekten und möglicherweise auch die Vervollkommnung der physischen Eigenschaften des Menschen ermöglichen.



Austausch von Erbmaterial bei Bakterien über eine Plasmabrücke

Als die Wissenschaftler ihre Versuche auf dem Gebiet der Genchirurgie begannen, entdeckten sie äußerst besorgniserregende Prozesse. Es zeigte sich, daß die fremden Gene merklich den Charakter der untersuchten Bakterien verändern. Diese begannen, neue Eiweiße zu bilden, die sich von jenen unterschieden, die von Mikroben mit unveränderter Erbmasse produziert wurden. Dabei stellte man fest, daß die harmlosesten und einfachsten Mikroben, z.B. Darmbakterien, die im Organismus des Menschen leben, sich so verwandeln können, daß sie tödliche Giftstoffe bilden und unheilbare Krankheiten hervorrufen können.

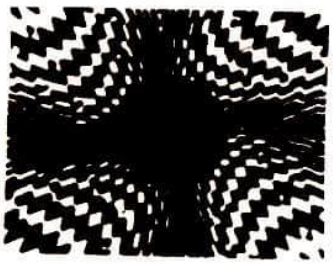
Diese Tatsache interessiert auch diejenigen brennend, die ständig nach neuen Arten von Massenvernichtungswaffen streben. Es ist deshalb kein Zufall, daß die Sowjetregierung der XXX. UN-Vollversammlung im Jahre zwei wichtige Vorschläge unterbreitete, und zwar den Entwurf eines Vertrages über das Verbot der Entwicklung und Produktion neuer Arten von Massenvernichtungswaffen und neuer Systeme derartiger Waffen und den Entwurf eines Vertrages über das vollständige und generelle Verbot von Kernwaffenversuchen.

Bekanntlich wurde die Idee eines Verbots der Schaffung neuer Massenvernichtungswaffen und neuer Waffensysteme zum erstenmal von Breshnew in seiner Rede vor Wählern in Moskau am 13. Juni 1975 geäußert. "Der Stand der heutigen Wissenschaft und Technik ist so hoch, daß die ernste Gefahr besteht, daß eine noch schrecklichere Waffe als die Kernwaffe entwickelt wird. Verstand und Gewissen der Menschheit diktieren die Notwendigkeit, einer solchen Waffe eine unüberwindliche Barriere entgegenzustellen."

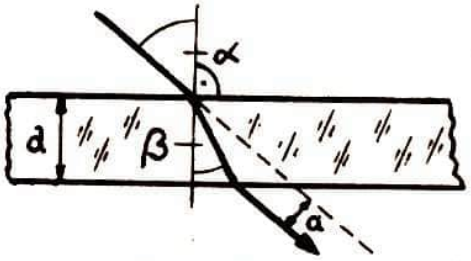
Die sowjetischen Mikrobiologen teilen diese Befürchtungen und wenden sich an ihre Kollegen in der ganzen Welt, insbesondere an die in der Weltföderation der Wissenschaftler zusammengeschlossenen Wissenschaftler, damit kein Mißbrauch ihrer Forschungsergebnisse zum Schaden der Menschen zugelassen wird und damit neue Entdeckungen auf dem Gebiet der Mikrobiologie zum Wohle des Menschen gereichen.

(Aus „Wissenschaftliche Welt" 3/76, gekürzt)

physikaufgabe 22



Beim Durchgang des Lichtes durch eine planparallele Glasplatte wird ein Lichtstrahl auf Grund zweifacher Brechung parallel verschoben. Man berechne die Verschiebung a ! Der Einfallswinkel sei α, der Brechungswinkel sei β und die Glasdicke sei d .



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

lösung der physikaufgabe 17aus heft 6/10. jg.

aufgabe:

Bei der Diskussion von Auffahrunfällen in Fahrzeugkolonnen wird die Meinung vertreten, daß Fahrzeuge im hinteren Teil der Kolonne als Folge des Zusammenwirkens der Reaktionszeiten der davorfahrenden Fahrzeugführer bei einer Gefahrenbremsung besonders gefährdet seien. Prüfen Sie diese Aussage unter der Voraussetzung gleicher Anfangsgeschwindigkeit v_o, gleicher Bremsverzögerung a, gleicher Länge l der Fahrzeuge und gleicher Reaktionszeit Δt der Fahrer durch Berechnung des zur Vermeidung des Auffahrens kleinsten Abstandes des n-ten und (n-1)-ten Fahrzeuges. Der jeweilige Fahrer beginnt nach der Zeit Δt nach Aufleuchten des Bremslichtes des vorherfahrendes Fahrzeuges den Bremsvorgang.

losung:

eingesandt von Gerald W E R N E R , 16 Jahre , Meiningen

Der (n-1)-te Fahrer legt nach Aufleuchten des Bremslichtes des vorherfahrenden Fahrzgs. noch folgende Strecke zurück: $s=v_o \cdot \Delta t+v_o^2/2a$. Da das vorherfahrende Fahrzg. aber ebenfalls noch die Strecke $v_o^2/2a$ zurücklegt(das ist die während des Bremsens gefahrene Strecke), muß der Mindestabstand $s_{(n-1)}$ des (n-1)-ten Fahrers $s_{(n-1)}=v_o \cdot \Delta t$ betragen. Sein Nachfolger legt ab dem Aufleuchten seines Bremslichtes ebenfalls den Weg s zurück, da für alle Fahrzeuge die gleichen Parameter gelten. Da das Fahrzg. (n-1) noch den Bremsweg $v_o^2/2a$ zurücklegt, beträgt der Mindestabstand von n zu (n-1): $s_n=v_o \cdot \Delta t$. Es gilt also $s_n=s_{(n-1)}$, und die in der Diskussion vertretene Meinung ist also falsch.

KROATISCHES

Fremde Erfahrungen ritzen die Haut –

eigene Erfahrungen schneiden ins Fleisch.

SPRICHWORT

STÖRCHE

„Fritzchen, glaubst du noch an den Klapperstorch?"

„Nein Tante, ich nicht mehr, aber meine große Schwester mußte jetzt dran glauben."

DIÄT

heißt eine Essenration, die man Fettleibigen empfiehlt.
Sie wird zwischen den Mahlzeiten eingenommen.

„... und da sagte meine liebe Frau zu mir: ‚Wenn du mich mal ans Steuer läßt, bist du ein Engel!'"

Ein Schiffbrüchiger klettert mühsam an Land: „Wo warst Du solange?" fragt ihn zornig seine Frau, die schon vor ihm da war. „Das Schiff sank doch schon vorgestern!"

Wenn ein Mensch täglich sich nicht soviel Zeit nimmt, um seinen Leib zu pflegen, ist er nicht des Lebens wert.
(Wilhelm v. Humboldt)

„Wo bin ich, – im Paradies?" fragt der aufwachende Ehemann.
„Nein Schatz," antwortet seine am Bett sitzende Frau, „ich bin bei dir!"

„Blacky, schreib erst mal deine Hausarbeiten – spielen kannst du nachher!"

R.M./H

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

2

Ultrakurze Lichtimpulse

☆

Von wundersamen Düften

☆

Leben auf dem Mars

☆

Erwartungen an die Zukunft

Titelbild:
Laserexperiment zur Frequenzmischung (LG)

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Ultrakurze Lichtimpulse und ihre Anwendung in Naturwissenschaft und Technik	PHY	3
Von wundersamen Düften – über die Chemie des Geruchssinnes	CHE	15
Mosaik		22
Leben auf dem Mars? (1)	AST	23
Erwartungen an die Zukunft	DOK	28
Aufgabe 23, Lösung der Aufgabe 18		31

Prof. Bernd Wilhelmi
Sektion Physik der FSU Jena

Ultrakurze Lichtimpulse und ihre Anwendung in Naturwissenschaft und Technik

PHYSIK

Wesentliche Fortschritte in Naturwissenschaft und Technik sind stets mit einer Verbesserung der experimentellen Methoden und besonders der Meßtechnik verknüpft. Eine große Rolle spielen dabei die Möglichkeiten zur kurzzeitigen Anregung von Vorgängen und die Beobachtung ihres Zeitablaufes. G. Porter hat diesen Sachverhalt 1968 in seinem Vortrag anläßlich der Verleihung des Nobelpreises sehr prägnant formuliert:

"Eine der hauptsächlichsten Tätigkeiten des Menschen als Wissenschaftler und Techniker besteht darin, die begrenzten Sinne, mit denen er ausgestattet ist, zu erweitern, so daß er Phänomene in Dimensionen erkennen kann, welche sich seinem normalen Erfahrungsbereich entziehen. In der Welt des sehr Kleinen haben es ihm Mikroskope und Mikrowaagen erlaubt, Gegenstände wahrzunehmen, welche eine kleinere Ausdehnung oder Masse haben als er sehen oder fühlen kann. In der Dimension der Zeit sind seine Beobachtungen ohne die Hilfe spezieller Techniken auf Zeiten beschränkt, die zwischen einer zwanzigstel Sekunde (Anspruchzeit des Auges) und etwa $2 \cdot 10^9$ Sekunden (seiner Lebenszeit) liegen. Doch die meisten fundamentalen Prozesse und Ereignisse, besonders jene in der Welt der Moleküle, die wir Chemie nennen, spielen sich in Millisekunden oder weniger ab, und es ist daher nur natürlich, daß der Wissenschaftler Methoden für das Studium von Vorgängen im Mikrobereich sucht".

Gerade die Kurzzeittechniken haben sich in den letzten 15 Jahren durch die Entwicklung der Laserlichtquellen und neuer Nachweismethoden stürmisch entwickelt. Dadurch ist es gelungen, physikalische, chemische und biologische Vorgänge im Zeitbereich unterhalb von 10^{-9}s bis herab zu einigen 10^{-13}s direkt zu erfassen, die in den meisten Lehrbüchern

immer noch als "unbeobachtbar kurz" klassifiziert werden. Auf diese Weise kann man einen unmittelbaren Einblick in elementare Prozesse gewinnen, unsere Vorstellungen über solche Vorgänge und in der Folge über zusammengesetzte Prozesse überprüfen und weiterentwickeln und schnell ansprechende Bauelemente herstellen. Tab. 1 gibt einen Überblick über die charakteristischen Zeiten physikalischer, chemischer, biologischer und technischer Vorgänge. Man erkennt, daß diese Zeiten in einem großen Bereich variieren und bis herab zu 10^{-16}s reichen.

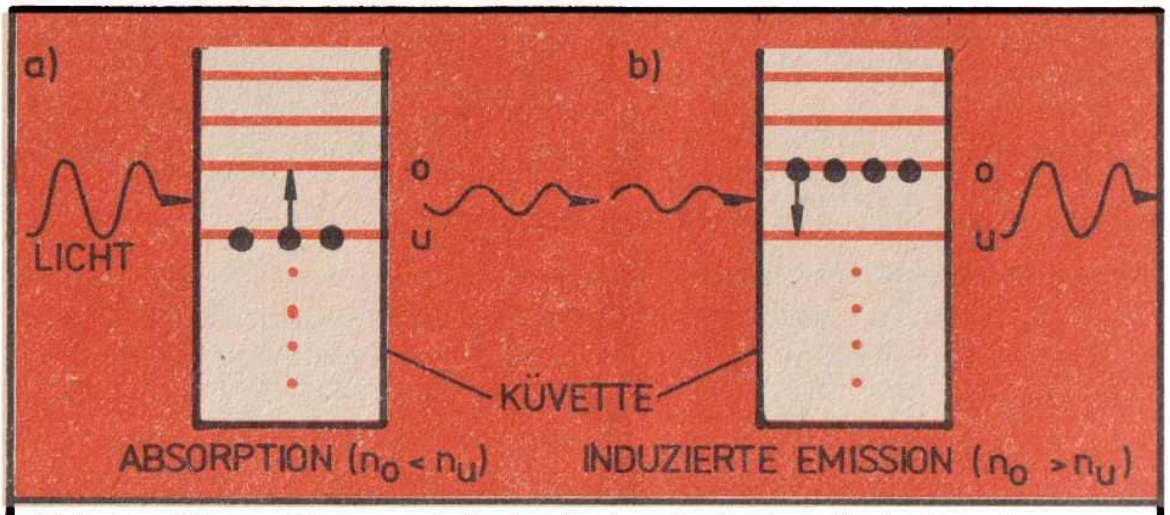


Abb. 1 Absorption und induzierte Emission bei Durchgang von Licht durch eine Küvette mit absorbierendem Material ($n_o > n_u$) bzw. verstärkendem Material ($n_o > n_u$)

Es sei angemerkt, daß Vorgänge in den Atomkernen hier nicht erfaßt wurden, da sie im allgemeinen nicht durch Wechselwirkung mit Licht vermessen werden. Man erkennt aus der Tabelle, wie hoch der Fortschritt zu bewerten ist, der bei Kurzzeituntersuchungen mit Licht in den letzten hundert Jahren (damals löste Bequerel mit einem mechanischen Zerhacker 10^{-4}s auf) bzw. in den letzten 10 Jahren (damals erreichte man mit Kerr-Effekt-Schaltern 10^{-9}s, heute einige 10^{-13}s Auflösung) erzielt wurde. (Die Erhöhung des zeitlichen Auflösungsvermögens um 9 Größenordnungen entspricht der Verbesserung die ein Fotograf erzielt, der anstelle eines Apparates mit etwa 10 Tagen Belichtungsdauer eine moderne Schlitzverschlußkamera mit etwa 10^{-3}s Belichtungsdauer erhält). In Tabelle 1 sieht man aber auch, wie wichtig es ist, zum direkten Studium noch

Tab. 1

Charakteristische Zeiten von physikalischen, chemischen, biologischen und technischen Vorgängen

(f - Frequenzen, T - Relaxations- oder Dämpfungszeiten, k - Geschwindigkeitskonstanten)

Vorgang	charakteristische Zeit in s
Atom-, Molekül- und Festkörperphysik	
Molekülrotation (in Gasen)	$\frac{1}{f_{Rot}} \simeq 10^{-10} - 10^{-12}$
Dämpfung der Rotation	$\tau_{Rot} \simeq 10^{-7} - 10^{-10}$
Umorientierung von Molekülen (in Flüssigkeiten)	$T_o \gtrsim 10^{-13}$
Molekülschwingung	$\frac{1}{f_{Schw}} \approx 10^{-12} - 10^{-14}$
Dämpfung der Schwingung (in kondensierter Phase)	$\tau_{Schw} \approx 10^{-11} - 10^{-13}$
Bewegung der Valenzelektronen im Molekül	$\frac{1}{f_{El}} \simeq 10^{-14} - 10^{-16}$
Dämpfung der Elektronenbewegung	$\tau_{El} \simeq 10^{-3} - 10^{-14}$
(Speziell Lebensdauer durch spontane Emission)	$T_{sp} \approx 10^{-3} - 10^{-8}$
Chemie und Biologie	
Elementarschritt einer chemischen Reaktion	$\frac{1}{k} \gtrsim 10^{-12}$
Diffusionskontrollierte chemische und biologische Reaktionen (in Flüssigkeiten)	$\frac{1}{k} \gtrsim 10^{-10}$
Primärreaktion beim biologischen Sehvorgang	$\frac{1}{k} \simeq 10^{-12}$
Technik	
Laufzeit eines Sputniks für 0,01 m Wegstrecke	$\simeq 10^{-6}$
Umlaufzeit von Turbinen	$\gtrsim 10^{-4}$
Kameraverschluß (mechanisch)	$\gtrsim 10^{-6}$
Kameraverschluß (elektrooptisch)	$\gtrsim 10^{-9}$
Schaltzeit elektronischer Bauelemente	$\gtrsim 10^{-10}$
Durchlaufzeit des Lichtes durch eine Küvette von 3 mm optischer Länge	$\approx 10^{-11}$
Schwingungsdauer einer Welle bei der Frequenz des Rubinlasers	$\approx 2 \cdot 10^{-15}$
Dauer ultrakurzer Lichtimpulse	$\gtrsim 10^{-13}$

schnellerer Prozesse, deren Parameter man bisher nur indirekt bestimmen kann, die Zeitauflösung weiter zu vergrößern. Welche prinzipiellen Schwierigkeiten dabei auftreten, wird verständlich, wenn man sich überlegt, daß schon die kürzesten

bisher erzeugten Lichtimpulse ($3 \cdot 10^{-13}$s) nur aus etwa 100 Wellenbergen und Wellentälern bestehen. Zur Erzielung wesentlich kürzerer elektromagnetischer Impulse wird man demgemäß zu kürzeren Wellen übergehen müssen, und insofern hat die künftige Entwicklung von Lasern für das Röntgengebiet auch für die Ultrakurzzeittechnik eine prinzipielle Bedeutung. Entsprechend der hier kurz umrissenen Bedeutung der ultrakurzen Lichtimpulse für Naturwissenschaft und Technik wird diese Thematik international sehr stark bearbeitet. In der DDR arbeiten das Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie der Akademie der Wissenschaften und die Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena in enger Kooperation mit sowjetischen Forschungseinrichtungen (Labors der Nobelpreisträger Basov und Prochorov im Lebedev-Institut in Moskau, Institute der Akademie und der Universität in Minsk) an Grundlagenproblemen der Ultrakurzzeitprozesse, am Aufbau und der Weiterentwicklung von Meßplätzen und an der Anwendung der neuen Methoden in verschiedenen Gebieten der Physik, Chemie, Biologie und Technik.

Im folgenden werden die wichtigsten Methoden zur Anregung und Vermessung ultrakurzer Prozesse mit Licht sowie ausgewählte Anwendungen dargestellt.

1. Lichtquellen zur Anregung und zur Beobachtung schnell ablaufender Vorgänge

Ultrakurze Lichtimpulse ausreichender Intensität können nur mit Lasern erzeugt werden. Bekanntlich beruht die Wirkungsweise des Lasers auf der Lichtverstärkung durch stimulierte Emission in einem Material, das bei der gewünschten Frequenz des Lichtes einen Strahlungsübergang besitzt, bei dem (infolge irgendeines Pumpprozesses) die Zahl der Teilchen n_o pro Volumeneinheit im oberen Energieniveau (o) größer als die im unteren Niveau (u) ist (Abb. 1). Die Differenz $(n_o - n_u)$ wird als Inversionsdichte bezeichnet und charakterisiert die Fähigkeit des Materials, Licht zu verstärken. Durch Rückkopplung kann ein Verstärker zum Oszillator werden (vgl. Elektronik !). Beim Laser wird die Rückkopplung durch Reflexion des Lichtes an den Spiegeln eines optischen Resonators erreicht (s. Abb. 2). Die maximale Rückkopplung erfolgt da-

bei nur für bestimmte Lichtwellen, deren Wellenlängen λ die Bedingung $q \frac{\lambda}{2} = L$ erfüllt, wobei L die optische Länge des Resonators und q eine natürliche Zahl ist, die den betreffenden Resonatorzustand, den "Resonatormodus" bezeichnet (Abb.3). Der Laserverstärker beginnt dann zu oszillieren, wenn die Verstärkung pro Umlauf die Verluste pro Umlauf bei einem Resonatormodus (oder mehreren) kompensiert. Diese Bedingung wird als Schwellenbedingung bezeichnet.

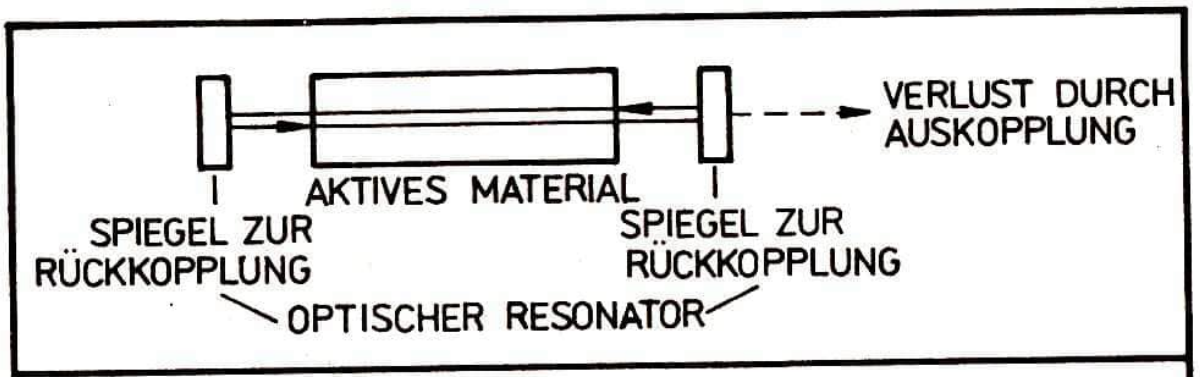


Abb. 2 Schema eines Lasers

Der zeitliche Verlauf der Ausgangsstrahlung eines Lasers hängt von den Eigenschaften des laseraktiven Materials (besonders von der Linienbreite des aktiven Übergangs), von der Kinetik des Pumpprozesses und von den Eigenschaften des optischen Resonators, in dem sich das Lasermaterial befindet, ab.

Gepulster Pumpprozeß: Wenn die Einschwingdauer des aktiven Mediums und des Resonators klein gegen die Dauer der zeitlichen Änderung des Pumpprozesses sind, so wird eine Modulation der Pumpleistung auf die Ausgangsstrahlung übertragen. (Anwendung: elektrische Modulation von Halbleiterlasern bis zum Gigahertzbereich).

Güteschaltung: Das Prinzip der Güteschaltung zur Erzeugung kurzer Impulse besteht darin, im Lasermaterial über einen langen Zeitraum Energie aufzuspeichern und diese in einer sehr kurzen Zeit in Form eines kurzen, intensiven Impulses auszusenden. Die Speicherwirkung wird erreicht, indem man während des Pumpvorgangs (z.B. während der Blitzlichteinstrahlung auf einen Rubinstab) die Rückkopplung im optischen

Resonator (durch Schrägstellen eines Spiegels, elektrooptische Schalter oder zusätzliche Absorber) klein hält, also bei einer kleinen Resonatorgüte arbeitet. Dadurch kann die Schwellenbedingung erst bei einer viel höheren Verstärkung bzw. Inversionsdichte erreicht werden. Nach Einsetzen der Oszillation wird die Güte aktiv (Drehung eines Spiegels, Beeinflussung eines elektrooptischen Schalters von außen) oder passiv (Aufhellung eines sättigbaren Absorbers durch die anwachsende Lichtleistung) schnell erhöht. Bezogen auf die vergrößerte Güte liegt nun eine Schwellüberhöhung vor, die zu einem kurzzeitigen Anwachsen der Strahlungsleistung und einem schnellen Abbau der gespeicherten Energie führt. Auf diese Weise können Impulse kurzer Dauer ($\gtrsim 10^{-9}$s) und hoher Leistung (10^{8}W) erzeugt werden.

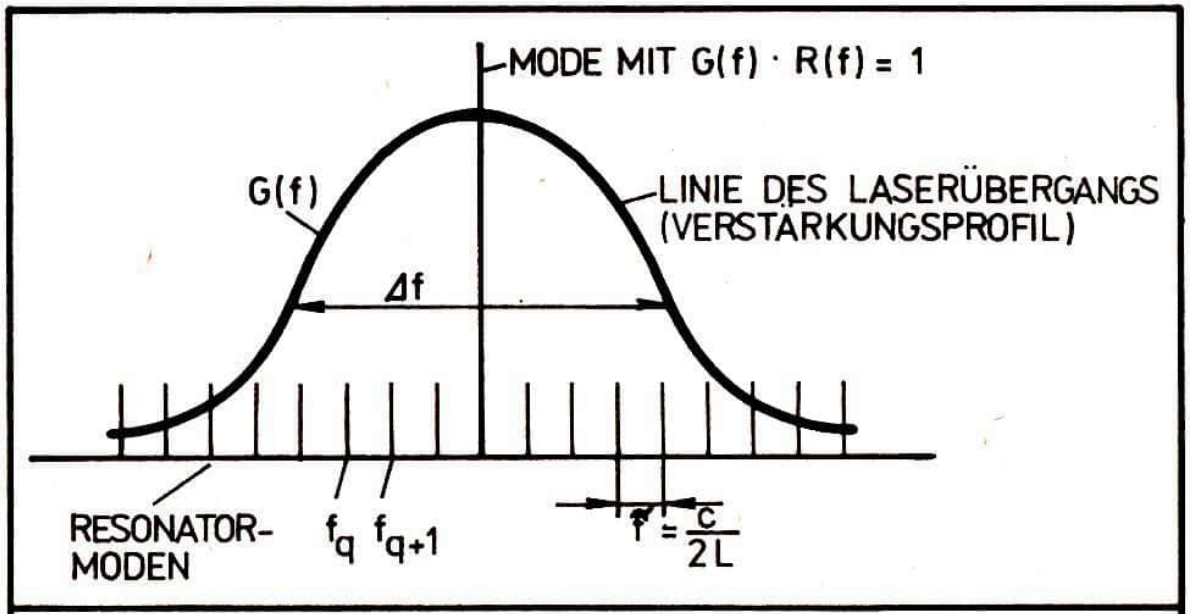


Abb. 3 Verstärkungsprofil und Resonatormoden

<u>Modensynchronisation:</u> Noch kürzere Impulse können durch Synchronisation der Felder aus mehreren Lasermoden erzeugt werden. Bei sehr starkem Pumpen kann die Schwellenbdingung für mehrere (p) Eigenfrequenzen des Resonators (Resonatormoden) im Bereich des Verstärkungsprofils erreicht werden, wodurch der Laser auf diesen p Resonatorfrequenzen zu oszillieren beginnt (s. Abb. 3). Am Ausgang des Lasers entsteht eine resultierende Welle durch Überlagerung dieser Teilwellen, deren Frequenzen sich jeweils um $\tilde{f} = \frac{c}{2L}$ unterscheiden.

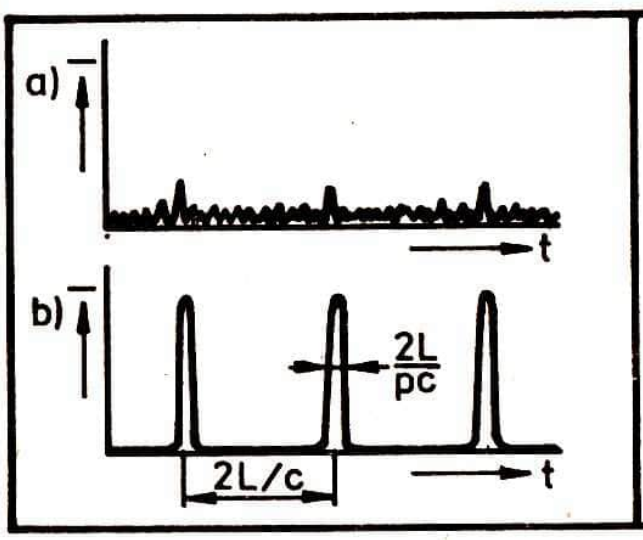


Abb. 4
Abhängigkeit der Ausgangsintensität von der Zeit für einen Laser mit unsynchronisierten (a) bzw. synchronisierten (b) Moden

Im allgemeinen erfolgt die Emission in den verschiedenen Moden unabhängig voneinander, d.h. mit zufällig verteilten Phasen der Wellen. Die resultierende Feldstärke fluktuiert deshalb statistisch, wobei die schnellsten Schwankungen in Zeiten der Größenordnung $1/p\cdot\tilde{f}$ vor sich gehen (Abb. 4a). Durch zusätzliche Maßnahmen (die später erläutert werden) kann man zwischen den verschiedenen Moden feste Phasenbeziehungen herstellen, d.h. man kann die verschiedenen Moden synchronisieren. Im einfachsten Fall sind dann alle Phasen φ_p gleich, und es gilt für die Feldstärke der resultierenden Welle $E(t) = \sum_p \hat{E}_p \cos[2\pi(f_0 + p\tilde{f}) + \varphi]$. Diese Feldstärke ist durch Schwebungen charakterisiert, die in Zeitabständen von $\frac{2L}{c}$ zu ultrakurzen Impulsen der Länge $\tau_L = \frac{1}{p\cdot\tilde{f}} = \frac{2L}{pc}$ führen (Abb. 4). Die Dauer der Einzelimpulse eines derartigen Impulszuges ist also durch den reziproken Wert des Frequenzbereiches der Verstärkungslinie gegeben, der synchronisiert wird. Optimal können alle Moden im Bereich der Breite des Verstärkungsprofils Δf synchronisiert werden, wodurch die maximal erreichbare Dauer τ_{min} durch $\frac{1}{\Delta f}$ gegeben ist.

Die einfachste Methode zur Modensynchronisation besteht darin, einen sogenannten "sättigbaren Absorber" zusätzlich im Laserresonator einzusetzen. Diese Absorber schwächen das Laserlicht bei kleinen Intensitäten sehr stark (weil alle Teil-

chen im Grundniveau sind, $n_o \ll n_u$) und lassen das Licht bei hohen Intensitäten ungeschwächt hindurch, weil der Übergang "gesättigt" wurde (d.h. weil sich ebensoviel Teilchen im oberen bzw. unteren Energieniveau befinden - $n_o = n_u$ - und sich dadurch Verstärkung und Absorption kompensieren). Dadurch wird die größte Spitze der Fluktuationen der zu Beginn des Prozesses unsynchronisierten Strahlung (s.Abb. 4a). am besten verstärkt, während alle kleinen Spitzen unterdrückt werden. Gemäß der Umlaufzeit $\frac{2L}{c}$ im Resonator entsteht dadurch ein Impulszug aus dieser Fluktuationsspitze. Einen analogen Effekt kann man durch aktive Synchronisationsmethoden erzielen, bei denen die Resonatorgüte mit der Frequenz des Modenabstandes $\tilde{f} = \frac{c}{2L}$ moduliert wird, wodurch ebenfalls eine Kopplung zwischen benachbarten Moden entsteht.

Experimentell ist es sowohl mit aktiven als auch mit passiven Methoden gelungen, Impulse im Pikosekundenbereich zu erzeugen. Die kürzesten Impulse wurden mit passiv synchronisierten Farbstofflasern erzeugt und haben eine Dauer von $0{,}3 \cdot 10^{-12}$s. Es werden Leistungen bis zu 10^{10}W im Laseroszillator ohne Nachverstärkung erreicht.

2. Nachweistechnik

Mit speziellen Photodioden und Sekundärelektronenvervielfachern wird ein zeitliches Auflösungsvermögen von etwa 10^{-10}s erreicht.

Zur direkten Beobachtung von schnell veränderlichen Intensitätsverteilungen (z.B. von Spektren) werden Bildwandlerkameras mit schneller elektrooptischer Bildablenkung, sog. Schmier- oder Streak-Kameras benutzt (Abb.5). Die zu untersuchende Strahlungsverteilung wird spaltförmig auf eine Kathode abgebildet. Die auf der der Strahlung abgewandten Seite austretenden Elektronen werden beschleunigt und treffen auf einen Bildschirm, auf dem sie durch Wirkung einer Elektronenoptik ein Bild des Spaltes hervorrufen. Auf ihrer Bahn können sie durch ein elektrisches Feld senkrecht zur Längsausdehnung des Spaltes schnell abgelenkt werden, dadurch verschiebt sich das Spaltbild auf dem Schirm mit entsprechender Geschwindigkeit. Infolgedessen kann auf dem Bildschirm die Intensität in Abhängigkeit von der Zeit sowie einer zwei-

ten Variablen (z.B. der Wellenlänge) dargestellt werden. Das zeitliche Auflösungsvermögen liegt bei 10^{-12}s.

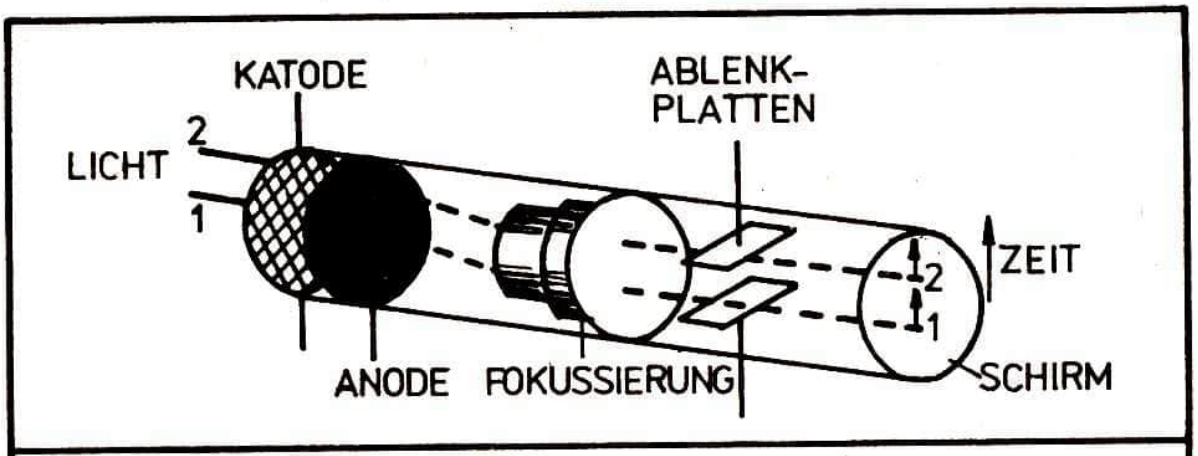


Abb. 5 Schema einer Streak-Kamera

Außerordentlich hohe Zeitauflösungen kann man mit Korrelationsmessungen bei nichtlinear optischen Effekten erzielen. Experimentell besonders einfach ist dabei die Methode der Zweiphotonenfluoreszenz (Abb. 6). Zwei durch Strahlteilung hergestellte gleiche Teilimpulse werden gegenläufig in einer Küvette überlagert, in der sie Moleküle durch Zweiphotonenabsorption ($E_o - E_u = 2\ hf_L$) anregen. Die Stärke der Zweiphotonenabsorption ist dem Quadrat der Lichtintensität

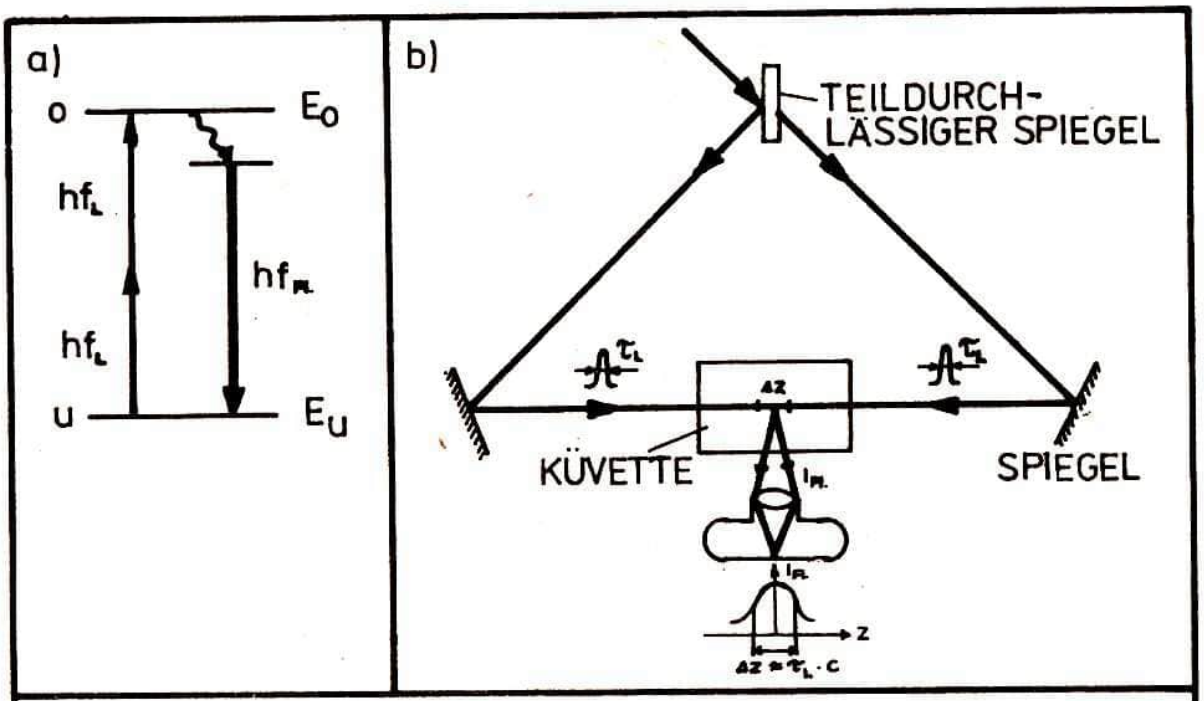


Abb. 6 Zweiphotonenfluoreszenz

proportional. Deshalb ist die Zahl der angeregten Moleküle im Überlagerungsgebiet der beiden Impulse größer als in Bereichen, in denen die Impulse nacheinander hindurchlaufen. Gemessen wird die räumliche Verteilung der Intensität der Fluoreszenzstrahlung mit der Frequenz f_{Fl}, deren Leistung proportional der Zahl der angeregten Moleküle im Entstehungsgebiet ist. Dadurch kann die Breite des Überlagerungsgebietes Δz gemessen und daraus gemäß $\tau_L \approx \frac{\Delta z}{c}$ die Impulsdauer bestimmt werden. Mit einer räumlichen Auflösung von 10^{-2} mm können Zeitdauern im Bereich von 10^{-13}s gemessen werden.

Allgemein kann man für solche Korrelationsmessungen Effekte verwenden, bei denen das Ausgangssignal in höherer als erster Potenz von der Impulsintensität abhängt. Die Messung der Zeitdauer wird stets auf eine Längenmessung zurückgeführt.

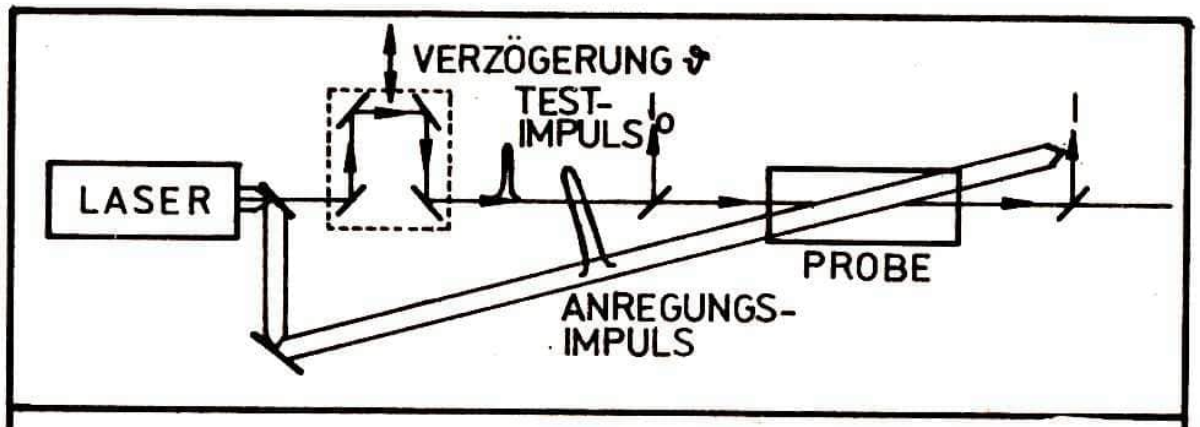


Abb. 7 Schema eines Teststrahlspektrometers

3. Teststrahlapparaturen mit hoher Zeitauflösung

Eine zeitliche Veränderung des Absorptionsverhaltens der Probe nach Anregung mit einem intensiven Laserimpuls kann mit einem Teststrahlverfahren vermessen werden (Abb.7). Mit einem optischen Verzögerungsweg wird ein (veränderlicher) Zeitabstand ϑ zwischen Anregungsimpuls und Testimpuls eingestellt. Die Teststrahltransmission $\frac{I}{I_0}$ der Probe wird in Abhängigkeit von ϑ gemessen. Sehr günstige Möglichkeiten zum Aufbau von Pikosekundenspektrometern ergeben sich auch durch Einsatz der schnellen Bildwandlerkameras.

In Abb.8 ist ein Beispiel skizziert, bei dem die Test-

strahlabsorption von einem durch einen sekundären Prozeß angeregten Niveau u' aus erfolgt. Dadurch steigt die Teststrahlabsorption $A = 1 - \frac{I}{I_0}$ in einer Zeit an, die durch diesen Sekundärprozeß bestimmt wird. Durch die Entleerung des Niveaus u' fällt die Teststrahlabsorption für große Zeiten wieder ab. Durch die Messung können die charakteristischen Zeiten beider Vorgänge bestimmt werden.

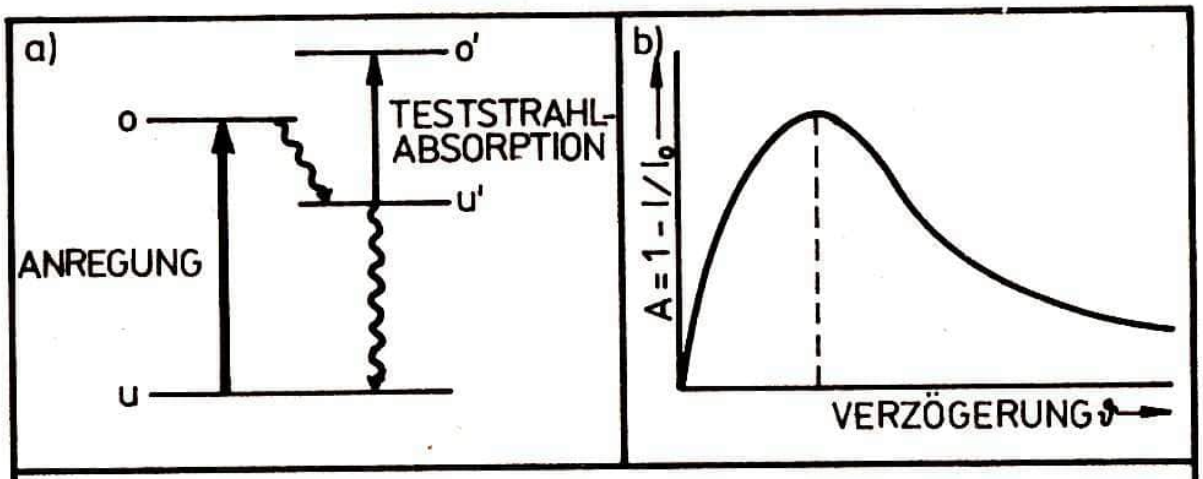


Abb. 8 Teststrahlabsorption nach einer Laseranregung

4. Untersuchung laserangeregter kinetischer Prozesse

Pikosekundenlaser geben die Möglichkeit, in sehr kurzen Zeiten bestimmte Niveaus der Atome, Moleküle oder Festkörper anzuregen. Die Anregung mit Licht kann verschiedene Folgeprozesse auslösen (vgl. Tab. 1):

- Verteilung der Energie innerhalb eines Moleküls und Umlagerungen des Moleküls
- Übergang der Anregungsenergie auf Nachbarmoleküle gleicher oder anderer Art
- Emission von Licht aus anderen Niveaus
- chemische Reaktionen.

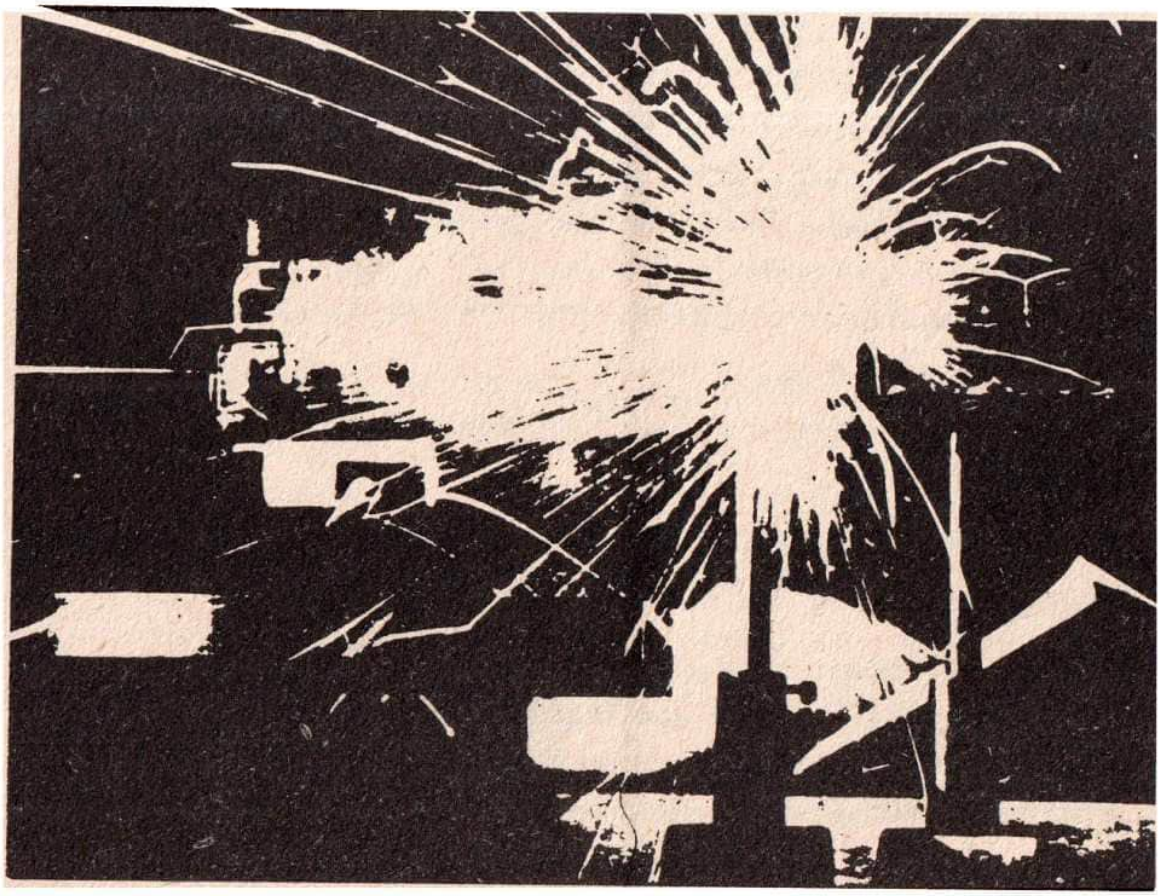
Erst Messungen mit hoher Zeitauflösung erlauben es, solche Prozesse genau zu analysieren und auszunutzen. Die Ergebnisse können ausgenutzt werden, um neuartige Kurzzeitlichtquellen, Impulsformer und Nachweiseinrichtungen zu bauen.

Von großer Bedeutung ist die Untersuchung der Elementarschritte bei Prozessen zur optischen Informationsspeicherung,

beim Prozeß der Photosynthese in Pflanzen und beim Sehvorgang, wozu bisher nur erste Teilergebnisse der Pikosekundenspektroskopie vorliegen, die sich aber bereits revolutionierend auf die entsprechenden Gebiete ausgewirkt haben.

Künftig werden auch Anwendungen ultrakurzer Lichtimpulse zur extrem schnellen Steuerung elektronischer Prozesse über optoelektronische Wandler eine größere Rolle spielen. Erste Ergebnisse zum Schalten von Halbleiterbauelementen mit ultrakurzen Lichtimpulsen (in Zeiten von $20 \cdot 10^{-12}$ s) liegen vor.

Abschließend kann man sagen, daß sich die Meßtechnik unter Verwendung von ultrakurzen Lichtimpulsen in den 10 Jahren seit dem Bau des ersten Pikosekundenlasers im Jahre 1966 sehr stürmisch entwickelt und vielfältige Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik gefunden hat, daß aber bei weitem noch nicht alle Anwendungs- und Aussagemöglichkeiten erschlossen wurden.



Ein Laserstrahl schneidet eine Stahlplatte (L.G.)

Peter Renner
Diplom-Chemiker
Sektion Chemie der FSU

Von wundersamen Düften - über die Chemie des Geruchssinnes

CHEMIE

Was wäre wohl, wenn unsere Nase auf einmal nicht mehr funktionieren würde? Nun sicher wäre der Verlust dieses Sinnes für uns nicht gleich existenzbedrohend (bei vielen Tiergruppen, insbesondere Insekten, würde dies anders aussehen), aber so manches entginge uns doch. Ich denke dabei nicht nur an die Auspuffgase an den Verkehrsknotenpunkten der Großstädte oder die nähere Umgebung einiger chemischer Großbetriebe, sondern auch an den Geruch des Sonntagsbratens oder den der ersten Veilchen im März.

Aber was ist das überhaupt, der Geruch, und welche chemischen Verbindungen rufen Geruchsempfindungen bei Mensch und Tier hervor? Eines soll gleich vorweg genommen werden: Eine vollständige Geruchstheorie gibt es bis heute noch nicht. Sehr gut bekannt ist der anatomische Bau des Geruchsorgans, unserer Nase (darüber informiere man sich in den entsprechenden Lehrbüchern der Biologie). Die Riechstoffe treten mit den Riechzellen, von denen der Mensch etwa 10 Millionen, der Hund 120 Millionen besitzt, auf eine noch recht unbekannte Art und Weise in Wechselwirkung. Diese Kontakte werden dann in elektrische Impulse umgewandelt und dem Vorderhirn gemeldet. Über die Entstehung der Geruchsempfindung in den höheren Zentren des Gehirns ist uns auch fast nichts bekannt. Über einige Geruchstheorien soll an späterer Stelle noch berichtet werden.

Der Mensch ist in der Lage, mehr als eine Million verschiedene Gerüche zu empfinden, wohingegen er nur sechs echte Geschmackseindrücke kennt:

Süß (Zucker)
sauer (Essig)
salzig (Kochsalz)
bitter (Chinin)
scharf (Pfeffer)
kühlend (Menthol)

Alle übrigen Geschmackseffekte werden durch den Geruch hervorgerufen. Die Empfindlichkeit der menschlichen Nase reicht über den weiten Konzentrationsbereich von 10^{-7} bis 10^{4} ppm (1 ppm entspricht 1/10000 %). Dabei können aber nur wenige Konzentrationsabstufungen unterschieden werden.

Tabelle 1 Schwellenkonzentration einiger Riechstoffe

Verbindung	Konzentration in der Luft (in $g \cdot l^{-1}$)	Anzahl der wahrnehmbaren Moleküle in 1 l Luft
Äthylmercaptan C_2H_5-SH	$4{,}5 \times 10^{-14}$	$2{,}67 \times 10^{8}$
Vanillin	$5{,}0 \times 10^{-12}$	$3{,}29 \times 10^{9}$
Naphthalin	$4{,}0 \times 10^{-9}$	$3{,}12 \times 10^{12}$
Phenol	$1{,}2 \times 10^{-9}$	$1{,}27 \times 10^{12}$
Buttersäure	$8{,}8 \times 10^{-13}$	10^{9}

Der Geruch kann auch nur beim Einatmen, nicht aber in den Atempausen, wahrgenommen werden. Bei längerer Einwirkung eines Geruches ermüdet das Geruchsorgan je nach Art der Verbindung unterschiedlich schnell. Besonders gefährlich ist diese Erscheinung beim hochgiftigen Schwefelwasserstoff.

Die Fähigkeit, verschiedene Gerüche zu unterscheiden, hängt stark vom Training ab und steigt in der Richtung Laie-Chemiker-Parfümeur stark an. Raucher sind dabei deutlich benachteiligt. Im folgenden soll nun auf einige Geruchstheorien etwas näher eingegangen werden.

In den letzten 100 Jahren sind ca. 30 verschiedene Geruchstheorien entwickelt worden.
Auf OLGE (1870) geht die Vibrationstheorie zurück, wonach die Riechstoffmoleküle Wellen aussenden, die vom Geruchsorgan empfangen werden. Die Theorie beruht auf der Wahrnehmbarkeit von Gerüchen über große Entfernungen. Im Widerspruch zu ihr steht jedoch, daß die entsprechenden Verbindungen flüchtig sein müssen.
Nach 1900 entstanden die Kontakttheorien, nach welchen die Riechstoffe mittels ihrer funktionellen Gruppen mit den Geruchsrezeptoren reagieren. 1930 jedoch stellte man fest, daß keine einfache Beziehung zwischen chemischer Konstitution und Geruch einer Verbindung besteht.

Seit 1949 existieren stereochemische Geruchstheorien. Nach MONCRIEFF besteht das Geruchssystem nur aus wenigen Arten unterschiedlich geformter Rezeptorzellen, die jeweils einen Grundgeruch wahrnehmen können. Rezeptorform und Molekülgeometrie sind dabei komplementär, d. h. Riechstoffmolekül und Rezeptor passen wie Schlüssel und Schloß zueinander.
Nach Vorstellung anderer Wissenschaftler gibt es ähnlich wie beim Geschmack 7 Grundgerüche:
campherartig, moschusartig, blumig, minzig, ätherisch, stechend und faulig.
Durch Mischung entstehen alle anderen Geruchseindrücke. Für die Grundgerüche existieren 7 verschiedene Rezeptorformen als Schlitze von molekularer Größe in den Membranen der Nervenenden (s. Abb. 1).

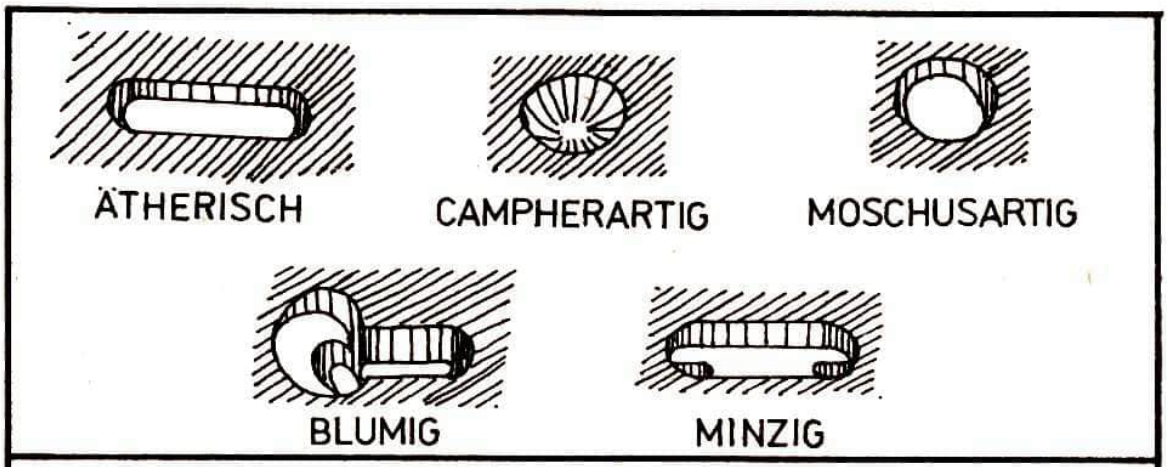


Abb. 1 Rezeptorformen (nach AMOORE)

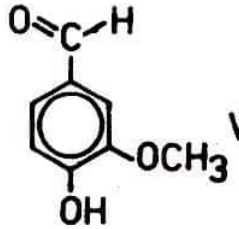
Damit eine Substanz überhaupt einen Geruch aufweist, muß sie, wie in vielen Versuchen festgestellt wurde, folgende Bedingungen erfüllen:

a) Sie muß einen gewissen Dampfdruck besitzen, d. h. flüchtig sein.
b) Sie muß fett- und ein wenig wasserlöslich sein.
c) Sie muß mindestens zweiatomig sein. (Von den chemischen Elementen riechen nur 7: F_2, Cl_2, Br_2, J_2, P_4, As_4, O_3.)
d) Ihr Molekulargewicht darf nicht zu hoch sein (die Grenze der Wahrnehmung ist bisher beim Molekulargewicht 294 festgestellt worden).
e) Sie muß bestimmte funktionelle Gruppen besitzen (-COOH, -OH, R-O-R, $-NO_2$, -S- , Halogene)

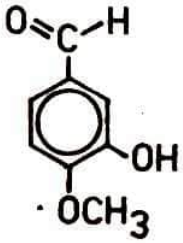
Alle diese Eigenschaften sind unbedingt notwendig, aber nicht

alle Stoffe, die diese Bedingungen erfüllen, besitzen einen Geruch, wie an einigen Beispielen gezeigt werden soll.

Der erste Riechstoff, der 1872 synthetisch hergestellt wurde, ist das allen bekannte Vanillin. Es besitzt folgende Konstitution:

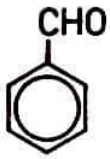


VANILLIN

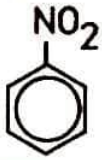


ISOVANILLIN

Tauscht man die Hydroxygruppe und die Methoxygruppe untereinander aus, gelangt man zum Isovanillin, das geruchlos ist. Die Substitution einer funktionellen Gruppe durch eine andere beeinflußt den Geruch oft wenig. So besitzen folgende Verbindungen alle charakteristischen Bittermandelgeruch:

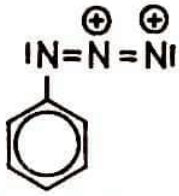


BENZALDEHYD



NITROBENZOL

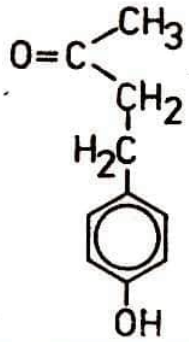
BENZYLCYANID



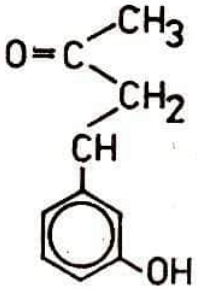
AZIDOBENZOL

Es gibt aber auch Beispiele, wo sich der Geruch bereits bei sehr geringfügigen strukturellen Abwandlungen grundsätzlich ändert.

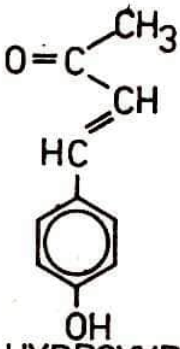
Der charakteristische Geruch von Himbeeren wird durch das 1-(p-Hydroxyphenyl)-3-butanon (auch Himbeerketon genannt) geprägt. Verschiebt man die Hydroxygruppe jedoch in die m-Stellung, erhält man eine geruchlose Verbindung. Das entsprechende 1-(p-Hydroxyphenyl)-3-butenon ist ebenfalls geruchlos.



HIMBEERKETON



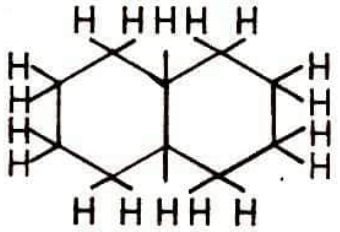
1-(m-HYDROXYPHENYL) 3-BUTANON



1-(p-HYDROXYPHENYL) 3-BUTENON

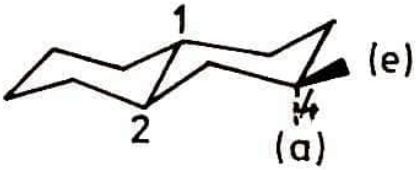
Bisher wurde gezeigt, wie strukturelle Veränderungen den Ge-

ruch einer Verbindung beeinflussen können.
Ein weiteres sehr wesentliches Moment, welches den Geruch mitbestimmen kann, ist die Stereochemie. Dies soll am Beispiel einer Klasse von Riechstoffen, den sogenannten Ambrariechstoffen, gezeigt werden. Ambra ist ein pathologisches Stoffwechselprodukt des Pottwals. Chemisch handelt es sich bei diesen Verbindungen um Abkömmlinge des Dekahydronaphthalins, kurz Dekalin genannt.

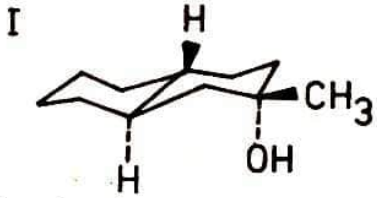


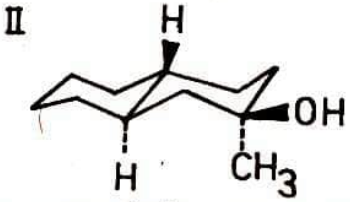
DEKALIN

Es handelt sich also um 2 verknüpfte Cyclohexanringe, die bekanntermaßen nicht eben, sondern in Sessel- bzw. Wannenform (vgl. "Impuls" 8. Jg. H. 9) vorliegen.

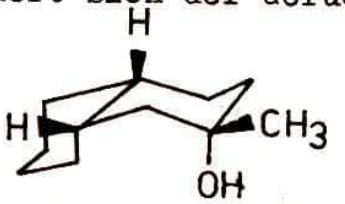


Dabei ist ein Teil der Substituenten axial (a), hier also in der Papierebene, ein anderer Teil äquatorial (e), hier senkrecht zur Papierebene, angeordnet. Am Beispiel der räumlichen Anordnung der Substituenten in Position 4 soll der Einfluß der Stereochemie auf den Geruch einer Verbindung verdeutlicht werden:
Die Verbindung I





zeigt typischen Ambrageruch (nach nasser Erde, Seetang). Werden jedoch axiale OH-Gruppe und äquatoriale CH_3-Gruppe untereinander ausgetauscht, erhält man eine geruchlose Verbindung (II). Sind die beiden Cyclohexanringe in cis-Stellung zueinander verknüpft, ändert sich der Geruch ebenfalls:



Diese Verbindung riecht campherartig.

Aus den wenigen gezeigten Beispielen wird deutlich, daß auch an die Geruchsrezeptoren hohe sterische Anforderungen gestellt werden, wie sie vermutlich nur durch Peptide mit ihren komplizierten Tertiärstrukturen[1] zu verwirklichen sind.

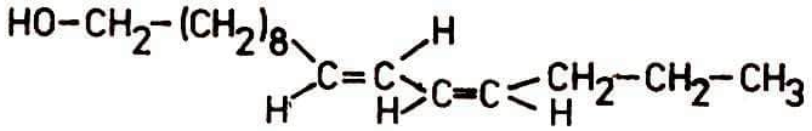
Wie eingangs erwähnt, besitzt der Geruchssinn nicht nur für den Menschen, sondern auch für viele Tiere eine wichtige Bedeutung. Er dient zur Abwehr von natürlichen Feinden (Stinktier), zur Auffindung von Artgenossen, zum Markieren des eigenen Jagdgebietes und zum Anlocken des Geschlechtspartners. Allgemein unterscheidet man Makrosmatiker und Mikrosmatiker (Tiere mit gut oder weniger gut ausgebildetem Geruchsvermögen) sowie Anosmatiker (Wale), die nicht riechen können. Den bestentwickelten Geruchssinn innerhalb der Wirbeltiere besitzen Fische (Haie, Lachse) und Säuger.
Besonders deutlich wird der Unterschied im Riechvermögen einzelner Lebewesen anhand folgender Daten. Während das Riechepithel des Menschen 5 cm^2 umfaßt, mißt das eines Schäferhundes 150 cm^2, im ersten sind 5 Millionen, im zweiten über 200 Millionen Rezeptorzellen (Sinneszellen in der Riechschleimhaut) gezählt worden. Das Riechvermögen des Hundes ist dem des Menschen millionenfach überlegen.

Die meisten Vögel sind mikrosmatisch. Dagegen vermögen Schlangen mit Hilfe eines besonderen Organs, dem Jacobsonschen Organ, einem blinden Schlauch, der vom Mundhöhlendach nasenwärts verläuft, ihre Beute zu verfolgen. Dabei werden Geruchsstoffe mit der Zunge vor die Öffnung des Riechorgans gebracht. Auf diese Weise ist das charakteristische Züngeln der Schlangen zu erklären.

Es ist kaum zu glauben, daß die Fische zu den leistungsstärksten "Riechern" gehören. So wandern die Lachse bekanntlich flußabwärts ins Meer, von wo aus sie nach Jahren in dieselben Flußarme zum Laichen zurückkehren. Verschließt man ihnen das Riechepithel, so finden sie nicht in ihren Flußarm zurück, sondern "verirren" sich in anderen Seitenarmen.

Der Geruchssinn spielt ebenso eine große Rolle bei den Insekten. So finden die Geschlechter über Stoffe zueinander, die vom Weibchen abgegeben werden und die Männchen herbeilocken.

Beispielsweise sondern die Weibchen des Seidenspinners ein Sekret aus ihren Duftdrüsen ab, welches die Männchen noch in einer Konzentration von 100 Molekülen pro ml Luft (!) wahrnehmen können. Man isolierte aus über 300.000 Duftdrüsen 0,01 mg dieses Stoffes, des sog. Bombykols und klärte seine Struktur auf. Es handelt sich um einen aliphatischen, doppelt ungesättigten Alkohol folgender Struktur:



Zusammenfassend kann man sagen, daß sich bis zum heutigen Tag unsere Kenntnisse über die Zusammenhänge bei der Geruchswahrnehmung noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befinden. Die Biologen, Chemiker, Pharmakologen und Parfümeure haben noch viele Geheimnisse zu lösen, um aus einer Fülle von Fakten eine einheitliche Theorie zu schaffen.

---

1) Proteine kann man nach ihren Primär-, Sekundär- und Tertiärstrukturen charakterisieren. Unter der Primärstuktur versteht man die Reihenfolge der einzelnen Aminosäuren, unter der Sekundärstruktur die geordnete räumliche Anordnung der Polymermoleküle (meist helixförmig - DNS). Weisen die sekundären Struktureinheiten eine dreidimensionale Faltung auf, so spricht man von der Tertiärstruktur.

Keine Chance für Meteoriten

Nach Auswertung der Meßdaren der sowjetischen Sonden "Venus 9" und "Venus 10", die 1975 weich auf dem Nachbarplaneten aufsetzten, kamen Wissenschaftler zu folgendem Schluß:
Die Atmosphäre der Venus ist so dicht, daß Eisenmeteoriten, die einen Durchmesser von weniger als 30 m besitzen bzw. Steinmeteoriten 60 m keine Chance haben, die dichte Atmosphäre zu durchdringen. Da größere Meteoriten ohnehin äußerst selten sind, kann die beobachtete Zerstörung des Oberflächengesteins der Venus also nicht durch Meteoriten hervorgerufen sein. Wahrscheinlicher sind eher Vulkanausbrüche und (damit im Zusammenhang) heftige Beben. (L. G.)

MOSAIK

Insulin-Totalsynthese geglückt

Einem Schweizer Forschungsteam ist erstmals die gezielte Totalsynthese des Humaninsulins geglückt. Die chemische Totalsynthese führte über 2oo gezielte Stufen.
An eine industrielle Anwendung ist allerdings vorerst noch nicht zu denken.

Neue Einheitenvorsätze

Von der 15. Generalkonferenz für Maß und Gewicht wurden die Vorsätze Peta (P) für das $1o^{15}$-fache und Exa (E) für das $1o^{18}$-fache einer Einheit festgelegt. Weiterhin wurden für die Beschreibung der ionisierenden Strahlung die Einheitennamen Gray (1 Gy = 1 J/kg) für die Energiedosis und Becquerel (1 Bq = 1/s) für die Aktivität eingeführt. (Hi)

Neue Hinweise auf extraterrestrisches Leben

Von japanischen Wissenschaftlern wurde im März 1974 Methylamin im Zentrum der Milchstraße mit Hilfe eines 64-Meter-Radioteleskopes entdeckt. Amine sind Zwischenstufen beim Aufbau der Aminosäuren, ohne die es kein Leben gibt. Methylamin wurde ebenfalls im Orionnebel gefunden.
Bisher wurden über 3o verschiedene Molekülarten im Weltall auf diese Art nachgewiesen.

Brillen ohne Glas

Vom Zentralinstitut für anorganische Chemie der AdW der DDR wurden durch Untersuchungen zum Mechanismus der vernetzenden Polymerisation neue Duroplaste mit hoher Oberflächenfestigkeit und Plaste mit bisher völlig unbekannten optischen Eigenschaften entwickelt. Diese sollen z.B. für Brillenlinsen, Lupen, Fotoobjektivlinsen, Filter u.ä. geeignet sein.
Zur Zeit laufen anwendungsorientierte Forschungen in der Industrie. (Hi)

Lutz Günther
Diplom-Physiker
ZIPE Potsdam

Leben auf dem Mars? (Teil 1)

Seit nunmehr 100 Jahren steht die Frage nach der möglichen Existenz von Leben auf unserem roten Nachbarplaneten im Mittelpunkt zahlreicher Diskussionen. Ausgelöst wurden sie durch die Beobachtungen des italienischen Astronomen G. V. Schiaparelli, daß beim Anblick des Mars im größeren Fernrohr die Planetenscheibe mit einem Netz feiner Linien überzogen zu sein scheint. Schiaparelli nannte diese feinen, durchaus nicht immer sichtbaren Gebilde "canali", ohne damit irgendeine Aussage bezüglich ihrer Herkunft zu bezwecken. Erst der amerikanische Astronom P. Lovell äußerte die Ansicht, daß es sich dabei um das gigantische Bewässerungssystem des Mars handeln könne - geschaffen von den intelligenten Bewohnern unseres Nachbarplaneten. Diese Hypothese erregte großes Aufsehen, wurde scharf kritisiert, dann doch wieder befürwortet; die offensichtliche Unmöglichkeit eines derart riesigen Kanalsystems überzeugte auch nicht alle. Der Streit setzte sich durch die Jahrzehnte fort, immer wieder angeheizt durch phantastische Romane, wie z. B. Herbert G. Wells' Grusel-Schocker "Der Krieg der Welten", in dem von einer Invasion der Marsbewohner auf der Erde berichtet wird.

Kurz gesagt, der Mars wurde zu einem "attraktiven" Planeten, von Rätseln umgeben und mit Landschaftsnamen versehen, die schon allein durch ihren Klang auf Fremdes, Mystisches hinzudeuten schienen: Chryse, Argyre, Aeria, Utopia, Eridania, Atlantis, Amazonis... Die eigentliche Frage nach der Existenz von Leben auf dem Mars ließ sich durch erdgebundene Messungen weder bejahen noch verneinen. Also sollte das 1957 mit Sputnik 1 eingeleitete Raumfahrt-Zeitalter die Entscheidung bringen. Am 15. Juli 1964 flog die Fotosonde "Mariner 4" am Mars vorbei, übermittelte die ersten Nahaufnahmen - und sie waren ein Schock für die Fachwelt. Ausgerechnet Krater waren auf den Bildern zu sehen, der Mars schien ein zweiter Mond zu sein! Obwohl während des Vorbeifluges nur ein geringer Teil der

Marsoberfläche erfaßt worden war, verfiel man nun ins Gegenteil und erklärte den Mars für lebensfeindlich. Allenfalls minimale Chancen sollten für das Mars-Leben noch gegeben sein. Die Mars-Sonden der Jahrgänge 1969 und 1971 zeigten dann recht deutlich, daß der Mars durchaus kein "zweiter Erdmond" ist. Neben Kraterlandschaften gibt es relativ strukturlose Landschaften, ebenso große Vulkanmassive, Grabenbrüche und - ausgetrocknete Flußbetten! Der Mars mußte also in geologisch jungen Zeiträumen größere Wassermengen besessen haben.
Wasser = Leben?
1974 übertrug die sowjetische Sonde "Mars 5" Farbaufnahmen des Mars, auf denen an einigen klimageschützten Kraterinnenwänden grünlich-gelbliche Aufhellungen zu erkennen waren. Zeichen für pflanzlichen Bewuchs? Die Entscheidung über die Existenz oder Nichtexistenz von Mars-Leben war auch aus der Mars-Umlaufbahn noch nicht zu erbringen. Deshalb war die Fachwelt gespannt, ob die Experimente gelingen würden, die an Bord der Landesonden "Viking 1" und "Viking 2" installiert waren.

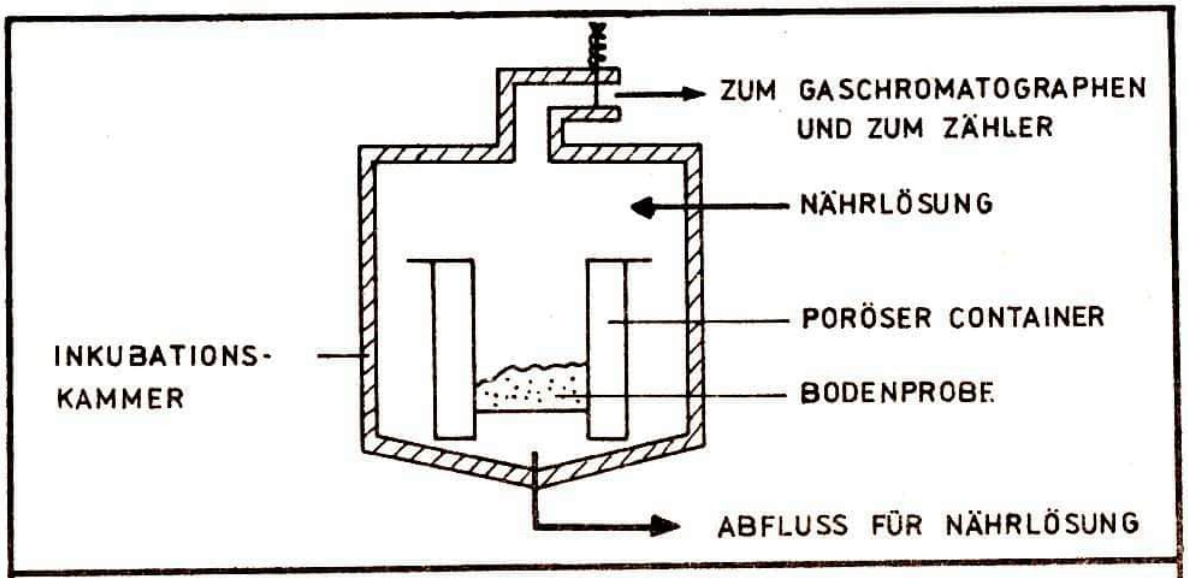


Abb. 1 Schema des GEX-Detektors

Wie weist man Mars-Leben nach?

Die Grundvoraussetzung für den experimentellen Nachweis ausserirdischen Lebens (speziell auf dem Mars) ist die, daß es sich um Leben handeln sollte, das in seinem Grundaufbau dem irdischen zumindest ähnlich ist (d. h. Kohlenwasserstoffe als Grundlage hat). Da die Bedingungen auf dem Mars zumindest

in früheren Zeiten nicht allzu verschieden von denen auf der Erde waren, erscheint diese Annahme gerechtfertigt. Wir wollen nun kurz die "Viking"-Experimente vorstellen und im zweiten Teil des Artikels über ihre recht aufregenden Ergebnisse berichten.

1. Die Apparatur GEX (Abb. 1)

Sie dient zur Registrierung des Gasaustausches, der infolge Ausstoß oder Absorption von CO_2, CH_4 (Methan), H_2O und O_2 entsteht. In den Inkubationsraum des Gerätes wird eine Probe des Marsbodens unter eine Atmosphäre aus CO_2, Neon und Krypton gebracht. Im ersten Schritt des Experiments werden nunmehr 0,5cm^3 Nährlösung in der Kammer zerstäubt; diese Menge reicht nur zur Anfeuchtung der Atmosphäre und der Oberflächenschicht aus. Im zweiten Schritt (d. h. nach Abschluß aller notwendigen Messungen) werden in die Versuchskammer 2 cm^3 Nährlösung eingebracht, die zu einem gründlicheren Kontakt mit der Bodenprobe führen und tiefer in die Probe eindringen können.
Während beider Versuchsschritte wird das Gas aus den äusseren Teilen der Kammer einem Gaschromatographen zugeführt, welcher die Gaszusammensetzung registriert. Die Analyse des Gasgehaltes in der Versuchskammer über einen längeren Zeitraum hinweg kann Aufschluß über das Vorhandensein von Mikroorganismen im Boden und sogar über einzelne Lebensmechanismen geben.

2. Die Apparatur LR (Abb. 2)

Dieses Gerät wurde geschaffen, um nach Anzeichen für einen Stoffaustausch zu suchen, wie er bei der Nahrungsaufnahme und Atmung irdischer Mikroben vorliegt und in ähnlicher Form auch bei Mars-Lebewesen existieren sollte. Dazu wird die Bodenprobe in der Inkubationskammer unter normaler Marsatmosphäre (hauptsächlich CO_2) belassen und wiederum Nährlösung zugegeben. Diesmal ist allerdings die Nährlösung "präpariert": sie enthält das radioaktive Kohlenstoffisotop $^{14}_{6}C$, das leicht nachgewiesen werden kann.
Während nun der Nährstoff auf die Bodenprobe einwirkt, wird ständig die Radioaktivität über der Probe gemessen. Die Abgabe radioaktiv markierten CO_2 oder anderer Gase deutet auf einen stattfindenden Stoffaustausch hin.

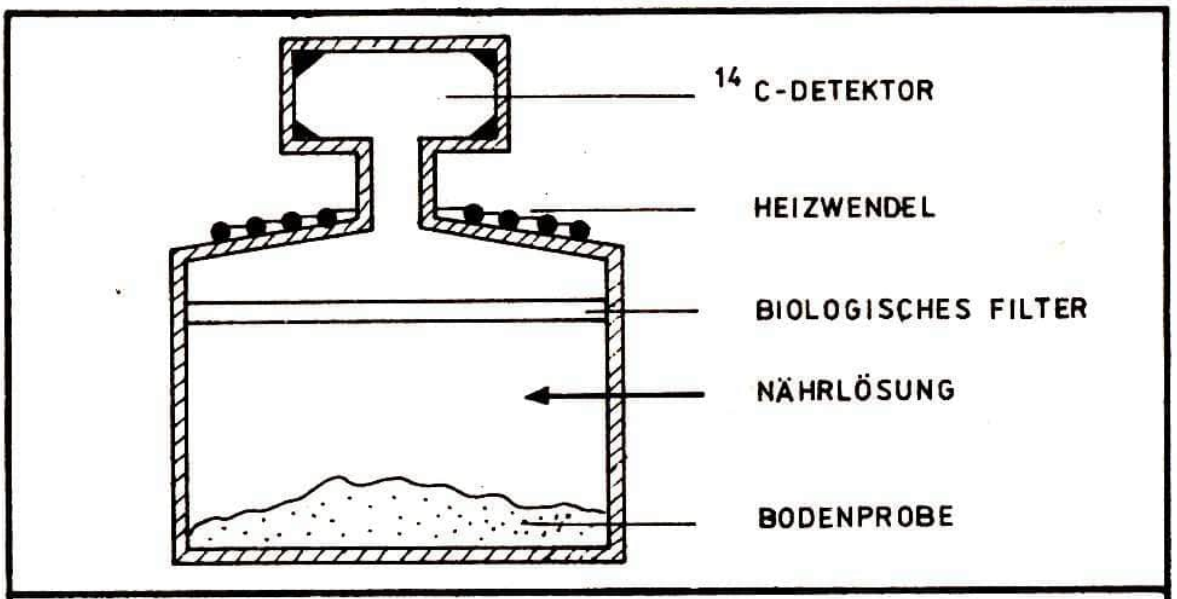


Abb. 2 Schema des LR-Detektors

3. Die Apparatur PR (Abb. 3)
Sie wurde speziell für den Nachweis von Anzeichen einer Photosynthese oder der chemischen Bindung von CO und CO_2 im Marsboden entwickelt. Dazu befindet sich eine Bodenprobe in einer Atmosphäre aus CO_2 und CO (beide Substanzen wurden wiederum durch radioaktives ^{14}C markiert). Die Ein-

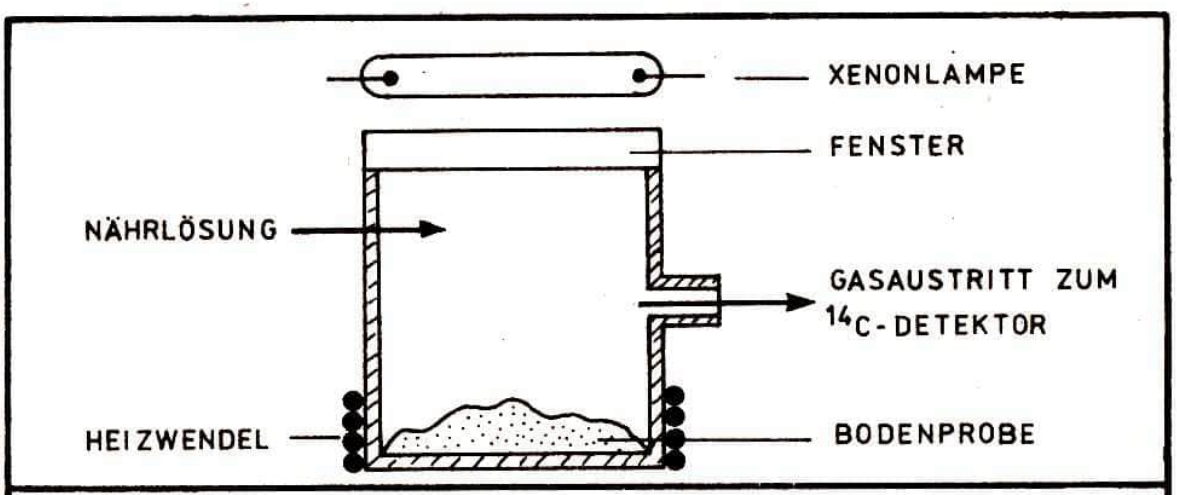
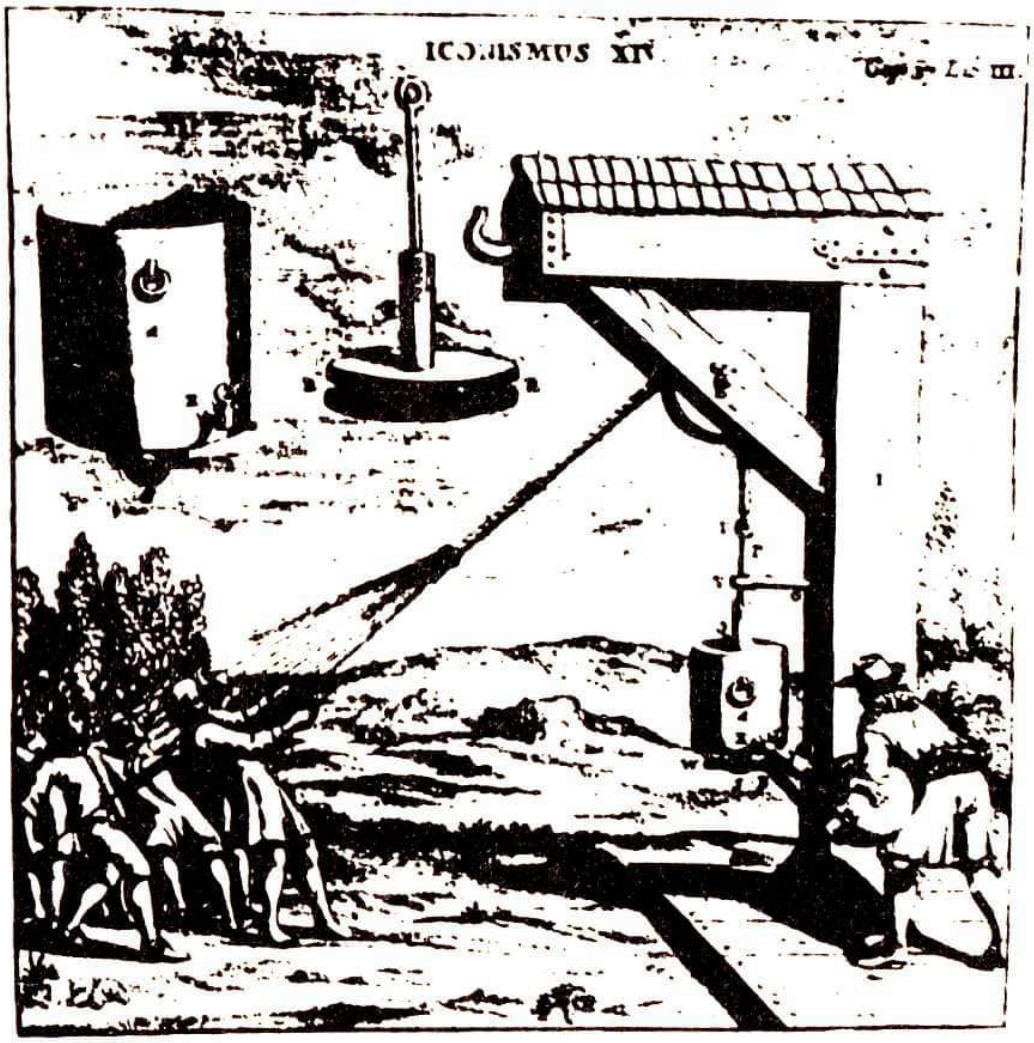


Abb. 3 Schema des PR-Detektors

wirkung des Nährstoffes geschieht diesmal unter Bestrahlung durch eine intensive Xenon-Lampe, mit der das Sonnenlicht (allerdings ohne UV-Komponenten) simuliert wurde. Nachdem die Probe einige Zeit in direktem Kontakt mit der Nährstofflösung steht, erfolgt eine sogenannte Pyrolyse

(d. h. Zersetzung, Zerlegung unter dem Einfluß von Wärme). Die Probe wird auf 625°C erhitzt, die dabei entstehenden Produkte werden durch einen Detektor geleitet. Dabei registriert das Gerät ein erstes Maximum der Radioaktivität (dieses ist jedoch nicht biologisch bedingt, es handelt sich vielmehr um nicht "verreagiertes" CO und CO_2). Danach erfolgt eine weitere Erhitzung auf 700°C. Tritt jetzt ein weiteres Maximum der Radioaktivität auf, so ist das ein Indiz dafür, daß im Marsboden organische Stoffe gebildet worden sind.

Diese drei unterschiedlichen Apparaturen sollten wenige Tage nach der Marslandung erstmals in Aktion treten.



Guerickes Versuche über den Druck der atmosphärischen Luft

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Erwartungen an die Zukunft

Welche wissenschaftlichen Leistungen sind an der Schwelle zum dritten Jahrtausend zu erwarten? Wie entwickeln sich dann einzelne Disziplinen, und welche rücken ins Zentrum der Forschung? Sowjetische Akademiemitglieder wagten in einer Umfrage ihrer Akademiezeitschrift Prognosen zur Wissenschaftsentwicklung und nannten dabei auch bemerkenswerte Ergebnisse einzelner Disziplinen.

*A. P. Alexandrow *)*

Die breitere Anwendung der Kernenergie ist eine der wichtigsten technischen Aufgaben, die die Menschheit zu lösen hat. Wir betreiben Grundlagenforschung im Bereich der Plasmaphysik, um die gesteuerte thermonukleare Synthese leichter Atomkerne zu realisieren. Hieran wird am Institut seit mehr als 15 Jahren gearbeitet, und es wird einer ebenso langen Zeit bedürfen, bis die technische Perspektive dieser Forschungen geklärt ist. Danach könnte die Menschheit praktisch über unbegrenzte Energiereserven verfügen.

Die von Akademiemitglied L. A. Arzimowitsch entwickelte Theorie des räumlichen Einschlusses und der Aufheizung des Tritium-Deuterium-Plasmas in der Tokamak-Anlage hat inzwischen allgemeine Anerkennung gefunden. In zahlreichen Ländern werden gegenwärtig Tokamak-Anlagen in Betrieb genommen oder gebaut. Im Institut für Atomenergie wurde kürzlich die derzeit größte Anlage der Welt, "Tokamak 10", in Betrieb genommen. Die mit ihrer Hilfe erzielten Ergebnisse bestimmen die gesamte weitere Entwicklung auf diesem komplizierten Gebiet.

Mir scheint, daß es die grundlegende Aufgabe der Menschheit im dritten Jahrtausend sein wird, die zu Ende gehenden Ressour-

---

*) Präsident der AdW der UdSSR
Direktor des Instituts für Atomenergie "I. W. Kurtschatow"

cen unseres Planeten zu regenerieren. Sowohl die mineralogischen Vorräte als auch jene organischen Ursprungs, einschließlich bestimmter Lebensmittelvorräte. Eine Schlüsselfunktion kommt dabei der wachsenden Energieversorgung für die Gewinnung mineralogischer Ressourcen aus wenig ergiebigen Funden zu. Die Kernenergetik und die thermonukleare Energetik sind potentiell geeignet, diese Aufgabe zu lösen.

Natürlich dürfen die Energiequellen nicht die Lebensbedingungen des Menschen auf der Erde verschlechtern, daran gilt es zu arbeiten. Diese Frage kann jedoch nur dann erörtert werden, wenn Verstand und Kraft der Menschen ausreichen, einen Kernwaffenkrieg aus dem menschlichen Leben fernzuhalten.

*W. A. Engelhardt *)*

Es ist eine Konzentration der Interessen um zwei Pole zu erwarten. Einer davon ist die Astrophysik, die sich mit dem Erkennen der Gesetzmäßigkeiten und Vorgänge im Raum und deren Evolution befaßt. Hier wird alles auf Informationen aufgebaut, die uns über Funkwellen erreichen. Der weitere Entwicklungsweg dieser Wissenschaft ist klar: Erweiterung der Wellenlängenbereiche, die Informationen übermitteln, Vertiefung ihrer Analyse, Entschlüsselung und Interpretation.
Der zweite Pol ist die Welt des Lebenden, die wissenschaftliche Erforschung der letzten Phase der Evolution im Weltraum. Hier werden die Anstrengungen auf unterschiedlichen Ebenen konzentriert sein. So wird sich die Molekularbiologie einschließlich der ihr zugrunde liegenden Vereinfachung der Versuchsobjekte auch weiterhin entwickeln, wobei es aber letztlich um die Erkenntnis des Wesens des Lebens als einer neuen Kategorie geht, die im Prozeß der Herausbildung der Welt entstanden ist. Auf diesem Wege müssen Möglichkeiten für mannigfache Formen der Steuerung von Lebensprozessen erschlossen werden: Heilung angeborener und maligner Leiden sowie Nutzung niederer Organismen zu industriellen Zwecken usw. Eine völlig entgegengesetzte Ebene ist die Erforschung der hochentwickelten Lebensformen des Bewußtseins, des Verstandes, des Denkens, der

---

*) Direktor des Instituts für Molekularbiologie

Sprache, des Gedächtnisses, die dem Menschen eigen sind und den Höhepunkt an Kompliziertheit und Vollendung darstellen, die die Natur im Entwicklungsprozeß erreicht hat. Es ist gegenwärtig unreal, voraussagen zu wollen, welches die Hauptlinien der Wissenschaftsentwicklung sein werden. Wahrscheinlich wird im letzten Viertel unseres Jahrhunderts und zu Beginn des nächsten Jahrtausends an der Lösung von Grundfragen der Wissenschaft mit Hilfe solcher Verfahren wie der Systemanalyse, der mathematischen Logik und ähnlichem gearbeitet werden.

Es sollte hier auch an die Ökologie gedacht werden, die sich gegenwärtig sehr stark entwickelt. Um aber zu einer führenden Wissenschaft zu werden, müßte sie noch gründlich verändert und von einer warnenden zu einer schöpferischen Wissenschaft werden. Ihre heutige Tätigkeit beschränkt sich auf die Erhaltung des Gleichgewichts in der Natur und auf die Warnung vor seiner Zerstörung infolge unvernünftigen Wirkens der Menschen, das heißt die Ökologie wird zur Beschützerin dessen, was der Mensch selbst zerstört. Ein solcher Schutz ist wichtig, denn er schließt den Kampf gegen die Umweltverschmutzung in allen Sphären, der materiellen als auch der intellektuell-emotionalen, ein. Doch das alles sind Ziele von geringen Dimensionen. Eine neue Qualität wird die Ökologie dann erreichen, wenn nicht nur die Erhaltung des bestehenden natürlichen Gleichgewichts ihr Ziel ist, sondern das kühne Forschen nach neuen Formen und Bedingungen des Gleichgewichts, sowie zur Überwindung im Verlauf der geologischen Zeitalter spontan entstandenen Wechselwirkungen. Das wird der Übergang sein zur "antropogenen Evolution", die dem schöpferischen Verstand des Menschen untergeordnet ist und klare Ziele hat: die Sicherung einer allseitigen Übereinstimmung zwischen der Umwelt und den Interessen der Menschen unter Beachtung des Gesamtkomplexes ihrer Interessen in materieller, kultureller und ästhetischer Hinsicht.

Auszugsweise aus „Spektrum" Heft 8 1976

Unsere Aufgabe 23

Beim Befördern eines kleinen mit Helium gefüllten Ballons in einem geschlossenen PKW stellt man beim Beschleunigen, Bremsen und in den Kurven merkwürdiges Verhalten des Ballons fest. Der Ballon wird dabei an einer Schnur dicht unter dem Wagendach gehalten. Welche Bewegung führt er aus und wie kann man das erklären? (Die Dichte von Helium ist geringer als die von Luft.)

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

lösung der aufgabe 18 aus heft 7/10.jg.

aufgabe:

Man denke sich einen angeschlossenen Kühlschrank in einem abgeschlossenem Raum. Dabei soll die Tür des Kühlschrankes geöffnet sein. Wie verhält sich die Temperatur des Raumes?

lösung:

eingesandt von Siegfried R i n o r t n e r, 17 Jahre, Zwickau

Der Kühlschrank unterhält mit der ihm zugeführten Energie einen Kältemaschinenkreislauf, bei dem u.a. Vorgänge ablaufen, die Energie verbrauchen (z.B. Verdampfen von Flüssigkeiten). Aber es laufen auch in diesem Kreislauf Vorgänge ab, die Energie freisetzen (z.B. Verflüssigen von Gasen, Reibung in den mech. Teilen der Verflüssigungsanlage). Diese Vorgänge überwiegen in der Energiebilanz. Die dem Kühlschrank zugeführte Energie wird im Endeffekt in Wärmeenergie umgewandelt. Die Temperatur des Raumes steigt an.
Man kann die Aufgabe auch viel kürzer mit dem allgemeinen Energieerhaltungssatz beantworten. Danach ist in einem abgeschlossenem System die Summe aller Energien konstant. Energie kann■ verloren gehen und auch■ aus dem "Nichts" erzeugt werden.
Da der Kühlschrank Energie aufnimmt, muß er auch Energie abgeben, was sich in der Erhöhung der Raumtemperatur zeigt.

■ nicht

1. Die besten Einfälle werden uns von der Wirklichkeit gestohlen
S. Lec
2. Zeit: der wichtigste Rohstoff
S. Lec

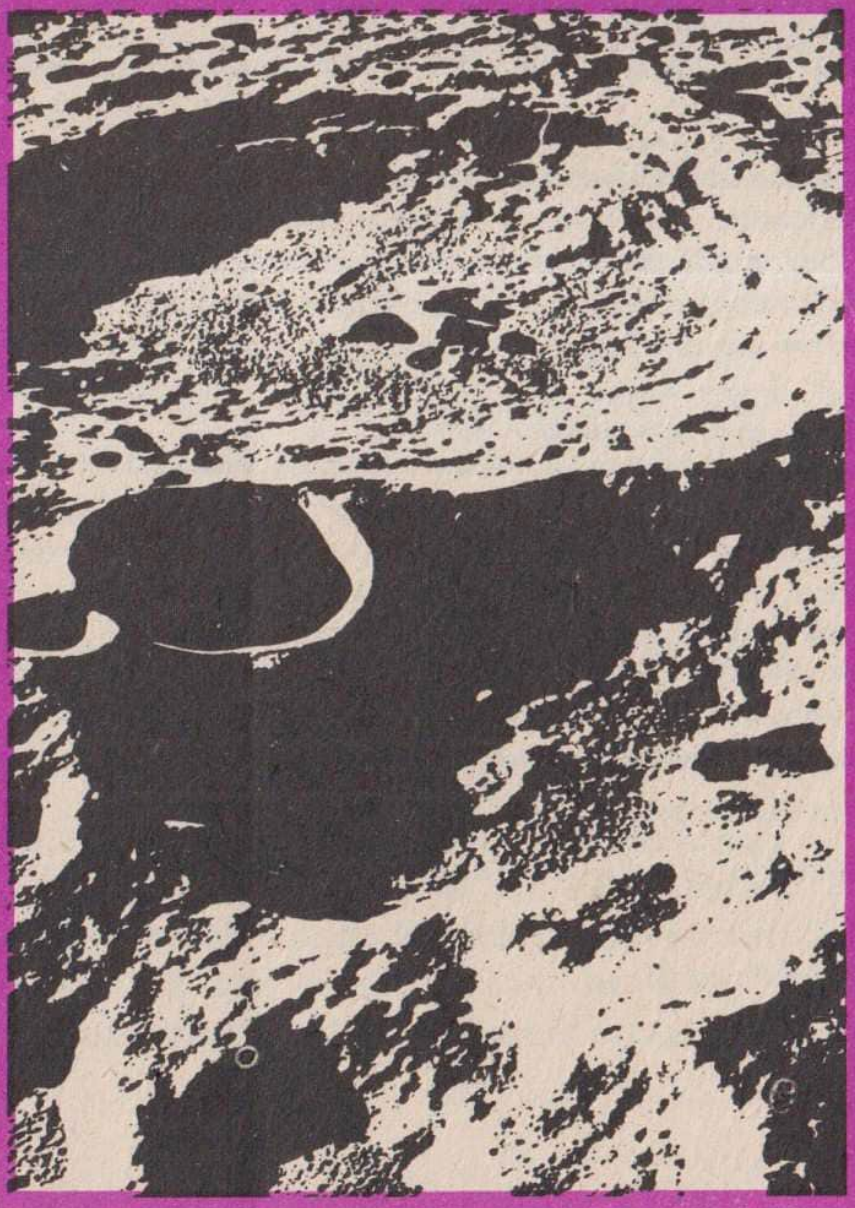
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

3



Periodensystem der Elemente

☆

Auslandsstudium in der Sowjetunion

☆

Eigenschaften der e-Funktion

☆

Pilzflora

☆

Leben auf dem Mars?

☆

Experiment

Titelbild:
80 km großer Krater auf der Mondrückseite (L. G.)

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Das Periodensystem der Zukunft	CHE	3
Auslandsstudium in der Sowjetunion	INT	7
Die Eigenschaften der e-Funktion und ihre Anwendungen in der Physik (1)	PHY	9
Ein Studium an der Moskauer Lomonossow-Universität		16
Jena und seine Pilzflora	BIO	19
Leben auf dem Mars? (2)	AST	21
Das Experiment (1)	DOK	27
Physikaufgabe 24, Lösung von Nr. 19		31

Roland Colditz
Sektion Chemie
FSU Jena
Diplomand

Das Periodensystem der Zukunft

CHEMIE

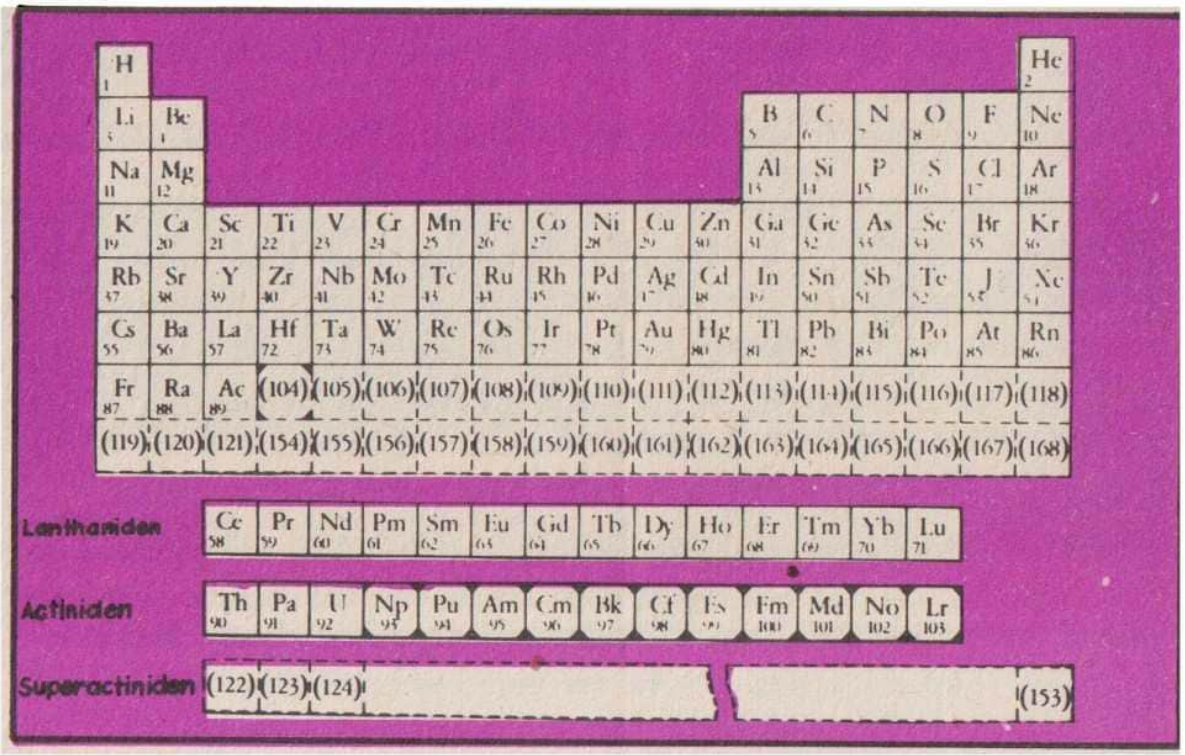
Das Periodensystem der chemischen Elemente wurde 1869 von Dmitri I. Mendelejew und Lothar Meyer aufgestellt und ist heute zu einem Eckpfeiler der Naturwissenschaften, insbesondere der Chemie und der Kernphysik, geworden. Aus ihm kann man nicht nur Informationen über die grundlegenden chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente ablesen, sondern auch wesentliche Angaben über den Atombau und damit im Zusammenhang stehende quantenchemische Probleme ersehen.

Durch die Erzeugung künstlicher Elemente mit Hilfe von Kernreaktionen ist das Periodensystem in den letzten vier Jahrzehnten ständig erweitert worden und umfaßt gegenwärtig 105 Elemente. Die Elemente bis Curium (Kernladungszahl 96) kann man in wägbaren Mengen herstellen, jedoch verringert sich mit Zunahme der Kernladungszahl bei den Transuranen (im Periodensystem jenseits des Urans stehende Elemente) die Stabilität der Atomkerne. Die Untersuchungen zur Synthese von überschweren Elementen werfen die Frage nach der Möglichkeit, das Periodensystem viel weiter auszudehnen und der Existenz einer oberen Grenze des Systems auf.

Im modernen Periodensystem hat jedes der ersten 103 Elemente seinen sicheren Platz. Mit den Elementen 104 und 105 (Transactiniden) betritt man ein verhältnismäßig wenig erforschtes Gebiet des Periodensystems. Zu den Transactiniden gehören alle Elemente jenseits der Actiniden, d.h. jenseits der Elemente 90 bis 103.

Nachdem die Stellung der Actiniden im Periodensystem festliegt, kann man die Elemente 104 bis 121 lokalisieren und nach Art Mendelejews ihre chemischen Eigenschaften durch

Vergleich mit ihren Homologen[1] mit wechselnder Genauigkeit bestimmen. Die Abbildung zeigt, daß das Element 104 (Eka[2] - Hafnium) ein Homologes des Hafniums, das Element 105 (Eka - Tantal) ein Homologes des Tantals usw. ist.



Die Erweiterung des Periodensystems ist jedoch beim Element 121 noch nicht abgeschlossen, sondern setzt sich bis zum Element 168 fort. Das Auffälligste an diesem erweiterten System ist eine neue Gruppe von "inneren Übergangselementen" (Superactiniden), bei der eine innere Elektronenschale aufgefüllt wird,und die von Element 122 bis Element 153 reicht. Diese Elemente müßten gewisse Ähnlichkeit mit den Actiniden- (oder Lanthaniden-) Elementen haben, doch muß darauf hingewiesen werden, daß nicht jedes Element dieser Gruppe einem Actiniden- (oder Lanthaniden-) Element entsprechen wird. Das ist auch kaum möglich, da zu den "Superactiniden" 32 Elemente, zu den Lanthaniden und Actiniden aber jeweils nur 14 Elemente gehören.

---

1) Im Periodensystem untereinander stehende und gleichfalls oft sehr große Ähnlichkeit in ihren Eigenschaften zeigende Elemente.

2) das in der jeweiligen Gruppe auf das betreffende Element als nächstes folgende

Die den "Superactiniden" folgenden Elemente 154 bis 168 sollten Homologe der Elemente 104 bis 118 sein, wobei Element 168 ein Edelgas sein müßte.
Von den zahlreichen Arbeiten über die Erweiterung des Periodensystems ist besonders eine von Nobelpreisträger G. T. Seaborg interessant, in der Prognosen für die chemischen Eigenschaften der Transactiniden aufgestellt werden. Für die Elemente 105 bis 120 sagt er durch Vergleich mit ihren Homologen die chemischen und physikalischen Eigenschaften voraus und gibt tabellierte Werte für die Atomgewichte, Schmelz- und Siedepunkte, Atomvolumina, Dichten, Atom- und Ionenradien u.a. an. Außerdem bestimmt er auf Grund von Computerberechnungen die voraussichtlichen Elektronenkonfigurationen für die Elemente bis zur Kernladungszahl 132.
Derart ausgedehnte Voraussagen hätten wenig Sinn, wenn keine Hoffnung bestände, wenigstens einige dieser superschweren Elemente eines Tages auch zu synthetisieren. Inzwischen hat sich umfangreiches theoretisches Beweismaterial angesammelt, das diese Möglichkeit wahrscheinlich macht. Es stützt sich vor allem auf die Berechnung der Stabilitäten von Atomkernen mit wechselnden Protonen- und Neutronenzahlen.
Die Entwicklung der Theorie, die es gestattet, Stabilitäten unbekannter, sehr schwerer Kerne zu berechnen, begann vor 30 Jahren, als Maria Goeppert - Mayer und Hans Jensen das "Schalenmodell" des Kerns entwickelten. Nach diesem Modell ist ein Atomkern, ähnlich wie die Elektronenhülle, aus Schalen aufgebaut und es erweist sich, daß die Kerne, deren Protonenzahl oder deren Neutronenzahl gleich 2, 8, 20, 28, 50, 126, ... ist, besonders stabil sind. Man spricht in solchen Fällen von "magischen" Zahlen; sie werden bei abgeschlossenen Kernschalen erreicht. Magische Kerne besitzen z. B. Helium (2 Protonen, 2 Neutronen) und Blei (82 Protonen, 126 Neutronen).
Theoretische Überlegungen deuten nun darauf hin, daß auch die Elemente 114 und 164 stabile Kerne besitzen. Beide hypothetischen Elemente sind Homologe des Bleis. Das Element 114 (Eka-Blei) würde in der 7. Periode und das Element 164 (Eka - Eka - Blei) in der 8. Periode stehen. In verschiedenen Forschungszentren der Welt werden Vorbereitungen zur Darstellung des Elementes 114 getroffen und man versucht außerdem, superschwe-

re Elemente in der Natur zu entdecken.
Für die obere Grenze des Periodensystems gibt das "Schalenmodell" der Atomkerne eine Kernladungszahl von $Z > 164$ an, wobei man natürlich nicht vergessen darf, daß hier eine Modellvorstellung benutzt wird, die die wirklichen Verhältnisse nur angenähert wiederspiegelt. Die Zukunft wird zeigen, ob das "Schalenmodell" bei solch hohen Nukleonenzahlen noch zu richtigen Ergebnissen führt.
Theoretisch gibt es jedoch für die obere Grenze des Periodensystems zwei Kriterien:

1. Bei sehr hohen Kernladungszahlen befinden sich die Elektronen der 1. Schale so dicht am Kern, daß sie in ihn stürzen und damit die Kernladungszahl erniedrigen. Man vermutet, daß dieser Effekt bei Kernen mit 170 bis 210 Protonen eintritt.

2. Wenn die Zerfallsgeschwindigkeit der Kerne mit ihrer Bildungsgeschwindigkeit (etwa 10^{-20}s) vergleichbar wird, ist die obere Grenze der Kernstabilität erreicht.
   Durch Fortschritte in der Beschleunigungstechnik für hochgeladene schwere Ionen und in der Nachweistechnik wird es dem Menschen gelingen, sich der oberen Grenze des Periodensystems zu nähern. Dabei wird er viele neue Elemente seinem Kenntnis- und Erfahrungsschatz hinzufügen und neue Geheimnisse der Natur enthüllen.

Wissenswertes:

Fische reinigen einen See

Der 16 Quadratkilometer große Kenon- See in der Burjatkischen ASSR, ein beliebter Erholungsort, wurde in der letzten Zeit immer mehr von Algen besetzt. Um den See aber in der Naturschönheit zu erhalten, haben die Behörden beschlossen, eine Reinigung mit Fischen vorzunehmen. Es wurden 30 000 junge Weiße Amure im See ausgesetzt. Dieser Fisch frißt täglich so viel an Algen, wie er selbst wiegt.

60 AUSLANDSSTUDIUM IN DER SOWJETUNION

EIN INTERVIEW MIT CARSTEN SCHRÖDEL, DIPL.-PHYSIKER
ASPIRANT AN DER BELORUSSISCHEN STAATL. UNIVERSITÄT MINSK

"impuls 68": Zunächst eine Frage: Aspirant - was ist das?

Unter Aspirantur versteht man ein i. a. 3-jähriges Zusatzstudium (zumeist wird es im Ausland absolviert); es ist mit dem Forschungsstudium vergleichbar.

"impuls 68": Wieso absolvierst Du diese Aspirantur gerade in Minsk?

Die Universität Minsk ist eine der Jenaer Partneruniversitäten. Beide Universitäten unterhalten engen wissenschaftlichen Kontakt; neben den üblichen Dienstreisen geht man mehr und mehr dazu über, daß Wissenschaftler direkt in den Laboratorien der Partneruniversitäten über einen längeren Zeitraum arbeiten und Erfahrungen austauschen.
Der Wissenschaftsbereich Ionometrie der Sektion Physik untersucht nun mittels ionografischer, optischer und elektrischer Methoden die Eigenschaften inplantierter Kristalle. Der Minsker Lehrstuhl für Halbleiterphysik verfügt über einen arbeitsfähigen Photolumineszenzplatz, während sich in Jena die Methode, mittels Lichtanregung die emitierten Lichtquanten strahlengeschädigter Kristalle (im speziellen Halbleiter) zu untersuchen, erst im Erprobungsstadium befindet. Unserem Wissenschaftsbereich bietet sich somit auf diesem speziellen Gebiet die Möglichkeit, sowohl Materialien in Minsk zu untersuchen als auch wertvolle Anregungen für den Jenaer Meßplatz zu erhalten.

"impuls 68": Wie sieht es mit den Sprachschwierigkeiten aus?

Natürlich ist es eine gewaltige Umstellung, wenn man plötzlich gezwungen ist, nur russisch zu sprechen.
Bei einer Aspirantur stehen das Literaturstudium, spezielle Lehrstuhlseminare sowie experimentelle Arbeiten im Vor-

dergrund, während bei einem Auslandsstudium, das der ehemalige Oberschüler nach Ablegen des Abiturs und einem speziellen Vorbereitungskurs beginnt, zunächst das Verständnis von Vorlesungen (Physik in einer zunächst fremden Sprache!) wichtig ist. Nach etwa einem halben Jahr sind die grundlegenden Sprachschwierigkeiten überwunden.

"impuls 68": Was macht ein Auslandsstudium - trotz mancher notwendiger Veränderungen im persönlichen Leben - so reizvoll?

Jedes Auslandsstudium bringt neben dem Aneignen von Spezialkenntnissen noch eine Reihe weiterer Faktoren mit sich, die sich positiv auf die Persönlichkeitsentwicklung auswirken, z. B. die Notwendigkeit, selbständig zu arbeiten und zu leben (im Vergleich zu einem Studium "zu Hause"). Neben dem intensiven Studium einer Fremdsprache bietet sich die Möglichkeit des Kennenlernens von Land und Leuten und ein besseres Verständnis der jeweiligen gesellschaftlichen Verhältnisse. Der ständige Kontakt mit Menschen anderer Nationalität, Mentalität und Anschauungen gibt Impulse für das eigene Leben.
Natürlich sind mit jedem Auslandsstudium auch einige Entbehrungen im privaten Bereich verbunden.
Meiner Meinung nach überwiegen jedoch die Vorzüge eines Auslandsstudiums deutlich, und ich würde jedem leistungsstarken Schüler empfehlen, die Möglichkeit, im Ausland studieren zu können, zu nutzen.

"impuls 68": Wärst Du bereit, eventuell auftretende zusätzliche Fragen unserer Leser zu beantworten?

Ja, selbstverständlich.

Wir bedanken uns bei Carsten Schrödel für dieses Interview (28. 7.77).

Bernd Schröder
Sektion Physik FSU Jena
Diplomand

Die Eigenschaften der e-Funktion und einige Anwendungen in der Physik (Teil 1)

PHYSIK

Wollte man auf die Bedeutung der Physik für so viele schöne Dinge unseres Lebens hinweisen, hieße das Eulen nach Athen zu tragen. Ähnlich ist es mit der Rolle des mathematischen Gerüsts, ohne welches die Physik ein ungeordnetes, nicht leistungsfähiges Häufchen Unglück wäre. Beim mühseligen Bewältigen vieler mathematischer Studien wird einem diese Einsicht allerdings nur ein schwacher Trost sein. Hat man's dann aber endlich gepackt, so ist der Erfolg des Verstehens die beste Entschädigung.
Wir wollen am Beispiel der e-Funktion veranschaulichen, wie das mathematische Gerüst mit dem Fleisch und Blut der Physik gefüllt werden kann. Natürlich kommen wir nicht darum herum, erst einmal das Gerüst zu zimmern.
Wer sich für manche mathematische Einzelheit nicht so interessiert, der braucht das Kleingedruckte höchstens informativ zu lesen. Die Beschäftigung mit den physikalischen Anwendungen wird natürlich wesentlich interessanter, wenn man die mathematischen Grundlagen gut verstanden hat.
Nach dieser kleinen Einstimmung wollen wir zur Sache selbst kommen.

Als e-Funktion bezeichnet man kurz die Exponentialfunktion $f(x) = e^x$. Die Basis ist die sogenannte Eulersche Zahl $e = 2{,}71828\ldots$. Sie stellt den Grenzwert der rationalen Zahlenfolge $\{a_n\} = \{(1 + \frac{1}{n})^n\}$ dar.

$$e = \lim_{n\to\infty} (1 + \frac{1}{n})^n = \lim_{h\to 0} (1 + h)^{\frac{1}{h}}$$

Obwohl alle Folgenglieder rational sind, ist e eine irrationale Zahl, also nicht in der Form $\frac{p}{q}$ (p, q ganz und teilerfremd) darstellbar. Die ersten Folgenglieder kann man

noch leicht berechnen:

$a_1 = 2$ $(n = 1)$
$a_2 = 2{,}25$ $(n = 2)$
$a_3 = 2{,}370$ $(n = 3)$

Eine handlichere Darstellung von e auf Grundlage der Taylorreihe (vgl. Impuls 3. Jahrgang, H. 10) wird noch behandelt. Die hervorragende Rolle der e-Funktion für die Beschreibung physikalischer Vorgänge ergibt sich aus ihren besonderen mathematischen Eigenschaften.

Da oftmals umfangreiche Exponenten auftreten, die sich dann als hochgestellte kleingeschriebene Ausdrücke schlecht aufs Papier bringen lassen, trifft man häufig folgende Schreibweise: exp [X]. Komplizierte Ausdrücke für X lassen sich so besser schreiben. Das ist nur eine andere Schreibweise für e^x $\equiv$ $\exp[x]$

Die Erweiterung des Definitionsbereiches ins Komplexe läßt oftmals eine Verringerung von Rechenaufwand bei Anwendungen zu.

Die physikalischen Beispiele im letzten Teil des Artikels sollen unsere Geduld mit der Mathematik belohnen.

1. Kurze Kurvendiskussion des Graphen von $f(x) = e^x$ $\underline{e^x}$

Für den Exponenten x sind alle reellen Zahlen zugelassen; wir haben also den Definitionsbereich

$$\text{DB:} \quad -\infty < x < +\infty$$

Der Wertevorrat beinhaltet nur positive reelle Zahlen.

$$\text{WV:} \quad 0 < e^x < +\infty$$

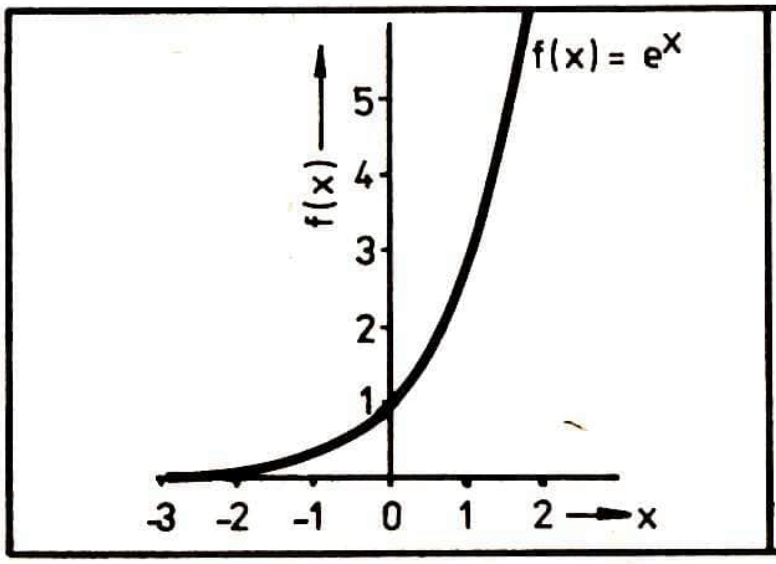


Abb. 1
Graph der Funktion $f(x) = e^x$

Wie man aus Abb. 1 erkennt und auch schnell rechnerisch einsieht, folgt aus der Beziehung zweier beliebiger x-Werte $x_1 < x_2$ immer die Relation $e^{x_1} < e^{x_2}$ der zugehörigen Funktionswerte. Diese Eigenschaft heißt streng monotones Wachsen. Im Ergebnis dessen läßt sich die Umkehrfunktion (Logarithmusfunktion $x = \ln e^x \equiv \log e^x$) angeben.

Eine funktionelle Zuordnungsvorschrift muß e i n eindeutig sein, damit sie sich umkehren läßt. Das heißt aus $x_1 \neq x_2$ folgt immer $f(x_1) \neq f(x_2)$. Es ist jeder Funktionswert nur aus einem Argumentwert entstanden. (Bei $f(x)=x^2$ ist das nicht der Fall, da z.B. $2^2=(-2)^2=4$.)

Durch die Festlegung $e^0 = 1$ wird die Stetigkeit im gesamten Definitionsbereich gewährleistet.
Die Funktion e^x hat weder lokale Extrema noch Wendepunkte. Das Verhalten im Unendlichen ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

$$x \longrightarrow -\infty : \qquad e^x \longrightarrow 0$$
$$x \longrightarrow +\infty \qquad e^x \longrightarrow +\infty .$$

Die Kurve nähert sich asymptotisch der negativen x-Achse, Schnittpunkte mit ihr (Nullstellen) existieren nicht. Der Schnittpunkt mit der Ordinatenachse ($x = 0$) ist durch $e^0 = 1$ gegeben.
Es kann hier schon vermerkt werden, daß der Abfall von e^x für $x \longrightarrow -\infty$ bzw. von e^{-x} für $x \longrightarrow +\infty$ zur Beschreibung von Abklingvorgängen geeignet ist (z. B. Amplitudenabklingen einer gedämpften Schwingung). Wir kommen bei den physikalischen Anwendungen darauf zurück.

2. Differentiation

Die wohl bemerkenswerteste Eigenschaft der e-Funktion ist die Identität ihrer Ableitungen mit sich selbst

$$(e^x)' = (e^x)'' = (e^x)''' = \ldots = (e^x)^{(n)} = e^x$$

Die Anzahl der Striche bzw. die oben in Klammern angeführte ganze Zahl (n) kennzeichnen den Grad der Ableitung.

Mit Hilfe der Definition von 1. Ableitung, und der Zahl e kann man diese Eigenschaft zeigen:

$$(e^x)' = \lim_{h\to 0} \frac{e^{x+h} - e^x}{h} = e^x \lim_{h\to 0} \frac{e^h - 1}{h} . \qquad (*)$$

Wir berechnen jetzt den Grenzwert (2. Faktor), indem wir die Definition von e einsetzen.

$$\lim_{h\to 0} \frac{e^h - 1}{h} = \lim_{h\to 0} \frac{\left[\lim_{l\to 0} (1+l)^{\frac{1}{l}}\right]^h - 1}{h}$$ **(Nach Grenzwertsatz für Produkte von Grenzwerten)**

$$= \lim_{h\to 0} \lim_{l\to 0} \frac{[1+l]^{\frac{h}{l}} - 1}{h}$$

$$= \lim_{h\to 0} \frac{(1+h)^{\frac{h}{h}} - 1}{h}$$

Durch die Setzung können hier beide Grenzprozesse gleichzeitig ausgeführt werden.

$$= \lim_{h\to 0} \frac{1+h-1}{h} = \lim_{h\to 0} \frac{h}{h} = \lim_{h\to 0} 1 = 1 .$$

Dieses Ergebnis für den Grenzwert $\lim_{h\to 0} \frac{e^h - 1}{h}$ **in (*) eingesetzt führt endlich auf** $(e^x)' = e^x$.

Bildung der 2. Ableitung:

$$(e^x)'' = [(e^x)']' = [e^x]' = e^x$$

Fährt man so fort, erhält man auch für alle höheren Ableitungen e^x **.**

Wir werden im nächsten Abschnitt gleich sehen, was man mit dieser Eigenschaft anfangen kann.

3. Lösen von Differentialgleichungen

In Differentialgleichungen (kurz DGL) kommen Ableitungen einer zu ermittelnden Funktion $y = f(x)$ vor. Ein einfaches Beispiel ist $\frac{dy}{dx} = kx + C$ (k, C = const.).

Physikalisch findet man diese Gleichung bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung für $s = s(t)$. Die Abhängigkeit des Weges s (gesuchte Funktion) von der Zeit t wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$V = \frac{ds}{dt} = a \cdot t + v_0 \qquad (v \text{ – Geschwindigkeit}) \quad (v_0 = v(t=0))$$

Die Lösung für s erhält man hier durch einfache Integration über t.

In Anlehnung an solch einfachen Fall spricht man beim Lösen von Differentialgleichungen allgemein von Integrationen, auch wenn man

zur Lösung etwas mehr tun muß, als auf beiden Seiten einfach zu integrieren.

Ausführung der Integration von $\frac{ds}{dt} = a\,t + v_o$

$$\int_0^t \frac{ds}{dt'}\,dt' = \int_0^t a\,t'\,dt' + \int_0^t v_o\,dt'$$

$$s(t) - s(t=0) = \frac{a}{2}t^2 + v_o t$$

$$s(t) = \frac{a}{2}t^2 + v_o t + s_o$$

Das Ergebnis $s(t) = \frac{a}{2}t^2 + v_o t + s_o$ ist das bekannte für die Weg-Zeit-Abhängigkeit der gleichmäßig beschleunigten Bewegung. Dabei wurde $v_o = v(t=0)$ und $s_o = s(t=0)$ gesetzt. Ein anderer Typ von Differentialgleichungen kommt häufig in physikalischen Problemstellungen zur Anwendung

(3.1) $$y^{(n)} + c_{n-1}y^{(n-1)} + \ldots + c_1 y' + c_o y = 0$$

Die in Klammern gesetzten hochgestellten ganzen Zahlen n, n-1 usw. kennzeichnen wieder den Grad der Ableitung, die c_i sind Konstanten. In diesem Fall sprechen wir von Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten. Der einfachste Fall wäre

(3.2) $$y' = -c_o y.$$

Man sieht, daß die Änderung der Größe y (y') zu ihr selbst proportional ist, mit dem Proportionalitätsfaktor $c_o = -1$ genau die gleiche Eigenschaft also, die wir vorhin bei der e -Funktion festgestellt haben. Es gibt eine ganze Reihe physikalischer Sachverhalte, die durch diese Gleichung beschrieben werden können. Als Beispiele seien hier schon der radioaktive Zerfall und die Absorption von Licht angeführt. Wir werden uns aber im letzten Abschnitt dieses Artikels näher mit den physikalischen Hintergründen beschäftigen. Es werden dabei auch die Voraussetzungen erläutert, die ein Vorgang erfüllen muß, um durch obige Differentialgleichung beschrieben werden zu können.

Die Eigenschaft der e-Funktion, daß sie sich bei der Ableitung selbst reproduziert, wird nun ausgenutzt, um die Lösung einer DGL 3.1 auf die Lösung einer algebraischen Gleichung zurückzuführen. Dazu probieren wir den Ansatz $y = e^{\lambda x}$ **. Die Lösung ist also bekannt, wenn**

es gelingt, den Parameter λ zu ermitteln. Aus diesem Ansatz ermitteln wir die Ableitungen.

$$y' = (e^{\lambda x})'$$

Da hier der Exponent selbst eine Funktion von der unabhängigen Variablen x ist, müssen wir die Kettenregel anwenden.

$$\frac{de^z}{dx} = \frac{de^z}{dz} \frac{dz}{dx}$$ Für unseren Fall gilt $z = \lambda x$

Also $y' = \lambda e^{\lambda x}$. Für die höheren Ableitungen erhält man durch weiteres Differenzieren

$$y'' = \lambda^2 e^{\lambda x}$$
$$\vdots$$
$$y^n = \lambda^n e^{\lambda x}$$

Wir sehen, was passiert ist: Durch die Reproduktion der e-Funktion beim Differenzieren steckt in allen Ableitungen der gemeinsame Faktor $e^{\lambda x} = y$ (laut Ansatz). Wir setzen in die DGL ein und klammern den gemeinsamen Faktor y aus:

$$y\,(\lambda^n + c_{n-1}\lambda^{n-1} + \ldots + c_1\lambda + c_0) = 0$$

Für $y \neq 0$ muß also der Klammerausdruck verschwinden. Wir haben die algebraische Gleichung n-ten Grades

$$\lambda^n + c_{n-1}\lambda^{n-1} + \ldots + c_1\lambda + c_0 = 0$$ zu lösen,

um die λ-Werte zu ermitteln, die in $e^{\lambda x}$ Lösungen unserer DGL liefern.

Lösungen der DGL sind die Funktionen

(3.3) $$y = e^{\lambda x}$$

Der Parameter λ muß die Gleichung

(3.4) $$\lambda^n + c_{n-1}\lambda^{n-1} + \ldots + c_1\lambda + c_0 = 0$$

befriedigen. Das Lösen dieser Gleichung ist nun i. a. gar nicht so ohne. Es ist aber erstens prinzipiell nicht unmöglich, und zweitens sind sehr viele DGL der Physik höchstens 2.Ordnung. Das heißt, es tritt als höchste Ableitung die zweite auf:

(3.5) $$y'' + c_1 y' + c_0 y = 0.$$

Dann müssen wir nur eine quadratische Gleichung lösen:

$$\lambda^2 + c_1\lambda + c_0 = 0$$

Das können wir schnell tun:

(3.6) $$\lambda_{1/2} = -\frac{c_1}{2} \pm \sqrt{\frac{c_1^2}{4} - c_0}$$

Was nun mit unseren Lösungen ist, falls unter der Wurzel etwas Negatives steht, soll uns noch kein Kopfzerbrechen bereiten. Wir kommen darauf zurück. Eins sei hier aber doch erwähnt: Eine Linearkombination von Lösungen unserer DGL ist wieder eine Lösung derselben. Also, wenn $y_1 = e^{\lambda_1 x}$ und $y_2 = e^{\lambda_2 x}$ die DGL $y'' + c_1 y' + c_0 y = 0$ lösen, so tut dies auch

$$(3.7) \qquad \tilde{y} = a\,y_1 + b\,y_2 = a e^{\lambda_1 x} + b e^{\lambda_2 x}$$

α, β - sind beliebige Konstanten.

Das ist eine Eigenschaft aller linearen DGL. In linearen DGL kommen y und alle seine Ableitungen nur in einfacher Potenz vor (also nicht z.B. y^2 oder $\sin y''$)

$$(*) \qquad y^{(n)} + \alpha_{n-1} y^{(n-1)} + \ldots + \alpha_1 y' + \alpha_0 y = 0$$

Die α_i brauchen nicht konstant zu sein, sie können von x abhängen. y_1 und y_2 seien Lösung. Wir setzen $ay_1 + by_2$ ein:

$$(ay_1 + by_2)^{(n)} + \ldots + \alpha_1 (ay_1 + by_2)' + \alpha_0 (ay_1 + by_2) = 0$$

Nach Ausmultiplizieren kann man die Summanden auch wie folgt zusammenfassen:

$$a\,(y_1^{(n)} + \ldots + \alpha_0 y_1) + b\,(y_2^{(n)} + \ldots + \alpha_0 y_2) = 0$$

Da y_1 u. y_2 Lösungen der DGL waren, verschwinden die Klammerausdrükke. Damit erfüllt die Linearkombination $ay_1 + by_2$ ebenfalls die DGL (*).

Fortsetzung im nächsten Heft

Der Aufwand an Theorie erscheint zunächst relativ hoch, glücklicherweise ergibt sich aber ein einfaches Ergebnis.

Günter Nölle (Bergakademie Freiberg) in „Silikattechnik" 1977, S. 50

60 Ein Studium an der Moskauer Lomonossow-Universität

Dr. Volkmar Brückner, Dipl-Phys., Auslandsabsolvent

Sicherlich kennt jeder das gewaltige Gebäude der Moskauer Lomonossow-Universität auf den Leninbergen. Man kann dort fast alles studieren, was es gibt: Mathematik, Geologie, Physik, Chemie, Biologie, Ökonomie, Philosophie, Sprachen der Welt, Geschichte, Journalistik... . Etwa 20 000 Studenten sind an der Universität immatrikuliert, dazu kommen noch etwa ebenso viele Mitarbeiter, Doktoren, Dozenten, Professoren und Angestellte. Die Moskauer Staatliche Lomonossow-Universität (dort nur MGU genannt) ist also eine wirklich gewaltige Kaderschmiede. Und der gute Ruf, den die MGU genießt, kommt auch darin zum Ausdruck, daß es jedes Jahr bis zu 20 Bewerber auf einen Studienplatz gibt. Dabei muß sich jeder Studienbewerber einer harten Prüfung unterziehen: Er hat folgende schriftliche Examen abzulegen: auf seinem zukünftigen Fachgebiet, Mathematik, russische Sprache (Aufsatz) und auf einem anderen Gebiet, welches die jeweilige Fakultät bestimmt. Die Arbeiten werden nach einem Punktsystem bewertet, und die jeweils Punktbesten werden zur mündlichen Prüfung zugelassen. Und erst dann, wenn ihn eine Prüfungskommission bestätigt hat, darf er sich stolz Student an der MGU nennen. Und viele, die es im ersten Versuch nicht geschafft haben, suchen sich eine Arbeitsstelle für ein Jahr und versuchen es im darauffolgenden Jahr wieder. Übrigens - ausländische Studenten (darunter eine Gruppe von etwa 100 DDR-Studenten) brauchen diese Immatrikulationsexamen nicht abzulegen.

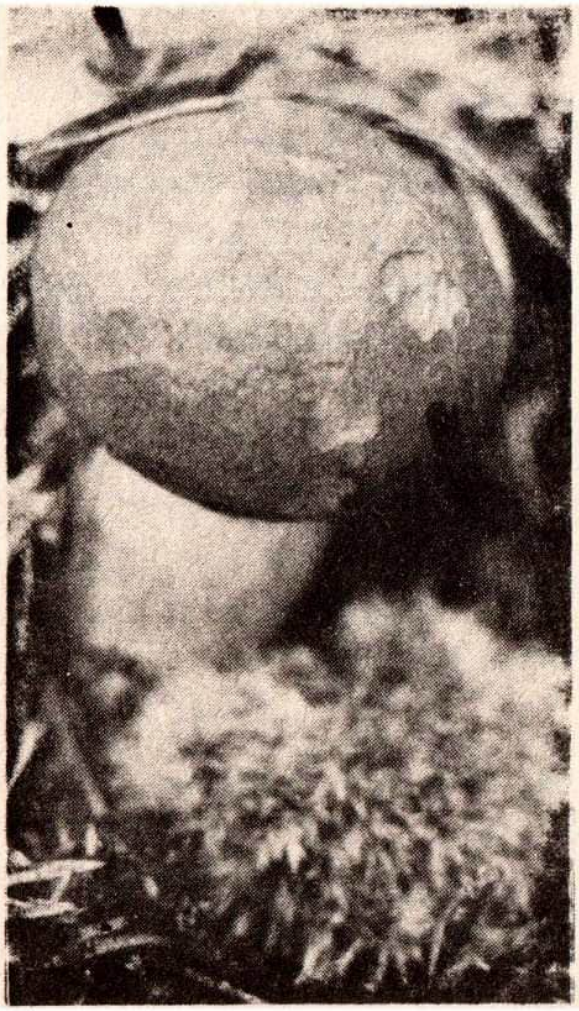
Der frischgebackene Student erhält nun, falls er nicht in Moskau wohnt, in einem der Wohnheime der MGU - etwa 10 riesigen Gebäudekomplexen mit Unterbringungsmöglichkeiten für insgesamt etwa 10 000 Studenten - einen Platz zugewiesen. Für das 1. und 2. Studienjahr stehen 4-Mann-Zimmer, ab 3. Studienjahr 2-Mann-Zimmer zur Verfügung. Dann hat er die Möglichkeit, im Verlaufe von 5 bzw. 5½ Jahren (Fachrichtung Physik) Vorlesungen bei weltbekannten Professoren zu hören sowie Seminare und Praktika zu besuchen. Der Lehrbetrieb geht dabei von

Montag bis Sonnabend mit (je nach Studienjahr und -richtung) 30 bis 45 Lehr- und Übungsstunden pro Woche. Und neben Kontrollarbeiten und Testaten gibt es am Ende eines jeden Semesters eine Examensperiode mit 5 bis 10 mündlichen und halbschriftlichen Prüfungen (Examen und Satschot genannt). Und trotz dieser hohen Anforderungen können viele Studenten Semester für Semester ihr Examensbuch vorzeigen, wo nur die Note 5 (Bestnote) vorkommt. Auch unsere Studenten aus der DDR erzielen Jahr für Jahr ausgezeichnete Leistungen (Zensurendurchschnitt ständig um 4,5). Nach Ablauf des Grundstudiums beginnt dann ab 3. Studienjahr die Arbeit an den einzelnen Lehrstühlen - für Experimentatoren die Arbeit im Labor, für Theoretiker mit Kopf und Bleistift. Dabei kann man sich - entsprechend gute Studienleistungen vorausgesetzt - an jedem beliebigen Lehrstuhl bewerben; auf dem Gebiet der Physik hat man z. B. die Auswahl zwischen Kernphysik, Atomphysik, Festkörperphysik, Laserphysik (Nichtlineare Optik), Halbleiter, Magnetismus, Radiophysik, Kristallographie, Physik der kosmischen Strahlung, Theoretische Physik, Physik der tiefen Temperaturen usw. (insgesamt etwa 45 Lehrstühle). Und am Ende des Studiums erwartet den Studenten dann das heißersehnte Diplom: in roter Farbe bei einem Gesamtexamendurchschnitt besser als 4,8, das blaue Diplom bei einem "schlechteren" Durchschnitt.

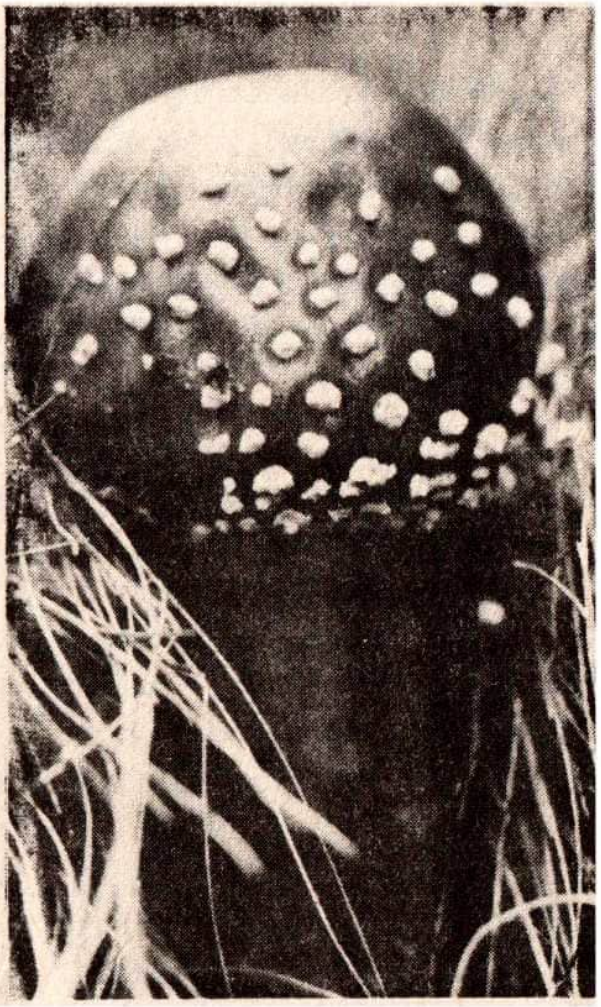
Natürlich lernen die Studenten der MGU nicht den ganzen Tag. In unmittelbarer Nähe der Universität gibt es ein Sportstadion, im Hauptgebäude selbst ein Hallenbad, ein Teil des Gebäudes ist ein Kulturhaus mit täglichem Filmprogramm, Tanzabenden und kulturellen Veranstaltungen (z. B. Konzerte mit weltbekannten Künstlern), Laienzirkeln, eine stattliche Anzahl von Interklubs (das sind Klubs zur Förderung internationaler Verbindungen) usw.. Daß die sowjetische Hauptstadt außerdem viele Sehenswürdigkeiten und Veranstaltungen bietet, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden+). Und viele Studenten nutzen auch die Sommerferien (8 Wochen), um an den vom Komsomol organisierten Baubrigaden teilzunehmen. Interessant ist dabei sicherlich, daß die allerersten Studentenbaubrigaden in der UdSSR aus Studenten der physikalischen Fakultät der MGU bestanden.

Es gäbe noch sehr viel zu berichten vom Leben der Studenten an einer der größten und berühmtesten Universitäten der Welt. Viele Studenten aus unserer Republik nutzen z. B. die Möglichkeiten des Kennenlernens von Land und Leuten durch Reisen während der Ferienzeit. Ein Studium an der MGU ist also schwer, aber es lohnt sich! Wenn Ihr Euch dafür interessiert - sprecht doch mal mit Eurem Klassenleiter darüber.

+) Übrigens wäre es durchaus denkbar, daß ein Student an der MGU sein Studium absolviert, sich kulturell und sportlich betätigt, sich verpflegt usw., ohne auch nur einmal das Territorium der Universität zu verlassen.



Botesus edulis (Steinpilz)



Amanita unocaria (Fliegenpilz)

(Fotos: Peer Liemen, Waltershausen)

Gerald Hirsch

Jena und seine Pilzflora

Die Umgebung Jenas mit ihren steil aufragenden Kalkbergen ist schon immer ein Anziehungspunkt für Botaniker aus vielen Teilen Europas gewesen. Die hier gedeihende Pflanzenwelt, insbesondere der Orchideenreichtum, ist einzigartig in der DDR. Ursachen sind das warme trockene Klima und der Untergrund aus Kalkgestein, der beim Verwittern einen basisch reagierenden Boden hinterläßt. Diese Basizität des Bodens sagt vielen Pflanzen zu, die in anderen Gebieten der DDR nicht vorkommen.

Ähnlich ist es mit der Pilzflora. Der Pilzforscher (Mykologe) findet in der Umgebung Jenas ein reiches Betätigungsfeld. Vor allem die wärmeliebenden Laubwälder beherbergen eine Unzahl der verschiedensten Pilzarten. Neben häufig vorkommenden Allerweltspilzen wie Stockschwämmchen, Hallimasch oder Ziegenlippe kann man hier auch viele seltene Arten beobachten. Die Skala reicht von dem eßbaren Bronzesteinpilz über die monströs geformte Herkuleskeule bis zu einigen seltenen Giftpilzen, die in der Umgebung Jena schwerpunktmäßig verbreitet sind. Dazu zählen zum Beispiel der Tigerritterling und der berühmte Satanspilz, der aber durch seinen widerlichen Geruch vor dem Verzehr warnt. Auch den giftigsten aller Pilze, den Grünen Knollenblätterpilz, kann man in manchen Jahren um Jena häufig antreffen. Dagegen fehlen solche bekannten Pilze wie Fliegenpilz oder Krause Glucke fast völlig, da sie sauren Boden bevorzugen.

Aber auch extreme Pflanzengesellschaften wie Blaugras-Felsflur oder Trockenrasen sind keineswegs pilzfrei. Zwar findet man hier kaum Pilze, die den Korb des kulinarisch interessierten Pilzsammlers füllen könnten. Dafür treten hier zahlreiche kleinere interessante Pilzarten auf. Neben Blätterpilzen wie Rötlingen oder Saftlingen kann man hier

beinahe exotisch anmutende Pilzgestalten wie Erdsterne, Stielboviste und Steppentrüffeln beobachten.
Aber nicht nur die fruchtkörperbildenden sog. "Großpilze" sind um Jena außergewöhnlich zahlreich vertreten. Infolge des großen Reichtums an höheren Pflanzen sind auch die auf diesen schmarotzenden mikroskopischen Kleinpilze in übergroßer Zahl vorhanden. Die bekanntesten Gruppen dieser Pflanzenparasiten sind die Rost-, Brand- und Mehltaupilze, von denen viele auch beträchtlichen Schaden an Kulturpflanzen anrichten können.
Die Erforschung der Jenaer Pilzflora geht bis in die 2.Hälfte des 18. Jahrhunderts zurück. In dem 1783-89 erschienenen mehrbändigen Buch "Elenchus Fungorum" des Jenaer Universitätsprofessors AUGUST JOHANN GEORG BATSCH wurden viele Pilzarten überhaupt zum ersten Mal beschrieben, darunter auch der bekannte Kahle Krempling. In neuerer Zeit hat sich besonders der jetzt in Dresden wirkende Mykologe E.H.BENEDIX um die Kenntnis der Jenaer Pilze verdient gemacht. Zwei von ihm in den 40er Jahren erschienene Arbeiten verzeichnen fast 650 Pilzarten aus der Jenaer Umgebung.
Gegenwärtig wird eine neue Pilzflora, d.h. eine Sammlung aller vorkommenden Pilzarten von Jena und Umgebung erarbeitet. Es ist jetzt schon abzusehen, daß sie mehr als 1000 Pilzarten verzeichnen wird. Damit erweist sich das Gebiet um Jena als eines der pilzreichsten in der DDR überhaupt.

Wissenswertes:

Fünfwertiges Gold

BARTLETT, der bereits die erste Edelgasverbindung darstellte, gelang die Synthese von Verbindungen, in denen Au^{5+} vorliegt. Bei Einwirkung von elementarem Fluor auf AuF_3 in Gegenwart von XeF_4 entstand die Verbindung

$$[Xe_2F_{11}]^+ [AuF_6]^-$$

die mit CsF die stabilere Verbindung $CsAuF_6$ ergibt.
Auch die zu $O_2^+[PtF_6]^-$ (die wegen des Dioxygenylkations O_2^+ ein sehr starkes Oxydationsmittel darstellt) analoge Verbindung $O_2^+[AuF_6]^-$ wurde gefunden.

Lutz Günther
ZIPE Potsdam
Diplom-Physiker

Leben auf dem Mars (Teil 2 und Schluß)

Nach zehnmonatigem interplanetarem Flug schwenkte die Raumsonde "Viking 1 " am 18. 6. 1976 in eine Marsumlaufbahn ein und begann, den Planeten zu fotografieren und ein geeignetes Landegebiet für die Landefähre auszusuchen. Nach einmonatiger Vorbereitungszeit gelang das komplizierte Experiment: Am 20. 7. 76 setzte der "Viking 1"-Marslander (Abb.4) weich im Gebiet Xanthe auf und übertrug erstmals Meßwerte und Fernsehbilder (Abb. 5) direkt von der Marsoberfläche. Auf den Farbaufnahmen war eine rötliche, mit zahllosen Steinen übersäte, wüstenähnliche Landschaft zu erkennen, während der Himmel zartrosa erschien. Sichtbare Anzeichen von Leben (etwa in Form pflanzlichen Bewuchses) waren nicht vorhanden. Nach der sorgfältigen Prüfung aller Geräte begann am 30. 7. 1976 das mit Spannung erwartete Experiment: Die drei "Lebensdetektoren" wurden eingeschaltet.

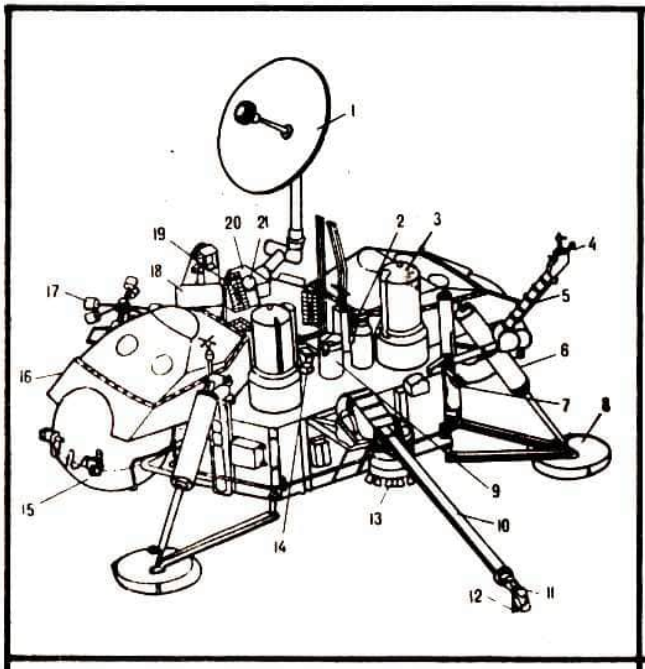


Abb. 4 Landefähre von „Viking 1"

Abb. 5 Nahaufnahme der Marsoberfläche

(unter Verwendung von Materialien aus Semlja: Vseljennaja 3/77)

Ein überraschender Beginn

Die Resultate, die schon kurze Zeit nach dem Versuchsbeginn eintrafen, waren durchaus geeignet, die Wissenschaftler in Erregung zu versetzen. Bereits 2,5 Stunden nach der "Befruchtung" der künstlichen Atmosphäre mit Nährstoff wurde im GEX-Gerät ein 18mal höherer Sauerstoffgehalt registriert, als man erwartet hatte. Gegen Ende des ersten Versuchstages stieg der O_2-Gehalt nochmals um 30 % und stabilisierte sich dann. Gleichzeitig vergrößerte sich der Anteil von CO_2 und Argon (Abb. 6).

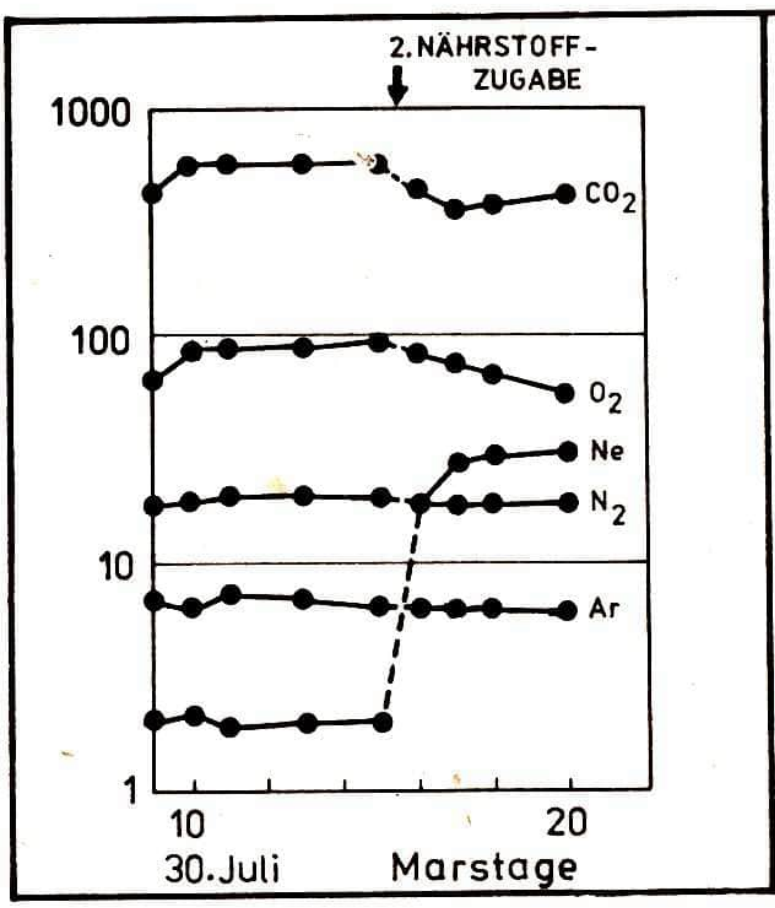


Abb. 6
Verlauf der Atmosphärenzusammensetzung im GEX-Detektor

Auch in den anderen beiden Apparaturen tat sich einiges: Im LR löste die Zuführung von Nährlösung fast schlagartig eine schnelle Erhöhung der Radioaktivität aus (Abb. 7). In der PR-Apparatur wurde nach fünftägiger Inkubationszeit und nachfolgender Erwärmung der Probe ein hohes zweites Maximum der Radioaktivität gefunden. Vorher auf der Erde vorgenommene Vergleichsmessungen mit Antarktisboden hatten nahezu dieselben Resultate erbracht. Hatte man also wirklich auf Anhieb Marsleben gefunden?

Mars-Mikroben im Winterschlaf?

Die auswertenden Wissenschaftler ließen sich nicht zu verfrühten optimistischen Kommentaren hinreißen. Ihnen erschienen der hohe O_2-Gehalt in GEX und die rasche CO_2-Produktion in LR verdächtig. Wären die Resultate wirklich auf die Tätigkeit von Mars-Mikroben zurückzuführen gewesen, so hätte das bedeutet, daß die vermuteten Mikroben wesentlich aktiver in ihren Lebensprozessen als ihre irdischen "Kollegen" wären.

Eine originelle Hypothese versuchte dieses verblüffende Resultat zu erklären: Man nahm an, daß die Mars-Lebewesen unter der Kälte des Marstages (-85 °C ... -30 °C) inaktiv sind und nur geringe Lebenstätigkeit zeigen. Durch Kontakt mit der warmen Nährlösung steigerten sie ihre biologische Aktivität jedoch beträchtlich. Dadurch ließe sich der schnelle Anfangsanstieg der CO_2-Abgabe erklären.

Neue Versuche - neue Resultate

Eine Fortsetzung der Experimente sollte die Entscheidung bringen. Im GEX wurden nun im zweiten Schritt 2 cm^3 Nährlösung zugefügt, die den Marsboden gründlicher benetzten, und - der O_2-Gehalt <u>sank!</u> Das mußte augenscheinlich das Resultat einer nichtbiologischen Absorption des Sauerstoffs durch eine in der Nährlösung enthaltene Substanz sein (möglicherweise Askorbinsäure). Auch der CO_2-Gehalt in der Kammer sank zunächst, stieg dann aber wieder an. (siehe Abb. 6)

Im LR wurde ebenfalls zum zweiten Mal Nährstoff zugesetzt. Schlagartig sank die gemessene Radioaktivität um 30 %. (Abb. 7). Daraufhin wurde die Kammer gründlich gereinigt und mit der Untersuchung einer zweiten Bodenprobe begonnen, die zuvor durch längere Erhitzung auf 160 °C sterilisiert worden war. Nach Zuführung von Nährlösung wuchs die Radioaktivität der Atmosphäre über der Probe fast augenblicklich an und sank dann langsam ab (Abb. 8a).
Experimente mit sterilisierten Proben wurden auch mit der PR-Apparatur wiederholt und zeigten, daß das zweite Maximum der Radioaktivität nicht wesentlich von dem verschieden war, das man bei nichtsterilisierten Proben beobachtet hatte.

Einige Resultate - kurzgefaßt

- Das Niveau der entstehenden Radioaktivität ($^{14}CO_2$) nach der Sterilisation lag nicht niedrig genug, um das Sinken der Radioaktivität mit der Vernichtung des hypothetischen Mars-Lebens durch die Sterilisation erklären zu können.
- Das Sinken der Radioaktivität kann wahrscheinlich durch chemische Prozesse erklärt werden. Die Erhitzung verändert offenbar die chemische Zusammensetzung des Marsbodens beträchtlich.
- Proben, die einen höheren Feuchtigkeitsgehalt aufweisen, waren weniger "aktiv". Es scheint, als ob Feuchtigkeit im Boden zur Unterdrückung der Aktivität führt.

Noch einmal wuchs die Spannung, als am 3. 9. 1976 der Landeapparat der inzwischen eingetroffenen Schwestersonde "Viking 2" zur Landung im Gebiet Utopia ansetzte. Untersuchungen aus der Umlaufbahn hatten ergeben, daß die Chancen zum Auffinden von Leben dort größer waren als an der Landestelle von "Viking 1". Daher wurden die Bioexperimente der ersten Sonde zeitweilig unterbrochen. Die Resultate von "Viking 2" waren jedoch praktisch denen von "Viking 1" gleich.

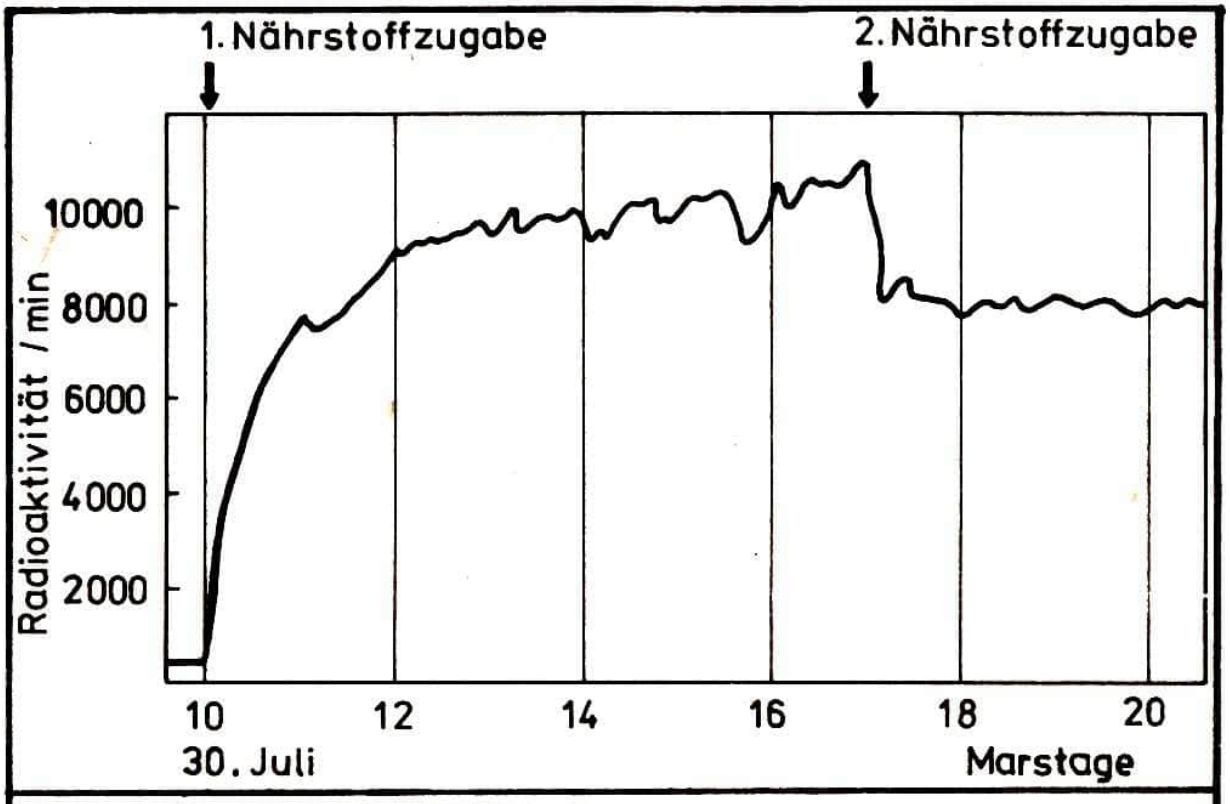


Abb. 7 Abgabe radioaktiven CO_2 in der LR-Apparatur

Erste Schlußfolgerungen

Die Mehrzahl der an dem Experiment beteiligten Wissenschaftler ist der Ansicht, daß die obengenannten Resultate weitaus eher auf eine "raffinierte" Chemie des Marsbodens als auf lebende Organismen zurückzuführen sind. Vielleicht ist diese Chemie durch die Einwirkung der solaren UV-Strahlung begründet, die auf dem Mars wesentlich stärker als auf der Erde ist. Die schützende Ozonschicht, die uns Schutz vor der sonst tödlichen UV-Strahlung bietet, fehlt auf dem Mars.

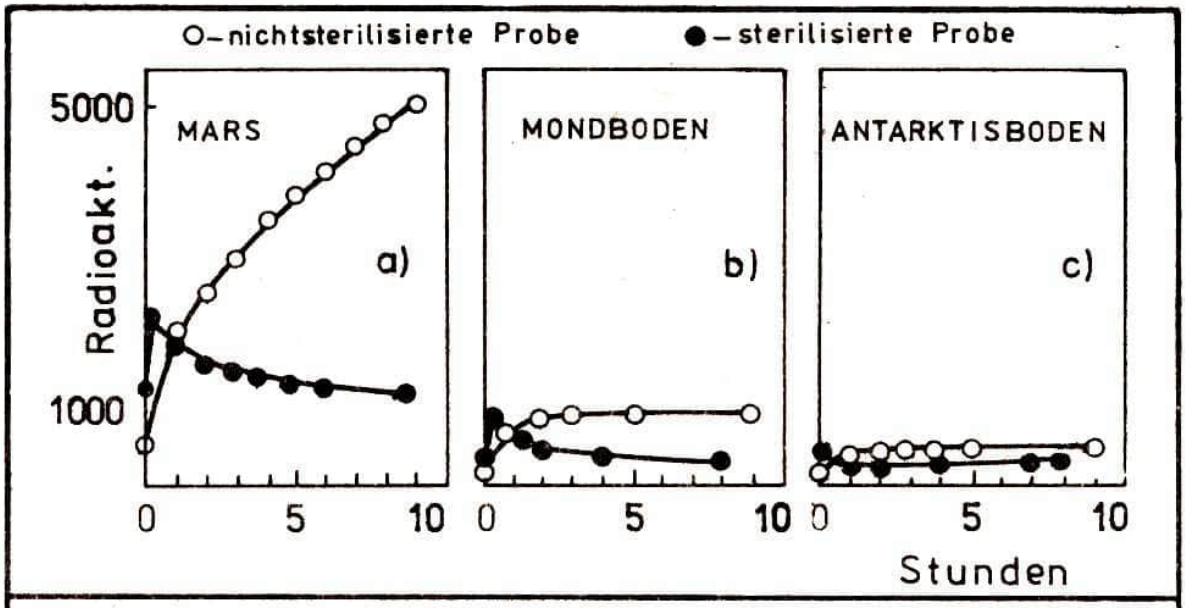


Abb. 8 Vergleich der LR-Messungen mit Testproben von Erde und Mond

Ein weiteres schwerwiegendes Argument zugunsten chemischer (und nicht biologischer) Vorgänge stellt die Analyse des Marsbodens mit Hilfe von Gaschromatographen und Messenspektrometern an Bord der Landesonden dar. Sie sollten die Suche nach wenigstens ehemaligem Leben im Boden unterstützen. Auch wenn heute keine Mikroorganismen mehr im Marsboden vorhanden sind, so hätten sie doch eventuell in früheren Zeiträumen unter günstigeren Bedingungen (Vorkommen von Wasser in flüssiger Form, dichtere Atmosphäre) existieren können. Allerdings hätten in diesem Fall wenigstens Spuren ihrer "Leichen" (d. h. organische Moleküle) übrigbleiben müssen. Trotz sorgfältigster Suche wurde jedoch nichts gefunden. Schließlich schob man mit dem Greifarm der Sonde Steine zur Seite, um den darunterliegenden Boden zu untersuchen. Dort gab es keine UV-Einwirkung, die organische Moleküle zerstören konnte - aber man fand nichts.

Kann man die Frage nach der Existenz von Leben auf dem Mars damit verneinen? Auf keinen Fall! Die Analysenergebnisse an zwei diskreten Punkten der Marsoberfläche können niemals Allgemeingültigkeit besitzen. Vielleicht waren die Nachweismethoden unvollkommen, vielleicht waren die Landegebiete ungünstig gewählt? Weitere ausgeklügelte Experimente werden folgen. Auch jetzt sind die verblüffenden chemischen Eigenschaften des Marsbodens (vgl. Abb. 8 a-c) schon eine Neuigkeit, die den bisherigen Aufwand belohnt hat.

Der Mars hat eines seiner alten Rätsel noch immer nicht preisgegeben, und gerade das wird die Wissenschaft anspornen.

Nachweis von Azetylen im Weltall

Nachdem das Vorkommen verschiedener Moleküle im Weltall besonders durch den Nachweis ihrer Radiostrahlung festgestellt wurde, gelang es amerikanischen Wissenschaftlern, das Molekül Äthin (Azetylen) mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie in der Umgebung alter Sterne zu entdecken. Die Entdeckung gelang nach der Aufnahme des Infrarot-Spektrums einer Sterngruppe im Sternbild des Löwen, die sich durch einige Besonderheiten auszeichnet: die zugehörigen Sterne sind sehr "alt", reich an Kohlenstoff und umgeben von Materiewolken, die im Verlaufe ihrer Entwicklung aus ihnen "ausgeblasen" wurden. (Dieser Vorgang läßt sich sehr vereinfacht mit einer rußenden Lampe vergleichen!)

Besonders interessant ist die Tatsache, daß das entsprechende Infrarot-Spektrum bei vollem Tageslicht (gegen Mittag) aufgenommen wurde! Diese Möglichkeit erklärt sich daraus, daß infrarotes Licht in der Erdatmosphäre praktisch nicht gestreut wird und daher der Streulicht-Einfluß im untersuchten Spektralbereich vernachlässigbar ist. Diesen Effekt nutzt auch die Infrarot-Fotografie aus, die noch bei stark getrübter Atmosphäre gute Fernbilder liefert, während das sichtbare Licht bereits stark an den trübenden Partikeln gestreut wird. Infrarot-Astronomie im mittleren und fernen IR ist also "rund um die Uhr" möglich! (L. G.)

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Dr. Ernst Heumann, Sektion Physik FSU Jena

Das Experiment (Teil 1)

Das Experiment ist ein wesentlicher Stützpfeiler für die Erkenntnis unserer Welt. Um den Wert eines Experimentes richtig abschätzen zu können, möchten wir die Prinzipien und Resultate einiger Experimente aufzeigen sowie die Schlüsselstellung des Experiments in einer Theorie darstellen. Durch einen kurzen historischen Abriß der Stellung des Experiments in der Erkenntnispyramide soll die Entwicklung des experimentellen Denkens bis zum Leninschen Prinzip der Überprüfung der Theorie durch die Praxis umrissen werden.

Ein Experiment ist ein Forschungsversuch, in dem der Wissenschaftler von der bloßen Beobachtung zum selbsttätigen Eingriff in die Naturprozesse übergeht und die Naturkräfte in gewollter Weise wirken läßt. Man kann das Experiment auch als Frage auffassen, die der Natur vom Wissenschaftler vorgelegt und die, richtig gestellt, von der Natur stets richtig beantwortet wird. Die alten Philosophen kannten das Experiment nicht, deshalb blieben auch ihre Kenntnisse der Naturerscheinungen trotz großen Scharfsinns höchst mangelhaft. Erst Baco von Verulam[1)] wies der Naturforschung die richtigen Bahnen, indem er das Experiment als die sogenannte exakte Methode der Forschung in den Vordergrund stellte. Die großartigen Fortschritte, die die Naturwissenschaft in der neuen Zeit gemacht hat, verdankt sie wesentlich der Anwendung des Experiments. Denken wir dabei nur an die Weiterentwicklung der Vorstellung vom Bau der Atome. Man ist heute sogar schon in der Lage, mit Hilfe von großen Teilchenbeschleunigern selbst die "Struktur" einzelner Elementarteilchen nachzuweisen.

Das Experiment hat heute für das Erkennen und Verstehen physikalischer Vorgänge vorrangige Bedeutung. Deshalb werden

auch gegenwärtig alle Disziplinen, die das Experiment fordern (Experimentalphysik, Experimentalchemie usw.) mit Vorführung von Experimenten gelehrt, um die Wirkung der Naturkräfte dem Zuhörer unmittelbar vorzuführen.

Der Weg zur Erkenntnis verläuft über verschiedene Stufen und ist meist nicht einfach zu beschreiten. Galilei wendete als Grundlagen der theoretischen Erkenntnis physikalischer Gesetzmäßigkeiten in seiner experimentellen Methode drei Prinzipien an:

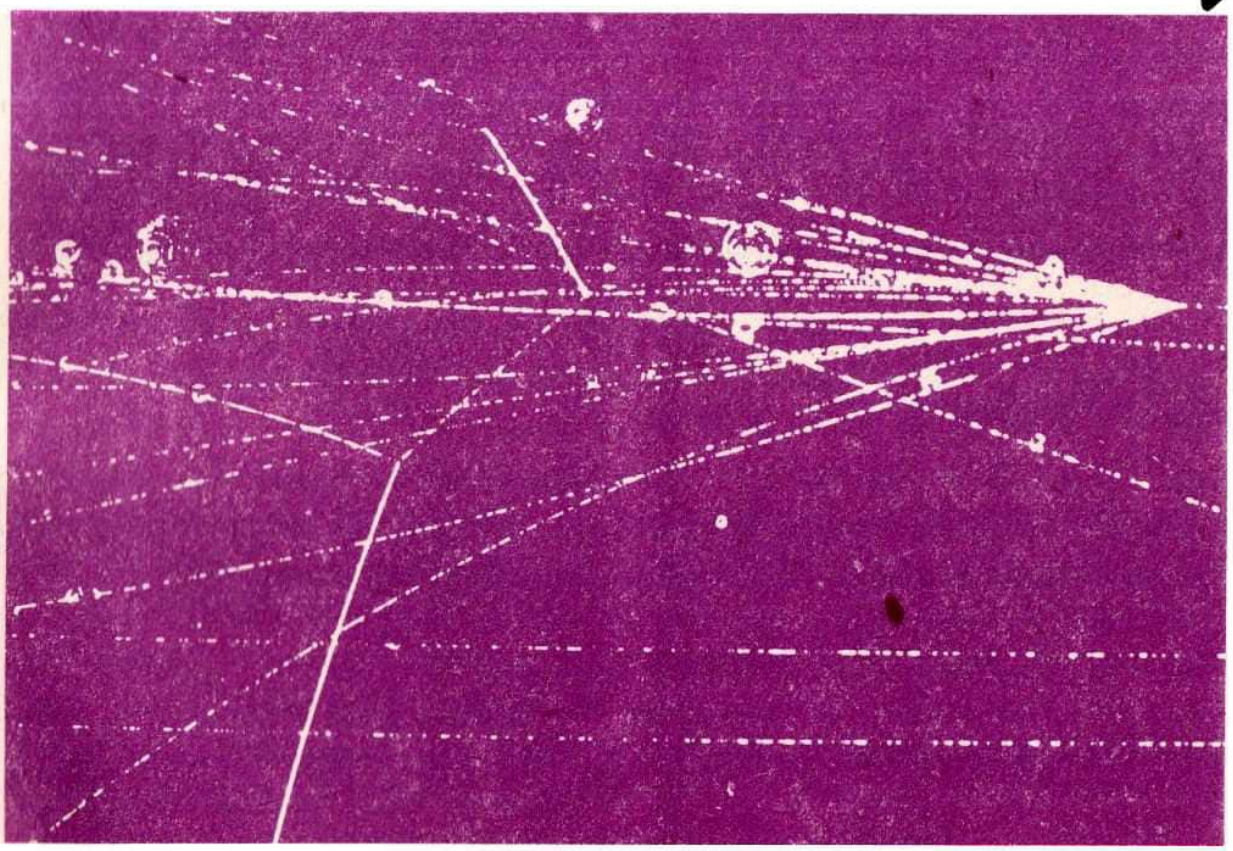
a) Ausgangspunkt des wissenschaftlichen Experimentierens ist eine aus den bisherigen Erkenntnissen sachlich begründete Hypothese über Zusammenhänge, die den bisherigen Beobachtungen verborgen geblieben sind.
b) Realisierung dieser Hypothese durch eine experimentelle Anordnung der Naturerscheinungen.
c) Theoretische Erfassung und Verarbeitung der experimentellen Resultate, die bei Bestätigung der zu überprüfenden Hypothese auf physikalische Gesetzmäßigkeiten und bei Verneinung der Hypothese zur Konzentrierung auf andere Hypothesen führt.[1)]

In diesen Prinzipien wird also richtig die Anwendung des Experiments im Zusammenhang mit der theoretischen Erkenntnis gefordert. Sie halfen damals das Gebäude der klassischen Physik immer größer und vollständiger entstehen zu lassen. Auch andere Wissenschaftler bedienten sich später dieser experimentellen Methode. In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts schuf Maxwell die allgemeine Theorie der elektromagnetischen Vorgänge. Ausgehend von dieser Theorie kam Maxwell zu der Hypothese, daß die Ausbreitung elektromagnetischer Energie in Form von Wellen möglich ist. Heinrich Hertz bearbeitete diese Theorie weiter, und es gelang ihm, durch Lösung der von Maxwell gefundenen Differentialgleichungen, Wellengleichungen zu erhalten. Hertz hatte mit diesen Wellengleichungen also theoretisch eine Frage formuliert, die er durch langwierige Versuche zu beantworten suchte. So gelang es ihm tatsächlich im Jahre 1888 die Richtigkeit der

1) "Natur und Erkenntnis"; Artikel: Parthey

Maxwellschen Folgerungen experimentell zu bestätigen. Hier war also nicht die bloße Hypothese, sondern eine theoretisch exakt formulierte Frage Ausgangspunkt für das Experiment. Das schließt aber nicht aus, daß Hertz auf Grund seiner Beobachtungen und Erfahrungen diese Theorie erweiterte und vervollständigte.

Gerade die moderne Physik, die sich heute z. B. mit der Struktur der Atomkerne und der Beziehungen der Elementarteilchen zueinander beschäftigt, ist bei ihren experimentellen Forschungen auf den hypothetischen Ausgangspunkt angewiesen. Aber nicht immer werden Hypothesen durch das Experiment bestätigt. Eben in dieser Tatsache liegt die außerordentliche Bedeutung und der Wert der experimentellen Forschung, da aus der Verneinung einer aus Erfahrung gestellten theoretischen Frage oder einer Hypothese dem Wissenschaftler immer neue Probleme erwachsen, deren Lösung häufig ganz neue Wege aufzeigt und die Menschheit auf dem Weg der Erkenntnis immer



Spur von Kernteilchen (R. L.)

weiter fortschreiten läßt. Als Beispiel sei die Entwicklung der Planckschen Quantenhypothese genannt. Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts beschäftigte viele Physiker das Problem der spektralen Verteilung bei der Strahlung des schwarzen Körpers. Die Experimente führten zu Verteilungskurven, die mit den durch theoretische Überlegungen gefundenen Gesetzmäßigkeiten der Strahlung nicht in Einklang gebracht werden konnten. Da erkannte Max Planck, daß hier die klassische Vorstellung von der kontinuierlichen Aufnahme und Abstrahlung der Energie ins Schwanken kam und zu Fall gebracht werden mußte. Aus der Fülle seiner Überlegungen zog Planck folgende Schlußfolgerungen: Die Energie, die bei der Anregung eines Atoms von demselben aufgenommen und danach in Form von Licht, Wärme usw. abgestrahlt wird, ist immer das Vielfache einer kleinsten elementaren Energiemenge, des sogenannten Energiequantes. So kam Max Planck zu seinem Strahlungsgesetz, das durch Experimente von Rubens und Kurlbaum für lange Wellen und von Paschen für kurze Wellen bestätigt wurde. Alle damals auf diesem Gebiet durchgeführten Versuche zeigten die Notwendigkeit und Richtigkeit der Planckschen Quantentheorie, die überall dort erfolgreich zur Anwendung kam, wo die klassische Physik versagte.

Fortsetzung im nächsten Heft

Bestellschein

11/3

Hiermit bestelle(n) ich (wir) ..... Exemplare der Schülerzeitschrift "impuls 68" und überweisen den Betrag von ..... mal 4,- M für ein Jahresabonnement innerhalb des Erscheinungsjahres auf das Konto 4472-39-2981 bei der Stadt- und Kreissparkasse Jena.
Wir bitten, wenn möglich, um Sammelbestellungen!

Name : .....

PLZ, Wohnort : .....

Straße : .....

physikaufgabe 24

Wenn ein Körper von einem s=50m hohen Turm zu fallen beginnt, und zum gleichen Zeitpunkt ein zweiter Körper mit gleicher Masse vom Erdboden aus mit einer Geschwindigkeit $v_0 = \sqrt{\frac{g\,s}{2}} \simeq 16\frac{m}{s}$ senkrecht nach oben geschossen wird, dann erreichen beide den Erdboden gleichzeitig (Physikaufgabe Nr.3, H.9/Jhrg. 1974/75). Berühren sich beide Körper während der Flugphase, falls der zweite Körper genau lotrecht unterhalb des ersten vom Erdboden losgeschickt wird?

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

lösung der aufgabe 19 aus heft 8/10.jg.

aufgabe:

Es seien die Pole der Erde durch eine senkrechte Bohrung verbunden, die groß genug ist, daß eine Kugel sicher hindurchpaßt. Man lasse nun diese Kugel vom Nordpol aus in diese Bohrung hineinfallen. Wie verhält sich die Kugel, wie weit fliegt bzw. fällt sie? Hinweis: Man benutze den Energieerhaltungssatz!

lösung: eingesandt von Uwe Nennstiel, Jena, 15 Jahre

Bis zum Erdkern fliegt die Kugel mit beschleunigter Geschwindigkeit, da sie vom Erdkern angezogen wird (Gravitationsgesetz). Vom Kern aus fliegt sie mit abnehmender Beschleunigung, da sie nun entgegen der Bewegungsrichtung angezogen wird. Durch Anwendung des Energieerhaltungssatzes und unter Vernachlässigung der Reibung fliegt sie nicht über Anfang und Ende der Bohrungsöffnungen hinaus, sondern beginnt, in dem Bohrloch hin und her zu fliegen. Unter Berücksichtigung der Reibung der Kugel mit der sie umgebenden Luft wird diese Bewegung schließlich im Erdmittelpunkt zur Ruhe kommen.

„Quatsch! - das ist der Meier, der kommt vom Chef!"

„Als ich so alt war wie ihr, da habe ich immer Tinte auf die Leute hinuntergeschüttet."

ACH, WELCH EIN UNTERSCHIED IST ES, OB MAN sich ODER andere BEURTEILT.

GOETHE*SCHILLER

EIN JEDER GIBT DEN WERT sich SELBST.

EIN ZAHN, EIN **HOHLER**, MACHT MITUNTER SOGAR DIE FAULSTEN LEUTE **MUNTER**.
BUSCH

ERZIEHUNG

„Benimm dich!", sprach der Vater zum Sohne. „Es muß nicht jeder merken, daß ich dein Vater bin!"

AUFRICHTIG

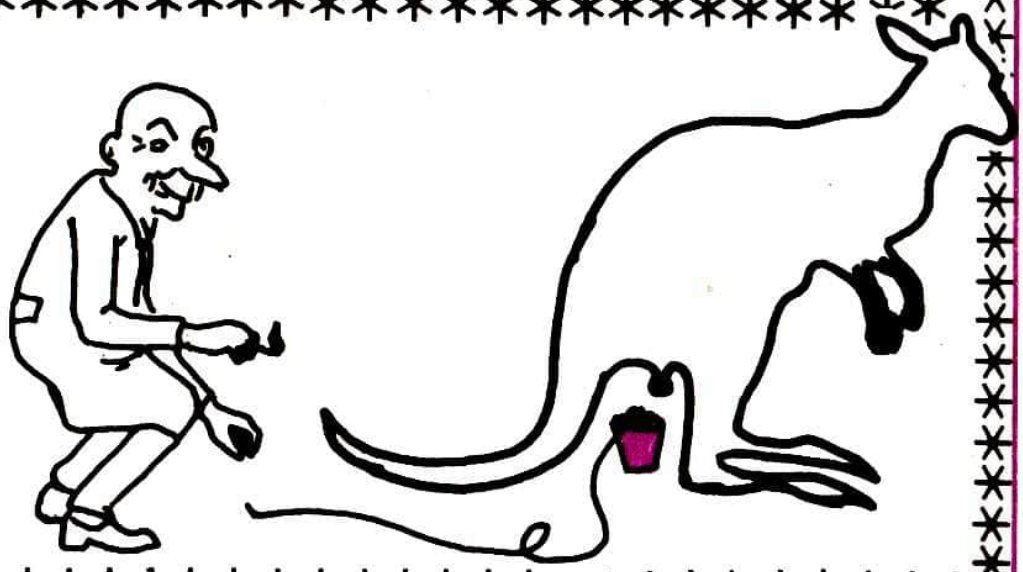
„Wehe, Bengel, wenn du dir an mir ein Beispiel nimmst!"

ES SPRACH...

... der Kellner zum Pikkolo: „Wein wird nur dann in Biergläsern serviert, wenn die Mostrichgläser alle sind."

... die Elefantin zur Tochter: „Wo die kleinen Elefanten herkommen? Die machen die Menschen aus den Mücken."

... der Gewohnheitstrinker: „Heute ist mein Obsttag – wo ist das Kirschwasser?"



NEBENBEI: **Auch nach guten Noten kann falsch gesungen werden**

hi

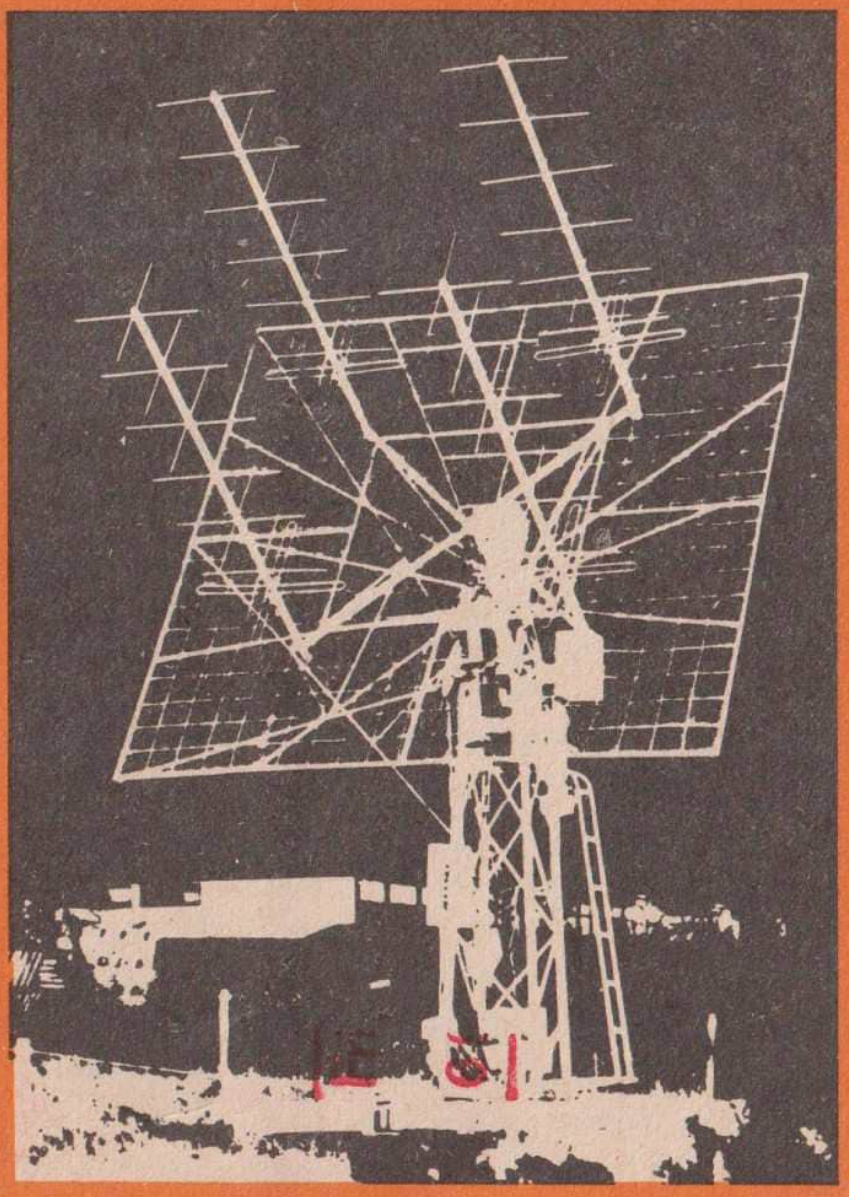
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

4



e-Funktion im Komplexen

☆

Neues biologisches Wörterbuch

☆

Fotografie ohne Silber?

☆

Bau des Weltalls

☆

Experiment

☆

Leserpost

Titelbild:

Bodenantenne einer Interkosmosstation (L. G.)

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Die Eigenschaften der e-Funktion und ihre Anwendungen in der Physik (2)	PHY	3
Vorstellung eines neuen biologischen Wörterbuches	INT	11
Fotografie ohne Silber? (1)	CHE	15
Internationales Maßeinheitsystem SI		20
Aktuelles zum Bau des Weltalls (1)	AST	21
Das Experiment (2)	DOK	25
Leserpost		29
Physikaufgabe 25, Lösung von Nr. 20/Nr. 21		30/31
Rücktitel: „Eiszeit" (Foto: P. Liemen)		

Bernd Schröder
Sektion Physik FSU Jena
Diplomand

Die Eigenschaften der e-Funktion und einige Anwendungen in der Physik (Teil 2)

PHYSIK

4. Erweiterung des Definitionsbereiches der e-Funktion vom Bereich der reellen Zahlen ins Komplexe

Wer der Meinung ist, daß sich die Physik mit realen Erscheinungen beschäftigt, der könnte folgern: "Man sollte in der mathematischen Beschreibung der Physik doch mit reellen Zahlen auskommen, irgendwelche imaginären Dinge wird die Wirklichkeit nicht produzieren." Das ist durchaus eine logische Einstellung. Immerhin muß man ja experimentell nachprüfen können, was man theoretisch berechnet hat. Da sollten die Ergebnisse der Theorie schon handfest sein. Richtig! E r g e b n i s s e zählen. Aber wer schon einmal erlebt hat, wie mühselig es sein kann, zu brauchbaren Resultaten zu gelangen, wird bestimmt dankbar für Mittel und Wege sein, die ihm solche Mühsal erleichtern. Und genau an dieser Stelle kann man häufig verwundert feststellen, wie auf den ersten Blick scheinbar mystische Methoden ganz elegant Licht in das Dunkel komplizierter Probleme bringen. Deswegen ist es nicht aussichtslos, durch Hinzufügen einer unphysikalischen imaginären Komponente zu den reellen Zahlen ganz physikalische Vorteile zu erwarten. Es sei hier vermerkt, daß die Verwendung komplexer Zahlen nicht der einzige Fall scheinbarer Mystifizierung der realen Verhältnisse ist. Schlaue Leute haben sich viele Methoden ausgedacht, wie man einen mathematischen Apparat mit aufbereiteten physikalischen Größen füttert, ihn arbeiten läßt, um dann wieder Physik abzufragen. Natürlich muß man dabei die Sprache des Apparates verstehen. Wir wollen uns aber mit den komplexen Zahlen begnügen. Wer sich bereits mit komplexen Zahlen auskennt und etwas mit den Begriffen konjugiert komplexe Zahl, algebraische und trigonometrische Darstellung anzufangen weiß, der

wird beim Überspringen des folgenden kleingedruckten Teils kaum etwas verpassen. Das Lesen sei demjenigen empfohlen, der sich die Grundlagen für das Umgehen mit komplexen Zahlen schnell aneignen will oder der in Vergessenheit Geratenes auffrischen möchte.

Eine komplexe Zahl ist definiert als Linearkombination der beiden "Einheitsvektoren" 1 und i.

$$z = a\,1 + b\,i = a + bi$$

(Der Begriff "Einheitsvektor" soll auf die Verwandtschaft mit den Vektoren der Ebene hinweisen, die Linearkombinationen zweier Einheitsvektoren $\vec{i}$ und $\vec{j}$ sind).

Dabei ist i die Lösung folgender Gleichung:

$$x^2 = -1 \quad \text{also} \quad i^2 = -1.$$

Der Koeffizient a heißt Realteil, kurz Re(z), und b Imaginärteil, kurz Im(z), der komplexen Zahl z, a und b sind reell. Wenn oben schon auf die Verwandtschaft mit Vektoren der Ebene aufmerksam gemacht wurde, so soll das jetzt durch die Art und Weise der Darstellung bekräftigt werden. Eine komplexe Zahl läßt sich in der sogenannten Gaußschen Zahlenebene darstellen, die durch die senkrecht aufeinanderstehenden und sich im Ursprung schneidenden Achsen Re(z) und Im(z) aufgespannt wird.

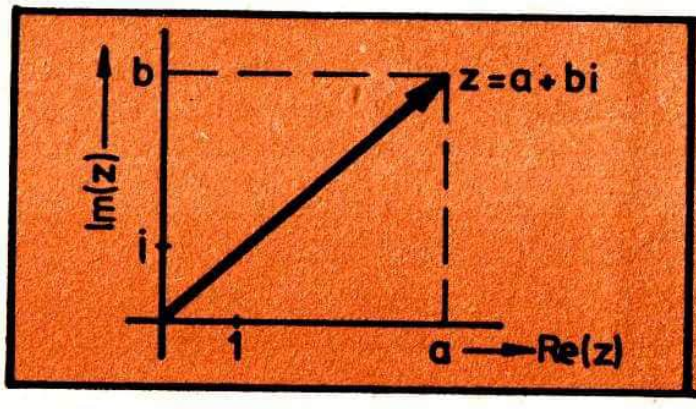


Abb. 2
Darstellung einer komplexen Zahl in der Gaußschen Zahlenebene

Eine komplexe Zahl ist dann ein Punkt bzw. ein "Pfeil" vom Ursprung der Zahlenebene ausgehend (Abb. 2).

Im Sinne des Korrespondenzprinzips müssen die Rechenoperationen aus dem Bereich der reellen Zahlen auch für komplexe Zahlen Gültigkeit haben und als Spezialfall (nämlich Im(z) = 0) enthalten sein. Wir behandeln die vier Grundrechenarten.

- Addition und Subtraktion

$$z_1 \pm z_2 = (a_1 + b_1 i) \pm (a_2 + b_2 i) = (a_1 \pm a_2) + (b_1 \pm b_2)i \qquad (4.1)$$

Das bedeutet also wie bei Vektoren komponentenweise Addition. Auf diesen Fakt, daß sich imaginärer und realer Anteil völlig unabhängig voneinander addieren bzw. subtrahieren, sei nachdrücklich verwiesen. Bei der Rechnung mit Wechselstromgrößen nutzen wir das aus. Im Teil über physikalische Anwendungen wird ebengenanntes Problem behandelt.

Wir sehen auch, wie in dieser Definition das Additionsgesetz für reelle Zahlen enthalten ist. Sind b_1 und b_2 gleich Null, so haben wir nur noch die reellen Zahlen a_1 und a_2, und auf der rechten Seite von (4.1) steht $a_1 \pm a_2$. Da die Addition dem gleichen Prinzip unterliegt, wie die der Vektoren, können wir sie auch in der Gaußschen Zahlenebene graphisch ausführen (vgl. Abb. 3)

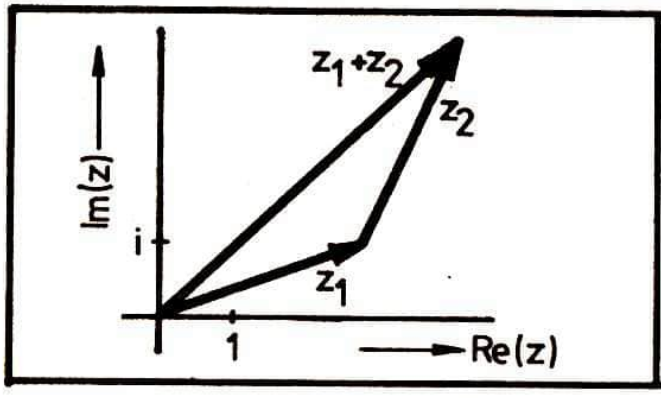


Abb. 3
Grafische Ausführung der Addition zweier komplexer Zahlen

- Multiplikation

$$z_1 \cdot z_2 = (a_1 + b_1 i)(a_2 + b_2 i) = a_1 a_2 + b_1 a_2 i + a_1 b_2 i + b_1 b_2 i \cdot i$$
$$= (a_1 a_2 - b_1 b_2) + i\,(b_1 a_2 + a_1 b_2)$$

Auch hier erkennen wir, daß für den Spezialfall reeller Zahlen ($b_1 = b_2 = 0$) das Richtige ($a_1 \cdot a_2$) herauskommt.

- Division

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{a_1 + b_1 i}{a_2 + b_2 i}$$

Als Ergebnis der Division wollen wir natürlich wieder eine komplexe Zahl der Form $z = a + ib$ erhalten. Es stört uns also der imaginäre Anteil im Nenner. Durch Erweitern mit der konjugiert komplexen Zahl

können wir ihn reell machen. Die Zahl $\bar{z} = a - bi$ heißt zu $z = a + bi$ konjugiert komplex. Das Produkt $\bar{z} \cdot z = a^2 + b^2$ ist reell.

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \bar{z}_2}{z_2 \cdot \bar{z}_2} = \frac{(a_1+b_1 i)(a_2-b_2 i)}{a_2^2 + b_2^2} = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + i\frac{b_1 a_2 - b_2 a_1}{a_2^2 + b_2^2} .$$

Durch Nullsetzen von b_1 und b_2 erkennen wir wieder, daß das Rechengesetz für reelle Zahlen enthalten ist.

Neben der Darstellung $z = a + bi$, die wir algebraische nennen, gibt es weitere Darstellungen komplexer Zahlen, die zur Verringerung von Rechenaufwand eingeführt werden.

Wir betrachten dazu Abb. 4.

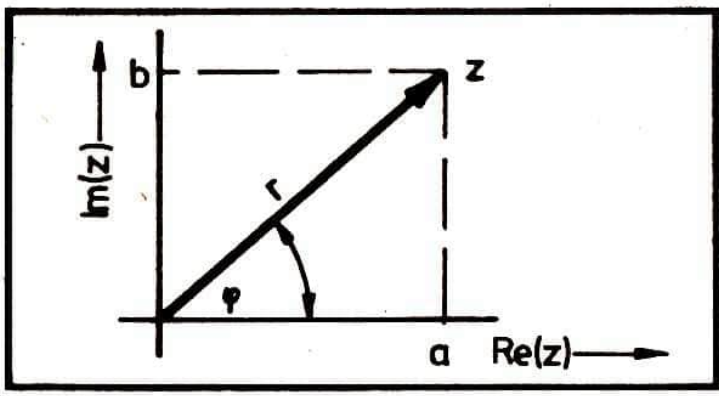


Abb. 4
Trigonometrische Darstellung einer komplexen Zahl

Die Lage von z läßt sich auch durch Angabe des Betrages $|z| = r$ und des Winkels mit der positiven reellen Achse (Argument $\arg z = \varphi$) charakterisieren. Man liest folgende Beziehungen ab:

$$a = r \cdot \cos\varphi \quad , \quad b = r \cdot \sin\varphi$$
$$z = a + ib = r\,(\cos\varphi + i\sin\varphi)$$

Entsprechen a und b den karthesischen Koordinaten, so entsprechen r und φ den sogenannten Polarkoordinaten eines Punktes der Ebene.
Die neue Darstellung heißt trigonometrische.
Hat man die algebraische Darstellung gegeben, so erhält man die trigonometrische, wie aus Abb. 4 ebenfalls abzulesen, durch

$$\frac{b}{a} = \tan\varphi \qquad \text{und} \qquad r = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Den gleichen Wert für $\tan\varphi$ erhält man auch, wenn a durch -a und b durch -b ersetzt wird. Es macht sich also die Beachtung des Quadranten erforderlich, in dem φ liegt. Außerdem löst mit φ auch jeder Winkel $\varphi \pm 2k\pi$ (k ganzzahlig) die Gleichung $\tan\varphi = \frac{b}{a}$.
Um hier Eindeutigkeit zu schaffen, vereinbarte man φ aus dem Intervall $-\pi < \varphi \leq \pi$ als Hauptwert des Arguments zu bezeichnen.

Den Definitionsbereich der e-Funktion erweitern wir ins Komplexe, indem wir das Potenzieren mit einer imaginären Zahl definieren:

$$e^{i\varphi} = \cos\varphi + i\cdot\sin\varphi \qquad \varphi \text{ beliebig reell} \qquad (4.2)$$

Es folgt $|e^{i\varphi}| = \sqrt{\cos^2\varphi + \sin^2\varphi} = 1$, d.h. die Zahlen $e^{i\varphi}$ liegen alle auf der Peripherie des Einheitskreises um den Ursprung der Gaußschen Zahlenebene.

Wir können nun e mit einer beliebigen komplexen Zahl potenzieren:

$$e^{a+i\varphi} = e^a \cdot e^{i\varphi} = r\,(\cos\varphi + i\sin\varphi) = r\cdot e^{i\varphi}.$$

Wir haben dabei $e^a = r$ gesetzt und das Potenzgesetz $e^{a+b} = e^a \cdot e^b$ ins Komplexe übernommen.

Die beiden letzten Teile der Gleichung ergeben die Definition der Exponentialdarstellung einer komplexen Zahl

$$r\cdot e^{i\varphi} = r\,(\cos\varphi + i\sin\varphi). \qquad (4.3)$$

Rechts steht die bereits bekannte trigonometrische Darstellung. Die Exponentialdarstellung gestattet es, die Rechenoperationen Multiplikation, Division und Potenzieren wesentlich bequemer als in der algebraischen Darstellung auszuführen. Es wird ausgenutzt, daß die e-Funktion im Komplexen den gleichen Rechenregeln genügt wie im Reellen.

$$e^{i\varphi_1}\cdot e^{i\varphi_2} = e^{i(\varphi_1+\varphi_2)} \qquad (4.4)$$

$$\frac{e^{i\varphi_1}}{e^{i\varphi_2}} = e^{i(\varphi_1-\varphi_2)} \qquad (4.5)$$

$$(e^{i\varphi})^k = e^{ik\varphi} \qquad (4.6)$$

Die Gleichungen (4.4) und (4.5) beweist man durch Übergang zur trigonometrischen Darstellung

$$(e^{i\varphi_1}\cdot e^{i\varphi_2} = (\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1)(\cos\varphi_2 + i\sin\varphi_2))$$

unter Anwendung der Additionstheoreme für Winkelfunktionen. Das kann der Leser zur Übung selbst einmal ausprobieren.

Die Gleichung (4.6) erhält man aus der Formel von Moivre:

$$(\cos\varphi + i\sin\varphi)^k = \cos k\varphi + i\sin k\varphi. \qquad (4.7)$$

Jetzt ist es einfach, in der Exponentialdarstellung zu multiplizieren, zu dividieren oder zu potenzieren:

$$z_1 \cdot z_2 = r_1 e^{i\varphi_1} \cdot r_2 e^{i\varphi_2} = r_1 \cdot r_2 \cdot e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)} \tag{4.8}$$

$$\frac{z1}{z_2} = \frac{r_1 e^{i\varphi_1}}{r_2 e^{i\varphi_2}} = \frac{r_1}{r_2} e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)} \tag{4.9}$$

$$z^k = (r e^{i\varphi})^k = r^k e^{ik\varphi} \tag{4.10}$$

Die Ergebnisse lassen sich ohne weiteres in die anderen Darstellungen überführen. Will man z.B. die Auftrennung in Real- und Imaginärteil sehen, so transformiert man in die algebraische Darstellung. Folgende Tabelle faßt noch einmal die besprochenen Darstellungen zusammen:

Darstellung		Umrechnung
algebraisch	$z = a + ib$	$a = r \cos\varphi$, $b = r \sin\varphi$
Trigonometrisch	$z = r (\cos\varphi + i \sin\varphi)$	$r = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\tan\varphi = \frac{b}{a}$ Hauptwert des Arguments: $-\pi < \varphi \leq +\pi$
Exponentialdarstellung	$z = r \cdot e^{i\varphi}$	$e^{i\varphi} = \cos\varphi + i \sin\varphi$

5. Die Taylorreihe der e-Funktion

In der Schule wird im Rahmen der Schwingungslehre das Fadenpendel behandelt. Dabei wird immer gesagt, daß die Formel für die Schwingungsdauer nur bei kleinen Auslenkungen ($\alpha \leq 5° \ldots 10°$) gilt. Der Grund dafür ist, daß bei der Rechnung $\sin\alpha$ durch α ersetzt wurde.

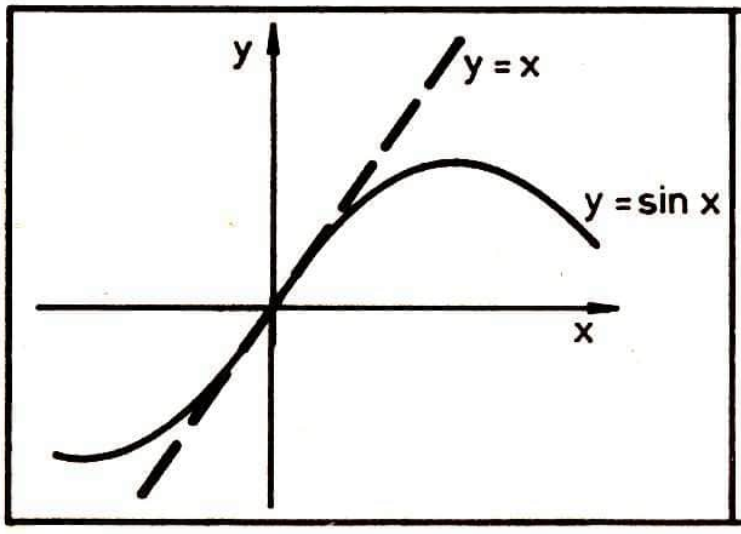


Abb. 5

In Abb. 5 sind die Funktionen $y = x$ und $y = \sin x$ dargestellt. Man sieht, daß sie in einer näheren Umgebung von $x = 0$ fast gleich verlaufen. Es reicht für viele Zwecke aus, wo x sehr kleine Werte annimmt, mit begrenzter Genauigkeit $\sin x \approx x$ zu rechnen. Wir werden bei den physikalischen Anwendungen das Fadenpendel berechnen und sehen, welchen Rechenvorteil uns die Näherung $\sin x \approx x$ (für kleine x) bringt. Man kann sich vorstellen, daß man bei größeren x bessere Näherungen als $y = x$ für sin x findet. Wenn man die Gerade in Abb. 5 etwas krümmt, so verläuft die entstehende Kurve länger in der Nähe von $y = \sin x$. Ferner sollte es verwundern, wenn nur für die Funktion $y = \sin x$ Näherungen zu finden wären. Wir wollen schon vorwegnehmen, daß die Näherungen, die wir nun suchen, als Polynome zu schreiben sind. Deshalb beschäftigen wir uns zunächst kurz mit letzteren.

$p_n(x)$ sei ein Polynom n-ten Grades in x:

$$p_n(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 \quad (a_k \text{ - konst. Koeffiz.}) \tag{5.1}$$

An der Stelle x=0 hat das Polynom den Wert a_0

$$p_n(0) = a_0$$

Differenziert man nach x, so ergibt das

$$p_n'(x) = n a_n x^{n-1} + \dots + 2a_2 x + a_1$$

$$p_n''(x) = n(n-1) a_n x^{n-2} + \dots + 2a_2$$

$$\vdots$$

$$p_n^{(k)}(x) = n(n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1) a_n x^{n-k} + \dots + k! a_k; \quad (k! = k \cdot (k-1) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1)$$

Man sieht, daß die k-te Ableitung bei x=0 den Wert $k! a_k$ hat. Wir können also die Koeffizienten durch die Ableitungen des Polynoms an der Stelle x=0 ausdrücken.

$$a_k = \frac{p_n^{(k)}(0)}{k!}$$

Setzt man den Ausdruck $a_k = \frac{p_n^{(k)}(0)}{k!}$ für die Koeffizienten in (5.1) ein, so schreibt sich das Polynom als

$$p_n(x) = \sum_{k=0}^{n} \frac{p_n^{(k)}(0)}{k!} x^k$$

$$= \frac{p_n(0)}{0!} + \frac{p_n'(0)}{1!} x + \frac{p_n''(0)}{2!} x^2 + \dots + \frac{p_n^{(n)}(0)}{n!} x^n \tag{5.2}$$

Man versucht nun, auch andere Funktionen in der Form von

Polynomen darzustellen. Die Koeffizienten sind die k-ten Ableitungen der betreffenden Funktion an der Stelle $x = 0$

$$f(x) \approx \sum_{k=0}^{n} \frac{f^{(k)}(0)}{k!} x^k \quad . \tag{5.3}$$

Es zeigt sich, daß eine solche Darstellung exakt sein kann, wenn man unendlich viele Glieder der Reihe nimmt, also in Formel (5.3) $n \to \infty$. Das muß aber in jedem Fall untersucht werden. Ausführlicheres findet man dazu unter dem Stichwort Taylorreihe in Mathematikbüchern, die die Analysis behandeln.

Für die e-Funktion, wie auch für sin x und cos x stellt die unendliche Taylorreihe die entsprechende Funktion im gesamten Definitionsbereich dar.

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{d^k}{dx^k} e^x \Big|_{x=0} \cdot x^k \tag{5.4}$$

Wir hatten aber die Ableitungen schon berechnet

$$\frac{d^k}{dx^k} e^x = e^x \quad \text{und} \quad \frac{d^k}{dx^k} e^x \Big|_{x=0} = e^0 = 1$$

Damit folgt

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \ldots \tag{5.5}$$

Wir geben hier auch die Taylorreihenfür sin x und cos x an:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \ldots = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!} \tag{5.6}$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{4!} + \frac{x^4}{6!} + \ldots = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!} \tag{5.7}$$

Der Leser kann die Formeln (5.6) und 5.7) nach dem angegebenen Rezept prüfen.

Läßt man hintere Glieder weg, d.h. bricht die Summe irgendwo ab, so entstehen Näherungen. Die gröbste Näherung ist natürlich, wenn man nur den ersten Summanden nimmt. Im Falle von sin x erkennen wir aus (5.6) die eingangs besprochene Näherung $\sin x \approx x$. Ist x klein, so sieht man, daß die Terme x^2, x^3, x^4 usw. noch viel kleiner werden (z.B. $x = 0{,}1 \Rightarrow x^2 = 0{,}01$). Daraus nimmt man die Berechtigung, für praktische

Anwendungen oft auf sie zu verzichten.

Aus der Gleichung (5.5) erhalten wir e selbst, wenn wir $x = 1$ setzen:

$$e = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1^k}{k!} = 1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \ldots \qquad (5.8)$$

Dies ist die in der Einleitung des Artikels angekündigte bequemere Berechnung von e. Je nach dem, wie genau man e braucht, wird die Anzahl der Summanden gewählt, die man zur Berechnung heranzieht.

Wer es geschafft hat, bis an diese Stelle des Artikels vorzudringen, dem wird es ein Bedürfnis sein, seine erworbenen Kenntnisse an konkreten Problemen auszuprobieren. Wir haben dafür volles Verständnis und tragen dadurch zur Befriedigung dieses Bedürfnisses bei, daß wir, wie schon mehrfach angekündigt, im nächsten Heft physikalische Anwendungsbeispiele veröffentlichen.

Fortsetzung im nächsten Heft

wissenschaft im kreuzverhör

Die Aneignung der wissenschaftlichen Fachsprache erleichtert den Start ins Studium - ein Interview mit den Autoren eines biologischen Wörterbuches

"IMPULS" wandte sich an die beiden Jenaer Autoren Dr. Erwin Hentschel und Dr. Günther Wagner, deren Wörterbuch mit dem Titel "Tiernamen und zoologische Fachwörter, unter Berücksichtigung allgemeinbiologischer, anatomischer und physiologischer Termini", erschienen im VEB Gustav Fischer Verlag Jena, im Buchhandel gefragt ist. Wir wollen mit dem nachfolgend wiedergegebenen Gespräch Anregungen geben für die sprachkundliche Vorbereitung auf das Studium, die in der 9. und 10. Klasse und insbesondere in der 11. und 12. Klasse verstärkt erfolgen sollte. Das Interview dürfte alle biologisch interessierten Oberschüler angehen und insbesondere jene, die sich auf ein Studium der Medizin (Human, Zahn- und Tiermedizin), Biologie und Agrarwissenschaft vorbereiten. Wir baten die Autoren um die Beantwortung folgender Fragen:

"IMPULS 68": Welche Aufgaben soll das vorliegende Wörterbuch erfüllen?

Dr. HENTSCHEL: Die Grundaufgabe unseres Wörterbuches besteht darin, mit der zoologischen Fachsprache näher vertraut zu machen. Derzoologisch und allgemeinbiologisch Interessierte begegnet - in Fach- und Lehrbüchern, im Unterricht, bei Besichtigungen von Museen und Tierparks oder z.B. beim Besuch von populärwissenschaftlichen Vorträgen - Fachwörtern und auch wissenschaftlichen Tiernamen, die dort nicht immer erklärt werden können. Auch wenn diese Fachbezeichnungen erläutert oder definiert werden, so besteht doch oftmals das Interesse, darüber nachzulesen und sich über Wissenswertes hinsichtlich der sprachlichen Herkunft und fachwissenschaftlichen Angaben zu informieren. So soll unser Buch die Möglichkeit geben, vernommene Fachwörter (=Termini) und Tiernamen (=Nomina, z.B. von Gattungen, Familien, Klassen ...) zu festigen und richtig anzuwenden.

Dr. WAGNER: Unser Wörterbuch will diesen Aufgaben besonders Rechnung tragen, indem wir den eigentlichen Lexikonteil eine weitgehend geschlossene textliche Abhandlung als "Einführung in die Terminologie und Nomenklatur" von fast 50 Seiten vorangestellt haben. Wir hielten das für notwendig, weil es eine derartige zusammenhängende, leicht verständliche Darstellung über die sprachkundlichen Grundlagen und Regeln in der erreichbaren Literatur nicht gibt. So kann der Lernende sich das Wesen der zoologischen Fachsprache aneignen. In Buchbesprechungen (z.B. auch in der Zeitschrift "Biologie in der Schule", Heft 9/1977), aber auch in Gesprächen mit Benutzern des Wörterbuches wird die Aufnahme und übersichtliche Darstellung dieses Einführungskapitels sehr begrüßt und recht positiv gewertet.

Dr. HENTSCHEL: Offensichtlich wird dieser Einführungsteil auch besonders von künftigen Medizinstudenten für nützlich gehalten als Ergänzungsliteratur beim Auf- und Ausbau der lateinischen Sprachkenntnisse, die im vorausgehenden Praxisjahr oder im 1. Studienjahr des Medizinstudiums erworben werden müssen.

"IMPULS 68": Wie haben Sie den Gesamtaufbau des Wörterbuches gestaltet?

Dr. WAGNER: Dem Einführungsabschnitt folgt der lexikalische Hauptteil, der fast 400 Seiten Umfang hat. In ihm werden ca. 9000

Stichwörter etymologisch (sprachkundlich) und fachwissenschaftlich in möglichst knapper Form erklärt. Wir waren bestrebt, bei der Auswahl der Wörter vor allem solche aufzunehmen, die zum Grundwissen gehören, also auch in den Oberschulbüchern und im Biologieunterricht vorkommen und ferner im Studium zu den biologischen Grundlagen zählen.

Dr. HENTSCHEL: Die Stichwörter im lexikalischen Hauptteil sind: 1. Zoologische Fachwörter, wobei wir aber auch allgemeinbiologische , anatomische und physiologische Termini aufnahmen; 2. Tiernamen verschiedener Rangstufen, wie Namen von Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen; 3. Kurzbiographien von etwa 200 bedeutenden Zoologen und Medizinern der Vergangenheit undGegenwart.

Dr. WAGNER: Diesem lexikalischen Hauptteil schließt sich ein Verzeichnis "Deutscher Tiernamen" an, in dem der Benutzer den wissenschaftlichen Namen (Gattungsnamen) findet (z.B. bei Bär: Ursus; bei Filzlaus: Phthirius; Madenwurm: Enterobius). Der ermittelte wissenschaftliche Name ermöglicht dann das Nachschlagen im lexikalischen Hauptteil, der speziellere Informationen gibt. So hilft das Verzeichnis deutscher Namen dem, der die wissenschaftlichen Namen noch nicht beherrscht.

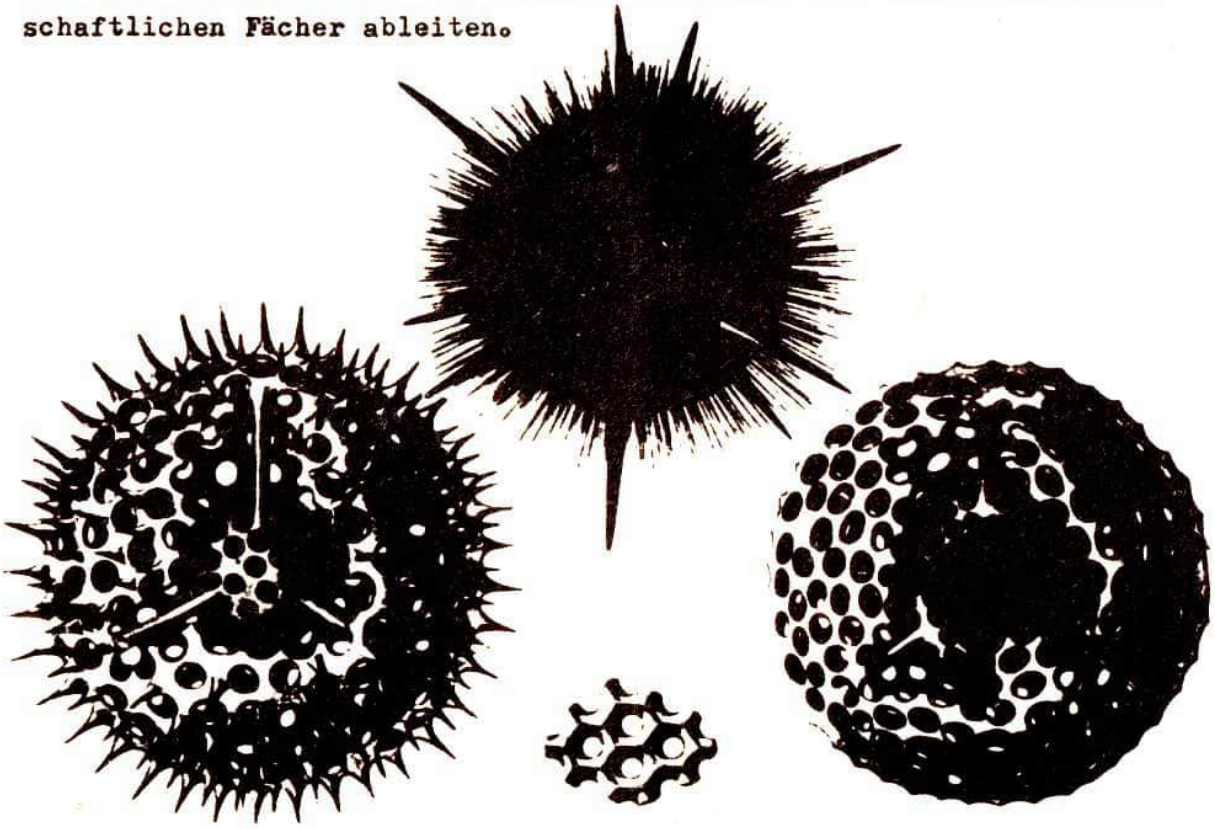
Dr. HENTSCHEL: Das Wörterbuch enthält noch weitere drei Teile, die ich hier kurz erwähnen möchte: - ein Verzeichnis von Autorennamen, also von Personen, die Tiersippen benannten. Man kann sie als "Erstbenenner" bezeichnen. Wir geben in der Regel bei dem Namen die Arbeitsrichtung (Fachgebiet) und die Lebzeit des Autoren an. Man trifft Autorennamen in der Fachliteratur - oftmals auch abgekürzt - hinter den eigentlichen wissenschaftlichen Tiernamen an, so daß ein Nachschlagen hier über Biographisches informiert
- ein Überblick über das System des Tierreiches sowie
- ein Literaturverzeichnis, das vor allem auch Standardwerke, Lehrbücher enthält und somit auf im Studium mehr oder weniger benötigte Bücher orientiert.

"IMPULS 68": Was bewog Sie, ein derartiges Wörterbuch zu verfassen?

Dr. WAGNER: Das ist gewiß eine interessante Frage, die wohl mehrere Ursachen hat. Einmal ist es so, daß seit vielen Jahren - wohl seit 1927 - kein zoologisches Wörterbuch mit sprachkundlichen und

fachwissenschaftlichen Erklärungen verlegt wurde, wenn man von kleineren oder spezielleren Arbeiten absieht. Es bestand also eine Lücke, die auch durch die Bedarfsermittlung des VEB Gustav Fischer Verlages ermittelt wurde. Zum anderen kennen wir aus Erfahrung in der Lehre das Problem der Fachsprache, dessen Lösung echte Vorleistungen bei der Studienvorbereitung erfordert. Es ist wirklich wichtig, daß der Oberschüler mit dem Wissenserwerb in Verbindung mit konkreten Vorstellungen und Fähigkeiten auch solide anwendungsbereite Kenntnisse in der Fachsprache vermittelt bekommt, aber sich diese auch aus eigenem Antrieb aneignen sollte. Das erleichtert den Start im Studium und hilft, Schwierigkeiten beim Übergang von der Erweiterten Oberschule zur Hochschule abzubauen.

"IMPULS"-Redaktion: Wir danken Ihnen, gewiß auch im Namen unserer biologisch, medizinisch und agrarwissenschaftlich interessierten Leser, denen Ihre Antworten eine echte Impulsgebung sein möchten. Auch wir können aus unseren Erfahrungen bestätigen und empfehlen: Die Aneignung biologischer Fachwörter sollte frühzeitig beginnen und organischer Bestandteil des Bildungsprozesses in den oberen Klassen der Oberschule sein. Gleichzeitig geht es aber auch um das Erlernen der Fähigkeit, solche Wissensspeicher wie Lehr- und Wörterbücher, sicher und rasch nutzen zu können. Diese Erkenntnis möchten wir als verallgemeinerte Aussage mit übertragener Gültigkeit für alle naturwissenschaftlichen Fächer ableiten.



Peter Renner
Diplom-Chemiker

Fotografie ohne Silber? (Teil 1)

CHEMIE

Es ist bereits mehr als 150 Jahre her, daß der Franzose JOSÉPH NICEPHORÉ NIEPCÉ das erste Foto der Welt herstellte. In den folgenden anderthalb Jahrhunderten wurden die fotografischen Verfahren ständig weiterentwickelt und vervollkommnet, und heute ist die Fotografie aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Wir wollen bei dem Begriff Fotografie aber nicht nur an unsere Urlaubsschnappschüsse denken! Das ist heutzutage nur eine, wenn auch nicht unwesentliche Anwendung fotografischer Verfahren. In diesem Zusammenhang sei an die Erkundung von Bodenschätzen mit Hilfe von Satelliten und an die Anwendung von Bildaufzeichnungsmaterialien in Technik und Medizin (Röntgen-Platten) erinnert. Auch die Herstellung von Leiterplatten für gedruckte Schaltungen und die Fabrikation von hochintegrierten Schaltkreisen beruhen auf der Anwendung von lichtempfindlichen Stoffen.

Unsere gewöhnliche Schwarz-weiß- und auch Farbfotografie nutzt die Lichtempfindlichkeit von Silberhalogeniden, insbesondere Silberbromid AgBr aus (vgl. hierzu auch Impuls 2. Jg., Heft 3).

Bevor wir uns der Frage nach den silberfreien Aufzeichnungsmaterialien zuwenden, soll das Wesentliche der konventionellen Fotografie mit Silberhalogeniden nochmals kurz vorangestellt werden.

Das Silberhalogenid liegt in mikroskopisch kleinen Kriställchen in einer Gelatineschicht eingebettet. Bei Bestrahlung bilden sich aus den Silberionen des Kristalls Silberatome.

$$Ag^+ + e^- \xrightarrow{h\nu} Ag$$

Da die auf den Film auftreffende Lichtmenge vergleichsweise

klein ist, werden pro AgBr-Kristall nur wenige Silberatome an den belichteten Stellen gebildet. Das so entstandene latente (unsichtbare) Bild muß durch einen nachträglichen Verstärkungsprozeß noch sichtbar gemacht werden. Diesen Verstärkungsprozeß nennen wir "Entwickeln". Dabei werden die restlichen Silberionen der vom Licht getroffenen AgBr-Kristalle mit Hilfe von Reduktionsmitteln in Silberatome umgewandelt. Diese Reduktionsmittel sind im Entwickler enthalten. Ein häufig verwendeter Bestandteil fotografischer Entwickler ist das Hydrochinon, welches in alkalischer Lösung stark reduzierend wirkt.

Das Entscheidende bei der Entwicklung ist aber, daß das gebildete metallische Silber die weitere Reduktion katalytisch beschleunigt; man spricht in diesem Fall von einer Autokatalyse. Und dies ist auch der Grund für die hohe Empfindlichkeit der Silberhalogenidfotografie, denn durch die Entwicklung wird eine bis 10^8fache Verstärkung des bei der Belichtung erzeugten latenten Bildes erreicht.

Ist dies nun die einzige Möglichkeit, Bilder fotografisch aufzuzeichnen? Mit dieser Frage beschäftigen sich Wissenschaftler in der ganzen Welt, denn es ist eine Tatsache, daß das Edelmetall Silber, mit dem die herkömmliche Fotografie steht und fällt, auf der Welt immer knapper und damit auch immer teurer wird.

Man kann das Silber durchaus zu den seltenen Elementen unserer Erde zählen. So beträgt der durchschnittliche Silbergehalt der festen Erdkruste 0,1 Gramm pro Tonne. In der gleichen Häufigkeit kommen Quecksilber, Jod, Wismut, Cadmium, Indium und Selen vor. Hingegen beträgt der Durchschnittsgehalt an Yttrium und Neodym 10 bis 50 Gramm pro Tonne, also 100 mal mehr als Silber. Weiterhin muß man daran denken, daß die fotografische Industrie nicht der einzige Verbraucher von Silber ist. Große Mengen dieses Edelmetalls werden zur Herstellung chemischer Geräte

und von Spiegeln, in der Elektrotechnik und auch in der Pharmazie verwendet. 1970 betrug der Weltverbrauch an Silber für fotografische Zwecke etwa 3 000 Tonnen. Eine Großfirma wie Eastman-Kodak verbraucht alljährlich 1100 Tonnen Silber. Von 1968 bis 1973 stieg der Silberpreis um 24 % an.
Einen weiteren wichtigen Fakt dürfen wir nicht vergessen: Das in den Fotos enthaltene Silber geht uns für immer verloren. Desto wichtiger ist die Rückgewinnung des in den verbrauchten Fixierbädern enthaltenen Silbers.

Aus den genannten Gründen wird die Suche nach neuen fotografischen Verfahren begreiflich, ja sogar zu einer notwendigen Konsequenz. Wir wollen deshalb im folgenden einige Verfahren vorstellen, die ohne Silberhalogenid arbeiten. Man bezeichnet sie auch als NHS - (nicht-halogen-silber) - Verfahren.

Vergleicht man die NHS-Verfahren mit der herkömmlichen Silberhalogenidfotografie, so ergeben sich sowohl Nachteile wie auch Vorteile.
Der wohl entscheidendste Nachteil aller NHS-Verfahren ist die um 5 bis 8 Zehnerpotenzen geringere Empfindlichkeit, die bei der AgX-Fotografie, wie bereits oben erwähnt, auf der Verstärkung durch die autokatalytische Wirkung des metallischen Silbers beruht. Es läßt sich deshalb mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß in absehbarer Zeit vom Silberhalogenid für Primäraufzeichnungsmaterialien nicht wegzukommen ist. Eine Tendenz der gegenwärtigen Forschung ist die Reduzierung des Ag-Anteils in den klassischen AgX-Schichten.
Die NHS-Materialien kommen also vorwiegend für Dupliziermaterialien in Frage, da man beim Reproduktionsprozeß mit starken Kunstlichtquellen arbeiten kann und auch längere Belichtungszeiten zu verkraften sind.
Dem Nachteil der geringen Empfindlichkeit stehen auch einige bedeutende Vorteile gegenüber. An erster Stelle ist hier die Kornlosigkeit der NHS-Materialien zu nennen, denn die hierfür benutzten Substanzen liegen nicht kristallin in der Schicht vor, sondern in molekulardisperser Verteilung. Daraus resultiert die Anwendung für Mikroaufzeichnungsmaterialien.

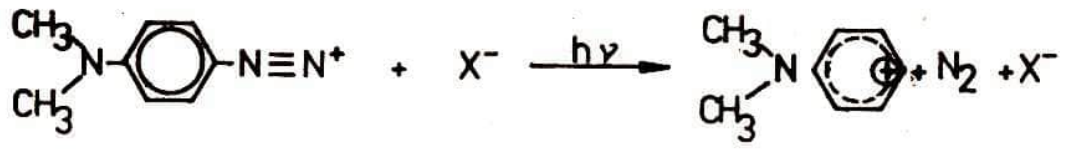
Ein zweiter Vorteil ist die einfache Entwicklung. Eventuell wird es möglich sein, auf einen Naßprozeß, wie bei der klassischen Fotografie, zu verzichten .

Und als dritter Vorteil ist die große mechanische Festigkeit der Schichten zu nennen (man braucht nicht in Gelatine einzubetten). So können mit geeigneten Verfahren auch Druckstöcke hergestellt werden.

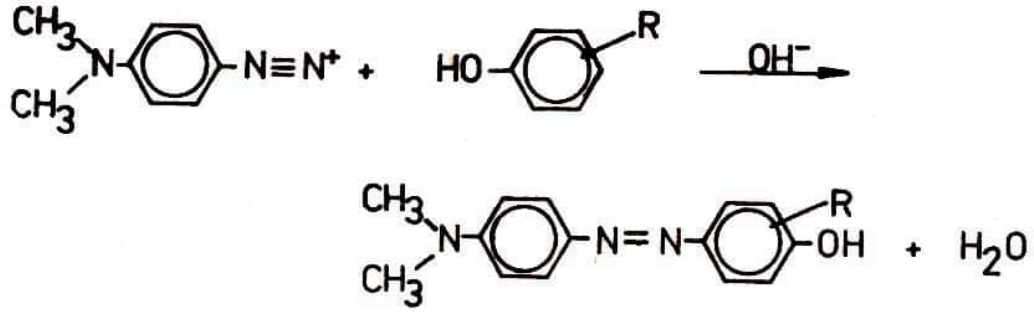
Im folgenden sollen nun einige Möglichkeiten der Bildaufzeichnung mit NHS-Materialien und die dabei stattfindenden chemischen Vorgänge vorgestellt werden. Ausklammern wollen wir dabei die fotophysikalischen Verfahren (Elektrofotografie, Xerox-Verfahren) (hierzu s. Impuls 8. Jg. H. 8).

1. Diazo-Prozeß

Hinter dem Diazo-Prozeß verbirgt sich jenes Verfahren, welches den meisten von uns unter der Bezeichnung "Lichtpausen" bekannt ist.
Es nutzt die Lichtempfindlichkeit von Diazoniumsalzen aus, welche sich bei der Reaktion zwischen aromatischen Aminen und salpetriger Säure bilden. Bei Lichteinwirkung zersetzen sie sich unter Abspaltung von molekularem Stickstoff.

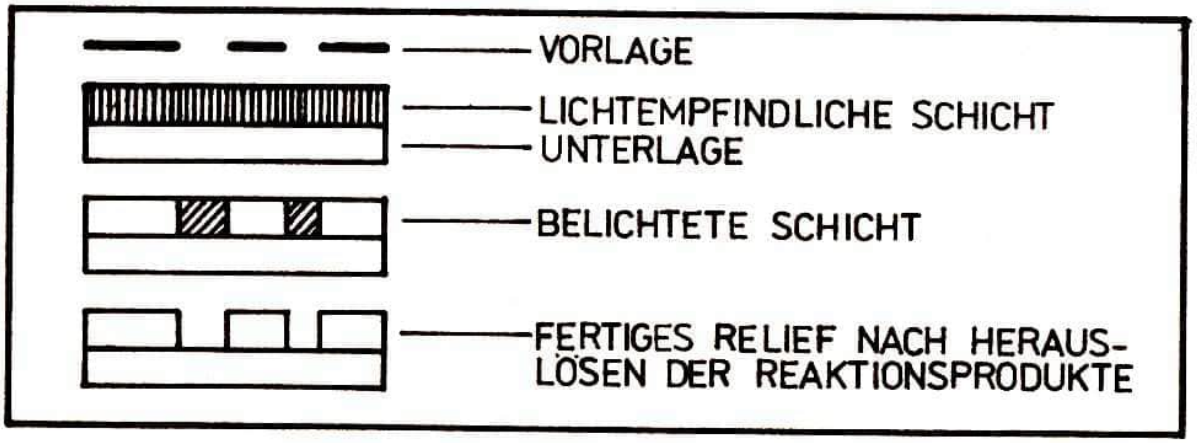


Die lichtempfindliche Schicht, die auf Papier aufgetragen ist, enthält weiterhin einen sogenannten Kuppler. Das ist eine phenolische Verbindung, die mit dem <u>unzersetzten</u> Diazoniumsalz einen Atofarbstoff bildet.



Die Schicht enthält weiterhin eine organische Säure, welche verhindert, daß eine vorzeitige Kupplung in der unbelichteten Schicht stattfindet, denn die Kupplungsreaktion kann nur im basischen Medium ablaufen. Zur Entwicklung räuchert man nun in Ammoniak und macht damit alkalisch. Es entsteht an den unbelichteten Stellen der Farbstoff, man erhält also ein positives Bild. Das Verfahren eignet sich vornehmlich für die Reproduktion von Strichvorlagen (also Schrift und Zeichnungen), nicht aber für Halbtonreproduktionen (Bilder).

Trotz ihrer recht geringen Empfindlichkeit besitzt die Diazotypie eine große Bedeutung für die Herstellung von Druckstökken. Dies geschieht folgendermaßen:
Die lichtempfindliche Schicht ist auf eine Aluminium- oder Papierunterlage aufgetragen. Nach Auflegen der Vorlage wird belichtet. An den belichteten Stellen bilden sich aus den Diazoniumsalzen Folgeprodukte, die in einem nachfolgenden Prozeß mit Lauge ausgewaschen werden können. Zurück bleibt ein Positiv-Reliefbild, mit welchem gedruckt werden kann.



Die Vorteile für die Polygrafie liegen auf der Hand:
- kein Setzen von Hand oder mit Maschine
- geringe Masse der Druckplatten
- hohe Qualität

Auf ganz analoge Weise werden Ätzschablonen zur Herstellung von gedruckten Schaltungen angefertigt.

2. Vesicular-Verfahren

Das Vesicular-Verfahren nutzt auch die Lichtempfindlichkeit

von Diazoniumsalzen aus, welche aber hier in einer thermoplastischen Matrix eingebettet sind. Bei der Belichtung bildet sich wiederum Stickstoff. Die belichtete Schicht wird nun bis kurz unterhalb des Erweichungspunktes erwärmt. Dabei bilden sich kleine Gasbläschen von etwa 0,1 µm Durchmesser. An diesen Bläschen wird das Licht stark gestreut. Betrachtet man solch ein Bild im Durchlicht, d. h. man hält es vor eine Lichtquelle, so erscheint es als Negativ. Beleuchtet man es jedoch von oben, so sieht man ein positives Bild.
Die Auflösung ist sehr hoch, und die Empfindlichkeit ist größer als beim Diazoprozeß.

Fortsetzung im nächsten Heft

SI · Internationales Maßeinheitensystem · SI

VORSÄTZE FÜR TEILE UND VIELFACHE VON EINHEITEN PHYSIKAL. GRÖSSEN

VORSATZ VORSATZ-ZEICHEN FAKTOR	EXA E 10^{18}	PETA P 10^{15}	TERA T 10^{12}	GIGA G 10^{9}	MEGA M 10^{6}	KILO k 10^{3}	(HEKTO) h 10^{2}	(DEKA) da 10^{1}
	(DEZI) d 10^{-1}	(ZENTI) c 10^{-2}	MILLI m 10^{-3}	MIKRO µ 10^{-6}	NANO n 10^{-9}	PIKO p 10^{-12}	FEMTO f 10^{-15}	ATTO a 10^{-18}

Die Namen von Teilen und Vielfachen von Einheiten werden gebildet, indem man die Vorsätze und die Einheiten miteinander verbindet, z.B. Teraohm, Kilogramm, Millimeter.
Die Einheitenzeichen von Teilen und Vielfachen von Einheiten werden gebildet, indem man die Vorsatzzeichen und die Einheitenzeichen miteinander verbindet, z.B. TΩ, kg, mm. Es ist jeweils nur ein Vorsatzzeichen erlaubt, z.B. GW und nicht kMW.
Die eingeklammerten Vorsätze sind nur in Verbindungen zulässig, die schon gebäuchlich sind, z.B. cm, dm, cl, dt, ha und nicht z.B. cV.

Prof. I. B. Zeldovich
Prof. E. Schmutzer

Aktuelles zum Bau des Weltalls (Teil 1)

Das Studium des Weltalls als Ganzes bildet den Gegenstand der Kosmologie. Dieser Teil der astronomisch-astrophysikalischen Wissenschaft entwickelte sich langsamer als die stellare Astronomie. Fast jeder Schritt vollzog sich vergleichsweise schwieriger, langwieriger und komplizierter. Die wissenschaftliche Grundlage der Kosmologie wurde 1915 von Albert Einstein durch die Schaffung seiner Gravitationstheorie im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie gelegt. Die erste Anwendung dieser Theorie auf den Kosmos verdanken wir dem Petrograder Mathematiker A. Friedman, der 1922 seine interessante mathematische Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen der Gravitation gefunden hat.

Gerade das jetzt sich dem Ende zuneigende Jahrzehnt der siebziger Jahre dieses Jahrhunderts zeichnet sich durch eine herausragende Erkenntnisdichte auf kosmologischem Gebiet aus. Bekanntlich bilden das Sonnensystem und die uns umgebenden Sterne zusammen unsere Galaxis (Milchstraße). Der erste Schritt der Kosmologie bestand nun in der Entdeckung anderer Galaxien, ähnlich unserer, und im Bewußtsein der Tatsache, daß der grenzenlose Weltenraum von solchen Galaxien erfüllt ist. Im Mittel über weite Räume ist die Dichte der Galaxien nahezu gleich (Homogenität), und es ist keine Richtung des Weltalls besonders ausgezeichnet (Isotropie). Diese beiden Eigenschaften wurden von dem amerikanischen Astrophysiker Edwin Hubble 1929 anhand eines umfangreichen statistischen Materials, bezogen auf den damals zugänglichen Erfahrungsraum, entdeckt. Sie spielen für die Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen eine ganz besondere Rolle, weil unter diesen Annahmen die Differentialgleichungen einer analytischen mathematischen Behandlung zugänglich werden.

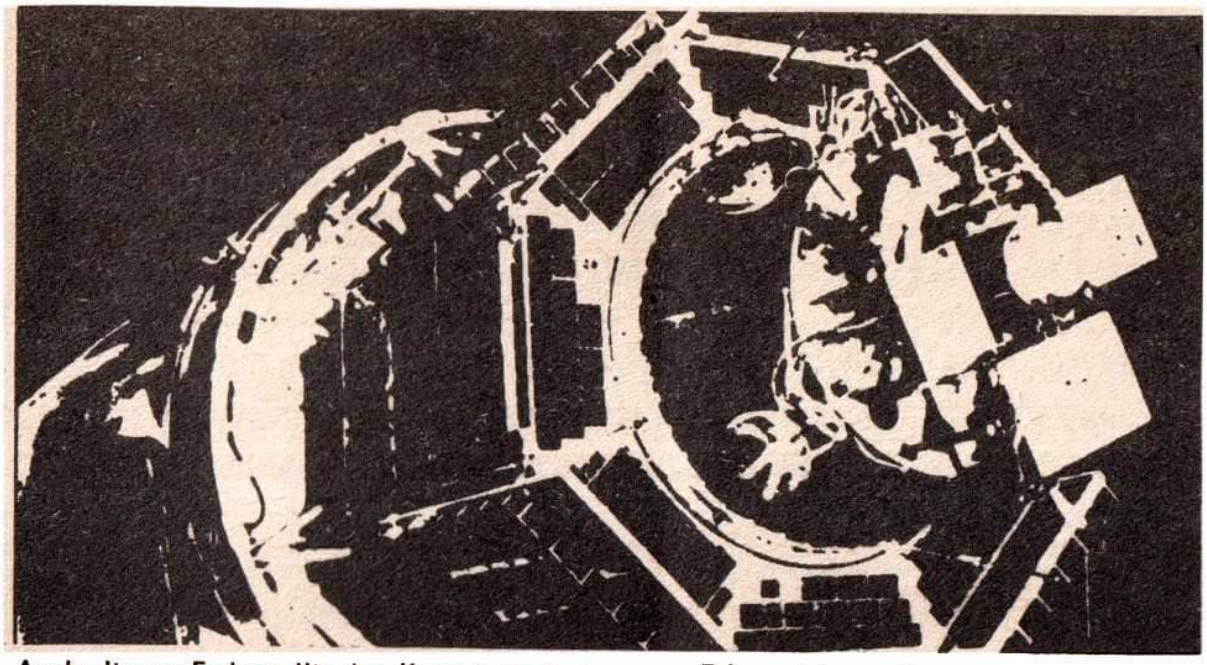
Prof. J. B. Zeldovich, Institut für Weltraumforschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau

Prof. E. Schmutzer, Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Der nächste grandiose Schritt in der Kosmologie ist mit der Frage nach der Evolution des Weltalls verbunden. Die theoretische Behandlung dieser Aufgabenstellung auf der Basis der Einsteinschen Gravitationstheorie bei Annahme von Homogenität und Isotropie des Kosmos gelang dem bereits oben erwähnten A. Friedman im damals durch die Kämpfe mit den in- und ausländischen Interventen ausgehungerten Petrograd. Dabei zeigte sich, daß im Unterschied zu Einsteins ursprünglicher statischer Konzeption (Einstein-Kosmos) der physikalisch realistischeren Friedman-Lösung (Friedman-Kosmos) eine Grundsatzbedeutung zukommt. Die innere Struktur der Einsteinschen Feldgleichungen als dem Naturgesetz von der universellen Gravitationswechselwirkung schließt danach zwangsläufig die Unmöglichkeit von Ruhe und Gleichgewicht des Kosmos ein. Sie determiniert die Expansion des Kosmos als ein allgemeines Entwicklungsphänomen. Durch die Untersuchung der Spektren des Lichtes, welches von entfernten Galaxien ausgesandt wird, konnte der oben bereits zitierte E. Hubble in der Tat im selben Jahre 1929 nachweisen, daß die Linien eine Rotverschiebung als Folge der Weltexpansion zeigen ("Nebelflucht"). Dieser empirische Befund paßte ausgezeichnet zur Friedmanschen kosmologischen Lösung.

Der nächste große empirische Fortschritt auf dem Gebiet der Kosmologie gelang den Amerikanern A. A. Penzias und E. W. Wilson 1965 durch die Entdeckung eines isotropen elektromagnetischen Hintergrundstrahlungsfeldes im Kosmos, dem eine absolute Temperatur von 2,65 Kelvin zuzuordnen ist (da die ersten Messungen 3 Kelvin konstatierten, nannte man diese Strahlung anfangs 3-Kelvin-Strahlung). Diese Mikrowellenstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 1 mm bis 50 cm. Ihre Intensität übersteigt um ein Vielfaches das, was aus der Summe der bekannten einzelnen Strahlungsquellen (Sterne, Galaxien usw.) zu erwarten war. Die eingehende Erforschung dieser Strahlung bestätigte glänzend die These von dem expandierenden Universum, welches vor etwa 15 bis 20 Milliarden Jahren aus einem superdichten, extrem heißen Zustand der Materie hervorgegangen ist. Oft wird für diesen Akt des Expansionsbeginnes, der keineswegs den Schluß auf eine Weltschöpfung zu diesem Zeitpunkt

zuläßt, das bildhaft anschauliche Wort "Urknall" (Big Bang) verwendet. Insbesondere die sowjetische Schule der relativistischen Astrophysik an der Akademie der Wissenschaften in Moskau hat sich große Verdienste bei der Erforschung des Verhaltens des "heißen Weltmodells" in den ersten Bruchteilen von Sekunden nach dem sogenannten Urknall erworben.
Weil bei diesen Betrachtungen die Evolution im Vordergrund steht, die sich im Laufe der Zeit im Weltall vollzieht, sollte man statt von "Weltbild" eher von "Weltszenarium" sprechen.
Im folgenden seien die wichtigsten Züge des heißen Weltmodells skizziert.



Auch dieser Erdsatellit der Kosmosserie trug zur Erkenntnisgewinnung über das Weltall bei

Das Stadium, das dem Expansionsbeginn vorausging, soll hier nicht näher betrachtet werden, da darüber vorläufig nur Spekulationen angestellt werden können. Die Lösungen der Einstein-Gleichungen lassen zwar auf eine Weltkontraktion schließen, aber diese Hypothese wirft sofort viele neue prinzipielle Fragen auf, die bisher nur vage beantwortet werden können.

Zur unmittelbar an den Expansionsbeginn anschließenden Phase des Kosmos läßt sich sagen, daß Massendichte, Expansionsgeschwindigkeit und Temperatur unvorstellbar groß waren. Diese Größen fielen aber extrem schnell ab. Zum Beispiel betrugen nach der ersten Sekunde nach Expansionsbeginn die Massendichte eine halbe Tonne pro Kubikzentimeter und die Temperatur 10 Milliarden Grad.

Die Kernreaktionen in diesem Stadium führten zur Bildung von Helium, aber der größte Teil des Stoffes blieb im Zustand von Wasserstoff. Dabei traten schwerere Elemente wie Kohlenstoff noch nicht auf. Viel später, nachdem die Temperatur auf weniger als 400 Grad gefallen war, entstanden Atome, und es begann die Bildung von Galaxien - und noch später die von Sternen.

Die experimentellen Beobachtungen fügen sich gut in dieses Bild ein, so daß man diese Etappe der Evolution des Kosmos als im Prinzip verstanden betrachten kann, wenn auch viele Detailfragen noch zu klären bleiben.

Was ist nun von der weiteren Entwicklung der Kosmologie zu erwarten?

Gehen wir von der physikhistorischen Erkenntnis aus, daß gesicherte neue Theorien gesicherte frühere Theorien nicht einfach verwerfen, sondern vielmehr deren Gültigkeitsbereich fixieren und sie als Spezialfälle in den neuen Rahmen einordnen, so können wir absehen, daß die Entwicklung der Kosmologie über das heiße Weltmodell zu einer weiteren Verfeinerung fortschreiten wird. Vor den Forschern stehen riesige Perspektiven harter, aber mit Begeisterung betriebener Arbeit. Die Theorie des heißen Weltalls ist nur der Ausgangspunkt, nur das Fundament, aber nicht das Gesamtgebäude der Kosmologie.

Entwicklungstabelle zum heißen Weltmodell (grobe Zahlenwerte)

Zeit nach dem sog. Urknall	Temp. in Kelv.	Massendichte in g/cm^3	Zustand der kosmischen Materie
einige Sekunden	10^{10}	10^{5}	Photonen, Neutrinos, Elektronen, Positronen, Protonen, Neutronen
1000 Sekunden	10^{9}	10^{-1}	primordiale Elementenbildung: D, Tr, He
10^{5} Jahre	10^{3}	10^{-20}	Beginn der Stoffdominanz
10^{9} Jahre	10	10^{-28}	Entstehung der Sterne, Galaxien, Cluster
10^{10} Jahre (Gegenwart)	3	etwa 10^{-30}	heutiger Zustand

Mit freundlicher Genehmigung der "Urania" aus Heft 3/77

Fortsetzung im nächsten Heft

Dr. Ernst Heumann, Sektion Physik der FSU Jena

Das Experiment (Teil 2 und Schluß)

Um den Grad der Erkenntnis eines Experimentes richtig abschätzen zu können, muß man sich mit seinen Wesenseigenschaften vertraut machen. Als sehr wichtige und vorrangige Eigenschaft steht dabei die Trennung des Wesentlichen vom Unwesentlichen. Es ist nicht möglich, die Vielfältigkeit und Kompliziertheit der Naturerscheinungen in Experimenten zu verwirklichen. Das ist auch nicht der Sinn der Experimentalwissenschaften. Vielmehr ist es Aufgabe des Experimentators, den Gegenstand zu verändern und mit der Versuchsanordnung eine günstige Abstraktion des wahren Naturvorganges zu schaffen, die die Lösung des Problems verhältnismäßig einfach und doch exakt werden läßt. Nur so ist es möglich, innere Beziehungen genau zu erkennen und sie theoretisch in übersichtliche mathematische Formen zu bringen.

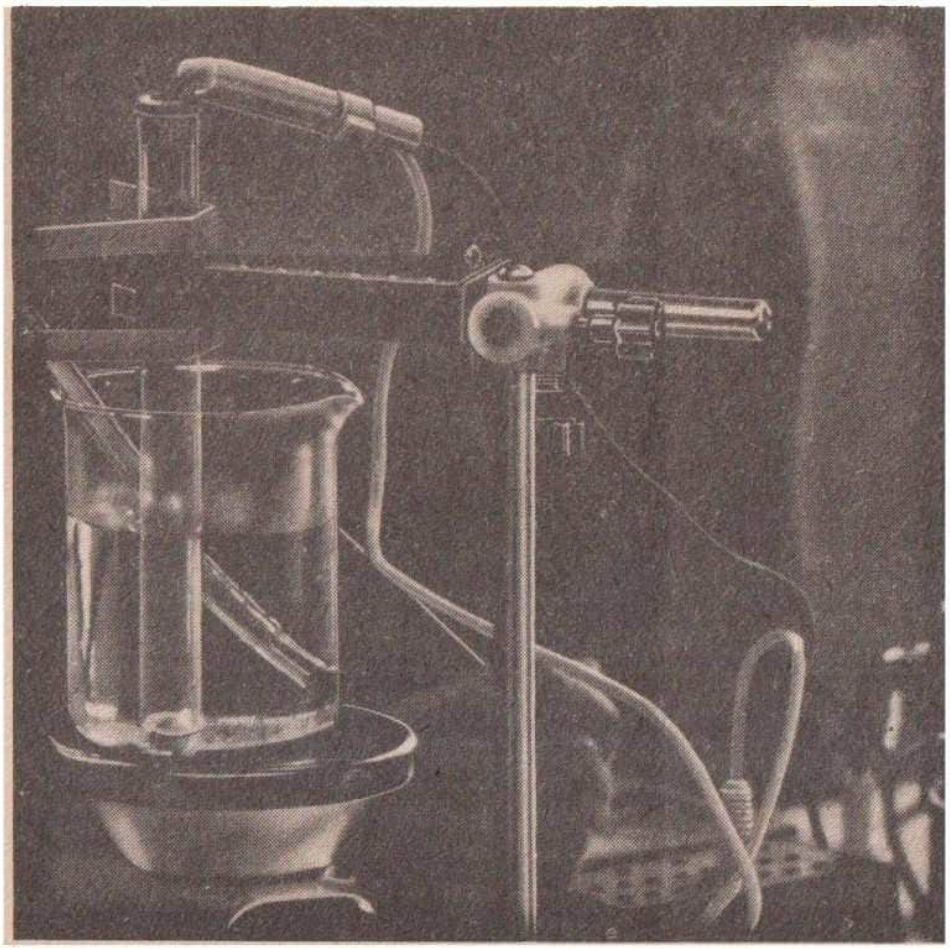
Für die Begründung der klassischen Mechanik war eine ungeheure Anzahl von Experimenten notwendig. Bei all diesen Versuchen wurde die Reibung als unwesentlich erkannt und durch Veränderung der Versuchsbedingungen so weit wie möglich isoliert. Aus der Erkenntnis der inneren Beziehungen zwischen potentieller und kinetischer Energie aller Systeme folgte die theoretische Formulierung und die mathematische Ableitung des klassischen Energiesatzes. Später begann man, sich auch mit dem Problem der Reibung näher zu beschäftigen. Es wurden Experimente zur Erzeugung von Wärme durch mechanische Arbeit gegen Reibungskräfte durchgeführt, die in letzter Konsequenz zum allgemeingültigen Energieerhaltungssatz führten.

Weitere Merkmale des Experiments sind: die Auslösung der Ursache einer bewußt angeordneten Folge von Ereignissen, Beobachtung ihrer Wirkung und die Kontrollierbarkeit experimen-

teller Bedingungen. Nehmen wir den einfachsten Fall. Unsere Versuchsanordnung sei beispielsweise eine schiefe Ebene, an deren oberem Ende eine Kugel im Ruhezustand verharrt. Eine bestimmte Ursache wird ausgelöst, indem wir der Kugel den Weg freigeben. Die beobachtete Wirkung ist das Abrollen der Kugel, dessen Gesetzmäßigkeit wir erkennen können, wenn wir nach verschiedenen Strecken die Abrollzeiten messen. Die genaue Kontrollierbarkeit der Bedingungen während des Abrollens der Kugel ist durch eine Gradeinteilung gegeben, mit deren Hilfe der Anstellwinkel der schiefen Ebene während des Experiments konstant gehalten werden kann.
Das ist nun ein sehr simples Beispiel, aber es sei darauf hingewiesen, daß sehr viele Experimente der klassischen Physik einen ähnlich hohen Grad der Kontrollierbarkeit zuließen. In der modernen Physik ist es weitaus schwieriger, die experimentellen Bedingungen so exakt wie möglich zu kontrollieren. Der Grad der Kontrollierbarkeit ergibt sich heute daraus, in welchem Maße bereits bekannte und technisch beherrschte Naturgesetze vom Wissenschaftler für die bewußt angeordneten experimentellen Bedingungen ausgenutzt werden können und inwieweit sie mit den noch nicht bekannten Gesetzmäßigkeiten im Zusammenhang stehen. Durch die sich immer mehr abzeichnende Automatisierung und Selbstregulierung moderner physikalischer Experimente wird es möglich, den Grad der Kontrollierbarkeit, den Experimente in der klassischen Physik besitzen, wieder zu erreichen bzw. ihn zu übertreffen.

Allen Experimenten ist aber das allgemeine Merkmal der Beobachtbarkeit des experimentell Bedingten eigen. Der Grad dieser Beobachtbarkeit ist mit der Entwicklung der Physik Veränderungen unterworfen. Das zeigen sogar schon Experimente aus der klassischen Experimentalphysik. So ergaben Versuche von Meyer und Maxwell, daß die innere Reibung der Atome bzw. Moleküle vom Druck des Gases unabhängig sein muß, jedoch mit steigender Temperatur erheblich zunimmt. Obwohl noch keine der von der kinetischen Gastheorie berechneten Größen unter experimentellen Bedingungen direkt beobachtet worden war, kam Maxwell zu einem Gesetz, das die Geschwindigkeitsverteilung der Moleküle eines Gases unter den verschiedensten Bedingungen beinhaltet. Erst nach der Entwicklung der Moleku-

larstrahlungsmethode gelang es Otto Stern (1920), bei Geschwindigkeitsmessungen von Elektronenstrahlen zu einem experimentell beobachtbaren Ergebnis zu kommen, das dem Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilungsgesetz entsprach. Ebenso weist die Geschichte der modernen Experimentalphysik auf wechselnde Veränderungen des Grades der Beobachtbarkeit hin.



„Das Experiment" (Foto: P. Liemen)

Die Genauigkeit der Kontrollierbarkeit experimenteller Bedingungen und der Grad der Beobachtbarkeit des experimentell Bedingten haben entscheidenden Einfluß auf den Erkenntniswert des Experiments. Physikalische Gesetze, die als Folge des Erkennens innerer Beziehungen eines Systems den quantitativen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen beschreiben, sind nicht absolut genau; ihre Genauigkeit entspricht stets dem Entwicklungsgrad von Wissenschaft und Technik zu dieser Zeit. Der approximative Charakter der physikalischen Gesetze setzt ihren objektiven Wert jedoch nicht herab. Sie drücken die objektiven Eigenschaften der Materie, wenn auch nicht genau, so doch annähernd und relativ richtig aus. Ihr

Genauigkeitsgrad erhöht sich in dem Maße, wie die Erschliessung der uns umgebenden Natur fortschreitet. Die Wissenschaft gibt auf der jeweiligen Stufe ihrer historischen Entwicklung ein annäherndes Abbild von der Wirklichkeit. Dieses wird mit der Zeit vollkommener und spiegelt immer besser die objektiven Zusammenhänge der Welt wider, einer Welt, die in ihrer Gesamtheit unerschöpflich bleibt und stets neue Rätsel zu lösen haben wird. Lenin sagt: "Der Materialismus besteht eben darin, daß die Theorie als Abbild, als annähernde Kopie der objektiven Realität anerkannt wird".

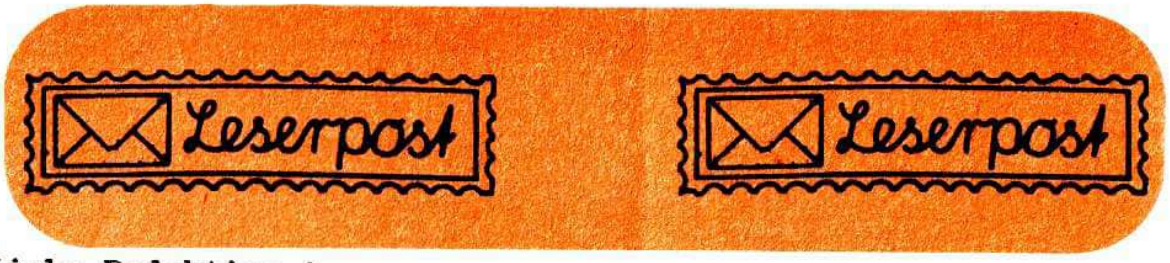
Auf dem Weg zu immer höherer Erkenntnis ist es notwendig, daß Erfahrung, experimentelle Forschung und Theorie Hand in Hand gehen. Oft schon wurde in Experimenten sowohl der klassischen als auch der modernen Physik nicht nur eine Hypothese bestätigt, sondern die Ergebnisse führten über die anfänglichen Darstellungen hinaus. Auch darin zeigt sich der große Wert der experimentellen Methode. Der Wissenschaftler wird auf Grund der Resultate angeregt, das Problem theoretisch exakt zu verarbeiten. Im Jahre 1887 entdeckte Heinrich Hertz den lichtelektrischen Effekt. Er beruht darauf, daß bei Bestrahlung verschiedener Festkörper (vor allem Metalle) die Elektronen zu größerer Beweglichkeit angeregt werden, bzw. sogar aus der Oberfläche austreten können. So weit war Hertz in seiner ursprünglichen Darstellung dieser Erscheinung gekommen. Versuche, die später von Lenard und Einstein durchgeführt worden sind, zeigten, daß diese einfache Erklärung des Effektes Probleme barg, die mit den Mitteln der klassischen Physik unlösbar schienen. Bei Einstrahlung von monochromatischem Licht auf Metalle und Geschwindigkeitsmessungen der austretenden Elektronen erhielt man ein unerwartetes Ergebnis. Dabei zeigte sich, daß die Höchstgeschwindigkeit durch stärkere Einstrahlung in keiner Weise beeinflußt werden konnte. Zu einer bestimmten Wellenlänge gehörte eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit. Sollte diese anwachsen, so war es erforderlich, Licht von kleinerer Wellenlänge zu benutzen. Das ist nur eine der mannigfaltigen Eigenschaften, die der Effekt zeigte.
Sehr bald aber wandte Einstein die Plancksche Quantentheorie auf das Licht an und schuf die Lehre von den Lichtquanten

bzw. Photonen. Dadurch war es ihm möglich, den Photoeffekt in seiner ganzen Tragweite zu erklären und theoretisch zu begründen.

Ohne hier tiefer in das Problem einzudringen, zeigt die Betrachtung doch, wie beträchtlich ein Experiment über hypothetische Darstellungen hinausführen kann, da es in der Natur nun eben auch Zusammenhänge gibt, die sich einer unmittelbaren Beobachtung entziehen und die der Mensch nur mit Hilfe von Experimenten zu erkennen und zu deuten weiß. Das ist wiederum ein Exempel für den großen Wert des Experiments innerhalb des Erkenntnisprozesses, ohne das eine exakte Wissenschaft heute nicht mehr auskommt, ja gar keine exakte Wissenschaft sein kann.

Auch heute muß jeder Wissenschaftler bestrebt sein, in aufopferungsvoller selbstloser Tätigkeit der Natur Erkenntnisse abzuringen und diese materialistisch zu interpretieren, ohne sich idealistischen Spekulationen hinzugeben. Der Wert der Erkenntnis wird heute dadurch bedeutend erhöht, daß die experimentelle Forschung in engster wechselseitiger Beziehung zur Praxis steht.

Schluß des Artikels



Liebe Redaktion !

Wie ich bereits in meinem letzten Brief geschrieben hatte, fand in der Zwischenzeit das Pausengespräch mit impuls-Lesern verschiedener Klassen unserer Schule statt. Es wurden viele einzelne Meinungen geäußert, die ich hier zusammengefaßt wiedergeben möchte:

- die Zeitschrift spricht durch ihre Vielseitigkeit im Großen und Ganzen den Leserkreis an
- einige Schüler der unteren Klassenstufen finden manche Beiträge "zu hoch"
- viele Beiträge sind so gehalten, daß sie auch zur Erweiterung des Unterrichtsstoffes dienen können

- kürzere Beiträge sprechen mehr an, sie könnten z.B. wie das Urania-Mosaik gestaltet werden
- es könnten die Darstellung verschiedener Berufsbilder und die Perspektive verschiedener Wissenschaftszweige aufgenommen werden, um Hinweise für Studienrichtungen zu geben

Ich hoffe, daß ich Ihnen damit einen Hinweis für die weitere Gestaltung Ihrer Zeitschrift geben konnte.

Mit freundlichen Grüßen !

G.Werner

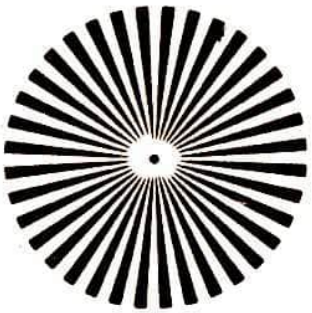
Liebe Leser !

Sollte unser Leser G. Werner der einzige sein, der Vorschläge zum Inhalt unserer Zeitschrift hat ? Wir glauben es nicht !

Bitte, liebe Leser, schreiben Sie uns Ihre Meinung zum Inhalt von "impuls 68". Sie helfen damit uns und gleichfalls sich selbst; z.B. nachfolgender Teil "Unsere Aufgabe" wurde auch durch Anregung unserer Leser aufgenommen. Es lohnt sich also zu schreiben.

Ihre Redaktion "impuls 68"

Unsere Aufgabe 25



Wie bestimmt man die Lage des Schwerpunktes eines glatten Stabes, ohne dabei irgendwelche Instrumente zu verwenden ?

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

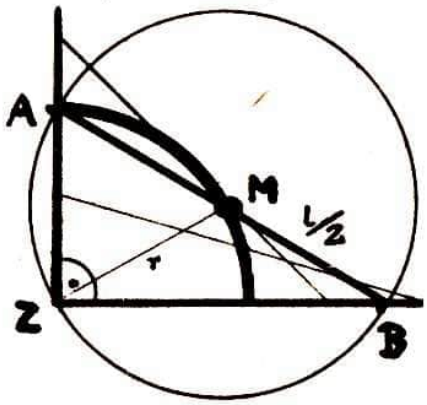
lösung der aufgabe 20 aus heft 9/10/10.jg

aufgabe:

Ein Stab gleitet an einer Wand nach unten ab. Auf welcher

Bahn bewegt sich der Mittelpunkt M dieses Stabes ?

lösung: eingesandt von Matthias L e d e r e r , Merkers/Rhön



1.Bestimmung von $\overline{ZM}$: a)ist M Mittelpunkt von AB=l, so ist M auch Mittelpunkt des Kreises über $\overline{AB}$ mit dem Radius r=l/2, b)aus der Skizze ist ersichtlich, daß $\sphericalangle(AZB)=90^\circ$, nach Satz des Thales liegt Z auf der Peripherie dieses Kreises und $\overline{ZM}$=r=l/2=const. für jede Lage d.Stabs.
2.Bestimmung der Bahn von M: da $\overline{ZM}$=const. ➡ M bewegt sich auf einem Viertelkreis um Z mit Radius r=l/2=ZM .

lösung der aufgabe 21 aus heft9/10/10.jg.

aufgabe:

Warum fallen zwei Kugeln (eine aus Blei, eine aus Holz) im lufterfüllten Raum unterschiedlich schnell, wo sie doch bekanntlich im Vakuum gleichschnell fallen ? (gekürzt)

lösung:

Auf Grund der geringen Einsendungen zu dieser Aufgabe werden wir selbst eine Antwort geben:

Im Vakuum gilt nach dem Energieerh.-satz der Mechanik für bel. Körper: $W_{pot} = W_{kin}$, also $mgh = 1/2\ mv^2$ und daraus

$v = \sqrt{2gh}$, - v ist also unabhängig von der Masse m der Körper ! (v-Geschwidigkeit beim Fall, g-Erdbeschleunigung, h-Fallhöhe, m-Masse, W-Energie).

In Luft oder anderen die Körper umströmenden Medien wirken jedoch noch zusätzliche, der Fallbeschleunigung entgegengesetzte (nach Richtung!) Kräfte: der Auftrieb F_a und die Reibungskraft F_r .

Der Auftrieb $F_a = \varrho_M\ gV$ ist nur von ϱ_M und V abhängig, die jedoch in unserem speziellen Beispiel der Blei- und Holzkugel gleich sind; F_a kann also vernachlässigt werden. Für die Reibungskraft gilt: $F_r = 1/2\ C_w \varrho_M v^2 A$ (mit ϱ_M-Dichte des umströmenden Mediums, V-Volumen, C_w-Widerstandszahl körperformabhängig, A-Projektionsfläche des umströmten Körpers auf eine Ebene senkrecht zur Richtung der Fallgeschwindigkeit, v-Fallgeschw., g-Fallbeschleunigung).
C_w, A und ϱ_M sind wieder für beide Kugeln gleich ! (1)
Die Kugeln fallen so lange beschleunigt, bis die Reibungskraft gleich dem Gewicht betragsmäßig ist, danach fallen sie mit konstanter Geschwindigkeit, die sich folgendermaßen berechnen läßt: $mg = 1/2\ C_w \varrho_M v^2 A$ und daraus $v^2 = \frac{2\,m\,g}{C_w \varrho_M A}$. Danach und nach (1) ist die Fallgeschwindigkeit also $v^2 \sim m$.
das bedeutet aber nichts anderes als daß Körper mit höherer Masse (Bleikugel) schneller fallen als solche mit geringerer Masse (Holzkugel).

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

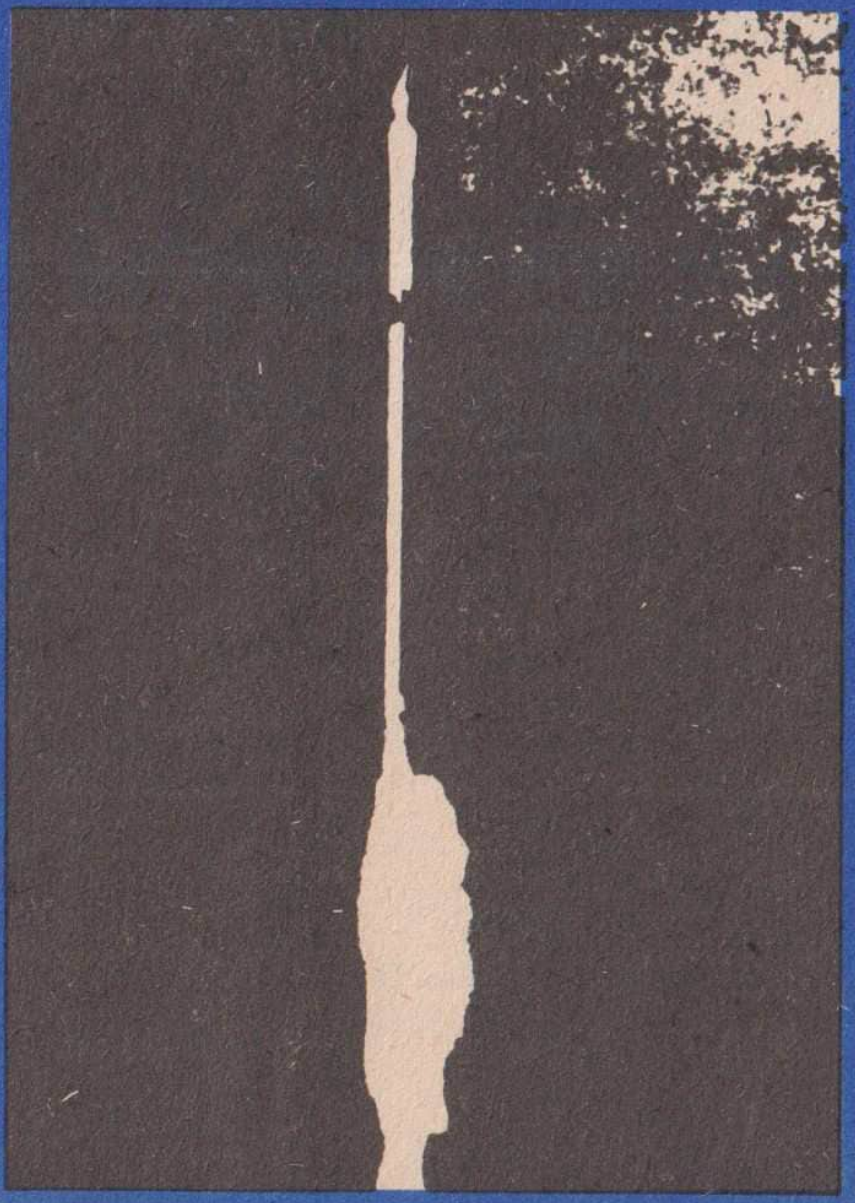
11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

C-69

5



Fotografie ohne Silber?

☆

Interview mit Prof. Pettig

☆

Genetische Manipulation

☆

Bau des Weltalls

☆

e-Funktion in der Physik

☆

Vernunftbegabtes Leben im Weltall?

Titelbild: Start von Interkosmos 1 (R. L.)

Es hat sich erwiesen, daß das
kleinste Teilchen der Materie mit der
größten Macht ausgestattet ist
J. Tuwim
HANS MEINEL

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT FÜR SCHÜLER DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Fotografie ohne Silber?	Che 3
Chemie-Nobelpreis 1977	7
Interview mit Prof. M. Pettig	Int 8
Zum Problem der genetischen Manipulation	Bio 13
Die Eigenschaften der e-Funktion und ihre Anwendung in der Physik (3)	Phy 17
impuls-Lexikon	23
Aktuelles zum Bau des Weltalls (2)	Ast 24
Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (1)	Dok 28
Physikaufgabe 26, Lösung von Nr. 22	31

Peter Renner
Dipl.-Chem.

Fotografie ohne Silber? (Teil 2 und Schluß)

CHEMIE

Im ersten Teil dieses Artikels wurde über die Chemie des Fotografierens mit Hilfe von Silberhalogeniden geschrieben. Aus der Tatsache des geringen Vorhandenseins von Silber in der Erdkruste folgte die Notwendigkeit, andere fotografische Verfahren zu finden, bei denen die Lichtempfindlichkeit eines Stoffes zur Bildaufnahme ausgenutzt werden kann. In diesem Zusammenhang wurden der Diazo - Prozeß und das Vesicular - Verfahren vorgestellt. In dem nun folgenden Teil sollen noch drei weitere Möglichkeiten der "Fotografie ohne Silber" erläutert werden.

3. Photopolymerisation

Der Mechanismus einer Photopolymerisation unterscheidet sich kaum von dem einer gewöhnlichen (thermischen) Polymerisation, wie wir sie z. B. zur Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC) aus dem monomeren Vinylchlorid kennen. Bekanntlich handelt es sich dabei um eine Radikalkettenreaktion, und wir unterscheiden dabei Startreaktion, Kettenwachstum und Kettenabbruch.

<u>Startreaktion:</u>

$$R\text{-}R \xrightarrow{h\nu} R\cdot + R\cdot$$

<u>Kettenwachstum:</u>

$$R\cdot + M \longrightarrow \cdot M\text{-}R$$

$$\cdot M\text{-}R + nM \longrightarrow R\text{-}(M)_n\text{-}M\cdot$$

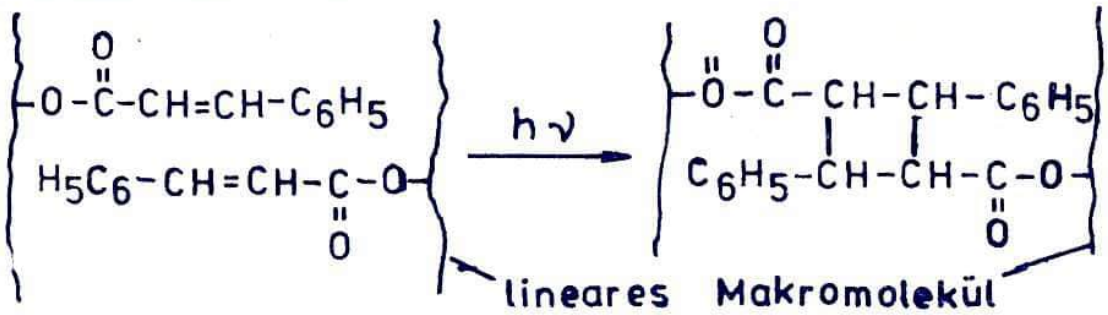
<u>Kettenabbruch:</u>

$$2\ R\text{-}(M)_n\text{-}M\cdot \longrightarrow R\text{-}(M)_n\text{-}M\text{-}M\text{-}(M)_n\text{-}R$$

M = Monomeres

Das Entscheidende bei der Photopolymerisation ist, daß die Initiierung (=Startreaktion) durch Lichteinwirkung erfolgt. Der Initiator R-R absorbiert Licht und zerfällt dabei radikalisch. Die gebildeten Radikale reagieren dann weiter mit den Monomeren.

Bei der Anwendung der Photopolymerisation zur Herstellung von Druckplatten liegen Monomeres und Initiator in einer Trägerschicht eingebettet, die auf einer Metallplatte haftet. Nach der Belichtung werden die niedermolekularen Anteile an den unbelichteten Stellen mit einem geeigneten Lösungsmittel herausgelöst. Es bleibt ein Reliefbild zurück, welches eine große mechanische Festigkeit aufweist.
Einen etwas anderen Weg geht man bei der sogenannten Photovernetzung. Hierbei setzt man kettenförmige Polymere ein, welche ungesättigte Seitengruppen, wie z. B. Zimtsäureester, tragen. Bei der Belichtung dimerisieren die Seitengruppen und vernetzen das Makromolekül dabei räumlich. Dadurch wird es vollkommen unlöslich.



Nach dem Belichten wird wiederum die unvernetzte Ausgangssubstanz an den unbelichteten Stellen herausgelöst, und es bleibt ein Reliefbild zurück.
Dieses Verfahren wird hauptsächlich in der Elektrotechnik und Elektronik zur Herstellung von gedruckten Schaltungen und integrierten Schaltkreisen verwendet.

In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß das erste, vor über 150 Jahren hergestellte Foto durch Photopolymerisation erhalten wurde. Man arbeitete damals mit Bitumenplatten. Nach 12stündiger (!) Belichtung wurden die nichtvernetzten Anteile aus der Schicht herausgelöst. Bereits 1827 wurden auf diesem Weg Druckplatten aus Zinn und Stein fotografisch hergestellt.

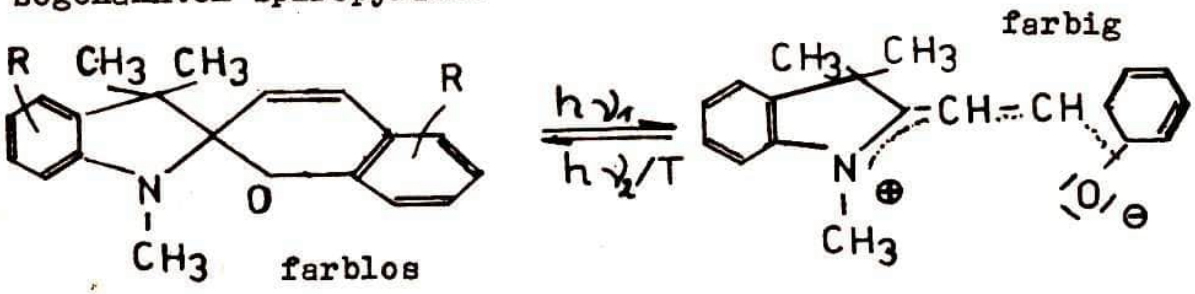
4. *Photochromie*

Unter Photochromie versteht man eine reversible, durch Licht ausgelöste chemische Reaktion, bei der ein Stoff A in einen Stoff B umgewandelt wird.

Die Rückreaktion von B zu A kann entweder durch Licht einer anderen Wellenlänge oder durch Wärme ausgelöst werden.

$$A \underset{h\nu'/T}{\overset{h\nu}{\rightleftharpoons}} B$$

Die beiden Stoffe A und B zeigen Lichtabsorption in unterschiedlichen Spektralbereichen, besitzen also verschiedene Farben. Es kann auch eine Form farblos sein, d. h. sie absorbiert nicht im sichtbaren Spektralbereich (400-800 nm).
Eine sehr bekannte Klasse photochromer Verbindungen sind die sogenannten Spiropyrane.



Die Vorsilbe "Spiro" besagt, daß hier zwei Ringsysteme durch ein gemeinsames Kohlenstoffatom miteinander verknüpft sind. Pyran heißt die Verbindung , die hier Bestandteil eines Ringsystems ist.

Bestrahlt man die farblose Form mit kurzwelligem Licht, so erfolgt eine Öffnung des Pyranringes, und es bildet sich die Farbform, welche entweder durch Bestrahlung mit langwelligem Licht oder thermisch wieder in die Ausgangsform umgewandelt werden kann. In der Farbform sind die π-Elektronen der Kette zwischen Sauerstoff und Stickstoff weitestgehend delokalisiert, d. h. man kann sie nicht bestimmten Doppelbindungen fest zuordnen.

Man kennt auch anorganische photochrome Systeme. Werden z. B. geringe Mengen Silberchlorid in bestimmte Silikatgläser mit eingeschmolzen, so erhält man photochrome Gläser. Diese werden zur selbsttätigen Regelung des Lichteinflusses benutzt (Heliomatic-Brillen!). Hierbei findet die Reaktion

$$AgCl \overset{h\nu}{\rightleftharpoons} Ag + Cl \qquad \text{statt.}$$

Die dabei gebildeten Silberatome färben das Glas. Die Rückreaktion kann thermisch erfolgen.

Ein wesentlicher Nachteil, vor allem der organischen photochromen Systeme ist die Ermüdung nach einer gewissen Zyklenzahl durch Zerstörung der Verbindungen. Weiterhin ist es ungünstig, daß die Rückreaktion auch thermisch vonstatten gehen kann. Die Zukunftschancen photochromer Systeme könnten in der Anwendung für optische Speicher in Datenverarbeitungsanlagen liegen. Man erreicht sehr hohe Speicherdichten, und die Eingabe der Information kann (mit Lasern) sehr schnell erfolgen.
Auch für Mikroaufzeichnungsmaterialien haben photochrome Verbindungen eine gewisse Bedeutung.

5. Auch Farbfotografie ohne Silber?

Eine Frage, die sich nun förmlich aufdrängt, ist die nach der Möglichkeit, auch Farbfilme ohne Silberhalogenid herzustellen.
Bekanntlich beruht ja die herkömmliche Farbfotografie auch wie die Schwarzweiß-Fotografie auf der Lichtempfindlichkeit von Silberhalogeniden. Silberbromid allein ist aber nur im kurzwelligen, also blauen und ultravioletten Spektralbereich lichtempfindlich. Damit das Aufzeichnungsmaterial auch die anderen Farben, also gelb und rot wiedergeben kann, muß es spektral sensibilisiert werden. Das bedeutet, daß im Film noch organische Verbindungen (Sensibilisatoren) enthalten sind, die im langwelligen Spektralbereich absorbieren und dann ihre Energie auf das Silberhalogenid übertragen. Im herkömmlichen Farbfilm hat man drei Schichten. Eine ist für blaues, die zweite für gelbes und die dritte für rotes Licht sensibilisiert. Durch Mischung der Grundfarben werden alle anderen Farbeindrücke erzeugt.
Damit ergibt sich für ein colortüchtiges NHS-Material die Forderung nach der Lichtempfindlichkeit in verschiedenen Spektralbereichen. Tatsächlich existieren bereits einige solche colortüchtige NHS-Systeme, die auf der Lichtempfindlichkeit von Koordinationsverbindungen, insbesondere von Cobaltkomplexen beruhen. Eine Erläuterung der Arbeitsweise dieser Verbindungen würde jedoch über den Rahmen dieses Beitrages hinausgehen. Bis zur praktischen Anwendung dieser Systeme dürfte mit Sicherheit auch noch einige Zeit vergehen.

Mit den hier dargestellten Verfahren erschöpfen sich keineswegs die Möglichkeiten für eine silberhalogenidfreie Bildaufzeichnung. Die Anzahl der lichtempfindlichen, organischen wie auch anorganischen Substanzen ist kaum zu überblicken, jedoch besteht zur Zeit nur bei den wenigsten dieser Verbindungen eine Aussicht auf Anwendung. Man kann deshalb zusammenfassend die bereits eingangs erwähnte Feststellung nochmals unterstreichen, daß für Primäraufzeichnungsmaterialien in absehbarer Zeit vom Silber nicht wegzukommen sein wird, jedoch haben die NHS-Materialien für Repro- und Mikroaufzeichnungsmaterialien eine große Zukunft.

Chemie-Nobelpreis 1977 an Ilya Prigogine

Der diesjährige Nobelpreis für Chemie wurde dem belgischen Wissenschaftler Ilya Prigogine für seine Forschungen auf dem Gebiet der irreversiblen Thermodynamik verliehen.
Prigogine konnte zeigen, daß es thermodynamische Systeme gibt, die unter bestimmten Bedingungen geordnete Strukturen ausbilden können. Die normalerweise auch im Gleichgewichtszustand vorhandenen lokalen Fluktuationen von Temperatur und Zusammensetzung, die hier jedoch gedämpft sind und rasch abklingen, können in genügender Entfernung vom Gleichgewicht entdämpft werden. Es besteht die Möglichkeit, daß sich solche geordneten Strukturen, sogenannte "dissipative Strukturen", ausbilden und über das gesamte System ausbreiten. In der Folge würde dann der Übergang zu einem neuen stabilen Zustand ausgelöst, der sich vom vorherigen durch höhere strukturelle Ordnung auszeichnet.

Darüber hinaus hat Prigogine die große Tragweite seiner thermodynamischen Ideen klar erkannt und damit Anstöße zu wissenschaftlichen Aktivitäten gegeben, die weit über den physikalisch-chemischen Bereich hinausgehen. Besonderes Interesse verdienen die auf diesen Vorstellungen beruhenden Experimente zur Deutung der biologischen Evolution (vgl. "impuls 68" 10. Jhrg., Heft 9/10, 1976/77, S. 5).

wissenschaft im kreuzverhör

Interview mit Prof. Manfred Pettig, Sektion Physik der FSU Jena

"impuls 68": Herr Prof. Pettig, Sie sind Leiter des Wissenschaftsbereiches Hochfrequenzspektroskopie. Können Sie unseren Lesern einige Worte zur Begriffserklärung sagen?

Prof. Pettig :

●●●●●● Der Name Hochfrequenzspektroskopie rührt davon her, daß in diesem spektroskopischen Arbeitsgebiet Methoden der Hochfrequenztechnik (also zur Erzeugung, Weiterleitung und zum Nachweis elektromagnetischer Wellen in dem Bereich etwa von 1 mm bis 10 km Wellenlänge) herangezogen werden, um Informationen über den Aufbau von Atomen, Molekülen oder noch größeren atomaren Systemen, wie z. B. Kristallen, zu gewinnen. Je nach dem atomaren Partner, mit dem man über die elektromagnetische Welle in Kontakt treten will, oder auch je nach dem, was man in Erfahrung bringen will, wendet man spezielle experimentelle Verfahren an. Zwei Verfahrensgruppen innerhalb der Hochfrequenzspektroskopie besitzen gegenwärtig die größte Bedeutung, sie werden deshalb in unserem WB besonders intensiv bearbeitet: Das ist einerseits die Magnetische Kernresonanz (meist mit NMR, herrührend von Nuclear Magnetic Resonance, abgekürzt), bei der die Atomkerne die genannten Partner bilden, und andererseits die Paramagnetische Elektronenresonanz (EPR von Electron Paramagnetic Resonance), bei der ungepaarte Elektronen als Informationsquelle dienen. Beide Verfahren beruhen darauf, daß sich die Elektronen und viele Kerne wie kleine rotierende Stabmagneten verhalten (sie besitzen einen Spin und ein magnetisches Moment). Bringt man solche kreiselnde Teilchen in ein Magnetfeld, so beginnen sie eine zusätzliche Drehbewegung ihrer Kreiselachse (Larmor-Präzession), deren Drehfrequenz bei den mit Labormagneten üblicherweise zu erzeugenden Magnetfeldstärken in den Hochfrequenzbereich entsprechend den oben erwähnten Wellenlängen fällt. Diese Fre-

quenzen werden aber nicht allein durch die Eigenschaften des Teilchens (z. B. des Elektrons) und die Stärke des Magnetfeldes (die der Experimentator vorgibt) festgelegt, sondern durch die Wechselwirkung der Elektronen oder Kerne mit Nachbarelektronen und Nachbarkernen etwas verändert. Aus diesen Verschiebungen der Resonanzfrequenzen, kurz der Spektrallinien und deren Intensitäten, werden dann die Informationen hergeleitet. Dabei ergeben sich ganz neue Zugänge zu derartigen Informationen: So benutzt man beispielsweise in der NMR-Spektroskopie den Atomkern als Sonde, um zu erfahren, wie die Elektronenhülle eines Moleküls gleichsam "von innen betrachtet" aussieht.

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

Prof. Pettig :

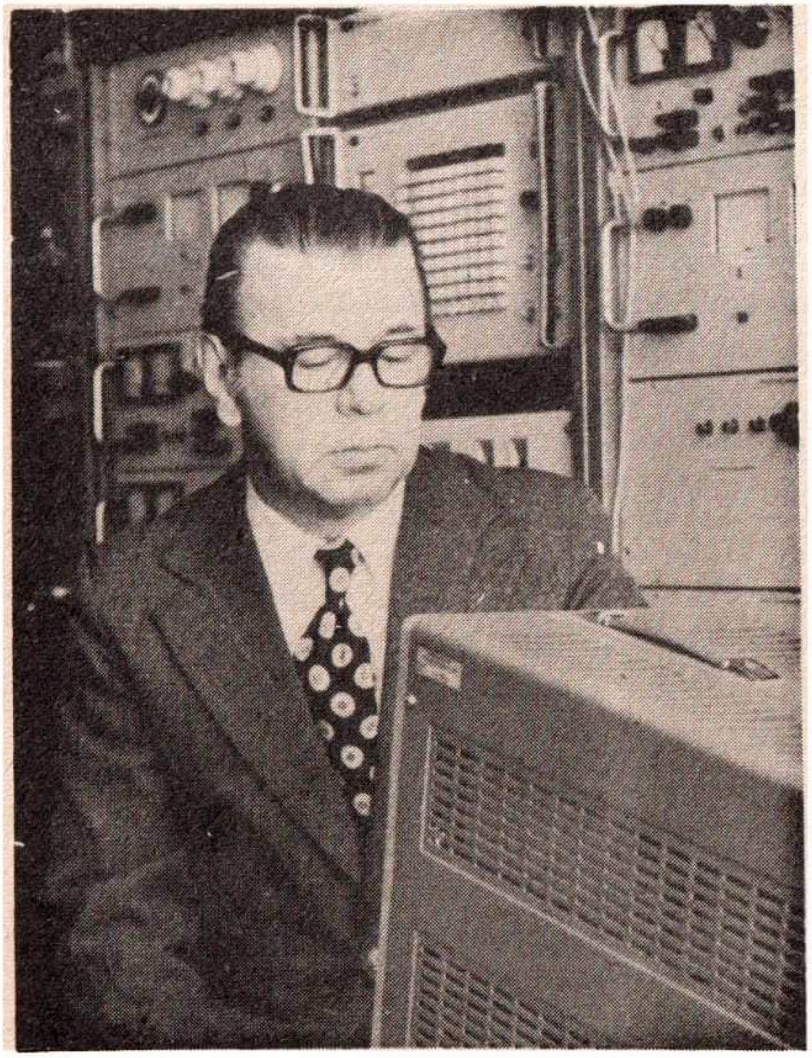
●●●●●● Wie bei den meisten Entwicklungen in der modernen Physik geschieht das Voranschreiten im engen Wechselspiel von Theorie und Experiment. So werden gegenwärtig Anstrengungen unternommen, um die Meßmöglichkeiten der HF-Spektroskopie deutlich zu erweitern. HF-Spektrometer sind zumeist große (und entsprechend teure) Anordnungen, weil einerseits für die Untersuchung kleiner Wechselwirkungen und damit Linienverlagerungen ein hohes spektrales Auflösungsvermögen benötigt wird, andererseits, um z. B. die Vorgänge in dünnen Oberflächenschichten zu erfassen, hohe Empfindlichkeiten gefordert werden. In Flüssigkeiten kann man noch NMR-Linienverschiebungen von Zehntel Hz bei einer mittleren Frequenz von 100 MHz messen. Das gelingt gegenwärtig noch nicht in Festkörpern, aber gerade dort stehen wichtige Fragen zur Strukturaufklärung an. Andererseits sollte eine Theorie ermöglichen, z. B. die Zusammenhänge zwischen Baufehlern in Kristallen durch Störatome (die mit Hilfe der EPR erfaßt werden können) und den makroskopischen optischen Eigenschaften herzustellen. Darüber hinaus stellen die Verfahren verhältnismäßig schnelle und bequeme, aber auch zerstörungsfreie Meßmethoden zur Ermittlung von Molekülstrukturen dar, sie sollten deshalb zur Produktionskontrolle in der chemischen Industrie aufbereitet werden.

"impuls 68": In welcher Beziehung steht Ihr Gebiet der Physik

zu anderen Wissenszweigen? Welche techn. Anwendungen gibt es?

Prof. Pettig :

●●●●●● Ich möchte mich in diesem Zusammenhang auf drei Hinweise beschränken. In der vorhergehenden Antwort habe ich schon den engen Zusammenhang mit der Festkörperphysik berührt, die sich ja in schneller Entwicklung befindet; hierbei wird die HF-Spektroskopie für eine ganze Reihe von Problemen Beiträge liefern. Die Bedeutung für die Chemie ist unübersehbar; beispielsweise sind NMR-Spektrometer zu einem bereits weitverbreiteten physikalischen "Handwerkszeug" des Chemikers, insbesondere in der organischen Chemie, geworden. In steigendem Maße werden jetzt biologische Objekte untersucht, zumal wegen des benutzten Frequenzgebietes die Quanten $h \cdot \nu$ sehr energiearm sind (etwa verglichen mit denen der UV-Strahlung) und deshalb keine Veränderungen am Objekt hervorrufen.



Prof. M. Pettig bei seiner wissenschaftlichen Arbeit (Foto: R. L.)

"impuls 68": Welches sind die wichtigsten und interessantesten Probleme in der Arbeit Ihres Wissenschaftsbereiches?

Prof. Pettig :

●●●●●● In unserem Wissenschaftsbereich spielt die Entwicklung und der Ausbau einer hochauflösenden Kernresonanz-Spektroskopie im Festkörper eine entscheidende Rolle. Es ist uns gelungen, eine sehr effektive Meßanordnung hierfür zu realisieren und diese für eine industrielle Produktion aufzubereiten. Gegenwärtig wird die Entwicklung einer neuen Spektrometergeneration unter Verwendung sehr starker Magnetfelder, die mit Hilfe supraleitender Magnete erzeugt werden, vorangetrieben. Eine andere Frage, die uns beschäftigt, ist die (zerstörungsfreie) Ermittlung der räumlichen Verteilung der genannten atomaren Partner innerhalb der Meßproben. Diese Meßmöglichkeiten und weitere Hochfrequenzspektrometer stehen im ständigen Einsatz für Forschungsprogramme der Festkörperphysik.

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

Prof. Pettig :

●●●●●● Das Schritthalten mit der Entwicklung verlangt auch auf diesem Gebiet nach einem internationalen Austausch der Ergebnisse und Erfahrungen. Dementsprechend sind z. B. unsere Arbeiten zur Entwicklung der Meßmethodik Bestandteil einer multilateralen RGW-Vereinbarung. Ein anderes Beispiel ist die Bearbeitung von Applikationsproblemen der EPR in enger Kooperation mit einer Forschungsgruppe an der Universität Tbilissi, mit der wir durch einen Freundschaftsvertrag verbunden sind.

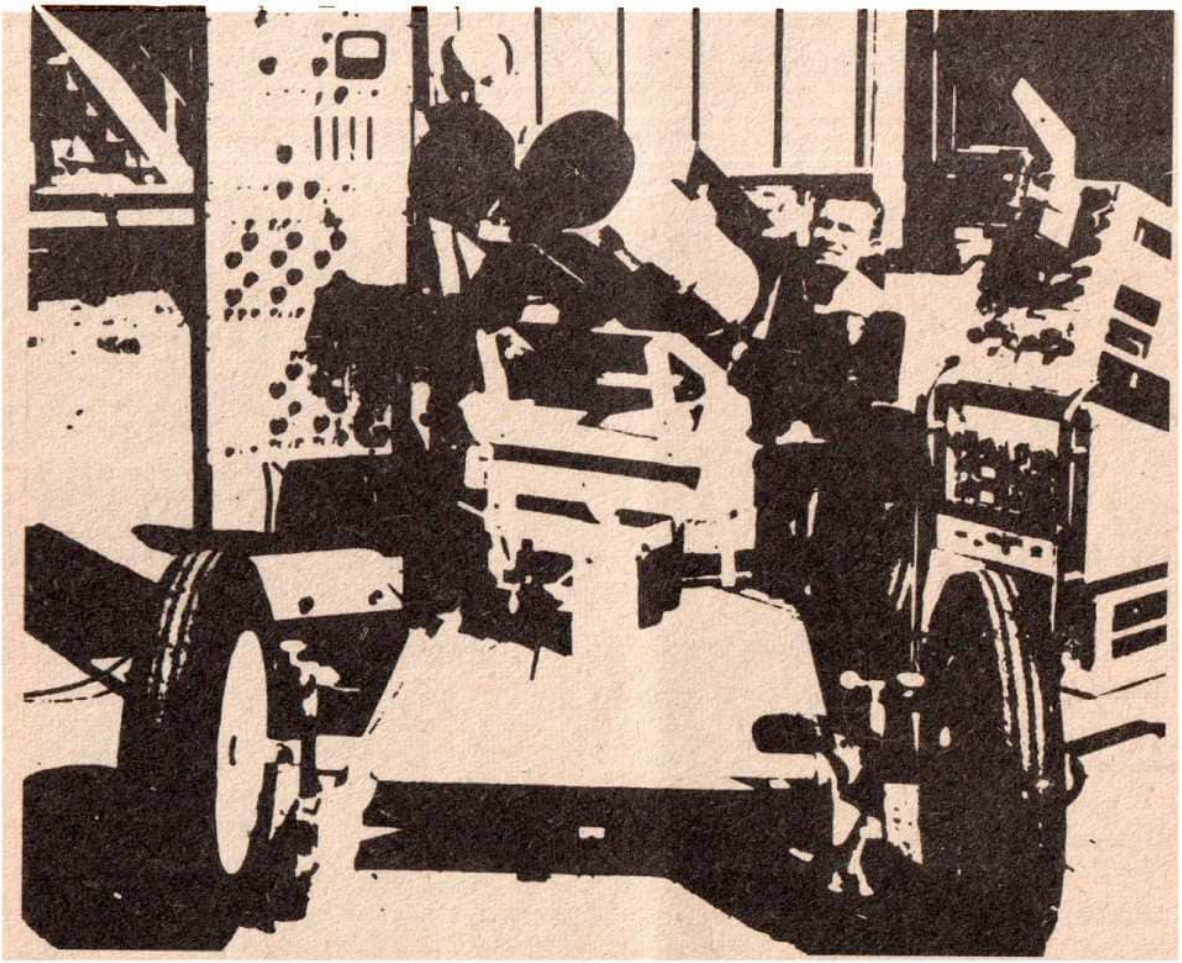
"impuls 68": Welche Ratschläge würden Sie einem Oberschüler geben, wenn er Physik studieren möchte?

Prof. Pettig :

●●●●●● Wir hatten besprochen, daß Theorie und Experiment in gleicher Weise für die Entwicklung der Physik wirksam werden, dementsprechend möchte ich zwei Ratschläge geben: Schon der angehende Physiker sollte bei allen physikalischen Fragen, die sein Interesse finden oder die ihm schon im Alltag begeg-

nen, nach dem Warum fragen und damit zu den grundlegenden Prinzipien vorstoßen. Es wird sich ihm zeigen, daß trotz der ungeheuren Fülle der Erscheinungen eine nur verhältnismäßig kleine Zahl von Grundsachverhalten das Verständnis ermöglichen. Auf der anderen Seite sollte er, wenn ihm ein physikalisches Gesetz entgegentritt, sich überlegen, wie ein Experiment aussehen müßte, um diese Beziehung zu prüfen. Er sollte auch noch weiterdenken: Welchen Nutzen kann man daraus ziehen? Denn das ist letzten Endes das Ziel aller Wissenschaften, so auch der Physik und damit des Physikers, diese Gesetze für ein besseres Leben der Menschen auszunutzen.

"impuls 68": Herr Prof. Pettig, wir bedanken uns sehr herzlich - auch im Namen unserer Leser - für dieses Interview !



Fahrbare meteorologische Laserradar-Station LIDAR (L.G.)
Schlußteil im nächsten Heft

Dr. R. Kölblin
Sektion Biologie
FSU Jena

Zum Problem der genetischen Manipulation

BIOLOGIE

Unter genetischer Manipulation wird die Anwendung von Methoden verstanden, die einen direkten Eingriff in die Erbsubstanz (DNS) der verschiedensten Organismen gestatten. Die internationale Bezeichnung dafür lautet "genetic engineering" bzw. Genetisches Ingenieurwesen.

Die neuen Ergebnisse der Molekularbiologie und Molekulargenetik eröffnen vielfältige Möglichkeiten der Beeinflussung der Lebensvorgänge - auch der des Menschen! Im folgenden wollen wir uns den biologischen Grundlagen dieser Möglichkeiten zuwenden.

Bereits seit Beginn der 60iger Jahre ist genau bekannt

- was das Erbmaterial chemisch gesehen ist,
- wie die Verdoppelung dieser Substanz erfolgt und
- wie die genetische Information realisiert, d.h. in Protein übersetzt wird bzw. wie das Gen wirkt.

Auf diesen Kenntnissen aufbauend, versuchten die Forscher verschiedener Laboratorien hinter weitere Geheimnisse der Lebensvorgänge auf molekularer Ebene zu dringen. So gelang 1975 in den USA einem japanischen Wissenschaftler namens KHORANA und seinen Mitarbeitern die Synthese des Gens für eine bestimmte Ribonucleinsäure (Tyrosin-tRNS) des Bakteriums Escherichia coli. Dieses Gen ist ein Stück DNS mit 126 Bausteinen. Seine Funktion kann das Gen nur in einer lebenden Zelle erfüllen. Es muß folglich dorthin gebracht werden. Dies geschieht mit Hilfe von Überträgern oder Schleppern, für die sich die Viren (Bakteriophagen) in besonderer Weise eignen. Die genannten Wissenschaftler konnten so das künstliche Gen in eine Bakterienzelle einschleusen und dort die Synthese der Tyrosin-tRNS auslösen. Es war damit erstmals gelungen, eine genetische Information

synthetisch herzustellen und in einem Organismus zur Realisierung zu bringen!

Ein weiteres bedeutungsvolles Ergebnis auf molekularbiologischem Gebiet stellt die Enträtselung der Wirkungsweise von Enzymen am Erbmaterial dar. Es konnten in verschiedenen Mikroorganismen Enzyme nachgewiesen werden, die die DNS von beliebigen Organismen an ganz bestimmten und für jedes Enzym spezifischen Stellen aufspalten.
Auf diese Weise entstehen DNS-Bruchstücke, d.h. Abschnitte mit verschiedener genetischer Information. Eine andere Enzymgruppe kann die freien DNS-Enden wieder miteinander verbinden, d.h. Enden von verschiedenen DNS-Bruchstücken. Damit ist es möglich geworden, DNS-Fragmente aus beliebigen Lebewesen miteinander zu verknüpfen und in einem geeigneten Organismus zur Vermehrung zu bringen. So können Zellen von Organismen genetische Informationen bekommen, die sie normalerweise nicht enthalten.

Es gehört sicher nicht viel Phantasie zu der Erkenntnis, daß diese aufgezeigten Techniken einerseits für die Medizin zur Heilung von Erbleiden (z.B. Stoffwechselkrankheiten, die meist auf einem Ausfall von Enzymen beruhen) von großer Bedeutung sind, daß sie andererseits aber auch große Gefahren in sich bergen.

Die Gefahren liegen einmal in einem gezielten Mißbrauch dieser Methoden, um bestimmte Zuchtziele zu verfolgen. Von verantwortungslosen Wissenschaftlern werden solche Zuchtziele sogar für den Menschen formuliert. Es sollen "bessere", intelligentere, leistungsstärkere, gesündere Menschen gezüchtet werden, Menschen "nach Maß", die den Anforderungen der modernen Zivilisation besser entsprechen! Doch wer sagt, was ein "besserer" Mensch ist? Die Realisierung derartiger Forderungen steht gegenwärtig - trotz der genannten Fortschritte - noch in weiter Ferne, und es ist fraglich, ob dies jemals möglich sein wird. Denn wir wissen noch viel zu wenig über die Prinzipien der Vererbung, über die Wechselwirkungen zwischen den Proteinen und der DNS, über die genetischen Grundlagen der meisten Merkmale und Eigenschaften des Menschen, über das Zusammenspiel genetischer Prozesse in einem Organismus (alle Versuche wurden bisher an Zell-

kulturen vorgenommen!) und über das Zusammenspiel der Erbstrukturen mit Sozialeinflüssen, denen die Menschen ausgesetzt sind. Wenn wir darüber hinaus noch bedenken, daß einerseits für die Ausprägung eines Merkmals oft mehrere Gene verantwortlich sind und andererseits ein Gen mehrere Merkmale auslösen kann, dann wird deutlich, daß wir noch sehr weit vom Aufbau einer Gesellschaft aus sogenannten "Neu-Menschen" entfernt sind. Trotzdem ist es wichtig, schon jetzt auf die Gefahren einer Entwicklung hinzuweisen, die vor allem in kapitalistischen Ländern in dieser Richtung vorangetrieben wird.

Eine weitere und sicher gegenwärtig größere Gefahr besteht in der Möglichkeit einer unkontrollierten Verseuchung der Menschheit mit neukombiniertem Genmaterial. Die Objekte dieser Forschungsrichtung sind Bakterien, die normalerweise auch im Darm des Menschen leben (Darmbakterium Escherichia coli). Was geschieht, wenn ein solches "Laborbakterium" in den menschlichen Körper gelangt, sich dort vermehrt und die neuen Gene dort zur Wirkung bringt? Die Menschen können dadurch mit fremden und unerwünschten Eigenschaften beladen werden. Um dies zu verhindern, werden strenge Sicherheitsvorkehrungen für derartige Untersuchungen und Vorschriften zur Einhaltung und Überwachung derselben gefordert.

Bei einigen Lesern taucht nun sicher die Frage auf, warum diese Arbeiten zugelassen und durchgeführt werden, wenn sie so gefährlich sind? Die Antwort ist auf verschiedenen Gebieten zu suchen.

Die Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Molekulargenetik vermitteln uns zunehmend tiefere Einblicke in die Zusammenhänge der Funktion eines Organismus, der Regulation von Stoffwechselprozessen und Genaktivitäten, der Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Strukturen einer Zelle und dem Aufbau der DNS für bestimmte Proteine. Diese Kenntnisse bilden die Voraussetzung für eine gezielte Anwendung in der Medizin, da sich in den heute bekannten ca. 20 000 Erbkrankheiten ein weites und oft noch unklares Feld aufgetan hat. Durch Forschungsarbeiten auf den genannten Gebieten wird es möglich, die Ursachen vieler Erbleiden aufzudecken, Behandlungsformen zu entwickeln und sogar derartige

Leiden in beschränktem Umfang zukünftig heilen zu können.

Sehr bedeutungsvoll sind derartige Untersuchungen auch für unsere Volkswirtschaft durch die industrielle Produktion, z.B. die Produktion von Insulin, Hormonen, Antibiotika, Antigenen, Antikörpern u.a.m.

Sogar zur Lösung von Problemen des Umweltschutzes können derartige Ergebnisse herangezogen werden, indem beispielsweise bestimmte Schadstoffe, die die Umwelt belasten, durch Mikroorganismen abgebaut werden, denen das Gen für die entsprechende Enzymleistung zuvor eingegeben wurde.

Mit neuen Erkenntnissen erschließen sich neue Anwendungsgebiete. Die Möglichkeiten der Anwendung molekulargenetischer Forschungsergebnisse zum Wohle des einzelnen Menschen und der Gesellschaft sind äußerst vielseitig. Es wird stets vom Charakter der Gesellschaft und dem Verantwortungsbewußtsein der Politiker und Wissenschaftler abhängen, wie diese Erkenntnisse genutzt werden. In einer sozialistischen Gesellschaft, in der der Mensch im Mittelpunkt steht, wird es deshalb keine Entscheidung geben können, die sich gegen die Würde des einzelnen Menschen richtet.

Wissenswertes:

Ein Gerät, mit dem auf Bildschirmen qualitativ bessere Darstellungen von Unterwasserobjekten gewonnen werden können als mit bisher üblichen Unterwasserkameras, ist von einer japanischen Firma entwickelt worden. Mit Hilfe des Gerätes wird ein Laserstrahl grünen Lichts, der sich unter Wasser gut ausbreitet, auf das Objekt gerichtet. Ein empfindliches Empfangsgerät fängt die reflektierte Strahlung auf und wandelt sie in elektronische Signale um. Dadurch kann eine ständige Darstellung eines Unterwasserobjektes gewonnen werden. Die Sichtweite bei diesem "Laseroskob" ist 4– 5 mal größer als bei Unterwasserfernsehkameras. Ein Gerät ähnlichen Typs wird auch bei Bauarbeiten unter Wasser eingesetzt.

Bernd Schröder
Forschungsstudent
FSU Jena, Sekt. Physik

Die Eigenschaften der e-Funktion und einige Anwendungen in der Physik (Teil 3)

PHYSIK

Wie in den beiden ersten Teilen dieses Artikels (impuls 68, Heft 3 und 4 dieses Jahrganges) angekündigt, wollen wir uns nun mit der Anwendung des mathematischen Rüstzeuges beschäftigen. Verschiedenste physikalische Problemstellungen führen bei ihrer mathematischen Behandlung auf die e-Funktion. Wir haben eine Auswahl getroffen, die das verdeutlichen soll.

6. Absorption von Licht und radioaktiver Zerfall

Für den Mathematiker sind die Absorption von Licht und der radioaktive Zerfall zwei völlig analoge Probleme. Wir betrachten zuerst die Absorption von Licht etwas genauer und haben es dann mit dem radioaktiven Zerfall sehr leicht.

Beim Eindringen in ein absorbierendes Medium habe das Licht die Intensität I_0. Je länger der im Medium zurückgelegte Weg wird, umsomehr nimmt die Intensität I ab. Wir suchen diese in Abhängigkeit vom Weg x bei Vorgabe eines Anfangswertes I_0 bei $x = 0$.

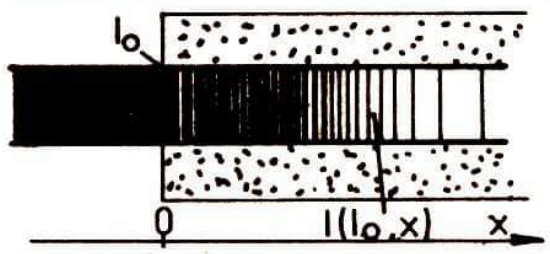


Abb. 6
Abnahme der Intensität von Licht in einem absorbierenden Medium

Wo bleibt die verschwindende Lichtenergie? Das absorbierende Medium besteht aus einzelnen Atomen (oder Molekülen). Von ihnen kann ein Lichtquant eingefangen werden. Dabei erhöht sich die Energie des Atoms, man spricht von Anregung. Nun kann die als Licht aufgenommene Energie in anderer Form

(Wärme) wieder abgegeben werden. Der Grad der Umwandlung ist für ein bestimmtes Medium charakteristisch und wird als die Wahrscheinlichkeit ausgedrückt, mit der ein Lichtquant beim Durchlaufen einer bestimmten Strecke absorbiert wird. Natürlich hängen die Verhältnisse entscheidend von der Farbe des Lichtes, also seiner Wellenlänge ab.

Ist die Wahrscheinlichkeit der Absorption von Licht der Intensität 1 beim Zurücklegen der Strecke 1 gleich $\varkappa$ (Absorptionskoeffizient), so wird die Intensität I auf dem Wege Δx folglich um den Betrag

(6.1) $\Delta I = -\varkappa I \cdot \Delta x$ geschwächt.

Das Minuszeichen kennzeichnet den Vorgang als Schwächung. Wir erkennen, daß die Intensitätsänderung ΔI der Intensität I selbst proportional ist. Das riecht sehr nach e-Funktion. Wir wollen aber nicht darüber hinwegsehen, daß unsere Betrachtung Gültigkeitsgrenzen hat.

Wenn die Atome des Mediums miteinander wechselwirken, so würde ein Atom in seinen Eigenschaften beeinflußt, wenn ein benachbartes durch Lichtabsorption angeregt wurde. Damit wäre es wichtig, wieviele Atome in einem bestimmten Volumen angeregt sind. d.h. auch der Absorptionskoeffizient $\varkappa$ würde von der Intensität I abhängen. Entweder dürfen also die Atome nichts voneinander merken, oder es werden so wenige angeregt (schwaches Licht), daß die beeinflußten Nachbarn verhältnismäßig kleiner Zahl sind. Ferner vergeht eine gewisse Zeit, bis ein Atom die aufgenommene Lichtenergie in anderer Form wieder abgegeben hat. Es ist also für ein unmittelbar nach der Absorption eines Lichtquantes ankommenden zweiten nicht empfänglich. Bei zu vielen Lichtquanten wäre das Medium überfordert oder gesättigt. Tatsächlich treten solche Erscheinungen auf, wenn man das außerordentlich intensitätsstarke Licht aus Laser verwendet. Für diese Untersuchung derartiger Phänomene ist die sog. nichtlineare Optik (NLO) zuständig. Aber selbst für das helle Licht von Bogenlampen gilt Gleichung (6.1), es zählt also in diesem Sinne zum schwachen Licht.

In Gleichung (6.1) muß Δx sehr klein sein. Beim Zurücklegen längerer Strecken nämlich, verringert sich die Intensität I

merklich. ΔI ist aber nur konstant, wenn das auch I ist. Nach Umstellung folgt aus (6.1)

$$\frac{\Delta I}{\Delta x} = -\varkappa I .$$

Exakt gilt das nur, wenn man Δx gegen Null gehen läßt. Daher wird aus dem Differenzenquotienten der Differentialquotient

(6.2) $$\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta I}{\Delta x} = \frac{dI}{dx} = -\varkappa I .$$

Dies ist bis auf die Bezeichnungen genau Gleichung (3.2) $y' = -c_0 y$ aus Abschnitt 3 des Artikels ("impuls 68", 3). Bis auf den konstanten Faktor $-\varkappa$ ist die Funktion I gleich ihrer Ableitung. Deshalb kann man für (6.2) eine der e-Funktion ähnliche Lösung erwarten. Der Faktor $-\varkappa$ wird durch Zufügen einer zu bestimmenden Konstanten λ in die Lösung berücksichtigt. Wir setzen also an:

$$I = e^{\lambda x} \curvearrowright \frac{dI}{dx} = \lambda I \qquad \text{(Kettenregel)}$$

Zur Bestimmung von λ setzen wir in (6.2) ein $\lambda \cdot I = -\varkappa I \curvearrowright \lambda = -\varkappa$.

Wir kennen damit die einzige Unbekannte in unserem Lösungsansatz $I = e^{\lambda x}$ und haben deshalb als Lösung von (6.2) die Funktion (6.3)

$$I = e^{-\varkappa x} .$$

Hieraus sieht man noch nicht, daß bei x = 0 die Intensität I_0 war. Dieser Bedingung an die Lösung tragen wir durch Einführung eines Freiheitsgrades Rechnung. Neben (6.3) sind nämlich auch die Funktionen

(6.4) $I = Ce^{-\varkappa x}$ (C-beliebige Konstante) Lösungen von (6.2), wie man leicht nachprüft. Verwunderlich ist das nicht. Die Gewinnung einer Funktion aus ihrer Ableitung geschieht durch unbestimmte Integration. Dabei tritt eine Konstante im Ergebnis auf.

Wir können zwar in (6.2) nicht einfach integrieren, weil rechts die unbekannte Funktion I noch einmal steht, doch ist auch hier die gesuchte Funktion I aus einer Gleichung mit 1. Ableitung zu ermitteln. Im übertragenen Sinne spricht man deshalb auch hier von Integration.

Die Konstante C bestimmen wir nun aus der Anfangsbedingung $I(x=0) = I_0$. In (6.4) setzt man x = 0 und erhält:

$$I(x=0) = I_0 = C \cdot e^{-\varkappa \cdot 0} = C .$$

Unsere vollständige Lösung ist also (6.5) $I = I_0 \cdot e^{-\varkappa x}$

In Abb. 7 ist der Verlauf von x gemäß (6.5) dargestellt. Beim Eindringen in das Medium beträgt die Intensität I_0. Sie klingt dann wie die e-Funktion ab (exponentielles Abklingen).

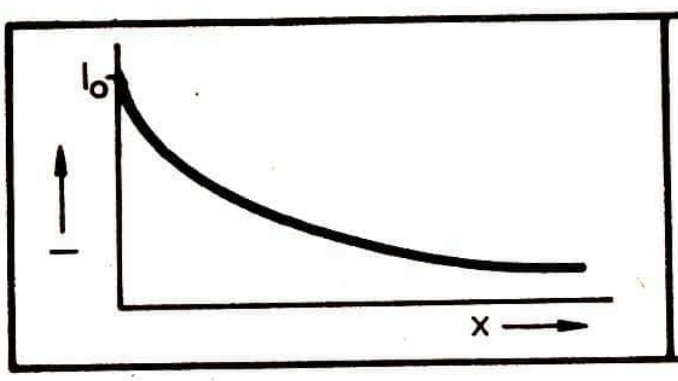


Abb. 7
Exponentielles Abklingen der Lichtintensität bei der Absorption

Beim radioaktiven Zerfall interessiert die Abnahme der Anzahl von Atomen eines radioaktiven Elementes mit der Zeit. Wir gehen wieder von einer Anfangsanzahl N_0 bei $t = 0$ aus. Für die Lichtabsorption war die Wahrscheinlichkeit des Einfangens eines Quantes auf einer bestimmten Strecke verantwortlich. Die Abnahme der Atomzahl eines radioaktiven Elementes ist Folge des spontanen Zerfalls. Die Wahrscheinlichkeit für den Zerfall eines Atoms in der Zeit 1 sei γ. Das führt ganz analog zur Absorption auf die Gleichung

(6.6) $$\frac{dN}{dt} = -\gamma N.$$

Auch hier muß vorausgesetzt werden, daß die Atome unabhängig voneinander zerfallen, und daß die Zerfallswahrscheinlichkeit γ zeitlich konstant bleibt. Der Lösungsvorgang ist identisch mit dem obigen. Zur Zeit t beträgt die Atomzahl

(6.7) $$N = N_0 \cdot e^{-\gamma t}$$, wenn N_0 die Zahl bei $t = 0$ war.

7. Federschwinger und Fadenpendel (ungedämpft)

Die mechanische Bewegung wird durch das Newtonsche Kraftgesetz (2. Axiom) beschrieben.

(7.1) $$F = m \cdot a = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

(a Beschleunigung, v Geschwindigkeit, x Weg)

Wir müssen also die Kraft bestimmen, die auf Federschwinger bzw. Fadenpendel wirkt.

Lenkt man die Masse m (Abb. 8) aus ihrer Ruhelage (bestimmt durch die konstante Schwerkraft) um die Strecke x aus, so wirkt die rücktreibende Kraft der Feder $F = -kx$ (k - Federkonstante).

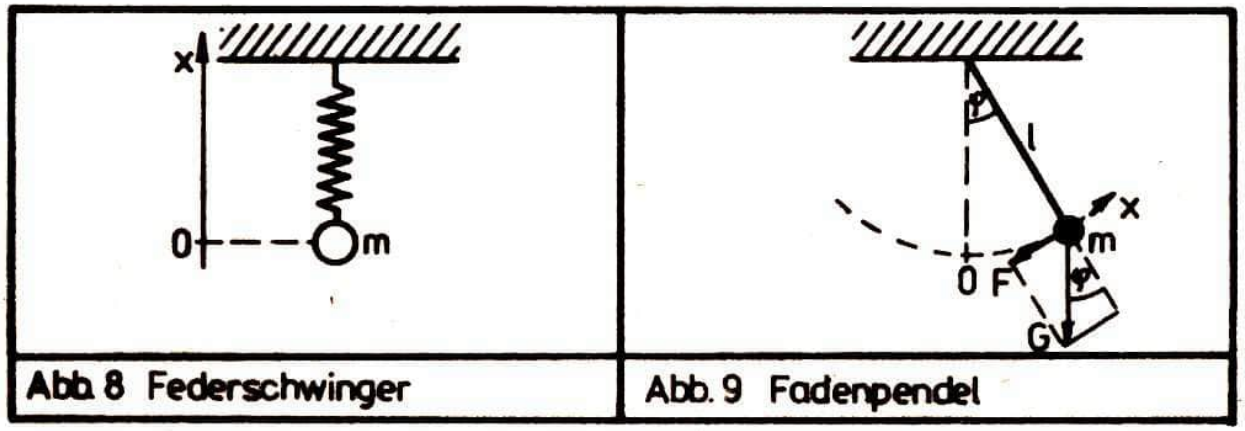


Abb. 8 Federschwinger | Abb. 9 Fadenpendel

In der Ruhelage des Fadenpendels wird die gesamte Gewichtskraft ($I = m \cdot g$) durch den Faden ausgeglichen. Bei einer Auslenkung um $x \neq 0$ wirkt die Gewichtskraft nicht mehr in Fadenrichtung. Es tritt eine Komponente senkrecht dazu auf, die als rücktreibende Kraft auf die ausgelenkte Masse m wirkt:

$F = +G \cdot \sin\varphi$, oder da für das Gegenstück x gilt $x = \varphi \cdot l$:

$F = -m \cdot g \cdot \sin\frac{x}{l}$ (Ein negatives Vorzeichen steht, weil F der Auslenkung x entgegengerichtet ist.)

Beim Federschwinger war die rücktreibende Kraft proportional der Auslenkung x. Näherungsweise gilt das für kleine Werte von $\frac{x}{l}$ hier auch.

In Abschn. 5 des Artikels ("impuls 68", Heft 4) konnten wir in Abb. 5 oder Gleichung (5.6) feststellen, daß der Sinus für kleine Argumente fast mit diesem übereinstimmt. Für einen Winkel $\varphi = 0{,}0873$, das sind 5° im Gradmaß, beträgt der Sinus z.B. 0,0872. Für Auslenkungen des Fadenpendels kleiner als 5° können wir also ohne weiteres auch die genäherte rücktreibende Kraft

$$F = -m\frac{g}{l} \cdot x \qquad \text{benutzen.}$$

Wir haben nun die Kräfte zum Einsetzen in die Newtonsche Bewegungsgleichung berechnet:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -kx \qquad \text{(Federschwinger)} \tag{7.2}$$

(7.3) $$m \frac{d^2x}{dt^2} = -m \frac{g}{l} x \qquad \text{(Fadenpendel)}$$

Durch die Substitutionen $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ in (7.2) bzw. $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ in (7.3) erhalten wir eine einheitliche Gleichung für beide Schwingungsprobleme.

(7.4) $$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

Diesen Gleichungstyp haben wir schon in Abschn. 3 ("impuls 68" Heft 3) kennengelernt, nämlich als Gleichung (3.5):

$$y'' + c_1 y' + c_0 y = 0$$

Der Ansatz $e^{\lambda x}$ lieferte für die Lösung die beiden λ-Werte

(3.6) $$\lambda_{1/2} = -\frac{c_1}{2} \pm \sqrt{\frac{c_1^2}{4} - c_0}$$

Auf (7.4) bezogen, heißt das $y \to x$, $x \to t$, $c_1 = 0$, $c_0 = \omega^2$

$$\lambda_{1/2} = \pm\sqrt{-\omega^2} = \pm\sqrt{-1}\,\omega = \pm i\omega.$$

Lösungsfunktionen sind also

(7.5) $$x_1 = e^{i\omega t} = \cos\omega t + i \sin\omega t$$

(7.6) $$x_2 = e^{-i\omega t} = \cos\omega t - i \sin\omega t.$$

Nun haben die Funktionen x_1 und x_2 komplexe Werte und sind deshalb nicht als Auslenkungen eines Schwingers zu interpretieren. Im Abschnitt 3 des Artikels ("impuls 68", Heft 3) wurde bewiesen, daß bei den behandelten DGL Linearkombinationen von Lösungen wieder Lösungen sind. Den Umstand, daß x_1 und x_2 (Gl.7.5) und (7.6)) zueinander konjugiert komplex sind, machen wir uns zunutze, um sinnvolle reelle Lösungen zu erhalten.

$$\tilde{x}_1 = \frac{A}{2} x_1 + \frac{A}{2} x_2 = \frac{A}{2}(\cos\omega t + i \sin\omega t + \cos\omega t - i \sin\omega t)$$

(7.7) $$\tilde{x}_1 = A \cos\omega t$$

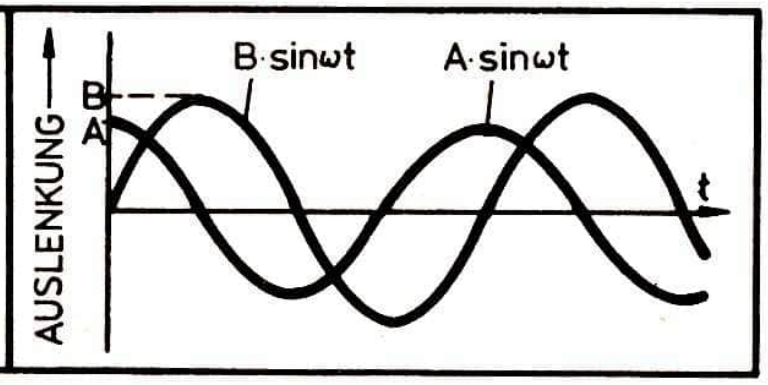
$$\tilde{x}_2 = \frac{B}{2i} x_1 - \frac{B}{2i} x_2 = \frac{B}{2i}(\cos\omega t + i \sin\omega t - \cos\omega t + i \sin\omega t)$$

(7.8) $$\tilde{x}_2 = B \sin\omega t.$$

Die Schwingungsamplituden A bzw. B sind durch die Anfangsauslenkung und Anfangsgeschwindigkeit gegeben. Die Frequenz

$f = \frac{\omega}{2\pi}$ wird entsprechend der Bedeutung von ω
($\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ für Federschwinger u. $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ für Fadenpendel)
durch Federkonstante und Masse bzw. durch Erdbeschleunigung und Pendellänge bestimmt.

Abb. 10
Auslenkung eines Federschwingers bzw. Fadenpendels in Abhängigkeit von der Zeit



impuls - lexikon

Piezzoelektrizität

Manche Kristalle, die hinsichtlich der Symmetrie ihres Aufbaus bestimmte Anforderungen erfüllen, können durch Druck elektrisch aufgeladen werden, was man als Piezzoelektrizität bezeichnet. Durch mechanische Beanspruchung werden die Ionen derart aus ihren Mittellagen verschoben, daß die Ladungsschwerpunkte nicht mehr zusammenfallen und ein Dipolmoment entsteht. Zu den Kristallen, die sich so verhalten, gehören z,B. Quarz und Turmalin.
Wird andererseits an einen piezzoelektrischen Kristall eine Wechselspannung angelegt, wird dieser zu Schwingungen gezwungen, die am stärksten sind, wenn die Erregerfrequenz mit der mechanischen Eigenfrequenz des Kristalls übereinstimmt. Aus der äußerst schmalen Resonanzkurve resultiert die Anwendung zur Frequenzstabilisierung. Quarzuhren, die eine Frequenzstabilität von $\Delta\nu/\nu = 10^{-8}$ aufweisen, beruhen auf diesem Prinzip.

Prof. I. B. Zeldovich
Prof. E. Schmutzer

Aktuelles zum Bau des Weltalls (Teil 2)

Im folgenden wollen wir auf zwei weitere interessante Richtungen der Forschung auf dem Gebiet der kosmischen Physik hinweisen und einige aktuelle Aspekte aufzeigen. Es handelt sich dabei einerseits um die mehr traditionelle Forschung, die sich mit den späteren Stadien der Evolution, besonders mit der Herausbildung einzelner verdichteter Wolken aus homogenem Gas beschäftigt, und andererseits um die Frage der Erzeugung von Teilchen durch das Gravitationsfeld und damit verbunden um die Physik der Schwarzen Löcher.

Den Umwandlungsprozeß der verdichteten Wolken in Gruppen von Galaxien und Sternen betreffend, konnten im Institut für Angewandte Mathematik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR eine Reihe neuer theoretischer Erkenntnisse gewonnen werden. Als experimentelles Ziel der nächsten Zeit wird die Entdekkung und Erforschung von noch nicht in Sterne umgewandelten dichten Gaswolken mittels Radiostrahlung verfolgt. Eine Hauptschwierigkeit bilden dabei die mit Fernseh- und Radioübertragungen verbundenen Störungen. Viele Radioastronomen schlagen deshalb die Errichtung von Apparaturen auf der Rückseite des Mondes vor. Vielleicht wird es für die Internationale Astronomische Union möglich sein, mit Unterstützung der UNO täglich einige Minuten Sendepausen zu erreichen, ähnlich wie man einen Sendekanal für die Übertragung der SOS-Hilferufe störungsfrei hält.
Es sei erwähnt, daß auch die Bestimmung des Alters der Galaxien und der Zeitdauer von der Kompression der Gaswolken bis zu deren Umwandlung in Sternhaufen genau untersucht wurden. Wertvolle Informationen über die Bewegung des ionisierten Gases in der frühen Phase gibt uns dabei die detaillierte Erforschung der kurzwelligen Radiostrahlung. Die ersten Resultate zeugen davon, daß die Abweichungen von der geordneten Expansion klein sind. Kurz gesagt, die Welt war bereits eine

Milliarde Jahre nach dem Expansionsbeginn weitgehend geglättet. In der Forschung geht es jetzt darum, zu erklären, wann sich Geglättetheit, Homogenität und Geordnetheit in der Welt durchsetzten. Wahrscheinlich verlief die Expansion im Anfangsmoment bei solch riesiger Dichte und Temperatur an verschiedenen Orten unterschiedlich. Eine sehr allgemeine Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen widerspiegelt nämlich einen solchen chaotischen Charakter, wie Schüler von L. D. Landau zeigen konnten.

Interessante Fragen sind jetzt: Warum ist die uns heute umgebende Welt als Ganzes weitgehend geglättet und relativ unchaotisch? Gibt es denn solche physikalische Prozesse, die unumgänglich gerade zu einer derartig relativ glatten Welt führen?
Der Suche nach solchen Prozessen sind überall in der Welt in den letzten Jahren tiefgründige Forschungen gewidmet. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, aber viele schon erhaltene Einzelresultate sind hochinteressant.

Relativ leicht ist die Unabhängigkeit der Expansionsgeschwindigkeit von der Richtung zu erklären. Es zeigt sich nämlich, daß die Viskosität des Plasmas (innere Reibung oder Zähigkeit des Plasmas, die bei einer Formveränderung Widerstand leistet) der nicht gleichmäßigen Expansion entgegenwirkt.
Das Interessante ist nun, daß die gewöhnliche Viskosität aber nicht zur Erklärung ausreicht.
Eine heute weitverbreitete Theorie - insbesondere von der oben erwähnten sowjetischen Schule mit ausgearbeitet - kommt zu folgender Aussage:
Im frühesten Stadium der Expansion entsteht im Prozeß der Teilchenerzeugung "Viskosität". Bei der nicht gleichmäßigen Expansion werden nach dieser Theorie Photonen, Elektron-Positron-Paare und andere Teilchen erzeugt. Diese entnehmen ihre Energie aus der Expansionsenergie des Kosmos und gleichen damit die Expansionsgeschwindigkeiten in den verschiedenen Richtungen aus. Man kann das auch so formulieren: Die Teilchen werden im Gravitationsfeld des Weltalls erzeugt.

Das Chaos hat sich danach also verringert, ist aber insgesamt nicht verschwunden, denn es blieb die Möglichkeit einer inhomogenen Dichte übrig.

In Gebieten mit stark überhöhter Dichte können nun nach der begonnenen Expansion durch schnelle Kompression und Kollaps im Prinzip sog. Schwarze Löcher gebildet werden. Das sind hypothetische Körper mit riesiger Dichte und außergewöhnlichen physikalischen Eigenschaften.

Die moderne Theorie unterscheidet zwei Typen Schwarzer Löcher. Wie es scheint, führt die Sternentwicklung unumgänglich zur Bildung massiver Schwarzer Löcher, die einigemal schwerer als unsere Sonne sind. Mit großer Zuverlässigkeit ist die Röntgenquelle Cygnus X - 1 im Sternbild Schwan ein Beispiel für ein Schwarzes Loch in unserer Milchstraße. Andererseits kann das frühe Stadium der Evolution des Weltalls zur Bildung Schwarzer Löcher beliebiger Masse - sogar zu so kleinen mit einer Masse von weniger als einem Gramm führen. Das ist mit der großen Dichte der Materie im frühen Stadium des Kosmos verbunden. Aber eine solche Möglichkeit wird nur in dem Fall realisiert, wenn das Chaos und die Dichteunterschiede genügend groß sind. Diese Frage nach der primären Bildung der Schwarzen Löcher wurde schon im Jahre 1966 von der Moskauer Schule gestellt (J.B.Zeldovich und I.D.Novikov). Es schienen danach zwei Varianten möglich zu sein: Entweder wachsen die Schwarzen Löcher immer weiter durch Aufsaugen von Stoff aus ihrer Umgebung (Akkretion), oder sie bleiben stabil.

Der enorme Fortschritt in der Theorie der Teilchenerzeugung durch das Gravitationsfeld veränderte nun die Situation radikal. Der Engländer S. W. Hawking, jüngstes Mitglied der Royal Society, zeigte 1974, daß das Gravitationsfeld der Schwarzen Löcher Teilchen erzeugen kann, wobei sich ein Schwarzes Loch selbst so verhält, als ob es verdampfen und aus unserem Horizont verschwinden würde. Je kleiner das Schwarze Loch ist, desto heller leuchtet es danach auf und desto schneller verdampft es. Vielleicht beenden gerade jetzt die vor 15 bis 20 Milliarden Jahren mit einer Masse von einer Milliarde Tonnen entstandenen Schwarzen Löcher (also sehr leichte Objekte gegenüber den Sternen) ihre Verdampfung und leuchten vor ihrem "Sterben" besonders hell auf, wobei sie Röntgenstrahlung und Teilchen, die zu Bestandteilen der kosmischen Strahlung werden, aussenden? Indirekte Argumente zeigen, daß solche Schwarzen Löcher auf alle Fälle nicht häufig sind.

Es gibt auch Argumente dafür, daß sich Schwarze Löcher mit einer besonders kleinen Masse (Tonnen oder Gramm) häufig im frühen Stadium des Kosmos gebildet haben und so frühzeitig verdampft sind, daß sie keine sichtbaren Spuren hinterlassen haben, außer dem Beitrag an Energie zur kosmischen Radiostrahlung.

Diese modernen und zum Teil noch hypothetischen Fragestellungen, die insbesondere durch die optische Radio- und Röntgenastronomie bei Benutzung der Raketen- und Satellitentechnik einen unvergleichbaren Impuls erfahren haben, weisen in wissenschaftliches Neuland, dessen Dimensionen man nur ahnen kann. Offensichtlich handelt es sich dabei um ein Forschungsgebiet, das sehr komplex angelegt sein muß und insbesondere die Grenzgebiete zwischen den verschiedensten Disziplinen umfassen muß. Man wird dabei unmittelbar an die Worte des früheren Präsidenten der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, A. N. Nesmejanov, erinnert, der gerade die Grenzgebiete als diejenigen Bereiche eingeschätzt hat, auf denen die Keime der Wissenschaften besonders gut wachsen und wo neue Ideen mit großer Häufigkeit und herausragendem Effekt geboren werden.

Prof. J. B. Zeldovich, Institut für Weltraumforschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau

Prof. E. Schmutzer, Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

---

Mit freundlicher Genehmigung der "Urania" aus Heft 3/77

Wir möchten uns bei unseren trotzdem treuen Lesern für die total verspätete Auslieferung der Hefte entschuldigen. Bitte glauben Sie uns, daß wir alles unternehmen, die Verspätung bis Schuljahresende aufzuholen.

Ihre Redaktion

I. S. Schklowski*)

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (Teil 1)

Die Idee von der Vielzahl der bewohnten Welten ist so alt wie die menschliche Kultur. Sie war schon zu einer Zeit, da es die Astronomie noch nicht gab, weit verbreitet. Verschwommene Vorstellungen von einer Vielzahl bewohnter Welten fanden sich bereits in alten Religionen (z.B. im Buddhismus). Mit der Entwicklung der Astronomie erhielt diese Idee nach und nach einen konkreten Inhalt. Die überwiegende Mehrheit der griechischen Philosophen, sowohl Materialisten als auch Idealisten, vertrat die Konzeption von einer Vielzahl bewohnter Welten. (So meinte z.B. Anaxagoras, daß der Mond bewohnt sei.)

Diese Vorstellung entwickelte sich bis in die Neuzeit. Noch in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts war die Vorstellung von der totalen Besiedlung des Kosmos allgemein verbreitet.

Die dominierende Tendenz in der Entwicklung der Konzeption von der Vielzahl bewohnter Welten bestand im letzten Jahrhundert jedoch darin, daß die Zahl der kosmischen Objekte, die als mögliche Heimstatt von Leben betrachtet werden könnten, immer kleiner veranschlagt wurde.

Eine wirklich wissenschaftliche Betrachtungsweise des Problems ist erst im letzten Vierteljahrhundert möglich geworden. Man spricht vom Beginn der kosmischen Ära in der Geschichte der Menschheit.

---

*) korresp. Mitglied der AdW der UdSSR
Leiter der Abteilung Astrophysik und Radioastronomie des Instituts für Kosmosforschung der AdW der UdSSR

Es entstand eine kosmische Technologie, die sich sehr stürmisch entwickelte. Der Kosmos ist zu einem beherrschenden Element des Weltgefühls aller Bewohner unseres Planeten geworden. Damit trat das Problem der außerirdischen Zivilisation und der Verbindung mit ihnen aus dem Bereich der wissenschaftlichen Phantastik heraus und wurde zu einem aktuellen Problem. Davon zeugen die wissenschaftlichen Symposien und Konferenzen der letzten Jahre, auf denen die Problematik vernunftbegabten Lebens im Weltall systematisch analysiert wurde. Besonders fruchtbar und repräsentativ war das sowjetisch-amerikanische Symposium, das im Bjurakaner Observatorium der Akademie der Wissenschaften der SSR im Herbst 1971 stattgefunden hatte.
Auf diesem Symposium wurde zwar ein großer Kreis von Fragen erörtert, aber auch hier dominierte das Thema der Verbindung mit außerirdischen Zivilisationen.
Als Ausgangsformel für das ganze Problem der außerirdischen Zivilisation läßt sich wohl der einfache Ausdruck verwenden, der als "Formel von Drake" bezeichnet wird:

$$N = n \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot t_1/T$$

Darin bedeuten: N - die Anzahl der hochentwickelten Zivilisationen, die in der Galaxis gleichzeitig mit uns existieren; n - die Zahl aller Sterne in der Galaxis; P_1 - die

Sind wir die einzigen Vernunftbegabten in der Unendlichkeit des Alls? Oder ganz im Gegenteil die einzigen Nichtvernunftbegabten? Diese Möglichkeit schließt der amerikanische Wissenschaftler James Ball nicht aus. Wenn es extraterrestrische Zivilisationen gibt - so Ball -, dann müßten sie uns in ihrer Entwicklung um Millionen Jahre voraus und mit kolossalen technischen Möglichkeiten ausgestattet sein. Unser heimischer und für ihre Begriffe wahrhaft "steinzeitlicher" Abschnitt stellt für sie eine Art kosmischer Naturschutzpark dar, den sie unbedingt erhalten wollen. Deshalb, damit dieser Krähwinkel des Alls - unsere Erde - unberührt und für Anschauungszwecke erhalten bleibt, tun sie alles, um jede Fühlungnahme zu verhindern.

gekürzt nach "ikarus"

Wahrscheinlichkeit, daß ein Stern ein Planetensystem hat; P_2 - die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Leben auf einem Planeten; P_3 - die Wahrscheinlichkeit, daß das auf einem Planeten entstandene Leben im Laufe seiner Entwicklung zu vernunftbegabtem Leben wird; P_4 - die Wahrscheinlichkeit, daß vernunftbegabtes Leben in das technologische Stadium eintritt; t_1 - die durchschnittliche Dauer des technologischen Stadiums; T - das Alter der Galaxis.

Mit der Entwicklung der Wissenschaft in den letzten Jahren ist die Tendenz verbunden, die Faktoren immer kleiner zu veranschlagen. Drake selbst versuchte noch 1961 von den uns am nächsten vermutlich mit Planeten versehenen Sternen, dem Stern τ Ceti und dem Stern ε Eridani, künstliche Radiosignale nachzuweisen. Heute ist klar, daß dieser Versuch einfach naiv war. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Stern ein Planetensystem besitzt, ist wohl wesentlich kleiner als 0,1....0,01, wie dies noch von den meisten Teilnehmern des Bjurakaner Symposiums angenommen wurde.

Man kann sagen, daß die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Leben auf irgendeinem geeigneten Planeten in der Galaxis sehr klein angesetzt werden kann. Dasselbe gilt für die Wahrscheinlichkeiten P_3 und P_4. Da für die Schätzung dieser Größen praktisch keine Grundlagen bestehen, muß der Faktor P_3 wohl als unbestimmt klein angenommen werden.

Zusammenfassend kann man sagen: Während zur Zeit des Bjurakaner Symposiums die meisten Experten den Abstand zu den nächsten außerirdischen Zivilisationen (die gleichzeitig mit uns existieren) subjektiv auf 100...300 Parsec[1] schätzten, muß man heute, einige Jahre danach, diesen Abstand um mindestens eine Größenordnung höher ansetzen. Aber wenn das zutrifft, dann ist die Zahl der Zivilisationen in unserem Sternsystem kaum größer als 1000, möglicherweise noch erheblich kleiner.

---

aus "Sowjetwissenschaften" 9/77 (gekürzt)

[1] 1 Parsec (eine Parallaxensekunde) ist die Entfernung, aus der der Erdbahnradius unter einem Winkel von 1" (einer Sekunde) erscheint; 1 Parsec = ca. 3,26 Lichtjahre !

physikaufgabe 26

Vier Widerstände, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ und $R_4 = 6\Omega$, sollen in einer Schaltung so angeordnet werden, daß der Gesamtwiderstand $R_g = 10{,}4\Omega$ beträgt. Wie müssen diese vier Widerstände geschaltet werden ?

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

---

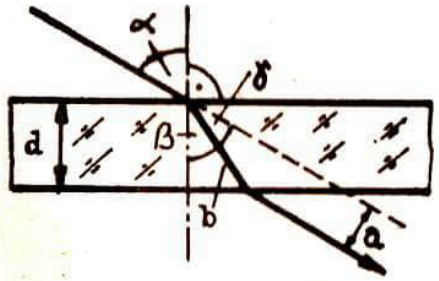
lösung der aufgabe 22 aus heft 1/11.jg.

aufgabe:

Beim Durchgang des Lichtes durch eine planparallele Glasplatte wird ein Lichtstrahl auf Grund zweifacher Brechung parallel verschoben. Man berechne die Verschiebung a ! Der Einfallswinkel sei α, der Brechungswinkel sei β und die Glasdicke sei d !

lösung:

eingesandt von Karsten S c h n e i d e r, Pirna, 17 Jahre



$$\beta + \gamma = \alpha \quad \longrightarrow \quad \gamma = \alpha - \beta$$

$$\cos\beta = \frac{d}{b} \quad \longrightarrow \quad b = \frac{d}{\cos\beta}$$

$$\sin\gamma = \frac{a}{b} \quad \longrightarrow \quad a = b \cdot \sin\gamma$$

$$\longrightarrow \quad a = \frac{d \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\cos\beta}$$

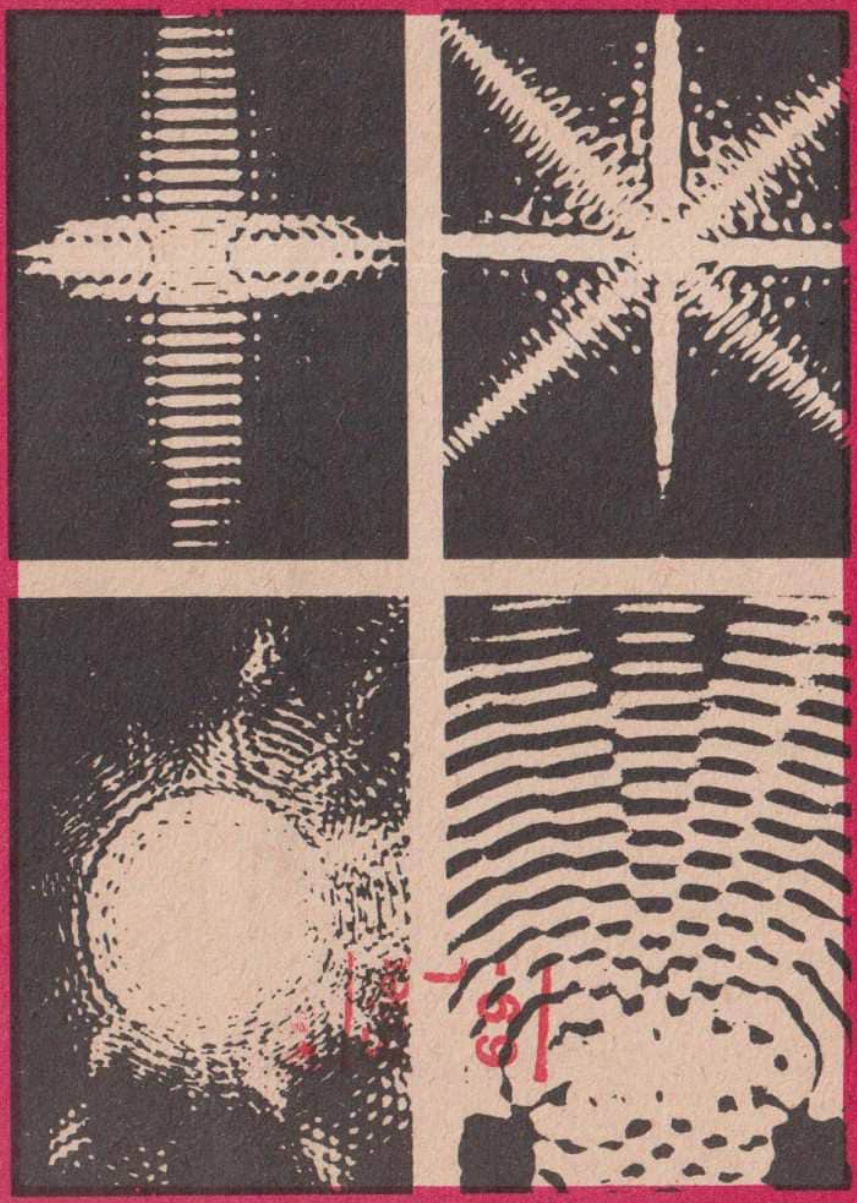
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

6



Mineralstoffe

☆

Interview mit Prof. Schmutzer

☆

Kristallzüchtung

☆

e-Funktion in der Physik

☆

Vernunftbegabtes Leben im Weltall?

Titelbild: Interferenzfiguren mit Wasserwellen und Laserlicht (L. G.)

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Mineralstoffe – Wachstumsfaktoren der Pflanzen	Bio	3
Interview mit Prof. E. Schmutzer	Int	8
Die Notwendigkeit der industriellen Kristallzüchtung	Che	13
Büchermarkt		18
Die Eigenschaften der e-Funktion und ihre Anwendung in der Physik (4)	Phy	19
Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (2)	Dok	26
Physikaufgabe 27, Lösung von Nr. 23		31

Dr. Vorsatz
Sektion Biologie
WB Allg. Mikrobiologie
FSU Jena

Mineralstoffe - Wachstumsfaktoren der Pflanzen

BIOLOGIE

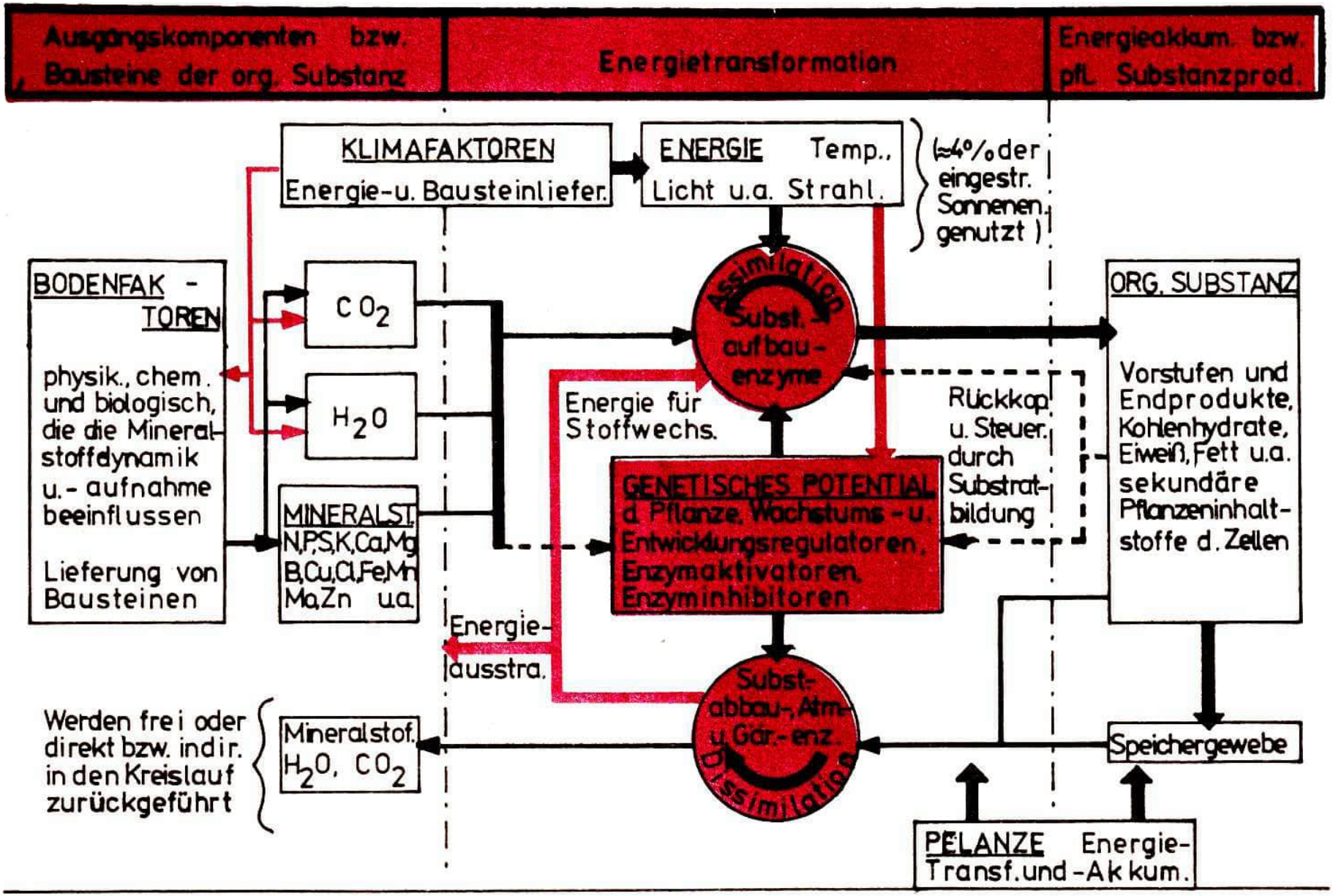
Die pflanzliche Substanzproduktion ist die Grundlage für das gesamte Leben auf unserer Erde. Sie stellt eine Energietransformation der als Licht einfallenden Sonnenstrahlung dar. Ihr Umfang wird

- durch das art- und sortenspezifische genotypische Potential der Pflanzen,
- durch die vom Klima und von der Witterung bestimmten Umweltfaktoren und
- durch die vom Standort Boden abhängigen Ernährungsbedingungen

bestimmt.

Man kann auch sagen, jeder physikalische, chemische oder biologische Faktor, der das Wachstum der Pflanze von der Keimung bis zur Reife in irgendwelcher Weise beeinflussen kann, ist ein Wachstumsfaktor.
Von BERGMANN wurden die an der pflanzlichen Substanzproduktion beteiligten Komponenten in einem Schema (Abb.) zusammengestellt.

Es zeigt sowohl die Vielzahl der Faktoren als auch deren mannigfaltigen Wechselbeziehungen und macht deutlich, daß die Pflanzen nur dann normal wachsen und hohe Erträge bringen können, wenn alle äußeren Faktoren, die das Wachstum beeinflussen, optimal gestaltet sind. Beim genauen Studium der Ausgangskomponenten bzw. der Bausteine der organischen Substanz erkennen wir, daß nicht alle Wachstumsfaktoren vom Menschen beliebig beeinflußbar sind. So sind uns besonders bei den Klimafaktoren Grenzen gesetzt, auch wenn in den Produktionssystemen unter Glas das Wasser und die Temperatur den Ansprüchen der Pflanzen annähernd angepaßt werden können


Ausgangskomponenten bzw. Bausteine der org. Substanz
Energietransformation
Energieakkum. bzw. pfl. Substanzprod.
KLIMAFAKTOREN
Energie-u. Bausteinliefer.
ENERGIE Temp., Licht u.a. Strahl.
(≈4% der eingestr. Sonnenen. genutzt)
BODENFAK - TOREN
physik., chem. und biologisch, die die Mineralstoffdynamik u.- aufnahme beeinflussen
Lieferung von Bausteinen
CO_2
H_2O
MINERALST. N,P,S,K,Ca,Mg B,Cu,Cl,Fe,Mn Mo,Zn u.a.
Assimilation
Subst.-aufbau-enzyme
Energie für Stoffwechs.
GENETISCHES POTENTIAL d. Pflanze. Wachstums- u. Entwicklungsregulatoren, Enzymaktivatoren, Enzyminhibitoren
Rückkop. u. Steuer. durch Substrat-bildung
ORG. SUBSTANZ
Vorstufen und Endprodukte, Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett u.a. sekundäre Pflanzeninhaltstoffe d. Zellen
Energie-ausstra.
Subst.-abbau-, Atm.- u. Gär.-enz.
Dissimilation
Werden frei oder direkt bzw. indir. in den Kreislauf zurückgeführt
Mineralstof. H_2O, CO_2
Speichergewebe
PFLANZE Energie-Transf. und -Akkum.

und auf immer größeren Freilandflächen zusätzlich eine künstliche Beregnung möglich ist. Auch das Sonnenlicht wird in der gärtnerischen Praxis bereits durch künstliche Lichtquellen ersetzt, wenn es darum geht, während der lichtarmen Wintermonate kräftige Jungpflanzen anzuziehen. Dagegen muß der CO_2-Gehalt als gegebene spezifische Größe hingenommen werden, da sich die CO_2-"Düngung" noch immer im Versuchsstadium befindet.

Günstiger liegen die Verhältnisse beim Boden. Er ist Standort der Pflanzen, Mittler für den Klimafaktor Wasser und Lieferant und Reservoir der mineralischen Nährstoffe zugleich und läßt sich über den physikalischen, chemischen und biologischen Faktorenkomplex im begrenzten Ausmaß verändern. Der genannte Komplex umfaßt alle Faktoren, die im Laufe der Zeit die oberste Schicht der Erde in Boden umgewandelt haben. Die Umwandlung bezeichnet man als Verwitterung, und alle ackerbaulichen Maßnahmen haben das Ziel, sie zu fördern und damit eine Verbesserung des Bodens herbeizuführen. Jede Verbesserung des Bodens bedeutet gleichzeitig eine Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, die eine Vergrößerung des Vorrates an mineralischen Nährstoffen einschließt. Während der Begriff "mineralische Nährstoffe" deren Herkunft kennzeichnet, kann er aber auch zu der falschen Annahme führen, daß alle in den Mineralien der obersten Erdschicht enthaltenen Elemente von den Pflanzen als Nährstoffe benötigt werden. Dies ist nicht der Fall. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung werden 21 Elemente als unerläßlich für das Pflanzenwachstum bezeichnet. Es sind dies: Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Phosphor (P) Schwefel (S), Kalium (K), Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Bor (B), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Zink (Zn), Chlor(Cl), Natrium (Na), Kobalt (Co), Vanadium (V), Silizium (Si) und Aluminium (Al). Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff können wir hier außer acht lassen, weil sie aus dem Kohlendioxid der Luft bzw. aus dem Wasser stammen, und beim Stickstoff muß darauf hingewiesen werden, daß der im Boden vorhandene Stickstoff ebenfalls nicht mineralischen Ursprungs ist, sondern aus der Atmosphäre stammt.

Generell sind die Pflanzen fähig, mit ihrer ganzen Oberfläche Nährstoffe aufzunehmen. Bei allen Landpflanzen sind jedoch die

Wurzeln das eigentliche Organ der Stoffaufnahme. Sie nehmen die Nährstoffe als Ionen, d.h. als elektrisch geladene Teilchen, in wässriger Lösung auf. Als positiv geladene Ionen, also als Kationen, werden von den Pflanzen u.a. K, Ca, Mg, Fe und N als Ammoniak und als Anionen, d.h. als Ionen mit negativer Ladung, P, S und N in Nitratform aufgenommen. In der Pflanze werden die Nährstoffe entweder direkt als Bausteine in lebenswichtige organische Verbindungen eingebaut oder wirken aufgrund ihrer elektrischen Ladung auf den Kolloidzustand der Zellen. Daraus ergibt sich, daß sie in sehr unterschiedlichen Mengen benötigt werden. Dies führte zu der Einteilung in Makronährstoffe, zu denen man N, K, P, Ca und Mg rechnet, und in Mikronährstoffe, zu denen man u.a. Fe, B, Mn, Mo, Cu und Zn zählt. Während von den ersteren für eine mittlere Ernte erhebliche Mengen zur Verfügung stehen müssen, genügen bei einigen Mikronährstoffen oft schon wenige Gramm zum normalen Ablauf der Lebensprozesse. Die nachfolgende Tabelle enthält den Nährstoffentzug von einigen Fruchtarten und gibt damit eine Vorstellung von der Größenordnung, in welcher die Nährstoffe für eine mittlere Ernte je ha zur Verfügung stehen müssen.

Fruchtart	Entzug in kg						
	N	P	K	Ca	Mg	B	Mn
Getreide 40 dt Körner mit Stroh	80 - 120	40 - 60	80 - 120	24 - 40	12 - 20	0,05- 0,07	0,3 - 0,5
Kartoffeln 300 dt Knollen mit Kraut	135 - 180	45 - 75	225 - 300	45 - 120	24 - 60	0,05- 0,07	0,1 - 0,2
Zuckerrüben 500 dt Rüben mit Blatt	200 - 275	75 - 100	250 - 375	50 - 100	50 - 100	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5
Luzerne 80 dt Heu	160 - 240	25 - 50	75 - 125	125 - 150	10 - 20	0,5 - 0,7	0,4 - 0,5

Steht ein Nährstoff nur in ungenügendem Maße zur Verfügung oder fehlt er ganz, so bilden sich Mangelsymptome aus, da das Wachstum der Pflanze von dem Wachstumsfaktor, d.h. also auch von dem Nährstoff limitiert wird, der in nicht ausreichender Menge zur Verfügung steht (Gesetz des Minimums).

Damit kommen wir zur Düngung als ackerbauliche Maßnahme, mit der wir das Nährstoffangebot dem Bedarf der Pflanzen anzupas-

sen versuchen. Eine unbefriedigende Entwicklung der Pflanzen bzw. spezifische Mangelsymptome haben gezeigt, daß von den 18 Elementen, die in Ionenform aus dem Boden aufgenommen werden, N, P, K, Ca und Mg generell und Fe, B, Mn, Cu, Mo und Zn lokal nicht ausreichen, um die Erträge zu erzielen, die wir im Rahmen der sozialistischen Intensivierung unserer Landwirtschaft erreichen wollen. Bedingt wird die Diskrepanz zwischen dem Nährstoffangebot und dem -bedarf durch viele Faktoren. Einige davon sind:

- Nicht jeder Boden enthält alle als Pflanzennährstoffe benötigten Elemente in ausreichender Menge (Für Phosphor gilt dies für das gesamte Gebiet unserer Republik),
- trotz umfassender Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts im Ackerbau ist die Verwitterung der Mineralien und damit die Freisetzung von Nährstoffen begrenzt,
- erhebliche Verluste an Nährstoffen treten alljährlich durch Auswaschung auf, obwohl die als Kationen im Boden vorliegenden Nährstoffe sorptiv an den Ton-Humus-Komplex gebunden sind,
- die einzelnen Feldfrüchte haben z.T. sehr unterschiedliche Nährstoffansprüche (siehe obige Tabelle),
- von den in den Ernteprodukten enthaltenen Nährstoffen wird nur ein Teil in Form von organischem Dünger dem Boden wieder zugeführt.

Während in der Frühzeit der mineralischen Düngung, die von Justus von Liebig um 1840 eingeführt wurde, die empirische Anwendung der Nährstoffe dominierte, basiert jetzt die Düngung auf wissenschaftlicher Grundlage. Die visuelle Kontrolle der Nährstoffversorgung unserer Pflanzenbestände wird heute durch periodisch durchgeführte Untersuchungen der Böden auf ihren Gehalt an pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen und in Zweifelsfällen noch durch die chemische Untersuchung von Pflanzen ergänzt. Die Beobachtungswerte und Untersuchungsergebnisse stellen dann die Grundlage zur Berechnung der optimalen Düngermengen für die einzelnen Fruchtarten dar. Sie werden den Landwirtschaftsbetrieben empfohlen, und Aufgabe der agrochemischen Zentren ist, dieselben im Dienstleistungsverhältnis möglichst zu der Zeit auszubringen, in der die Pflanzen den größten Bedarf haben, damit ein hoher Wirkungsgrad gewährleistet wird.

wissenschaft im kreuzverhör

Interview mit Prof. Ernst Schmutzer, Leiter des Wissenschaftsbereiches Relativistische Physik der Sektion Physik der FSU Jena

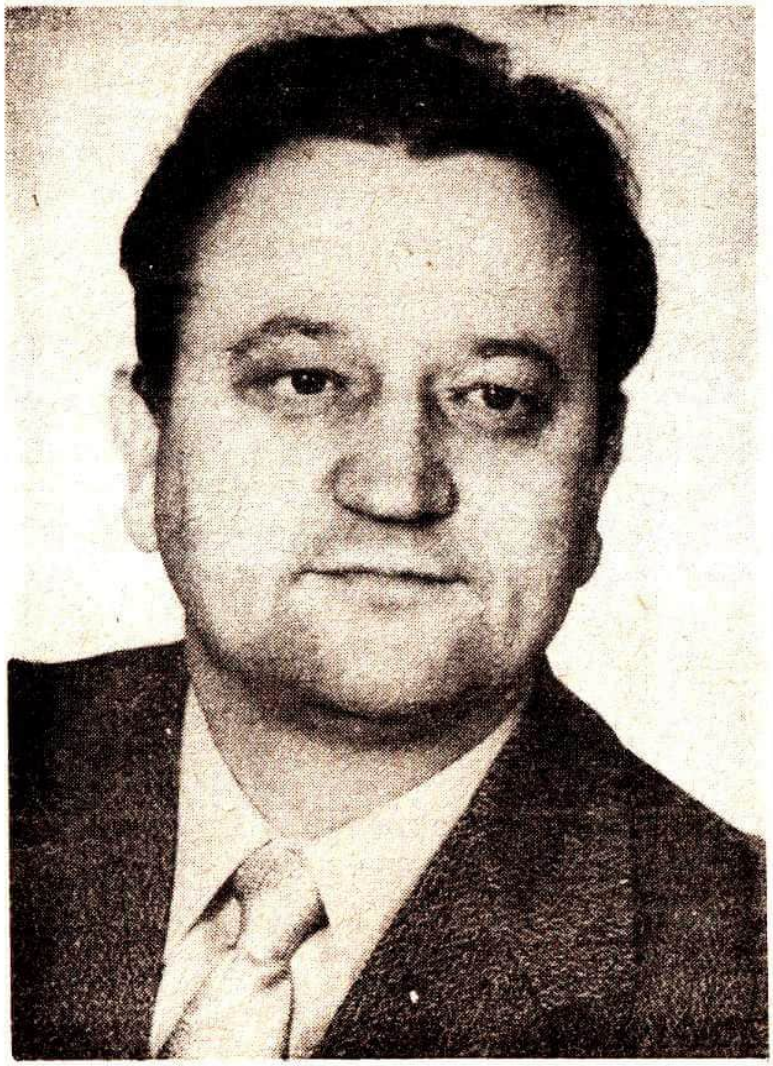
"impuls 68": Welche Aufgaben hat Ihrer Meinung nach heute die Theorie innerhalb der physikalischen Forschung?

Prof. Schmutzer: Die Theoretische Physik ist früher von vielen nur als ein mathematisches Werkzeug betrachtet worden. Es hat lange gedauert, bis erkannt worden war, welche eigentliche Bedeutung die Theoretische Physik prinzipiell besitzt, daß sie nämlich die Theorie der Physik zum Inhalt hat. Die Gründung der theoretisch-physikalischen Institute fällt in die ersten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts - in Jena z. B. wurde das Theoretisch-Physikalische Institut 1928 gegründet. Mit der Gründung dieser Institute nahm die Theoretische Physik eine beachtliche Entwicklung. Die tägliche Arbeit zeigt, daß man viel Kraft und Energie einsparen kann, wenn es einem gelingt, ein Problem theoretisch gut für ein entsprechendes Experiment vorzubereiten. Die Aufgabe der Theoretischen Physik ist heute eine zweifache: einerseits muß die Theoretische Physik als eigene Disziplin an ihren Grundlagen weiter arbeiten und neue Erkenntnisse schöpfen, andererseits hat die Theoretische Physik die Aufgabe, im Sinne der vorigen Ausführungen in die experimentelle Forschung einzugreifen - bis hin zur Technik und bei uns bis hin zur Umsetzung in der sozialistischen Produktion.

"impuls 68": Ist die Arbeit auf dem Gebiet der Relativistischen Physik ausschließlich von theoretischer Bedeutung? Oder wie würden Sie ihre Stellung charakterisieren? Welche Probleme werden speziell in Ihrem Wissenschaftsbereich behandelt?

Prof. Schmutzer: Vielleicht sollte man, nachdem ich einige allgemeine Ausführungen über die Theoretische Physik gemacht habe, sich darüber klar werden, daß die Theoretische Physik heutzutage drei sehr wichtige Säulen aufweist, die im wesentlichen in unserem Jahrhundert geschaffen wurden:

Das ist einmal die Relativitätstheorie aus den Jahren 1905 (Spezielle) und 1915 (Allgemeine). Schöpfer der eigentlichen Grundlagen der Relativitätstheorie ist bekanntlich Albert Einstein. Die relativistische Theorie ist ein weitgespannter Rahmen, in den sich weite Bereiche der übrigen Physik einfügen müssen. Ansonsten würden Grundsatzfragen dieser anderen Bereiche nicht lösbar sein, und es würde zu Divergenzen kommen, die man von vornherein schon durch die Einsicht in die Struktur der Relativitätstheorie ausschalten kann.



Prof. E. Schmutzer

Das zweite große Gebiet ist die Quantenphysik, die insbesondere 1900 mit der Entdeckung des Wirkungsquantums durch Max Planck eingeleitet wurde und die dann in der Quantenmechanik ihre eigentliche theoretische Formulierung gefunden hat: 1925 in der Matrizenmechanik durch Werner Heisenberg, 1926 in der Wellenmechanik durch Erwin Schrödinger.
Das dritte große Gebiet, das gerade in den letzten Jahrzehn-

ten beachtlichen Auftrieb genommen hat, ist die irreversible Thermodynamik und Statistik. Dieses Gebiet ist insofern wesentlich geworden, als es den Bogen spannt bis hin zur Biophysik, Biologie, Medizin etc..
Wenn wir jetzt in der Betrachtung der Relativistischen Physik als eines dieser drei Gebiete weitergehen, dann müssen wir feststellen, daß die Relativistische Physik vor einigen Jahrzehnten von den meisten Physikern noch als mathematische Spielerei angesehen wurde. Die experimentelle Verifizierung der Speziellen Relativitätstheorie und in den letzten Jahren auch der Allgemeinen Relativitätstheorie hat sich aber inzwischen so weit verfeinert, daß wir sagen können, daß - und das zeigt insbesondere auch der letzte 8. Internationale Gravitationskongreß in Waterloo (Kanada) - die Messungen immer mehr die Einsteinsche Theorie bestätigen, d.h., daß die Meßresultate immer besser gegen die Voraussagen konvergieren, die aus der Einsteinschen Theorie ableitbar sind. Die Akzente in der Relativistischen Physik haben sich im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte beachtlich verschoben. Heute ist es so, daß bei internationalen Kongressen etwa ein Drittel der Vorträge experimenteller Natur sind, wobei es um eine hochentwickelte Präzisionsmeßtechnik in Hinsicht sowohl auf Zeitmessung als auch Längenmessung geht.

Dieser Tendenz haben wir in Jena dadurch Rechnung getragen, daß wir vor einigen Jahren eine Arbeitsgruppe "Experimentelle Aspekte der Relativistischen Physik" aufzubauen begannen. Unser Wissenschaftsbereich hat sich seit zwei Jahren noch stärker profiliert. Heute gibt es zwei Arbeitsgruppen im WB: Die eine beschäftigt sich mit der mathematischen Theorie der Relativistischen Physik (dabei geht es insbesondere um die Problematik der strengen Lösungen der Einsteinschen Theorie). Die zweite Arbeitsgruppe befaßt sich, wie schon gesagt, mit den experimentellen Aspekten der Relativistischen Physik. Dem Profil der Experimentalphysik in Jena entsprechend bearbeiten wir das Grenzgebiet zwischen Gravitation und Tieftemperaturphysik, weil wir glauben, daß durch die neuen Meßmethoden in der Tieftemperaturphysik eine solche Präzision bei der Ausmessung von elektrischen und magnetischen Feldern erreicht wird, daß wir auch Chancen für die Messung feiner Gravitationseffekte sehen.

"impuls 68": Wie wird heute Theorie gemacht? Sollte der Forscher am besten Leuchtturmwärter sein, wie Einstein einmal sagte? Welche Rolle spielen der Kontakt mit den Mitgliedern des Arbeitskollektivs und die Zusammenarbeit mit anderen, auch internationalen Forschungsgruppen?

Prof. Schmutzer: Die Einsteinsche Idee des Leuchtturmwärters muß man richtig verstehen. In der Zeit, als Einstein diese Idee geäußert hat, herrschte eine große soziale Unsicherheit, insbesondere auch bei den Theoretischen Physikern. Heutzutage ist es so, daß eine isolierte Arbeitsweise des Theoretischen Physikers in der Regel nicht fruchtbar ist. Der Theoretische Physiker braucht engen Kontakt mit seinen Kollegen Theoretikern, aber auch engen Kontakt mit der Experimentalphysik, weil er - wie ich vorhin schon ausführte - dadurch in die Möglichkeit versetzt wird, daß seine Ideen, Hypothesen, Theorien letzten Endes experimentell verifiziert werden können. Und das ist außerordentlich wichtig für den Prozeß der theoretischen Forschung. Man sollte aber diese eine Seite nicht verabsolutieren. Der Theoretische Physiker braucht - den erwähnten Kontakt vorausgesetzt - Arbeitsruhe und eine entsprechende Atmosphäre der Geduld, um Problemstellungen selber zu konzipieren und zu Ende zu führen, denn eine solche Atmosphäre ist ein unabdingbares Postulat für die kreative Phase des Theoretischen Physikers. Ich bin der Meinung, daß es auch in Zukunft - genau wie in der Vergangenheit - so sein wird, daß herausragende theoretische Leistungen in solchen schöpferischen Phasen der Konzentration zustande kommen.

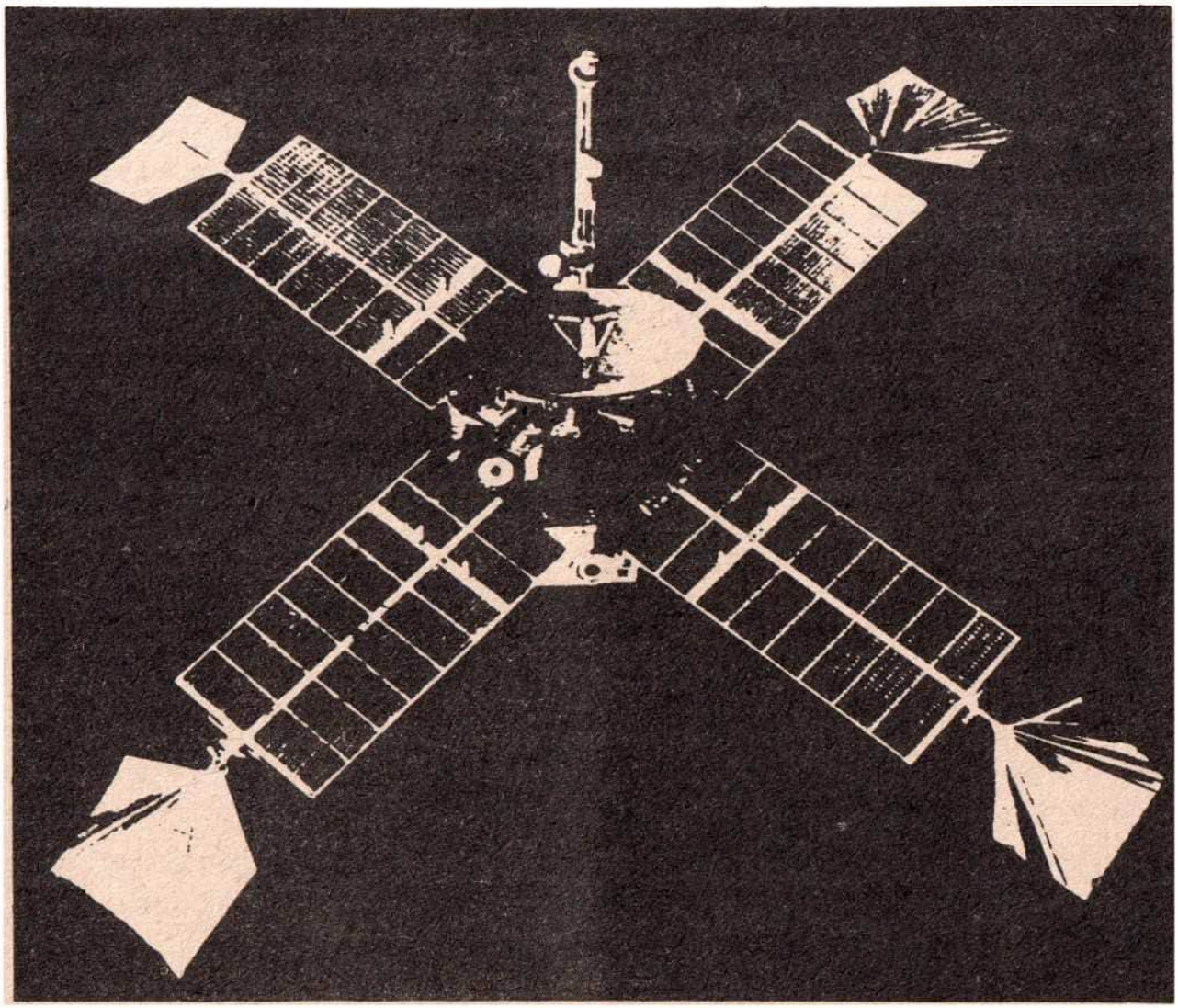
"impuls 68": Was zeichnet Ihrer Meinung nach einen vorbildlichen Theoretischen Physiker aus? Wo liegen die besonderen Schwierigkeiten bzw. Anforderungen in der Arbeit eines Theoretikers?

Prof. Schmutzer: Nach meiner Ansicht ist ein Grundpostulat für die gute Arbeit eines Theoretischen Physikers der große Überblick über das Gesamtgebiet der Physik bis hin zu einem beachtlichen Einblick in die dialektischen Naturzusammenhänge überhaupt. Ich möchte sogar so weit gehen zu sagen, daß der Theoretische Physiker auch die philosophischen Grundlagen der Erkenntnisse der Physik verstehen lernen sollte. Da der

Theoretische Physiker in seiner konkreten Arbeit natürlich außerordentlich tief in Detailfragen eindringen muß, resultieren daraus viele Schwierigkeiten der Bewältigung dieses riesigen Spektrums. Nur wenigen Theoretischen Physikern ist deshalb bisher die Beherrschung dieses weit gesteckten Rahmens gelungen.

"impuls 68": Herr Prof. Schmutzer, wir bedanken uns herzlich für dieses Interview. - Wie wir erfahren haben, findet 1980 der 9. Internationale Gravitationskongreß hier bei uns in Jena statt. Dürfen wir von Ihnen demnächst in einem weiteren Gespräch Einzelheiten dazu erwarten?

Prof. Schmutzer: Selbstverständlich gern.



Wettersatellit

Jürgen Haase
Karl-Josef Franke
Hans-Joachim Senft
Dieter Kozik

Die Notwendigkeit der industriellen Kristallzüchtung

CHEMIE

Ohne die synthetische Herstellung von Kristallen ist keine moderne Industrie mehr möglich, denn die natürlichen Vorkommen an vielen Kristallen reichen längst nicht mehr aus bzw. sind zu teuer abzubauen. Darum ist es unbedingt nötig, Kristalle künstlich zu züchten.
Nun sollen einige wichtige Anwendungsgebiete der Kristalle genannt werden.

Optik: Hohe Lichtbrechung, besondere Transmissionseigenschaften
- Saphir (Aluminiumoxid), Flußspat (Kalziumflouride), Alaun, Quarz

als Hartstoffe und Ziehsteine: besondere Härte und Festigkeit
- Aluminiumoxid (Saphir, Rubin), Borazon, Diamant, Siliziumborid

Schmucksteine: besondere Härte, Farbe, Lichtbrechung, Dispersion
- Rubin, Rutil, Smaragd, Spinelle, Titanate

Isolationsmaterial: Unterlagen für elektrische Dünnschichtbauelemente
- Aluminiumoxid, Silizium, Spinelle

Halbleiter: Aluminiumantimonid, Aluminiumnitrit, Bleisulfid, Germanium, Indiumantimonid, Selen, Silizium, Tellur

Strahlungsgeneratoren und Strahlungswandler: (Laser, Maser)
- Rubin, Kalziumflourid (Flußspat), Stilben

Schon aus diesen Beispielen wird ersichtlich, wie notwendig die industrielle Kristallzüchtung heutzutage ist.

Die Entwicklung der industriellen Kristallzüchtung

Die Erscheinung der Kristallisation wurde bereits im Altertum erkannt, und man wandte sie damals zur Stofftrennung an.
So wurde sie z.B. beim Eindampfen von Lösungen benutzt (u.a. Auskristallisieren des Kochsalzes beim Verdampfen des Wassers).
Mit der eigentlichen Kristallisation beschäftigte man sich erst im 17. Jahrhundert. Hier wurden Überlegungen zum Kristallwachstum angestellt. Ab dieser Zeit verbesserten sich die Aussagen über den Bau und das Wachstum der Kristalle immer mehr.
So fand man 1891 in Frankreich Methoden zur Züchtung von Rubinen. 1940 gelang es, Quarzkristalle herzustellen.
Eine große Errungenschaft konnte 1955 verzeichnet werden, denn in diesem Jahr gelang erstmalig die synthetische Herstellung von Diamanten, die heute noch zu den schwierigsten Kristallzüchtungen zählt.

Verschiedene Arten der Kristallzüchtung

Es gibt verschiedene Arten der Kristallzüchtung. Einzelne Arten sind für die Züchtung bestimmter Kristalle besonders geeignet.

1. Kristallzüchtung aus dispersen Phasen
1.1. aus der gasförmigen Phase
1.2. aus der Lösung
1.3. unter hydrothermalen Bedingungen
1.4. aus Schmelzlösungen

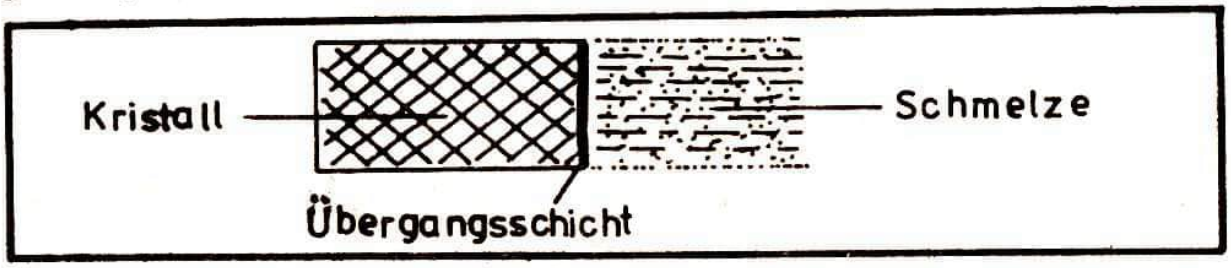
2. Kristallzüchtung aus der Schmelze
2.1. Kristallzüchtung in Tiegeln
2.2. Kristallisation am freiwachsenden Kristall
2.3. Kristallzüchtung unter Druckanwendung

3. Kristallzüchtung in fester Phase
3.1. Rekristallisation
3.2. Mehrphasendiffusion

Die in der Industrie am meisten verwendeten Züchtungsmethoden sind aus der dispersen Phase und aus der Schmelze. Die Kristallzüchtung aus der festen Phase wird nur wenig verwendet.

Kristallzüchtung aus der Schmelze

Die Kristallzüchtung aus der Schmelze soll im folgenden näher beschrieben werden, denn sie wird sehr häufig in der Industrie angewendet.
Beim Wachstum aus der Schmelze wird angenommen, daß zwischen Kristall und Schmelze eine Übergangsschicht (diffuse Phasengrenze) existiert.



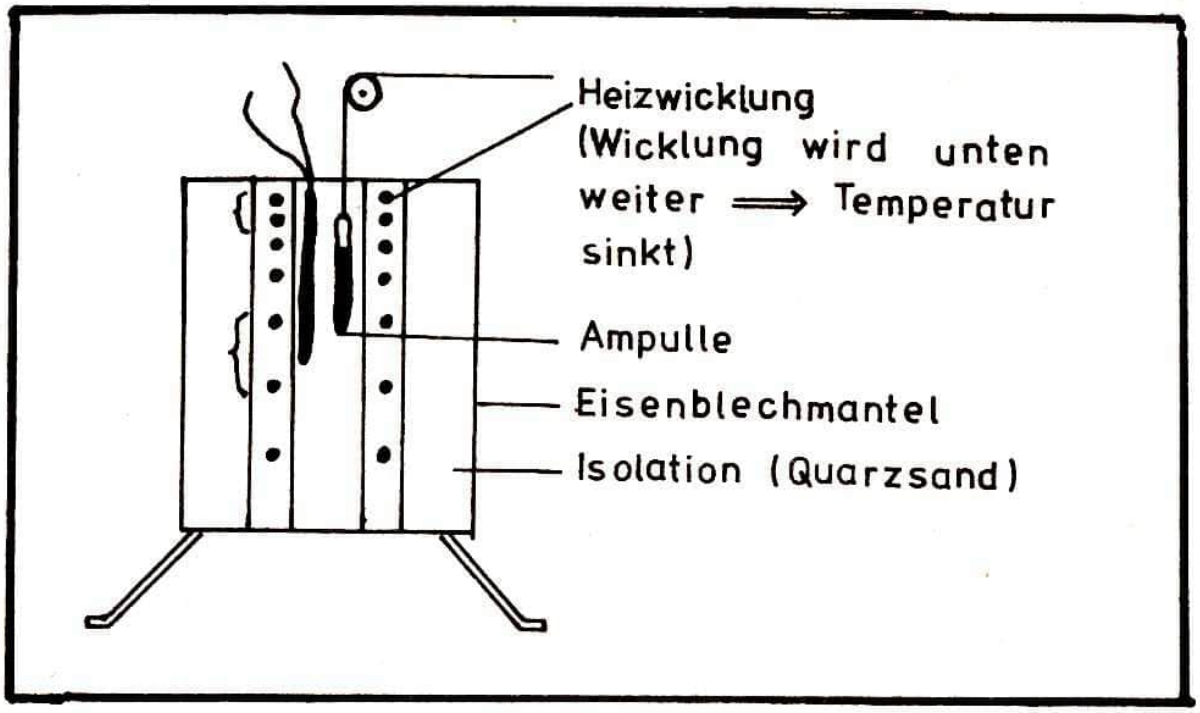
Der ausschlaggebende Parameter bei der Kristallzüchtung aus der Schmelze ist die Temperatur. Bei Unterschreitung der Schmelztemperatur des Stoffes kristallisiert dieser. Bei dieser Kristallisation wird Wärme frei (die Wärme, die nötig ist, um den Kristall wieder zum Schmelzen zu bringen). Diese Wärme muß abgeleitet werden, damit die Schmelze kristallisieren kann.
Die Ableitung erfolgt im allgemeinen über den Kristall.
(Da Metalle eine bessere Wärmeleitfähigkeit besitzen, wachsen Metallkristalle schneller als Ionenkristalle.)

Kristallzüchtung in Tiegeln

Das Kristallwachstum erfolgt bei diesem Verfahren in Gefäßen (den sog. Tiegeln).
Probleme, die hierbei auftreten, sind, das geeignete Tiegelmaterial zu finden, da es das Kristallwachstum beeinflußt durch Temperaturableitung und mechanische Spannungen.
Auch besteht die Möglichkeit, daß eine Kristallisation an der Wand des Gefäßes erfolgt. Aus diesen Gründen muß eine Schutzschicht auf die Tiegelwand aufgetragen werden.
Diese Züchtungsmethode ist wenig störanfällig und benötigt

nur eine einfache Technologie. Ein wichtiger Vorteil ist, daß durch das Gefäß auch kompliziertere Formen vorgegeben werden können, so daß eine Nachbearbeitung des Kristalls entfällt.

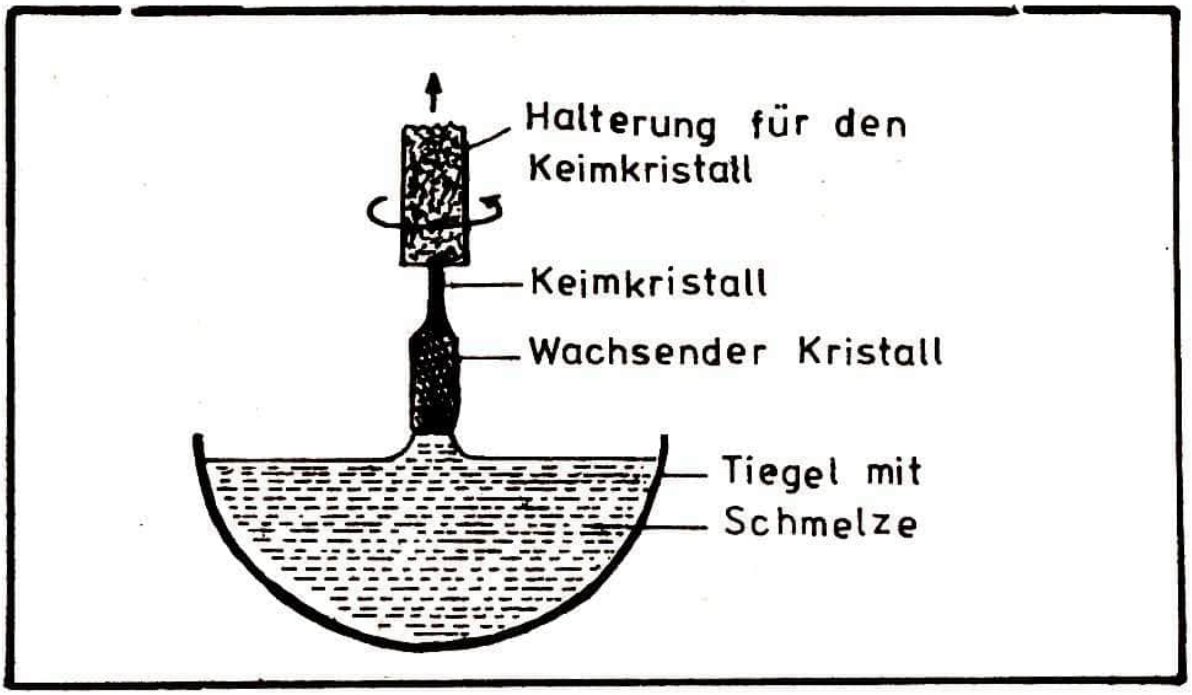
Um Einkristalle zu züchten, muß erst einmal das meist pulverförmige Material geschmolzen und dann sehr langsam abgekühlt werden. Dies kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen, z.B. durch langsames Abkühlen des Tiegels (Gefäß mit Schmelze). Es besteht auch die Möglichkeit, daß der Tiegel durch eine Schmelzzone hindurchbewegt wird.
Von dieser Methode wird in der Industrie jene mit Bewegung des Tiegels im Ofen oft verwendet. Die grundsätzliche Anordnung hierzu wurde von BRIGDEMAN entwickelt.



Die Maximaltemperatur des Ofens liegt etwa 50-100 K höher als die Schmelztemperatur des Materials, das zu schmelzen ist. Nachdem das Material vollständig geschmolzen ist, wird der Tiegel langsam gesenkt; die Temperatur im unteren Teil des Ofens wird durch den größeren Heizwicklungsabstand geringer. Somit kristallisiert die Schmelze zu einem Einkristall.
Die Bewegung (Senkung) der Ampulle erfolgt über eine Rolle, die durch einen E-Motor (o. Uhrwerk) betrieben wird. Diese Bewegung muß sehr gleichmäßig sein.
Einkristalle, die mit dieser Vorrichtung gezüchtet werden, sind vorwiegend Metalle (Al, Cu, Pb, Zn) und Arsenide, Halogenide, Oxide, Glimmer.

Kristallisation am freiwachsenden Kristall

Mit der Kristallisation am freiwachsenden Kristall wurden bisher die besten Kristalle, in Bezug auf Sauberkeit und Realbau, aus der Schmelze gezüchtet, obwohl diese Methode schwieriger und störanfälliger ist als die BRIGDEMAN-Methode. Eine grundsätzliche Anordnung zu der Kristallisation am freiwachsenden Kristall hat CZOCHRALSKI entwickelt. Der prinzipielle Aufbau dieser Methode ist folgender:



Das Schmelzgut wird in einen Tiegel eingeschmolzen. Dann wird ein Keimkristall von oben in die Schmelze getaucht, an dem die Kristallisation stattfindet.
Der eingetauchte Kristall wird meistens unter Rotation emporgezogen, so daß durch die zwei Bewegungen (aufwärts und Rotation) ein mehr oder weniger langgestreckter stabförmiger Kristall entsteht.
Für ein gleichmäßiges Wachstum des Kristalls ist es wichtig, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit gleich der Ziehgeschwindigkeit ist.

Ohne industrielle Kristallzüchtung würde es z.B. keine Halbleitermaterialien geben. Diamantbohrer wären wahrscheinlich unerschwinglich teuer.
Die in den letzten Jahren durchgeführten Kosmosexperimente werden völlig neue Möglichkeiten zur Kristallzüchtung unter Ausnutzung der Schwerkraftlosigkeit bieten.

BÜCHERMARKT

„Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung"

von Dieter B. Herrmann
VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1975,
1. Auflage, 282 Seiten, 76 Abb., 12,80 M

Anderthalb Jahrhunderte astronomischer Forschung werden hier auf der Grundlage historischer Quellen von Dr. Herrmann anschaulich dargestellt, zusammengetragen durch die Arbeitsgemeinschaft Astronomiegeschichte an der Archenhold-Sternwarte Berlin - Treptow. Der Autor formulierte im Vorwort der 1. Auflage:
"Der Hauptzweck des vorliegenden Exkurses ist erfüllt, wenn er denen eine Hilfe gewährt, die sich um ein Verständnis der historischen Herkunft des modernen astronomischen Weltbildes bemühen ..."
Die wichtigsten Entdeckungen zwischen 1781 (Herschel entdeckt den Planeten Uranus) und 1930 (Hubble begründet die Expansion des Weltalls) können Oberschülern nur vor dem entsprechenden geschichtlichen Hintergrund verständlich werden.
Die einzelnen Kapitel sind folgendermaßen überschrieben:

1. Bau und Bewegung des Himmels - klassische Astronomie
2. Die Entstehung der Astrophysik
3. Mikrokosmos - Makrokosmos
4. Technik und Organisation der Forschung

Damit folgt das Buch im Wesentlichen dem Aufbau des Lehrplanes der 10. Klasse in Astronomie, ist aber auch wegen seines gut ausgewählten Bildmaterials (zahlreiche Quellen des In- und Auslandes) eine Empfehlung für den Bücherschrank jedes an der Geschichte der Naturwissenschaften interessierten Schülers der 10. - 12. Klasse.

Wolfgang König
Physik- und Astronomielehrer

Bernd Schröder
Forschungsstudent
Sektion Physik FSU Jena

Die Eigenschaften der e-Funktion und einige Anwendungen in der Physik (Teil 4 und Schluß)

PHYSIK

8. Federschwinger und Fadenpendel mit Dämpfung

Aus der Erfahrung wissen wir, daß die Amplitude eines Pendels mit der Zeit kleiner wird. Luftwiderstand und Reibung in der Aufhängung sind Ursachen dafür. Es ist sinnvoll, die Reibungskraft der Bewegungsgeschwindigkeit proportional zu setzen (vgl. z.B. Fahrtwind auf einem Motorrad).

$$F_r = -r' \cdot v = -r' \cdot \frac{dx}{dt}$$

Dabei ist r' ein positiver Proportionalitätsfaktor, das Minuszeichen steht, weil die Kraft der Geschwindigkeit entgegengerichtet ist. Auf den gedämpften Schwinger wirken also sowohl eine rücktreibende als auch eine Reibungskraft.

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r' \frac{dx}{dt} \quad \text{oder}$$

(8.1) $$\frac{d^2x}{dt^2} + 2r \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0 \quad \text{mit } r = \frac{r'}{2m}, \ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Diese DGL ist wieder vom Typ (3.5). Der Ansatz $x = e^{\lambda t}$ führt auf die Gleichung

$$\lambda^2 + 2r\lambda + \omega^2 = 0 \quad \text{für } \lambda \text{ mit den Lösungen}$$

(8.2) $$\lambda_{1/2} = -r \pm \sqrt{r^2 - \omega^2}.$$

Die allgemeine Lösung ist eine Linearkombination der Form

(8.3) $$x = A\, e^{\lambda_1 t} + B\, e^{\lambda_2 t}.$$

Hier treten zwei Konstanten auf. Man konnte das erwarten, da x aus einer DGL mit der 2. Ableitung folgt. Man muß sozusagen zweimal integrieren. Zur Bestimmung der beiden Konstanten sind zwei Bedingungsgleichungen nötig. In unserem Fall sind das gewöhnlich die Auslenkung x(0) und Geschwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ (0) zur Zeit t = 0, die sogenannten Anfangsbedingungen.

Es läßt sich vermuten, daß die Eigenschaften der Lösung von der Stärke der Dämpfung abhängen. Tatsächlich sehen wir, daß wir in Gleichung (8.2) für $\lambda_{1/2}$ drei Fälle (Wurzel negativ, positiv oder 0) unterscheiden müssen, in Abhängigkeit von der Größe von r.

a) $r < \omega \quad \curvearrowright \quad r^2 - \omega^2 < 0.$

$$\lambda_{1/2} = -r \pm i\sqrt{\omega^2 - r^2}$$

Das gibt die folgenden Lösungen:

$$x_{1/2} = e^{(-rt \pm \sqrt{\omega^2 - r^2})} = e^{-rt} \cdot e^{\pm i\omega' t}, \quad \omega' = \sqrt{\omega^2 - r^2}$$

Wie in Kapitel 7 erhalten wir auch hier durch Linearkombination reelle Lösungen:

$$\tilde{x}_1 = \frac{A}{2} x_1 + \frac{A}{2} x_2 = A\, e^{-rt} \cos \omega' t$$

$$\tilde{x}_2 = \frac{B}{2i} x_1 - \frac{B}{2i} x_2 = B\, e^{-rt} \sin \omega' t\,.$$

Gemäß (8.2) ist die allgemeinste Lösung

$$(8.4) \quad x = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2 = A\, e^{-rt} \cos \omega' t + B\, e^{-rt} \sin \omega' t\,.$$

Vergleichen wir (8.4) mit der ungedämpften Schwingung $x = A \cos \omega t + B \sin \omega t$. Neben der veränderten Kreisfrequenz $\omega' < \omega$ fällt auf, daß eine zeitlich exponentiell abklingende Amplitude $A \cdot e^{-rt}$ bzw. $B \cdot e^{-rt}$ vorliegt.

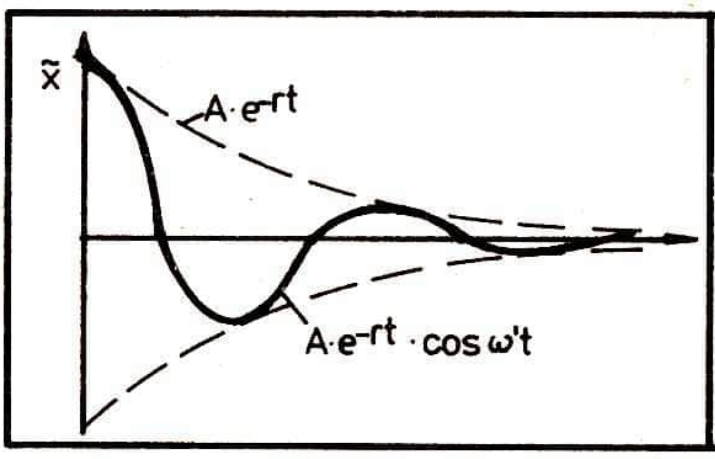


Abb 11
Gedämpfte Schwingung

b) $r^2 > \omega^2 \quad \curvearrowright \quad \sqrt{r^2 - \omega^2} > 0$ (reell)

$x_{1/2} = e^{(-r \pm \sqrt{r^2 - \omega^2})t}$. Daraus folgt als allgemeine Lösung

$$(8.5) \quad x = A \cdot e^{-(r - \sqrt{r^2 - \omega^2})t} + B\, e^{-(r + \sqrt{r^2 - \omega^2})t}$$

Wenn r sehr groß ist gegenüber ω, so wird der Exponent

des ersten Summanden $r - \sqrt{r^2 - \omega^2}$ offenbar sehr klein. Das bedeutet ein sehr langsames Abklingen von x, der Schwinger führt gar keine Schwingung mehr aus, er "kriecht" förmlich in seine Ruhelage zurück, man spricht vom Kriechfall.

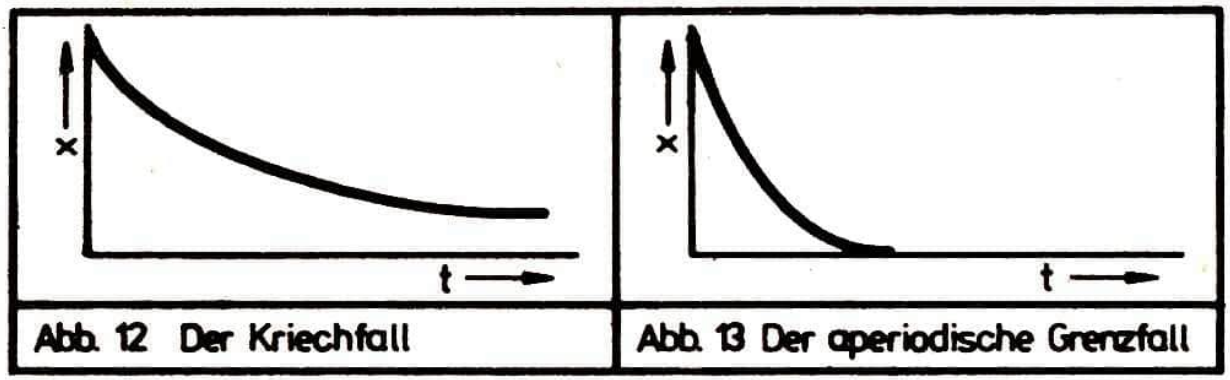


Abb. 12 Der Kriechfall | Abb. 13 Der aperiodische Grenzfall

c) Die Grenze zwischen a) und b) stellt der Fall $r = \omega$ dar. Eigentlich hätten wir dann nur die eine Lösung $x_1 = A \cdot e^{-rt}$. Die physikalisch sinnvolle Lösung braucht aber 2 Konstanten. Wie sich der Leser selbst überzeugen kann, ist im Falle $r = \omega$ auch $x_2 = t \cdot e^{-rt}$ eine Lösung von (8.1). Wir haben damit als allgemeine Lösung:

(8.6) $x = A \cdot e^{-rt} + Bte^{-rt}$.

Wie auch beim Kriechfall treten keine Terme mit sin oder cos mehr auf, die Bewegung verläuft aperiodisch, sie stellt keine eigentliche Schwingung mehr dar. Andererseits tritt nicht wie beim Kriechfall mit starker Dämpfung ein sehr langsames Abklingen durch einen kleinen Exponenten auf. Man nennt diesen Fall aufgrund seiner Zwischenstellung aperiodischen Grenzfall. Dämpfungsstärken, die den aperiodischen Grenzfall bewirken, werden angewendet, wenn ein Schwinger möglichst schnell seine Ruhelage nach einer Auslenkung erreichen soll. Beispiele sind Stoßdämpfer an Kraftfahrzeugen oder selbstschließende Türen.

9. *Anwendung komplexer Zahlen in der Wechselstromrechnung*

Die Kennzeichnung von Wechselspannung und Wechselstrom verlangt die Angabe von Scheitelwerten, Frequenzen und Pha-

senlagen. Sinusförmige Größen stellt man folgendermaßen dar:

$$u(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi_u)$$
$$i(t) = \hat{i} \sin(\omega t + \varphi_i) .$$

Es bedeuten:

$u(t)$, $i(t)$	Momentanwert von Spannung bzw. Strom
$\hat{u}$, $\hat{i}$	Scheitelwert von Spannung bzw. Strom
$\omega = 2\pi f$	Kreisfrequenz, f ist die Frequenz
φ_u, φ_i	Phasenwinkel zur Zeit $t = 0$.

Graphisch läßt sich z.B. die Spannung wie folgt darstellen:

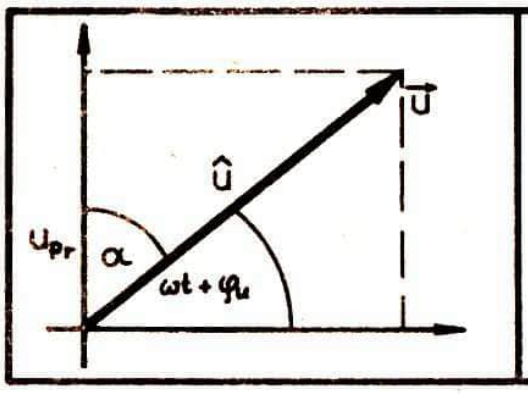


Abb. 14
Zeigerdiagramm für eine sinusförmige Wechselspannung

In das sogenannte Zeigerdiagramm (Abb. 14) trägt man einen Zeiger $\vec{u}$ der Länge $\hat{u}$ mit einem Winkel $\omega t + \varphi_u$ zur positiven Abszisse ein. Die Projektion u_{pp} des Zeigers $\vec{u}$ auf die Ordinate beträgt:

$$u_{pr} = \hat{u} \cdot \cos\alpha = \hat{u} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - (\omega t + \varphi_u)\right) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi_u).$$

Das ist aber gerade der Momentanwert der Wechselspannung, $u_{pr} \equiv u(t)$.

Wir können das Zeigerdiagramm als Gaußsche Zahlenebene auffassen. Die Ordinate wird zur imaginären, die Abszisse zur reellen Achse. Der Zeiger $\vec{u}$ wird eine komplexe Zahl U und u_{pr} wird zu Im (U). Um Verwechslungen mit dem Strom i zu vermeiden, wird die imaginäre Einheit hier mit j bezeichnet.

$$U = \hat{u} \cdot e^{j(\omega t + \varphi_u)} = \hat{u}(\cos(\omega t + \varphi_u) + j \sin(\omega t + \varphi_u))$$

$$\mathrm{Im}(U) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi_u) = u(t).$$

Analog führt man auch $I = \hat{i}\, e^{j(\omega t + \varphi_i)}$ ein,

$$i(t) = \mathrm{Im}(I) = \hat{i} \sin(\omega t + \varphi_i).$$

Wir differenzieren die komplexen Wechselstromgrößen, z.B. die Spannung:

$$\frac{dU}{dt} = \hat{u}\,\frac{d}{dt}\,e^{j(\omega t+\varphi_u)} = \hat{u}\cdot j\omega\, e^{j(\omega t+\varphi_u)} = j\omega\cdot U\,.$$

Auch das Ergebnis der Integration wollen wir ermitteln:

$$\int U dt = \int \hat{u}\cdot e^{j(\omega t+\varphi_u)} dt = \hat{u}\, e^{j\varphi_u}\int e^{j\omega t} dt = \hat{u}\cdot e^{j\varphi_u}\,\frac{1}{\omega j} e^{j\omega t} = \frac{1}{\omega j}\,U.$$

Differentiation wird also zur Multiplikation mit $j\omega$, Integration zur Division durch $j\omega$.

An einer Spule mit der Induktivität wird die Spannung $u(t) = -L\,\frac{di}{dt}$ induziert.

Wir wenden dasselbe Gesetz für die komplexen Größen an, der Strom sei $I = \hat{i}\;\; e^{j\omega t}$.

$$U = -L\,\frac{dI}{dt} = \;-L\cdot j\omega I\,.$$

Ist ein Stromkreis nur aus Spannungsquelle V und Induktivität L aufgebaut, so müssen sich angelegte Spannung V und induzierte Spannung U gerade aufheben (Kirchhoffsches Gesetz).

$$V = -U = jL\omega I.$$

Hieraus erhält man den Widerstand der Induktivität:

$$X_L = \frac{V}{I} = \frac{jL\omega I}{I} \;=\; j\omega L\,.$$

X_L ist rein imaginär, nimmt keine Leistung auf und heißt deshalb Blindwiderstand. Um den physikalischen Inhalt des Faktors j zu sehen, schreiben wir diesen in der Exponentialdarstellung

$$j = e^{j\frac{\pi}{2}} \quad (= \cos\frac{\pi}{2} + j\cdot\sin\frac{\pi}{2} = j\,).$$

Unser Strom hatte die Zeitabhängigkeit $e^{j\omega t}$. Die induzierte Spannung

$$U = -L\omega j\;\hat{i}\;e^{j\omega t} = -L\omega\hat{i}\;e^{j\frac{\pi}{2}}e^{j\omega t} = -L\omega\hat{i}\;e^{j(\omega t+\frac{\pi}{2})}$$

hat die Phase $\omega t + \frac{\pi}{2}$, sie eilt also dem Strom um $\frac{\pi}{2}$ voraus. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die tatsächliche Wechselstromgrößen als Imaginärteil in den komplexen enthalten sind.

Wir betrachten nun das Aufladen einer Kapazität C durch den Strom $i(t) = \hat{i}\,\sin\omega t$. In komplexer Schreibweise lautet das entsprechende physikalische Gesetz:

$$U = \frac{1}{C} \int I dt \quad \text{mit } I = \hat{i}\, e^{j\omega t}.$$

Integration war aber gleichbedeutend mit Division durch $j\omega$.

$$U = \frac{1}{j\omega C} \cdot I .$$

Ist die Kapazität der einzige Widerstand in einem Wechselstromkreis, so muß die Spannung an ihr gleich der angelegten sein. Daraus folgt für den kapazitiven Widerstand

$$X_C = \frac{U}{I} = \frac{1}{j\omega C} = -\frac{j}{\omega C} .$$

Die Multiplikation mit $\frac{1}{j} = -j = e^{-j\frac{\pi}{2}}$ hat hier zur Folge, daß die Spannung dem Strom um $\frac{\pi}{2}$ hinterher ist.
Sind ohmsche, kapazitive und induktive Widerstände in einem Stromkreis in Reihe geschaltet, so kann man den Gesamtwiderstand Z durch Addition der als komplexe Zahlen aufgefaßten Widerstände in der Gaußschen Zahlenebene ermitteln.

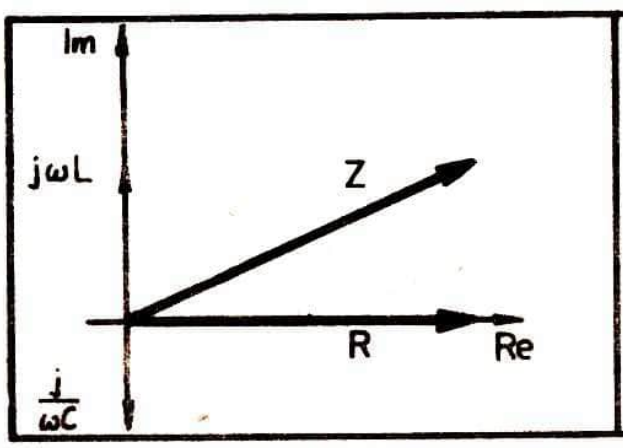


Abb. 15
Bildung des Wechselstromgesamtwiderstandes

Wir sind jetzt am Ende des Artikels angelangt. Es wäre erfreulich, wenn der Leser die Ausdauer zum Studieren aufgebracht hätte. Die an mathematischer Physik Interessierten haben hoffentlich Neues und Interessantes, die weniger freundlich gesonnenen vielleicht ein abschreckendes Beispiel gefunden. Ein Eindruck von der umfangreichen Anwendbarkeit der e-Funktion sollte aber für jeden herausgesprungen sein.

11. Weltkongreß der Elektrotechnik

Vom 21. bis 25. Juni 1977 fand in Moskau unter dem Motto "Gegenwart und Zukunft der Elektroindustrie" der 11. Weltkongreß der Elektrotechnik statt. An diesem Kongreß nahmen über 2 800 Spezialisten aus 42 Ländern, darunter 150 aus der DDR, teil. Das feierliche Eröffnungs- und Abschlußzermoniell wie auch die Plenarsitzungen wurden im Kongreßpalast des Kremls durchgeführt.

Dem in der Geschichte der Elektroindustrie bisher größten Forum oblag die Aufgabe, die Grundlagen der Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Elektrotechnik bis zum Ende des 20. Jahrhunderts zu prognostizieren. Dabei zeigten sich u.a. folgende Tendenzen :

- die praktische Nutzung der gesteuerten Kernfusion ist noch im 20. Jahrhundert zu erwarten,
- mit industriellen Anlagen von MHD - Generatoren ist in den nächsten 10 Jahren zu rechnen,
- die Ära der Mitteltemperatur - Supraleitung (kein teures flüssiges Helium nötig) ist in realisierbare Nähe gerückt,
- Einsatz von Industrierobotern unter Anwendung von Mikroprozessoren.

Parallel zum Weltkongreß fand die internationale Ausstellung "Elektro 77" statt, die unter dem Thema "Elektrotechnische Ausrüstungen und Energieübertragungslinien" stand. Auf ihr demonstrierten auch die RGW - Staaten ihr hohes wissenschaftlich - technisches Leistungsniveau u.a. in einer repräsentativen Sonderschau.

(Nach einem Artikel der "Silikattechnik 1977, S. 319)

DAS LETZTE...

Ihr Salzhering - Immer dabei !

Aus der Ankündigung einer neuen Verpackung eines Fischereibetriebes: "... sie ermöglicht den Transport von Salzheringen in der Brusttasche von Herrenanzügen und in eleganten Abendtaschen der Damen ..."

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (2. Teil und Schluß)

I. S. Schklowski

Im 1. Teil hat sich der Autor damit beschäftigt, die Entwicklung der Idee von der Vielzahl bewohnter Welten bis in die Gegenwart zu verfolgen.
Im 2. Teil wendet er sich dem Gedanken der weiteren Entwicklung der Menschheit zu.

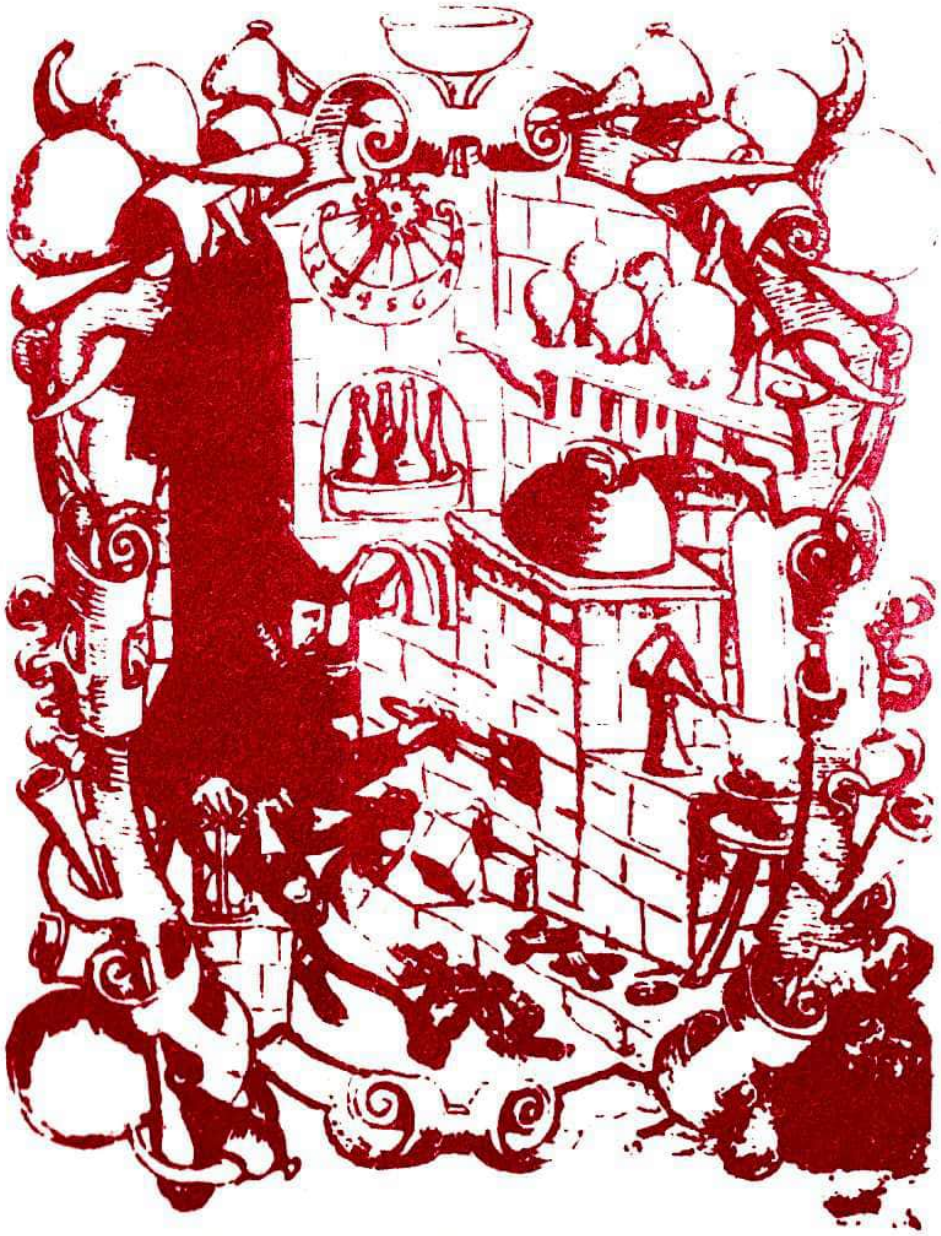
Wie kann man sich nun die weitere Entwicklung der Menschheit vorstellen?
Zweifellos muß der anarchischen Entwicklung der Produktivkräfte, dem unkontrollierten Bevölkerungswachstum, der Umweltzerstörung und der barbarischen Einstellung zu den Naturressourcen ein Ende gesetzt werden. Diese wichtige Aufgabe kann endgültig erst in der kommunistischen Gesellschaft gelöst werden.
Schon jetzt ist klar, daß das exponentielle quantitative Wachstum der Produktivkräfte unseren Planeten im nächsten Jahrhundert für das Leben ungeeignet machen kann (Überhitzung der Erdoberfläche, Zerstörung der Ozonhülle, Überbevölkerung, katastrophale Verschmutzung von Luft und Wasser u.a.).
Wie kann man beispielsweise unserer Zivilisation verbieten, sich den kosmischen Raum anzueignen und seine praktisch unbegrenzten materiellen und energetischen Ressourcen zu nutzen? Wie kann man die Verlagerung umweltschädigender oder gar umweltzerstörender Technologie in den Kosmos untersagen?
Der in einer bestimmten Entwicklungsetappe der Zivilisation begonnene Prozeß der Eroberung des Kosmos wird nicht aufzuhalten sein, ähnlich der Eroberung neuer Länder und des Ozeans in der Epoche der großen geographischen Entdeckungen.
Ungeachtet enormer Schwierigkeiten wird dieser Prozeß sehr

schnell verlaufen. Die kosmische Ära auf der Erde hat erst etwa vor 20 Jahren begonnen. In dieser Zeit sind eine Vielzahl wissenschaftlich-technischer Aufgaben gelöst worden. Automatische interplanare Stationen befanden sich mehrmals in der Umgebung der inneren Planeten des Sonnensystems. Künstliche Satelliten wurden auf Umlaufbahnen um den Mars und um die Venus gebracht. Mit der Erforschung der äußeren Planeten Jupiter und Saturn ist begonnen worden. Was noch vor kurzem phantastisch erschien, ist Wirklichkeit geworden. Astronauten weilten auf dem Mond.
Schließlich sind automatische Stationen auf dem Mond, der Venus und dem Mars weich gelandet. Revolutionäre Wandlungen vollzogen sich in den weltweiten Nachrichten- und Fernsehsystemen. Die Erkundung der Ressourcen unseres Planeten sowie der internationale meterologische Dienst wurden auf eine höhere Stufe gehoben.
Aber das ist erst der Anfang. Wesentlich größere Projekte stehen bevor.
Als Beispiel sei ein Projekt erwähnt, das in Princeton von einer Gruppe von Physikern und Ingenieuren ausgearbeitet wurde: Entwicklung einer gewaltigen Raumkolonie. Die erste Stufe sieht vor, im Gebiet des sogenannten Librationspunktes des Erde-Mond-Systems (d.h. eines der beiden Punkte der Mondbahn, die von dem Mittelpunkt der Erde und des Mondes gleich weit entfernt sind) eine Weltraumstation mit einem Durchmesser von 1,5 km aufzubauen. Durch die Drehung der Station wird eine künstliche Schwerkraft erzeugt, die der irdischen gleich ist. Im Inneren der Station werden Gemüse und Obst wachsen, und es wird eine Viehzucht geben. Auch Industriebetriebe sollen dort eingerichtet werden. Die fertige Station wird ein System, das sich selbst versorgt. Auf ihr können bis zu 10 000 Menschen unter komfortableren Bedingungen als auf der Erde leben.
Die Errichtung einer solchen Kolonie verspricht einen enormen Nutzen. Die Station kann u.a. zu einer wesentlichen Quelle für die Energieversorgung der Erde werden. Die durch ein System von rund um die Station angebrachten Spiegeln aufgefangene Sonnenenergie wird in Mikrowellenstrahlung umgewandelt und mittels spezieller Reflektoren zur Erde übertragen (Wirkungsgrad ca. 70 %).

Die Weltraumkolonie - Kosten nach heutiger Technologie: 100 Md. Dollar - hätte sich somit in weniger als zehn Jahren amortisiert.
Wir sind also Zeugen der Entstehung eines neuen Gebietes der Technik - des kosmischen Ingenieurwesens. Schon jetzt zeichnen sich auch die Konturen der künftigen kosmischen Architektur ab- vielleicht einer der wichtigsten Künste kommender Jahrhunderte.
Betrachten wir - ungeachtet des nötigen Stoffes und der Energie - die Zeitskala einer solchen Expansion irdischer Zivilisationen ins Sonnensystem. Nimmt man als Verdopplungszeit für den Zahlenwert der Parameter 15 Jahre an, was der für die Realisierung des Princeton-Projekts erforderlichen Zeit entspricht, dann kann man damit rechnen, daß für die Errichtung von Weltraumkolonien für eine Bevölkerung von 10 Milliarden Menschen etwa 250 Jahre erforderlich sein werden. Diese Zeit ist mindestens doppelt so lang, wie jene Frist, die uns einigen Autoren zufolge bis zum Eintritt einer kritischen Situation auf der Erde verbleibt.
Die Zeit für die Aneignung aller materiellen Ressourcen des Sonnensystems beträgt bei einem derartigen exponentiellen Wachstum etwa 500 Jahre. Selbst wenn man mögliche Verzögerungen in der Entwicklung berücksichtigt, die mit der Einführung neuer Technologien verbunden sind, und ein langsames Wachstum von 1 % pro Jahr annimmt, wird die erforderliche Zeit für die Erschließung des Sonnensystems nicht mehr als 2500 Jahre betragen.
Ein gutes Modell eines solchen Ausbreitungsprozesses einer "starken Stoßwelle" der Vernunft in die nichtlebende Materie ist das bekannte Schema von Huygens, das die Ausbreitung einer Kugelwelle des Lichtes beschreibt. Jeder Punkt des Raumes, zu dem eine Erregung vorgedrungen ist, wird zu einem Zentrum für sekundäre Kugelwellen. In unserem Fall spielt die Rolle eines derartigen "Punktes" ein geeigneter Stern, in dessen Umgebung die eingetroffenen Kolonisten mit Hilfe lokaler Ressourcen eine künstliche Biosphäre errichten.
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Erregung wird in der Größenordnung von 3000 km/sec, d.h. 1 % der Lichtgeschwindigkeit sein. In diesem Fall wird unter Berücksichtigung der maximalen Größe der Galaxis (etwa 100 000 Lichtjahre) die

Zeit für die Kolonisation und Umgestaltung des gesamten Sternsystems insgesamt nur 10 Millionen Jahre betragen.
Diese Größe kommt der Evolutionsdauer des Menschen auf der Erde nahe und ist sehr klein im Vergleich mit den kleinsten charakteristischen Zeiten in der Galaxis.

Es gibt also logische Gründe für die Annahme, daß zumindestens ein Teil der existierenden Zivilisationen im Prozeß ihrer Entwicklung zu einem Faktor kosmischen Charakters werden muß, indem sie sich mit ihrer umgestaltenden Tätigkeit die einzelnen Planetensysteme, die Gakaxien und sogar die Meta-



Alchimisten-
labor

galaxis erschließen. In diesem Falle aber wäre zu erwarten, daß Erscheinungen dieser vernünftigen kosmischen Tätigkeit zu beobachten sind.

Unser heutiges Bild des Weltalls schließt aber aus, daß es darin irgendwelche vernünftige Tätigkeit kosmischen Maßstabes geben könnte; denn die Vernunft kann die kosmischen Objekte nicht so umgestalten, daß uns ihre Tätigkeit "verborgen" bleibt. Zur Bekräftigung dieser Phase reicht die gegenwärtige astrnomische Beobachtungstechnik vollkommen aus.

Wie uns scheint, ist also der Schluß, daß wir - wenn nicht im gesamten Weltall, so doch jedenfalls in unserer Galaxis oder auch im kosmischen Galaxiensystem - allein sind, gegenwärtig nicht schlechter, sondern bedeutend besser begründet als die traditionelle Konzeption von der Vielzahl bewohnter Welten. Wir sind der Meinung, daß diese Schlußfolgerung von außerordentlich großer Bedeutung für die Philosophie ist. Nebenbei sei bemerkt, daß wir uns selbst nach den jetzt verbreiteten "optimistischen" Vorstellungen, denen zufolge die nächsten außerirdischen Zivilisationen von uns 200 - 300 Parsec entfernt sind, als praktisch allein betrachten müssen, denn in einem Gebiet der Galaxis mit einem Radius von 300 Parsec befinden sich etwa zehn Millionen Sterne, und das demonstriert die Seltenheit vernunftbegabten Wesens im Weltall.

Unseres Erachtens hat der Schluß auf unsere (praktische) Einsamkeit im Weltall für die Menschheit große moralische Bedeutung. Damit wächst der Wert unserer technologischen und insbesondere unserer humanistischen Errungenschaften unermeßlich.

Das Wissen darum, daß wir, wenn nicht im Weltall überhaupt, so doch in einem gewaltigen Teil desselben, gleichsam die "Avantgarde" der Materie sind, muß zu einer mächtigen Triebkraft für die schöpferische Tätigkeit jedes Individuums und der Menschheit werden. Im höchsten Maße wächst die Verantwortung der Menschheit angesichts der Einzigartigkeit der vor ihr stehenden Aufgaben, und es wird ganz deutlich, wie unzulässig barbarische Kriege und die selbstmörderische Zerstörung der Umwelt sind.

Aus "Sowjetwissenschaften" 1977, gekürzt

Unsere Aufgabe 27

In der Mitte eines als masselos angesehenen Seiles, welches in gleicher Höhe an zwei gegenüberliegenden Punkten H_1 u. H_2 angebracht ist, wirkt eine Kraft $\vec{F} = 2\ N$ senkrecht nach unten. Das Seil bildet in der Mitte einen Winkel von $\alpha = 160^\circ$. Welche Kraft wirkt auf die beiden Aufhängungspunkte H_1 und H_2 (in Seilrichtung!) ?

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

lösung der aufgabe 23 aus heft 2 /11.jg.

aufgabe:

Beim Befördern eines kl. mit Helium gefüllten Ballons in einem geschl. PKW stellt man beim Beschleunigen, Bremsen u. in den Kurven merkwürdiges Verhalten des Ballons fest. Der Ball. wird dabei dicht unter dem Wagendach an einer Schnur gehalten. Welche Bew. führt er aus u. wie kann man das erklären ? (Dichte von He ist geringer als die von Luft.)

lösung:

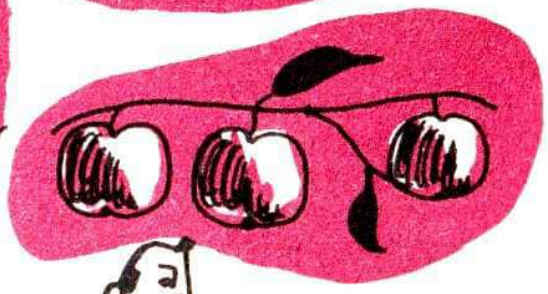
eingesandt von Steffen B i r n s t i e l, 15 J., Sonneberg

Beim Beschleunigen bewegt sich der Ballon nach vorn. Beim Bremsen nach hinten. Beim Durchfahren von Kurven wird er nach innen gezogen. Begründung: Beim Beschleunigen des Autos werden alle Gegenstände infolge der Trägheit nach hinten gedrückt. So auch die Luft. Weil das Helium im Ballon eine kleinere Dichte und deshalb auch geringere Masse als das gleiche Volumen der Luft hat, drückt die nach hinten strömende Luft den Ballon nach vorne. Das selbe geschieht in umgekehrter Richtung beim Bremsen. Beim Kurvenfahren geschieht dieser Effekt auf Grund der Zentrifugalkraft.

Werbung eines Spirituosengeschäftes: Im Schaufenster steht nichts als ein Glas Wasser. Darunter auf einem Schild: „Vergessen Sie bitte nie, daß ein einziges Glas Wasser 3 Millionen Bakterien enthält!"

Professor Sauerbruch wurde einmal bei einem Festessen von seinem Tischnachbarn gefragt: „Was ist eigentlich der Unterschied zwischen Chlorophyll und Chloroform?" — Nach einem kurzen Moment der Verblüffung erklärte er in seiner gewohnt schlagfertigen Weise: „Das ist ungefähr der gleiche Unterschied wie zwischen Aspik und Pik-As!"

Lehrer: „Wann pflückt man am besten die Äpfel?"
Schüler: „Wenn der Bauer pennt und der Hund an der Kette liegt!"



„Ja, mein lieber Käpt'n Bärbeiß", meint der Doktor, „Sie haben Wasser in den Knien!"
— „Unmöglich, Herr Doktor, ich trinke nie Wasser — es könnte höchstens beim Zähneputzen was durchgesickert sein!"

„Vati, was ist ein Ehrendoktor?" — „Ja, Junge, wie soll ich dir das erklären? ... Das ist genauso ein Titel, wie wenn Mutti mich immer als Hausherrn vorstellt."

R

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

7

10 Jahre „impuls 68"

☆

Polarisiertes Licht in der Disco

☆

Mimikry

☆

War Sirius einst rot?

☆

Gibt es eine Antiwelt?

Titelbild: Sternkugelhaufen (R. L.)

impuls 68

HERVORRAGENDES JUGENDKOLLEKTIV

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie), Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

„impuls 68" – Gestern und Heute –		3
Polarisiertes Licht in der Schuldiskothek	Phy	13
Mimikry – Nachahmung von Signalen (1)	Bio	17
War Sirius einst rot?	Ast	21
Büchermarkt		26
Gibt es eine Antiwelt (1)	Dok	27
Mosaik		30
Physikaufgabe 28, Lösung Nr. 24		31

„impuls 68"
-Gestern und Heute-

Seit 10 Jahren existiert in der DDR eine von einem FDJ-Kollektiv, bestehend aus Studenten und jungen Wissenschaftlern der FSU Jena, herausgegebene, etwa 30-seitige und mehrfarbige Zeitschrift für naturwissenschaftlich interessierte Schüler und Studenten - "impuls 68". Im folgenden Beitrag wollen wir "impuls 68" etwas näher vorstellen.

Die Entstehung

Das erste Mal tauchte die Idee der Herausgabe einer Schülerzeitschrift aus der Hand von Studenten auf einer FDJ-Konferenz der Sektion Physik im Frühjahr 1967 auf. Die Bewerberzahl für ein Physikstudium hatte in jenen Jahren eine etwas rückläufige Tendenz und es entstand die Frage, ob nicht die FDJ-Studenten an diesem Zustand effektiv etwas ändern könnten. Auf den ersten Blick kaum vorstellbar, aber trotzdem - einen gewissen Beitrag für eine bessere Studienwerbung und -vorbereitung konnte man schon leisten: eine Schülerzeitschrift gründen - das wäre die Möglichkeit! -

Etwa ein halbes Jahr später kam es dann zu den ersten Aktivitäten zur Verwirklichung dieses Vorschlages. Im Herbst 1967 trafen 8 Studenten, die sich zur Mitarbeit an der Zeitschrift bereiterklärt hatten, das erste Mal zusammen.

Das erste Heft

Mit Feuereifer und dem Bewußtsein, sich für eine gesellschaftlich nützliche Sache einzusetzen, machte sich die erste Redaktion unter Leitung von Dr.A. H e r r m a n n an die Arbeit. Zunächst wurde eine inhaltliche Konzeption erarbeitet. Dann die ersten Artikel. Sie wurden teils von den Redaktionsmitgliedern selbst, teils von Studenten und Mitarbeitern der Sektion Physik geschrieben.

Das Geleitwort für die erste Ausgabe gab Prof. Dr. Steenbeck, Vorsitzender des Forschungsrates der DDR.
Im Januar 1968 war es dann soweit: das Heft Nr. 1 erschien. Es wurde als Werbeexemplar an verschiedene Oberschulen in der DDR verschickt. Doch nur vereinzelt und "schüchtern" kamen erste positive Antworten zurück. Bis plötzlich eine wahre Flut von Bestellungen einsetzte. - Der Start von "impuls 68" war also gelungen!

Das Projekt gewann daraufhin viele Interessenten und Mitarbeiter. Darunter auch der neue und jetzige Chefredakteur H.-D. J ä h n i g , der dieses Amt seit Juni 1968 innehat.

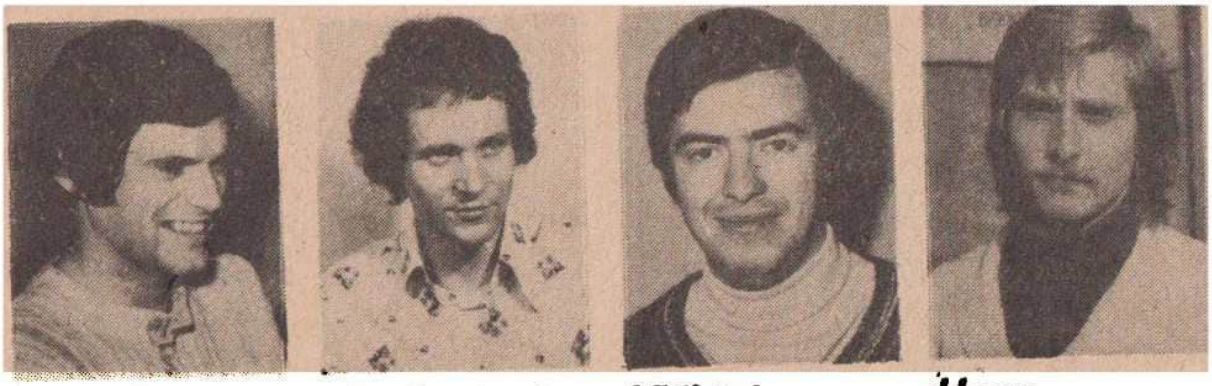
Was will „impuls 68"?

Entsprechend dem damaligen Plan wurde bald Verbindung mit den Sektionen Chemie und Biologie aufgenommen, um das Profil der Schülerzeitschrift auch auf andere Naturwissenschaften auszuweiten.

"impuls 68" will den Oberschulstoff in den Fächern Physik, Chemie und Biologie ergänzen, Informationen über das (mögliche) spätere Studium liefern, übergreifende Themen (Astronomie, Umweltschutz u.a.) sowie die im Zusammenhang mit der Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik stehenden gesellschaftspolitischen und philosophischen Probleme behandeln.
Daß unsere redaktionelle Arbeit manchen Erfolg verzeichnen konnte, beweist die Tatsache, daß "impuls 68" den Nobelpreisträger Prof. Gustav Hertz, die Professoren v. Ardenne, Treder, Steenbeck und Schmutzer sowie zahlreiche andere namhafte Wissenschaftler der DDR interviewte. Kürzlich gelang uns sogar ein Exklusivinterview mit Nobelpreisträger B a s s o v (UdSSR), einem der Väter des Laser.
Von vielen interessanten Themen, von denen "impuls 68" berichtete, seien hier nur einige genannt: Molekularbiologie, Mikroelektronik, Umweltschutz, Leben auf fremden Planeten, Raumfahrt, Lenin und die moderne Physik, Laser, Fotochemie, Goethe und die Naturwissenschaften, flüssige Kristalle u.a.

Die Arbeit an „impuls 68"

Zunächst mußte eine DDR-Lizenz erworben werden, um Papierkon-



Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur) | **Dr. Eberhard Welsch** (stellvertretender Chefred. für Inhalt) | **Wilfried Hild** (stellvertretender Chefred. für Gestaltung) | **Harry Hedler** (stellvertretender Chefred. für Technik)

tingent, Druck usw. abzusichern. Es wurde eine langfristige Konzeption für den Inhalt ausgearbeitet; danach sollte jeden Monat ein Heft erscheinen. Ferner wurde eine "Gestaltungsgruppe" gebildet, eine Verpackungsgruppe (eine Seminargruppe) übernahm den Versand, und die eigentliche Redaktion hatte Autoren für die Artikel aufzuspüren und auch selber zu schreiben.

Das ging und geht natürlich nicht ganz so einfach vor sich, wie das hier zu lesen ist. Es gibt eine ganze Reihe von Schwierigkeiten, die sich im Laufe der Entstehung einer Heftnummer einstellen und die hier einmal genannt sein sollen:

Das Entscheidenste ist wohl der Termin der Fertigstellung eines Heftes. Die dazu vorgeschlagenen Artikel lassen meist länger auf sich warten, als das wünschenswert ist.
Sind sie endlich druckfertig geschrieben und korrigiert, gelangen sie zur Gestaltungsgruppe, die ihnen den letzten Schliff gibt. Dort wird auch das Heft im Manuskript fertiggestellt und zur Begutachtung vorbereitet. Sind alle druckvorbereitenden Arbeiten abgeschlossen, geht das Manuskript in die Druckerei. Dort erhält das Heft sein eigentliches, endgültiges Aussehen vor dem Druck, z.B. durch Handsetzung von Überschriften usw..

Nach geraumer Zeit (ca. 4-5 Wochen) gelangen die fertigen Exemplare wieder in die Sektion, von wo aus sie von der Verpackungsgruppe verpackt, adressiert und zur Poststelle gebracht werden. Dann erfolgt der Versand. Und man darf sicher

Rosemarie Hild
(Finanzen)

Roland Colditz
(Chemie)

Werner Wurziger
(Biologie)

Gudrun Beyer
(Korrektur)

---

sein, daß wenige Tage später die ersten Meinungen der Abonnenten eintreffen.

In den letzten Jahren hat sich der Leserkreis, der brieflich mit unserer Redaktion in Verbindung steht, stark erhöht, was wir natürlich sehr begrüßen. Ist es doch ein Ausdruck der breiten Resonanz von "impuls 68" unter den Lesern. Natürlich gibt es immer wieder auch kritische Lesermeinungen: Da sind 'mal zu wenig (oder sogar zu viel) Hefte verschickt worden, die Verpackung ist unterwegs in die Brüche gegangen, das Heft wurde verspätet ausgeliefert usw. usf.

Aber auch Anfragen zu inhaltlichen Problemen, Vorschläge für Artikel, Gesuche um Exkursionen an die Sektion Physik, Lösungen der Aufgaben, die monatlich gestellt und deren beste Lösungen prämiert werden, usw. gehen ein.
Und natürlich immer wieder Bestellungen und (leider) auch Abbestellungen, die wir aber tapfer hinnehmen, auch wenn einmal, aber höchst selten, im Gegensatz zu Sammelbestellungen - Sammelabbestellungen erfolgen.
U.a. durch diese vielen Hinweise der Leser werden wir in die Lage versetzt, ständig an der Verbesserung der Qualität und des Interessantheitsgrades von "impuls 68" zu arbeiten.
Wir wollen an dieser Stelle all den Lesern danken, die trotz so manch immens verspäteter Auslieferung der Hefte immer noch treu zu "impuls 68" stehen, und auch den Lesern, die zur Popularisierung dieser Schülerzeitschrift beigetragen haben.

Ja, die Redaktion ... Eigentlich sind wir gar keine ständige,

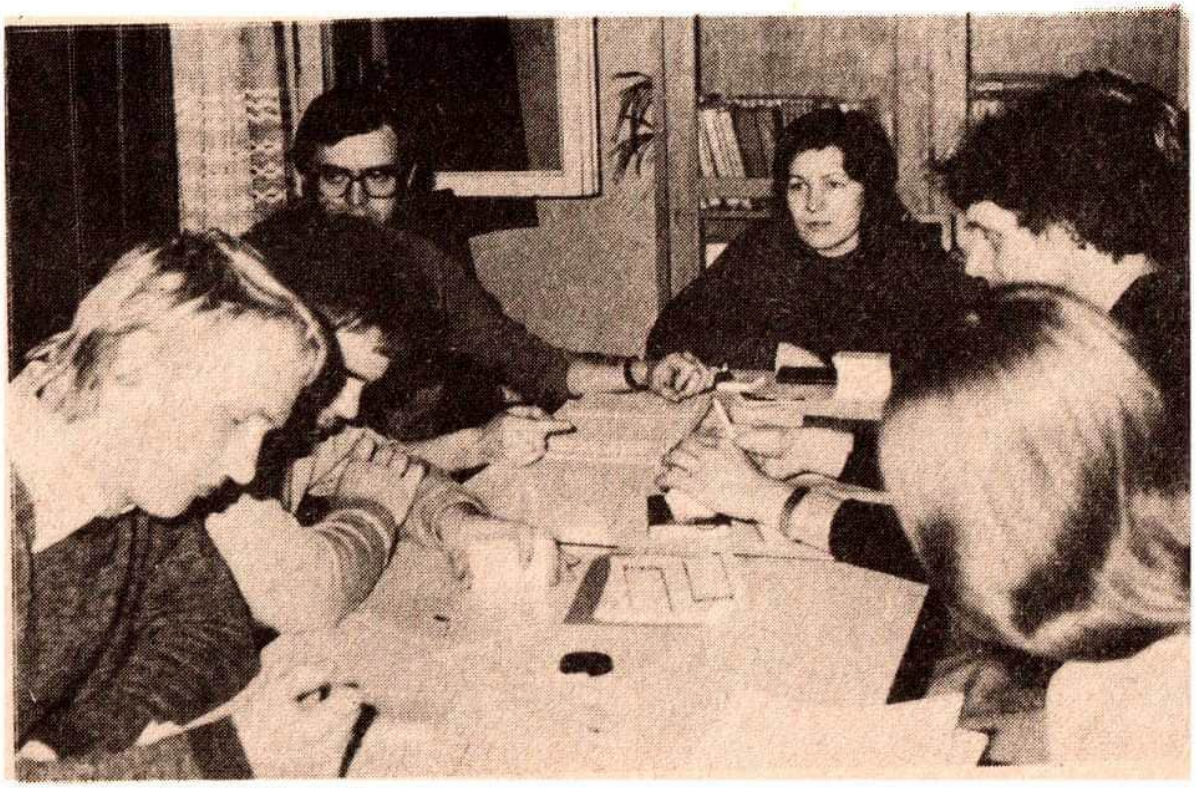
Achim Dittmar
(Korrespondenz)

Dr. Bärbel Schubert
(Biologie)

Norbert Czarnetzki
(Gutachter)

Bernd Schröder
(Gutachter)

feste Redaktion. Denn alle 2-3 Jahre verlassen uns die Mitglieder, die ihr Studium beendet haben und neue Interessenten melden sich. Nur ein kleiner Stamm der "Getreuen" von damals ist noch geblieben. Genannt seien hier einmal Diplom-Physiker Wilfried H i l d und Chefredakteur Diplom-Physiker Hans-Dieter J ä h n i g . Wir wollen an dieser Stelle auch ein herzliches Dankeschön an alle ehemaligen Mitarbeiter der Redaktion richten. Ebenso an die vielen "unsichtbaren" Helfer und Mitwirkenden, welche da sind: die fleißigen Sekretärinnen, die sich



Bei der Redaktionssitzung

Astrid Voigt
(Biologie)

Reiner Luthardt
(Fotografie)

Vera Masurat
(Gestaltung)

Reiner Nebelung
(Verpackung)

---

mit allerlei Schriftformen "herumschlagen" müssen; die Mitarbeiter der Poststelle der Universität, die den Versand erledigen und die Fahrbereitschaft der Universität, die den Transport der Pakete von der Druckerei zur Sektion und von dort zur Poststelle erledigen.

Ja, und mit dem ständigen Wechsel der Redaktionsmitglieder geht ebenfalls eine weitere Schwierigkeit einher, die bei der Herstellung eines "impuls 68"-Heftes auftritt. Denn, um mit allen Aufgaben vertraut zu sein, benötigt man doch eine gewisse Erfahrung, die zu erlangen es oft so lange dauert, bis man schon "bald" wieder geht.

Und natürlich ebenso wichtig, oft von Außenstehenden nicht erkannt: Alle Mitarbeiter der "impuls 68"-Redaktion sehen in ihrer Arbeit einen ehrenamtlichen, gesellschaftlichen Beitrag, der in den ohnehin knapp bemessenen Freizeitstunden, wenn Praktika und Vorlesungen, Übungen und Seminare beendet sind, getätigt wird.

Einzige "professionelle" Mitarbeiter sind die Druckerei "Werner John", Rudolstadt, und die Deutsche Post, denen ebenfalls der Dank aller "impuls 68"-Aktiven gebührt und mit denen wir uns noch weitere 10 Jahre gute Zusammenarbeit wünschen.

Die Arbeit an der Schülerzeitschrift macht Spaß, sowohl den Autoren und Korrekturlesenden, als auch den Gestaltern und Fotografen. Und Spaß und Humor wird auch in jedem Heft an den Leser mitgeliefert.

Die Finanzen von "impuls 68" müssen natürlich ebenfalls jeden Monat stimmen. Es kann nur das für gestalterische Zwecke u.ä. verbraucht werden, was vorher erwirtschaftet wurde. Und das bedeutet natürlich immer wieder, sich um neue Abonnenten zu bemühen und gleichzeitig die Qualität zu steigern.

Außerdienstlich

Die Abonnentenzahl beträgt übrigens ca. 7500, womit "impuls 68" wohl nach wie vor die größte "Amateurzeitschrift" der DDR sein dürfte.

Wir wollen auch nicht vergessen, die Unterstützung durch die FDJ-HSGL, die Universitäts- und Sektionsleitung dankend zu erwähnen, die das Vorankommen der Zeitschrift förderten. Von staatlicher Seite war man immer bereit, der Redaktion zu helfen, soweit das erforderlich war.

1970 wurde "impuls 68" die Auszeichnung "Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR" verliehen. Weiterhin bekamen wir 1972 den Universitätspreis der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Die Redaktion stellt sich vor

In unserer Redaktion von "impuls 68" sind im 10. Jahr des Bestehens bereits 16 Studenten und Wissenschaftler tätig,

dazu kommen noch etwa 8 Studenten der Verpackungsgruppe.

Beginnen wir mit dem Chefredakteur Dipl.-Physiker Hans-Dieter J ä h n i g , wissenschaftlicher Sekretär des Direktors der Sektion Physik. Er ist 34 Jahre alt, hat sein Physikstudium 1969 beendet und ist, wie oben bereits erwähnt, seit 1968 als Chefredakteur von "impuls 68" tätig. Als stellvertretender Chefredakteur für inhaltliche Fragen zeichnet Dr. Eberhard W e l s c h verantwortlich. Er ist 33 Jahre alt und seit Beendigung seines Physikstudiums 1972 als wissenschaftlicher Assistent tätig. Bei "impuls 68" wirkt er seit 1974 aktiv mit. Stellvertretender Chefredakteur und "Chef" der Gestaltungsgruppe ist Dipl.-Physiker Wilfried H i l d , 25 Jahre; seit 1976 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im VEB Jenaer Glaswerk Schott & Gen. Bereits ab 1971 ist er mit "impuls 68" "aufgewachsen" und eigentlich nicht mehr davon zu trennen oder wegzudenken.

Harry H e d l e r , Forschungsstudent an der Sektion Physik, 25 Jahre, ist für die gesamte Organisation als stellvertretender Chefredakteur verantwortlich und hat wohl mit die schwerste Bürde zu tragen. Bei uns ist er seit 1974.

Die Finanzen verwaltet Dipl.-Physikerin Rosemarie H i l d , 25 Jahre. Seit 1975 ist sie als wissenschaftliche Assistentin an der Sektion Physik tätig und 1976 kam sie zu "impuls 68".

In Gudrun B e y e r , 22 Jahre, haben wir eine sehr gewissenhaft arbeitende Korrekturlesende, die außerdem noch im 4. Jahr ihres Physikstudiums steckt.

Norbert C z a r n e t z k i, Diplomand (Physik),24 Jahre, seit 1974 dabei und Bernd S c h r ö d e r, 24 Jahre, Forschungsstudent an der Sektion Physik, bei "impuls 68" seit 1975, sind unsere inhaltlichen Gutachter.

Vera M a s u r a t , 20 Jahre, 2. Studienjahr Physik, seit 1977 aktiv bei uns, ist gemeinsam mit Rainer L u t h a r d t 23 Jahre, ebenfalls 2. Studienjahr Physik, in der Gestaltungsgruppe tätig. Letzterer ist seit 1976 dabei und macht auch die vielen guten Fotos, die in "impuls 68" zu sehen sind.

Reiner N e b e l u n g , 22 Jahre, auch seit 1977 dabei, ist

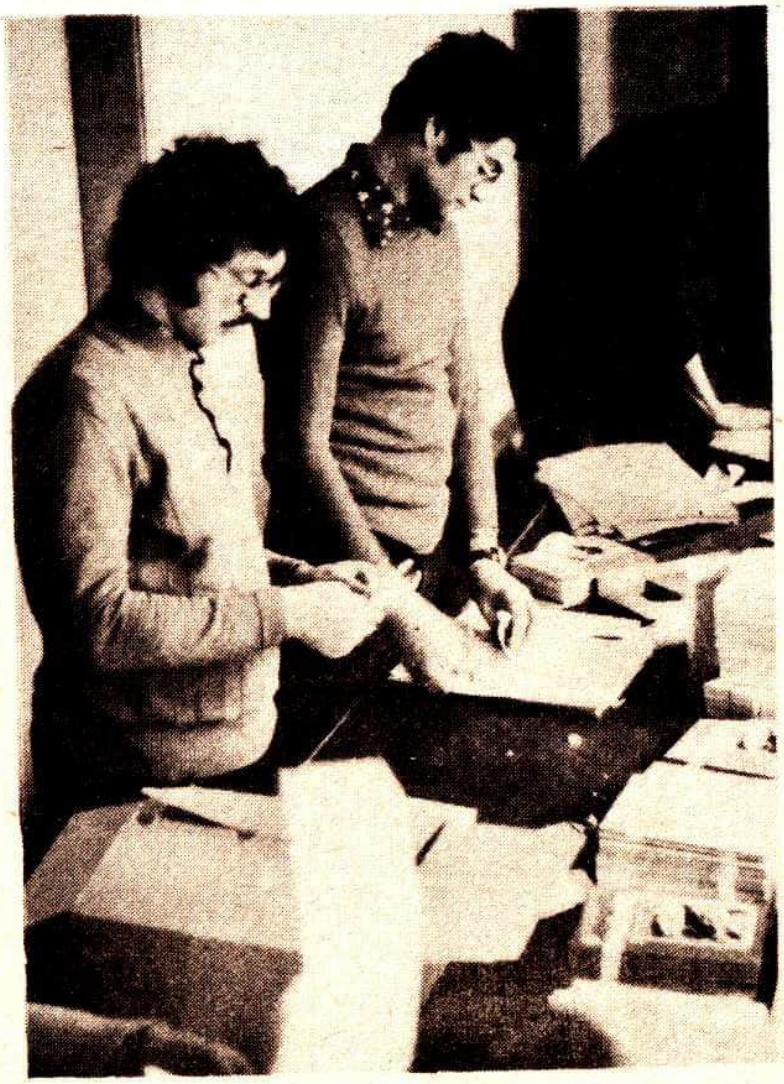
Mitgestalter der "letzten Seite" und Leiter der neuen Verpackungsgruppe. Er studiert im 2. Studienjahr Physik.

Ebenfalls steckt Achim D i t t m a r , 21 Jahre, im 2. Studienjahr Physik. Er ist seit 1976 bei "impuls 68", muß sich mit der Leserpost "herumplagen", und die Kartei (der Abonnenten) in Ordnung halten.

Seitens der Sektion Chemie arbeitet Roland C o l d i t z, Dipl.-Chemiker (wiss. Assistent der Sektion Chemie) seit 1976 bei uns mit.

Dr. Barbara S c h u b e r t , 30 Jahre, wissenschaftliche Assistentin an der Sektion Biologie, ist bereits seit 1971 bei uns wirksam.

Auch Astrid V o i g t , 24 Jahre, Forschungsstudentin und Werner W u r z i g e r , 25 Jahre, Student im 5. Studienjahr kommen von der Sektion Biologie. Sie sind seit 1975 bzw. 1977 bei "impuls 68".



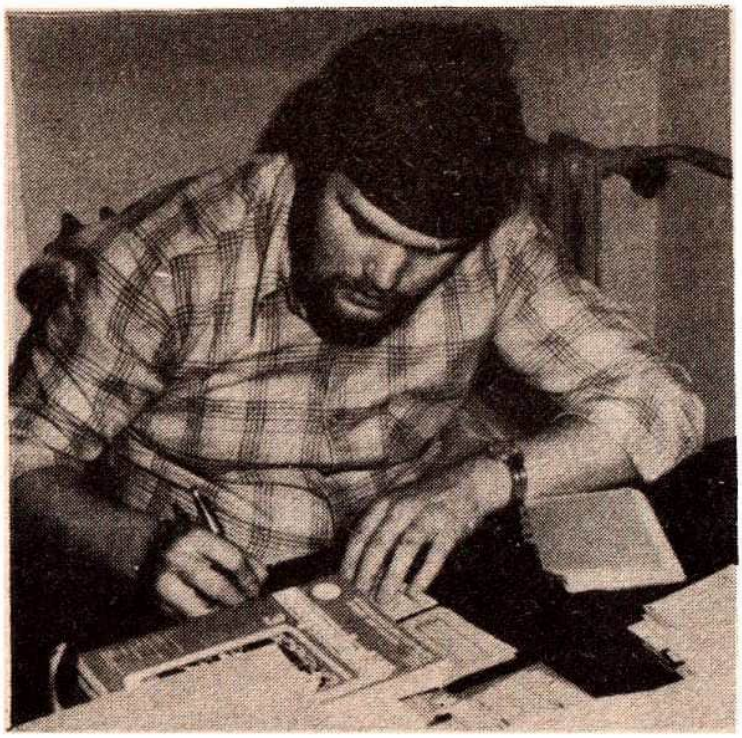
Studenten des 2. Studienjahres der Fachrichtung Physik beim Verpacken der Zeitschrift

Dr. Joachim Herrmann
(1. Chefredakteur)

Dr. Klaus Jupe
(Redakteure der 1. Stunde)

Dr. Irminfried Pfaff

Dr. Georg Hüller
(langjähriger Chemieredakteur)



Beim Adressenschreiben

Fotos: Rainer Luthardt

Ein abschließendes Wort

In der Hoffnung, ja eigentlich mit der Gewißheit, durch diese kurze "Reminiszens" "impuls 68" würdig vorgestellt zu haben, bleibt nur noch zu sagen, daß sich "impuls 68" weitere gute Anregungen von den Lesern wünscht, noch viel enger mit ihnen in Kontakt treten möchte, ebenfalls Bestellungen (Sammelbestellungen bevorzugt) gerne sieht und allen Mitarbeitern, Mitwirkenden und Aktiven zum 10-jährigen Jubiläum alles Gute und viele Erfolge für weitere 10 Jahre und mehr wünscht.

DIE REDAKTION
"impuls 68"

Peer Liemen
Physiklehrer an der
EOS Waltershausen

Polarisiertes Licht in der Schuldiskothek

Lieber Leser, das Anliegen des folgenden Artikels drückt sich wohl schon in der Überschrift umfassend aus. Trotzdem noch einige Bemerkungen zur Einführung.
Als langjähriger Physiklehrer und Vater weiß ich, welche Bedeutung die Schuldiskothek im Leben junger Menschen hat. Zu heißen Rhythmen gehört entsprechendes farbiges Licht! Das Einfachste wäre nun der Selbstbau einer Lichtorgel, wenn der Aufbau nicht so schwierig und die Beschaffung der nötigen Bauelemente leichter wäre. Auch der Preis einer solchen Anlage führt häufig zum Verzicht.
Schauen wir deshalb im Physiklehrbuch der Klasse 11 nach /1/. Dort wird in einem Abschnitt über linearpolarisiertes Licht gesprochen, welches uns im folgenden zu den gewünschten Farbeffekten führen soll.

Bereits in Klasse 10 ordnen wir das Licht als elektromagnetische Welle ein /2/. Bei Versuchen in der Klasse 11 stellt sich dann heraus, daß es sich um Transversalwellen handeln muß. Dort finden wir auch sinngemäß folgende Formulierung: "Besitzen mehrere Transversalwellen gleiche Ausbreitungsrichtung, so unterscheiden sie sich häufig noch in ihren Schwingungsrichtungen." Abbildung 1 soll diese Tatsache verdeutlichen.

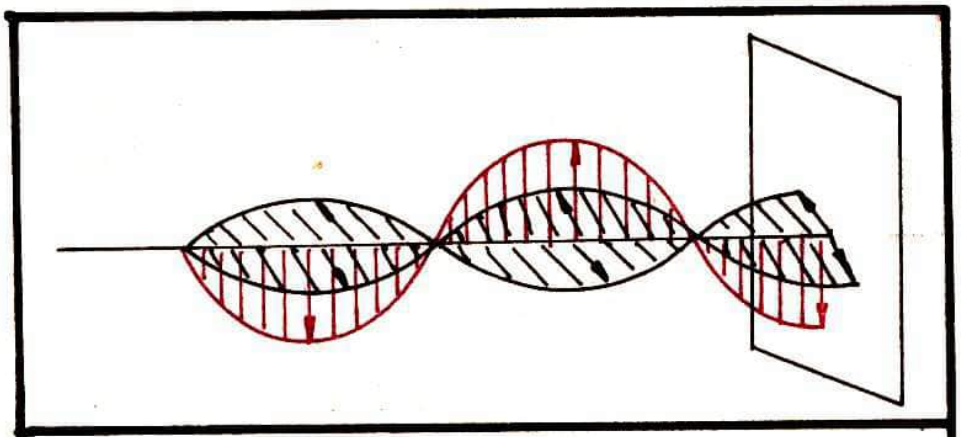


Abb. 1 Transversalwellen unterschiedlicher Schwingungsrichtung

Das von uns verwendete "weiße Licht" einer Projektionslampe folgt der angeführten Gesetzmäßigkeit.
Manche Kristalle (z. B. Turmalin) besitzen nun die Eigenschaft, nur Licht mit einer bestimmten Schwingungsrichtung hindurchzulassen und alle anderen zu absorbieren. Solche Kristalle werden in Gelatineschichten eingelagert und zwischen zwei Gläsern eingefaßt, diese nennt man dann Polarisationsfilter.
Diese Polarisationsfilter können wir uns aus jeder Physiksammlung der Schule aus dem SEG Optik ausleihen oder - dann meist leider recht teuer - über den Fotofachhandel beschaffen.

Für unsere Zwecke werden zwei Stück, nämlich einer als Polarisator, der andere als Analysator verwendet. Außerdem benötigen wir noch einen sogenannten "optisch aktiven Stoff", in unserem Fall einfach Zellglasfolie, auch bekannt als Einmachfolie, die in fast jedem Haushalt vorhanden sein dürfte, auch Polystyrolfolie eignet sich für diesen Zweck.
Aus dieser Folie stellen wir uns nun die verschiedensten Präparate her /3/. Im einfachsten Fall knüllt man die Folie zusammen und glättet sie wieder soweit, daß noch Überlappungen (dikkere Stellen) bestehen bleiben. Aus der Vielzahl weiterer Möglichkeiten noch ein anderer Vorschlag. Die verwendete Folie wird zu kleinen Figuren (z. B. Sternchen, Scheibchen u.a.) zerschnitten. Werden diese Figuren auf ein Dia-Glas gestreut, ergeben sich dort, wo sie übereinander liegen, auch verschiedene Dicken. Man sollte darauf achten, daß etwa drei Lagen entstehen. Mit einem zweiten Dia-Glas decken wir das Ganze ab und fixieren unser Präparat durch festes Umkleben mit Klebeband.

Bauen wir nun unsere "Farbeffektanlage" auf. Der schematische Aufbau geht aus der Abbildung 2 hervor.

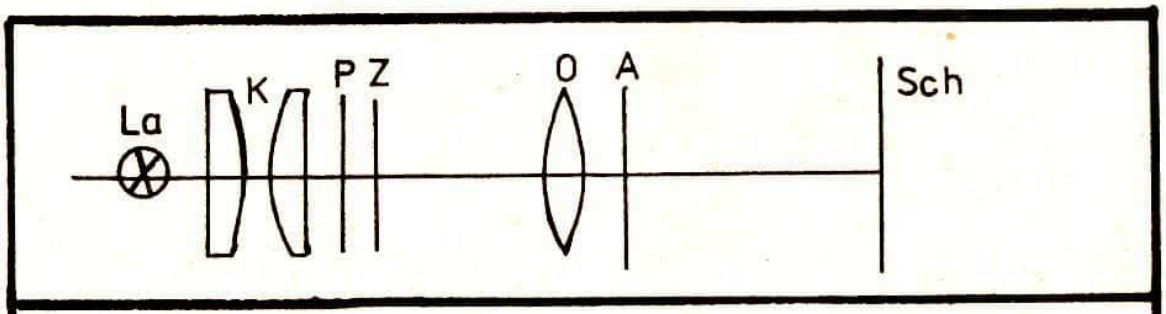


Abb. 2 Schematischer Aufbau einer „Farbeffektanlage"

Dabei bedeuten die verwendeten Buchstaben:

La - Projektionslampe
K - Kondensor
P - Polarisator
Z - Zellglaspräparat
O - Objektiv
A - Analysator (drehbar gelagert)
Sch - Bildschirm (Wand)

Wie sieht nun der praktische Aufbau aus?
Grundgerät ist der an jeder Schule meist mehrfach vorhandene Projektor N24. Seine Lichtleistung reicht für unsere Zwecke vollkommen aus. Je nach gewünschter Bildgröße bauen wir ein Normal-, Weitwinkel- oder Teleobjektiv ein. Mit ein wenig polytechnischem Geschick fertigen wir nach Abbildung 3 eine Aufnahme für das Polarisationsfilter und das Zellglaspräparat an. Die Schwalbenschwanzführung eines ausgedienten Diaschiebers erleichtert die Arbeit bedeutend, denn die Aufnahme wird nach Fertigstellung mit der angebrachten Schwalbenschwanzführung am Projektor eingeführt und gesichert.
Mit dieser Vorrichtung ausgerüstet, ist unser N24 schon beinahe "diskofertig". Bleibt noch die Befestigung des Analysators vor dem Projektionsobjektiv. Der Winkel nach Abbildung 4 wird hinter der Objektivüberwurfmutter aufgesteckt. Der Abstand des Analysators zum Objektiv sollte so groß sein, daß man auch unscharfe Bilder einstellen kann (verwischte Farbeffekte).

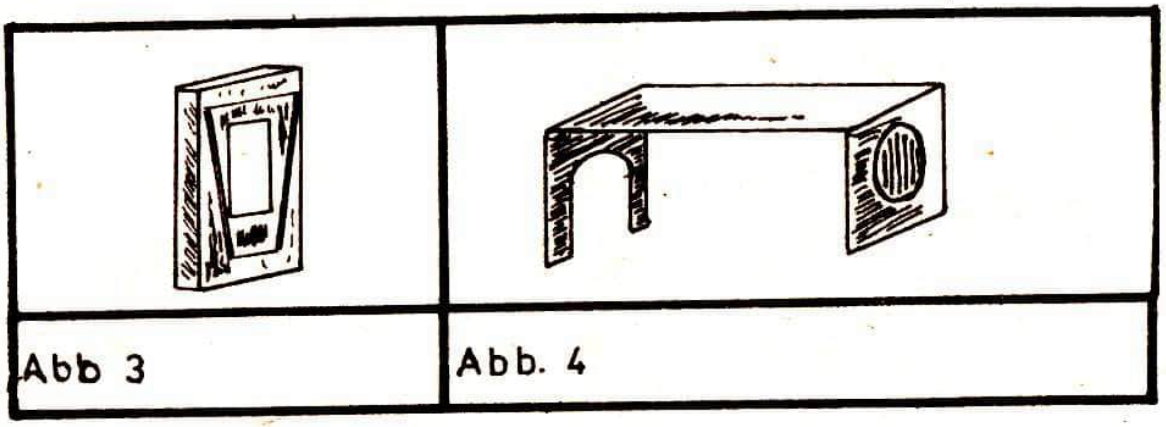


Abb 3 Abb. 4

Sollen sich nun die Farbeffekte ständig ändern, lagern wir den Analysator drehbar und versetzen ihn in langsame Drehung. Die langsame Drehung läßt sich mit Hilfe eines Spielzeugmotors und Reibradantrieb realisieren. Die Lagerung des Analysators sollte

dann selbstverständlich möglichst reibungsarm ausgeführt sein. Zum Schluß bleibt nur noch eine passende Wand in unserem Klassenraum und die nächste Disko kann "vielfarbig" ablaufen!

Stehen mehrere Projektoren zur Verfügung, kann man selbstverständlich auch mehrere Bilder, es eignen sich dann auch normale Farb- oder Schwarzweißdias dazu, überlagern. Viel Spaß beim Experimentieren!

P.S.: Achtet darauf, daß die Musik nicht zu laut gestellt wird; Lärmschäden stellen sich immer erst viele Jahre später heraus.
Außerdem - Musik bei Zimmerlautstärke ist viel ästhetischer als äffischer Krach!

/1/ Physik Lehrbuch für Klasse 11, S. 26-28

/2/ Physik Lehrbuch für Klasse 10, S. 115-116

/3/ Physikalische Schulversuche, Teil 10, S. 135 u.f. (Girke/Sprockhoff)

Wissenswertes:

Neuartige Oberflächenreinigungsmethode

Vor dem Streichen sind die Oberflächen von Eisen und Stahl sorgfältig zu reinigen. Es wurde gefunden, daß man die Oberflächenreinigung auf folgende einfache und zugleich recht billige Art und Weise durchführen kann: Die fraglichen Flächen werden mit einem Aufstrich von Stoffen versehen, die bei Katzen als Nahrungsmittel beliebt sind (z.B. verdünnte Kondensmilch, Leberwurst,...). Bringt man nun eine Katze an die solchermaßen behandelte Oberfläche, so beginnt sie, je nach Sättigungsgrad mehr oder weniger begierig, den Auftrag abzulecken; da Katzen eine sehr rauhe Zunge besitzen, wird auf diese Weise die Oberfläche sehr gut gesäubert. Es eignen sich dazu natürlich Katzen jeder Rasse, besonders wenn sie hungrig sind.

Winfried Voigt
Sektion Biologie
FSU Jena

Mimikry-
Nachahmung von Signalen
(Teil 1)

BIOLOGIE

1. Einführung

Um stets ausreichend Beute zu machen und die Versorgung mit der notwendigen Nahrung zu sichern, haben die meisten räuberisch lebenden Tiere (Prädatoren) spezielle Körper- und Sinnesleistungen entwickelt. So ist z.B. das Skelettmuskelsystem häufig sehr ausgeprägt und bewirkt überlegene Schnelligkeit und Kraft beim Jagen und Überwältigen des Opfers. Mindestens ebenso wichtig wie die motorische Überlegenheit des Räubers ist die Leistungsfähigkeit seiner Sinnesorgane, vermittels derer er die Beute erst einmal aufspüren muß. Je nach der systematischen Zugehörigkeit der Räuber bzw. der Beutetiere und in Abhängigkeit von ihrer Lebensweise werden bestimmte Wege mehr oder weniger bevorzugt, so daß man im Extremfall zwischen sich optisch (visuell), akustisch und olfaktorisch[1] bzw. chemisch orientierende Spezialisten unterscheiden kann. Bei einigen Tiergruppen können darüber hinaus auch Tastsinnesorgane (z.B. bei vielen Spinnen) und Thermorezeptoren [2] (z.B. bei der Klapperschlange) eine Rolle spielen.

Im Zuge der Entwicklung spezieller Sinnesorgane bei den räuberisch lebenden Tieren kam es phylogenetisch gleichermaßen zu einer Anpassung der Beutetiere an die gesteigerten Fähigkeiten ihrer Verfolger, indem spezifische Abwehrmöglichkeiten entwickelt wurden. So übertreffen Tiere, die sich durch Flucht ihrem Jäger zu entziehen versuchen, diesen häufig in der Laufgeschwindigkeit bzw. schütteln ihn durch Hakenschlagen o.ä. ab.

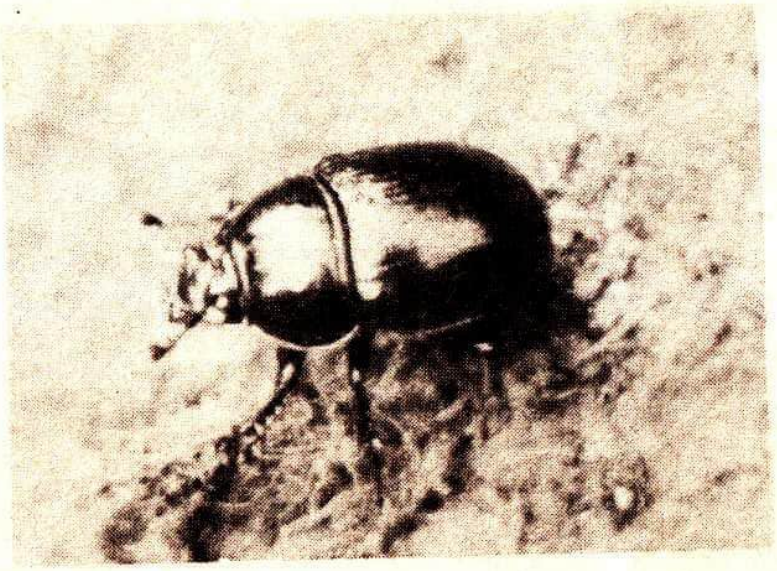
---

1) bezieht sich auf den Geruchssinn

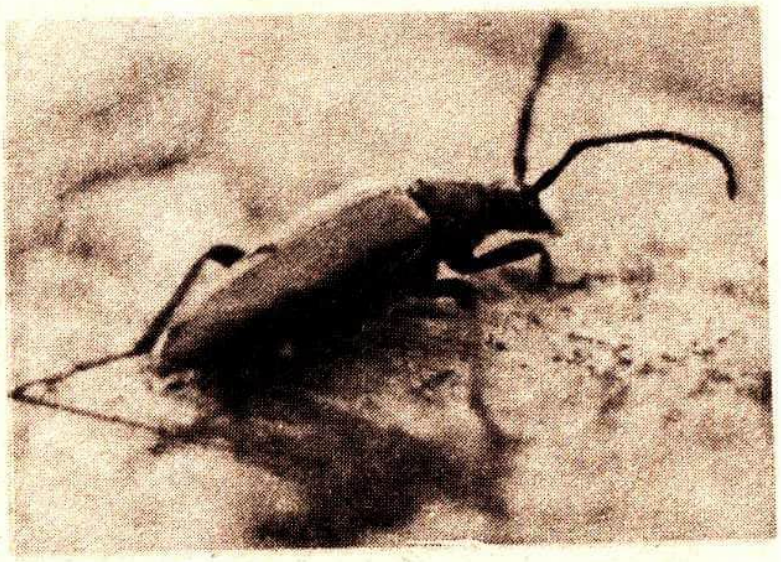
2) Organe, die Temperaturreize aufnehmen

Andere wiederum sind in der Lage, angreifende Räuber aktiv in die Flucht zu schlagen, sie zu töten oder zumindest schwer zu schädigen. Das kann entweder einfach durch überlegene Körperkräfte oder durch speziell ausgebildete Organe bzw. Organsysteme wie Krallen, kräftige Kiefer, Giftstachel, Wehrsekrete usw. geschehen. In einigen Fällen kann auch nur das bloße Zurschaustellen einer sogenannten Schrecktracht, wie z.B. die Augenflecken auf den Flügeln mancher Tagfalter, zur Flucht des Angreifers führen..

Eine Möglichkeit, sich mehr oder weniger passiv den Blicken visuell jagender Tiere zu entziehen, besteht in der gestaltlichen und farblichen Nachahmung der näheren Umgebung (Ver-



Geotrupes silvaticus (Waldmistkäfer)



Tetropium Inridum (Bockkäfer)

Fotos: P. Liemen

bergetracht, Mimese), in der sich die betreffenden Organismen optisch völlig auflösen können (z.B. "Wandelndes Blatt", Zweigen ähnelnde Spannerraupen, viele Falter in Ruhestellung, die Weibchen bodenbrütender Vögel).

Weit verbreitet, besonders im Insektenreich, ist die Fähigkeit harmloser Tiere, wehrhafte oder unbekömmliche Arten nachzuahmen und durch dieses Täuschungsmanöver ihren wahren Wert als Beute zu verbergen. In der Wissenschaft wird diese Nachahmung Mimikry genannt, die Nachahmer heißen Mimiks, und die nachgeahmten Tiere sind die sogenannten Modelle.

2. Biologische Grundlagen der sog. klassischen Mimikry

Damit eine Mimikry überhaupt zur Wirkung kommen kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Das Modell muß eine sogenannte Warntracht besitzen. Es muß also z.B. durch auffällige bzw. leicht einprägbare Farbmuster dem Räuber seine Gefährlichkeit bzw. Ungenießbarkeit signalisieren.
2. Der Räuber muß über eine gewisse Gedächtnis- und Lernfähigkeit verfügen, d.h., er muß in der Lage sein, Warntracht mit negativen Folgen zu verbinden.
3. Die Populationsgröße der Nachahmer (d.i. die Anzahl ihrer Individuen) darf die des Modells i.d.R. nicht überschreiten.

Im folgenden Teil soll diese Problematik noch näher erläutert und mit Beispielen illustriert werden.

<u>Aus einem Manuskript:</u>

"Alle zwei Jahre wird auf dem n.n. Symposium über Verbrennung von Forschern aus allen Ländern berichtet..."

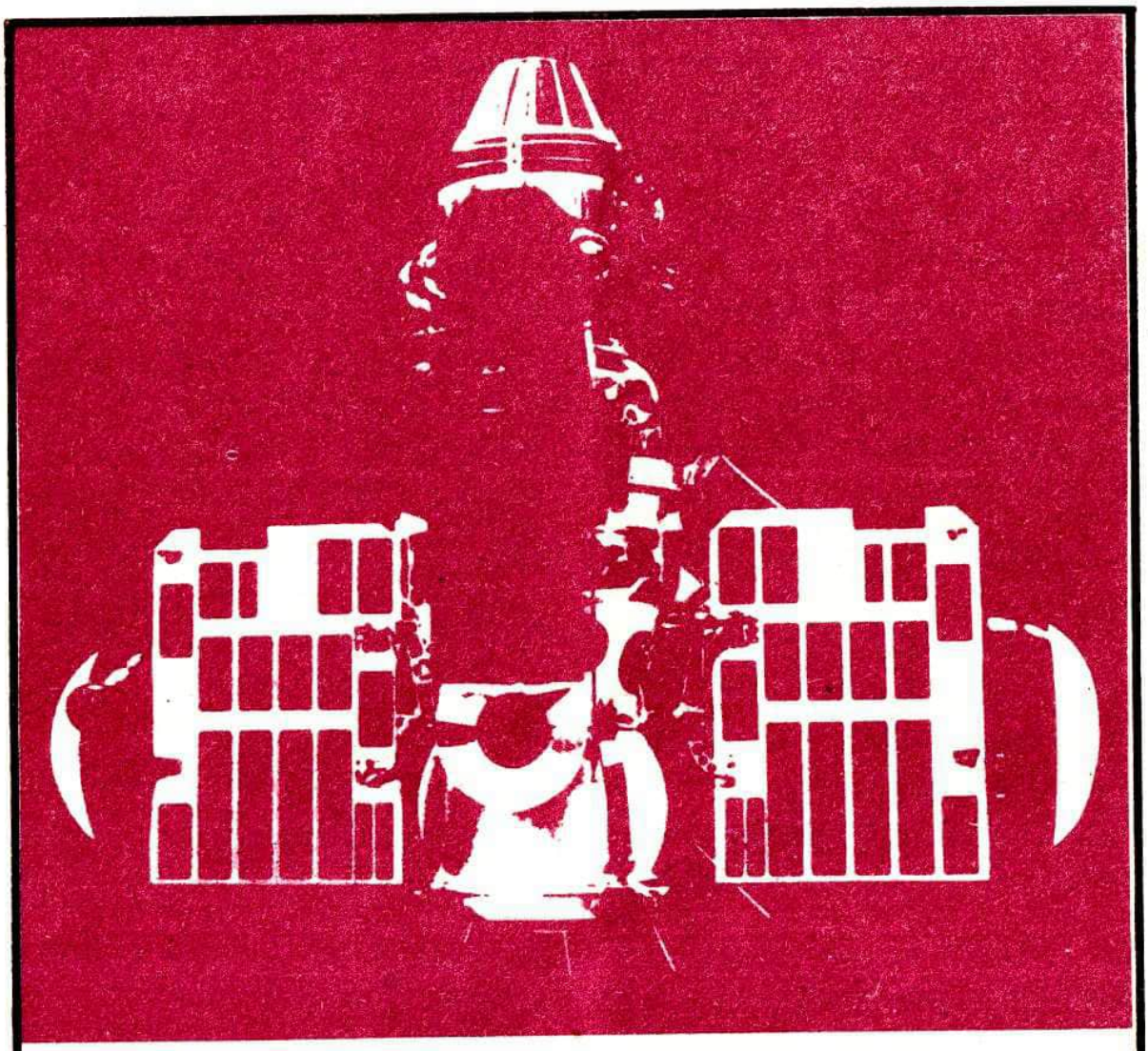


Bild der Planetensonde „Venus 3" der UdSSR (R. L.)

Wo kommen die Löcher im Käse her?

In den USA wurden vor einigen Jahren 1 200 kg gefälschten Schweizer Käses beschlagnahmt. Die Löcher dieses Käses waren nachträglich mechanisch erzeugt worden.

Aus unserer Lesermappe...

Werte Impuls-Redaktion!

Seit ich eine ferngeheizte Wohnung habe, weiß ich nicht mehr, wohin mit dem Papier und muß daher Ihre hoch geschätzte Zeitschrift abbestellen.

Ihr Friedrich Müller

Lutz Günther
Diplomphysiker
ZIPE Potsdam

War Sirius einst rot?

PHYSIK

Auf den ersten Blick scheint es so, daß alle am Nachthimmel sichtbaren Sterne weiß seien. Wer jedoch über ein sehr gut ausgeprägtes Farbsehvermögen verfügt, wird bei den hellsten unter ihnen feine Farbnuancen unterscheiden können, und ein Blick schon durch ein kleines Fernrohr zeigt uns, daß es am Sternhimmel durchaus nicht schwarz-weiß zugeht. Die Wega zeigt eine hellblaue Tönung, Capella ist gelb, der Aldebaran funkelt rubinrot und Sirius, der hellste Stern an unserem Himmel, zeigt ein nahezu reines Weiß. Jeder Stern besitzt entsprechend seiner effektiven Oberflächentemperatur eine charakteristische Farbe. So seltsam es auch klingen mag: die Farbe des Sirius stellt für die Astrophysiker ein Problem dar, das auch heute noch auf seine Lösung wartet!

Hatten die alten Griechen recht?

Die Astronomen des Altertums waren ausgezeichnete Beobachter. Obwohl sie über keine optischen Hilfsmittel verfügten, führten sie doch schon erstaunlich präzise Messungen am Himmel durch. Selbstverständlich waren ihnen auch die unterschiedlichen Farben der hellsten Sterne nicht entgangen. PTOLEMÄUS (90-160 u.Z.) führte in seinem berühmten Hauptwerk "Almagest" eine Reihe deutlich roter Sterne an: Beteigeuze, Antares, Arktur, Aldebaran, Pollux und - erstaunlicherweise in einer Reihe mit diesen den Sirius! Ein Irrtum des großen Ptolemäus? Ein Übersetzungsfehler?

AL SUFI, ein persischer Astronom des 10. Jahrhunderts, schuf einen Sternkatalog, in dem auch Helligkeit und Farbe der Sterne angegeben waren - und seinen Angaben zufolge war Sirius weiß. Er sah ihn so, wie wir ihn heute sehen. Obwohl Al Sufi ohne Zweifel den "Almagest" kannte, erwähnte er den offensichtlichen Widerspruch zu den Angaben des Ptolemäus mit keinem Wort. Niemand weiß, warum.

Würde die bewußte Stelle im "Almagest" die einzige Quelle für eine ehemals rote Färbung des Sirius sein, dann könnte man noch an einen groben und einmaligen Fehler glauben. Es existiert jedoch ein zweiter Farbvergleich des Sirius aus dem Altertum: Der Römer SENECA (4. v.u.Z. - 65 u.Z.) verglich seine Farbe mit Mars und Antares, zwei deutlich roten Himmelskörpern. Hatten die alten griechischen Beobachter also recht? War Sirius zu Beginn des 1. Jahrtausends u.Z. rot, bereits 900 Jahre später jedoch weiß? Ist ein derartiger Umschlag physikalisch erklärbar?

Wie entwickelt sich ein Stern?

Die Astrophysiker, die sich zu Beginn unseres Jahrhunderts mit dem Siriusproblem beschäftigten, lehnten den "Farbumschlag" eines Sterns innerhalb derartig kurzer Zeit fast durchweg ab. Das lag aber hauptsächlich daran, daß die Theorie über die Entstehung und Entwicklung eines Sterns noch in den Anfängen steckte. In den Folgejahren wurden entscheidende Fortschritte erzielt, und heute gilt folgender schematischer Ablauf der Sternentwicklung für wahrscheinlich

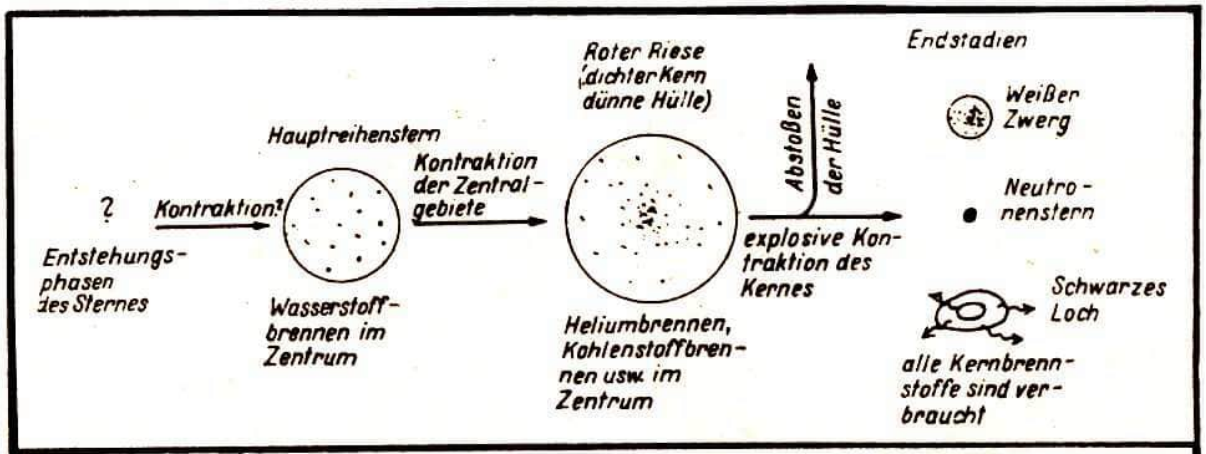


Abb. 1 Schematischer Entwicklungsweg eines Sterns

Ein Stern bleibt also während seines "kosmischen Lebens" durchaus nicht unveränderlich. Zwei besonders markante Umwandlungen treten dabei auf:

1. Hat der Stern den Wasserstoffvorrat im Kern verbraucht, so bläht sich seine Hülle auf und wird gleichzeitig an der Oberfläche kühler; der Stern wird zum <u>roten Riesenstern.</u>

2. Sind auch weitere Kernbrennstoffvorräte verbraucht, so stößt der Stern seine dünne Hülle ab, während gleichzeitig der Kern zusammenbricht und ein "stabiles" Endstadium erreicht: als weißer Zwergstern, als Neutronenstern oder als "Schwarzes Loch".

Wie wir sehen, ist also eine Farbänderung z. B. von rot nach weiß für einen "alternden" Stern durchaus möglich. Während das Stadium als roter Riesenstern Millionen von Jahren andauert und sogenannte "Weiße Zwerge" wohl noch Milliarden von Jahren existieren, vollzieht sich der Übergang zwischen beiden Entwicklungsstufen anscheinend sehr rasch. Dazu sind drei Mechanismen des Abstoßens der Hülle wahrscheinlich:

1. Die Hülle wird explosionsartig abgestoßen, die Helligkeit des Sterns steigt für kurze Zeit stark an; der Stern wird zu einer sogenannten Nova.

2. Der Prozeß des Abstoßens geht wesentlich langsamer vor sich. Die abgestoßene Hülle wird durch die UV-Strahlung des übrigbleibenden Sterns zum Leuchten angeregt. Man spricht von sogenannten planetarischen Nebeln. (Beispiel: Der "Ringnebel" im Sternbild Leier)

3. In einem engen Doppelsternsystem wird die sich ausdehnende Hülle vom zweiten Stern "aufgesogen", der dadurch seine Masse rasch vergrößert. Vom ehemaligen Riesenstern bleibt nur der Kern übrig.

Um zu entscheiden, welcher der drei Mechanismen beim Sirius wirksam gewesen sein könnte, müssen wir einmal die recht seltsame physikalische Natur dieses Sternes betrachten.

Sirius - ein ungewöhnlicher Doppelstern

Im Jahre 1844 untersuchte der deutsche Astronom F. W. BESSEL die Eigenbewegung des Sirius und stellte fest, daß sie nicht geradlinig verlief (Abb. 2). Ein Begleitstern, der durch seine Gravitationswirkung diese Abweichung hervorrufen konnte, wurde aber nicht entdeckt. Erst 1862 bemerkte A. G. CLARK ein schwaches Sternchen 8.Größe in der Nähe des Sirius - den lange gesuchten Begleiter Sirius B. Als die Astrophysiker darangingen, seine Eigenschaften zu untersuchen, gab es eine Sensation: es stellte

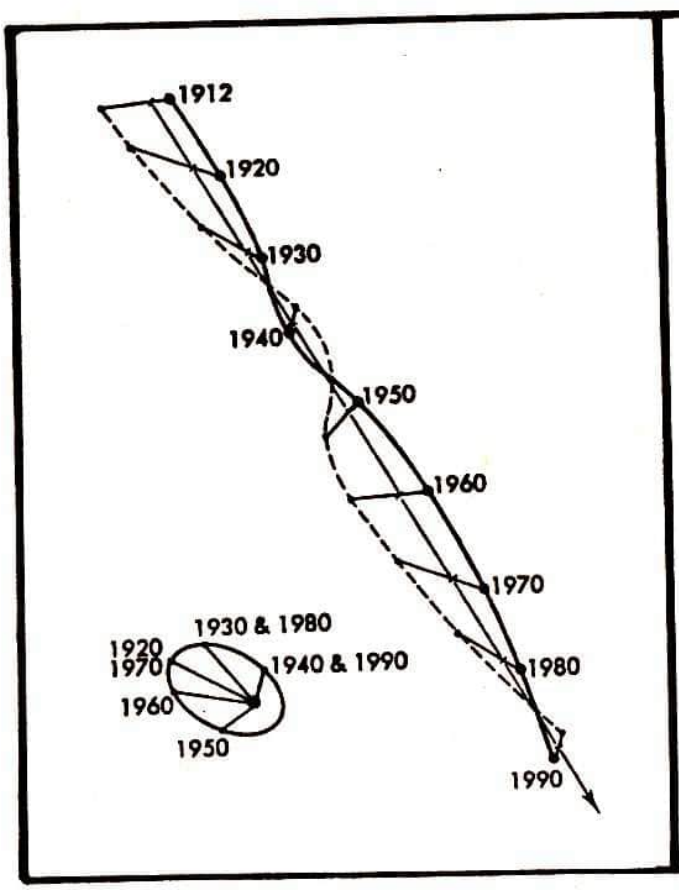


Abb. 2

Die Eigenbewegung des Sirius als Doppelstern

sich heraus, daß Sirius B eine Oberflächentemperatur von 10 000 K besaß, aber sein Durchmesser kleiner als 30 000 km war, also von planetaren Dimensionen. Daraus folgte logisch, daß seine Dichte die des Platins fast 8000mal übertrifft. Ein Kubikzentimeter vom Sirius B hat eine Masse von 200 kg! Sirius B stellt den Prototyp einer sehr seltsamen Klasse von Sternen dar, den schon erwähnten "Weißen Zwergen", in denen keine Kernreaktionen mehr ablaufen,und die allgemein als Endstadien der Sternentwicklung gelten. Sirius A ist dagegen ein "normaler" weißer Stern, wie er im Weltall häufig vorkommt. Für die rätselhafte Farbveränderung des Sirius zwischen 138 u.Z. und 980 u.Z. müßte also Sirius B verantwortlich sein.

Nehmen wir einmal an, Sirius B sei zu Beginn des ersten Jahrtausends ein roter Riesenstern gewesen und hätte die damals deutlich rote Farbe des Sirius hervorgerufen. Wäre es auf der Erde nicht bemerkt worden, wenn der Sirius plötzlich als Nova aufgeflammt wäre (1. Abstoßmechanismus für die Hülle)?
Ohne Zweifel! Deshalb suchte man in alten Aufzeichnungen über rätselhafte Himmelserscheinungen bei den Völkern Japans, Chinas, Amerikas, Griechenlands... doch ohne Erfolg! Daher ist es wahrscheinlich, daß keine Novaexplosion stattfand. Doch wie entledigte sich Sirius B dann seiner Hülle? Ein planetarischer Nebel

konnte beim Sirius nicht nachgewiesen werden, und für einen Massenaustausch zwischen Sirius A und B ist das Doppelsternsystem nicht eng genug.
Die Frage nach der Realität des Farbumschlages des Sirius läßt sich daher zur Zeit nicht klären. Aber man fand inzwischen einen Stern, der ein sehr seltsames Verhalten zeigt und vielleicht doch noch zu einer Lösung führen wird.

FG Sagittae - ein kosmisches Chamäleon

Der veränderliche Stern FG im Sternbild Sagitta (Pfeil) hat eine beispiellose Eigenart: seit Beginn der photographischen Beobachtung im Jahre 1890 wurde er bis etwa 1970 ständig heller (Abb.3).

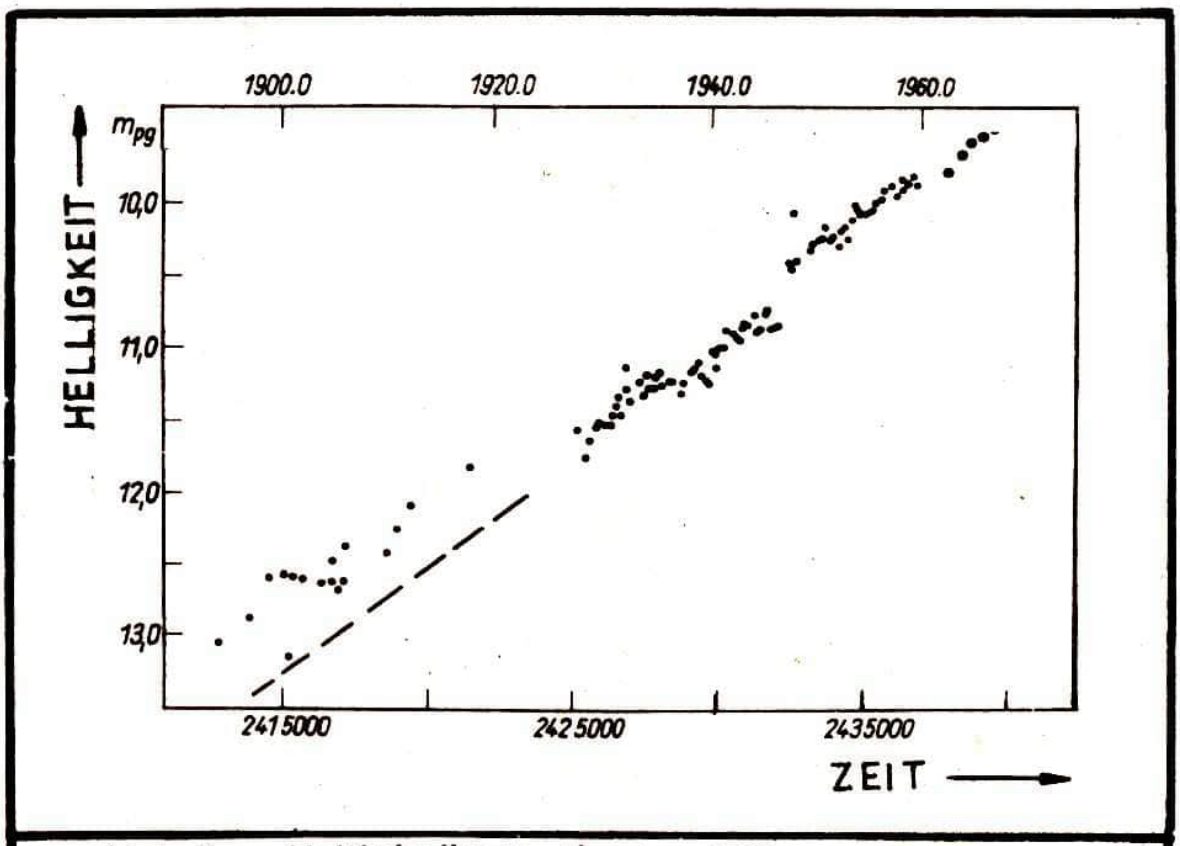


Abb.3 Helligkeitszunahme von FG Sagittae zwischen 1890 und 1967

Seit Beginn der siebziger Jahre hat er zwar seine Helligkeitszunahme eingestellt, ändert aber umso rascher seine Farbe. 1955 war er noch blauweiß, 1967 weiß und seit 1974 besitzt FG Sagittae eine deutlich rote Färbung. Die Ursache für dieses Verhalten ist völlig ungeklärt. Aus Spektralaufnahmen schlußfolgerte man, daß der seltsame Stern eine Hülle abstößt.

Wir sehen also, daß der Farbumschlag eines alternden Sterns unter Umständen sehr rasch vonstatten gehen kann. Vielleicht wird es durch neue Beobachtungen auch einmal gelingen, das alte "Siriusrätsel" zu lösen - falls es ein solches überhaupt gab.

Adolf Dichtjar

Juri Gagarin

Verlag Neues Leben, Berlin 1977,
aus dem Russischen, 2.gekürzte, vom Autor überarbeitete Ausgabe, 355 S., zahlreiche z.T. ganzseitige Schwarz-Weiß-Fotos im Text, Preis: 12,5o M

Eine umfassende Chronik in Wort und Bild über das Leben und Wirken des Weltraumpioniers Gagarin liegt uns nun auch in Buchform vor, nachdem "Presse der Sowjetunion" schon einige Monate vorher dieses "biografische Mosaik" als Fortsetzungsfolge abgedruckt hatte.
Kein wissenschaftlich-technisch interessierter Mensch kann sich der Spannung dieser authentischen Schilderungen entziehen; in langjähriger Arbeit trug der Autor dieses Material zusammen unter Benutzung von Tonbandaufzeichnungen, Zeitungen und Zeitschriften, nach persönlichen Befragungen von Gagarins Verwandten, Lehrern, Freunden, von Technikern und Wissenschaftlern, die Juri Gagarin kannten oder ihm nahestanden. Der Fliegerkosmonaut kommt uns dadurch auch als Mensch und Kommunist noch näher. Man fühlt sich beim Lesen der Chronik, sei es auch nur auszugsweise, direkt in das Geschehen um den 12.April 1961 (Startdatum von "Wostok 1") einbezogen. Auch die Jahre davor und danach werden beschrieben, so daß uns dieses Buch insgesamt erneut Hochachtung vor den Leistungen des 1.Weltraumfliegers abnötigt und sicher auch 17 Jahre nach diesem welthistorischen Ereignis seine Leser findet.

Wolfgang König

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Dr. Ernst Heumann, Sektion Physik der FSU Jena

Gibt es eine Antiwelt? (Teil 1)

Als man entdeckte, daß es Elementarteilchen gibt, die sich gegenseitig in einem Energieblitz vernichten, und man weiterhin feststellte, daß fast jedes Elementarteilchen einen tödlichen Zwilling (Antiteilchen) hat, kam eine Lawine von Vermutungen ins Rollen, die Naturwissenschaftler und Philosophen in gleicher Weise beschäftigen. Denn vom Antiteilchen ist es nur ein kleiner Schritt bis zum Antiatom bzw. zur Antimaterie. Faszinierende und zugleich beklemmende Spekulationen wurden laut: Gibt es Welten, die ein"tödliches Spiegelbild" unserer Welt sind?

Der Leser erwarte nun aber keine ja-nein-Entscheidung dieser Frage. Eine solche Antwort vermag heute noch niemand zu geben. In diesem Beitrag sollen einige Ergebnisse und Probleme der Suche nach Antiteilchen und Antimaterie diskutiert werden. Dabei wollen wir das feste Fundament wissenschaftlicher Tatsachen in den Vordergrund stellen und es nur gelegentlich durch heute vielleicht noch etwas spekulativ anmutende Bemerkungen ergänzen.

Was ist Antimaterie?

Seit Einstein wissen wir, daß Strahlung und Materie nur zwei Formen der Energie sind, vergleichbar mit "Gewändern", die gewechselt werden können. Überall im Universum, aber auch in den Teilchenbeschleunigern der Physik kann sich dieser Wandlungsprozeß vollziehen, wenn Strahlung mit Materie, Materie mit Strahlung wechselwirkt. Wenn beispielsweise energiereiche Gammastrahlung mit dem Kraftfeld eines Atomkernes in "Berührung" kommt, kann aus ihr ein Teilchenpaar entstehen, das aus einem Elektron (Träger negativer elektr. Ladung) und einem entsprechenden Teilchen mit positiver elektr. Ladung (Positron genannt) besteht. Das Positron wäre nun aber ein Teilchen wie jedes andere, wenn

man nicht eine äußerst bemerkenswerte Reaktion beobachten könnte. Treffen nämlich ein Positron und ein Elektron aufeinander, so erlöschen beide in einem Energieausbruch. Die Materie des Elektrons verträgt sich also nicht mit der Materie des Positrons, die deshalb Antimaterie genannt wird.

Antiteilchen - Antiatom

Das Positron als Gegenstück des Elektrons wurde 1930 von Dirac vorhergesagt und 3 Jahre später von Anderson in der kosmischen Strahlung nachgewiesen. Seinerzeit als Sensation empfunden, ist das Positron heute ein "ganz gewöhnliches Teilchen" in den physikalischen und sogar in einigen chemischen Labors.
Der Entdeckung des Positrons folgte eine langwierige, aber auch sehr erfolgreiche Suche nach anderen Antiteilchen. Mit großen Teilchenbeschleunigern erzeugte man das Antiproton,und es stellte sich heraus, daß jedes geladene Teilchen einen "Zwilling" von entgegengesetzter Ladung hat. Der Begriff der Symmetrie von Teilchen und Antiteilchen ist so zu einem fundamentalen Prinzip der Physik geworden.

Aus Antiteilchen lassen sich nun Antiatome bilden. So wie das einfachste Atom, das Wasserstoffatom, aus einem Proton im Atomkern und einem Elektron besteht, das den Atomkern in Form einer "Ladungswolke" umschwirrt, liefert die Kombination eines Antiprotons mit einem Positron ein Antiwasserstoffatom. Das Antiwasserstoffatom wird sich nach den Aussagen der Quantenmechanik in fast jeder Beziehung wie ein gewöhnliches Wasserstoffatom verhalten. Es wird z. B. im angeregten Zustand in denselben Spektralfarben leuchten. Es wird mit einem zweiten Antiwasserstoffatom ein Antimolekül und damit ein Antiwasserstoffgas bilden. Dieses Gas wird wiederum die typischen Eigenschaften des uns vertrauten Wasserstoffs zeigen und beispielsweise bei minus 252°C in den flüssigen Zustand übergehen.
In Fortsetzung dieses "Spieles" könnte man aus Antiprotonen und Antineutronen alle Atomkerne der Elemente unseres bekannten Periodensystems aufbauen. Diese Elemente könnten in einer "Antiwelt" genauso Träger des Lebens sein,wie es die chemischen Elemente unserer Welt sind.

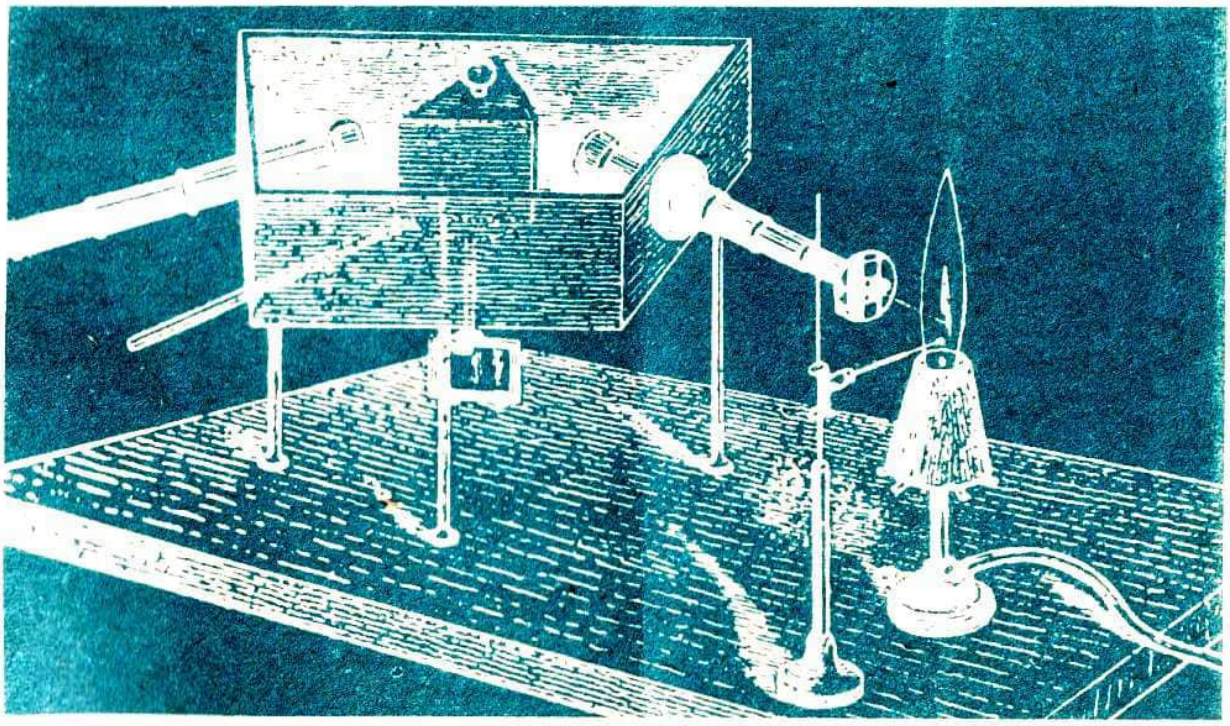
Man kann sicher sein, daß es in nicht mehr allzu ferner Zukunft in einigen Forschungslabors gelingen wird, komplizierte Atom-

kerne aus Antimaterie aufzubauen. Schon vor einigen Jahren gelang es sowjetischen und auch amerikanischen Physikern, durch Teilchenbeschuß Antiwasserstoff und Kerne des Antiheliums zu erzeugen und nachzuweisen.

Antimaterie im Universum?

Diese Überlegungen und vor allem aber die bisher erreichten Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungsarbeit werfen die Frage auf, ob es nicht auch im Weltall Teilchen bzw. eine Galaxis oder gar einen Teil des Universums geben könnte, dessen Materie dem "Spiegelbild" unserer Materie entspricht. Sollte Antimaterie im Universum existieren, müßte man schon aus Symmetriegründen annehmen, daß es davon genau so viel wie normale Materie gibt. Niemand weiß bisher, wie man Antimaterie im All entdecken bzw. wie man Materie von Antimaterie unterscheiden könnte. Außerdem kann kein System aus Materie neben einem System aus Antimaterie bestehen, da sich beide in einem ungeheuren Energieblitz auslöschen würden. Nimmt man aber dennoch an, daß das Universum je zur Hälfte aus Materie und Antimaterie besteht, so drängen sich eine ganze Reihe ungelöster Fragen auf:

- Welche Prozesse vermeiden einen vernichtenden Zusammenprall?
- Welche Prozesse haben möglicherweise dazu beigetragen, ein solches Universum entstehen zu lassen?



MOSAIK

Ein neuer leistungsfähiger Batterietyp

In den "Comsat Laboratories" wurden Nickel-Hydrogen-Batterien ($NiOH_2$) entwickelt, die bei gleicher Masse eine 2,5- bis 4-fach größere Energiedichte haben als die gebräuchlichen Nickel-Cadmium-Zellen (NiCd). Die zu erwartende Lebensdauer solcher Zellen soll bei zehn Jahren liegen. $NiOH_2$-Zellen haben große Aussicht, in Satelliten eingesetzt zu werden. (Hi)

Die Kunststoffe erobern auch den Flugzeugbau! Besonders aus Bor- und Graphit-Fiber-Epoxydharz-Materialien könnten etwa 7o % der Bauteile eines Flugzeuges bestehen.

Kraftwerke und Wärmebelastung der Gewässer

In jüngster Zeit häufen sich in der BRD Demonstrationen gegen die Errichtung von Kernkraftwerken am Rhein, da die Anwohner nachteilige klimatische Auswirkungen befürchten. Solche Befürchtungen sind völlig berechtigt. Dazu muß man wissen, daß Kraftwerke (und insbesondere Kernkraftwerke) die Umwelt mit Abwärme belasten, die häufig die anliegenden Gewässer aufnehmen müssen. Speziell zur Situation am Rhein muß gesagt werden, daß in dem Fall, wenn alle Pläne für Kraftwerksbauten in den nächsten Jahren am Rhein verwirklicht werden würden, der Rhein auf eine Temperatur von etwa 35°C aufgeheizt würde, was das Ende der ohnehin stark strapazierten Lebensfähigkeit dieses Stromes und klimatische Veränderungen von nur schwer überschaubarem Ausmaß zur Folge hätte.

Haltbare Flaschen

Durch Beschichtung von dünnwandigen Glasgetränkeflaschen mit Polyurethanen oder mit Epoxydharzpulver soll deren Schlagfestigkeit und damit die Lebensdauer erhöht werden. Mit der Beschichtung läßt sich bei gleicher Festigkeit Glas einsparen. Außerdem ist eine Einfärbung der Beschichtung leicht möglich.

(Hi)

Unsere Aufgabe 28

Was geschieht, wenn man in den Raum zwischen zwei nebeneinander stehenden brennenden Kerzen zu blasen beginnt ?

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

lösung der aufgabe 24 aus heft 3/11.jg.

aufgabe:

Wenn ein Körper 1 von einem s=50m hohen Turm zu fallen beginnt, und gleichzeitig der Körper 2 mit gleicher Masse und der Geschwindigkeit v_o=16m/s senkrecht nach oben geschossen wird, erreichen beide den Erdboden gleichzeitig. Berühren sich beide Körper während der Flugphase, falls der zweite Körper genau lotrecht unterhalb des ersten losgeschickt wird ?

lösung:

Viele eingesandte Lösungen hatten das richtige Ergebnis, jedoch eine unzureichend richtige Begründung, so daß wir diese Aufgabe selbst lösen.(Die Redaktion)

Unter der Annahme, daß sich beide Körper in der Höhe h nach der gleichen Flugzeit t treffen, berechnen sich die Flugstrecken wie folgt ($0 \leq h \leq s$) :

Körper 1 : $s-h=1/2 \cdot gt^2$ und Körper 2 : $h=v_o t-1/2 \cdot gt^2$

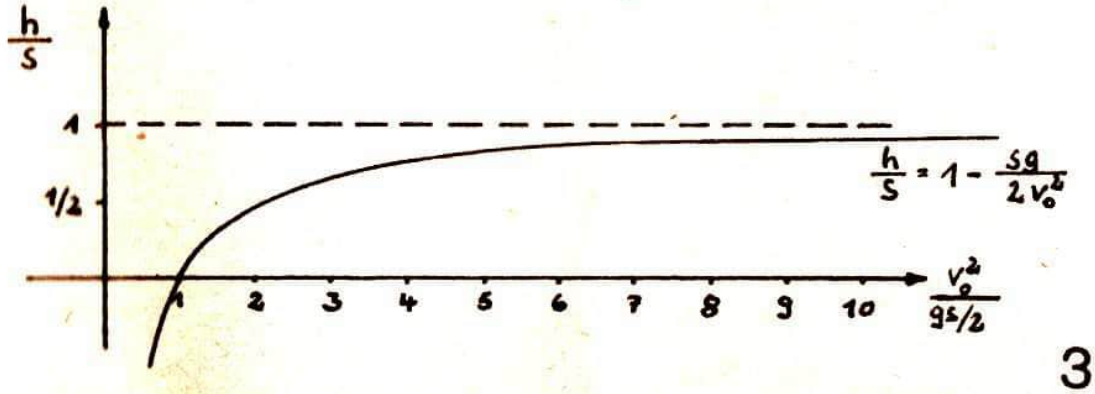
Durch Umstellung der Gleichung für Körper 1 nach t und Einsetzen dieser in die zweite Gleichung folgt für die Höhe h die Beziehung:

$h=s(1-sg/2v_o^2)$ oder $\underline{\underline{h/s=1-sg/2v_o^2}}$

Das heißt aber, daß sich die Körper während der Flugphase nicht treffen.(Das gilt natürlich nur für positive Werte von h, also $v_o^2 > gs/2$, also <u>nicht</u> unter den in der Aufgabe gestellten Bedingungen !)

Veranschaulichen kann man sich dieses Ergebnis, wenn man die Funktion $h/s=1-sg/2v_o^2$ in relativen Einheiten darstellt.

Dabei ist h/s eine Funktion von $v_o^2/gs/2$.



Jeder hat seine eigene Sicht –
aber nicht jeder sieht etwas.
B. Winawer
(pol. Physiker)

SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

9

Fotovervielfacher

☆

Vom Affen zum Menschen

☆

Bermuda-Dreieck

☆

Internationale Sprache

Titelbild: Andromeda – Nebel (R. L.)

impuls 68

HERVORRAGENDES JUGENDKOLLEKTIV

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie), Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

Fotovervielfacher – Ein Röhrenoldtimer?	PHY	3
Wissenswertes		10
Neues zur Stammesgeschichte des Menschen	BIO	11
Lösung der Physikolympiade (2)		16
Das Bermuda-Dreieck: Gruseldrama oder wissenschaftliche Sensation? (1)		19
Element 114 in Meteoriten nachgewiesen?	AST	26
Wissenschaft und internationale Sprache	DOK	27
Physikaufgabe 30, Lösung Nr. 26		31

Wilfried Hild
Dipl.- Phys.
VEB Jenaer
Glaswerk
Schott & Gen.
Jena

Fotovervielfacher- Ein Röhrenoldtimer?

PHYSIK

Vor etwa 29 Jahren ging es der Elektronenröhre an den Kragen; der Transistor eroberte die Welt. Seine Glanzzeit währte aber nicht allzu lange; der integrierte Schaltkreis trat seinen Siegeszug an und schafft sich selbst unabsehbare Entwicklungsmöglichkeiten !
Wer spricht im Zeitalter der Mikroelektronik noch von Elektronenröhren? (Die gute alte Bildröhre, in die man so oft sieht, vergißt man sowieso als Elektronenröhre anzusehen!)

Eine "Röhre" hat diese ganze Entwicklung bestens überstanden: der Fotovervielfacher. Dieses elektronische Spezialbauelement wandelt Strahlung in elektrische Signale um. Die dabei erreichte Verstärkerleistung wird gegenwärtig von keinem anderen opto- oder fotoelektronischen Bauelement in Festkörper- oder Vakuumtechnik erreicht.
Der Fotovervielfacher nutzt den äußeren fotoelektrischen Effekt und die Sekundäremission von Elektronen aus. Verwendet werden Fotovervielfacher (auch Photomultiplier, Multiplier, Sekundärelektronenvervielfacher, SEV genannt) vorrangig in Geräten der Fotometrie zur Lichtmengen- und Lichtstärkemessung und der Spektroskopie sowie zur Kurzzeitmessung im Subnanosekundengebiet. Auch die Lichtpunktabtaster der Superorthikonschwarzweiß- und -farbaufnahmeröhren des Fernsehens basieren auf dem System des Fotovervielfachers.

Aus welchen Bauelementen besteht ein Fotovervielfacher?

Die zu messende Strahlung wird, nachdem sie ein Durchtrittsfenster passiert hat, von der Fotokatode aufgefangen. Die ausgesandten Elektronen werden durch ein Dynodensystem verstärkt und von der Anode abgesaugt. In Abb. 1 ist eine Prinzipskizze eines

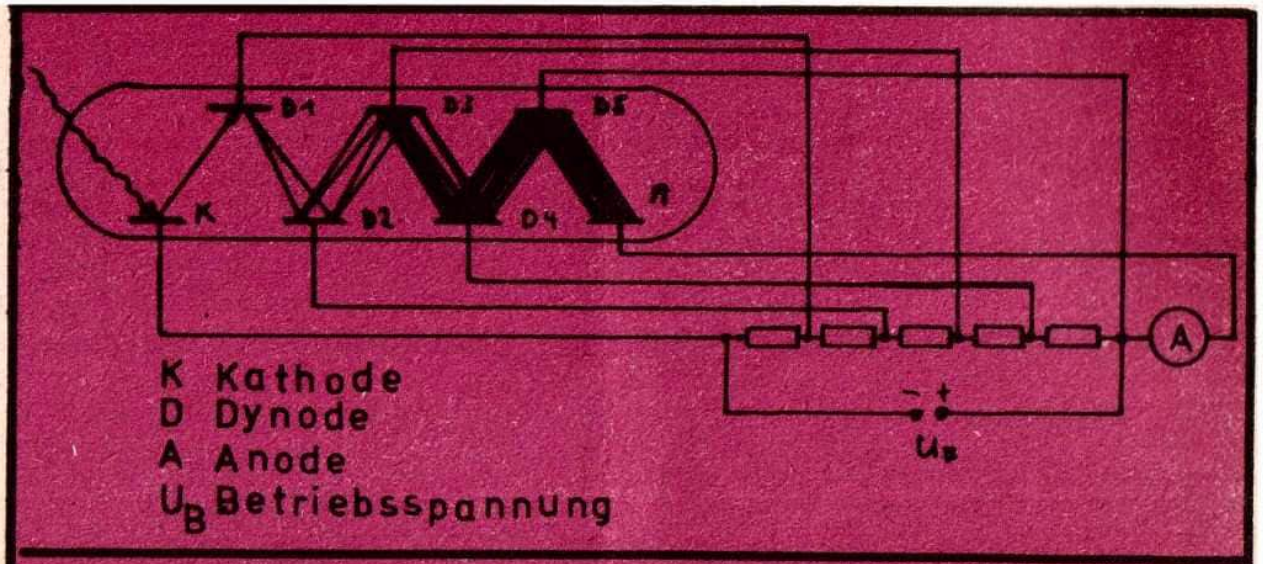


Abb. 1 Prinzipskizze eines fünfstufigen Foto-vervielfachers

Fotovervielfachers dargestellt. Natürlich gehört zu einem aktiven Bauelement auch eine Spannungsversorgung. Eine entsprechende Elektronik ist dann für die Verarbeitung des der Intensität der einfallenden Strahlung proportionalen Stromes verantwortlich.

Die Ausnutzung des äußeren fotoelektrischen Effektes

Fällt Strahlung mit einer die Austrittsarbeit $W_{Austritt}$ übersteigenden Energie $h \cdot f$ auf einen Körper (Fotokatode), so werden von dessen Oberfläche Elektronen herausgelöst; die Energie der Lichtquanten (Photonen) wird auf die Elektronen übertragen. Die Geschwindigkeit v der Elektronen ist gegeben durch die EINSTEINsche Energiebeziehung

$$\frac{m}{2} v^2 = h \cdot f - W_{Austritt}$$

(m = Elektronenruhemasse, h = PLANCKsches Wirkungsquantum, f = Frequenz der einfallenden Strahlung). Dieser Vorgang heißt äußerer fotoelektrischer Effekt. Aus Energie- und Impulserhaltungsgründen können nur Elektronen angeregt werden, die an Atome, Moleküle und Ionen gebunden sind sowie Elektronen in Kristallgittern. Freie Elektronen werden nicht angeregt.

Die Zahl der im statistischen Mittel von einem absorbierten Lichtquant ausgelösten Elektronen wird Quantenausbeute genannt und liegt bei Metallen in der Größenordnung 10^{-3}, d.h., von 1000 eingestrahlten Lichtquanten wird nur 1 Elektron herausge-

löst, dagegen bei Halbleitern zwischen 0,1 und 1. Im allgemeinen verwendet man zusammengesetzte Katodenmaterialien (Verbindungen von Alkalimetallen (Na, K, Cs) und Antimon (Sb) oder Wolfram (W)) wegen ihrer niedrigen Austrittsarbeiten.

Cs	Rb	K	Na	Ca	Mg	Cd	Cu	Ag	Au	Ni	Pt
1,94	2,13	2,25	2,28	3,20	3,70	4,04	4,48	4,70	4,71	4,91	5,36

Tab. 1 Einige Werte von Austrittsarbeiten von Metallen in eV

Jedes Fotokatodenmaterial ist aber nur für einen bestimmten Spektralbereich der einfallenden Strahlung empfindlich. Einige Wellenlängen-Empfindlichkeits-Kurven sind in Abb. 2 dargestellt. Zum Vergleich ist die Spektralkurve der Sonne eingezeichnet.

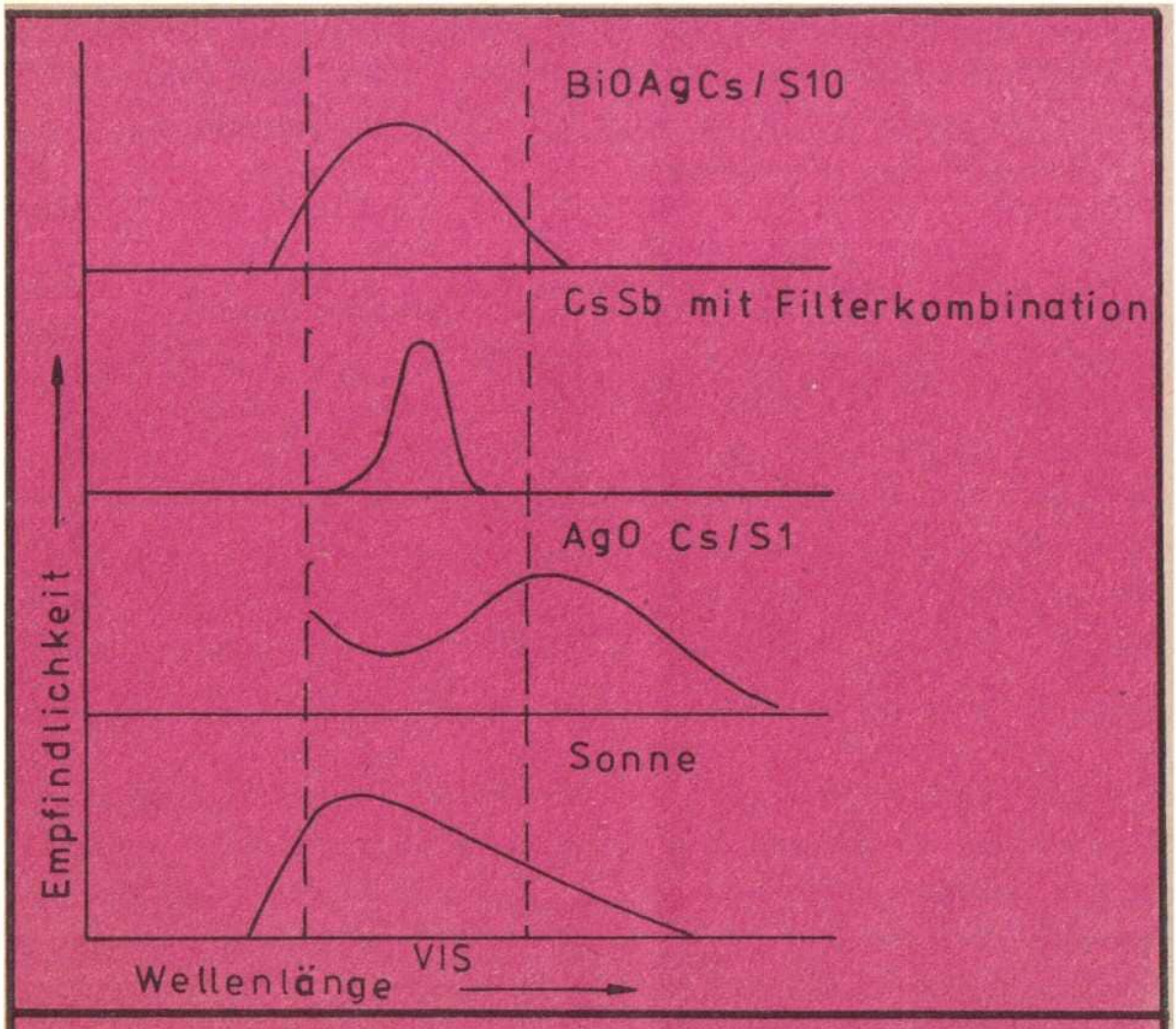


Abb. 2 Wellenlängen-Empfindlichkeits-Kurven

Die unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeitskurven resultieren zum einem aus der verwendeten Schicht und zum anderen aus der technologischen Verarbeitung derselben.

Einen weiteren Einfluß auf die Spektralverteilung hat das Durchtrittsfenster. Glas absorbiert den ultravioletten Teil des Lichtspektrums (hinter geschlossenen Fenstern wird man bei schönstem Sonnenschein nicht braun!). Im Gegensatz zu gebräuchlichen Gläsern ist Quarzglas UV-durchlässig. Deshalb wird Quarzglas mit anderen Gläsern kombiniert. Diese anspruchsvolle und viel Erfahrung erfordernde Arbeit meistern Facharbeiter des VEB Jenaer Glaswerk Schott & Gen. Jena und helfen damit bei der Herstellung ultraviolettempfindlicher Fotovervielfacher.

Das Verstärkersystem

Die durch den fotoelektrischen Effekt aus der Fotokatode ausgelösten Elektronen werden von einer Steuerelektrode auf die erste Dynode gebündelt. Ein ganzes hintereinandergeschaltetes Dynodensystem sorgt mit Hilfe der Sekundärelektronenemission für die Verstärkung des Stroms.

Treffen Elektronen im Vakuum auf eine Metall- oder Halbleiteroberfläche, so entsteht ein von der Oberfläche ausgehender Elektronenfluß; Elektronen werden emittiert. Die Austrittsarbeit wird von den auftreffenden Ladungsträgern (Elektronen) aufgebracht. Es ist möglich, daß ein Elektron mehrere herausschlägt. Das Verhältnis emittierter Elektronen zu primären wird Sekundäremissionskoeffizient δ_{SE} genannt. Er ist abhängig von der Energie der einfallenden (Primär-) Elektronen, dem Auftreffwinkel, dem Material und der Kristallstruktur und -orientierung. Letztere Abhängigkeit ist i. allg. vernachlässigbar.

Energieabhängigkeit: Steigert man die Geschwindigkeit (Energie) der Elektronen, so beginnt die Elektronenemission bei etwa 10 bis 15 eV (bedingt durch z.B. $W_{Austritt}$) und wächst dann. Wird die Energie aber zu groß, wird die Eindringtiefe so groß, daß die freigesetzten Elektronen durch Stöße mit Leitungselektronen behindert werden. Die Sekundäremission sinkt wieder (Abb. 3).

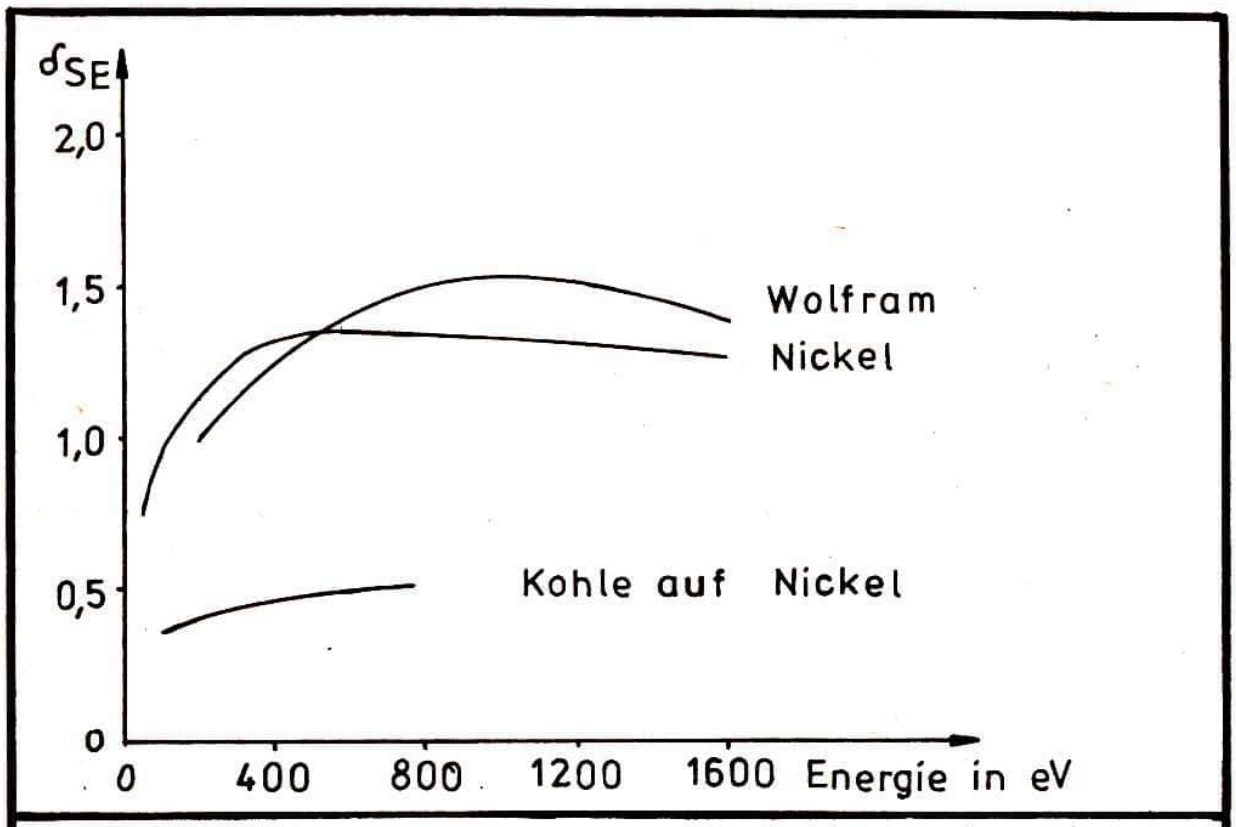


Abb. 3 Sekundäremissionskoeffizient in Abhängigkeit von der Auftreffenergie

Auftreffwinkel: Flacher Winkel führt zu hohem Sekundäremissionskoeffizienten δ_{SE}, da die Sekundärelektronen einen geringeren Weg im Stoff zurückzulegen haben und damit weniger behindert werden (Abb. 4).

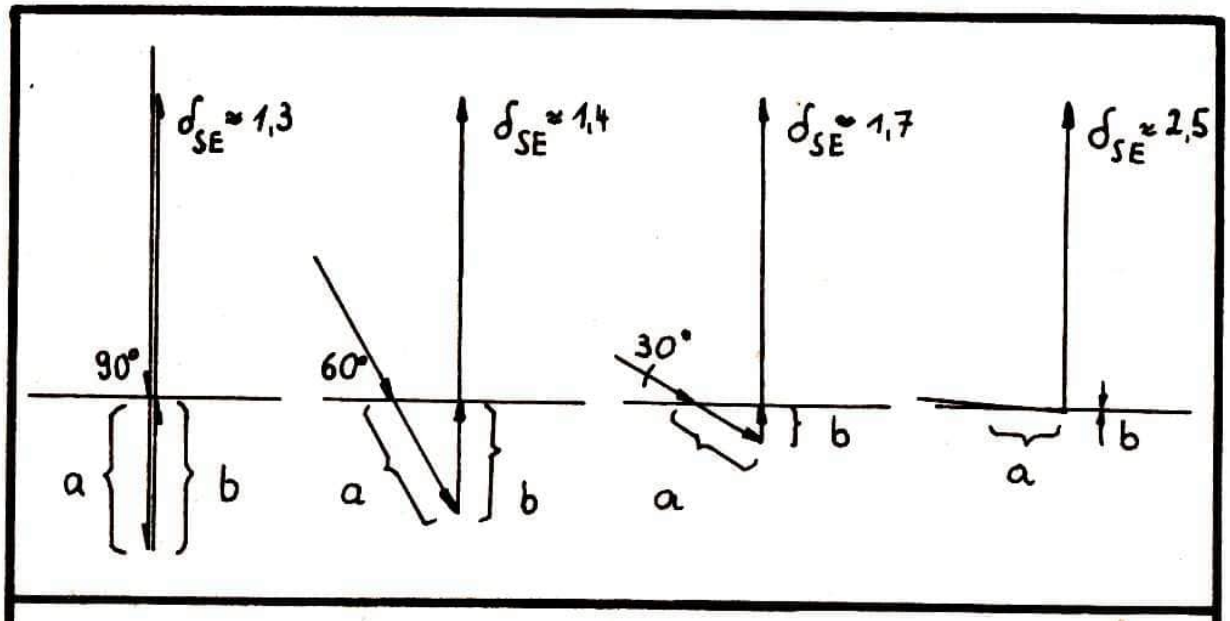


Abb. 4 Ausbeute einer Ni-Oberfläche in Abhängigkeit vom Auftreffwinkel

Materialeinfluß: In Tabelle 2 werden einige Ausbeuten (Sekundäremissionskoeffizienten δ_{SEmax}) verschiedener Materialien angegeben. In der Praxis werden meist Alkaliverbindungen und Schichtenkombinationen wegen ihres hohen δ_{SE} verwendet.

	Material	δ_{SEmax}		Material	δ_{SEmax}
Metalle	Cs	0,72	Metalloxide		
	Ba	0,83		BaO	4,8
	Mg	0,95		MgO	2,4
	Ag	1,47		Ag_2O	1,1
Alkaliverbindg.	CaF_2	3,15	Schichten	$Cs-Cs_2O-Ag$	10,3
	NaJ	5,5		$K-K_2O-Ag$	7,1
	NaF	5,7		Al-Mg	4
	NaCl	6,8		Cu-Be	4
	KCl	7,5		Ag-Mg	4

Tab. 2 Maximaler Sekundäremissionskoeffizient verschiedener Materialien

Die Verstärkung V eines Sekundäremissionsverstärkers mit n hintereinandergeschalteten Dynoden kann man wie folgt berechnen:

$$v = (\bar{\delta}_{SE})^n$$

($\bar{\delta}_{SE}$ ist der mittlere Sekundäremissionskoeffizient). Als günstig haben sich u.a. aus Gründen der Konstruktion, der Störunempfindlichkeit und der Stabilität Fotovervielfacher mit 10 bis 15 Stufen erwiesen. Ist bei einem 12stufigen Verstärker $\delta_{SE} = 2$, so ist die Verstärkung 4 096, bei $\bar{\delta}_{SE} = 4$ sogar 16777 216. Praktisch erhält man bei 10 bis 12 Verstärkerstufen ein V von rund 10^6, bei 14 bis 15 Stufen rund 10^8 bis 10^9.

Der aufmerksame Leser wird sicher noch eine Erklärung erwarten: Woher nehmen die Elektronen dauernd ihre Energie? Betrachten wir noch einmal Abb. 1! Dort erkennt man eine Spannungsquelle. Durch eine Widerstandskombination wird eine stetige Potentialdifferenz zwischen Fotokatode, den Dynoden und der Anode erzeugt. Diese Spannungen wirken beschleunigend auf die Elektro-

nen; ihnen wird die Energie e·U zugeführt. Günstige Betriebsspannungen (je nach Typ) liegen zwischen etwa 500 und 1 000 V. Die Ströme betragen einige mA.
Nun wäre der Fotovervielfacher fertig! Ja, aber nur ein idealer Sekundärelektronenvervielfacher. Leider gibt es wie immer auch Nachteile: thermisches Dunkelstromrauschen (kann durch Kühlung vermindert werden) und maximale Strombelastung (durch zuviel Lichteinfall) begrenzen nach unten und oben bezüglich der meßbaren Lichtmenge die Anwendung. Isolationsstörungen an den Sockelstiften und vagabundierende Elektronen durch Feldemission, Fotoemission und Sekundäremission an unerwünschten Stellen tun ein Übriges.

Trotz dieser Nachteile ist der Fotovervielfacher ein unentbehrliches Hilfsmittel in Wissenschaft und Technik. Besonders sein gegenüber anderen Strahlungsempfängern extrem niedriges Rauschen (damit günstiges Signal-Rausch-Verhältnis) und seine hohe Empfindlichkeit zeichnen ihn aus. Andere Strahlungsempfänger benötigen für solche Empfindlichkeiten starke Verstärkungen des Signals. Damit handelt man sich aber wieder viel Rauschen ein.

Es ist wichtig, die Eigenschaften des Fotovervielfachers genau zu kennen, denn sein relativ hoher Preis zwingt, ihn dort einzusetzen, wo er maximal seine Eigenschaften ausspielen kann. Fotozelle, Fotodiode und Fototransistor werden auf ihren speziellen Einsatzgebieten sicher nicht verdrängt. Denn z.B. eine Straßenbeleuchtung mit einem Fotovervielfacher ein- und auszuschalten hieße mit Kanonen auf Spatzen schießen.

Sollten Sie, lieber Leser, etwas Lust bekommen haben, sich näher mit diesem auch in der Weltraumfahrt unentbehrlichen "Werkzeug" zu beschäftigen, so sei eine Artikelserie in der Zeitschrift "radio fernsehen elektronik" 1977, Hefte 19/20, 21/22, 23/24 empfohlen. Vielleicht dient dieser Artikel auch als Anregung, sich nochmals mit dem äußeren lichtelektrischen Effekt und der Sekundärelektronenemission zu beschäftigen.

Wissenswertes:

Brille für Farbenblinde

Ein relativ einfaches Gerät, das Farbenblinden ermöglichen soll, Farben zu unterscheiden, wurde am Naval Research Laboratory in Washington (USA) entwickelt. Es besteht aus einem Satz von drei Filtern, die auf besondere Weise in Brillenlinsen eingefügt sind. Für die häufigste Rot-Grün-Blindheit sind die Filter rot,grün und transparent. Da sie die verschiedenen Farben unterschiedlich stark absorbieren, nimmt der Träger der "Farbenbrille" eine plötzliche Intensitätsänderung wahr, wenn er den Kopf dreht und somit ein anderes Filter zwischen die Farbquelle und das Auge bringt.

„Riesenwasserstoffatom" dargestellt

Nachdem sowjetische Wissenschaftler in den 6o-er Jahren im interstellaren Raum hochangeregte H-Atome spektroskopisch nachweisen konnten, haben amerikanische Wissenschaftler vor kurzem solche Riesenwasserstoffatome im Labor erzeugt: Durch zweimalige Anregung mit einem Laserstrahl wurde das Elektron des H-Atoms auf das Energieniveau mit der Hauptquantenzahl 5o angeregt. Dieses Atom ist etwa 25oo mal größer als ein Wasserstoffatom im Grundzustand und besitzt mit einem Radius von etwa $1o^{-5}$ cm die Größe eines kleineren Bakteriums.

Die Schwierigkeit der Darstellung eines solchen Atoms bestand darin, genau soviel Energie zuzuführen, damit eine so hohe Anregung erfolgte, ohne daß das H-Atom dissoziierte; immerhin mußten 99,996 % der Ionisationsenergie zugeführt werden. Damit demonstrierte dieses Experiment zugleich die Leistungsfähigkeit eines Lasers, wenn es darum geht, genau definierte Energiequanten zu übertragen. Zur Illustration hierfür einige Energiewerte: Das Niveau n=5o liegt o,oo54 eV, das mit n=51 o,oo52 eV und das mit n=49 o,oo57 eV unter der Dissoziationsgrenze. Um solche hochangeregte H-Atome zur Ionisation zu bringen, würde Strahlung des Mikrowellenbereiches mit einer Wellenlänge von etwa o,24 mm ausreichen. Die Ionisation des H-Atoms vom Grundzustand aus erfordert Röntgenstrahlung von etwa 9o nm Wellenlänge. (Hi)

Eberhard Welsch
Sektion Physik
der FTU Jena

Neues zur Stammesgeschichte des Menschen

BIOLOGIE

Sie stritten sich beim
Wein herum,
Was das nun wieder wäre;
Das mit dem Darwin sei
gar zu dumm
und wider die menschliche Ehre.

Sie tranken manchen
Humpen aus,
Sie stolperten aus den
Türen,
Sie grunzten vernehmlich
und kamen nach Haus
Gekrochen auf allen
vieren.

W. Busch

Blicken wir heute in die - um es mal bescheiden auszudrücken - nicht ausgesprochen durchgeistigten Gesichtszüge eines Affen, so berührt uns der Gedanke an gemeinsame Ahnen bei aller Toleranz doch irgendwie peinlich. Obwohl: Wer schon einmal im Zoo sowohl die Gestalten vor als auch hinter dem Gitter ganz unvoreingenommen beobachtet hat - ist hier immer klar, wer sich vor wem blamiert? Vorhandene Ähnlichkeiten im Aussehen und Verhalten, die den properen Zeitgenossen immer wieder verdutzen, sind ja keineswegs zufällig und weisen klar auf gleiche Vorfahren hin, von denen wir uns im Laufe der Zeit - ohne allzu große ästhetische Empfindlichkeit belastet - ein Bild gemacht haben. Bei aller Grobschlächtigkeit verraten die aufgefundenen fossilen Skelettreste nämlich wesentliche Merkmale, die das Urmenschliche bzw. Vormenschliche ausmachen und ermöglichen dadurch eine immer sicherere Rekonstruktion der Stammesentwicklung.

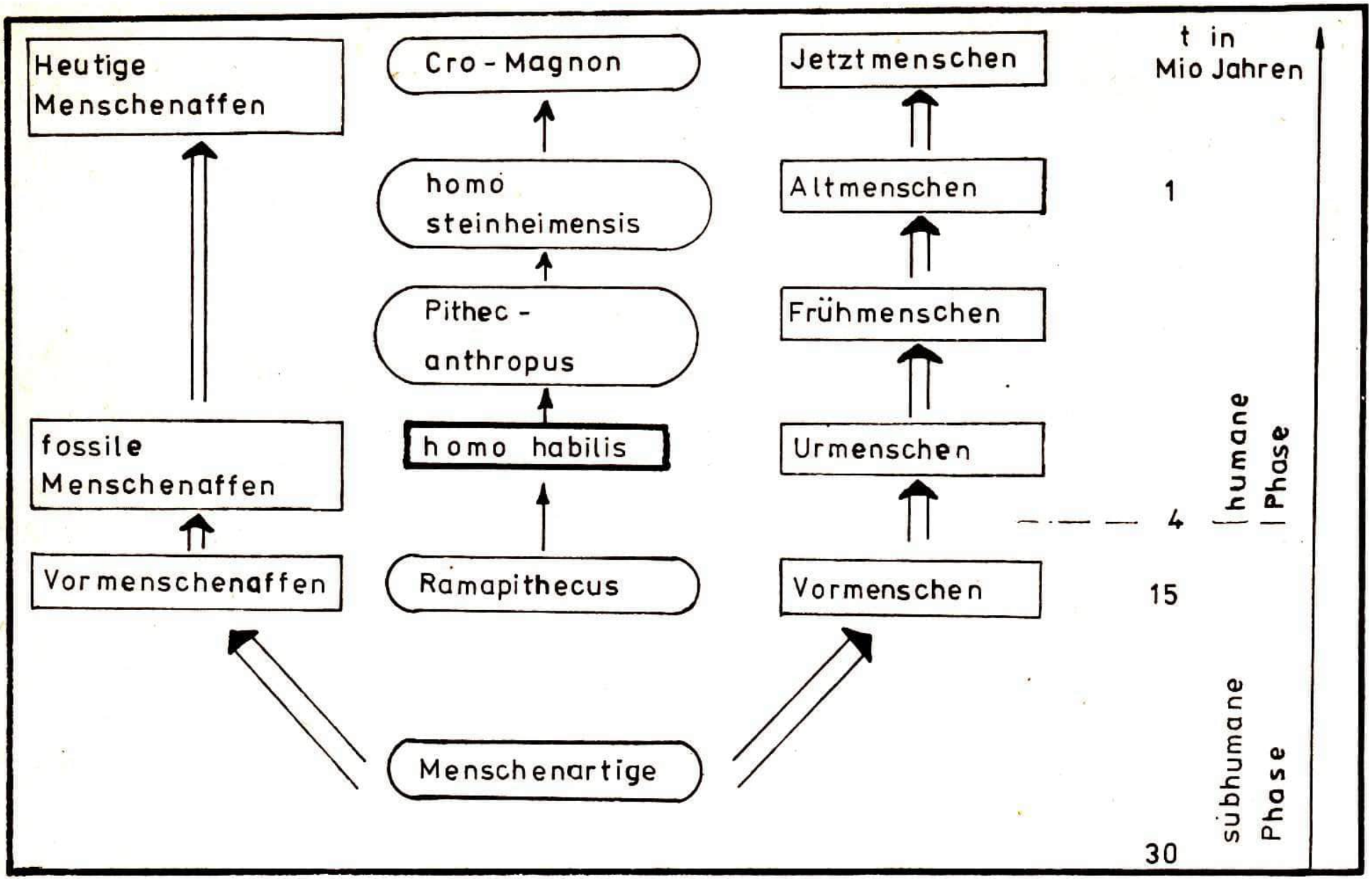
In den letzten Jahren sind nun an zwei entscheidenden Punkten neue Ergebnisse bekannt geworden. Da ist einmal der Zeitpunkt, an dem die subhumane Phase der menschlichen Entwicklung begann. Der Körperbau des aufgefundenen ältesten Gliedes der Menschenlinie, des sogenannten Propliopithecus, deutet nämlich darauf hin, daß hier irgendwie die Verwandtschaft der Menschenartigen mit den Menschenaffen zusammenläuft. Wir wissen nun neuerdings auch +) - und das sollte uns in gewisser Hinsicht "beruhigen" - daß die zum heutigen Menschen führende Entwicklungslinie sich bereits vor ungefähr 30 Millionen Jahren von derjenigen zu den heutigen Menschenaffen trennte. Diese Gruppe menschenaffenartiger Formen gliederte sich so ab, daß späterhin ein Gen-Austausch unmöglich wurde. Ein Teil unserer fossilen Vorfahren blieb sozusagen auf den üppig wuchernden Bäumen des tertiären tropischen Urwaldes, während der andere Teil, wie wir wissen, eine etwas andere Entwicklung nahm.

Die prinzipiellen Fakten sind schon lange bekannt: Auf der Grundlage der gegebenen biologischen Voraussetzungen, wie aufrechter Gang und dadurch bedingtes "Freiwerden" der Hände sowie einer Gehirndifferenzierung und -vergrößerung, kam es zu einer (zunächst zufälligen, keimhaften) Benutzung natürlicher Werkzeuge, später zum "Gebrauch und Schöpfung von Arbeitsmitteln" (Marx), zur gesellschaftlichen Arbeit. Das Übergangsfeld Tier - Mensch wurde somit durchschritten. Was bis jetzt noch nicht bekannt war - und das ist der oben erwähnte zweite wichtige Punkt -, ist die Tatsache, wie lange unsere Vorfahren schon diese Fähigkeiten andeutungsweise besaßen, das heißt ein Recht auf die Bezeichnung "Urmenschen" besitzen.

Interessant sind zunächst die in Indien und Zentralafrika gefundenen 15-20 Millionen Jahre alten vormenschlichen Skelettreste des sogenannten Ramapithecus. Sie weisen nämlich einige anatomische Besonderheiten auf, wie z. B. eine verkürzte

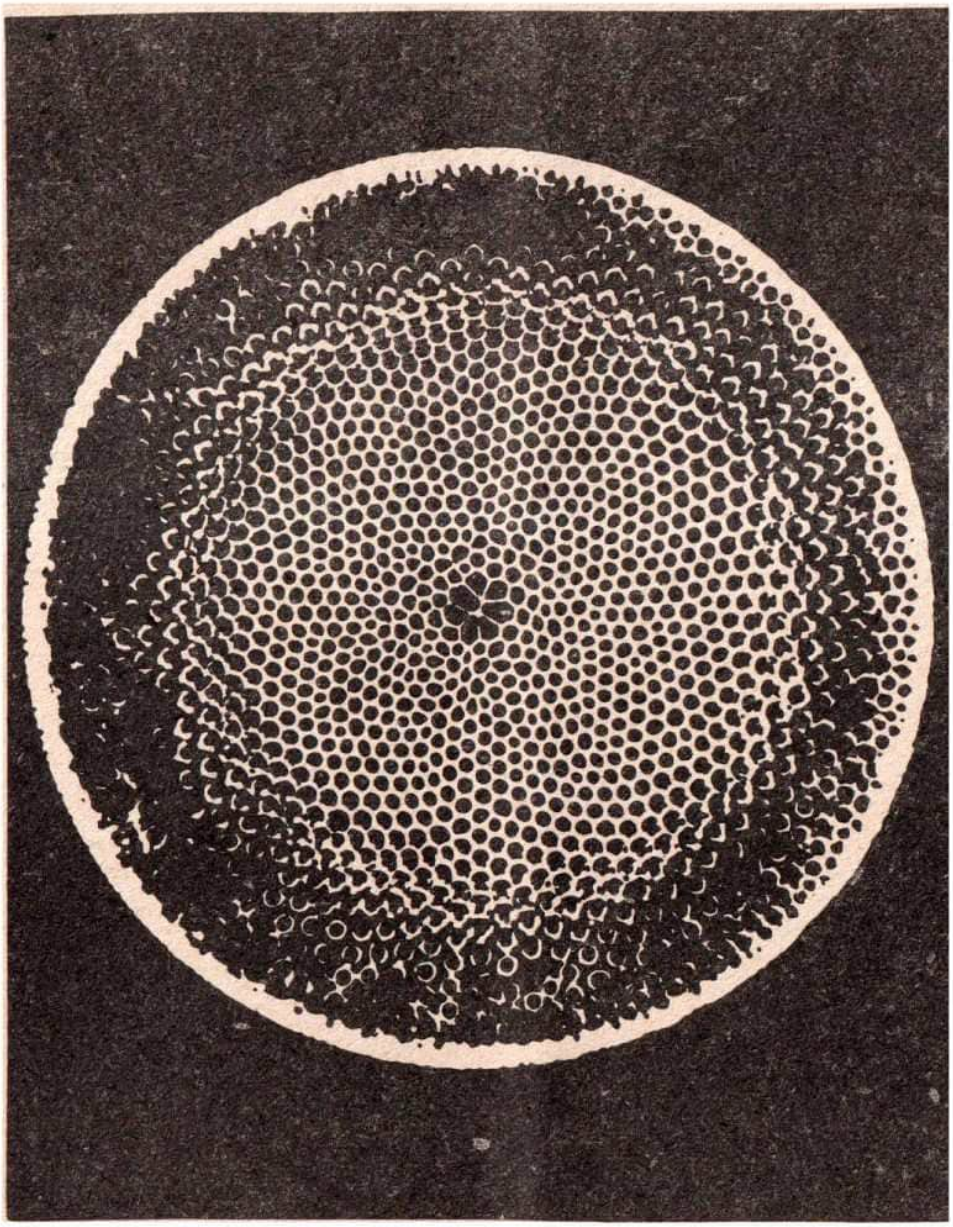
---

+) Radioaktive Zerfallsprozesse von in den Funden vorkommenden Elementen werden zu deren Datierung ausgenutzt. Als besonders geeignet erweist sich die Bestimmung der Umwandlung des Kaliumisotops ^{40}K in das Argonisotop ^{40}Ar. Aus 1 g ^{40}K entstehen pro Sekunde etwa 3 Argonatome. Das ergibt in vielen 1000 Jahren nachweisbare Argonmengen.


Heutige Menschenaffen
fossile Menschenaffen
Vormenschenaffen
Cro - Magnon
homo steinheimensis
Pithec - anthropus
homo habilis
Ramapithecus
Menschenartige
Jetztmenschen
Altmenschen
Frühmenschen
Urmenschen
Vormenschen
t in Mio Jahren
1
4
15
30
humane Phase
subhumane Phase

Schnauze und einen parabolischen Zahnbogen, die sie klar von den fossilen Menschenaffen unterscheiden. Da auch ihr Körperbau einen aufrechten Gang verrät, sieht man in ihnen heute die Vorfahren der Urmenschen.
Das eigentlich Aufsehenerregende sind die Funde des britischen Paläontologen Leakey in Nordtansania aus den Jahren 1960-1976. Folgte Leaky bei seinen Grabungen vielleicht einer Vermutung Darwins, der bereits 1871 geäußert hatte, daß es wahrscheinlich sei, "daß unsere frühesten Vorfahren auf dem afrikanischen Kontinent lebten anstatt anderswo"? Wir wissen es nicht. Tatsache aber ist, daß die etwa 200 km südwestlich von Nairobi am Ostrand der Serengeti gelegene Olduvai-Schlucht, die die Ablagerungen eines eiszeitlichen Sees durchschneidet, zu dem wohl wesentlichsten Fundgebiet für die ältesten Abschnitte der Urgeschichte des Menschen geworden ist. Von den ältesten Geröllkulturen, von denen gleich zu sprechen sein wird, bis zur hochdifferenzierten Faustkeilstufe der Altsteinzeit sind hier viele Belege gefunden worden. Von den über 100 in diesem Gebiet ausgegrabenen Resten des sogenannten Australopithecus besitzen einige höchst interessante Merkmale. Ihr Alter - etwa 1,75 Millionen Jahre -, ihr im Vergleich zu den bisher bekannten "jüngeren"Australopithecinen etwas größeres Gehirnvolumen (≈ 670 cm^3 - zum Vergleich:durchschnittliches Gehirnvolumen des Menschen ≈ 1400 cm^3), der komplizierte Bau der Hand und schließlich die von ihnen benutzten Werkzeuge (Geröll- und Knochengeräte) deuten darauf hin, daß diese kleinhirnigen untersetzten Aufrechtgänger bereits "pfiffig" genug gewesen sein müssen, um sich ein Gerät zielstrebig mit Zukunftsbedeutung für spätere Tätigkeiten herzustellen. Dieser Homo habilis - so nannte man ihn - mußte das Tier - Mensch - Übergangsfeld bereits passiert haben und als unser direkter Vorfahre angesehen werden, denn wer dann gar solche Geräte fertigte, um weitere damit zu produzieren, der unterscheidet sich von uns genaugenommen "bloß" noch durch gewisse philosophische Meinungen.
Im August 1976 berichtete Leakey von weiteren urmenschlichen Überresten, die in der Nähe der Olduvai-Schlucht entdeckt wurden. Ihr Alter datiert man sogar auf 3,75 Millionen Jahre. Werkzeuge konnten jedoch noch nicht gefunden werden.

Etwas vergröbert ließe sich also feststellen, daß dieser im ausgehenden Tertiär lebende afrikanische Urmensch mit seinem für unsere Begriffe bescheiden anmutenden Gehirnvolumen immerhin in der Lage gewesen sein muß, sich von seinen tierischen Vorfahren entscheidend zu distanzieren; eine große Leistung von ihm! - Hut ab aber auch vor den Paläontologen, die dieses neue, höchst interessante Stück im Rekonstruktionspuzzle der Abstammungsgeschichte des Menschen an die richtige Stelle legten.



Eine Meereskieselalge, die wie ein regelmäßiger Kreisschild aufgebaut ist.

IX. Jenaer Physikertage-
6.-15 Juli 1977

In diesem Teil setzen wir den Abdruck der Lösungen der Klausuraufgaben der Bezirksolympiade Junger Physiker 1977 fort. Die Lösungen der Aufgaben der Klassenstufe 9/10 befinden sich in Heft 8/11. Jg.; die Aufgabenstellungen wurden in Heft 1/11. Jg. veröffentlicht.

Klassenstufe 11/12

Aufg. 1: geg.: Kork: $m_K = 1\ t$, $\varrho_K = 0{,}2\ g \cdot cm^{-3}$

Blei: $m_B = 1\ t$, $\varrho_B = 11{,}3\ g \cdot cm^{-3}$

Luft: $\vartheta = 20^\circ\ C$ $(T = 293\ K)$, $p = 1{,}01 \cdot 10^5\ Pa$

$(1\ Pa = 1\ N \cdot m^{-2})$, $m_{mol} = 29\ g \cdot mol^{-1}$

ges.: $\Delta G = G_B - G_K$ (1)

Gewichtsunterschied von m_K und m_B

Lös.: Das Gewicht der beiden Massen wird jeweils um die Auftriebskraft vermindert :

$$G_B = m_B \cdot g - \gamma_L \cdot V_B$$
$$G_K = m_K \cdot g - \gamma_L \cdot V_K \qquad (2)$$

Volumen von Blei und Kork :

$$V_B = \frac{m_B}{\varrho_B} \ , \quad V_K = \frac{m_K}{\varrho_K} \qquad (3)$$

Wichte der Luft : $\gamma_L = \dfrac{g \cdot m_L}{V_L}$ (4)

m_L/V_L aus der allg. Zustandsgl. des idealen Gases :

$$p \cdot V_L = \frac{m_L}{m_{mol}} \cdot R \cdot T \qquad (5)$$

$$R = 8{,}32\ W \cdot s \cdot mol^{-1} \cdot grd^{-1}$$

(1)...(5) & $m_B = m_K = m$:

Erg.:

$$\Delta G = \frac{m \cdot g \cdot p \cdot m_{mol} \cdot (\varrho_B - \varrho_K)}{R \cdot T \cdot \varrho_B \cdot \varrho_K} \qquad \underline{\underline{\Delta G = 5{,}9\ kp}}$$

Das wahre Gewicht von 1 t Kork ist um 5,9 kp kleiner als das wahre Gewicht von 1 t Blei.

Aufg. 2: geg.: Michelson - Interferometer, in einem Strahlengang Röhre, mit Vakuum bzw. Ammoniak, $L = 18$ cm

$\lambda = 5{,}9 \cdot 10^{-7}$ m ; $n_{vak} = 1$

Streifenverschiebung $k = 180$

ges.: n_A - Brechzahl des Ammoniaks

Lös.: Auslöschung der beiden Interferometerstrahlen, wenn für ihren Gangunterschied s gilt :

$$s = \frac{\lambda}{2} \cdot (2 \cdot m + 1) \quad , \text{ m - ganze Zahl}$$

ausgepumpte Röhre: $s_o = \frac{\lambda}{2} (2 \cdot m_o + 1)$ (1)

gefüllte Röhre: $s_1 = \frac{\lambda}{2} [2(m_o + k) + 1]$ (2)

Der optische Weg des einen Strahls vergrößert sich beim Füllen der Röhre um :

$$s_1 - s_o \equiv \Delta s = (n_A - n_{vak}) \cdot 2 \cdot L \qquad (3)$$

(1)...(3) :

Erg.: $n_A = n_{vak} + \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot L}$ $\qquad$ $\underline{\underline{n_A = 1{,}000295}}$

Aufg. 3: geg.: Luft: $V_1 = 3\ m^3$, $\vartheta_1 = 150^oC$ ($T_1 = 423$ K) mit

$V_2 = 8\ m^3$, $\vartheta_2 = 5^o\ C$ ($T_2 = 278$ K)

mischen; $p = 1$ at konstant; kein Wärmeaustausch mit der Umgebung (1)

ges.: Gesamtvolumen V_M ; Mischtemperatur T_M

Lös.: mit 1. HS der Wärmelehre und (1) gilt :

$$(\Delta W_w)_1 + (\Delta W_w)_2 = 0 \qquad (2)$$

$(\Delta W_w)_{1;2}$ - zugeführte Wärmeenergie zur Luftmenge 1 bzw. 2

isobarer Prozeß $\longrightarrow$ aus (2) :

$$m_1 \cdot c_p \cdot (T_1 - T_M) + m_2 \cdot c_p \cdot (T_2 - T_M) = 0$$

mit: $p \cdot V_1 = m_1 \cdot R \cdot T_1$ u. $p \cdot V_2 = m_2 \cdot R \cdot T_2$ (3)

folgt:

Erg.: $T_M = \frac{(V_1 + V_2) \cdot T_1 \cdot T_2}{V_1 \cdot T_2 + V_2 \cdot T_1}$ $\qquad$ $\underline{\underline{T_M = 306{,}7\ K}}$ $(\underline{\underline{\vartheta_M = 33{,}7^oC}})$

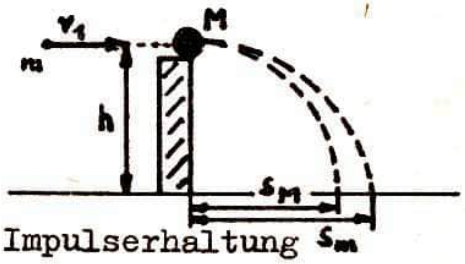
aus $p \cdot V_M = (m_1 + m_2) \cdot R \cdot T_M$ folgt mit (3) u. $T_M = \ldots$:

$V_M = V_1 + V_2$ $\qquad$ $\underline{\underline{V_M = 11\ m^3}}$

Aufg. 4: geg.: $m = 10\ g$, $M = 200\ g$

$h = 5\ m$, $s_M = 20\ m$

$v_1 = 500\ ms^{-1}$



ges.: s_m

Lös.: unelastischer Stoß ⟶ Impulserhaltung

$$m \cdot v_1 = m \cdot v_m + M \cdot v_M \qquad (1)$$

$v_{m,M}$ - horizontale Geschwindigkeit von m bzw. M nach dem Stoß

$$s_m = v_m \cdot t \ , \ s_M = v_M \cdot t \qquad (2)$$

t - Fallzeit für die Höhe h

$$h = \frac{g}{2} \cdot t^2 \qquad (3)$$

(1)...(3) :

Erg.: $s_m = v_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} - \frac{M}{m} \cdot s_M$ $\qquad$ $s_m = 100\ m$

Und so werden wir bei jedem Schritt daran erinnert,
daß wir keineswegs die Natur beherrschen,
wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht,
wie jemand, der außer der Natur steht -
sondern daß wir mit Fleisch und Blut und Hirn
ihr angehören
und mitten in ihr stehen,
und daß unsere ganze Herrschaft über sie darin besteht,
im Vorzug vor allen andern Geschöpfen,
ihre Gesetze erkennen und richtig anwenden zu können.

(Friedrich Engels aus "Dialektik der Natur")

Das Streben nach reiner Sachlichkeit eröffnet einen Ausblick auf Parallelerscheinungen innerhalb der gesamten zivilisierten Menschheit.
Die Physik wirkt nach außen aufs stärkste,
aber nach dem Gesetz von Aktion und Reaktion wirkt das Draußen auf die Physik zurück, schon über die Persönlichkeiten, die sie schaffen und ausgestalten.

(Erwin Schrödinger aus "Bildung durch Physik" von E. Buchwald)

L. Günther
ZIPE Potsdam

Das Bermuda-Dreieck: Gruseldrama oder wissenschaftliche Sensation?

(Teil 1)

„ Rätselhaftes geschieht vor der Küste von Florida, zwischen den Bermudas und Puerto Rico: Schiffe und Flugzeuge "lösen sich in Luft auf" und "werden vom Meer verschluckt", berichten Augenzeugen.
1000 Menschen sind allein seit 1945 im Bermuda-Dreieck vermißt, 100 Schiffe und Flugzeuge verschwanden spurlos, ohne daß man Wrackteile, Ölflecken oder sonstige Hinweise fand.... "

Mit diesen Zeilen wirbt der Paul-Zsolnay-Verlag (Wien/Hamburg) für die deutsche Ausgabe des Bestsellers des amerikanischen Autors Charles Berlitz:"Das Bermuda-Dreieck - Fenster zum Kosmos?" Aber auch unsere Republik wurde 1976/77 von einer wahren "Bermuda-Welle" überrollt, hauptsächlich hervorgerufen durch die Publikationen des sowjetischen Autors Eidelman (z.B. in Horizont 46/76 und 2/77, Sputnik 1/77).Beinahe jede Zeitschrift brachte mindestens einen Artikel zu dieser Problematik heraus, zwei Fernsehsendungen waren ihr gewidmet. Speziell die Artikel Eidelman's stellen dabei teilweise wörtliche Abschriften des amerikanischen Originals dar, bereichert um einige weitere"Fakten" und Erklärungsversuche. Auch weitere Veröffentlichungen zeichneten sich durch bemerkenswert geringe Sachkenntnis aus, was die völlig kritik- und kommentarlose Verarbeitung Berlitzscher Gruselgeschichten und zumeist völlig unsinniger und haltloser Hypothesen betrifft.

Ziel dieses Artikels soll und kann es nicht sein, eine lückenlose Widerlegung aller angeführten "Rätsel" des Bermuda-Dreiecks zu geben. Vielmehr soll auf einige offensichtliche Tatsachen hingewiesen werden, die kaum oder nur ungenügend in Veröffentlichungen Raum fanden.

Ein sachlicher Bericht?

Berlitz' Bestseller "Das Bermuda-Dreieck - Fenster zum Kosmos?" beginnt mit der Aneinanderreihung der verschiedenartigsten Unglücksfälle, von denen Schiffe und Flugzeuge im sogenannten Teufelsdreieck betroffen wurden. Dabei wird stets versucht, alle diese Vorfälle zu mystifizieren. "Spurlos verschwunden", "... kein Hinweis auf den Verbleib ..." usw. sind die wohl häufigsten Vokabeln.
Das trifft in einigen Fällen zwar zu, meist werden jedoch Fakten unterschlagen.
Das angeblich "spurlose, rätselhafte Verschwinden" der U.S.S."Cyclops" im Mai 1918 ist gar nicht so rätselhaft. Das Wrack wurde in einiger Entfernung vom Bestimmungshafen gefunden. Der Autor Charles Berlitz verschweigt das.
Der Untergang des Tankers "Marine Sulphur Queen" im Jahre 1963 erscheint in ganz anderem Licht, wenn man erfährt, daß dieses Schiff in geradezu fahrlässiger Weise um einige Zwischenwände "erleichtert" wurde. Diese Maßnahme führte mit Sicherheit zum Auseinanderbrechen und schnellen Sinken in schwerer See. Aber auch diese Fakten finden keinen Eingang in das erwähnte Buch.
Viele Seiten sind recht zweifelhaften "Erklärungsversuchen" gewidmet, auch kommen "Sachverständige für Fliegende Untertassen", Telepathen und Hellseher in ausreichendem Maße zu Wort; sie versuchen (von niemandem im Buch angegriffen oder widerlegt), alles auf das Wirken außerirdischer Wesen zurückzuführen.
Das Buch über das Bermuda-Dreieck verdient es nicht, als Ganzes ernstgenommen zu werden, es ist offensichtlich als "Reißer" konzipiert. Viele Leser fragen sich jedoch sicher: "Und wenn nun doch ...?"

Diese Frage hat Berechtigung. Niemand kann behaupten, alle Rätsel seien gelöst, die Natur halte keine Überraschungen mehr für uns bereit.

Rätselhafte Havarien

Hier sollen nur drei Unglücksfälle aus den Jahren 1943, 1958 und 1975 angeführt werden; die sich n i c h t im Bermuda-Dreieck ereigneten, aber durch ihre eigenartigen

Umstände viel Stoff für Diskussionen bieten. Sie tragen beinahe alle Attribute der von Berlitz und anderen angeführten Havarien und bieten so interessante Parallelen.

1. 1943: Der „Geisterbomber"

Am 4. April 1943 verschwindet auf zunächst unerklärliche Weise ein viermotoriger US-Bomber vom Typ B-24 "Liberator". Das Flugzeug war vom Flugplatz Soluk (südlich von Bengasi) zum Angriff in Richtung Italien gestartet, mußte jedoch wegen eines Defekts umkehren. Die Besatzung bittet um Positionsangabe, erhält sie auch - doch dann meldet sich die B-24 nicht mehr. Sie erreicht keinen Flugplatz, wird nachweislich auch nicht abgeschossen. Suchstaffeln kehren ergebnislos zurück. Auch nach Kriegsende ist über das Schicksal des "Geisterbombers" nichts bekannt. Erst 1953 wird das Wrack in der Libyschen Wüste gefunden - es ist leer, das Funkgerät unbeschädigt.
Ein Jahr später findet man die Skelette der ehemaligen Besatzung. Aus gefundenen Tagebuchaufzeichnungen geht hervor, daß alle Besatzungsmitglieder mit dem Fallschirm abgesprungen waren, als der Treibstoff ausging. Anscheinend war ihnen nicht bewußt, daß sie sich um mehr als 600 km(!) in der Wüste verflogen hatten. Dort suchte sie niemand!
Es ist bis heute rätselhaft, wie es zu dieser tragischen Verirrung kommen konnte. Unklar ist auch, warum keine Notsignale eintrafen.

2. 1958: Die Tragödie der „Hugo de Groot"

Am 14. August 1958 herrscht gutes Flugwetter. Der planmäßige Flug der viermotorigen "Super-Constellation" der niederländischen KLM-Gesellschaft verspricht daher auch nichts Außergewöhnliches. Um 3.05 Uhr startet die auf den Namen "Hugo de Groot" getaufte Maschine vom irischen Atlantikflughaften Shannon. Nach der letzten Meldung um 3.40, daß alles planmäßig verlaufe, meldet sich die Besatzung jedoch nicht mehr. Auf Grund zahlreicher Irrtümer und Fahrlässigkeiten der Bodenstationen unterbleibt jede SOS-Meldung. Man regt sich zunächst nicht auf, da im Sprechfunkverkehr über dem Atlantik häufig mit Störungen zu rechnen ist. Die "Hugo de Groot" erreicht jedoch ihren Flug-

hafen nicht. Gegen 14.00 Uhr sichtet ein englischer Dampfer Wrackteile der Maschine, doch nun ist es zu spät. 34 in Schwimmwesten treibende Passagiere können nur noch tot geborgen werden. Sie sind im kalten Wasser an Unterkühlung gestorben. Absolut rätselhaft aber scheint zunächst der Fundort der Wrackteile (Abb. 1)!

Abb.1: Die Katastrophe der „Hugo de Groot" am 14.8.1958

Die Maschine mußte nach ihrer letzten Meldung irgendwann umgekehrt sein! Das hieß aber, daß die Katastrophe nicht plötzlich hereinbrach. Dafür spricht auch der Umstand, daß die Passagiere Zeit hatten, Schwimmwesten anzulegen. Das geschieht nur bei einer Notlandung auf dem Wasser, nicht aber beim plötzlichen Absturz. Das Flugzeug ist also glatt auf dem Meer niedergegangen. Warum aber erfolgte während der Zeit der verzweifelten Rettungsversuche (Rückflug, Notwasserung) keine SOS-Meldung der Besatzung? Diese Frage ist nie eindeutig geklärt worden.

3. 1975: Ein Supertanker wird vermißt

29. Dezember 1975: Der norwegische Suptertanker "Berge Istra" befindet sich unweit Japan auf Fahrt im Stillen Ozean. Eine Routinemeldung trifft ein: alles ist in bester Ordnung, der Ozean ruhig; man spricht über den bevorstehenden Jahreswechsel. Dann gehen jedoch keine weiteren Mel-

dungen mehr ein, seit dem 30. 12. 1975 schweigt die "Berge Istra". Eine umfangreiche Suchaktion wird eingeleitet. Sie dauert zwei Wochen und bleibt völlig ergebnislos. Kann ein weit über 100 000 t großer Tanker spurlos verschwinden?

Da geschieht am 18.1.1976 die Sensation: ein japanisches Motorschiff birgt zwei Überlebende der "Berge Istra". Sie sagen aus, daß am 30. 12. 1975 die "Berge Istra" nach einer schweren Explosion in wenigen Sekunden gesunken sei. Zu einem SOS-Ruf blieb keine Zeit mehr.

Alle die erwähnten Unglücksfälle zeigen Besonderheiten, die bei den Bermuda-Katastrophen immer wieder als geheimnisvoll und unerklärlich hingestellt wurden: das Fehlen von SOS-Rufen (und z.T. von Wrackteilen) und in zwei Fällen unerklärliche Kursabweichungen. Wohlgemerkt, bei den drei angeführten Vorfällen handelt es sich um Unglücke w e i t a u ß e r h a l b des angeblich so mystischen Gebietes - ein Beweis dafür, daß sie an kein bestimmtes Gebiet gebunden sind! - Warum aber wurden sie nicht restlos aufgeklärt?
Ganz einfach: es fehlten im Falle der beiden Flugzeugkatastrophen überlebende Zeugen! Hätte man die beiden Matrosen der "Berge Istra" nicht gefunden, so wäre das "unerklärliche Verschwinden" des Supertankers wohl als eines der größten Rätsel des Meeres in zahlreiche Sensationsberichte eingegangen!

Welche Umweltbedingungen herrschen im Bermuda-Dreieck?

Als eine der Ursachen für das Scheitern von Schiffen und Flugzeugen im Bermuda-Dreieck werden die komplizierten Navigationsverhältnisse genannt, die angeblich auf die "magnetische Anomalie des Dreiecks" zurückzuführen sind.

Die Rotationsachse der Erde fällt nicht mit der Achse des Magnetfeldes zusammen, beide sind um ca. 11,5° gegeneinander geneigt. Außerdem ist das Erdfeld nicht ganz symmetrisch. So kommt es, daß an jedem Punkt der Erdoberfläche zwischen magnetischer und geografischer Nordrichtung eine Winkeldifferenz besteht, die sogenannte M i ß w e i s ung. Sie muß bei der Navigation unbedingt beachtet werden, da sie beträchtliche Beträge erreichen kann (ca. 30°)!

Betrachten wir Abbildung 2!

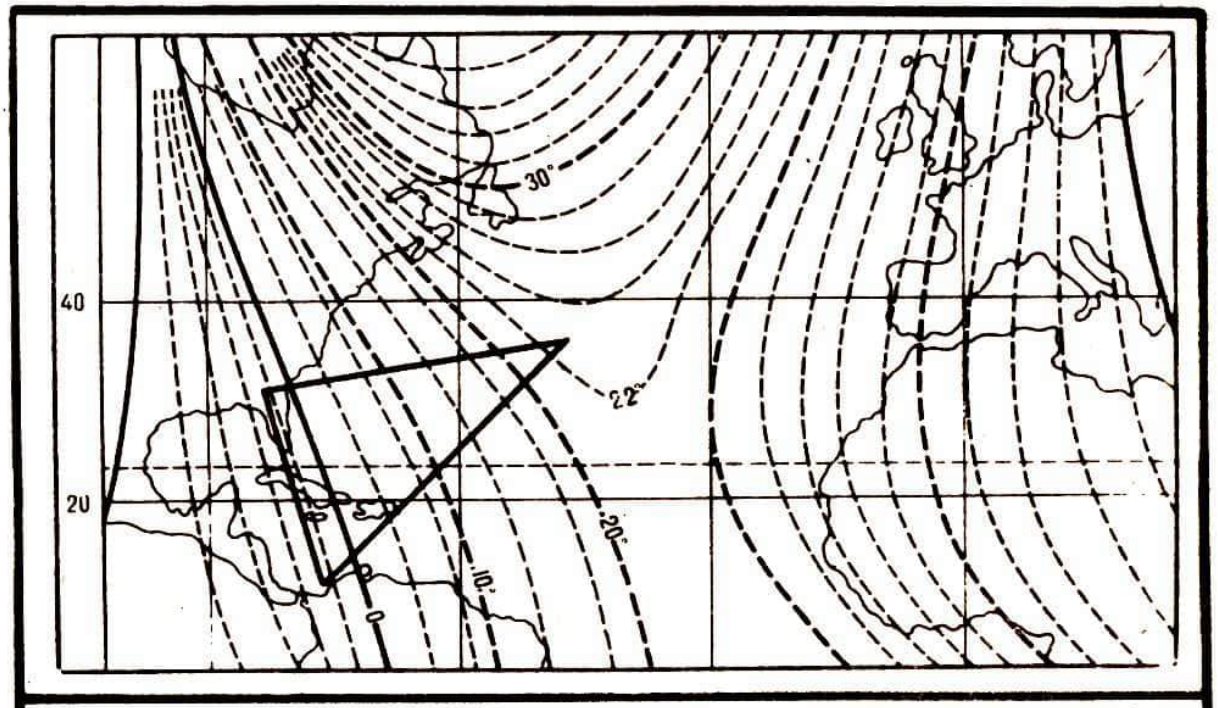


Abb. 2: Verlauf der magnetischen Mißweisung über dem Atlantik (Bermuda-Dreieck eingezeichnet)

Hier werden die Linien gleicher Mißweisung über dem Atlantik eingetragen. Es fällt auf, daß die 0°-Isogone auch das Bermuda-Dreieck durchquert, allerdings nur in einem kleinen Teil. Hier fallen also magnetische und geografische Nordrichtung exakt zusammen. Das tun sie aber auch in anderen Gebieten der Erde, die nicht im Ruf stehen, eine "Todesfalle" zu sein! Der Grund für zahlreiche Havarien kann also wohl kaum in den magnetischen Bedingungen des Gebietes zu suchen sein! Könnte es vorkommen, daß sich das Magnetfeld kurzzeitig so stark ändert, daß Schiffe und Flugzeuge in die Irre geleitet werden? (Ein häufig angeführtes Argument!)

Selbst wenn es möglich wäre, würde das nicht unentdeckt bleiben. Seit mehr als 100 Jahren wird das magnetische Erdfeld ständig genau überwacht, derartige "Sprünge" wurden aber nicht festgestellt! Außerdem sollte man immer bedenken, daß sich Flugzeuge und Schiffe (mit Ausnahme kleiner Sportflugzeuge und Boote) nicht nach einem magnetischen (wenn sie ihn überhaupt haben) sondern mit

Kreisel- bzw. Funkkompaß orientieren, auf die das Magnetfeld keinen Einfluß hat.
Weitaus gravierender scheinen die Strömungsverhältnisse des Atlantik zu sein (siehe Abb. 3).

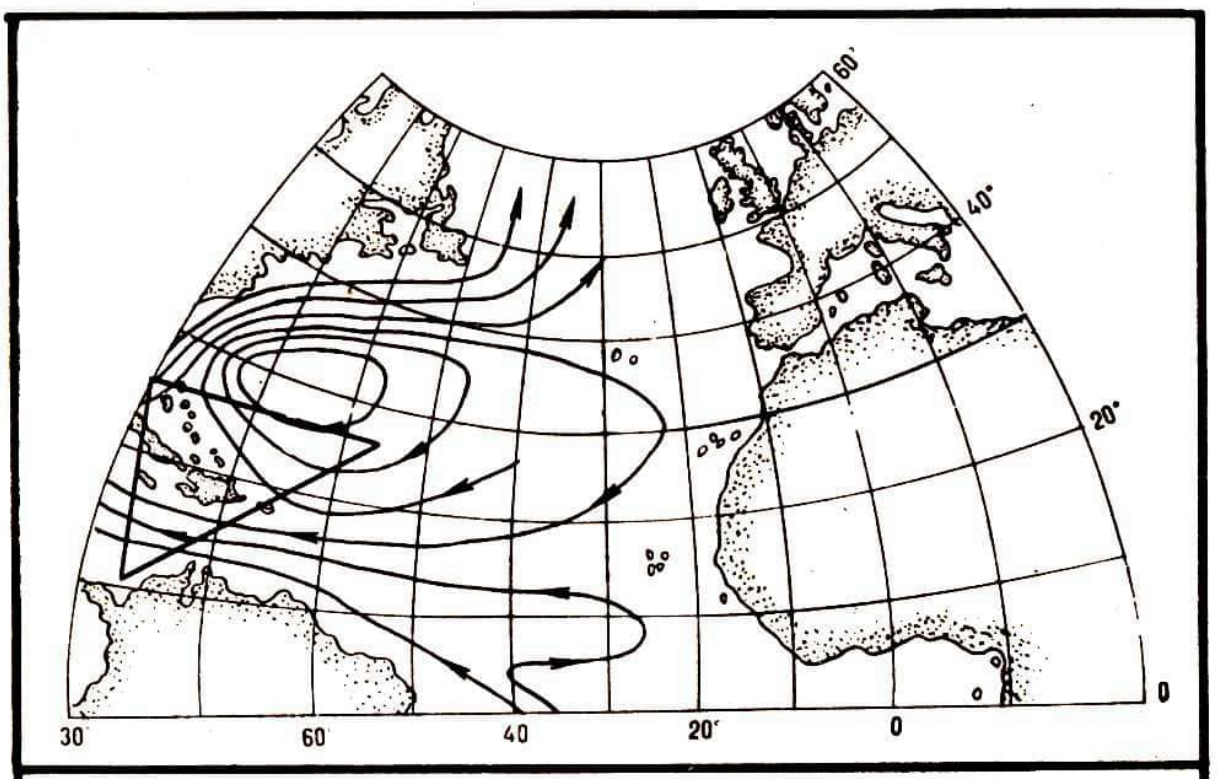


Abb. 3: Strömungsverhältnisse im Mittelatlantik (nur Oberflächenströmungen eingezeichnet)

Im Bermuda-Dreieck machen sich die Ausläufer großer atlantischer Wirbel bemerkbar. Die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers ist dort z.T. höher als die der Donau bei Hochwasser! Derartige Strömungen tragen natürlich auch Wrackteile schnell aus dem vermuteten Bereich. Die große Wassertiefe (z.T. > 5000 m) tut ein übriges, um Spuren für immer zu verwischen. Die Strömungsverhältnisse sind noch nicht restlos erforscht, sie sind zeitlich variabel und treten in zahlreichen Varianten auf. Kürzlich wurden auch nicht mit den Oberflächenströmungen übereinstimmende starke Untersee-Wirbel entdeckt. Das oftmalige Fehlen von Wrackteilen wird dadurch bereits wahrscheinlich, daß man das Suchgebiet praktisch nie exakt angeben kann.

Im zweiten Teil wollen wir uns einigen unhaltbaren Hypothesen über die Katastrophen im Dreieck zuwenden: Raum-Zeit-Verschiebung, "Löcher" im Meer und Laserstrahlung.

Element 114 in Meteoriten nachgewiesen?

Bei der radiochemischen Untersuchung eines Meteoriten, des 1969 in Mexiko gefundenen sogenannten Allende-Chondriten, wurde eine Entdeckung gemacht, die eventuell auf das Vorkommen superschwerer Elemente in der Natur hindeutet. Man fand, daß spezielle Isotopengemische des Edelgases Xenon nur in isolierten Teilen des Meteoriten vorkommen. Sollte es sich um Rückstände aus dem ehemaligen "Sonnennebel" handeln, so ist dieses isolierte Vorkommen nicht zu verstehen. Weitaus wahrscheinlicher ist das Entstehen dieser "Xenon-Inseln" aus dem radioaktiven Zerfall schwererer Elemente zu erklären.

Nach den bisher angestellten Untersuchungen kommt von den bekannten schweren Elementen keines als Quelle in Frage. Am wahrscheinlichsten ist der Zerfall aus einem (bisher unbekannten) Element mit der Kernladung 114 und der Neutronenzahl 184. Entsprechenden Theorien zufolge müßte dies ein langlebiges Transuran mit einer Halbwertszeit von $10^7 \ldots 10^8$ Jahren sein. Stellt man das hohe Alter des Meteoriten (10^9 Jahre) in Rechnung, so müßte das generierende Element 114 heute bereits restlos zerfallen sein. Die "Xenon-Inseln" wären dann als einzige Indizien für sein früheres Vorkommen anzusehen.

Allerdings ist bisher kein endgültiger Schluß auf die tatsächliche Langlebigkeit des hypothetischen Elements 114 möglich, da auch entgegengesetzte Theorien existieren. Die Wahrscheinlichkeit, daß durch die Isotopenuntersuchung des Allende-Chondriten das Element 114 nachgewiesen werden konnte, beträgt nach Auskunft der beteiligten Wissenschaftler 90 % (L. G.).

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht

Wissenschaft und internationale Sprache

Von V. Peevski, Bulgarien

Die wissenschaftlich-technische Revolution ist vielleicht die auffallendste Erscheinung in der heutigen Welt. Die Wissenschaft spielt eine immer größere Rolle, und vielfältige Beziehungen bestehen zwischen der Wissenschaft und der Produktion. Hieraus ergeben sich wichtige Probleme, die das Studium der Wissenschaft, ihre gesellschaftliche Stellung und die Bedeutung der wissenschaftlichen Arbeit betreffen. Nicht unwesentlich sind dabei die Probleme der Information und der Kommunikation.

Einer Veröffentlichung der Französischen Akademie der Wissenschaften zufolge gibt es über 3 000 Sprachen. Das sowjetische Akademiemitglied N.J.Marr schätzte, daß die Gesamtzahl der Sprachen der Welt sich auf etwa 5 000 beläuft. Allein in der UdSSR mit ihren 240 Millionen Einwohnern werden mehr als 130 Sprachen gesprochen.

In China gibt es viele Dialekte, darunter sieben Hauptdialekte. Sie unterscheiden sich jedoch so stark voneinander, daß die meisten Sprachwissenschaftler sie als verwandte, aber selbständige Sprachen betrachten.

Besonders groß ist die Sprachenvielfalt in Indien. Dort werden rund 200 Sprachen und mehr als 700 Dialekte gesprochen. Als offizielle Sprache der indischen Staaten gelten 14, aber mehr als 30 haben ein eigenes Schrifttum, und praktisch alle haben ein eigenes Alphabet.

Im Altertum bediente sich die Wissenschaft nur einzelner Sprachen: Sanskrit, Altchinesisch, Griechisch und später Latein. Die lateinische Sprache wurde im Mittelalter zur Sprache der Wissenschaft. Aus verschiedenen Gründen wurde Latein

allmählich durch die sich entwickelnden Nationalsprachen - Französisch, Englisch, Russisch, Deutsch, Spanisch usw. - und sogar durch die Sprachen der kleineren Völker ersetzt.

Folgende statistische Angaben der UNESCO sind interessant:

	Wissenschaftlich-technische Bücher	Wissenschaftler, die die Sprache verstehen
Englisch	53 Prozent	30 Prozent
Deutsch	10 Prozent	20 Prozent
Russisch	10 Prozent	13 Prozent
Französisch	9 Prozent	13 Prozent
Spanisch	2 Prozent	4 Prozent
Japanisch	2 Prozent	
andere Sprachen	2 Prozent	

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß zwar 53 Prozent aller wissenschaftlich-technischen Bücher in englischer Sprache erscheinen, daß aber nur 30 Prozent aller Wissenschaftler sie direkt benutzen können.

Leider fehlen ähnliche Angaben über die wissenschaftlichen Zeitschriften, die wissenschaftlich-technische Informationen am raschesten verbreiten.

Die Zahl der "Menschen, die die Sprache sprechen", sagt nichts über deren Bildung aus. Wir möchten daher folgende Bemerkung zu den obigen Angaben machen:

Die Zahl der Zeitschriften steht in keinem Verhältnis zur Zahl der Menschen, die die betreffende Sprache sprechen. In englischer Sprache erscheinen z.B. 1 610 medizinische Periodika, und Englisch ist die Muttersprache von 275 Millionen Menschen. Im Vergleich dazu wird Arabisch von 74 Millionen Menschen gesprochen (nicht unbedingt auch gelesen), und nur 30 medizinische Fachzeitschriften werden in dieser Sprache veröffentlicht.

Ein Wissenschaftler müßte also vier bis fünf Sprachen beherrschen, um über die Entwicklung auf seinem Fachgebiet auf dem laufenden zu sein. Er müßte in seinen jungen Jahren

viel Zeit auf das Erlernen von Fremdsprachen verwenden, statt sich wissenschaftliche Kenntnisse anzueignen und wissenschaftliche Leistungen zu vollbringen.

Ohne Zweifel sind die verschiedenen Institute für wissenschaftlich-technische Information und Dokumentation von beträchtlichem Nutzen. In solchen hochentwickelten Ländern, wie die UdSSR, die USA, Frankreich usw., wurden große Institute dieser Art geschaffen. Ihre Aufgabe besteht in der raschen und zuverlässigen Ermittlung, Sammlung, Auswertung und Übermittlung der neuesten Erkenntnisse in Wissenschaft und Technik. Sie veröffentlichen eine große Anzahl sogenannter Referateblätter.

Der wissenschaftlich-technischen Information dienen auch Bibliotheken. Zwischen diesen findet ein umfangreicher Buchaustausch statt. So sandte z.B. die Moskauer Leninbibliothek im Jahre 1965 276 000 Publikationen in 92 Länder und erhielt im Austausch 212 000 Publikationen. Andere Bibliotheken führen einen ähnlichen Austausch durch, doch wird er in Wirklichkeit wenig genutzt. Insgesamt ist die Zahl der Leser fremdsprachiger Fachliteratur gering, manche Bücher werden nur von einzelnen gelesen, viele jedoch bleiben ungelesen. Die Kongreßbibliothek der USA bezieht z.B. jährlich 20 000 Fachbücher und wissenschaftlich-technische Zeitschriften allein aus der UdSSR, aber wie der Leiter dieser Bibliothek mitteilte, bleiben die meisten dieser Publikationen in den Regalen, sie werden weder übersetzt noch gelesen.

Die Kurve der Buchproduktion steigt steil an. In diesem Zusammenhang stellte der englische Professor Robert Collinson in der Zeitschrift "UNESCO-Kurier" die Frage: "Wer kann die Kurve des Wertverlusts zeichnen, den die in Publikationen enthaltenen Veröffentlichungen durch den beim Übersetzen auftretenden Zeitverlust oder durch Nichtübersetzen erleiden?" Hinzu kommt, daß die Qualität von Übersetzungen oft viel zu wünschen übrig läßt.

Eine Zeitlang wurde viel von der maschinellen Übersetzung geredet. Die Idee des Einsatzes von Computern für diese Zwecke stammte aus den USA. 1950 begannen britische und amerikanische Wissenschaftler, Programme für maschinelle

Übersetzung auszuarbeiten. Die größten Schwierigkeiten traten im Zusammenhang mit den Unterschieden und den verschiedenen unlogischen Erscheinungen der Nationalsprachen auf. Man bemühte sich deshalb, eine logische Vermittlersprache zu finden. Zuerst würde ein Computer einen Text aus einer Nationalsprache in die Vermittlersprache übersetzen, und dann würde der Text aus dieser in eine andere Nationalsprache übersetzt werden.

Man hat inzwischen festgestellt, daß die maschinelle Übersetzung heute und in absehbarer Zeit mindestens doppelt soviel kosten wird wie eine gewöhnliche Übersetzung, aufgrund der teuren Anlagen, des komplizierten Programmierens und schließlich der Bezahlung der Fachleute, die die Texte redigieren müssen.

Wie unbefriedigend die Situation im Informationswesen ist, geht auch daraus hervor, daß rund 70 Prozent der Patentanmeldungen abgelehnt werden, weil die Patentierung von Dingen beantragt wird, welche bereits bekannt sind. Das bedeutet, daß Tausende von Erfindern vergeblich arbeiten, weil sie nicht über die nötigen Informationen verfügen.

Selbst wenn man davon ausgeht, daß auf dem Gebiet der maschinellen Übersetzung künftig beträchtliche Erfolge zu verzeichnen sein werden, wird sie das Problem der effektiven Verbreitung wissenschaftlich-technischer Informationen nicht lösen. Im Gegenteil, sie wird dazu führen, daß die Einführung einer logischen internationalen Hilfssprache ständig als dringendes Problem angesehen werden wird.

(Aus "Wissenschaftliche Welt" 2/77, gekürzt)

Anstandsregeln mal anders:

Wenn sie sehen, daß auf der Schale nur noch ein Stück übrig ist, dann greifen Sie sofort zu, sonst schnappt es sich ein andrer weg.

Falls Sie in Gesellschaft sind und sehen, daß jemandem der Reißverschluß aufgegangen ist, tuscheln Sie nicht, das ist unanständig. Sagen Sie es lieber laut und deutlich.

physikaufgabe 30

Da das Schuljahr 1977/78 dem Ende entgegengeht, stellen wir in diesem Heft eine kleine Auswahl von Knobelaufgaben zur Diskussion, wobei wir natürlich wieder die besten Lösungseinsendungen (einer oder mehrerer Aufgaben) veröffentlichen und prämieren. (Einsendungen wie immer mit der Angabe des Namens, des Alters und der Anschrift.)

Die Aufgaben:

a) Wie läßt sich mit Hilfe eines Meßlineals die Fallgeschwindigkeit von Regentropfen aus den Spuren ermitteln, die sie an den Seitenfenstern eines fahrenden Autos bei windstillem Wetter hinterlassen ?

b) Wie bestimmt man die Polarität der Pole einer Autobatterie mit Hilfe einer Prüflampe, eines Stücks Draht und eines Kompasses ?

c) Es sind zwei Pendel vorhanden. Die Periode des einen ist bekannt. Wie bestimmt man am einfachsten die Periode des anderen Pendels ?

d) Kann man mit Hilfe eines Voltmeters feststellen, auf welcher Seite sich in einem Zweileitersystem die Stromquelle befindet ?

e) Ein Taucher steht vor der Notwendigkeit, die Tiefe eines Sees zu bestimmen. Leider hatte er kein anderes Meßgerät bei sich als ein zylindrisches Meßglas mit Teilung. Der Taucher jedoch löste sein Problem. Wie hat er das getan ?

f) Ein Glasstopfen besitzt im Inneren einen Hohlraum. Das Volumen dieses Hohlraums soll bestimmt werden, ohne den Stopfen zu zerstören. Läßt sich das mit Hilfe einer Waage, eines Wägesatzes und eines Gefäßes mit Wasser bewerkstelligen ?

Anzeigen

Dauermieter, pünktlicher Vorauszahler, ruhig und solid, sucht geräumiges Zimmer, wo er sich auf Spiritus selbst kochen kann.

___1932___

Möbliertes Zimmer an jungen Herrn mit fließendem Wasser zu vermieten.

___1932___

Durch die glückliche Geburt eines strammen Jungen wurden wir heute hocherfreut, Dank dem Herrn, der über uns wohnt.
Fritz Zieseniss u. Frau.
5. Jan. 1900

Junger stattlicher einwandfreier Herr, 1,75 groß, 28 Jahre alt, Besitzer eines 3Morgen arrond. Ackergütchens nebst 25000 Mark barem Geld sucht vermög. Dame als treue Lebensgefährtin zur Anlegung einer Kleintierzucht.

___1921___

Stilblüten

Auf Ihrem schönen Weihnachtstisch darf die Toilette nicht fehlen! - Ein guter Geruch macht das Leben zum Genuß!

___1922___

Donnerstag, 29.6., 15.00 Uhr Filmveranstaltung für Rentner: "Der Himmel ruft"
Schwerin , ___1961___

Herren-Anzüge, Herren-Mäntel, Herren-Hosen. Über Mittag geöffnet.

___1931___

Dreckfehler

"Wachtfeuer" Nr. 12/1921:

Berichtigung: Auf Seite 128 der letzten Nummer soll das letzte Wort statt Kwerschranke heißen: Schwerkrauke.

Die Schriftleitung.

"Wachtfeuer" Nr. 13/1921:

Berichtigung: Auf Seite 128 soll natürlich das letzte Wort nicht "Schwerkrauke" sondern "Schwerkranke" heißen. Wir bitten den wiederholten Dreckfehler zu entschuldigen.

Die Schriftleitung.

Bekanntgabe in der Wiener Straßenbahn, um 1920;

Die Vermehrung auf der vorderen Plattform ist mit Rücksicht auf den Wagenführer verboten.

"Thüringer Tageblatt", 1964 :

Es spricht Dr, H.K. ,Professor mit Lehnstuhl an der Humboldt-Universität Berlin

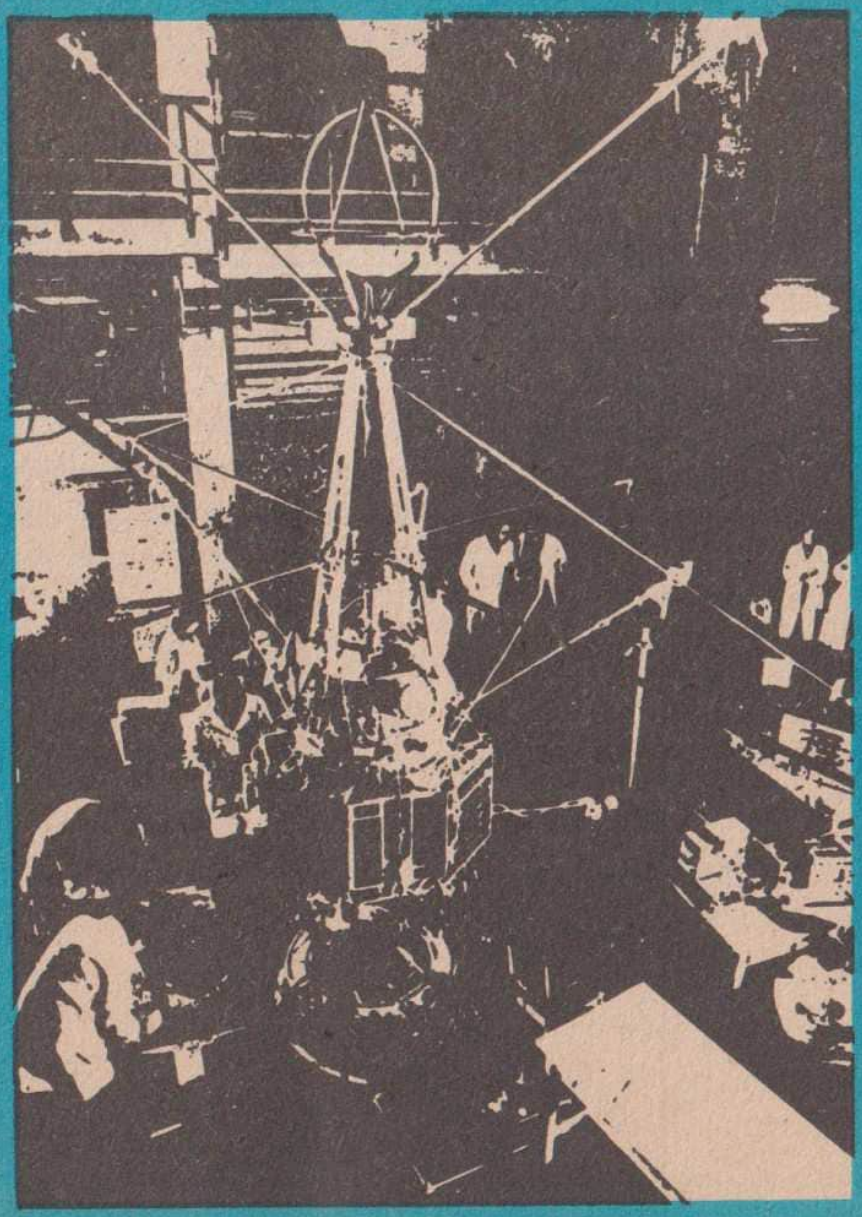
SCHÜLERZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK, CHEMIE UND BIOLOGIE

11. JAHRGANG (1977/78)

40 Pf

impuls 68

10



Rutherford-Streuung

☆

Biolumineszenz

☆

Holzschädlinge

☆

Bermuda-Dreieck

☆

MKF-6

Titelbild: Montage für „Interkosmos 10"

impuls 68

MONATSZEITSCHRIFT
FÜR SCHÜLER
DER KLASSEN 9 BIS 12

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

Anschrift: „impuls 68", 69 Jena, Max-Wien-Platz 1
„impuls 68" erscheint monatlich von September bis Juni 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 des Jahresabonnements: 4,- M

Redaktion: Dipl.-Phys. Hans-Dieter Jähnig (Chefredakteur); Dr. Eberhard Welsch, Dipl.-Phys. Wilfried Hild, Harry Hedler (stellvertretende Chefredakteure); Dipl.-Phys. Rosemarie Hild (Finanzen); Dipl.-Chem. Peter Renner (Chemie); Dipl.-Biol. Astrid Voigt (Biologie); Gudrun Beyer (Korrektor); Achim Dittmar (Korrespondenz, Korrektor); Norbert Czarnetzki, Bernd Schröder (Gutachter); Reiner Luthardt (fotografische Gestaltung); Ullrich Telloke (Versand)

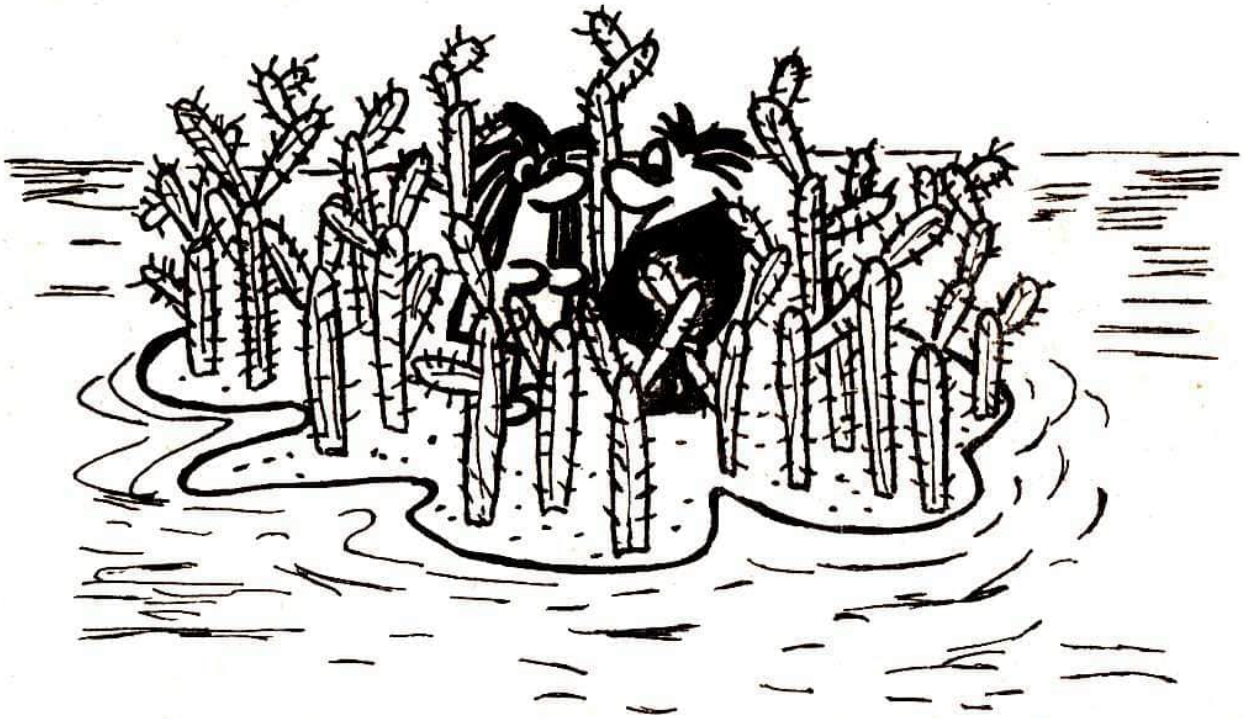
Liebe Leser		3
Die Rutherford-Streuung und ihre Demonstration am Lufttisch	PHY	5
Die Chemie der Biolumineszenz	CHE	11
Inhaltsverzeichnis des 11. Jahrgangs		15
Käfer als Holzschädlinge	BIO	17
Das Bermuda-Dreieck – Gruseldrama oder wissenschaftliche Sensation? (Teil 2 und Schluß)		21
Sojus 22 und die Multispektralkamera MKF-6 des VEB Carl Zeiss Jena	DOK	27

Liebe Leser

wieder ist es soweit, die Sommerferien rücken näher, und ich möchte mich am Ende des 11. Jahrganges wiederum an Sie wenden. Die Arbeit im nunmehr verflossenen Studien- bzw. Schuljahr 1977/78 hat uns viel Spaß gemacht, weil wir einen großen Teil unserer geplanten Artikel verwirklichen konnten, und weil aus Anlaß unseres 10-jährigen Bestehens bis hin zur Tagespresse viel Lob und Anerkennung über uns ausgeschüttet wurden. Um so unerfreulicher ist es natürlich, daß Sie dieses Jahr, was die pünktliche Auslieferung unserer Hefte betrifft, auf eine fast unzumutbare Geduldsprobe gestellt wurden. Leider kann eine technische Panne auf dem Wege von der Entstehung des Blattes über den Druck bis hin zur Verpackung weitere Verzögerungen nach sich ziehen und den Auslieferungstermin empfindlich beeinflussen. Wir bitten Sie deshalb um Nachsicht und danken Ihnen für die bis jetzt gezeigte Geduld, darauf hoffend, daß unseren Knobelfreunden das lange Warten auf die richtige Lösung der Physikaufgaben nicht die Lust am Lösen (und vielleicht auch am Einsenden) verleidet.

Denken Sie bitte beim Bezug unserer Zeitschrift immer daran, wieviel Arbeit der Verpackungsgruppe erspart bleibt, wenn "impuls 68" möglicherweise über eine Sammelbestellung zu Ihnen gelangt. Wieder gilt der Hinweis: Falls bis Ende September 1978 keine Abbestellung vorliegt, läuft Ihr Abonnement automatisch weiter. Sollten aus Versehen einmal ein bis zwei Exemplare zuviel eingepackt worden sein, dann müssen Sie diese nicht unbedingt zurückschicken, sondern können damit werben.

Zum Schluß möchte ich Ihnen angenehme Sommerferien wünschen, verbummeln Sie ruhig mal ein paar Wochen ohne Lehrbücher auf einem noch leidlich intakten Stück Natur, denn "Leute, die über den Wissensdurst getrunken haben, sind eine gesellschaftliche Plage". (K.K.)



Übrigens, denken Sie daran: Natur ist überall schön.

Schrödel
Schroder
FSU Jena
Sekt. Physik

Die Rutherford-Streuung und ihre Demonstration am Lufttisch

PHYSIK

Das erste Modell zum Atomaufbau stammt bekanntlich vom Physiker Ernest Rutherford (30.8.1871 - 19.10.1937). Auf sehr kleinem Raum sollte fast die gesamte Atommasse und die positive Ladung konzentriert sein. Elektronen umkreisen den Kern und kompensieren die positive Kernladung. Für die Bindung der Elektronen an das Atom sind die Coulombkräfte verantwortlich. Für den Kerndurchmesser wurde die Größenordnung 10^{-15} m, für den Atomdurchmesser 10^{-10} m ermittelt. Das Atom ist also größtenteils leerer Raum. Eine gewisse Analogie bietet das Planetensystem der Sonne.

Wesentliche Experimente, die zur Schaffung des Rutherfordschen Atommodells führten, waren Streuversuche von α-Teilchen (2-fach positive $^{4}_{2}He$-Kerne) an dünnen Metallfolien (z.B. Gold).

Für den Streuvorgang betrachten wir folgendes Modell. Durch einen positiven Kern (Ladung z) werde ein im Ursprung des Koordinatensystems befindliches Streuzentrum repräsentiert. Auf ein α-Teilchen wirkt wegen dessen 2-fach positiver Ladung eine Coulombsche Abstoßungskraft vom Betrag $F = \frac{2ze^2}{r^2}$ in Richtung der Verbindungslinie Kern - α-Teilchen. Das Modell nimmt für Kern als auch α-Teilchen Punktladungen an.

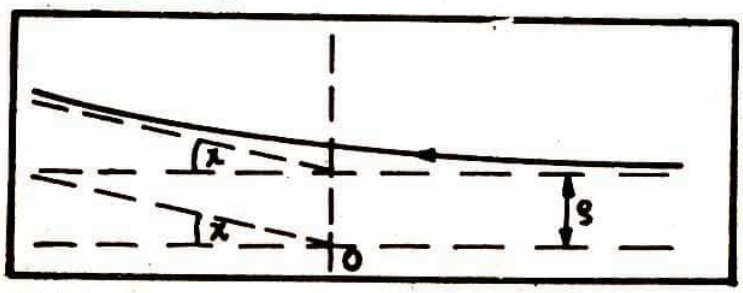


Abb.1
Flugbahn eines α-Teilchens. Bei 0 befindet sich ein positiv geladenes Streuzentrum

Geht der Abstand r von Kern und α-Teilchen gegen ∞, so merkt das α-Teilchen nichts mehr vom Kern (Kraft klingt

mit $\frac{1}{r^2}$ ab). Die gesamte Energie ist dann kinetisch :

$$E = E_{kin} = \frac{m_\alpha}{2} v_\infty^2 .$$

Dabei sind m_α die Masse des α-Teilchens und v_∞ die Geschwindigkeit desselben bei unendlicher Entfernung vom Streuzentrum. In Abb. 1 ist ϱ der Abstand, in dem das α-Teilchen ohne Wechselwirkung am Punkt O vorbeifliegen würde (d.h., wenn bei O kein geladener Kern ist).
Die theoretische Mechanik berechnet für den Ablenkwinkel χ die Gleichung

$$\cot \frac{\chi}{2} = \frac{m_\alpha \cdot v_\infty^2 \cdot (-\varrho)}{2 z \cdot e^2} . \tag{1}$$

Die Bahnkurve des abgelenkten α-Teilchens ist eine Hyperbel.
Von größerer praktischer Bedeutung ist der Fall, daß sich ein ganzer Strom von α-Teilchen auf das Streuzentrum zubewegt. Dabei sollen alle Teilchen die gleiche Flugrichtung und die gleiche Geschwindigkeit v_∞ haben. Die Teilchendichte über den Strahlquerschnitt sei konstant (homogener Teilchenstrahl). Die unterschiedlichen Stoßparameter der verschiedenen Teilchen führen zu unterschiedlichen Ablenkwinkeln χ gemäß Gleichung (1). Für $\varrho \longrightarrow \infty$ geht $\frac{\chi}{2}$ gegen 0, d.h. je weiter entfernt das Teilchen am Kern vorbeifliegt, umso weniger wird es in seiner Flugbahn beeinflußt. Das ist natürlich kein erstaunliches Resultat.

Die Fragestellung lautet nun: Wieviele Teilchen werden pro Zeiteinheit in ein bestimmtes Winkelelement (χ, $\chi + d\chi$) in Abhängigkeit von χ abgelenkt? Nun ist es üblich, zur Kennzeichnung des Winkelelementes die Fläche anzugeben, die aus der Oberfläche einer Einheitskugel herausgeschnitten wird (Gesamtoberfläche 4π).

Der Umfang des Ringes beträgt $2\pi \sin\chi$, seine Breite ist $d\chi$. Demzufolge erhalten wir als Flächeninhalt (Abb. 2).

$$d\Omega = 2\pi \sin\chi \, d\chi . \tag{2}$$

Man nennt $d\Omega$ Raumwinkelelement.
Die Zahl dN der pro Zeiteinheit in das Winkelelement (χ, $\chi + d\chi$) abgelenkten Teilchen $\frac{\text{Anzahl}}{\text{Zeit}}$ hängt natürlich

von der Teilchendichte im Strahl ab. Deshalb bezieht man dN auf die pro Zeiteinheit durch die Flächeneinheit tretende Teilchenzahl n ($\frac{\text{Anzahl}}{\text{Zeit Fläche}}$)

(3) $$d\sigma = \frac{dN}{n} .$$

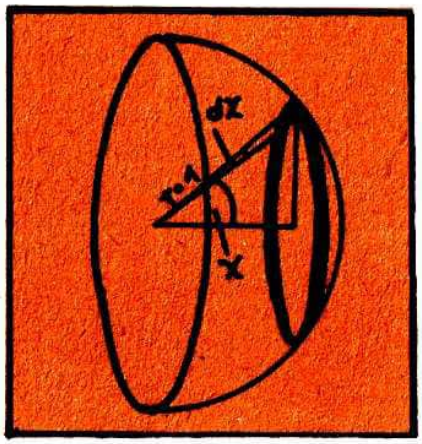


Abb. 2
Zur Definition des Raumwinkelelementes

Weil $d\sigma$ die Maßeinheit einer Fläche hat, nennt man diese Größe Wirkungs- oder Streuquerschnitt.

Offenbar werden alle diejenigen Teilchen in ein Winkelelement ($\chi, \chi + d\chi$) abgelenkt, deren Stoßparameter in einem bestimmten Intervall ($\varrho, \varrho + d\varrho$) liegen.

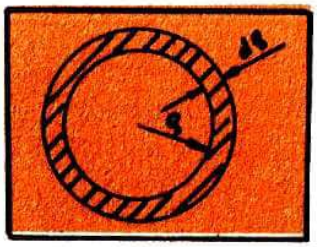


Abb. 3
Wirkungsquerschnitt für die Streuung in das Winkelelement ($\chi, \chi + d\chi$).

Der Flächeninhalt dieses Kreisringes ist also der Wirkungsquerschnitt für die Ablenkung in das Winkelelement ($\chi, \chi + d\chi$).

(4) $$d\sigma = 2\pi\varrho \, d\varrho$$

Den Ausdruck $\varrho \cdot d\varrho$ gewinnt man aus Gleichung (1): Auflösen nach ϱ und quadrieren:

$$\varrho^2 = \left(\frac{\cot \frac{\chi}{2} \cdot 2 z e^2}{m_\alpha v_\infty^2} \right)^2$$

Differenzieren beider Seiten nach χ :

$$\frac{d\varrho^2}{d\chi} = 2\varrho \frac{d\varrho}{d\chi} \quad \text{(Kettenregel)} .$$

Schreibt man dann noch mit Hilfe von Gleichung (2) χ in Ω um, so ergibt sich für den Wirkungsquerschnitt nach (4):

$$(5) \quad d\sigma = \left(\frac{z\,e^2}{m_\alpha\, v_\infty^2}\right)^2 \frac{d\,\Omega}{\sin^4 \frac{\chi}{2}}$$

Dies ist die sogenannte Rutherfordsche Streuformel. Abgesehen von den leicht zu interpretierenden Abhängigkeiten des Streuquerschnittes von z und v_∞ fällt besonders die starke Verringerung der Streuung nach größeren Ablenkwinkeln hin auf. Die Ausbeute sinkt mit der 4.Potenz vom Sinus des halben Streuwinkels. Für große Ablenkungen war eine starke Annäherung an das Streuzentrum (Kern) nötig (kleiner Stoßparameter ϱ). Die Meßergebnisse von Rutherford standen in guter Übereinstimmung mit der Streuformel (5). Das beweist die Richtigkeit der im Modell gemachten Voraussetzungen.

Nur sehr wenige α-Teilchen (eines von 8 000) wurden unter sehr großem Winkel abgelenkt. Eine Annäherung an den Kern geschieht demzufolge sehr selten, was auf die kleine Ausdehnung desselben schließen läßt. Die positive Kernladung folgt aus der Richtung der Ablenkung. Da die wesentlich ausgedehntere Elektronenhülle keinen nennenswerten Einfluß auf die α-Teilchen ausübte, konnte die in ihr vereinigte Masse nur verschwindend klein sein. Praktisch ist natürlich zu beachten, daß eine Metallfolie aus vielen nebeneinander und hintereinander angeordneten Kernen, also Streuzentren, besteht.

Es ist nun möglich, den mikroskopischen Vorgang der α-Teilchenstreuung makroskopisch und zweidimensional zu simulieren. Vorteilhaft verwendet man einen in Abb. 4 dargestellten Lufttisch. Dieser ist auch zur Demonstration mechanischer Stoßexperimente ausgelegt. Um die Reibung weitestgehend auszuschalten, werden die beweglichen Pucks auf einem "Luftkissen" gelagert. Zur Demonstration des Rutherford-Experimentes greift man auf zwei magnetische Pucks zurück. Der eine wird das Streuzentrum darstellend fixiert und vom anderen sich auf dem Luftkissen bewegenden beschossen. Die Bahn des "Streuteilchens" läßt sich gut verfolgen, wenn der bewegliche Puck mit einer kleinen Lampe versehen

wird. In Abb. 5 sind drei Bahnen fotografiert.

Man erkennt deutlich, wie der Ablenkwinkel mit kleiner werdendem Stoßparameter wächst. Einigermaßen läßt sich die Reibung auch vernachlässigen, wenn man kleine runde Magnete auf einer Polyluxfolie gleiten läßt. Mit diesem Lichtprojektor läßt sich die Rutherfordstreuung ebenfalls demonstrieren, wenn man wiederum einen Magneten als Streuzentrum fixiert und mit dem anderen "schießt".

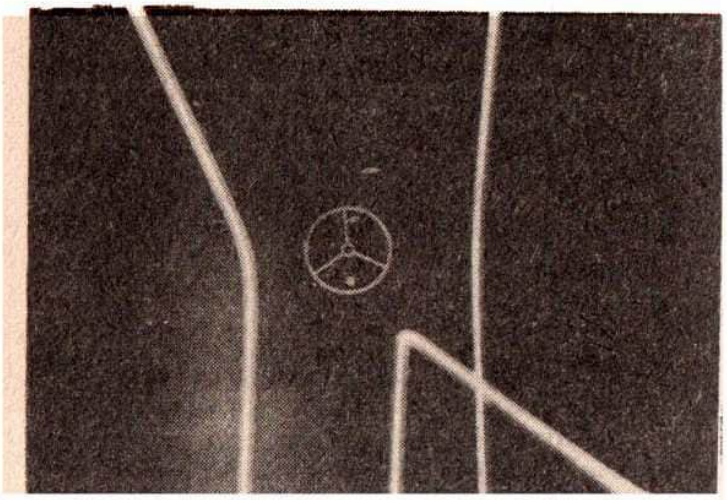
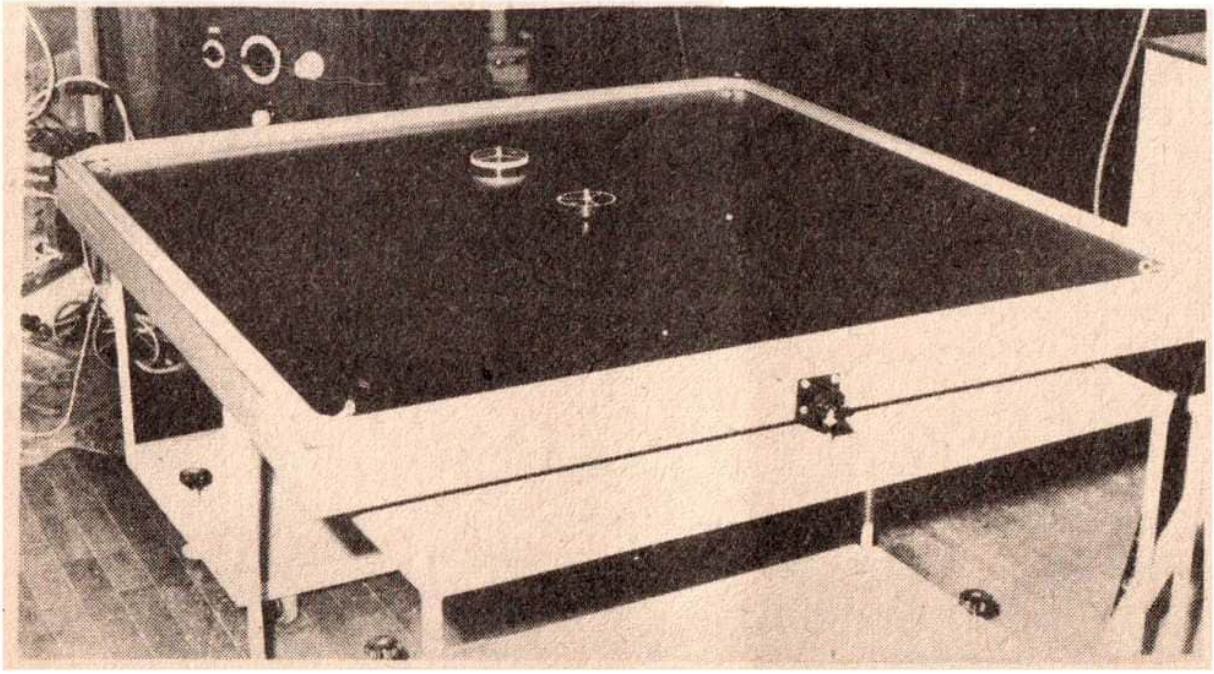


Abb. 5
Drei Bahnen eines Pucks

Abb. 6
Lufttisch-Anlage



Die Berechtigung, die genannten Streuversuche mit magnetischen Pucks als Analogieexperimente zur Rutherfordstreuung zu bezeichnen, wird durch die gleiche funktionale Abhängigkeit der coulombschen und magnetischen Abstoßungskraft vom Abstand gegeben. (Beide Kräfte sind proportio-

nal $\frac{1}{r^2}$.) Die zusätzlichen mechanischen Reibungskräfte sind durch Luftkissen bzw. glatte Gleitfläche weitestgehend eliminiert. Der Vorteil der Analogexperimente liegt in ihrer einfachen Ausführung. Der physikalische Streueffekt wird ins makroskopische transformiert und ist dadurch ohne Hilfsmittel zu beobachten.

Aus dem Papierkorb geangelt

Aus einer bundesdeutschen Tageszeitung:

"... dort setzt unverzüglich ein geheimnisvolles Treiben von Chemie und anderen Bagatellwissenschaften ein, und hastdunichtgesehen, ermitteln weißbekittelte Leute mit einem kurzen Blick durchs Mikroskop in das Gewimmel der männlichen und weiblichen Chromosomen: die Dame ist ein Kerl."

Achtung Münzfälscher !

Aus einem Patent des Jahres 1933:
"Durch Entwickeln in einer mit Natriumacetat abgestumpften Lösung von 2,2 g diazotiertem 4-Chlor-2-amino-1,1-diphenyläther erhält man nach dem Spülen und Seifen ein klares Geld von guten Echtheitseigenschaften."

Arbeitslos ...

Mit den Maßnahmen zur Energieeinsparung in den USA scheinen die Klavierstimmer keineswegs einverstanden zu sein. Denn da amerikanische Wohnungen jetzt weniger überheizt und weniger gekühlt werden, besitzen sie eine konstante Luftfeuchtigkeit, weshalb sich Klaviere weniger leicht verstimmen.

Aus einer Arbeitsvorschrift:

"Man erhitze verdünnte Schwefelsäure, gebe heiße Bariumchloridlösung hinzu, worauf Bleisulfat ausfällt."

K. Stengel
Sektion Chemie
der FSU Jena

Die Chemie der Biolumineszenz

CHEMIE

Beim Erforschen biologischer Vorgänge gewinnt seit Jahren ein zusätzlicher Aspekt immer mehr an Bedeutung: das Bestreben, hocheffektive biologische Prozesse für die Technik zu nutzen. Diese Problematik ist Forschungsgegenstand der Bionik. Bedeutende Wissenschaftler äußerten in den vergangenen Jahren die Ansicht, daß in den nächsten Jahren große bionische Entdeckungen zu erwarten seien.

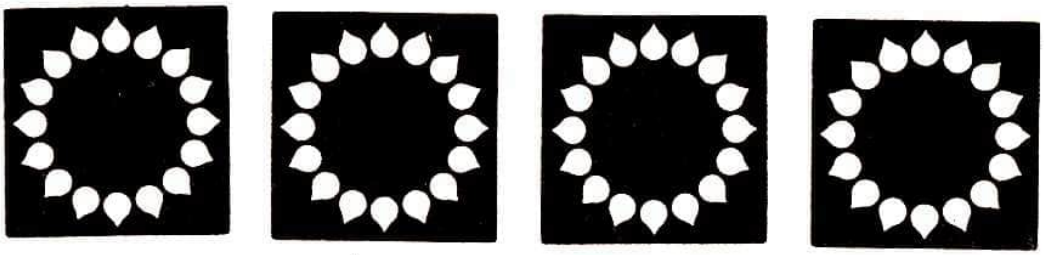
Die Biolumineszenz - der Leuchtvorgang bei Lebewesen - ist so ein leistungsfähiges biologisches System. Man kennt keinen Prozeß, bei dem Energie in so hohem Maß zum Erzeugen von Licht ausgenutzt wird, wie das bei der Biolumineszenz geschieht.
Im folgenden berichten wir über die chemischen Grundlagen dieser biologischen Vorgänge.

Die Biolumineszenz ist bei Pflanzen und Tieren zu beobachten, und zwar in sehr verschiedenen Lebewesen: Bakterien, Pilze, Würmer, Krebse, verschiedene Fischarten und Insekten können Licht emittieren. Während die Biolumineszenz bei den meisten der genannten Arten selten auftritt, scheint sie bei Tiefseefischen und anderen Lebewesen der Tiefsee recht häufig zu sein. Am meisten wissen wir heute über die Lichtemission des amerikanischen Leuchtkäfers (Photinus pyralis) und eines japanischen Muschelkrebses (Cypridina hilgendorfii). Klar ist, daß die Emission von Licht durch eine spezielle chemische Reaktion hervorgerufen wird. Die Natur zeigt sich hier sehr verschwenderisch; denn bei jeder Art gibt es für die Lumineszenz ein spezifisches Substrat (Luciferin genannt) und wahrscheinlich auch ein spezifisches Ferment (Luciferase genannt). Die Leuchterscheinungen beruhen auf der durch die Luciferase katalysierten Oxydation der Luciferine, die durch Luftsauerstoff in Hydroxyluciferin übergehen.

Diese allmähliche Oxydation liefert ohne wesentliche Temperaturerhöhung die zum Leuchten notwendige Energie. Durch Reduktion im Organismus des Lebewesens entstehen aus den Hydroxyluciferinen wieder Luciferine. Die Luciferine der verschiedenen Tierarten sind Verbindungen unterschiedlicher Konstitution. Das Luciferin des amerikanischen Leuchtkäfers ist zum Beispiel 2-(4 - Karboxydihydrothiazol)-6-hydroxybenzthiazol, eine synthetisch zugängliche Verbindung. Das Luciferin der biolumineszierenden Bakterien ist ein Aldehydkomplex von reduziertem R i b o f l a v i n - 5 - phosphat. Die spektrale Zusammensetzung und die Dauer der Biolumineszenz sind unterschiedlich, so kann das Leuchten in den Farben Blau, Grün, Grüngelb oder Rot von 0,15 s bis zu 5 min erfolgen. Das Emissionsmaximum beim Photinus pyralis liegt bei 558 nm, das Licht ist also gelbgrün gefärbt. Interessant ist, daß man bei Zimmertemperatur das gelbgrüne Leuchten beobachtet, während bei 45°C rotes Licht emittiert wird. Auch eine pH-Abhängigkeit des Emissionsmaximums konnte beobachtet werden. Eine Anwesenheit bestimmter Ionen verändert ebenfalls die Emission. So führt ein Zusatz von Zn^{2+}- und Cd^{2+}-Ionen zu einem roten Leuchten.

Die Biolumineszenz als ein Spezialfall der Chemilumineszenz läßt sich physikalisch wie folgt erklären: Angeregte Moleküle und Atome können ihren Energieüberschuß beim Übergang in den Grundzustand als Strahlung abgeben. Demzufolge ist die Erscheinung nur bei solchen Reaktionen zu beobachten, die exotherm verlaufen oder, strahlungslos, exotherm verlaufen würden; die bei der Reaktion freiwerdende Energie wird vollständig oder teilweise in Licht umgewandelt. Die Strahler können die im reagierenden System der eigentlichen chem. Umsetzung unterliegenden Teilchen, ferner Zwischenprodukte, Endprodukte und auch gewisse Beimengungen sein. Die Zahl der wirklich Licht emittierenden Atome und Moleküle ist, gemessen an der Gesamtzahl der reagierenden Teilchen, meist sehr klein; es gibt Beispiele, bei denen es ein Molekül von 10^{14} bis 10^{15} reagierenden Molekülen ist. Beachtlich ist, daß bei der Lichtreaktion des amerikanischen Leuchtkäfers die Quantenausbeute den Wert 1 erreicht, d. h., bei jedem Reaktionszyklus wird ein Lichtquant emittiert. Wird also 1 Mol Luciferin umgesetzt, werden $6{,}023 \cdot 10^{23}$ Lichtquanten ausgesandt. Als ein bemerkenswertes Beispiel der Biolumineszenz

sei noch der japanische Muschelkrebs genannt, der - wenn er gereizt wird - Lichtblitze erzeugt. Aus einer Düse wird das Luciferin, aus einer anderen die Luciferase gespritzt. Bei einer Vereinigung beider Substanzen tritt das Leuchten auf. Die Emission zeigt bei 460 nm ein Maximum, d. h. das Licht ist blau gefärbt. Die Quantenausbeute ist hier etwas geringer, nur etwa jedes vierte Molekül zeigt die Lichtreaktion. Die chemischen Probleme der Biolumineszenz werden zwar schon seit längerer Zeit wissenschaftlich bearbeitet, jedoch ist seit 1963 das Interesse an diesem Gebiet sprunghaft angestiegen. Es ist zu erwarten, daß heute noch ungelöste Fragen in absehbarer Zeit geklärt werden. Bereits jetzt ist die Überlegenheit der Biolumineszenzsysteme gegenüber der Chemilumineszenz deutlich zu erkennen.



Rauchen ist doch nützlich!

Ein junger Dschigit kam zu einem ehrwürdigen Weisen, um sich einen Rat zu holen: "Ich möchte das Rauchen erlernen, doch ich weiß nicht, ob es nützlich ist. Was rätst du mir?"

"Hör zu", antwortete der Weise. "Das Rauchen ist aus drei Gründen nützlich. Erstens: Wer raucht, wird niemals altern."

"Warum nicht?" fragte der Dschigit.

"Weil ein Raucher nicht alt werden kann. Er stirbt schon jung. Zweitens: Er wird nicht bestohlen."

"Warum nicht?" fragte erneut der Dschigit.

"Weil ein Raucher sich die ganze Nacht im Bett herumwälzt und ständig husten muß. Wenn das der Dieb hört, läuft er davon. Zum dritten, mein Sohn, ist das Rauchen nützlich, weil ein Raucher niemals von einem Hund gebissen wird."
Und wiederum wollte der Dschigit wissen, aus welchem Grund. Der Weise antwortete: "Weil der Raucher frühzeitig krank wird und nur mit einem Stock gehen kann. Die Hunde aber fürchten sich vor dem Stock."

MOSAIK

Blitz und Regenguß

Man beobachtet häufig, daß bei einem Gewitter nach den ersten Blitz- und Donnerschlägen ganz plötzlich ein starker Regen einsetzt. Die Ursache für diese Erscheinung ist darin zu suchen, daß das starke elektrische Feld in der Gewitterwolke die Regentropfen in der Schwebe hält. Durch die Blitzentladungen bricht das Feld zusammen, und der Regen setzt ein.

Kohlenmonoxid im Brustraum von Rauchern

Bei Messungen der ausgeatmeten Luft von verschiedenen Versuchspersonen ergab sich, daß die ausgeatmete Luft von Rauchern nach einer Zigarette etwa die neunfache (36ppm - 36 Teile von einer Million Teilen) und zwei Stunden später noch etwa die fünffache Menge an CO enthielt wie die von Nichtrauchern (4ppm).

Glasbeschichtetes Plexiglas

Beschichtet man Kunststoffe, z.B. Plexiglas, mit einer 0,1 mm dünnen Glasschicht, erhält man einen Werkstoff, der die Vorzüge beider Materialien vereinigt. Das neue Material kann man wie Kunststoffe sägen und bohren, es ist leicht und durchsichtig und hat die hervorragenden Oberflächeneigenschaften von Glas (gute Abriebfestigkeit, leichte Reinigung, Korrosionsbeständigkeit).

Rasterelektronenmikroskopie auch in der Kriminalistik ?

Physiker der Universität Southhampton haben mit einem Rasterelektronenmikroskop die Oberflächenschichten von Fingerabdrücken untersucht. Die Wissenschaftler stellten fest, daß die Fingerabdruck-Substanz von talgreicher Konsistenz zu kontinuierlichen Filmen im Abdruckmuster führt. Dagegen führen schweißreiche Abdrücke zu Tröpfchenbildung, bei der nach längerer Zeit Salze (NaCl) auskristallisieren.

Ergänzung des Inhaltsverzeichnisses aus Heft 9/10 10. Jahrgang

Titel	Verfasser	Jahrg.	Heft	Seite
Physik/Astronomie				
Dissipative Strukturen - Bindeglied zwischen Physik und Biologie ?	Jetschke	10	9/10	5
Alltagsphysik: Wenn Petrus grollt	R. Hild	11	1	7
Ultrakurze Lichtimpulse und ihre Anwendung in Naturwissenschaft und Technik	Wilhelmi	11	2	3
Leben auf dem Mars ? I	Günther	11	3	23
II		11	3	21
Die Eigenschaften der e-Funktion und ihre Anwendung in der Physik I	Schröder	11	3	9
II		11	4	3
III		11	5	17
IV		11	6	19
Aktuelles zum Bau des Weltalls I	Zeldovich/	11	4	21
II	Schmutzer	11	5	24
Polarisiertes Licht in der Schuldiskothek	Liemen	11	7	13
War Sirius einst rot ?	Günther	11	7	21
Kristall - Modell und Wirklichkeit	R. Hild	11	8	9
Fotovervielfacher - ein Röhrenoldtimer?	W.Hild	11	9	3
Das Bermudadreieck: Gruseldrama oder wissenschaftliche Sensation ? I	Günther	11	9	19
II		11	10	21
Die Rutherford-Streuung und ihre Demonstration am Lufttisch	Schrödel/ Schröder	11	10	5

Titel	Verfasser	Jahrg.	Heft	Seite
Chemie				
Chemie im Alltag: Weißmacher	Hüller	10	9/10	21
Bernstein - Was ist das ?	P.Renner	11	1	13
Von wundersamen Düften - Über die Chemie des Geruchssinns	P.Renner	11	2	15
Das Periodensystem der Zukunft	Colditz	11	3	3
Fotografie ohne Silber I	P.Renner	11	4	15
II		11	5	3
Die Notwendigkeit industrieller Kristallzüchtung		11	6	13
Das räumliche Kristallgiteer	Vogt/Krause	11	8	3
Die Chemie der Bioluminszenz	Stengel	11	10	11
Biologie				
Die Sprache der Bienen	E.Renner	10	9/10	27
Die Leistungen der Honigbiene	E.Renner	11	1	17
Jena und seine Pilzflora	Hirsch	11	3	19
Zum Problem der genetischen Manipulation	Kölblin	11	5	13
Mimikry - Nachahmung von Signalen I	Voigt	11	7	17
II		11	8	15
Neues zur Stammesgeschichte des Menschen	Welsch	11	9	11
Käfer als Holzschädlinge	Nüske	11	10	17

Jörg Nüske
Diplomand
Sektion Biologie
FSU Jena

Käfer als Holzschädlinge

BIOLOGIE

Was sind Schädlinge?

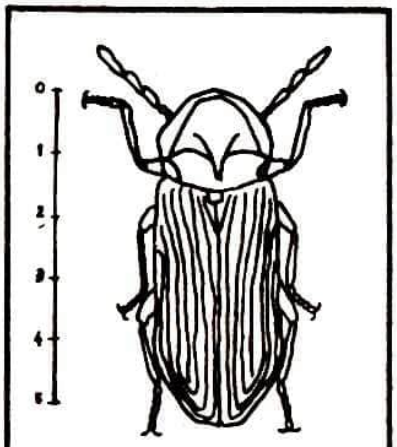
Als Schädlinge bezeichnen wir Tiere, die eine Nahrungsquelle bevorzugen, die für den Menschen nützlich oder sogar unentbehrlich ist . Das können zum Beispiel Nutzpflanzen, Textilien oder verbautes Holz sein. Es ist notwendig, darauf hinzuweisen, daß die Bezeichnung "Schädling" nur vom Standpunkt des Menschen aus gerechtfertigt ist. Jedes Tier hat in der Natur eine spezifische und wichtige Funktion zu erfüllen. Erst der Mensch hat durch seine Eingriffe in das biologische Gleichgewicht Bedingungen geschaffen, die eine Massenvermehrung der Schädlinge ermöglicht.
Überall begegnen uns auf Schritt und Tritt die Spuren tierischer Schädlinge. Auf Grund ihrer ungeheuer großen Anzahl nehmen die Käfer einen wichtigen Platz unter ihnen ein.
Wenn wir unsere Umgebung genau betrachten, können wir außer Fraßspuren auch die Verursacher derselben entdecken. Meist werden jedoch nur die Schäden erkannt. Besonders bedeutungsvoll sind Holzschädlinge und die an gelagerten Lebensmitteln auftretenden Vorratsschädlinge. Außerdem werden praktisch alle Gebrauchsgegenstände tierischer Herkunft, wie Pelze, Kleider, Teppiche usw. von Käfern als Nahrungsquelle verwendet und dadurch zerstört.
Zahlreiche Vorrats- und Hausschädlinge wurden durch den Menschen aus wärmeren Ländern nach Mitteleuropa eingeführt. Sie sind hier ausschließlich an Gebäude gebunden, wo sie das ganze Jahr über günstige Temperaturen vorfinden.

Es sollen nun einige Käfer vorgestellt werden, die trockenes Holz als Nahrungsquelle bevorzugen und folglich sehr oft in

Häusern auftreten. In der Regel sind es die Larven, die die Schäden hervorrufen, da die Käfer selbst überhaupt keine oder nur sehr wenig Nahrung aufnehmen.

Klopfkäfer (Anobiidae)

Die wichtigste Käferart wird vom Volksmund als Holzwurm oder auch Totenuhr (Anobium punctatum) bezeichnet. Die Käfer sind unscheinbar und erreichen nur eine Länge von 4 mm. Durch den Befall von Bauholz, Möbeln und Kunstgegenständen aus Holz sowie vielem anderen können sie sehr gefährlich werden. Der Schaden wird meist erst dann erkannt, wenn die ausfliegenden Käfer die Oberfläche des Holzes zerstört haben. Das Holz kann so stark zerfressen werden, daß es buchstäblich zerfällt. Sogar sehr altes, völlig trockenes Holz wird befallen, da die Käfer in der Lage sind, sich von reiner Zellulose zu ernähren. Die Schäden sind jedoch in kühlen, feuchten Räumen (z. B. Keller und Kirchen) wesentlich größer als in warmen, trockenen Räumen (z. B. Dachböden).



Klopfkäfer Abb.1

Die Käfer erzeugen durch Aufschlagen des Kopfes auf den Boden des Fraßganges ein feines tickendes Geräusch, das vom Menschen deutlich wahrgenommen werden kann, besonders wenn es "totenstill" ist (daher der Name Totenuhr). Dieses Geräusch hat eine wichtige biologische Bedeutung. Es dient als Verständigungsmittel zwischen den Geschlechtern, da diese nur kurzzeitig zur Paarung das Holz verlassen. Die Jungkäfer bohren sich meist gleich im selben Holz wieder ein, in dem sie ihre Larvenentwicklung durchgemacht haben.

Die Bekämpfung ist recht schwierig. Am erfolgversprechendsten ist das Einspritzen von Kontaktinsektiziden in die Bohrgänge und die Bekämpfung mit Kontaktinsektiziden während der Schwärmerei.

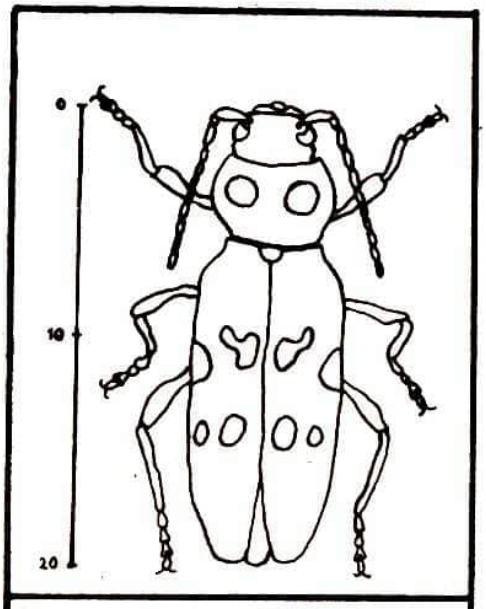
Bockkäfer (Ceranibycidae)

Der gefährlichste Schädling an verbautem Holz ist der Haus-

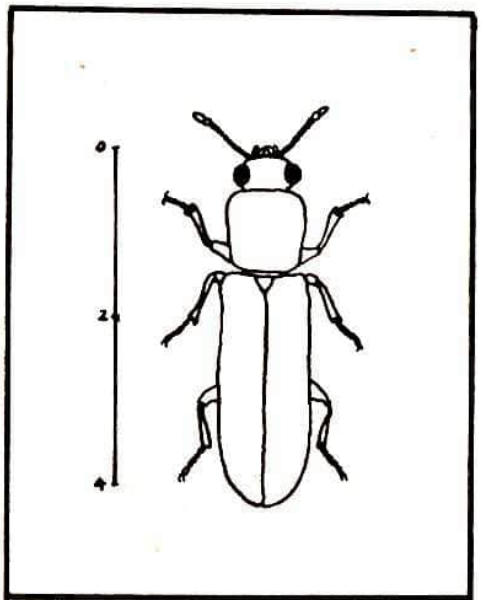
bock (Hylotrupes bajulus). Er erreicht eine Größe von 8-20 mm. Da er sich auf totes, trockenes Nadelholz spezialisiert hat, findet man ihn fast ausschließlich in Gebäuden. Die Larven benötigen eine Entwicklungszeit von 4 bis 5 Jahren. Geht die Entwicklung in sehr altem Holz vor sich, so kann sie sich bis auf mehr als 10 Jahre verlängern. Das Weibchen legt bis zu 200 Eier in Spalten ab.

Die Oberfläche des Holzes wird erst durch den ausfliegenden reifen Käfer verletzt. Die Fluglöcher sind oval und 5 mm x 3 mm groß. Die große Nachkommenzahl und die lange Entwicklungsdauer führen dazu, daß das Holz bereits hochgradig zerstört ist, bevor man einen Befall durch den Hausbock überhaupt feststellt. Der eigentliche Schaden wird ausschließlich durch die Larven erzeugt. Durch den Holzbock wurden schon mehrfach folgenschwere Einstürze von Dachstühlen verursacht.

Die Larven fressen nur im Nadelholzsplint, da Kernholz keine für sie verwertbaren Nährstoffe enthält. Man kann daher durch Verwendung von Kernholz an besonders gefährdeten Stellen einem Befall vorbeugen. Holz sollte vor dem Verbauen unter allen Umständen chemisch behandelt werden (imprägniert). Da ein niedriger Feuchtigkeitsgehalt die Entwicklung der Larven verhindert, wird sehr altes Holz kaum von diesen Käfern befallen. Einmal befallenes Holz muß vollständig vernichtet werden.



Bockkäfer Abb. 2



Splintholzkäfer

Splintholzkäfer (Lyctidae)

Der als Parkettkäfer bekannte Lyctus linearis wird nur 5 mm groß. Seine Entwicklung dauert etwa 1 Jahr. Der Käfer selbst lebt nur 4 Wochen. Die Hälfte davon verbringt er im Holz. Das Weibchen legt etwa 70 Eier. Häufiger als in Wohnungen findet man die Tiere im Freiland an verschiedenen Laubhölzern, z. B. Eiche, Esche, Nußbaum, Kastanie. Die Larven fressen nur im Splint, im trockenen, also toten Holz. Wirtschaftlicher Schaden entsteht durch den Befall verbauten Laubholzes. Besonders durch den Fraß in Eichenholzfournier und in Parkettholz kann großer Schaden hervorgerufen werden. Auch hier sind die Fraßgänge äußerlich erst sichtbar, wenn die Käfer ausgeflogen sind.

Die Bekämpfung ist sehr schwierig. Es helfen nur vorbeugende Maßnahmen. Das Holz muß vor dem Verbauen imprägniert werden. Als Parketthölzer sollte man deshalb vorwiegend Kernholz verwenden. Einmal befallenes Parkett muß restlos beseitigt werden.

Vielleicht können Sie, lieber Leser, die Zeit in den Ferien benutzen, um die Käfer Ihrer näheren Umgebung zu identifizieren. Viel Spaß!

WAS MAN WISSEN SOLLTE:

Für die meisten Menschen ist es schwieriger,
törichte Gedanken zu verschweigen, als kluge auszusprechen.

Steht dir die Wahrheit im Wege,
dann nutzt keine Kurve.

Die Wahrheit kommt unweigerlich ans Licht.
Das bedeutet aber nicht, daß man sie verdunkeln soll.

Berichtigung zu Heft 5 / 11.Jahrgang

Wir bitten unsere Leser, folgende Druckfehler zu entschuldigen:

S.18 6.Zeile von unten: statt "diese" lies "die"

S.20 1.Zeile : statt "x" lies "I(x)"

S.21 6.Zeile : statt "I= m.g" lies "G = m.g"

6.Zeile nach Abb.8/9 : statt "Gegenstück" lies "Bogenstück"

S.23 Abb.10 statt "$A \cdot \sin \omega t$" lies "$A \cdot \cos \omega t$"

Lutz Günther
Dipl.-Phys.
ZIPE Potsdam

Das Bermuda-Dreieck -Gruseldrama oder wissenschaftliche Sensation? (Teil 2 und Schluß)

Als eines der größten "Rätsel" wird von fast allen Autoren, die über das Bermuda-Dreieck berichteten, der "tieferliegende Wasserspiegel" angesehen. Hier nur zwei kurze Beispiele:
"Erst unlängst haben "Skylab"-Astronauten mit Hilfe eines hochfrequenten Radarhöhenmessers festgestellt, daß der Meeresspiegel in diesem Gebiet 25 m unter dem Normalstand liegt." (D. Eidelman in Horizont 34/76)
"Amerikanische Wissenschaftler hatten die Oberfläche dieses Teils des Ozeans gefilmt, wobei sich herausstellte, daß sie 25 m unter dem Niveau des Weltozeans liegt." (DT 64 am 11. 10. 1977)
Offenbar besteht schon über die Meßmethode gewisse Unklarheit. Was jedoch die Erscheinung selbst und ihre Deutung betrifft, so wird man in praktisch allen Bermuda-Artikeln nichts auch nur annähernd Wahres finden. Offenbar herrscht die Ansicht vor, der Weltozean habe ein konstantes Oberflächenniveau (sozusagen "Normal-Null"), und nur im Bermuda-Dreieck sei eine 25 m tiefe "Senke" vorhanden. Da der Sachverhalt doch nicht ganz so einfach ist, soll er hier einmal deutlich klargestellt werden.

„Senken" im Ozean - ein geheimnisvolles Rätsel?

Daß unsere Erde keine ideale Kugel ist, dürfte allgemein bekannt sein - ihre tatsächliche Form ist in Abb. 4 dargestellt (Maßstäbe stark übertrieben!). Dieser tatsächliche Erdkörper wird von den Geodäten als Geoid bezeichnet. Für Rechnungen ist seine komplizierte Form allerdings etwas unhandlich. Daher kann man sich eine Modellfläche konstruieren, die einen gewissen Ausgleich der Geoidfläche leistet und die vollkommen regelmäßig ist - das sogenannte Referenz-Ellipsoid. Es ist in Abb. 4 gestrichelt eingezeichnet. Auf den ersten Blick ist ersichtlich, daß Geoid und Ellipsoid im allgemeinen nicht übereinstimmen.
Die Differenzen liegen jedoch nur in Bereichen von einigen 10 m , das ist im Vergleich mit dem Erdradius (≈ 6380 km) verschwindend gering.

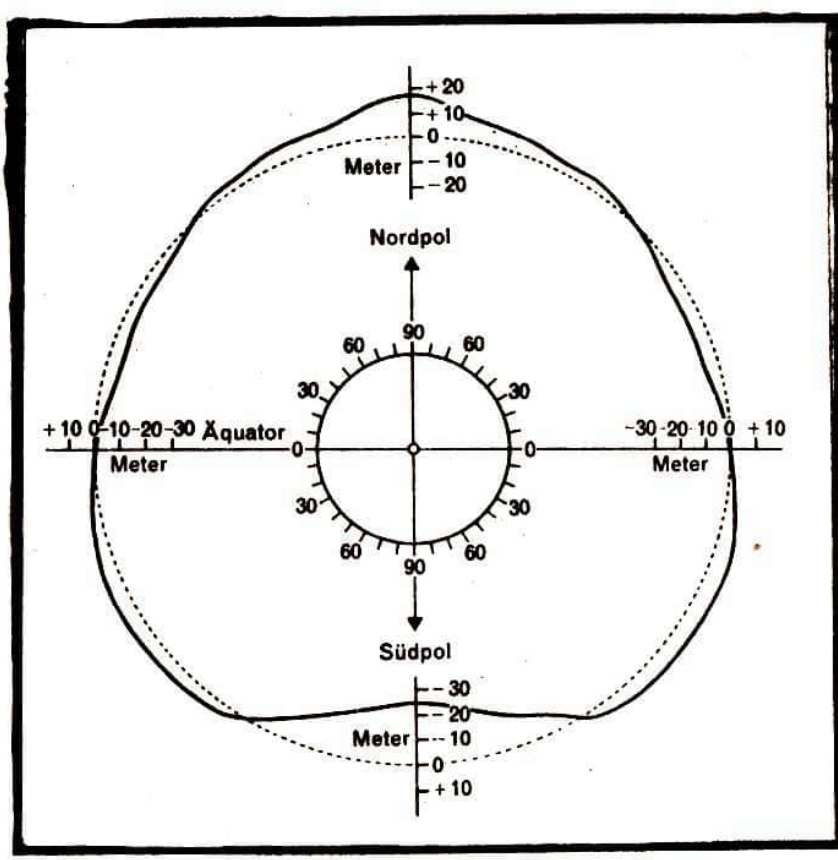


Abb. 4: Geoid und Referenz-ellipsoid (nicht maß-stäblich)

Das Referenz-Ellipsoid spielt praktisch die Rolle eines "Normals", und nicht etwa die Meeresoberfläche selbst!
Trägt man die Differenzen zwischen Geoid und Referenz-Ellipsoid in eine Weltkarte ein und verbindet die Punkte gleicher "Höhendifferenz" miteinander, so ergibt sich das folgende Bild (Abb.5).

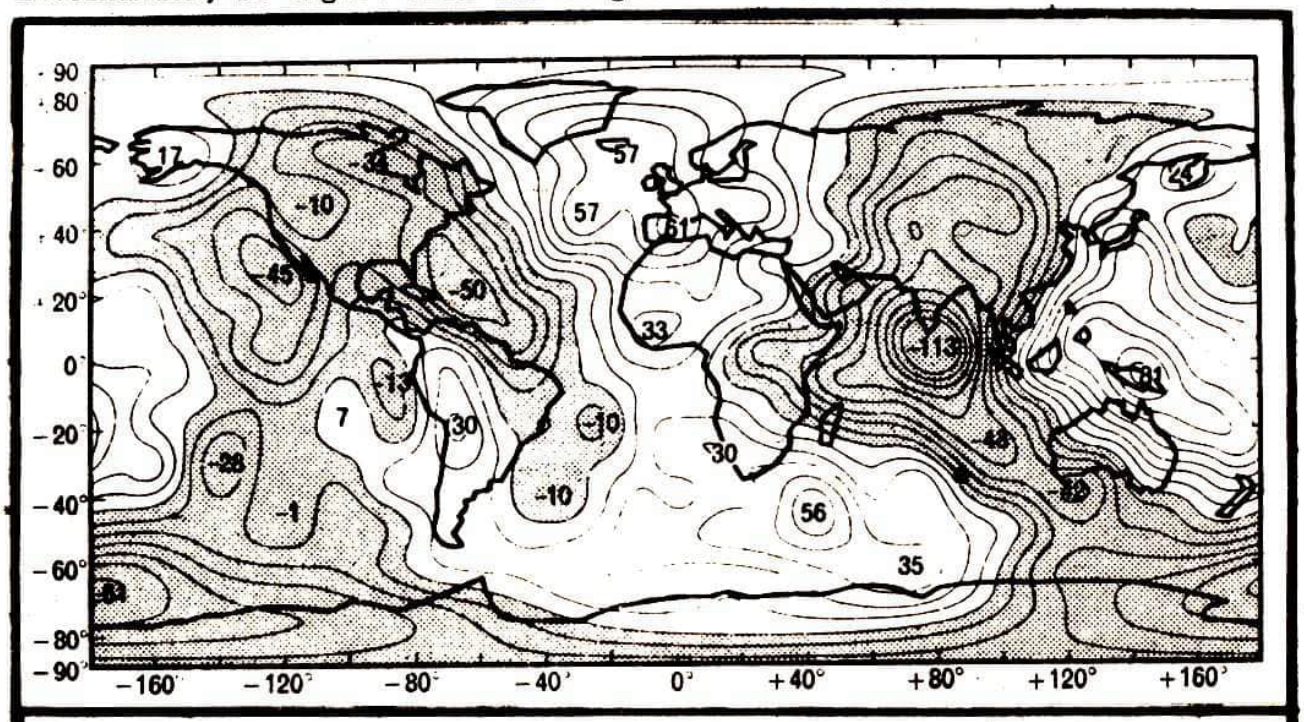


Abb. 5: Karte des Höhenunterschiedes zwischen Geoid und Referenzellipsoid (Angaben in Meter)

Auf den ersten Blick wird klar, daß es nur ganz wenige Gebiete auf der Erde gibt, in denen keine (positive oder negative) Abweichung auftritt! Im Gebiet des Bermuda-Dreiecks finden wir tatsächlich eine "negative Höhe" von 30 bis 50 m, in anderen Gebieten sind es aber bis zu 113 m (vor Colombo), ohne daß diese Stellen im Ruf stehen, irgendetwas Mysteriöses an sich zu haben! Man bedenke außerdem, welch nahezu unmeßbar kleinen Betrag diese Abweichungen im Vergleich zur Fläche der betreffenden Areale darstellen! Ihr Vorkommen ist also nicht ungewöhnlich, sondern eher die Norm. Lediglich die Bermuda-Autoren wollen uns das Gegenteil einreden, weil sie gar nicht begriffen haben, wovon sie überhaupt schreiben.
Wodurch werden nun diese Abweichungen des Geoids von der regelmäßigen Form hervorgerufen? Es sind winzige Dichtedifferenzen im äußeren Erdmantel (Tiefe 400-900 km), die dafür verantwortlich sind. Eine etwas geringere Dichte bewirkt eine geringfügig geringere Gravitation - so wirkt sich an dieser Stelle die Zentrifugalkraft etwas stärker aus und "beult" die Ozeanoberfläche geringfügig nach außen aus. Im Falle etwas erhöhter Dichte im Erdmantel tritt der entgegengesetzte Fall ein - es entsteht eine "Senke". Geheimnisvoll ist hieran überhaupt nichts. Es sei noch bemerkt, daß diese geringen Gravitationsunterschiede nur mit feinsten Meßverfahren überhaupt feststellbar sind!

Raum - Zeit - Verschiebungen?

In engem Zusammenhang mit den angeblich existierenden Magnetfeld- und Gravitationsanomalien wird auch immer wieder die Hypothese von Raum-Zeit-Verschiebungen erwähnt, die aus dem Zusammenwirken der beiden Anomalien entstehen sollen.
Hier muß einmal eindeutig gesagt werden: Das ist vollkommener Unsinn! Abgesehen von der extrem geringen Größe der Gravitations- und Magnetanomalien, die auf der Erde existieren, rufen sie auch keinerlei derartige Wirkungen hervor. So etwas klappt nur in den Vorstellungen von Science-fiction-Autoren! Aber Ch. Berlitz tischt seinen Lesern die haarsträubende, von A bis Z erlogene Geschichte eines angeblichen Geheimexperimentes der amerikanischen Marine im Jahre 1943 auf. Dabei soll es gelungen sein, einen Zerstörer mit Hilfe starker Magnetfelder "in andere Raum-Zeit-Dimensionen" zu versetzen. Heute ist man in der Lage, Magnetfelder wesentlich größerer Stärke zu erzeugen - aber nichts geschieht.
Sollten Veränderungen von Raum und Zeit unter dem Einfluß starker

Magnetfelder überhaupt möglich sein, so wohl nur in der Umgebung superdichter kosmischer Körper (sogenannter "Schwarzer Löcher"). Auf der Erde treten sie garantiert nicht auf. Trotzdem schreibt Eidelman (im Horizont 34/76): "Es hat Fälle gegeben ..., daß Flugzeuge nach Erfüllung ihres Auftrages bedeutend vor der festgesetzten Zeit landeten, als wären sie mit Rückenwind von unvorstellbarer Stärke geflogen. .... Es wird vermutet, daß diese Flugzeuge gewissermaßen an den entstandenen Anomalien vorbeischlüpften, während die verunglückten in ein "Raum-Zeit-Loch" stürzten." Relativitätstheorie mit Klein-Fritzchen-Niveau. Lassen wir dazu einen Experten sprechen, dem selbst ein solch "ungeheurer Vorfall" widerfuhr: Flugkapitän der INTERFLUG Dipl.-Ing. Bert Glöckner.

Er berichtet: "In meinem Flugbuch habe ich mir einen Flug von Havanna nach Gander besonders gekennzeichnet. Wir benötigten für die 3900 km lange Flugstrecke einschließlich Steigflug und Anflugverfahren nur 3,45 Stunden. Bei einer wahren Fluggeschwindigkeit von 850 km/h hatten wir eine durchschnittliche Rückenwindkomponente von annähernd 200 km/h. Für eine so lange Flugstrecke war das außergewöhnlich. Das Abfertigungspersonal in Gander schaute etwas verdutzt, als wir eine Stunde vor Planlandung schon auf dem "Hof" standen, als ob wir das Vorzeichen

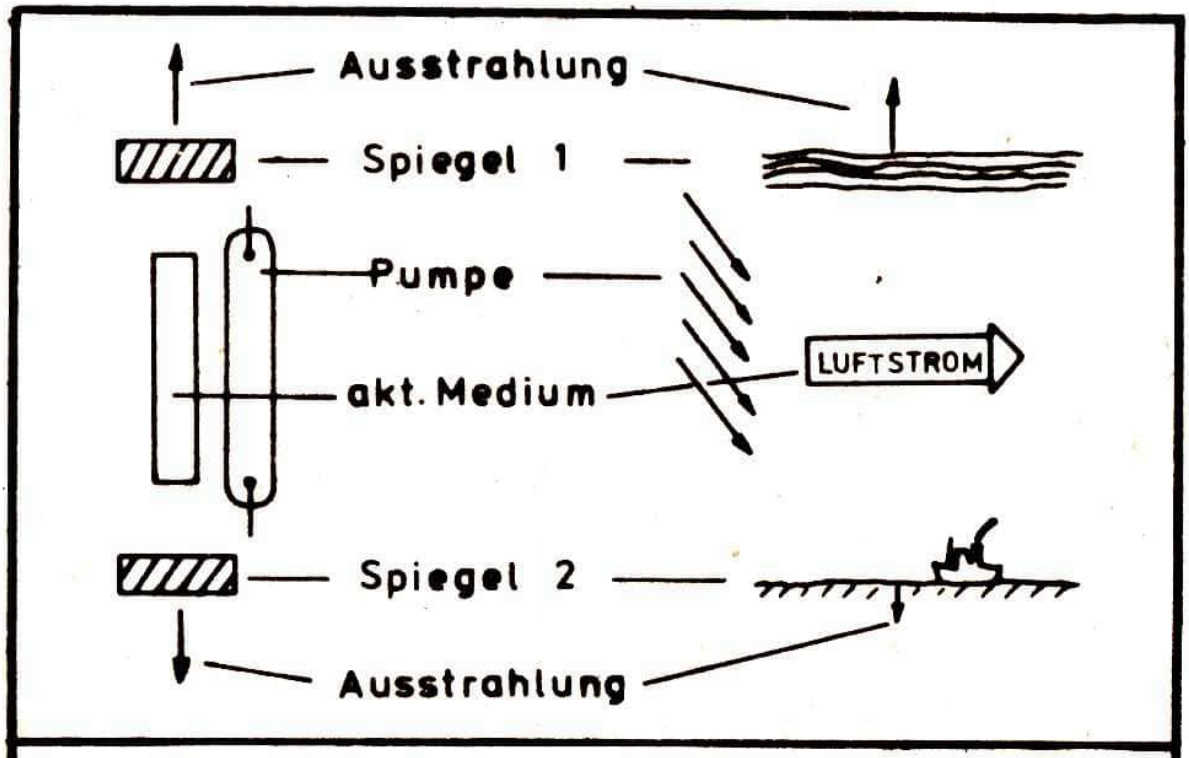


Abb. 6: Vergleich eines Lasermodells (links) mit ANIKIN's „Bermuda-Laser" (rechts) Erläuterungen im Text

des legendären "Bermuda-Raum-Zeit-Lochs" umgekehrt hätten." (Fliegerkalender 1978) Ein Kommentar dürfte überflüssig sein.

Todbringende Laser-Strahlen?

Eine der kühnsten und zugleich haltlosesten Hypothesen über die Bermuda-Katastrophen stellt der sowjetische Ingenieur K.S. Anikin auf (nachzulesen in URANIA 2/77 S.70), indem er die Existenz eines "natürlichen Lasers" im Bermuda-Dreieck annimmt. Zitat:

"Die Sonne wirkt bei klarem Wetter als "Pumpe", die glatte Wasseroberfläche und höhere atmosphärische Schichten als Reflektoren. Das aktiv bewegte Medium ist in unserem Fall ein schneller Luftstrom in großer Höhe. Folgen dieses Lasereffektes können sein: plötzliche Nebelbildung, schnelles "Aufkochen" der Wasseroberfläche, Magnetwirbel, Störungen der Funkverbindungen und letztendlich das Verbrennen von Flugzeugen und Schiffen."

In Abb. 6 sind einmal ein schematischer Laseraufbau und Anikin's "natürlicher Laser" gegenübergestellt. Sein auf den ersten Blick so einleuchtendes Modell hat leider entscheidende Haken:

1. Die "glatte Wasseroberfläche" ist niemals eben genug, um als Laserspiegel zu wirken (Wellengang, Strömungen).

2. Es existiert kein Laserübergang in der Luft, der sich mit Sonnenenergie genügend "pumpen" ließe, um eine großräumige Laseraktion zu ermöglichen.

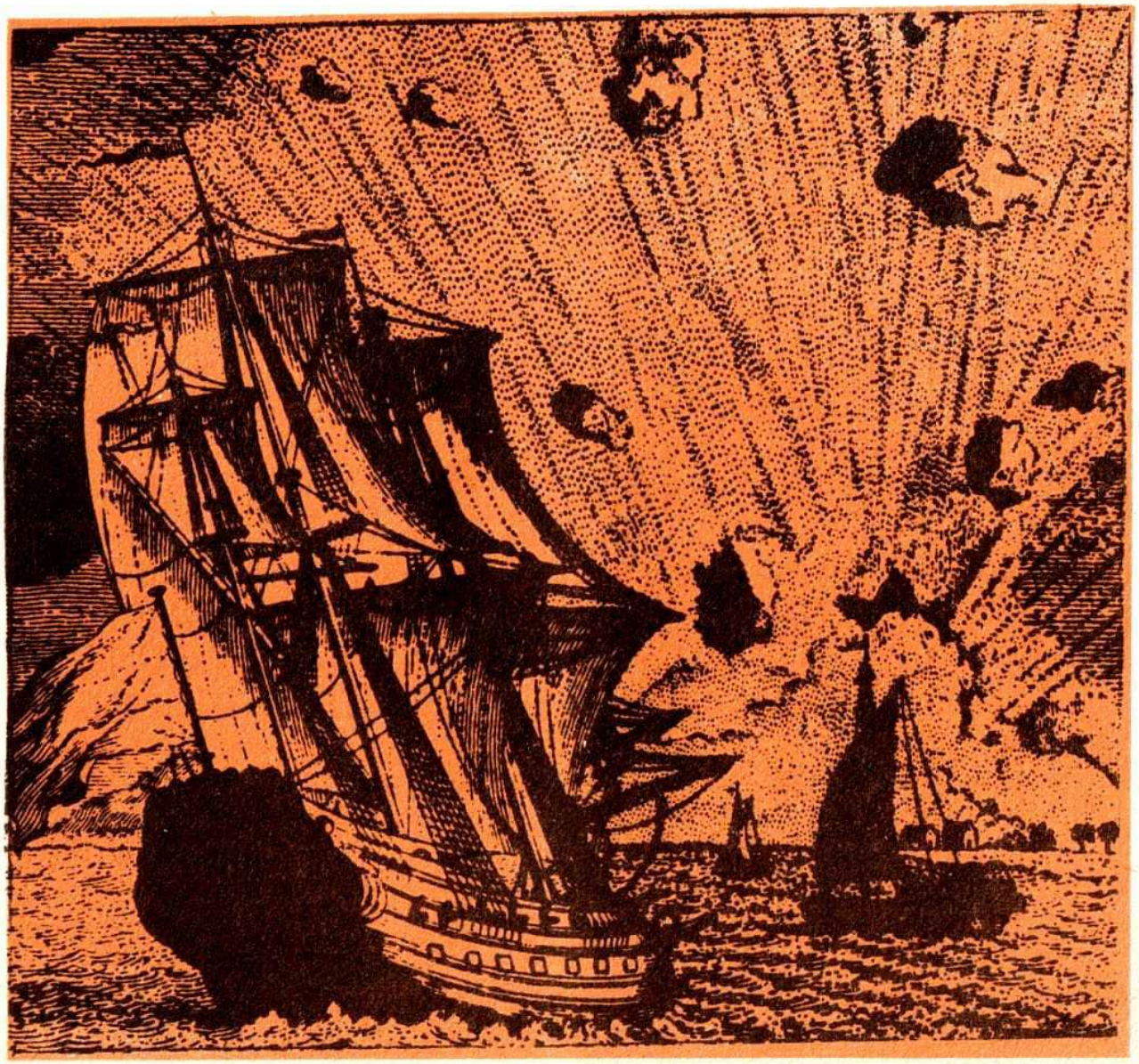
3. Sollte trotz der obengenannten grundlegenden Fehler der Laser anschwingen und zu Nebelbildung führen (bzw. zum Aufkochen des Wassers), so hört die Laseraktion augenblicklich auf. Das Prinzip des Lasers besteht ja gerade darin, durch mehrmaligen Durchlauf im Resonator (d.h. zwischen beiden Spiegeln) eine hohe Verstärkung zu erreichen. Bei "Aufkochen" oder Nebelbildung würde einer der Spiegel sofort blind und der Laser erlischt. Dasselbe passiert, wenn ein Flugzeug oder Schiff in den "Resonator" gerät. Die Strahlung kann nicht mehr verstärkt werden, es geschieht gar nichts! Genauso kann man einen im Labor arbeitenden Laser augenblicklich zum Verlöschen bringen, indem man die Hand in den Resonator hält. Der Hand passiert absolut nichts.

Man kann es also drehen und wenden wie man will, das "Lasermodell" im Bermuda-Dreieck funktioniert einfach nicht!

... und wenn nun doch?

Selbstverständlich konnten in diesem Artikel nicht alle Hypothesen und "rätselhaften Vorfälle" aufgezählt werden. Ihre Zahl ist riesig groß. Sie alle ändern jedoch nichts an der grundlegenden Tatsache, daß im Bermuda-Dreieck nichts geschieht, was nicht mit modernen Erkenntnissen erklärt werden kann. Dieser Sachverhalt wird viele schmerzen, die gern etwas Sensationelles, Außergewöhnliches erfahren möchten. Die Tatsache, daß im betreffenden Gebiet internationale Forschungen durchgeführt werden, steht in keinem Zusammenhang mit "außernatürlichen" Erscheinungen.

Möglicherweise sind einige Leser mit dem Gesagten nicht zufrieden, haben andere Ansichten oder möchten weitere Informationen erhalten. Der Autor dieses Beitrages würde sich über Zuschriften freuen. Vielleicht könnte daraus auch noch ein dritter Teil entstehen!



Sojus 22 und die Multispektralkamera MKF-6 des VEB Carl Zeiss Jena

Dr. Ing. Achim Zickler

In den Mittelpunkt der durch die Kosmosforschung zu lösenden Aufgaben stellten die Partei- und Staatsführungen der UdSSR und der DDR die Nutzung der Kosmosforschung für die Belange der Volkswirtschaft. Eine daraus abgeleitete Schwerpunktaufgabe ist die Erforschung und Erkundung der Erde, ihrer Konfiguration, ihrer Bodenschätze und vieler anderer Parameter aus dem Kosmos.
Dabei erweist es sich als sinnvoll, die Erde unter anderen spektralen Bedingungen zu untersuchen, als es mit dem Auge oder mit normalen Fotoeinrichtungen mit verhältnismäßig breiter spektraler Empfindlichkeit möglich ist. Die Reflexion und Remission aller irdischen Elemente ist über den breiten Spektralbereich vom Ultraviolett bis ins Infrarot keinesfalls gleichmäßig. Verschiedene Böden, Gewässer, Pflanzen, Gebäude - kurz gesagt alle irdischen Elemente - zeigen in schmalbandigen Spektralbereichen ganz charakteristische Absorptionen, die Aufschluß über ihren Zustand und z. T. auch über ihren Inhalt ermöglichen.

Aus diesem Grunde ist es von großem Interesse, fotografische Aufnahmen der Erde in den verschiedensten Spektralbereichen durch schmalbandige Filter auf Schwarzweißfilm anzufertigen. Gelingt es, Aufnahmen eines Gebietes gleichzeitig in mehreren derartigen Spektralbereichen zu machen, so kann man den ohnehin schon hohen Informationsgehalt der Einzelbilder durch Kombination mehrerer Bilder (Projektion übereinander mit einem geeigneten Projektor - MSP-4) noch beträchtlich erhöhen. Multispektralaufnahmen dieser Art ermöglichen es, die Kennt-

nisse über die Beschaffenheit der Erde, ihre Bodenschätze, ihre Verschmutzung, ihre Vegetation zu vervielfachen und außerdem laufend zu aktualisieren. Die Multispektraltechnik hat somit eine große Bedeutung für nahezu alle volkswirtschaftlichen Bereiche. Sie gestattet es, rasch und effektiv eine Fülle von Informationen zu gewinnen, die für die Geologie, Geographie, Geodäsie, Hydrologie, den Umweltschutz, die Land- und Forstwirtschaft sowie für viele andere Bereiche großen Nutzen bringen.
Die zu lösende Aufgabe bestand nunmehr darin, in einer Kamera ein Optimum an zeitlicher und damit auch an örtlicher Übereinstimmung mehrerer Einzelbilder zu erreichen. Diese Aufgabe stellte aber ebenso höchste Anforderungen an die Qualität der optischen Systeme wie an die mechanische Konstruktion. Es galt, unter Zugrundelegung der vorliegenden sowjetischen Erfahrungen ein Weltspitzenerzeugnis zu konstruieren und zu bauen.

Diese Aufgabe wurde vom VEB Carl Zeiss JENA in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für kosmische Forschung Moskau mit der Entwicklung und dem Bau der sechskanaligen Multispektralkamera MKF-6 gelöst. Beim Weltraumflug mit Sojus 22 haben die sowjetischen Kosmonauten BYKOVSKI und AXJONOV die Kamera eingesetzt und mit ihr rund 2000 Multispektralaufnahmen der Erde angefertigt.
Die Kamera wurde entsprechend den Richtlinien für den kosmischen Einsatz konstruiert. Das findet seinen Ausdruck in einer Reihe ausgewählter konstruktiver Merkmale und in der Auswahl der eingesetzten Werkstoffe.
Um die Sicherheit der Kosmonauten in Sojus 22 nicht zu gefährden und auch Ausfälle der Kamera möglichst zu verhindern, waren viele Bemühungen und Versuche notwendig. Besonderes Augenmerk galt dabei dem Start und den dabei auftretenden hohen mechanischen Belastungen, die zu keinerlei Veränderungen der Geräteparameter führen dürfen. Es dürfen aber auch keine, die Sicherheit im Raumschiff beeinträchtigenden Schäden auftreten. Dem toxikologischen und brandschutztechnischen Verhalten aller verwendeten Werkstoffe mußte allergrößte Aufmerksamkeit gewidmet werden.
Aus diesen Gründen gingen dem ersten einsatzfähigen Mustergerät zahlreiche Vormuster voraus, die dem endgültigen weitgehend entsprachen, aber nur für Versuche verwendet wurden.

Für alle Arbeiten begann die Diskussion der Aufgabenstellung Ende des Jahres 1974 und die Fixierung der Aufgaben in einer abgestimmten Aufgabenstellung zu den Geräten im Juli 1975. Die Realisierung erfolgte in engster Zusammenarbeit mit dem Institut für kosmische Forschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Moskau und mit Hilfe des Instituts für Elektronik der Akademie der Wissenschaften der DDR. Um die Lösung der gestellten Aufgaben in der gegebenen kurzen Frist zu sichern, wurden völlig neue Formen der Zusammenarbeit aller beteiligten Bereiche im VEB Carl Zeiss JENA entwickelt und erfolgreich angewendet.

Nach allen notwendigen Vormustern konnte Anfang 1976 die einsatzfähige MKF-6 der UdSSR zum Einbau in das Raumschiff Sojus 22 als Beitrag der DDR zur Realisierung der Interkosmos-Aufgaben übergeben werden. Mit dem erfolgreichen Flug von Sojus 22 im September 1976 und dem vorliegenden hervorragenden Resultat - 2000 Multispektralaufnahmen von Gebieten der UdSSR und der DDR in ausgezeichneter Qualität - fand die in JENA geleistete Qualitätsarbeit ihre überzeugende Bestätigung. Gegenwärtig wird an der Auswertung der Aufnahmen gearbeitet. Schon die ersten Ergebnisse beweisen, daß der Nutzen für die Volkswirtschaften der UdSSR und der DDR unschätzbar groß ist. So reichen die Anwendungen u. a. von der Erforschung der Schiffbarkeit der Flüsse in der Zone des Dauerfrostbodens im Norden der UdSSR über die Optimierung der Streckenführung der BAM bis zur Entdeckung von Lagerstätten von Bodenschätzen. Beispielsweise konnte eine etwa für 5 Jahre geplante Expedition zur Erkundung der Schiffbarkeit des Vil'uj, eines Nebenflusses der Lena, durch gezielte stereoskopische Auswertung der entsprechenden Aufnahmen aus Sojus 22 abgesetzt werden. Die mit einem hohen Überdeckungsgrad gemachten Aufnahmen erlauben eine einwandfreie stereoskopische Auswertung und daraus konkrete Aussagen über die Möglichkeiten der Schiffahrt auf diesem für das betroffene Gebiet einzig möglichen Transportweg.

(gekürzt aus "Jenaer Rundschau", 6/1977)

Wissenswertes:

Neues Verfahren zur Aluminiumherstellung

Das traditionelle Verfahren zur Aluminiumherstellung beruht auf der Schmelzelektrolyse von Al_2O_3 in Kryolith (Na_3AlF_6). Da dieses Verfahren sehr energieintensiv ist (Elektrolyse bei hoher Temperatur), wird an Neuentwicklungen gearbeitet.
Bei einem dieser neuen Verfahren werden die oxidischen Rohstoffe (Tonerde) mit Chlor unter Zusatz von Koks in Chloride umgewandelt. Nach Abtrennen der anderen Metallchloride wird $AlCl_3$ elektrolysiert, wobei Al und Cl, das wieder dem ersten Prozeßschritt zugeführt werden kann, entsteht.
Die Energieeinsparung soll bei 3o% liegen.

Wie störanfällig sind Kernkraftwerke ?

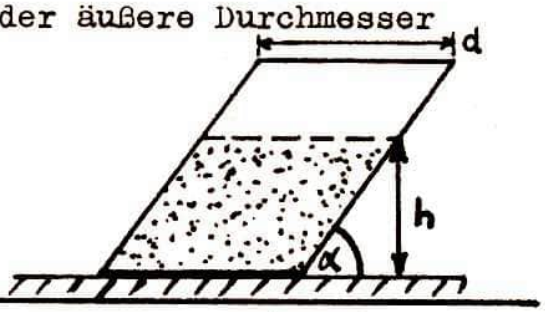
Untersuchungen über die Störanfälligkeit von Kernkraftwerken haben gezeigt, daß es 10 000 bis 100 000 mal wahrscheinlicher ist, daß ein Unbeteiligter durch einen Flugzeugabsturz (das Flugzeug fällt einem auf den Kopf) ums Leben kommt, als durch Störanfälle beim Betrieb eines Kernkraftwerkes.

Erdgas - die Energiequelle von Morgen

Aufgrund der bisher nachgewiesenen Erdgasreserven und des voraussichtlichen Bedarfs sollen die Vorräte bis wiet über das Jahr 2ooo reichen. Mehr als 75% der erkundeten Erdgasvorkommen liegen in der Sowjetunion, im Mittleren Osten, in Afrika und im nordwesteuropäischen Schelfgebiet. Damit reichen die Erdgasreserven länger als die gewinnbaren Uranreserven bei weiterer Verwendung in Leichtwasserreaktoren. (Hi)

physikaufgabe 31

Ein als masselos angesehener schiefer Hohlzylinder, der auf einer horizontalen Unterlage steht (siehe Skizze), wird mit Wasser gefüllt. Bis zu welcher Höhe h (senkrecht zur Unterlage gemessen) kann der Zylinder gefüjjt werden, ohne daß er umkippt ?
Der Neigungswinkel α beträgt 45° , der äußere Durchmesser d = 20 cm .



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.

Im folgenden setzen wir nun die bereits in Heft 8/11. Jg. begonnene Folge der Schülerversuche mit einem einfach durchzuführenden Experiment zur Optik fort.

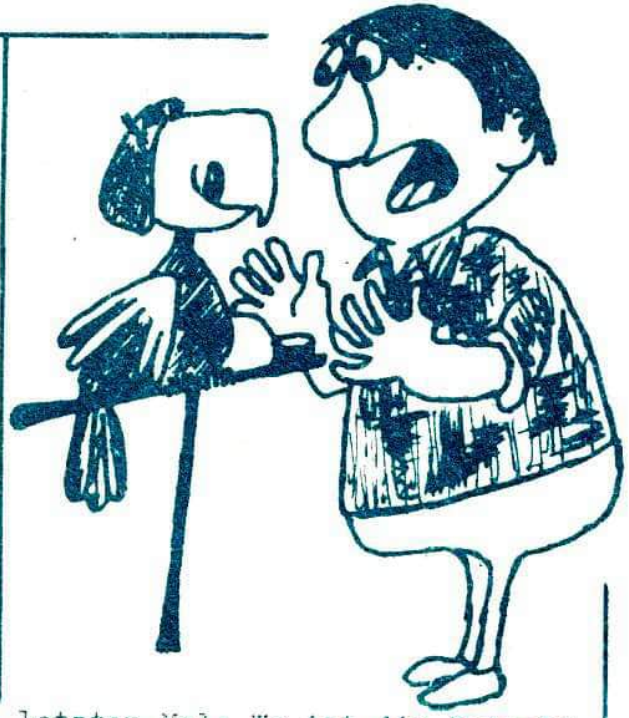
schülerversuch II (Optik)

Auf recht einfache Art und Weise kann man die'Polarisation von einfarbigem Licht durch Reflexion' nachweisen. Benötigt werden dazu: 1 Diaprojektor, 1 gelbes (o.a.) Farbfilter (vom Fotoapparat), 2 saubere Glasscheiben (10x10 cm^2, Fensterglas), 1 weiße Wand und 1 abgedunkelter Raum. Der Diaprojektor dient als intensive Lichtquelle, das Farbfilter,hinter dem Lichtaustritt an Stelle eines Dias gebracht, zur Erzeugung von einfarbigem Licht. Die eine Glasscheibe dient zur Erzeugung des polarisierten Lichtes, die andere zu dessen "Nachweis". Die weiße Wand ist die Projektionsfläche. Es ist außerdem günstig, wenn man hinter das Filter noch eine sog. Lochblende bringt, die einfach aus einem Stück Pappe mit einem Loch (ca. 2 bis 3 mm Durchmesser), an die Stelle des Dias gebracht, besteht.
Die Aufgabe ist nun, mit Hilfe der Stellung der ersten Platte linear polarisiertes Licht zu erzeugen, es mit der zweiten Glasplatte nachzuweisen und den Einfallswinkel des Lichtstrahls auf die erste Platte zum Lot hin zu bestimmen.

Die Selbstkritik hat viel für sich.
Gesetzt den Fall, ich tadle mich:
So hab ich erstens den Gewinn,
Daß ich so hübsch bescheiden bin;
Zum zweiten denken sich die Leut,
Der Mann ist lauter Redlichkeit;
Auch schnapp ich drittens diesen Bissen
Vorweg den andern Kritiküssen;
Und viertens hoff ich außerdem
Auf Widerspruch, der mir genehm.
So kommt es denn zum Schluß heraus,
Daß ich ein ganz famoses Haus.

Wilhelm Busch

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."



"Zum letzten Mal: Wo ist die Katze?"

<u>Affen unter sich</u>

"Was machst du jetzt?" fragte ein Affe den anderen.
"Raumforschung", sagte der zweite Affe, "und, mein Lieber, das ist schrecklich! Sie schnüren mich zusammen, pressen mich in eine Blechkabine, schießen mich in eine Umlaufbahn und lassen mich schließlich in einem Fallschirm in den Ozean fallen."

"Das klingt hart", sagt sein Freund mit Mitgefühl, "aber warum gibst du denn das nicht auf?"
"Ubs, und zurückgehen zur Krebsforschung?"

"Ich gebrauchte neulich Ihr Mittel gegen Schlaflosigkeit, und schon nach zwei Stunden fand ich meine lange vermißte Brille wieder."

So schnell wie Frauen avancierte nicht einmal Napoleon. Kaum umworben, werden sie gefreit, und dann sind sie auch sofort Oberbefehlshaber.