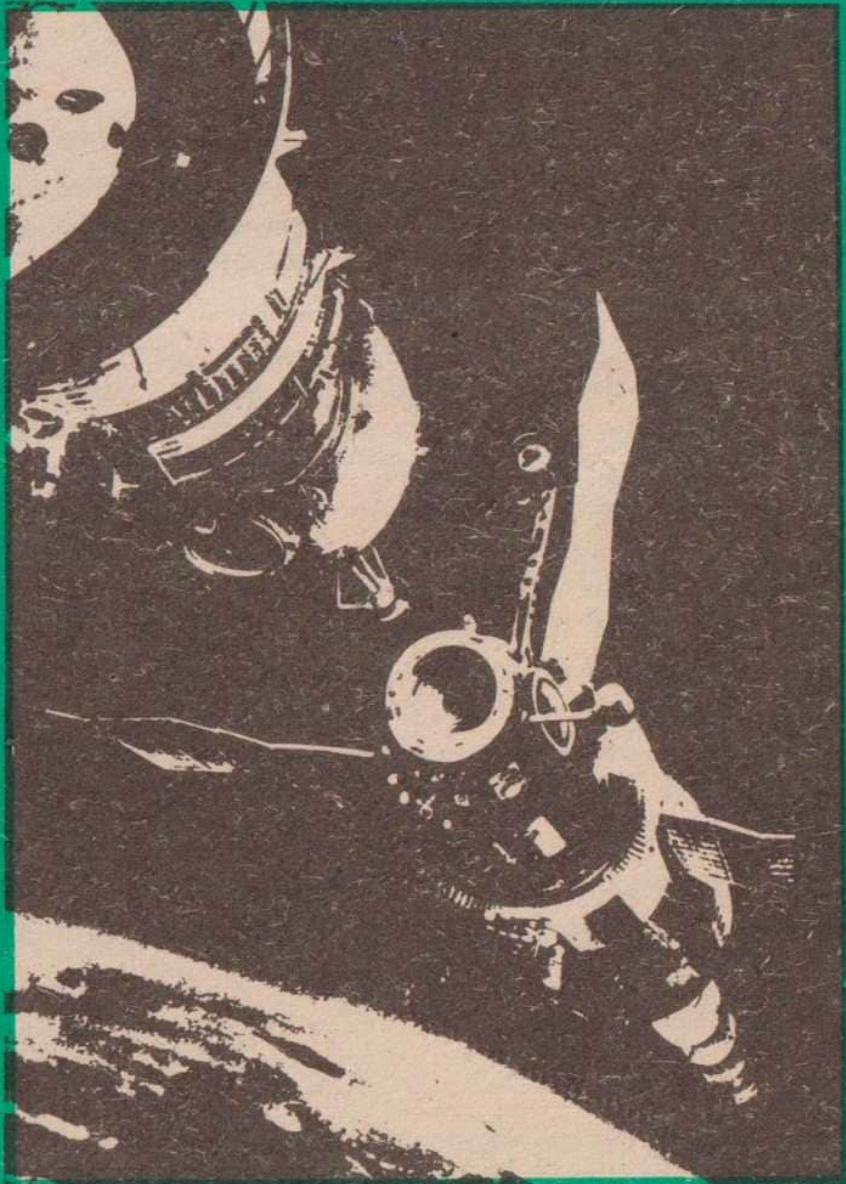


impuls 68

1



Liebe Leser



Mikroelektronik



Silber –

Vergangenheit und Zukunft



Salitonen



9. Gravitationskongreß



Internationale wissenschaft-
liche Zusammenarbeit

Titelbild: Orbitalkomplex
Soyuz 27 / Salut 6 / Soyuz 28
(L. O.)



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

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

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

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

Liebe Leser		3
Mikroelektronik – Gestern, heute morgen	PHY	5
Silber – Ein Element mit Vergangenheit und Zukunft	CHE	9
Solitonen im TU-Ferienheim	PHY	13
Zum 9. Gravitationskongreß	INT	17
Mosaik		23
Die Notwendigkeit internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit	DOK	25
Büchermarkt		30

liebe eser

Das erste Heft des nunmehr zwölften Jahrgangs liegt vor Ihnen, und wir hoffen, daß es Ihnen gefällt.

Wie jedes Jahr haben wir uns in der Redaktion auch dieses einiges vorgenommen. Zum Beispiel Pünktlichkeit! Um diesen heikelsten Punkt der Redaktionsgeschichte mit neuem Glanz zu erhellen, traf sich die Redaktion schon am 15. April zur Vorbereitung des zwölften Jahrgangs. Und so sind diese Zeilen auch Mitte April geschrieben worden. Und als Sie, liebe Leser, Ihre wohlverdienten Ferien angetreten hatten, sollte schon das Dezemberheft auf dem Weg zur Druckerei sein. Und... Und...

Doch das viele "Und" wird Sie wohl kaum interessieren. Viel wichtiger für Sie ist hoffentlich der Inhalt von "impuls 68". Aber wozu sollen wir uns eigentlich Gedanken machen? Die Leserpost gibt da nicht viele Anregungen. Also - die Leser sind voll zufrieden! Wirklich?

Jeder sich für sein Fach interessierende Lehrer hat doch sicherlich gute Anregungen für effektive Themenvorschläge! Der Schüler soll doch von "impuls 68" profitieren können. Aber auch Schüler sollen sich Gedanken machen!

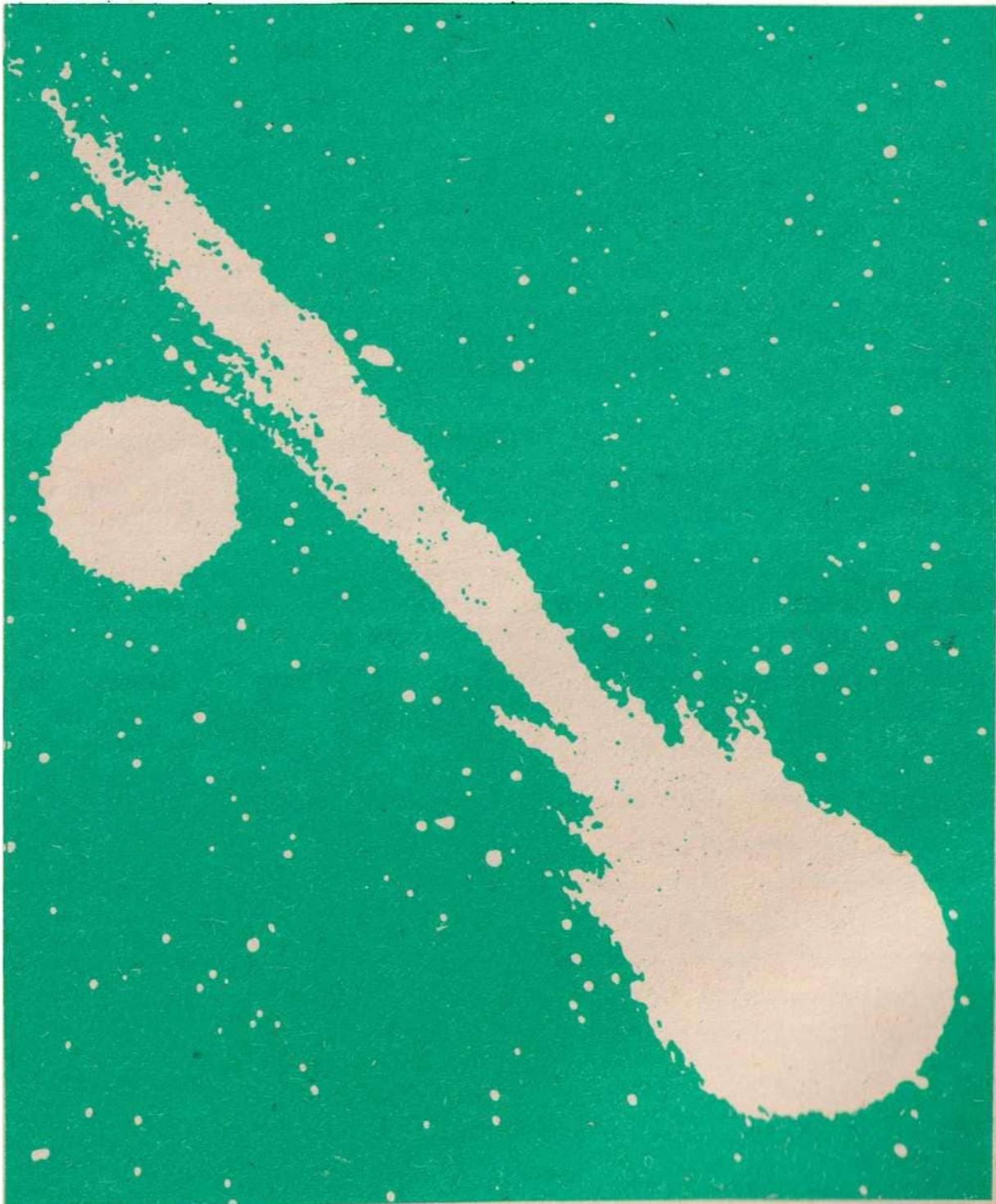
Wahrscheinlich ist unser Niveau noch viel zu niedrig. Sonst kämen bestimmt geharnischte Beschwerdebriefe in die Redaktion geflattert! (Wir glauben das mit dem zu niedrigen Niveau zwar nicht - manches verstehen wir ja schon selber nicht mehr - doch die Meinung der "impuls 68"-Leser ist uns heilig). Wer will schon eine Zeitschrift abonnieren, deren Inhalt man nicht versteht, doch die Abonnentenzahlen steigen.

Die Redaktion hofft, daß die Post die nun ankommenden Hinweise der Leser überhaupt bewältigen kann! Wir bedanken uns schon im voraus für Ihre Mitarbeit an der Schüler-Zeitschrift "impuls 68".

"impuls 68" möchte Ihnen, liebe Leser, einen schönen und erfolgreichen Schuljahresanfang und den etwas "reiferen" Lesern einen guten Arbeitsbeginn nach dem Urlaub wünschen. "impuls 68" soll Ihr steter guter Begleiter sein.

Ihr

Wilfried Kied



Mikroelektronik - gestern, heute, morgen

Als ich vor drei Jahren in dieser Zeitschrift einen Artikel unter der Überschrift "Wie entwickelt sich die Mikroelektronik?" (Heft 3, 9. Jahrgang) veröffentlichte, war mir nicht so richtig bewußt, wie schnell sich die Mikroelektronik entwickeln wird.

Inzwischen sind Maschinen und Geräte auf Grundlage der Mikroelektronik entstanden, die eine völlig neue Qualität darstellen.

Doch bei allem in-die-Zukunft-schauen sollte man nicht den Entwicklungsweg zur neuen Qualität - sprich Mikroelektronik - vergessen.

Mit der Entwicklung des Transistors vor rund einem viertel Jahrhundert erhofften sich die Wissenschaftler eine Revolution auf dem Gebiet der Elektronik. Denn, der Transistor ist gegenüber der Elektronenröhre bedeutend zuverlässiger, er braucht weniger Energie und ist kleiner. Aber die ersten Transistorjahre nahm man mühsam. Der Transistor ist nicht einfach eine "Röhre ohne Heizung". Transistorspezifische Schaltungen wurden entwickelt.

Und auch die Röhre ging nicht baden. Sie erlebte durchaus einen "zweiten Frühling"; für Spezialgebiete war sie nicht wegzudenken. So gelang es erst in den letzten Jahren hochspannungsfeste Transistoren zu entwickeln. Eine Verstärkerstufe von einigen Watt Leistung schafft eben eine Röhre; für die gleiche Leistung benötigt man aber schon eine Hand voll Transistoren (abgesehen von auch mehr Widerständen und Kondensatoren). Wo Energie und Platz vorhanden war, wie im Fernseher, war der Röhreneinsatz an dieser Stelle ökonomischer.

Die zweite Phase der Halbleiterentwicklung begann schon zehn Jahre später. Man versuchte, ganze Schaltungen - bestehend aus Transistoren, Dioden, Widerständen und anderen Bauelementen -

auf die Oberfläche von Halbleiterplättchen "aufzudrucken". Diese Entwicklungsphase war im wesentlichen durch technologische und konstruktive Verbesserungen möglich geworden.

Warum bestand die Tendenz zur Mikroelektronik?

Der Anlaß war ursprünglich die Forderung nach Minimierung des Raumbedarfs und der Masse der Geräte sowie die Erhöhung der Zuverlässigkeit. Ohne Mikroelektronik wäre z. B. die Raumfahrt praktisch unmöglich. Im folgenden nun einige Gesichtspunkte zur neuen Bauelementengeneration.

Zuverlässigkeit der Bauelemente

Die erste elektronische Rechenmaschine auf Röhrenbasis (1946) bestand aus 35 000 Röhren. Aufgrund der durchschnittlichen Ausfallraten arbeitete diese Röhrenrechenmaschine höchstens einige Stunden störungsfrei.

Moderne Rechenanlagen bestehen aus rund 250 000 Schaltkreisen.

Wieso sind aber moderne Rechner so zuverlässig?

Bei integrierten Schaltkreisen (IC) sind viele Transistoren, Dioden, Widerstände und andere Bauelemente auf einem Substrat kompakt aufgebracht. Man erspart sich damit viele anfällige Löt- und Steckverbindungen. Und wie oft hat man schon gehört: Fehlerquelle war eine kalte Lötstelle!

Auf einem fingernagelgroßen Siliziumplättchen werden z. Z. 30 000 einzelne logische Funktionen untergebracht. Auf diesen sogenannten Chips sollen in den achtziger Jahren etwa eine Million Funktionen zur Wirkung kommen.

Bauelement	Ausfallrate in % je 1000 Betriebsstunden
Kohleschichtwiderstand	0,2
Papierkondensator	0,1
Lötverbindung	0,03
Gleichrichterröhre	1,0
Si-Planardiode	0,002
Triodenröhre	0,5
Si-Leistungstransistor	0,05
Si-Planartransistor	0,005
Integrierter Schaltkreis	0.0001

Durch den kompakten Aufbau der integrierten Schaltkreise mit vielen Schaltfunktionen (entsprechend auch analogen Funktionen) haben sie eine Zuverlässigkeit, die gleich der eines einzelnen diskreten Bauelements ist.

Mikroprozessor - nur ein Schlagwort?

Die 6. Tagung des ZK der SED stellte fest: "Die beschleunigte Entwicklung, Produktion und Anwendung der Mikroelektronik ist eine Kernfrage des wissenschaftlich-technischen Fortschritts."

Spricht man von Mikroelektronik im Allgemeinen, so denken Experten besonders an Mikroprozessoren. Mikroprozessoren sind nach dem Schaltplan einer EDV-Zentraleinheit kombinierte Funktionen. Sie haben das gleiche "Drumherum" wie EDV-Anlagen: Speicher, Ein- und Ausgabeeinheiten. Diese "Kleinstrechner" sind fast universell programmierbar und stellen sozusagen einen Standardbaustein dar. Aufgrund der freien Programmierbarkeit sind sie universell einsetzbar und können deshalb in großen ökonomischen Stückzahlen gefertigt werden. Ihre Kleinheit ermöglicht es, sie direkt in Anlagen und Geräte einzubauen.

Ein oft zitiertes Produkt mit einem Mikroprozessor als Herz ist der Taschenrechner; ihm sieht man den Rechner = Prozessor schon äußerlich an. Aber auch Quarzuhren und automatische Kameras lassen sich damit bauen. Ein Mikroprozessor kann z. B. den Programmablauf einer Waschmaschine steuern. Seine volkswirtschaftlich viel bedeutendere Rolle wird dieser "Wunder"-IC in der Technik haben. So warten schon Konstrukteure darauf, ihn in Werkzeugmaschinen, Medizingeräten, Fahrzeugen, ja zur Steuerung ganzer Industrieanlagen einzusetzen. Somit wird "Mikroprozessor" nicht nur ein Schlagwort, sondern eine grundlegende Seite der wissenschaftlich-technischen Revolution.

Sind der Mikroelektronik Grenzen gesetzt?

Um elektronische Bauelemente herstellen zu können, sind Silizium-halbleitersubstrate notwendig, die eine Reinheit von besser als ein Fremdatom auf 10^8 Halbleiteratome aufweisen. Jedes Staubkorn ist gleichbedeutend mit einem Nichtfunktionieren des Elements. Die Leiterbahnen sind dünner als ein Tausendstel Millimeter.

Gibt es da noch Verbesserungschancen? Die momentane Entwicklung sagt ein eindeutiges "Ja". Zum einen liegen die Reserven in der Herstellung (z. B. GaAs statt Si, Ionenimplantation) und zum anderen in der Anwendung selber. Denn ein Mikroprozessor nützt nur etwas, wenn er verwertbare elektrische Daten erhält und seine Ausgabedaten auch "verstanden" werden. Auf diesem anwendungstypischen Gebiet eröffnen sich große Entwicklungsmöglichkeiten, von denen selbst Fachleute heute nur träumen. Es ist eine Herausforderung an Wissenschaft, Technik, Technologie und Produktion. Es gilt, sie anzunehmen!

impuls - lexikon

Brisanz

Der Begriff der Brisanz bezeichnet eine Sprengkraft, insbesondere die zertrümmernde Kraft eines detonierenden Explosivstoffes. Langsamer abbrennende Sprengstoffe dagegen haben eine mehr treibende Wirkung. Zum zahlenmäßigen Vergleich der Brisanz verschiedener Explosivstoffe dient der Brisanzwert. Er ist das Produkt aus Detonationsgeschwindigkeit, spezifischem Detonationsdruck und Dichte des Explosivstoffes.



PCA-Effekt

PCA ist eine Abkürzung aus dem Englischen und heißt Polar Cap Absorption. Es handelt sich um einen mehrere Stunden bis mehrere Tage anhaltenden Effekt extrem starker Dämpfung (Absorption) von Funkwellen in der Ionosphäre über den Polargebieten der Erde. Er kann dort zum Zusammenbruch der Funkverbindungen führen. Verursacht wird dieser Effekt durch exzessive Ionisation der Atmosphäre durch energiereiche Protonen, die von starken Eruptionen auf der Sonne ausgeschleudert werden.

Roland Colditz
Diplom-Chemiker
Sektion Chemie
der FSU

Silber - Ein Element mit Vergangenheit und Zukunft

Wenn die Archäologen recht haben, war Silber das dritte Metall, das vom Menschen in Benutzung genommen wurde, und zwar etwa 2500 v.u.Z. in Kleinasien. Obwohl über vereinzelte Funde von Stufen gediegenen Silbers im Gewicht von mehreren Kilogramm, in einem Fall (im 15. Jahrhundert in Schneeberg) sogar von 20 Tonnen berichtet wird, so kommt doch Silber meist in Form von Erzen vor, von denen Silberglanz Ag_2S , Antimonsilberblende Ag_3SbS_3 , Arsensilberblende Ag_3AsS_3 und Hornsilber AgCl die wichtigsten sind. Große Mengen Silber werden jedoch aus Bleierzen gewonnen, die bis 1 % Silber enthalten.

Zur Silbergewinnung werden die silberhaltigen Bleierze abgeröstet und die entstehenden Oxide reduziert, wobei sich eine Blei-Silber-Legierung bildet. Diese wird nach besonderen Verfahren an Silber angereichert und die verbleibende silberreiche Legierung so lange an der Luft geschmolzen, bis alles Blei oxydiert ist und Silber zurückbleibt. Dieses wird meist elektrolytisch gereinigt.

Ogleich das Silber in der Wertschätzung der Menschen ziemlich früh vom Gold auf den zweiten Platz verwiesen wurde, hat es die Politik und Wirtschaft bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts so stark beeinflusst wie kein anderes Metall. Die griechischen Silbergruben von Laureion trugen viel zur dominierenden Stellung Athens in der Antike bei. In römischer Zeit war die Übernahme eines Staatsamtes in der silberliefernden Provinz Spanien sehr einträglich und oft Sprungbrett politischer Karrieren. Der Silberreichtum Spaniens, das ursprünglich den Karthagern gehörte, war wahrscheinlich auch ein Grund für die Punischen Kriege.

Das mittelalterliche Deutschland verdankte viel von seiner damaligen dominierenden Stellung dem Umstand, daß es bis zur Ent-

deckung Amerikas rund $\frac{3}{4}$ des Silbers der alten Welt produzierte. Der Silberbergbau in Freiberg wurde 1163 aufgenommen, hatte seine Blütezeit im 15. und 16. Jahrhundert und wurde erst 1913 eingestellt. Zahlreiche Städte jener Zeit (z. B. Annaberg und Schneeberg) verdankten dem Silber ihre Gründung und ihren Wohlstand. Im Jahre 1510 wurden die ergiebigen Silbergruben von Joachimsthal (Jachimov) in Betrieb genommen; aus dem dort gefördert Silber wurden 1519 die ersten "Joachimsthaler" geprägt, die man später einfach "Taler" nannte und die jahrhundertlang eine Art Weltmünze waren (u. a. leitet sich von ihnen das Wort "dollar" ab). Überhaupt war Silber vom Altertum bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts das vorherrschende Münzmetall.

Auf Grund seiner chemischen Widerstandsfähigkeit (es wird nur von Salpetersäure, warmer konzentrierter Schwefelsäure und Zyanidlaugen angegriffen) wurde Silber gerne zu Tafelgeräten verarbeitet, meist als Legierung mit 20 % Kupfer. Silberne Bestecke waren bis zur Erfindung der hochlegierten Stähle diejenigen, die mit den Speisen am wenigsten reagierten; sie sind auch heute noch wegen ihres Glanzes und ihrer Polierfähigkeit geschätzt, obgleich sie in Gegenwart von Schwefelverbindungen unter Bildung von schwarzem Silbersulfid "anlaufen". Da in der Luft immer geringe Mengen Schwefelwasserstoff enthalten sind, werden Silbergegenstände allmählich dunkel.

Eine weitere wertvolle Eigenschaft des Silbers ist die hohe Leitfähigkeit für Elektrizität und Wärme. In Verbindung mit seiner chemischen Widerstandsfähigkeit und Dehnbarkeit sind das ideale Eigenschaften für die Elektroindustrie. Außerdem wird Silber zur Herstellung von Schmuckgegenständen, Spiegeln, Katalysatoren, Arzneimitteln u.a. verwendet.

Neben all diesen Verwendungsarten gibt es einen Industriezweig, der am Silberverbrauch mit 25-30 % beteiligt ist und der das Silber so gründlich verwandelt, daß mit einer Rückgewinnung nicht gerechnet werden kann: die photochemische Industrie.

Als Entdecker der Negativ-Positiv-Photographie kann der Engländer W. H. F. Talbot (1800-1877) angesehen werden, der feststellte, daß auf einem mit Silberchlorid präparierten Papier Bilder entstehen, bei denen Hell und Dunkel vertauscht sind. Er entwickelte sie mit Gallussäure (3,4,5-Trihydroxybenzoesäure) und stellte von den so erhaltenen "Negativen" durch "Umkopieren" Po-

sitive her. Wenig später erfand der Franzose H. Bayard die heute noch übliche Fixierung mit Natriumthiosulfat-Lösung.

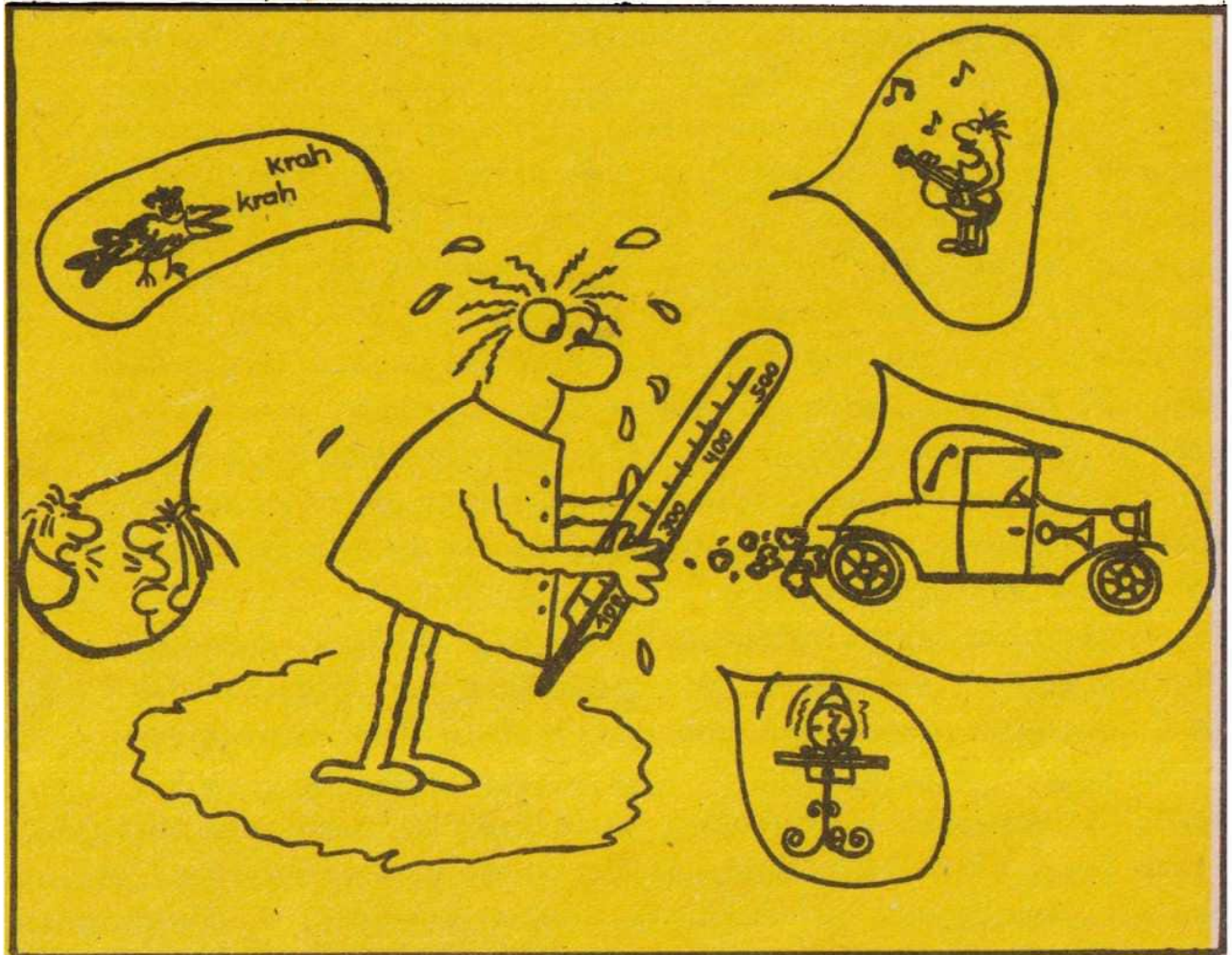
Außer den Silberhalogeniden gibt es noch viele andere lichtempfindliche Stoffe (Diazoniumverbindungen, Azide, Goldchlorid, Farbstoffe); einige von diesen sind nicht viel weniger oder sogar ebenso empfindlich gegen Licht wie die Silberhalogenide.

Es gibt auch Verfahren zur Bildaufzeichnung für spezielle Zwecke, die von solchen Stoffen Gebrauch machen. Silberhalogenid-Materialien sind jedoch universell anwendbar und allen anderen dadurch überlegen, daß bei ihnen das direkt durch die Lichteinwirkung entstehende unsichtbare ("latente") Bild mit Hilfe der Entwicklung zu einem sichtbaren Bild verstärkt werden kann.

Der Faktor für diese Verstärkung beträgt rund 10^9 ; ähnlich hohe Verstärkungen können erst seit kurzer Zeit auf elektronischem Wege bei Fernsehbildern erreicht werden. Die Photographie hat sich in den letzten 100 Jahren nicht nur das tägliche Leben, sondern auch weite Bereiche der Wissenschaft und Technik erobert (man denke nur an den Röntgenfilm für medizinische Zwecke und an die Werkstoffprüfung).

Die Produktion der Photoindustrie der Welt an Geräten und Materialien entsprach im Jahre 1966 einem Wert von 13 Milliarden Mark. Obgleich photographisches Material im Durchschnitt nur 2 bis 10 g/m^2 Silber enthält, sind zu seiner Herstellung bedeutende Silbermengen erforderlich. Beim Farbfilm kann zwar theoretisch das gesamte eingesetzte Silber zurückgewonnen werden, dieses Ziel ist jedoch noch nicht vollkommen erreicht. Beim Schwarz-Weiß-Film besteht das Bild selbst aus feinverteiltem Silber, so daß eine Rückgewinnung nicht möglich ist. Dadurch muß es zu einer immer stärkeren Silberverknappung kommen, und namhafte Wissenschaftler vertreten heute die Ansicht, daß die Silbervorräte der Erde in wenigen Jahren erschöpft sein werden. Sollte sich dies bewahrheiten, dann wäre Silber der erste industrielle Rohstoff, der der Menschheit ausgeht. Aus diesem Grunde und wegen des ständig steigenden Silberpreises sucht man in der ganzen Welt angestrengt nach Möglichkeiten, die Silberhalogenidverfahren durch Nicht-Halogensilber-Verfahren abzulösen. Die Anwendung dieser silberfreien Aufzeichnungsverfahren (siehe Heft 4 und 5, 11. Jahrgang) würde den Silbermarkt sehr stark entlasten und dem Silber in den anderen, oben genannten Verwendungsarten eine gesicherte Zukunft bieten.

Physikalischer Wundermensch



Durch Addition von täglichen Geräuschen des Weckers, von Radio, Straße, Eisenbahn, Werkstatt, Unterhaltungen usw. erträgt er eine Berieselung von 1085 Phon pro Tag.

(Wer so rechnet, muß abends das 12-fache seiner normalen Körpertemperatur erwarten, also rund 432°C .)

- Erste Winterschule des Dresdener Seminars für Theoretische Physik im Zeichen des 150sten Jahrestages der TU Dresden -

Vom 9. - 13.1.1978 fand in Gaußig bei Bautzen eine Winterschule über "Solitonen und ihre Anwendung in der theoretischen Physik" statt. Der Tagungsort beherbergte eine Woche lang theoretische Physiker, Mathematiker und Vertreter der Ingenieurwissenschaften aus allen Teilen der Republik, aus der UdSSR und der VR Polen. Neben einer stark vertretenen Delegation der TU Dresden mit Vertretern der Sektionen Physik, Mathematik und Energieumwandlung fanden sich auch am "Solitonenproblem" Interessierte aus naturwissenschaftlichen Sektionen anderer Universitäten und Hochschulen sowie von verschiedenen Instituten der AdW der DDR ein. Unsere ausländischen Gäste kamen vom Vereinigten Institut für Kernforschung Dubna sowie von den Instituten für Theoretische Physik der Universitäten Warschau und Wrocław.

Was sind nun eigentlich "Solitonen", die so starkes Interesse unter den Vertretern der verschiedenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen erzeugen? Aus den Vorträgen, die in die mathematischen Grundlagen einführten, konnte man erkennen, daß bestimmte nichtlineare Differentialgleichungen, die in ganz verschiedenen Gebieten der theoretischen Physik als Bewegungs- oder Evolutionsgleichungen auftreten, Wellenpakete besonderer Stabilität als Lösungen besitzen. Diese Wellenpakete breiten sich ohne Formveränderung mit konstanter Ausbreitungsgeschwindigkeit aus und bleiben sogar unverändert erhalten, wenn sie auf andere derartige Wellenpakete treffen. Sie werden Solitonen genannt! Die große Stabilität dieser Solitonen kommt durch die Balance von Nichtlinearität und Dispersion des Mediums zustande. Übrigens führt im Unterschied hierzu die Balance von Nichtlinearität und Dissipation zu den ebenfalls sehr interessanten und hochaktuellen dissipativen Strukturen der Nichtgleichgewichtstatistik.

Eine große Zahl von Vorträgen befaßte sich mit der detaillierten Betrachtung konkreter Erscheinungen, bei denen Solitonen auftreten. Diese spielen in der Elementarteilchenphysik und Quantenfeldtheorie, in Plasmen, insbesondere bei der Wechselwirkung von Strahlung mit einem Plasma, in der nichtlinearen Optik, bei der Supraleitung und bei der Supraflüssigkeit des Helium-Isotops He^3 unterhalb von 2,6 mK eine große Rolle. Außerdem existiert das Solitonenproblem in Ferromagnetika, bei Versetzungen, bei Rekurrenzerscheinungen, bei der Bewegung von Domänenwänden, in anharmonischen Gittern im Verschiebungsregime und bei kritischen Fluktuationen struktureller Phasenumwandlungen. Solitäre Lösungen finden sich sowohl bei der Anregung von Eiweißmolekülen als auch in der Astrophysik (Whistlersolitonen in kosmischen Plasmen, Spiralarme der Galaxien). Damit ist der Anwendungsbereich längst nicht erschöpft. So gibt es neben den aufgezählten doch ziemlich komplizierten Erscheinungen auch ein recht einfaches Beispiel für das Auftreten von Solitonen im Bereich unserer Makrowelt. Ein der unmittelbaren Beobachtung zugängliches Beispiel von Wellen mit Dispersion sind ja Schwerewellen an Wasseroberflächen. Der nichtlineare Effekt ergibt sich dabei in der Vergrößerung der Steilheit der Wellenfront, die schließlich zum Überkippen der Welle führt. Mit zunehmender Wassertiefe tritt immer mehr die Dispersion in Erscheinung, d.h. Wellen mit unterschiedlicher Wellenlänge besitzen unterschiedliche Geschwindigkeit, so daß der nichtlinearen Zunahme der Steilheit der Wellenfronten durch dispersives Zerfließen Einhalt geboten wird. Es entsteht somit aus dieser Balance ein Soliton, das sich mit konstanter Ausbreitungsgeschwindigkeit und unter Beibehaltung der Form über die Wasseroberfläche bewegt. Solch eine Beobachtung konnte sicher schon jeder am Ostseestrand machen. Erwähnung verdient noch, daß manche nichtlineare Evolutionsgleichungen durch elektrische Schaltkreise simuliert werden können. Häufig werden bei ähnlichen Veranstaltungen über Solitonen zur Veranschaulichung des Zeitablaufs von Wellenpaketen computer-konstruierte Filme gezeigt. Daran, sowie an der zunehmenden Rolle von Computer-Experimenten zeigt sich die Notwendigkeit, auch bei uns derartige Arbeiten energisch voranzutreiben und weiterzuentwickeln.

Auf Grund seines Querschnittscharakters fand das Thema Solitonen bei den theoretischen Physikern der DDR, die auf den verschieden-

sten Teilgebieten der Physik tätig sind, eine sehr starke Resonanz. Sehr wertvoll war die aktive Teilnahme von - an nichtlinearen Differentialgleichungen interessierten - Mathematikern. Insgesamt hat die Winterschule zur interdisziplinären und institutionellen Zusammenarbeit beigetragen.

Die im Zeichen des 150. Jahrestages der TU Dresden stehende Veranstaltung wurde von Hochschullehrern und Mitarbeitern der Wissenschaftsbereiche Theoretische Physik und Kernphysik der Sektion Physik der TU Dresden und von Mitarbeitern der Abteilung Kerntheorie des ZfK Rossendorf organisiert. Als Veranstalter dieser Solitonenschule fungierte in Kooperation mit dem wissenschaftlichen Rat der Hauptforschungsrichtung theoretische und mathematische Grundlagen der Physik das 1975 ins Leben gerufene Dresdener Seminar für Theoretische Physik (DSTP). Letzteres wird von den im Dresdener Raum tätigen theoretischen Physikern sowie von der Physikalischen Gesellschaft der DDR und der Kooperationsgemeinschaft Werkstoffforschung getragen und verfolgt das Ziel, Gedankenaustausch und Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Wissenschaftlern zu fördern und insgesamt zur Erhöhung des theoretisch-physikalischen Niveaus beizutragen. Die breite Resonanz und der Erfolg der diesjährigen Schule sind Anlaß dafür, den eingeschlagenen Weg zielstrebig weiterzuverfolgen.

An dieser Stelle möchten wir auch der Leitung der TU Dresden für ihre tatkräftige Unterstützung besonders danken. Ebenfalls dem Personal des TU-Ferienheimes Gaußig gilt unser herzlicher Dank für ihre ausgezeichnete Arbeit.

Insgesamt war die Winterschule Solitonen eine gelungene Veranstaltung und bleibt sicher bei allen Teilnehmern in guter Erinnerung.

Pessimistisch gesehen...



Wissen die Physiker eigentlich etwas über diese gespenstischen Partikel?

Erinnert ihre Suche nicht vielmehr an jene Situation, die in den Russischen Volksmärchen so bildhaft beschrieben wird:

"Geh' dorthin weißnichtwohin, finde das weißnichtwas!"

Wissenswertes:

Blumen mit Reflektoren

Arktische Blumen besitzen die Fähigkeit, ihre Blütenblätter so nach der Sonne zu richten, daß sie wie Reflektoren wirken und die Strahlung auf die Sporen fokussieren.

An den Sporen treten Temperaturerhöhungen um 7 bis 10 K auf.

„Prähistorische Diät“ der Schlanken

Pflanzliche Nahrung in großen Mengen, darunter Rüben, Kaktusblätter, Beeren, auch Früchte und Honig, bildete die Grundlage der "prähistorischen Diät", durch die sich die Urbewohner der Erde schlank und leistungsfähig hielten. Der amerikanische Altertumsforscher Dr. Vaughn Bryant gewann die Erkenntnis aus jahrelangen Untersuchungen von Versteinerungen der Verdauungsrückstände von Urbewohnern, die vor etwa 400 000 Jahren lebten. Der Wissenschaftler fand unverdaute Knochen, Samen- und Pflanzenteile. Er stellte fest, daß der Proteinbedarf hauptsächlich durch Fische gedeckt wurde. Die Fleischnahrung der Urmenschen bestand überwiegend aus Eidechsen, Mäusen, Heuschrecken und Grillen.

Piezoelektrischer Effekt an Knochen nachgewiesen

An toten Rinderknochen konnten amerikanische Wissenschaftler bei Drehung der Knochen um ihre Achse Spannungen bis 0,5 V nachweisen. Es wird vermutet, daß diese piezoelektrischen Spannungen eine natürliche Stimulation des Wachstums der Knochen sind. Dieses Knochenwachstum konnte nun bei Kaninchen experimentell nachgewiesen werden.

Wissenschaft im Kreuzverhör

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

In Heft 6 erschien ein Interview mit Professor Schmutzer über die Aufgaben der theoretischen Physik. Am Ende des Gespräches einigten wir uns auf ein weiteres Interview zum 9. Gravitationskongreß.

"impuls 68": Als Mitglied des Internationalen Gravitationskomitees konnten Sie die Einberufung des 9. Internationalen Gravitationskongresses in die DDR an die FSU Jena erwirken. Welche wichtigen Vorbereitungen müssen nun getroffen werden, und welche Probleme werden auf diesem Kongreß behandelt?

Prof. Schmutzer: Ich gehöre dem Internationalen Gravitationskomitee seit 1971 an und werde diese Funktion, entsprechend dem Statut der Internationalen Gesellschaft für Allgemeine Relativitätstheorie und Gravitation, neun Jahre lang, also bis 1980 innehaben. Den Antrag auf Austragung des 9. Internationalen Gravitationskongresses habe ich im Jahre 1975 im Auftrag des Rektors der FSU Jena, Prof. Dr. F. Bolck, in Ericé (Sizilien) bei der Sitzung des Internationalen Gravitationskomitees gestellt. Dieses Komitee hat die Vergabe des Kongresses nach Jena bestätigt. Auf dem 8. Internationalen Gravitationskongreß in Waterloo (Kanada) im August 1977, an dem ich teilnehmen konnte, wurde die Austragung des 9. Kongresses für 1980 durch die FSU Jena von der Vollversammlung der Internationalen Gesellschaft für Relativitätstheorie und Gravitation bestätigt. Dieser Jenaer Kongreß wird im Lichte des 100. Geburtstages von Albert Einstein stehen, da dieser Geburtstag 1979 liegt, in diesem Jahr jedoch kein Kongreß stattfindet. Der Rektor der FSU Jena hat zu Beginn des Jahres 1977 ein lokales Organisationskomitee gebildet, in dem führende Mitarbeiter der

Universität in wichtigen Ressorts an der Vorbereitung der Jenaer Konferenz arbeiten werden. Ich selbst wurde als Vorsitzender dieses Organisationskomitees berufen. Bei der letzten Sitzung des Internationalen Gravitationskomitees in Waterloo im August 1976 wurde das Internationale Programmkomitee für den Jenaer Kongreß - Symbol GR9 - gebildet. Dabei wurde ich auch zum Vorsitzenden dieses Komitees gewählt, so daß ich jetzt in einer Doppelfunktion arbeite.

Entsprechend unserer Konzeption stellen wir uns die Durchführung des Jenaer Kongresses so vor, daß nach der Eröffnung des Kongresses das Lebenswerk Albert Einsteins gewürdigt wird. In einem weiteren Vortrag sollte ein Überblick über die heutige relativistische Forschung gegeben werden, wobei insbesondere eine Bestandsaufnahme und Prognose des Einsteinschen Lebenswerkes versucht werden wird. Nach diesen mehr allgemein orientierten Vorträgen werden etwa 16 Plenarvorträge (vormittags) während einer Woche stattfinden. Außerdem rechnen wir mit vier Parallelsektionen an den Nachmittagen, bei denen etwa 200 Kurzvorträge gehalten werden sollen. Darüber hinaus werden Diskussionskreise veranstaltet, um zusätzlich angemeldete Kurzvorträge, die aus technischen Gründen nicht gehalten werden können, den Teilnehmern dort anzubieten. Vermutlich müssen wir, um die 500 zu erwartenden Kurzvorträge zu bewältigen, acht solcher Diskussionskreise konzipieren.

Nun zum Inhalt: Soweit es sich bisher übersehen läßt - und es soll mit diesem Interview nicht der Entscheidung des Internationalen Programmkomitees vorgegriffen werden -, wird es sich um folgende Themenkomplexe handeln:

Ein erster Komplex wird sich mit mathematischen Problemen der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie befassen - von den exakten Lösungen über die Näherungsmethoden bis hin zu mathematischen Fragen nichtlinearer Differentialgleichungssysteme.

Ein zweiter Komplex wird sich mit der Verbindung von Relativitätstheorie und Quantenfeldtheorie beschäftigen - bekanntlich ein bis heute noch vollkommen ungelöster Problemkreis.

Ein dritter Komplex wird sich mit der Quantisierung der physikalischen Felder in der gekrümmten Raum-Zeit befassen. Als Illustration dazu: Wir leben hier auf der Erde in einem Gravitationsfeld. Auch wenn dieses Feld nur eine schwache Krümmung von Raum und Zeit repräsentiert, geht es aber um die Grundsatzfrage der Existenz der uns umgebenden Quanten (Elektronen, Positronen, Protonen, Neutronen usw.). Es existiert bis heute noch keine geschlossene Theorie, um in Gravitationsfeldern die Existenz solcher Teilchen zu verstehen. Das irdische Feld ist lediglich ein von mir genanntes unmittelbares Beispiel. Natürlich interessieren diese Fragen auch praktisch hinsichtlich der empirischen Beobachtungen bei den enorm starken Gravitationsfeldern, die in der Umgebung von Neutronensternen, Pulsaren und bei den vermutlich existierenden Schwarzen Löchern auftreten.

Der vierte Komplex, die Quantisierung des Gravitationsfeldes selbst, ist bis heute trotz mehrerer Dutzend theoretischer Varianten ebenfalls ein vollkommen offenes Gebiet der Grundlagenforschung. Die Relativitätstheoretiker sind zwar durchweg überzeugt, daß es Gravitationswellen gibt, aber die Frage ist unklar, ob diese Gravitationswellen klassischer Natur sind oder ob die Analogie zum elektromagnetischen Feld und zu den anderen physikalischen Feldern anwendbar ist, d.h. ob also das Gravitationsfeld auch quantisiert werden soll und den Gravitationswellen Quanten des Gravitationsfeldes zuzuordnen sind, für die man bekanntlich den Namen Gravitonen geprägt hat.

Der fünfte Komplex wird sich mit der Astrophysik und der kosmischen Physik beschäftigen. Insbesondere geht es dabei um die Auswertung der Eigenschaften der Kerr-Lösung der Einsteinschen Gleichungen für rotierende Himmelskörper, weil diese Lösung außerordentlich viele interessante Eigenschaften aufweist, die insbesondere im Zusammenhang mit den Neutronensternen und Pulsaren und vor allen Dingen mit den Schwarzen Löchern bedeutungsvoll werden. Bis jetzt können wir sagen, daß die Schwarzen Löcher noch nicht eindeutig entdeckt sind, doch gibt es eine Reihe von Anzeichen im Kosmos, die für die Existenz der Schwarzen Löcher sprechen, so daß wir glauben, daß die Schwarzen Löcher doch in den

nächsten Jahren mittels astrophysikalischer Beobachtungsmethoden gefunden werden.

Ein sechster Komplex ist die Kosmologie. Sie ist bekanntlich erst durch die Einsteinsche Theorie zu einer eigentlichen wissenschaftlichen Disziplin entwickelt worden. Die Forschungen auf dem Gebiet der Kosmologie haben in den letzten Jahren gezeigt, daß das heiße Weltmodell eines expandierenden Kosmos mit allergrößter Wahrscheinlichkeit unsere Wirklichkeit wiedergibt. Die Lösungen der Einsteinschen Gleichung für eine derartige Klasse von Weltmodellen sind die sogenannten Friedmanschen Modelle aus dem Jahre 1922. Im letzten Jahrzehnt haben insbesondere Abänderungsvorschläge gegenüber dem Friedman-Modell interessiert, das Homogenität und Isotropie des Kosmos im Modell voraussetzt. Wenn man die Isotropie und die Homogenität fallen läßt und leicht anisotrope und leicht inhomogene Weltmodelle in die Einsteinschen Gleichungen hineinsteckt, dann zeigen die Rechnungen, daß ein sehr rascher Isotropisierungs- und Homogenisierungsprozeß infolge der inneren Struktur der Einsteinschen Feldgleichungen vor sich geht, was dafür spricht, daß die Friedmansche Modellklasse mit ihren Eigenschaften der Homogenität und der Isotropie unserem wirklichen Kosmos außerordentlich nahe kommt. Die experimentellen Meßwerte haben in den letzten Jahren dieses Modell immer mehr bestätigt, so daß an einer Expansion des Kosmos heute kaum ein Physiker ernsthaft zweifelt.

Ein siebenter Komplex ist die experimentelle relativistische Physik. Dieser Komplex wird auch in Jena einen beachtlichen Umfang einnehmen. Es geht dabei einmal um Fragestellungen der terrestrischen Verifikation der Relativitätstheorie, weiter um die relativistischen Experimente in unserem Planetensystem, die durch die Raumsonden in den letzten Jahren mit außerordentlich großer Präzision vorangetrieben werden konnten, und schließlich um das große Gebiet des Nachweises der Gravitationswellen, das durch den Amerikaner J. Weber als Pionier initiiert wurde. Es ist zu erwarten, daß die führenden Experten der Erde - gegenwärtig gibt es etwa 15 Laboratorien, in denen an dem Nachweis der Gravitationswellen experimentell gearbeitet wird - hier in

Jena sein und ihre neuesten Experimente zur Diskussion stellen werden. Besonders beachtenswert ist auf diesem Gebiet die Entwicklung seit etwa fünf bis sechs Jahren.

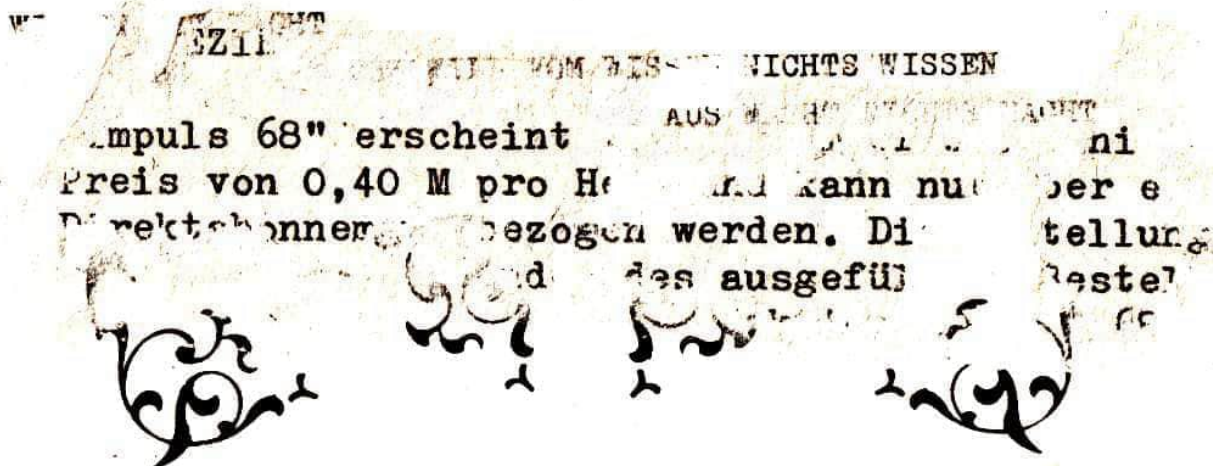
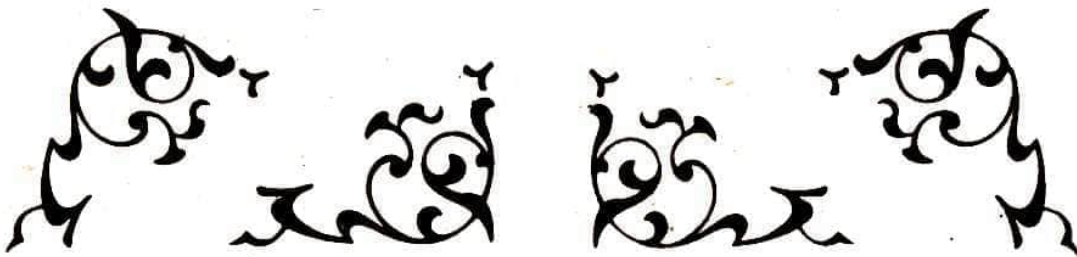
Einerseits haben die Monokristalle als Detektoren, die V. Braginsky aus Moskau vorgeschlagen hat, anstelle der Weberschen Aluzylinder die experimentelle Arbeit wesentlich vereinfacht, andererseits zeichnet sich seit etwa drei Jahren eine weitere neue Richtung ab, nämlich die Benutzung der Laserphysik zur Präzisions-Längenmeßtechnik, um auf diese Weise Elongationen, die durch Gravitationswellen verursacht werden, zu messen. Wir erwarten also in Jena neue Meßergebnisse und neue Impulse für die weitere experimentelle und theoretische Forschung.

"impuls 68": Zuletzt noch eine etwas andere Frage. In letzter Zeit haben Sie auch populärwissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht. Können Sie unseren Lesern erläutern, worum es sich dabei handelt?

Prof. Schmutzer: Ich habe neben meinen wissenschaftlichen Publikationen in meinem Leben viele populärwissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht bzw. viele populärwissenschaftliche Vorträge vor den unterschiedlichsten Gremien gehalten. Im Grunde genommen ging es bei den Aktivitäten der letzten Jahre um zwei Komplexe, mit denen ich mich näher beschäftigt habe: einerseits um eine Bestandsaufnahme der experimentellen Verifizierung der Allgemeinen Relativitätstheorie mit Bekanntgabe der besten Meßresultate auf den vorhin genannten Gebieten; andererseits um das Herausstellen von prinzipiellen Fragestellungen, die bis heute in der Theorie ungelöst sind, um auf diese Weise zum Nachdenken anzuregen und den Prozeß der Forschung in der Gesamtphysik zu fördern. Vielleicht sollte ich erwähnen, daß ich kürzlich ein Manuskript abgeschlossen habe, das im Einstein-Jahr 1979 als Buch beim Teubner-Verlag Leipzig erscheinen wird. Der Titel lautet: "Relativitätstheorie allgemeinverständlich - ein Beitrag zur Einheit der Physik". In diesem Buch werde ich einen Überblick über Grundsatzfragen der Relativitätstheorie seit Beginn des Jahrhunderts bis in unsere Tage geben, wobei ich einerseits auf

die theoretischen Grundfragen bis hin zur philosophischen Deutung und Interpretation eingehe, andererseits aber auch dem experimentellen Komplex der Verifizierung der Relativitätstheorie entsprechende Beachtung schenke.

"Impuls 68": Herr Prof. Schmutzer, wir bedanken uns sehr herzlich für dieses Interview.



Text zum Foto auf der Rückseite

Elektronenmikroskopische Aufnahme von einem Bariumborsilikat-Trübglass. Die im Hochvakuum erzeugte Glasbruchfläche wurde nach der Pt/Ir/C-Abdruckmethode präpariert. Auf dem Bild ist eine große Zahl tropfenförmiger Entmischungsgebiete zu erkennen. Je nach Bruchverlauf sind sie durchgeschert, in der Oberfläche zurückgeblieben (Erhebungen) oder herausgebrochen (Vertiefungen). Die Bruchrichtung läßt sich aus der Orientierung der Bruchfahnen an den Entmischungsbezirken ermitteln. Höhen und Tiefen bestimmt man aus der Lage der 'Schatten'.

Elektronenmikroskopische Aufnahme:

Wissenschaftsbereich Glaschemie der Sektion Chemie an der FSU Jena

MOSAIK

Fernsehübertragung durch Glasfasern

Im Dezember 1974 führten die Siemens-Laboratorien zum ersten Mal die Übertragung durch Glasfasern digitalisierter Fernsehbilder der Norm 625 Zeilen und 5 MHz Bandbreite in der Öffentlichkeit vor. Die Übertragung erfolgte über einen 4 km langen Multimode- Glasfaser-Leiter. Auf der Senderseite wurde eine Lumineszenzdiode verwendet, die über einen Analog-Digital-Wandler mit einer Fernsehkamera verbunden war; das Licht wurde mit einer Lawinen-Fotodiode am Ende der Glasfaser wieder empfangen und weiterverarbeitet.

Papier aus Petroleum

Mit dem wachsenden Bedarf an Papier wachsen aber nicht unsere Holzvorräte. So ist man heute gezwungen, sich nach anderen Materialien umzusehen. In Japan beschäftigt man sich damit, Papier aus Petroleum zu gewinnen. Der Herstellung von Papier aus Petroleum lag die Überlegung zugrunde, bestimmte Kunststoffe, wie Polyäthylen oder Polyvinylchlorid, die aus Petroleum hergestellt werden, in dünne Filme auszuwalzen und ihnen die Eigenschaften von Papier zu geben. Synthetisches Papier hat im Vergleich zum konventionellen Papier eine Reihe ausgezeichneter Eigenschaften: Größere Reißfestigkeit, auch dann, wenn es naß wird, gute Druckfähigkeit, insbesondere für Farbdrucke, große Stärke und geringe Masse. So ist schon heute mit der Produktion begonnen worden, die zur Zeit noch etwas teuer ist.

Deuterium in geothermischen Dampfquellen

Neuseeländische Kernphysiker stellten fest, daß der Gehalt an natürlichem Deuterium (Schweres Wasser) im Wasser der Flüsse und Seen in der Nähe der geothermischen Dampfquellen größer ist als sonst.

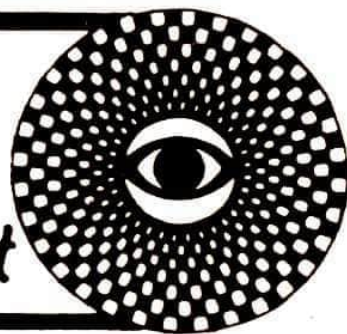
Physik - Nobelpreisträger in Jena

Anfang Juni besuchte eine Delegation führender Wissenschaftler der Abteilung Physik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR unter Leitung von Nobelpreisträger A.M. Prochorow - gemeinsam mit N.G. Basow und C.H. Townes, "geistiger Vater" der Maser und Laser, vgl. "impuls 68" 9. Jhrg. 1975/76, Heft 3 S.13 - die DDR mit dem Ziel, die wissenschaftliche Kooperation beider Länder auf dem Gebiet der Physik und ihrer Anwendungen - z.B. für die Mikroelektronik und den wissenschaftlichen Gerätebau - zu vertiefen. Am 2.6. besichtigte diese Delegation einige Labors der Sektion Physik der FSU Jena. Für alle Mitarbeiter und Studenten ist dieser Besuch ein Ansporn, das Leistungsniveau weiter zu erhöhen und die Möglichkeiten der Kooperation mit der UdSSR noch besser auszuschöpfen.



Nobelpreisträger
Prochorow
im Gespräch mit
Prof. Wilhelmi (FSU, Sektion
Physik)
(Foto: Schönau/FSU)

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Die Notwendigkeit internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit

Von N. Bassow, UdSSR*

gekürzt aus: „Wissenschaftliche Welt“ 4/1977

Die mit der Endlichkeit der Naturreichtümer zusammenhängenden Probleme bewegen die Weltöffentlichkeit stark. Das trifft auch auf die Fragen zu, die mit den Nahrungs- und den Energiequellen verbunden sind, desgleichen die sozial-ökonomischen Aspekte des Rohstoffproblems, einschließlich der Verteilung der Rohstoffvorkommen und der gesellschaftlichen Ressourcen in Form der menschlichen Arbeitskräfte. Wir müssen nicht nur die Naturreichtümer schonen und vernünftig einsetzen, sondern auch die Arbeitskraft der Menschen: der Arbeiter, Ingenieure und Wissenschaftler. Dieses Problem soll aus dem Blickwinkel eines Wissenschaftlers betrachtet werden, der ein Spezialist auf dem Gebiet der Laserphysik ist.

Für die gegenwärtige Etappe der wissenschaftlich-technischen Revolution ist es charakteristisch, daß sich die "Front", an der geforscht wird, rasch ausdehnt. Dazu kommt, daß die Zahl der Probleme, die der wissenschaftliche Fortschritt und die praktischen Erfordernisse aufwerfen, rascher wächst als die Möglichkeiten, sie entsprechend den materiellen Gegebenheiten und den vorhandenen Arbeitskräften zu lösen. Uns allen ist klar, daß diese wichtigen Probleme wesentlich schneller gelöst werden können, wenn die

* Der Verfasser ist Lenin- und Nobelpreisträger, Akademienmitglied, Direktor des Physikalischen Instituts "P.N.Lebedew" der AdW der UdSSR

Arbeit auf der Grundlage internationaler Komplexprogramme durchgeführt wird. Diese müssen die Voraussetzungen dafür bieten, daß die Grundlagenforschung und die angewandte Forschung nicht nur ein bestimmtes Problem lösen, sondern auch die dabei auftauchenden Nebenprobleme, deren Bearbeitung die weitere Forschung sichern hilft. Außerdem müssen die Komplexprogramme dazu dienen, viele Forschungsinstitute, Wissenschaftler und Ingenieure der verschiedensten Gebiete von Wissenschaft und Technik in die Arbeit einzubeziehen. Heute ist es dank dem erreichten Stand der Grundlagenforschung, der Technik und der Technologie im Prinzip möglich, Dutzende von bedeutenden internationalen Forschungsprogrammen auszuarbeiten und zu verwirklichen. Ich möchte folgende Beispiele aus dem mir vertrauten Bereich anführen:

- die gesteuerte laserinduzierte Kernfusion
- die laseroptische Informationsübertragung
- die laseroptische Informationsverarbeitung
- Laserchemie und Isotopentrennung
- Laseranwendung in der Medizin und Biologie usw.

Ähnliche Programme lassen sich auch in anderen Bereichen von Wissenschaft und Technik aufstellen.

Die Verwirklichung solcher Programme erfordert sowohl kolossale finanzielle Aufwendungen als auch den Einsatz einer großen Zahl von Fachleuten. Die Kosten für die Arbeiten zur Schaffung des ersten Kraftwerks der USA, das auf dem Prinzip der laserinduzierten Kernfusion beruht, werden auf fast 4 Milliarden Dollar geschätzt.⁺ Das Projekt zur Entwicklung und zum Bau eines kommerziellen Kernkraftwerks, bei dem ein Hochtemperaturplasma durch Magnetsysteme stabilisiert wird, erfordert einen Aufwand von 15 bis 20 Milliarden Dollar. Selbst große Staaten können es sich nicht leisten, viele solche Programme gleichzeitig in Angriff zu nehmen. Daher kann man hier nicht ohne internationale Arbeitsteilung auskommen.

⁺ Bericht der von H. Bethe geleiteten Kommission an den US-Präsidenten G. Ford "Zu Fragen der Energieversorgung", USA 1974

Ein Beispiel: Die gesteuerte Laserinduzierte Kernfusion.
Vor einem Vierteljahrhundert finden Wissenschaftler in England, in der UdSSR und in den USA gleichzeitig an, sich mit diesem Problem zu beschäftigen. 1956 wurden die Barrieren der Geheimhaltung beseitigt, von denen die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der friedlichen Nutzung der thermokernreaktionen umgeben waren. Damit stand die Tür zur internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der gelenkten Kernverschmelzung offen.

Im Laufe der fünfundzwanzig Jahre, in denen an diesem Problem gearbeitet wird, haben die Wissenschaftler sehr viel geleistet. Ein großer Erfolg war die Inbetriebnahme der Anlage "Tokamak-10" in der UdSSR. Man stellte dabei jedoch fest, daß es sehr kompliziert ist zu verhindern, daß das heiße Plasma aus der Magnetfalle ausbricht; das Plasma verliert leicht seine Stabilität und zerfällt. Daher konzentrierte man sich bei der Suche nach Methoden, mit denen eine Kernfusionsreaktion gesteuert werden kann, hauptsächlich darauf, die Instabilität des Plasmas zu beseitigen. Für die Lösung dieser Aufgabe benötigt man u.a. außerordentlich widerstandsfähige Werkstoffe, aus denen die Kammerwände hergestellt werden können. Selbst die ökonomische Seite der hierbei auftauchenden komplizierten Fragen ist noch unklar.

Neben stationären Systemen, in denen das Plasma durch Magnetfelder festgehalten wird, werden in den letzten Jahren Impulssysteme unter Anwendung von Lasern entwickelt. Wahrscheinlich können auf ihrer Grundlage Fusionsreaktoren geschaffen werden, deren Leistung freilich bedeutend geringer ist als die von stationären Systemen.

Die Idee, Laser für die Kernfusion anzuwenden, wird folgendermaßen realisiert:⁺ Auf eine kleine Kugel, die aus einem Deuterium- und Tritiumgemisch besteht, wirkt gleichmäßig von allen Seiten ein kurzer Laserimpuls ein. Dadurch erhitzt sich die Kugeloberfläche, und es verdampft Substanz.

⁺ vgl. dazu: "Impuls 68", 9. Jahrgang, Heft 1,2,3,4
Kernfusion durch Laseranregung

Dabei treten Drücke in der Größenordnung von einigen Dutzend Milliarden Atmosphären auf. Unter der Wirkung von Stoßwellen erhitzt sich das Kugelinere. Die Zunahme der Dichte hat eine enorme Beschleunigung der Kernfusionsreaktion zur Folge. Schon in sehr kurzer Zeit, bei einer Kompression von 10^{-10} sec Dauer, kann ein bedeutender Teil der Substanz ausbrennen.

Vom Standpunkt der Praxis aus gesehen, besteht die Hauptaufgabe darin, bei einer solchen Mikroexplosion einen Energieüberschuß zu erzielen. Berechnungen zeigen, daß hierzu Laser mit einer Energie von mehr als 100 Kilojoule erforderlich sind. Gegenwärtig werden in verschiedenen Laboratorien der Welt leistungsstarke Laseranlagen entwickelt.⁺

In der Grundlagenforschung besteht die Hauptaufgabe für die nächsten Jahre darin, zu einer energetisch günstigeren Kernfusionsreaktion zu gelangen. In physikalischer Hinsicht sind wir einer gesteuerten Kernfusion sehr nahe gekommen, bei der die freigesetzte Energie etwa so groß ist wie die Energie, die dem Plasma von außen zugeführt wird. Wir hoffen, daß wir solche Versuche in den nächsten Jahren durchführen können.

Geplant ist, die ersten Versuchsreaktoren sowohl vom stationären als auch vom Impulstyp in den achtziger Jahren zu bauen. Dabei hofft man, daß es bis zum Ende unseres Jahrhunderts gelingen wird, praktische Lösungen zu finden und die ersten industriell gefertigten Kernfusionskraftwerke zu bauen.

Auf verschiedenen internationalen Foren beraten wir häufig die auf dem Gebiet der gesteuerten Kernfusion erzielten Arbeitsergebnisse, und wir kennen sowohl die nationalen Programme verschiedener Länder als auch einige regionale Programme gut. All das trägt dazu bei, die Arbeiten auf diesem Gebiet zu beschleunigen. Ich bin überzeugt, daß es

⁺ vgl. dazu: "Impuls 68", 9. Jahrgang, Heft 5, Wissenschaft im Kreuzverhör

möglich ist, ein internationales Programm zur Lösung des Problems der gesteuerten Kernfusion auszuarbeiten, das zu den akutesten Fragen des zwanzigsten Jahrhunderts zählt.

Wir Physiker können sehr gut das Risiko der Freisetzung radioaktiver Nuklide und die noch viel größere Gefahr beurteilen, die daraus erwächst, daß schädliche Abprodukte chemischer Brennstoffe in die Atmosphäre gelangen. Deshalb halten wir den Umweltschutz für ein erstrangiges Problem. In diesem Zusammenhang ist die Notwendigkeit herangereift, Forschungsarbeiten über Umweltschutz unbedingt in die großen wissenschaftlich-technischen Programme aufzunehmen.

Was erschwert die Verwirklichung solcher Programme, an denen gerade alle Länder - sowohl die Industrieländer als auch die Entwicklungsländer - interessiert sind? Es ist das Wettrüsten. Es verschlingt riesige Summen und bindet Wissenschaftler und Ingenieure, die für die Realisierung dieser Programme notwendig wären.

Wird das Wettrüsten eingestellt und werden Militärausgaben gesenkt, dann werden finanzielle und personelle Voraussetzungen für die Verwirklichung höchst wichtiger wissenschaftlich-technischer Programme vorhanden sein.

Berichtigung für Heft 6, 11. Jahrgang (1977, 78)

Seite 19: 2.Gleichung: statt $\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt}$
lies $m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt}$

Seite 20: 3.Gleichung: statt $x_{1/2} = e^{(-rt + \sqrt{\omega^2 - r^2})} = \dots$
lies $x_{1/2} = e^{-rt + \sqrt{\omega^2 - r^2}} = \dots$

Seite 22: 3.Zeile unter Abb.14: statt " u_{pp} " lies " u_{pr} "

Seite 24: Abb.15: Der Gesamtwiderstand z muß als Vektorsumme der drei Einzelwiderstände gezeichnet sein.

Wir bitten um Entschuldigung!

BÜCHERMARKT

Leonid I. Ponomarjow

"WELLE ODER TEILCHEN?" Eine populäre Quantenphysik
Gemeinschaftsausgabe des Verlages MIR, Moskau, und des
Urania-Verlages, Leipzig/Jena/Berlin; 1. Auflage 1974;
280 Seiten; Preis 8,80 M

Hartnäckig hält sich die Meinung, in der Wissenschaft gäbe es Dinge, die man einem Anfänger nicht erklären könne, während es zugleich fast peinlich sei, mit einem Eingeweihten darüber zu reden. Diese Ansicht kommt immer dann auf, wenn der Versuch zur Erklärung der Atomstruktur gemacht wird. Vielleicht ist auch deshalb bisher kein Buch über die Quantenmechanik geschrieben worden, hinreichend exakt, um den Kenner nicht zu verärgern, und zugleich einfach genug, um den Neuling nicht abzuschrecken, und das obendrein interessant für beide wäre.

Für Fachleute ist dieses Buch also nicht gedacht, obwohl auch sie darin einige unerwartete Tatsachen finden werden.

Das Buch wendet sich an alle, die die allgemeinbildende Schule abzuschließen im Begriff sind, und an jeden, der versucht, die Welt unter einem etwas breiteren Blickwinkel zu betrachten, als es die berufliche Ausbildung erlaubt.

Die Geschichte des Atoms wird hier durchaus streng erläutert. Dabei gibt es erzählende Passagen, in denen über die Menschen gesprochen wird, die sich mit dem jeweiligen Problemkreis auseinandergesetzt haben, und es gibt Abschnitte, in denen die Ergebnisse nach vielen Seiten hin verglichen und interpretiert werden. Aber es gibt auch ganze Absätze, die zu verstehen doch Aufwand kostet, die jedoch das Interesse wecken und die Schwierigkeiten bei der Entwicklung einer neuen Theorie zeigen können.

Die behandelten Fragestellungen reichen vom Planckschen Strahlungsgesetz, dem Fotoeffekt, über Probleme rund um die Quanten, hin bis zur Kausalität und Wahrscheinlichkeit und zum Verhältnis zwischen Wissenschaft und Kunst.

BÜCHERMARKT

physikaufgabe



Ein langes isoliertes Rohr umschließt vier Leitungsdrähte. Aus jedem Ende ragen vier Drahtenden heraus. Werden an jedem Rohrende je zwei beliebige der herausragenden Drahtenden miteinander verbunden, so entsteht entweder eine, oder es entstehen zwei geschlossene Drahtschlingen, z.B.:



Welche Möglichkeit (eine oder zwei Drahtschlingen) ist wahrscheinlicher?

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 physikaufgabe25aus heft 4/11.jg.

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

lösung:

eingesandt von Uwe N e n n s t i e l , Jena

Den Schwerpunkt eines glatten Stabes kann man bestimmen, indem man diesen Stab so auf beide Zeigefinger legt, daß er nicht herunterfällt. Nun führt man beide Finger zusammen. Den Schwerpunkt hat man dort bestimmt, wo sich beide Finger berühren.

lösung der physikaufgabe26aus heft 5/11.jg.

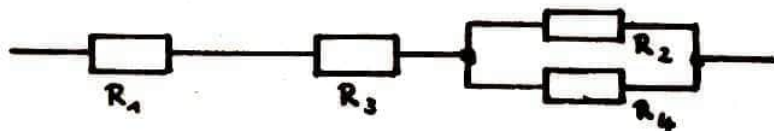
aufgabe:

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

lösung:

eingesandt von Knut K ö h l e r , 17 J., Sohland/Spree

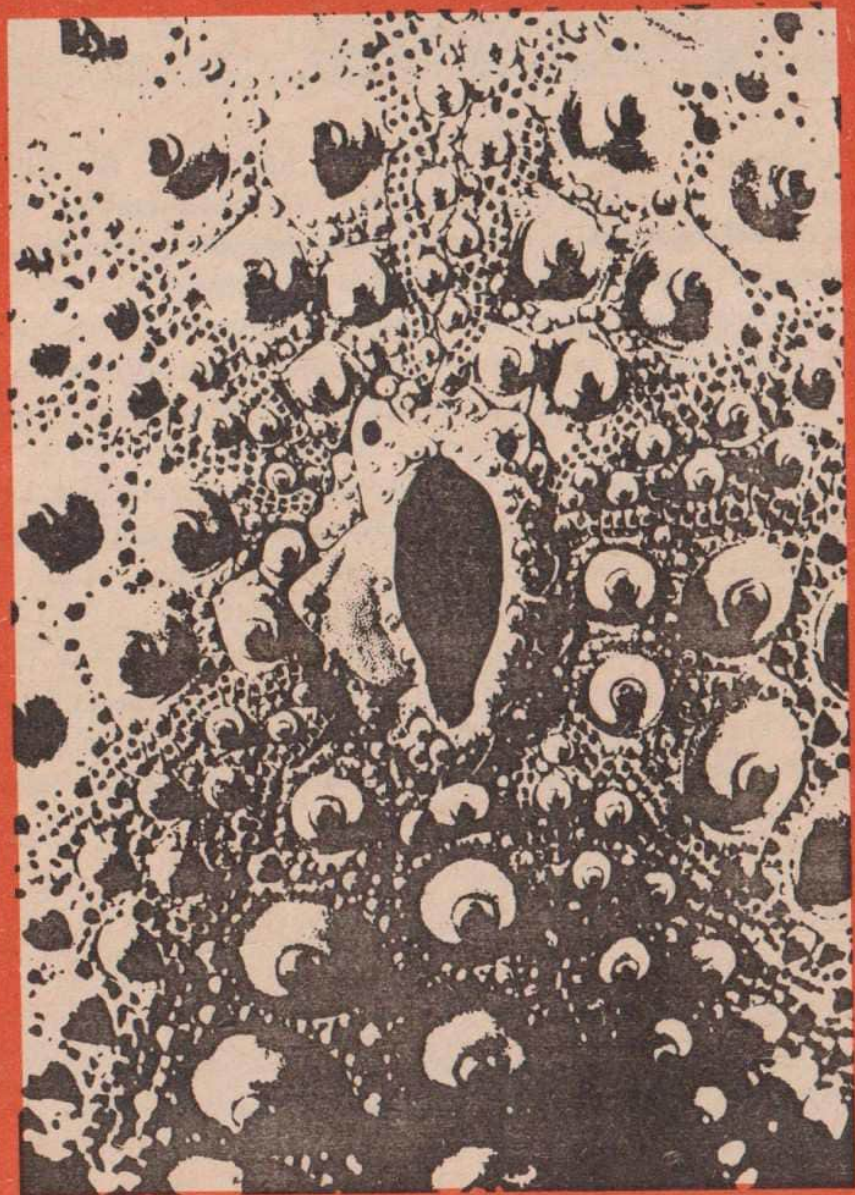
Unter Beachtung der Gesetze im verzweigten und unverzweigten Stromkreis ergibt sich als einzige Möglichkeit:





impuls 68

2



Nicolsches Prisma



Stratosphärenchemie



Mendelsche Gesetze



Im All leben und arbeiten



Büchermarkt

Titelbild:
Schale eines Seeigels (L. G.)



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

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

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

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

150 Jahre Nicolsches Prisma	PHY	3
Ozon- und Stratosphärenchemie (Teil I)	CHE	9
Wissenswertes		12
Die Geschichte der Mendelschen Gesetze	BIO	13
Interview mit Dr. Helmut Zimmermann	INT	19
Im All leben und arbeiten – Experten haben das Wort	DOK	25
Büchermarkt		30
Physikaufgabe 33, Lösung Nr. 27		31

Achim Dittmar

FSU Jena

Sektion Physik

8. Studienjahr

150 Jahre Nicolsches Prisma

Im Jahre 1828 konstruierte der schottische Physiker WILLIAM NICOL das nach ihm benannte NICOLsche Prisma. Dieses gilt als ein Hilfsmittel, um vollständig linear polarisiertes Licht aus einfarbigem Licht zu erzeugen.

Aus Anlaß des 150. Jahres des Bestehens dieses Polarisators, der nach wie vor Bedeutung in der Optik hat, wollen wir uns etwas näher mit ihm beschäftigen.

Zunächst stellen wir den Aufbau des NICOLschen Prismas vor, gehen dann auf die Doppelbrechung und die Polarisation bei der Doppelbrechung ein und untersuchen den Strahlengang und die Polarisationsebenen im NICOLschen Prisma.

1. Aufbau

Ein geeignetes Kristallstück (z.B. isländischer Kalkspat) wird auseinandergeschnitten und mit Kanadabalsam (oder Leinöl), einem lichtdurchlässigen Stoff, in seiner ursprünglichen Lage wieder verkittet. Die Kanadabalsamschicht kann sehr dünn sein. Kalkspat ist dabei ein doppelbrechender Kristall. (Abb. 1)

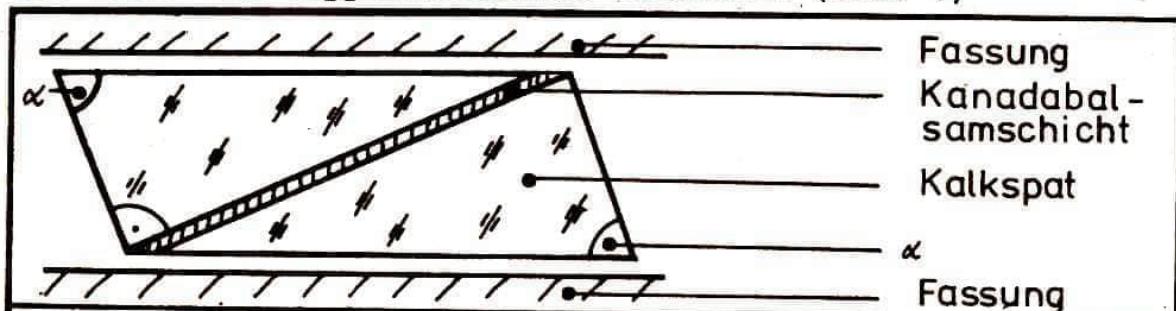


Abb.1 Schnittdarstellung des NICOLschen Prismas

Der Winkel α beträgt 68° . Bei der Untersuchung des Strahlenganges werden wir noch sehen, warum dieser Winkel so bemessen ist.

2. Doppelbrechung

Wie schon erwähnt, ist Kalkspat ein doppelbrechender Kristall.

Diese Kristalle haben die Eigenschaft, daß sie nur entlang einer bestimmten Richtung eine einheitliche, feste Brechzahl (für bestimmte Lichtwellenlängen) besitzen. Diese Raumrichtung wird als optische Achse bezeichnet. Dieser Ausdruck ist allerdings nicht ganz glücklich gewählt, denn der Begriff Achse steht hier für eine bestimmte Richtung, und nicht für eine ganz bestimmte feste Linie, wie sonst üblich.

Das heißt also, daß alle Lichtstrahlen, die nicht in der Richtung der optischen Achse einfallen, bei der Brechung in zwei Komponenten aufgeteilt werden. Die Bezeichnung für diese Komponenten ist nach ihrem Verhalten getroffen worden. Der ordentliche Strahl verhält sich dabei wie der Strahl bei nichtdoppelbrechenden Kristallen (z.B. Quarz), geht demnach bei senkrechtem Einfall ungebrochen hindurch. Der Brechungsindex für diese Komponente wird mit n_o bezeichnet. Der außerordentliche Strahl wird bei senkrechtem Einfall dagegen zur Seite abgelenkt und erscheint versetzt. Seine Brechzahl ist n_{ao} . Abb. 2 verdeutlicht diesen Sachverhalt. In welchem Maße der a.o. Strahl gegenüber dem o. Strahl abgelenkt wird, hängt von der Anisotropie des Kristalls ab. Isotropie bedeutet Gleichberechtigung jeder beliebigen Raumrichtung.

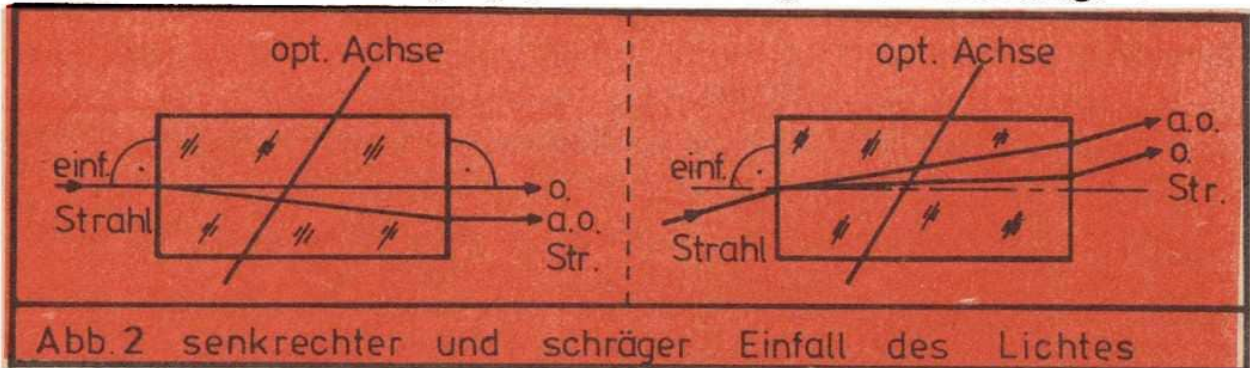


Abb. 2 senkrechter und schräger Einfall des Lichtes

Man nennt die Doppelbrechung mit der Beziehung $n_o > n_{ao}$ negative Doppelbrechung, mit $n_o < n_{ao}$ positive Doppelbrechung.

3. Polarisation bei Doppelbrechung

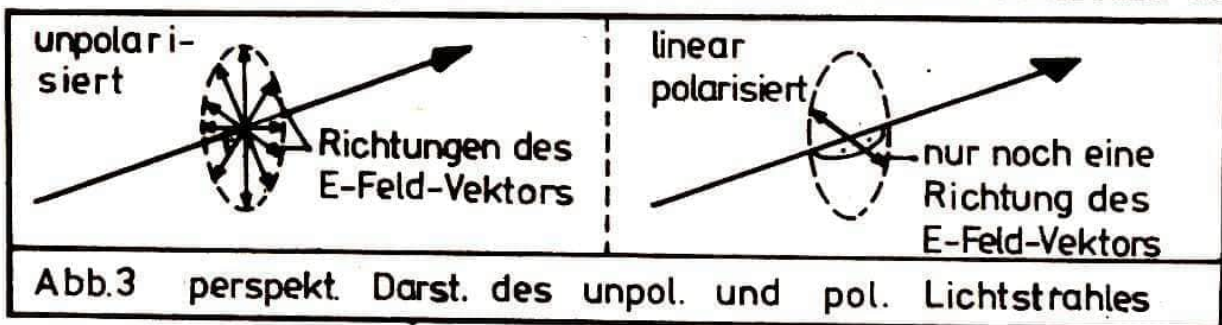
Licht ist eine transversale Welle, d.h., daß der Lichtvektor (Bezeichnung für den E-Feld-Vektor) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle schwingt. Jede Schwingungsrichtung in der senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehenden Ebene ist dabei gleichberechtigt zugelassen.

Die Eigenschaft von vollständig linear polarisiertem Licht ist, daß in dieser Ebene nur noch eine Schwingungsrichtung existiert.

Sicher ist bekannt, daß z.B. linear polarisiertes Licht entsteht, wenn man einen Lichtstrahl unter einem bestimmten Winkel auf eine Glasplatte schickt. Der reflektierte und gebrochene Strahl bilden dann einen Winkel von 90° , wobei der reflektierte vollständig linear polarisiert, der gebrochene nur teilweise polarisiert ist. Den bestimmten Einfallswinkel nennt man BREWSTERschen Winkel.

Abb. 3 versucht, einen räumlichen Eindruck von nichtpolarisiertem und linear polarisiertem Lichtstrahl zu vermitteln.

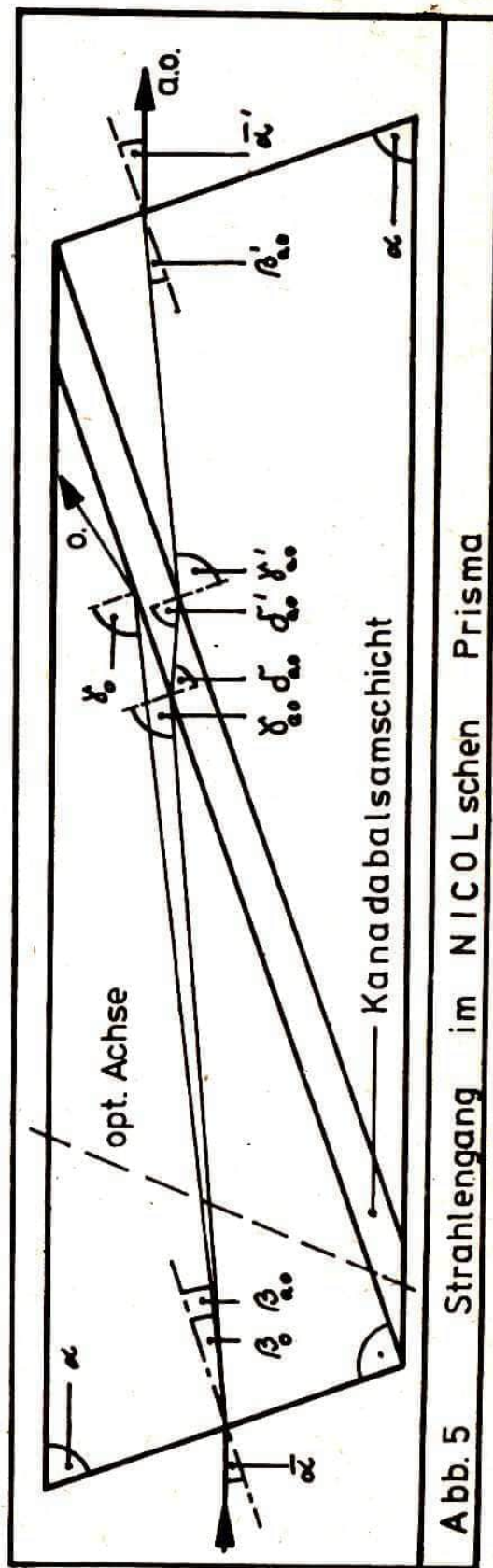
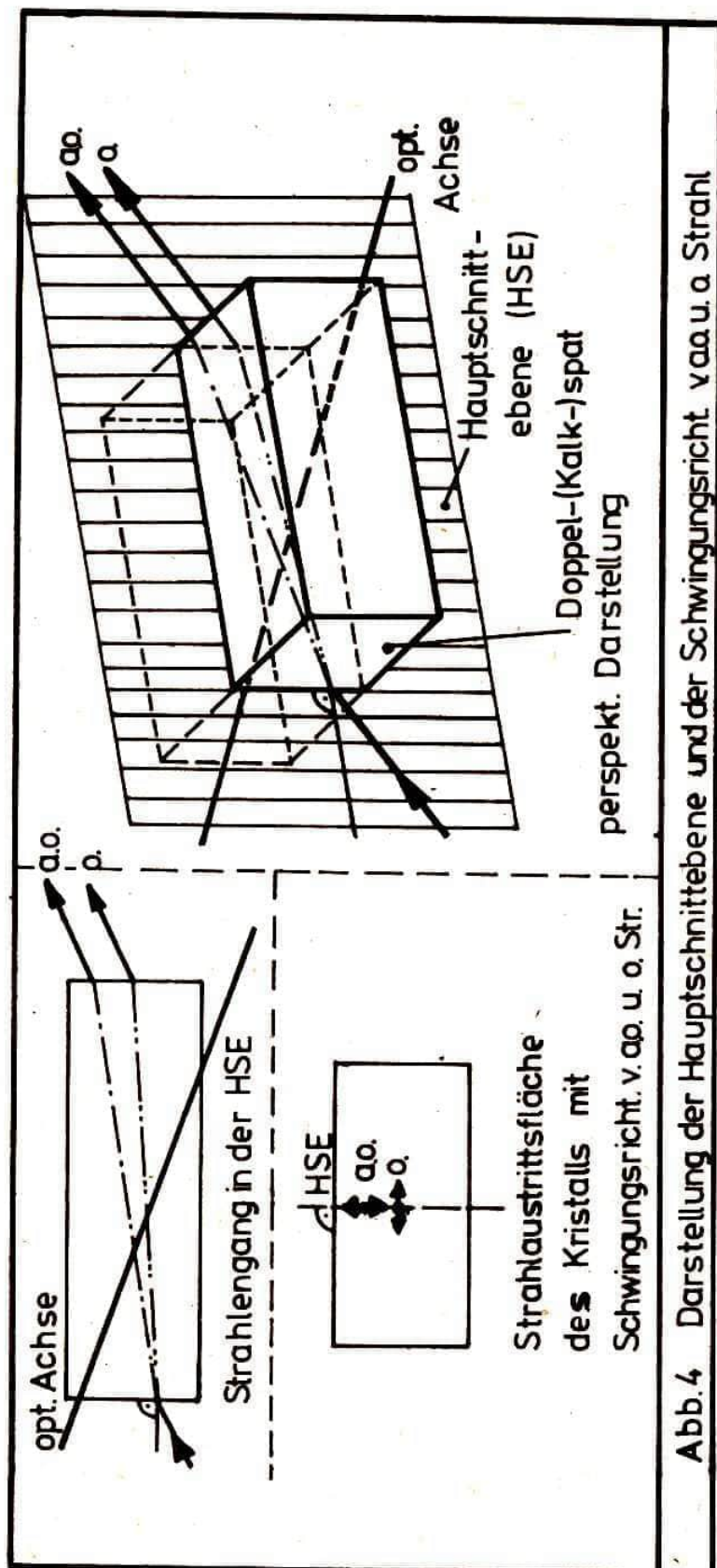
Bei der Doppelbrechung sind nun beide Teilstrahlen vollständig linear polarisiert, wobei die Schwingungsebenen der beiden E-Feld-Vektoren senkrecht zueinander stehen. Der E-Feld-Vektor des außerordentlichen Strahls schwingt in der Ebene, in der der einfallende Strahl und die optische Achse liegen, auch Hauptschnittebene (HSE) genannt, der des ordentlichen Strahls senkrecht dazu.



Welcher der beiden Teilstrahlen nun im Experiment der ordentliche bzw. der außerordentliche ist, kann man leicht feststellen, wenn man folgendes untersucht:

Man schicke auf einen doppelbrechenden Kristall linear polarisiertes Licht, dessen E-Feld-Vektor in der HSE schwingt. Dann gelangt natürlich nur der außerordentliche Teilstrahl auf einen Schirm hinter dem Kristall, da nur alleine seine Schwingungsrichtung angeboten wird. Dreht man die Schwingungsrichtung des einfallenden Strahls oder den Kristall so, daß der E-Feld-Vektor senkrecht zur HSE schwingt, erscheint auf dem Schirm ein Lichtpunkt, der vom ordentlichen Teilstrahl herrührt. Bei beliebigem Winkel erscheinen beide Teilstrahlen, jedoch mit geringerer Intensität. Abb. 4 stellt noch einmal die HSE und die Schwingungsrichtungen von den beiden Teilstrahlen dar.

Im NICOLschen Prisma wird somit die Eigenschaft der Doppelbrechung ausgenutzt, um linear polarisierte Teilstrahlen zu erzeugen, von denen nun aber nur einer genutzt werden soll.



4. Strahlengang im NICOLschen Prisma

Wir wollen nun untersuchen, wie im NICOLschen Prisma die beiden polarisierten Teilstrahlen "verarbeitet" werden, damit nur ein Teilstrahl erhalten wird.

Ganz zu Anfang hatten wir festgestellt, daß ein charakteristischer Winkel des NICOLschen Prismas der Winkel α mit 68° ist. Betrachten wir dazu Abb. 5. Der einfallende Lichtstrahl gelangt also unter einem Winkel $\bar{\alpha} = 90^\circ - \alpha = 22^\circ$ auf den Kalkspatkristall.

(Alle Winkel sind dabei im folgenden zum Lot gemessen!)

Der Kristall besitzt für den ordentlichen Strahl die Brechzahl $n_o = 1,6584$, für den außerordentlichen die Brechzahl $n_{ao} = 1,4864$. Die Brechzahl der Kanadabalsamschicht ist für beide Strahlen gleich und beträgt $n_K = 1,542$. (Diese Werte gelten für eine Lichtwellenlänge von 589,3 nm bei Luft von 20°C und einem Druck von 101325 Pa.)

Nach dem SNELLIUSSchen Brechungsgesetz erhalten wir die Brechungswinkel für den ordentlichen (β_o) und außerordentlichen Strahl (β_{ao}):

$$\frac{\sin \bar{\alpha}}{\sin \beta_o} = n_o \rightarrow \sin \beta_o = \frac{\sin \bar{\alpha}}{n_o} = 0,22588 \approx 0,226, \text{ also } \underline{\beta_o = 13,1^\circ}$$

$$\frac{\sin \bar{\alpha}}{\sin \beta_{ao}} = n_{ao} \rightarrow \sin \beta_{ao} = \frac{\sin \bar{\alpha}}{n_{ao}} = 0,25202 \approx 0,252, \text{ also } \underline{\beta_{ao} = 14,6^\circ}$$

Der ordentliche Strahl trifft nun weiterhin unter einem Winkel $\gamma_o = 90^\circ - \beta_o = 76,9^\circ$ auf die Grenzfläche Kalkspat-Kanadabalsam, also auf ein optisch dünneres Medium ($n_K < n_o$). Wir müssen also untersuchen, ob nicht der Grenzwinkel der Totalreflexion überschritten ist. Diesen erhalten wir nach der Formel:

$$\sin \gamma_{o,c} = \frac{n_K}{n_o} = 0,92981 \approx 0,9298, \text{ also } \underline{\gamma_{o,c} = 68,4^\circ}.$$

Das heißt, da $\gamma_o > \gamma_{o,c}$, daß der ordentliche Teilstrahl durch Totalreflexion zur Seite gelenkt wird und nach Austritt aus dem Kristall in der Fassung des NICOLschen Prismas absorbiert wird. Es bleibt nun noch der außerordentliche Teilstrahl zu untersuchen. Da $n_K > n_{ao}$ ist, kommt an der Grenzschicht Kalkspat-Kanadabalsam Totalreflexion gar nicht in Frage. Vielmehr geschieht eine weitere Brechung mit dem neuen Brechungswinkel δ_{ao} : ($\gamma_{ao} = 90^\circ - \beta_{ao} = 75,4^\circ$)

$$\frac{\sin \gamma_{ao}}{\sin \delta_{ao}} = \frac{n_K}{n_{ao}}, \sin \delta_{ao} = \sin \gamma_{ao} \cdot \frac{n_{ao}}{n_K} = 0,93281 \approx 0,9328, \text{ also } \underline{\delta_{ao} = 68,9^\circ}$$

Die Grenzschichten Kalkspat-Kanadabalsam und Kanadabalsam-Kalkspat sind parallel, sodaß der zweimal gebrochene Teilstrahl(a.o.) mit dem Winkel $\delta'_{ao} = \delta_{ao} = 68,9^\circ$ auf die letztere Grenzschicht trifft. Da es sich hier nun auch um den Übergang in ein optisch dünneres Medium handelt, $n_{ao} < n_K$, müssen wir wieder die Frage nach dem Überschreiten des Grenzwinkels der Totalreflexion stellen. Dieser Grenzwinkel berechnet sich nach der analogen Formel wie für den ordentlichen Strahl:

$$\sin \delta'_{ao} = \frac{n_{ao}}{n_K} = 0,96394 \approx 0,9639, \text{ also } \underline{\delta'_{ao} = 74,56^\circ}.$$

Es ist $\delta'_{ao} < \delta'_{ao}$, d.h., daß keine Totalreflexion auftritt, sondern der Strahl wieder gebrochen wird. Der Brechungswinkel γ'_{ao} ist gleich dem Einfallswinkel δ'_{ao} , da, wie oben schon erwähnt, die Grenzflächen parallel zueinander liegen.

Der außerordentliche Strahl gelangt nun noch an die Grenzfläche Kalkspat-Luft, wo wiederum der Übergang in ein optisch dünneres Medium erfolgt. Der Grenzwinkel der Totalreflexion beträgt an dieser Grenzfläche:

$$\sin \beta'_{ao} = \frac{1}{n_{ao}} = 0,6809, \text{ also } \underline{\beta'_{ao} = 42,9^\circ}.$$

Er ist wegen $\beta'_{ao} < \beta'_{ao}$ noch nicht erreicht; der Strahl wird zum letzten Mal gebrochen und gelangt mit einer durch die Abmessung des NICOLschen Prismas begründeten parallelen Verschiebung zum ursprünglich einfallenden Strahl wieder nach außen.

Da die Eintritts- und Austrittsfläche des Prismas parallel sind, ist der Winkel β'_{ao} gleich dem Winkel β_{ao} , und ebenfalls gilt $\alpha' = \alpha$.

5. Schwingungsebenen im NICOLschen Prisma

Wie wir schon gesehen hatten, ist der außerordentliche Teilstrahl bei doppelbrechenden Kristallen in der HSE polarisiert, so auch beim NICOLschen Prisma. Der ordentliche Teilstrahl ist senkrecht dazu polarisiert, kommt aber, da er wegelenkt wird, nicht zur Geltung.

Wie wir gesehen haben, kann man mit Hilfe des NICOLschen Prismas durch geschicktes Ausnutzen der Gesetze der Optik (Doppelbrechung, Polarisation, Brechung und Totalreflexion) auf relativ einfache Art zu vollständig linear polarisiertem Licht kommen.

Horst Kühn
Diplomchemiker
Sektion Chemie
FSU Jena

Ozon- und Stratosphärenchemie (Teil 1)

CHEMIE

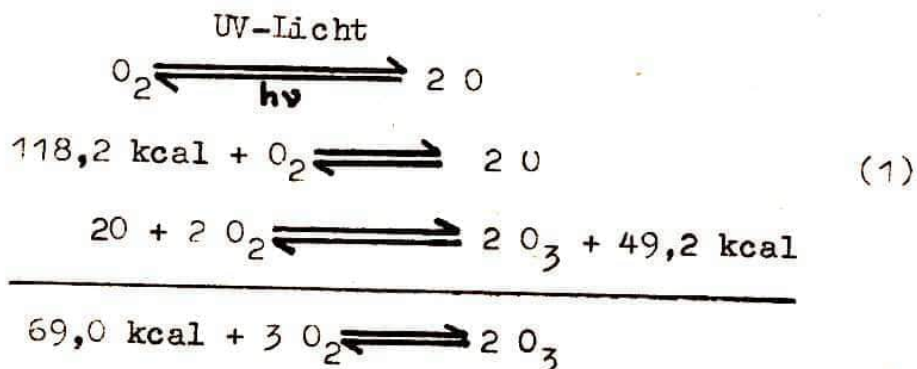
Seit einiger Zeit ist die dreiatomige Modifikation des Sauerstoffs, O z o n , in den Blickpunkt des wissenschaftlichen Interesses gelangt.

Wie schon längere Zeit bekannt ist, schützt ein natürlicher Ozongürtel in der Stratosphäre unseren Erdball vor den gefährlichen ultravioletten (UV) Strahlen der Sonne. Dieser Ozongürtel, der das Leben auf der Erde sicher schützt, soll nach Meinung vieler Wissenschaftler in Gefahr sein. Abgase großer Düsenflugzeuge sowie die Treibgase der Sprayflaschen werden als Zerstörer des Schutzgürtels angesehen.

Bevor näher auf Erscheinungen und mutmaßliche Reaktionen in dieser Schutzschicht eingegangen wird, soll einiges Wissenswertes über das Ozon vorangestellt werden.

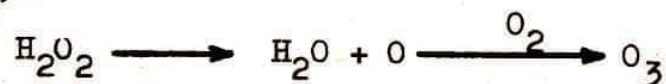
Ozon ist ein dunkelblaues Gas. Sein Siedepunkt liegt bei $-112,5^{\circ}\text{C}$, und bei -251°C geht Ozon in den festen Aggregatzustand über. Als Flüssigkeit ist Ozon von schwarzblauer Farbe und im festen Zustand tiefschwarz. Charakteristisch ist sein "elektrischer" Geruch, nach dem es seinen Namen erhielt (ozo (griechisch) = ich rieche).

Ozon entsteht in großen Höhen durch die noch ungeschwächte energiereiche Sonnenstrahlung:



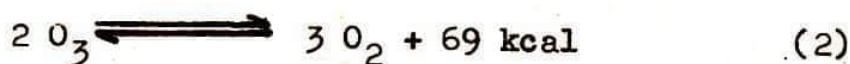
Die obigen Gleichungen geben die zwei Hauptschritte und die Gesamtbilanz der O_3 -Entstehung an.

Es gibt verschiedene Verfahren, um Ozon darzustellen. So z.B. durch Einwirkung von elektrischen Entladungen auf molekularen Sauerstoff, wie im Siemensschen Ozonisator, oder durch chemische Verfahren wie dem Zerfall von Wasserstoffperoxid (H_2O_2):



Weiterhin entsteht Ozon bei der Elektrolyse von H_2O bei sehr hohen Stromdichten.

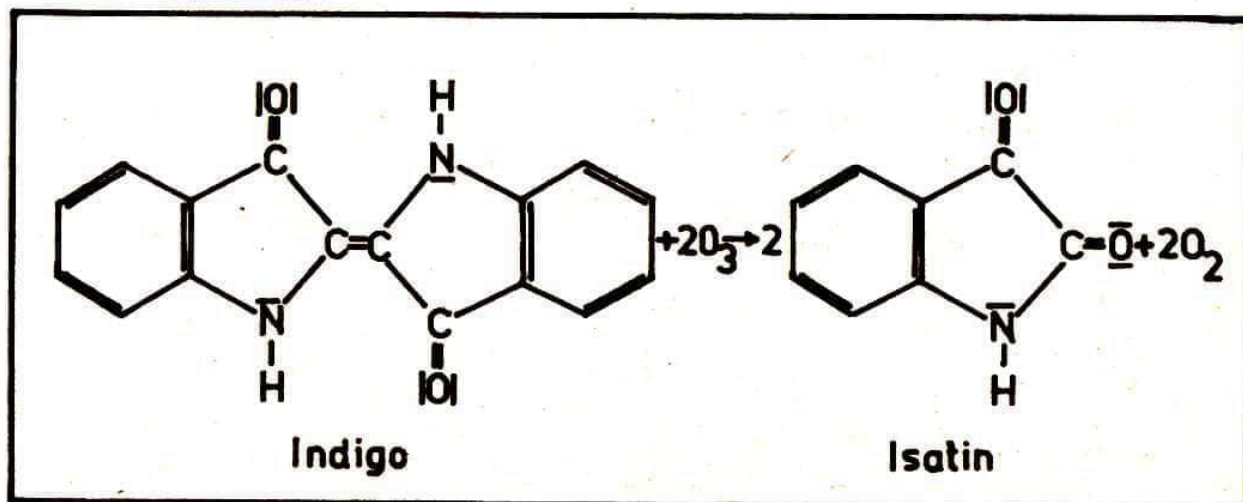
Ozon ist in Wasser wenig löslich, ist äußerst unbeständig und zerfällt sehr leicht wieder:



Dieser Ozonzerfall wird katalytisch beschleunigt. Als Katalysatoren können MnO_2 , PbO_2 , Natronkalk und Alkalilösungen wirken. Ebenfalls wirkt NO (Stickstoffmonoxid) katalytisch zersetzend. Der Trisauerstoff, wie das Ozon auch genannt wird, ist ein starkes Oxidationsmittel. Es oxidiert z.B. bei Zimmertemperatur Silber (Ag) und Quecksilber (Hg):



Ozon, das in der Luft mit $2-3 \cdot 10^{-6} \%$ enthalten ist, zerstört organische Stoffe. So wird Indigo zum blaßgelben Isatin entfärbt:



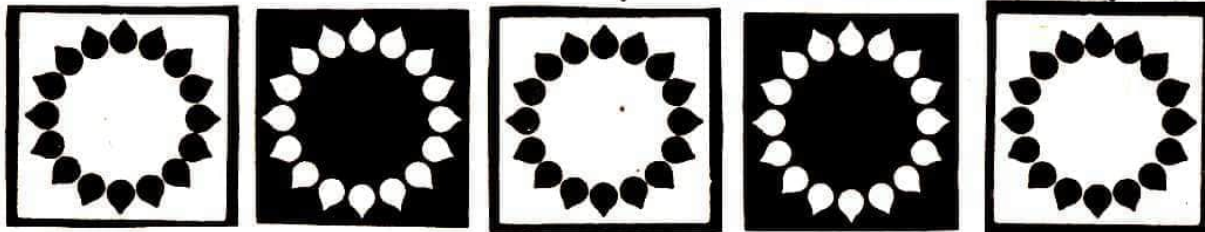
Ebenso wird Gummi durch Ozoneinwirkung in sehr kurzer Zeit zerstört. Hierbei wird die C=C-Doppelbindung ozonisiert:



Diese gummizerstörende Wirkung bekamen die Bürger von Los Angeles Ende der 40er Jahre merklich zu spüren. Reifen, die längere Zeit gelagert worden waren, zeigten tiefe Risse und die damals hochmodernen Gummibadewannen (vom Hersteller mit mindestens 5 Jahre Haltbarkeit angepriesen) waren bereits nach einem Jahr unbrauchbar. Die Ursache dafür war das Ozon, das durch einen komplizierten chemischen Prozeß unter Beteiligung von Sonnenlicht, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden über Los Angeles entstand. Die Ozonkonzentration nahm so zu, daß sogar Grünanlagen zerstört wurden und die Menschen an Lungenkrankheiten und Herzleiden häufiger erkrankten. Die gesundheitsfördernde Wirkung von Ozon in geringen Konzentrationen auf Asthmakranke kehrte sich nun ins Gegenteil um. Eine erhöhte Ozonkonzentration wurde nicht nur über Los Angeles festgestellt. Sie ist gegenwärtig auch im USA-Staat New York, in Nordmexiko, in Sydney und über dem Atlantik anzutreffen.

Die Eigenschaften von Ozon werden natürlich auch in Industrie und Wissenschaft genutzt. So dient es zur Entkeimung von Trinkwasser und wird als Desinfektionsmittel zur Luftverbesserung genutzt. Ebenfalls findet es Verwendung als Bleichmittel für Zellstoff, Öle und Fette. In der organischen Chemie wird Trisauerstoff zur Konstitutionaufklärung ungesättigter Verbindungen (Ozonidspaltung) eingesetzt.

(Teil II im nächsten Heft)



Wissenswertes:

Erstmals Sonnentemperatur im Reaktor erzeugt

Gelehrten der Universität Princeton (USA) gelang es erstmals, im Reaktorversuch für den Bruchteil einer Sekunde 60 Millionen Grad Celsius zu erzeugen. Das entspricht Sonnentemperaturen. Dieser wissenschaftliche Erfolg hat große Bedeutung für die Bemühungen, energetische Prozesse analog denen in der Sonne durch kontrollierte Kernverschmelzung im Reaktor auszulösen und auf diese Weise Energie zu gewinnen.

Unterirdische Wasservorräte aus dem Kosmos entdeckt

Unterirdische Wasservorräte sind auf der Grundlage von Fotografien, die von Kosmonauten aufgenommen wurden, auf der Halbinsel Mangyschlak am Ostufer des Kaspischen Meeres entdeckt worden. Experten rechnen laut TASS mit 3,5 bis vier Milliarden Kubikmeter Süß- beziehungsweise leicht mineralhaltigen Wassers. Mangyschlak galt lange als wasserloses Gebiet, da alle Suchaktionen von Geologen erfolglos waren.

Ballonfahrer überqueren erstmals Atlantischen Ozean

Zum erstenmal ist eine Überquerung des Atlantischen Ozeans mit einem Ballon gelungen. Die drei USA-Bürger Abruzzo, Anderson und Newman sind am Donnerstagabend nach sechstätigem Flug mit ihrem Ballon "Double Eagle II." nahe Paris gelandet. Gestartet waren sie in Presque Isle im USA-Bundesstaat Maine. Ihr mit 5000 Kubikmeter Helium gefüllter Ballon trug sie bei günstigem Wind in 3000 bis 5000 Meter Höhe mit bis zu 72 km/h in sechs Tagen über den Atlantik.

Margrit Liemen
Schülerin, 12. Klasse
Salzmannschule
Schnefenthal

Die Geschichte der Mendelschen Gesetze

Über viele Jahrhunderte schon erstreckt sich die Vielfalt von der Erforschung der Natur und der in ihr wirkenden Gesetzmäßigkeiten. Schon sehr viele Menschen machten auf sich aufmerksam, indem sie diese Gesetzmäßigkeiten erkannten und zum Nutzen, oftmals aber leider auch zum Schaden der Menschheit, anwandten.

Einer dieser bedeutenden Erforscher war der Augustinermönch und Botaniker Johann Gregor Mendel. Im Jahre 1865 legte Mendel dem Naturforschenden Verein in Brunn (heute Brno in der CSSR) seine berühmte Arbeit "Versuche über Pflanzenhybriden" vor. In derselben lieferte er die ersten exakten Grundlagen für die Vererbungslehre. Um die Gesetze für die Vererbung einfacher Merkmale an Pflanzen zu ermitteln, stellte er umfassende Kreuzungsversuche an, deren höchst bedeutsame Ergebnisse lange unbeachtet blieben. Darum mußten leider erst 35 Jahre vergehen, ehe man die äußerst große Bedeutung seiner Arbeit erkannte. In den Jahren 1854 bis 1864 widmete sich Johann Gregor Mendel in seiner Freizeit im Klostergarten Kreuzungsversuchen mit Pflanzen, insbesondere mit Erbsenpflanzen. Schon vor Mendel hatten einige Forscher solche Kreuzungsversuche durchgeführt, jedoch die Ergebnisse waren so sehr verwirrend, daß diese weder geordnet noch ausgewertet werden konnten.

Mendel ging davon aus, daß nur die Untersuchung einzelner Merkmale von Erfolg sein kann. Aus diesem Grunde führte er zwischen solchen Erbsensorten Kreuzungen durch, die sich durch ein einziges oder wenige, klar abgrenzbare Merkmale, wie die Gestalt der Samen oder die Blütenfarbe voneinander unterschieden. Dadurch konnte er die Nachkommenschaft einer von ihm durchgeführten Kreuzung in Bezug auf das jeweilige Merkmal eindeutig klassifizieren und genau zählen, wie viele

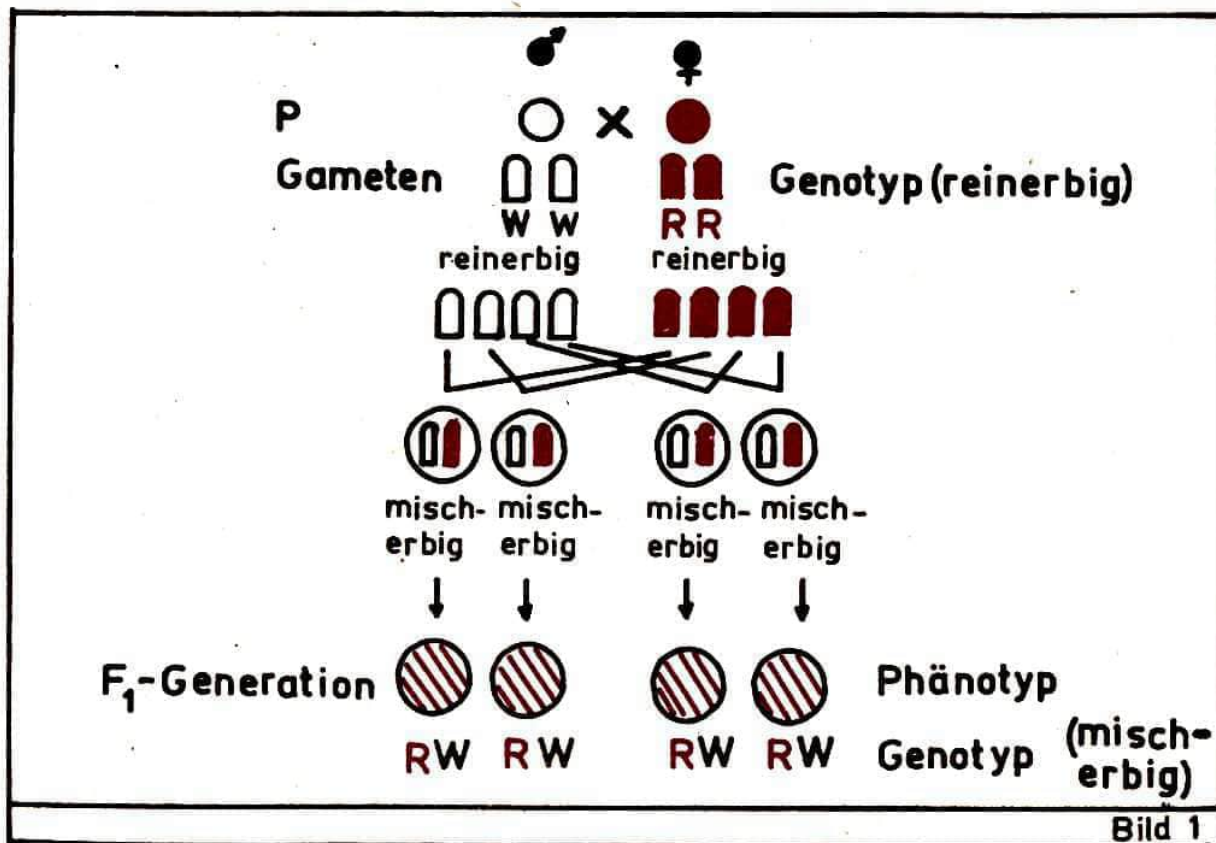
dieser Pflanzen jeweils zu einer Rasse und wie viele zur anderen gehörten.

Seine gewonnenen Ergebnisse wertete er auch als erster mathematisch aus und gelangte so zu den nach ihm benannten Mendelschen Gesetzen und zog aus diesen wiederum den Schluß, daß für die Vererbung besondere Erbanlagen (Gene) verantwortlich sein müssen. Hier nun die ermittelten Gesetze:

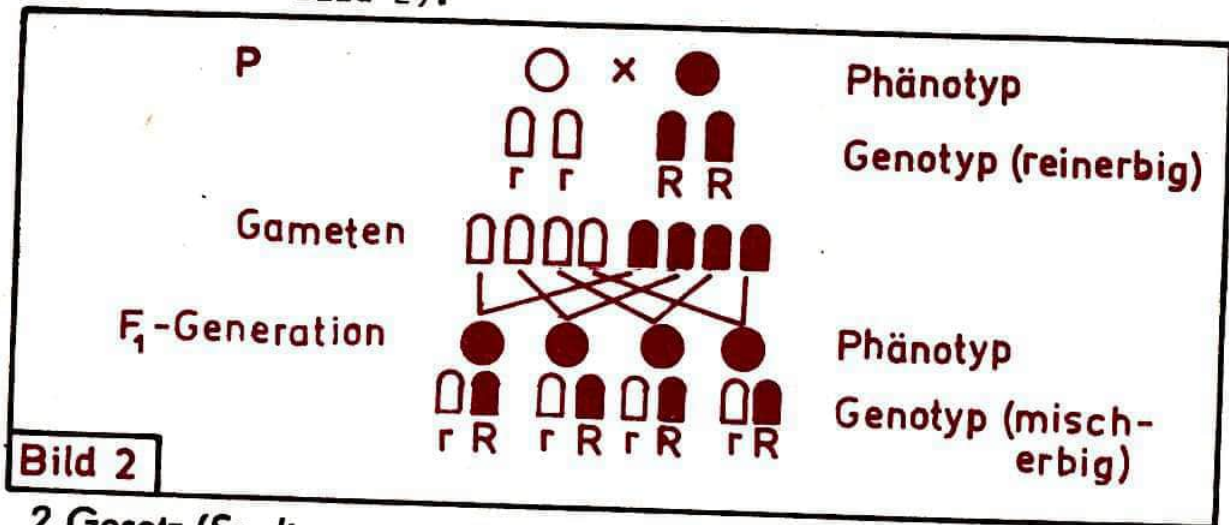
1. Gesetz (Uniformitätsgesetz)

"Kreuzt man homozygote (reinerbige) Individuen (Lebewesen), dann sind alle F_1 -Bastarde untereinander gleich (uniform). Dabei unterscheidet man einen intermediären Erbgang, bei dem die F_1 -Generation ein anderes phänotypisches Aussehen als die Eltern hat, vom dominanten Erbgang, wobei eine Eigenschaft der Eltern merkmalsbestimmend ist. In diesem Fall ist der Phänotyp identisch mit einem Elternteil."

Beispiele: ● Kreuzt man eine rot- (RR) und eine weißblütige (WW) Rasse der japanischen Wunderblume, so sind die Nachkommen in der F_1 -Generation alle rosablühend (intermediärer Erbgang, Bild 1).



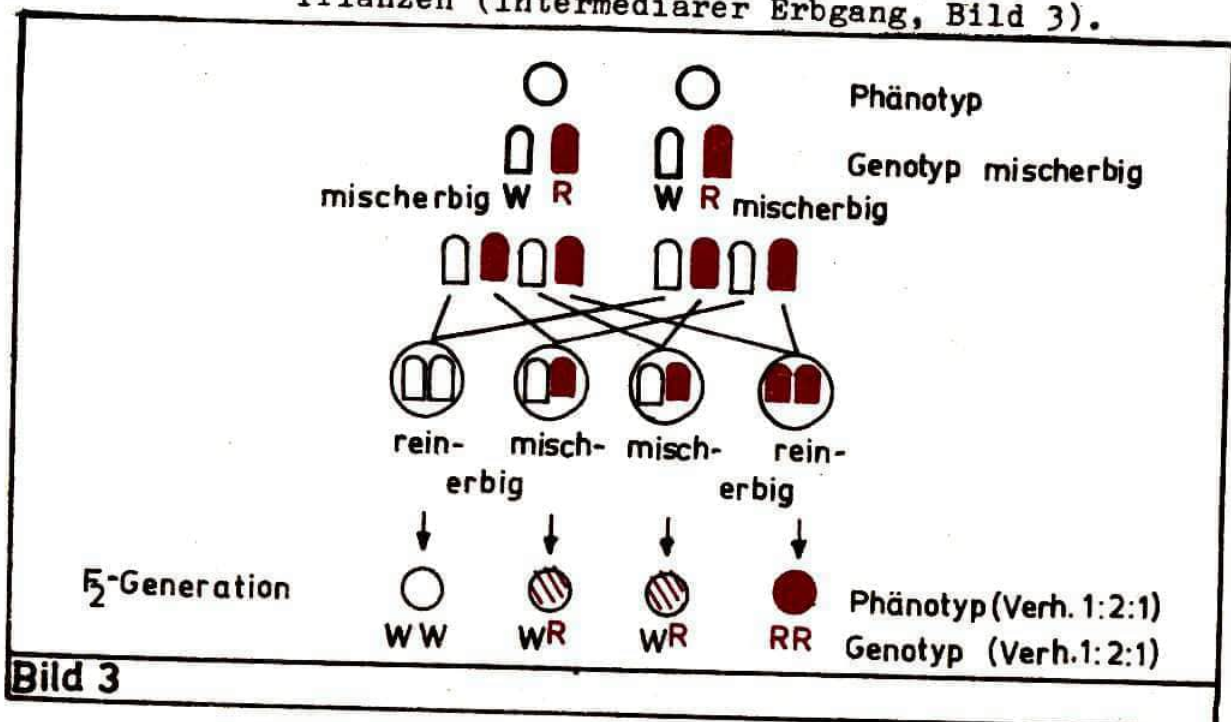
- Eine Kreuzung rot-(RR) und weißblühender (rr) Löwenmäulchen ergibt in der F_1 -Generation nur rotblühende Individuen (dominanter Erbgang, Bild 2).



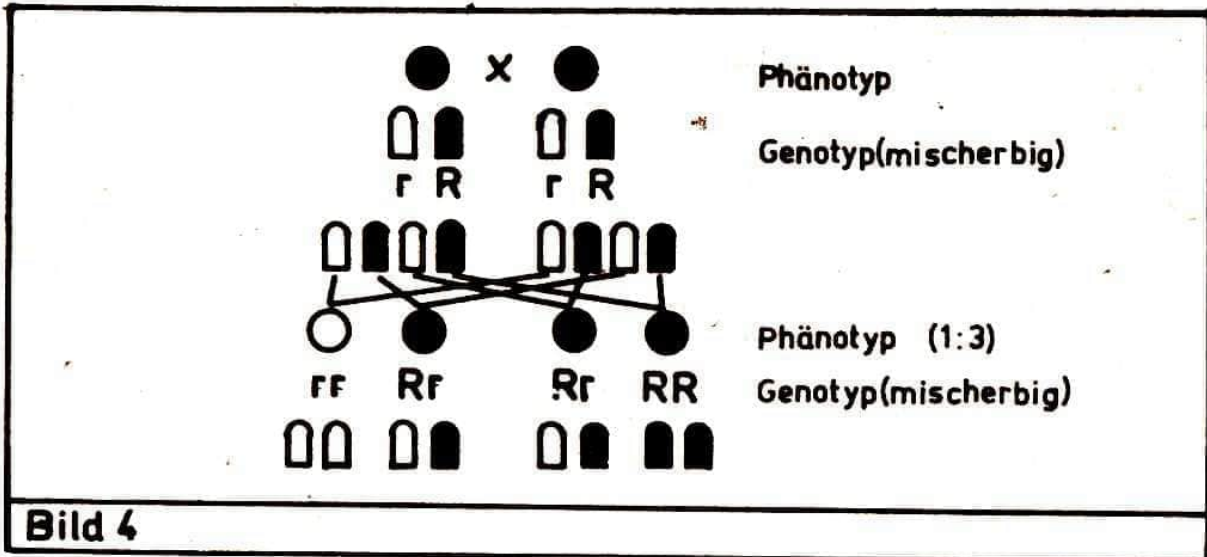
2. Gesetz (Spaltungsgesetz)

"Kreuzt man F_1 -Bastarde, die in einem Allel (Merkmalspaar) heterozygot (mischerbig) sind, so ist die F_2 -Generation in dem betreffenden Merkmal nicht einheitlich, sondern spaltet nach bestimmten Zahlenverhältnissen auf. Auch bei der Kreuzung einer mischerbigen F_1 -Generation treten intermediäre und dominante Erbgänge auf."

Beispiele: ● Rosablühende Eltern der japanischen Wunderblume ergeben bei der Kreuzung eine Aufspaltung in eine weiß-, eine rot- und zwei rosablühende Pflanzen (intermediärer Erbgang, Bild 3).

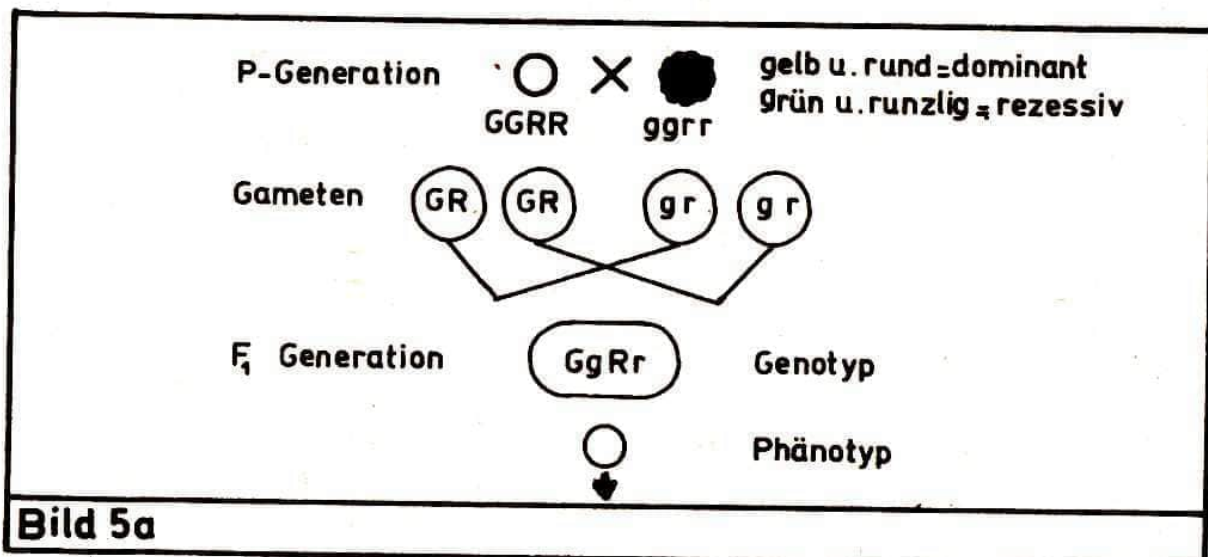


- Bei der Kreuzung mischerbiger Individuen, bei denen ein Merkmal dominant ist, spaltet die F_2 -Generation phänotypisch in einem Verhältnis von 3 : 1 auf, obwohl genotypisch das Verhältnis 1 : 2 : 1 gewahrt bleibt (dominanter Erbgang, Bild 4).



3. Gesetz (Unabhängigkeitsgesetz oder Gesetz der Neukombination der Gene)

"Kreuzt man Tiere oder Pflanzen, die sich in zwei Merkmalen reinerbig unterscheiden, so werden die Merkmale unabhängig voneinander vererbt. Dabei können reinerbige Neukombinationen auftreten; diese haben eine besondere Bedeutung für die Züchtung neuer Rassen (bei Tieren) oder Sorten (bei Pflanzen)."



♀ \ ♂	G R		G r		g R		g r		
	Genotyp	Phänotyp	Genotyp	Phänotyp	Genotyp	Phänotyp	Genotyp	Phänotyp	
GR	GG RR	P ○	GG Rr	○	Gg RR	○	Gg Rr	○	F ₂ -Generation
Gr	GG Rr	○	GG rr	N ☼	Gg Rr	○	Gg rr	☼	
gR	Gg RR	○	Gg Rr	○	gg RR	N ●	gg Rr	●	
gr	Gg Rr	○	Gg rr	☼	gg Rr	●	gg rr	P ☼	
									reinerbig

Bild 5 b

Folgendes Verhältnis läßt sich daraus ableiten :

- 9 mal gelb rund
- 3 mal gelb runzlig
- 3 mal grün rund
- 1 mal grün runzlig (wobei N= Neukombinationen sind)

Nicht nur bei Pflanzen finden diese Gesetze Anwendung, sondern auch bei Tieren und ebenfalls beim Menschen.

Um dies deutlich zu machen, sei noch folgendes Beispiel aus der Humangenetik hinzugefügt:

Blutgruppenvererbung:

mögliche Blutgruppen: A , B , AB , O

wobei A,B = dominant und ♂ ebenfalls immer dominiert
O = rezessiv

	♂ × ♀			
P	A0 B0			
F ₁	AB	A0 B0 00		Genotyp
	AB	A B 0		Blutgruppe=Phänotyp

♀ \ ♂	A	0
B	AB	B0
0	A0	00

Anmerkung zum 3. Gesetz:

Neukombinationen können nur auftreten, wenn die entsprechenden Erbinformationen auf unterschiedlichen Chromosomen lokalisiert sind:

zum Beispiel die Farbe auf Chromosom 1
 die Form auf Chromosom 2 .

Befinden sie sich auf dem gleichen Chromosom , werden sie als Kopplungsgruppe (immer zusammen) vererbt, können also nicht getrennt werden.

Abschließende Bemerkung

Wie bedeutsam sind diese auch heute noch gültigen Gesetze! Noch lange wird man wohl brauchen, ehe man das weiträumige Gebiet der Vererbung zur Genüge erforscht hat.

Unsere Aufgabe besteht jedoch hauptsächlich darin, die inhumane Anwendung und "Nutzung" von gewonnenen Erkenntnissen in der Vererbung unbedingt zu verhindern.

Begriffserklärung:

dominant	- ausgebildet (überwiegt)
rezessiv	- überdeckt
Gameten	- Geschlechtszellen
F ₁ -Generation	- Filial- oder Tochtergeneration
P-(Generation)	- Eltern (Parentialgeneration)
N	- Neukombinationen
□□	- Chromosomen
♀	- weiblich
♂	- männlich
Genotyp	- Erbinformationen des Zellkerns
Phänotyp	- Erscheinungsbild



Wissenschaft im Kreuzverhör

„Impuls - 68“-Interview mit Dr. Helmut Zimmermann, Leiter des Wissenschaftsbereichs „Astrophysik“ der Sektion Physik der FSU Jena

*Herr Dr. Zimmermann, Sie sind Leiter des WB Astronomie,
können Sie unseren Lesern sagen was bei Ihnen gemacht wird?*

In unserem WB beschäftigen wir uns mit der interstellaren Materie und dabei insbesondere mit dem interstellaren Staub. Ein wesentliches Problem, das wir in diesem Zusammenhang untersuchen, ist, wie ist der interstellare Staub chemisch beschaffen, was können wir aussagen über die Staubteilchen, die das Licht teilweise streuen, teilweise in andere Spektralbereiche umwandeln.

*Welche Entwicklungen sehen Sie gegenwärtig für
für Ihr Fachgebiet?*

Die Astronomie, und in ihr speziell die Astrophysik, ist eine Grundlagenwissenschaft. Es geht darum, kosmische Objekte zu untersuchen und wesentliche Zusammenhänge zwischen einzelnen ihrer Zustandsgrößen aufzufinden. Die Astronomie bietet dabei die Möglichkeit, physikalische Zustände im Weltall zu entdecken, die z. B. im irdischen Labor nicht realisiert werden können, einerseits im Hinblick auf extreme Dichtezustände, große Massen- oder Energiedichten, oder im Hinblick auf extrem dünne Zustände. Die interstellare Materie ist ein Fall solch extrem dünner Zustände.

*Welche Aufgabe hat die astronomische Forschung
der DDR innerhalb der internationalen aktuellen
Forschungsprobleme?*

Die DDR kann nicht alle Gebiete der Astrophysik gleichmäßig stark bearbeiten. Wir müssen uns konzentrieren auf bestimmte ausgewählte Gebiete, die wir sowohl beobachtungsmäßig als auch theoretisch bearbeiten können. Z. B. ist es ausgeschlos-

sen, daß wir radioastronomische Forschung betreiben, da die dazu notwendigen teuren Radioteleskope nicht vorhanden sind. Es besteht eine Arbeitsteilung innerhalb der astronomischen Forschung der sozialistischen Länder. Die DDR-Astronomie beschäftigt sich einmal - wie bereits gesagt - mit der interstellaren Materie (in Jena) und weiterhin unter anderem mit der Sternphysik, speziell der magnetischen Sterne (Zentralinstitut für Astrophysik der DAW, Potsdam), mit Sternsystemen (ebenfalls Potsdam), mit extrem jungen Sternen und Veränderlichen (Sonneberg) und schließlich noch mit der Kosmologie und der Gravitationstheorie in Verbindung zur Relativistischen Physik (Potsdam).

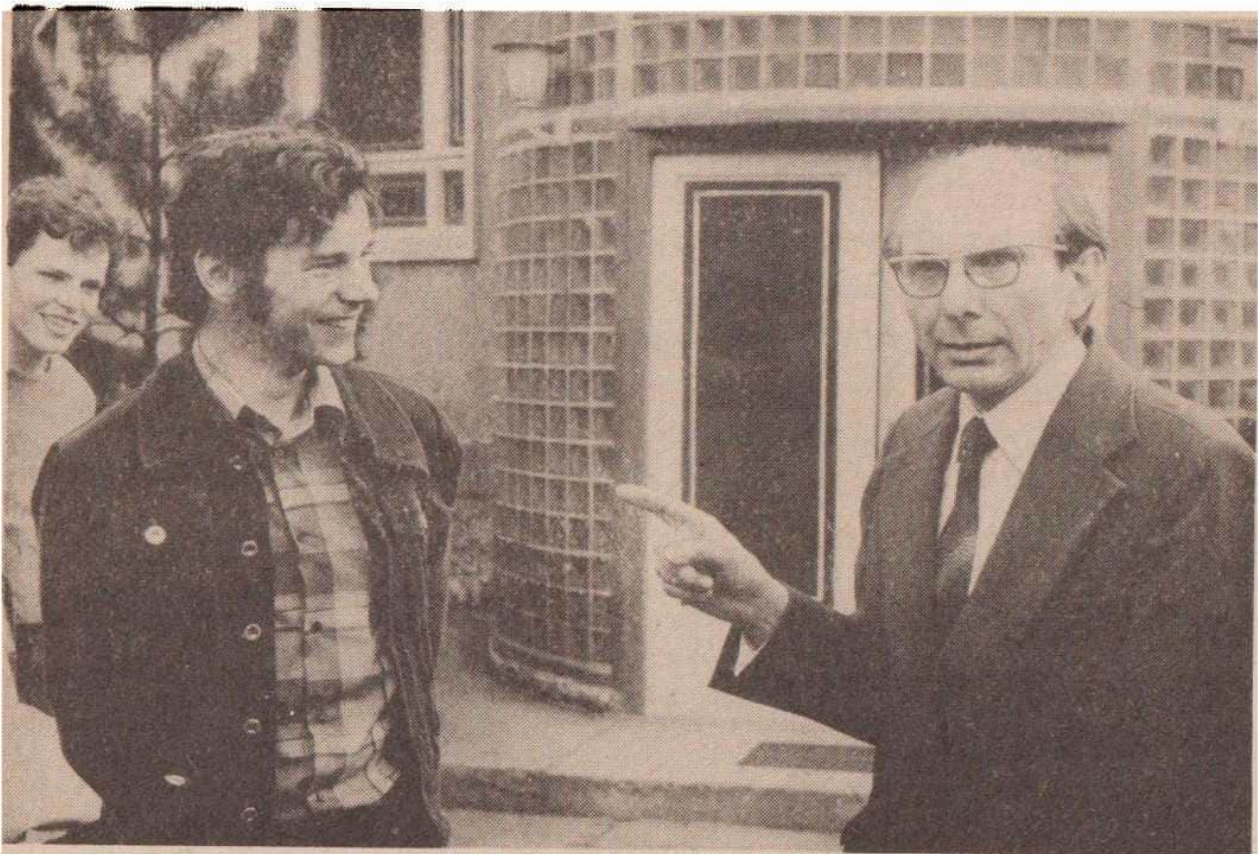
Gibt es noch andere Verbindungen zwischen Ihrem Arbeitsgebiet zu anderen Wissenszweigen?

Die astronomischen Beobachtungen müssen theoretisch interpretiert werden. Man geht dabei davon aus, daß die materielle Einheit der Welt existiert, die unter anderem darin zum Ausdruck kommt, daß die auf der Erde gefundenen physikalischen Gesetze überall im Raum und in der Zeit gelten. Wenn wir irgendwelche astronomischen Phänomene beobachten, dann interpretieren wir sie mit den physikalischen Gesetzen, die auf der Erde gefunden worden sind. Wir brauchen also daher die Kenntnisse der Physik und darüber hinaus auch viele chemische Kenntnisse.

Treten in der Astronomie - im Vergleich zur Physik etwa - irgendwelche Besonderheiten im Verhältnis zwischen Experiment und Theorie auf?

Es gibt einen ganz wesentlichen Unterschied zwischen der "normalen" terrestrischen naturwissenschaftlichen Beobachtung und der astronomischen. Die Physik etwa kann experimentieren, die Astronomie kann nur observieren. Der Astronom kann kein Experiment mit seinen Forschungsgegenständen machen, bis auf solche in unmittelbarer Nachbarschaft der Erde - jetzt im Rahmen der Weltraumfahrt. Aber - sehen wir einmal von den unmittelbar benachbarten Objekten ab, dann können die Astronomen nur das registrieren, was uns von den außerirdischen Objekten zugestrahlt wird: elektromagnetische oder Partikel-

strahlung. Diese Strahlung können wir nicht aktiv beeinflussen. Das bedeutet auch, daß, wenn wir eine Beobachtung nicht machen, diese Beobachtung für alle Zeit verloren ist. Der Experimentator kann eine Beobachtung, ein Experiment wiederholen, der Astronom kann das nicht. Ein Ereignis, was er nicht beobachtet, ist weg sozusagen. Wesentlich ist daher auch, daß wir lange Zeiten beobachten. Die Astronomie ist ja die Wissenschaft mit den ältesten überlieferten Beobachtungen. Auch heutzutage sind noch Beobachtungen außerordentlich wertvoll, die vor 1 000 Jahren gemacht wurden zur Interpretation ganz bestimmter Ereignisse. Dies betrifft z.B. den Ausbruch einer Supernova im Jahre 1054, deren Überreste wir heute als Krebsnebel beobachten. Es ist entscheidend wichtig, daß wir wissen, wann genau diese Supernova aufleuchtete. Wüßten wir das nicht, würden wir unsere heutigen Beobachtungen kaum so gut interpretieren können.



Dr. H. Zimmermann im Gespräch mit Studenten vor der Universitätssternwarte in Großschwabhausen bei Jena

Man möchte wissen, wie ein bestimmter Himmelskörper, ein Stern, ein Sternsystem, eine interstellare Wolke etc. physikalisch beschaffen ist. Wir sind dabei allein angewiesen auf die Strahlung, die von diesen Objekten zu uns kommt. Nun müssen wir eben diese Strahlung interpretieren. Und zur Interpretation müssen wir theoretische Kenntnisse haben. Wir brauchen also physikalische Kenntnisse, die aussagen, wie eine bestimmte Strahlung entsteht, was für Informationen diese Strahlung beinhaltet; dann müssen wir uns Modelle schaffen, müssen sie ausbauen, müssen sehen, wie weit diese Modelle tragen und welche weiteren Fakten wir aus den Modellen ableiten können. Schließlich müssen wir zur Prüfung der Theorie wieder beobachten und sehen, stimmen denn die Modellvorausagen im Hinblick auf bestimmte Beobachtungen mit den tatsächlich gemachten überein? Reichen die Beobachtungsgenauigkeiten für eine Entscheidung aus oder sind sie noch nicht so genau? Muß das Modell geändert werden oder ist es (vorerst) richtig?

Wie hat man sich die internationale wissenschaftliche Kooperation bei der astronomischen Forschung vorzustellen?

Es gibt die IAU (die Internationale Astronomische Union), auf deren Tagungen der erreichte Stand und die anzustrebenden Ziele der Forschung diskutiert werden. Dennoch ist jedes einzelne Land für die bearbeiteten Forschungsgebiete allein verantwortlich. Zwischen den Akademien der sozialistischen Staaten besteht aber eine vertraglich vereinbarte multilaterale Zusammenarbeit. Obwohl die Universitätssternwarte keine Akademieeinrichtung ist, ist sie in dieses Programm mit integriert. Unser Spezialgebiet ist, wie schon gesagt, die nichtstellare Materie. Es wird in der Unterkommission "Extrem frühe Stadien der Sternentwicklung" bearbeitet. Dies ist dadurch motiviert, daß Sterne aus nichtstellarer Materie entstehen. Wir haben in allerjüngster Vergangenheit weiterhin darüber diskutiert, nächstes Jahr eine kleine internationale Arbeitstagung in der DDR zu veranstalten, zu der wir die Kollegen der sozialistischen Länder, die auch auf diesem Gebiet arbeiten, einladen wollen, ebenso finnische Kollegen, zu denen recht enge Beziehungen auf vielen Gebieten bestehen.

Soweit uns bekannt ist, gibt es auf Ihrem Gebiet zahlreiche populärwissenschaftliche Veröffentlichungen. Können Sie uns einige - vielleicht besonders aus der letzten Zeit - nennen?

Die jüngste Veröffentlichung ist das "Brockhaus ABC Astronomie", erschienen 1978 in 5. Auflage, ein Lexikon über das gesamte Gebiet der Astronomie.

Wenn ein Oberschüler Astronomie studieren möchte, welche Ratschläge würden Sie ihm geben?

Da in der DDR jedem Studenten nach Beendigung seines Studiums ein Arbeitsplatz sicher ist, gibt es aufgrund des geringen Bedarfs an Fachastronomen auch nur beschränkte Möglichkeiten für ein solches Studium. Wer sich dafür interessiert, sollte sich zunächst einmal in Jena für Physik bewerben, denn nur in Jena werden Fachastronomen ausgebildet. Nach zwei Jahren Grundstudium Physik folgt dann - eventuell, je nach Bedarf - eine Spezialausbildung in Astronomie.

Viel mehr als Fachastronomen benötigen wir in der DDR hingen Lehrer für Astronomie.

Ab September 78 werden in Jena etwa 25 Studenten hier an der FSU ein Lehrerstudium aufnehmen, und zwar in der Kombination Physik - Astronomie. Können Sie uns sagen, wie sich diese Ausbildung von der etwa der künftigen Physik-Mathematik-Lehrer oder der Diplomphysiker unterscheidet?

Der Unterschied zum Diplomphysiker ist, daß die speziellen zum Lehrerberuf nötigen Fächer mit absolviert werden müssen. Der Unterschied zum Physik/Mathematik-Lehrerstudium besteht darin, daß zum Hauptfach Physik als Nebenfach die Astronomie tritt, wobei aber auch die Mathematik in dem Umfang, wie sie zur Physik- und Astronomieausbildung benötigt wird, integriert ist. Bisher konnten Lehrer der POS erst postgradual die Lehrbefähigung in Astronomie erlangen. Mit dem 1. September 78 ist eine Möglichkeit geschaffen worden, im Direktstudium eine solche Lehrbefähigung zu erwerben. Diese Möglichkeit besteht nur hier in Jena. Das Einsatzgebiet nach dem Studium im Fach Astronomie wird der Unterricht in den 10. Klassen der POS sowie den Vorbereitungsklassen zum Abitur sein. Gedacht ist

auch an einen möglichen Einsatz dieser künftigen Lehrer als Fachberater, um ihr solides Wissen an andere Lehrer weitergeben zu können, oder auch als Leiter von Schulsternwarten. Auch in der URANIA sollten die Absolventen mitarbeiten, um ein wissenschaftliches Weltbild verbreiten zu helfen.

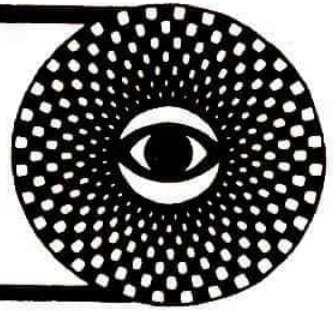
Herr Dr. Zimmermann, wir danken Ihnen für dieses Interview.



"Pferdekopfnebel im Sternbild Orion "

Dieses, an einen Pferdekopf erinnernde Gebilde zählt zu den Dunkelwolken, d. h., Ansammlungen von interstellarem Staub, die das Sternlicht sehr stark absorbieren.
(Siehe: Zimmermann, "ABC Astronomie")

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Im All leben und arbeiten - Experten haben das Wort

*Aus: „Neue Zeit“ - Wochenblatt für Politik Nr. 17,
April (gekürzt)*

„Befinden gut“ - Akademiemitglied Oleg Gasenko

Medizinisch gesehen ist ein Hauptergebnis des Fluges der Stamm-
besatzung des Orbitalkomplexes Salut 6, daß sich die Kosmonau-
ten auf der Umlaufbahn gut gefühlt und erfolgreich das Programm
erfüllt haben. Alle Experimente und Beobachtungen führte die
Besatzung bis zum letzten Flugtag mit nicht nachlassendem Inter-
esse, ja mit Enthusiasmus aus. Folglich kann der Mensch nicht
nur einen langen Raumflug unternehmen, sondern dabei auch eine
befriedigende Arbeitsfähigkeit bewahren.

Die sehr spezifischen und nicht leichten Arbeitsbedingungen im
All fordern der Besatzung physische und emotionale Anspannung,
vollen Einsatz, Zielstrebigkeit, Konzentration und die Aufbie-
tung aller Kräfte und Potenzen des Organismus ab. Außer dem
persönlichen Einsatz der Kosmonauten hat natürlich auch die
sorgfältige Vorbereitung zum Erfolg beigetragen. In den 17 Jah-
ren der bemannten Flüge wurden eingehend die biologischen, bio-
chemischen und biophysikalischen Prozesse studiert, die sich
in den lebenden Organismen - von den einfachsten bis zu den
kompliziertesten - unter außerirdischen Bedingungen vollziehen.
Bislang bleibt das Problem der Art des Einflusses der Schwere-
losigkeit auf den Organismus weiter aktuell. Das lange Nichtvor-
handensein der irdischen Schwerkraft führt zur Abnahme der
Muskel- und Skelettmasse, zu einem teilweisen Verlust von Flüs-
sigkeit und zu ihrer Umverteilung im Organismus. Deshalb sind
prophylaktische Maßnahmen beim Flug erforderlich. Darunter

nimmt der Komplex dosierter physikalischer Übungen, das Regime des Essens und Trinkens und die streng dosierte Aufnahme von Mineralstoffen im Organismus einen wichtigen Platz ein. Diese Maßnahmen beeinflussen positiv die physiologischen Prozesse und den Kreislauf, sie verbessern den Allgemeinzustand bedeutend.

Das besondere Augenmerk der Ärzte galt der Herztätigkeit und dem Kreislauf im Ruhezustand und bei funktionalen Belastungen sowie biochemischen und mikrobiologischen Untersuchungen. Um die Kontinuität der Ergebnisse beizubehalten, wurden Methoden genutzt, die bei früheren Flügen von Salut-Orbitalstationen erprobt worden waren. Doch der Umfang der Untersuchungen wurde merklich erweitert. So wurde z. B. erstmals in der Praxis der Raumfahrt die Blutumverteilung und die Menge des bei jeder Herzkontraktion in den Kreislauf gepumpten Blutes nach der rheographischen Methode und mit der Ballistokardiographie die Kontraktionsfähigkeit des Herzens komplex untersucht.

Die unangenehmen Empfindungen der Kosmonauten in den ersten Flugtagen, die sich vor allem durch den verstärkten Blutstrom zum oberen Teil des Körpers und die Veränderung der eingespielten Arbeit der Sinnesorgane in der Schwerelosigkeit erklären, waren zum Ende der ersten Woche weitgehend überwunden.

Seit dem zweiten Flugmonat stabilisierten sich relativ die Herztätigkeit und der Kreislauf unter der physischen Belastung, was darauf hinweist, daß sich der Organismus an die Bedingungen des Lebens in der Schwerelosigkeit anpaßt.

Um die in der Schwerelosigkeit geringere Belastung auf den Stütz- und Bewegungsapparat und die Skelettmuskulatur auszugleichen, trugen die Kosmonauten während des ganzen Fluges täglich 10 bis 12 Stunden spezielle Druckanzüge vom Typ "Pinguin".

Etwa zwei Stunden an jedem der fünf letzten Flugtage fand ein Training im "Tschibis"-Anzug statt, der die Wirkung der irdischen Gravitation auf die unteren Körperteile imitiert.

Der schwierigste Moment war die Wiederaanpassung an die irdischen Bedingungen. Um Kreislaufstörungen in dieser Zeit zu verhüten, wurde nach dem Flug ein besonderer Anzug angelegt, der Druck auf die unteren Extremitäten erzeugte und damit verhinder-

te, daß sich dort Blut bei einer vertikalen Körperlage staute.

Die Untersuchungen nach dem Flug, die durch neue Methoden erweitert wurden, haben bislang keine Veränderungen gezeigt, die sich prinzipiell von den früher bekannten unterscheiden würden.

Die Kosmonauten empfanden in den ersten Tagen eine vermeintliche Gewichtszunahme, obgleich sie tatsächlich etwa 5 kg abnahmen, und ein Schwererwerden der Gegenstände. Es kostete spürbare Anstrengungen, die vertikale Stellung beizubehalten. Im Liegen fühlten sie sich bedeutend besser. Ihre Bewegungen waren nicht immer sicher und koordiniert.

Eine Analyse der medizinisch-biologischen Flugdaten ermöglicht es, Empfehlungen für spätere, noch kompliziertere und vielleicht auch längere Arbeitsaufenthalte auf der Umlaufbahn zu erarbeiten. Wir sind da durchaus optimistisch.

Ferner geht es darum, der Wissenschaft vom Menschen zu helfen, qualitativ wie quantitativ über den gesunden und arbeitsfähigen Organismus zu urteilen, um so früh wie möglich Abweichungen von der Norm zu erkennen und die erforderlichen prophylaktischen Maßnahmen zu ergreifen. Wie Akademiemitglied Wassili Parin sagte, haben die Ärzte in den Jahrtausenden der Geschichte der Medizin sehr große Erfahrungen bei der Diagnostik und Therapie der verschiedensten Erkrankungen gesammelt. Paradoxerweise wußte man vom gesunden Organismus viel weniger als vom kranken. Erst in der Epoche der Raumfahrt erhält die Wissenschaft überaus interessante Grundlagenkenntnisse über gesunde Menschen, die unter gewöhnlichen irdischen wie unter extremen kosmischen Bedingungen arbeiten.

„Beruf Kosmonaut“ -

Generalleutnant der Luftstreitkräfte Georgi Beregowoi

Bemannte Raumschiffe starten jetzt häufig. Allein vom Februar 1977 bis März 1978 unternahmen fünf Besatzungen Erdumkreisungen. Nach Gagarins Wostok-Raumschiff wurden 33 Mannschaften vom sowjetischen Kosmodrom Baikonur in eine Umlaufbahn gebracht. Ihnen gehörten 42 sowjetische Kosmonauten und ein tschechoslowakischer Raumfahrer an: 16 dieser Kosmonauten waren zweimal im All, zwei Raumfahrer dreimal.

Für jeden Kosmonauten beginnt der Weg in die Weiten des Alls im Sternenstädtchen bei Moskau. Dort besteht seit 1960 das Gaga-

rin-Kosmonautenausbildungszentrum, das über eine technische und medizinisch-biologische Basis, über Lehlabor, Trainingsanlagen und einen Flugzeugpark verfügt. Hochqualifizierte Wissenschaftler, Ingenieure, Methodiker und Ausbildungsflieger unterweisen die Kosmonautenanwärter. Alle - was sie früher auch getan haben mögen - durchlaufen einen vollen Ausbildungslehrgang, um Kosmonaut zu werden. Die Besatzungen erlernen nicht nur die Steuerung des Raumschiffes und der Station, sondern besuchen auch Konstruktionsbüros und Betriebe, wo Raumfahrttechnik entwickelt und getestet wird. - Werden doch die Anforderungen ständig höher. Jeder Kosmonaut muß nicht nur Pilot sein, sondern auch eine solide Ingenieurausbildung haben - er soll es verstehen, jedes der vielen Hundert Systeme des Raumschiffes oder der Station zu reparieren oder auszuwechseln. Die Kosmonautenanwärter bereiten sich auch gründlich auf das Programm der bevorstehenden technischen Experimente und Forschungen im All vor, die ständig umfassender und komplizierter werden. Deshalb ziehen wir zu einer fundierten Ausbildung der Besatzungen von Dauerorbitalstationen jene heran, die sich unmittelbar mit den Experimenten befassen. Die Kosmonauten durchlaufen jetzt ein besonderes Praktikum in astrophysikalischen Labors der Sowjetunion. Im Sternenstädtchen ist ein Labor eingerichtet für Vorlesungen in kosmischer Naturkunde. Die Besatzungen unter Führung von Spezialisten des Naturforschungszentrums werden bei Expeditionen und Flügen über verschiedenen Landesteilen ausgebildet.

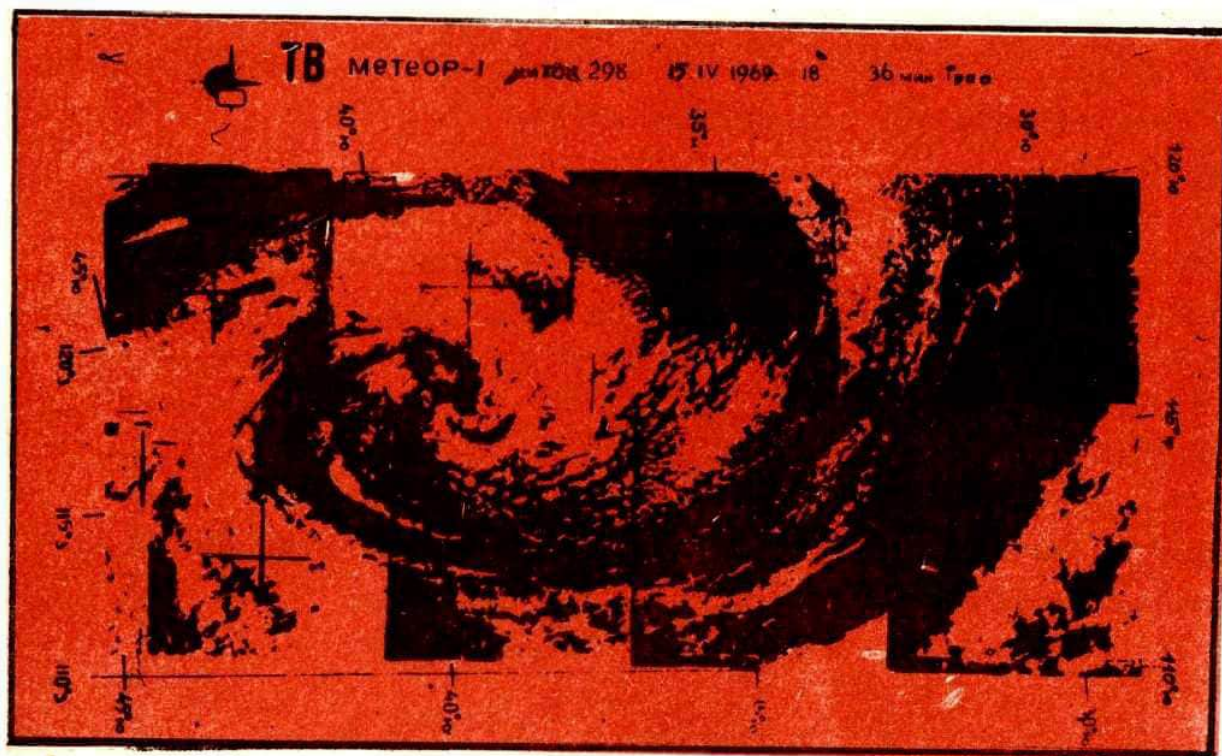
Alle drei Besatzungen der Salut-6-Station haben großes Können gezeigt. Unter allen Umständen verstanden sie sofort die Anweisungen der Leitzentrale und führten unverzüglich alle Elemente des Programms aus. Die Arbeit ging ihnen leicht von der Hand. Alle 96 Tage dieses ereignisreichen Fluges bewährten sich auch unser Ausbildungszentrum und die Schöpfer der Weltraumtechnik. Die Ausbildungsmethoden wurden überprüft, quantitativ und qualitativ bewertet.

Die Arbeit des Ausbildungszentrums ist dadurch komplizierter geworden, daß gleichzeitig mehrere Mannschaften auf der Umlaufbahn sind. Die Stammbesatzung arbeitet an Bord der Orbitalstation, unterdes bereitet sich die andere Mannschaft auf eine "Stippvisite" vor und muß zudem noch konkrete Aufgaben lösen, die sich während des Fluges in der Station stellen. Deshalb

verfolgen die Kosmonauten vor ihrem Abstecher zur Stammbesatzung den täglichen Funkverkehr der Leitzentrale mit dem Raumschiff und werten Angaben über das Funktionieren der Systeme der Station aus. Hierfür sind eine naturgetreue Trainingsanlage und ein Modell der Station erforderlich.

Erstmals hat unser Zentrum einen Kosmonautenanwärter aus einem anderen Land ausgebildet. Vladimir Remek, Bürger der CSSR, hat sich im Kosmos bewährt.

Die Zeit internationaler Raumflüge ist angebrochen, und das legt dem Ausbildungszentrum neue Pflichten auf. In nur einem Jahr wurde die erste Gruppe ausländischer Kosmonauten ausgebildet. Außer zwei tschechoslowakischen Anwärtern durchliefen auch Bürger Polens und der DDR die theoretische und praktische Ausbildung (je zwei Vertreter jedes Landes). Jetzt hat eine zweite internationale Gruppe den Unterricht aufgenommen - Bürger Bulgariens, Kubas, der Mongolei, Rumäniens und Ungarns. Wie Leonid Breschnew sagte, "ist das ... nur der Anfang. Danach wird es weitergehen. Die brüderliche Freundschaft und Zusammenarbeit der Länder der sozialistischen Gemeinschaft ist über die Grenzen unseres Planeten ins Weltall hinausgewachsen. Wir sind darüber froh und stolz".



Aufnahme eines Tiefdruckwirbels durch den sowjetischen Wettersatelliten Meteor - 1

BÜCHERMARKT

Walter Conrad: „Physiker im Kreuzverhör“

(Große Experimente und ihre Meister)

2. Aufl., VEB Fachbuchverlag Leipzig 1977, 190 S., 99 Abb.,
Preis 12,80 M

Kürzlich wurde W. Conrads Buch "Physiker im Kreuzverhör" in der zweiten Auflage ausgeliefert und soll daher unseren Lesern vorgestellt werden. Wegen seines engen Bezuges zum Lehrstoff der Erweiterten Oberschule bzw. den physikalischen Praktika der Anfangssemester an den Universitäten und Hochschulen (naturwissenschaftliche Fachrichtungen) ist es eine gute Empfehlung für die Leser von "impuls 68".

Der durch viele Veröffentlichungen bekannte Autor Walter Conrad, Fachmann auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik, legt hier ein gut ausgestattetes Buch über herausragende physikalische Experimente der letzten vier Jahrhunderte vor, wobei es um alle Disziplinen der Physik geht. Der Titel ist so zu verstehen, daß Physiker von Rang und Namen persönlich zu Wort kommen; es wird aus ihren Werken zitiert, aber so geschickt ausgewählt, daß das Buch für jeden naturwissenschaftlich Interessierten leicht lesbar und verständlich wird.

Im Mittelpunkt steht das physikalische Experiment und nicht die Forscherpersönlichkeit; dennoch ist es ein wissenschaftsgeschichtlich wertvolles Buch, denn der Autor bezieht sich auf epochale Entdeckungen, die Meilensteinen in der Entwicklung der Naturwissenschaft Physik gleichkommen. Es geht um die Verdienste der Physiker Galilei, Guericke, Römer, Galvani, Oerstedt, Faraday, Mayer, Helmholtz, Newton, Huygens u.v.a. .

Das selten gesehene Bildmaterial führt an die Quellen der Original-Experimente heran.

Wolfgang König

physikaufgabe

33

Was zeigt eine Personenwaage an, wenn die sich wiegende Person im Moment des Stillstandes der Scheibe schnell die Arme nach oben hebt ?

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 27 aus heft 6 / 11.jg.

aufgabe:

In der Mitte eines masselosen Seiles, welches in gleicher Höhe an zwei Punkten H_1 u. H_2 angebracht ist, wirkt eine Kraft von $F=2N$ senkrecht nach unten. Das Seil bildet in der Mitte einen Winkel von $\alpha=160^\circ$. Welche Kraft wirkt auf die beiden Aufhängungspunkte H_1 u. H_2 in Richtung des Seiles ?

lösung:

eingesandt von Gerald W e r n e r , 17 Jahre , Meiningen

$$|\vec{F}| = 2N = |\vec{F}_S| , \\ \alpha = 160^\circ$$

Auf Grund der Symmetrie sind die Kräfte an den Aufhängungspunkten betragsmäßig gleich. Es gilt :

$$F_H = \frac{F_S \cdot \sin \alpha/2}{\sin(180^\circ - \alpha)} = F_S \frac{\sin \alpha/2}{\sin 2 \cdot \alpha/2}$$

$$F_H = F_S \frac{\sin \alpha/2}{2 \cdot \sin \alpha/2 \cdot \cos \alpha/2} = F_S \frac{1}{2 \cdot \cos \alpha/2}$$

$$F_H = 2N \frac{1}{2 \cdot \cos 80^\circ} = \underline{\underline{5,76 \text{ N}}}$$

Die an den Aufhängungspunkten wirkenden Kräfte betragen je 5,76N.

§§§§§§§§§§ DIE GANZE KLARHEIT DES GESETZES §§§§§§§§§§

Das zum Zweck der Erhebung einer Abgabe zur Deckung der auf Grund des Viehseuchengesetzes für auf polizeiliche Anordnung Getötete rotzkrankte Pferde zu leistende Entschädigungen aufgestellte Verzeichnis des Pferdebestandes in der Stadt Altona . . .

(Beginn einer Anordnung des Magistrats aus "Altonaer Nachrichten" um 1890)

Ein Bauwerk ist solange kein Gebäude, sondern Betriebsvorrichtung und demnach nicht in ein Betriebsgrundstück einzubeziehen, als durch eine seiner tragenden Wände ein Gewerbe betrieben wird.

(Entscheidungen der Finanzgerichte, BRD, 5. 8. 1962)

Unveränderliche Kennzeichen sind insbesondere Narben, Muttermale, fehlende Körperteile, wenn sie ohne weiteres sichtbar sind.

(Ministerialamtsblatt der Bayrischen Inneren Verwaltung, Nr. 21, Seite 353)

Die Bedeutung des Wassers für den Menschen ist nicht abzusehen. Bedenken Sie, wenn wir kein Wasser hätten, könnten wir auch nicht schwimmen lernen, und viele Menschen würden dann ertrinken. (Abgeordneter V. Byern am 17.3.1909 im Reichstag)

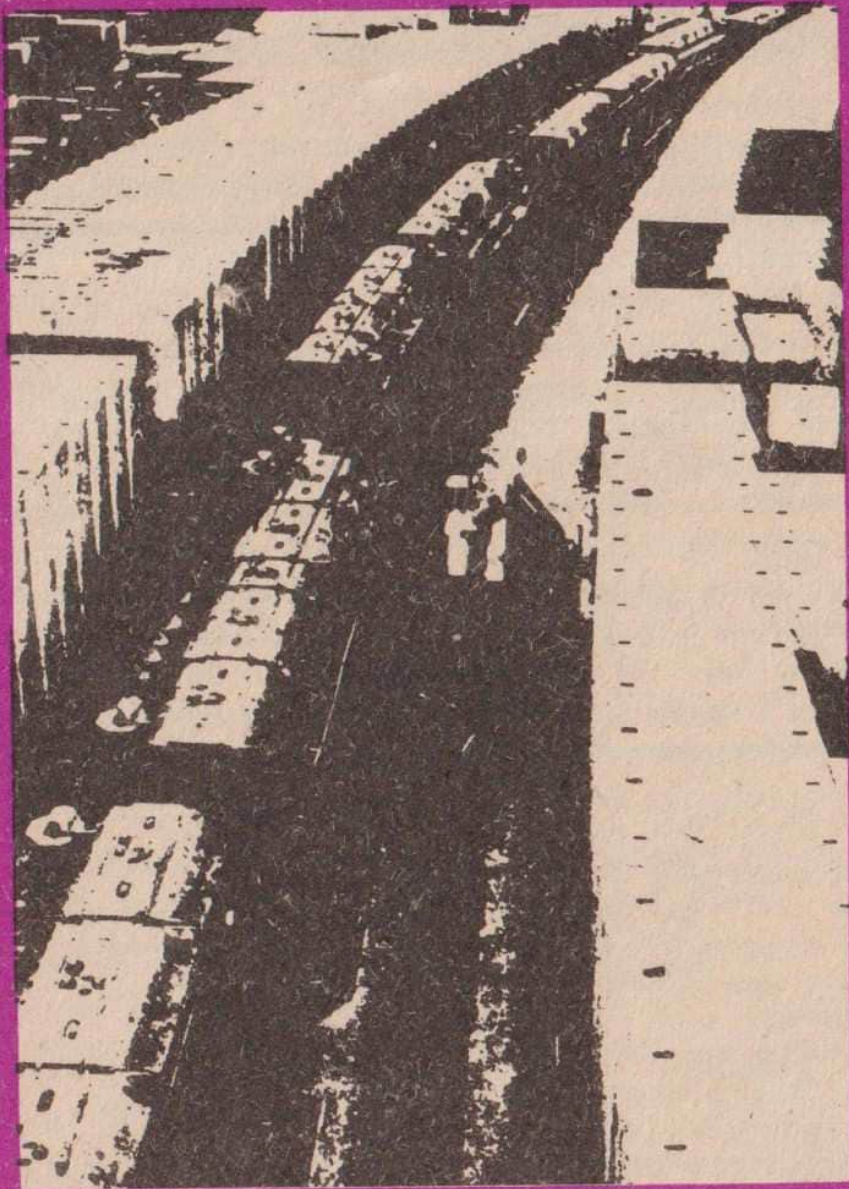
Das Gericht wolle erkennen, der Beklagte sei schuldig, mir für die von mir für ihn an die in dem von ihm zur Bearbeitung übernommenen Steinbruch beschäftigten Arbeiter vorgeschossenen Arbeitslöhne Ersatz zu leisten. (Juristisches Beispielbuch um 1930)

Tagesordnung der Stadtverordnetenversammlung:
Bericht über die Erfüllung des Maßnahmeplans zur Realisierung der Vorschläge und Hinweise aus der Diskussionsführung über die Entwürfe der Ordnungen über die Arbeitsweise der örtlichen Volksvertretungen und deren Organe für die Stadt Naumburg. (1962)



impuls 68

3



Lise Meitner



Experimente – Sicherung
von Erkenntnissen



Stratosphärenchemie



Mosaik

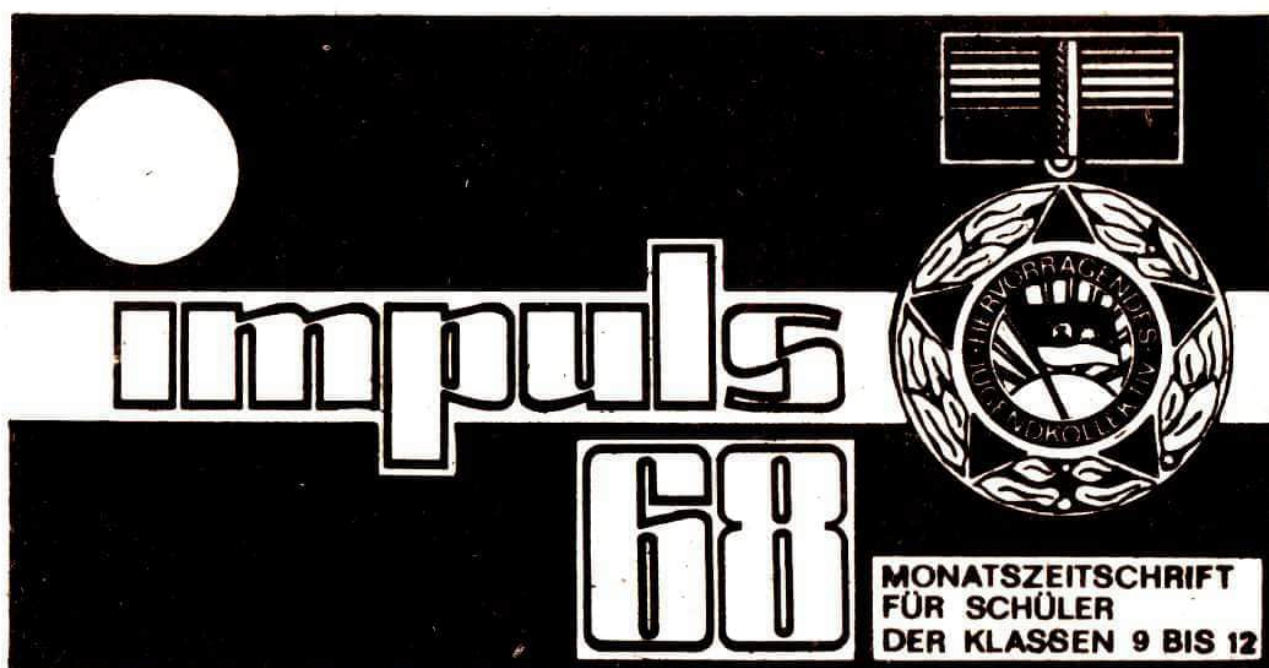


Eiweißquellen



Leydener Flasche

Titelbild: Abschnitt des
Protonen-Ringbeschleunigers
in Serpuchowo



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

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

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

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

100. Geburtstag von Lise Meitner	3
Wie können Experimente zur Gewinnung und Sicherung von Erkenntnissen beitragen? (Teil 1)	PHY 5
Ozon- und Stratosphärenchemie (Teil 2)	CHE 11
Mosaik	17
Bakterien und Hefen als Eiweißquellen	BIO 19
Plötzlicher Schlag – Coup foudroyant –	
Experiment der Leydener Flasche	EXP 23
UNESCO: Naturwissenschaft und Technik,	
Mensch und Gesellschaft	DOK 27
Physikaufgabe 34, Lösung Nr. 28	31

★ 100. Geburtstag von Lise Meitner ★

von Rosemarie Hild, Dipl.-Phys. FSU Jena

Frauen, die sich mit wissenschaftlichen Aufgaben beschäftigen, das mag uns heute als etwas selbstverständliches, alltägliches erscheinen. Eigentlich war jedoch Madame Curie die erste, die den praktischen Beweis dafür antrat, daß Frauen durchaus in der Lage sind, wissenschaftlich zu arbeiten.

Eine andere war Lise Meitner, die von Einstein auch gern als "unsere Madame Curie" bezeichnet wurde. Sieht man sich ihre Biographie an, so muß man feststellen, daß sie allein aufgrund der Tatsache, Frau zu sein, mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte.

Lise Meitner wurde am 7. November 1878 in Wien als Tochter eines Rechtsanwaltes geboren. Nach einer umfassenden Schulausbildung bestand sie 1901 das Abitur und begann im gleichen Jahr Vorlesungen über Mathematik, Physik und Chemie an der Universität ihrer Heimatstadt zu hören. Sie hatte so hervorragende Wissenschaftler wie Ludwig Boltzmann und Franz Exner als Lehrer.

1906 erwarb sie als eine der ersten Frauen den philosophischen Doktorgrad, nachdem sie zuvor alle Examina mit Auszeichnung bestanden hatte. (Die Naturwissenschaften gehörten damals noch zu den philosophischen Fakultäten.) Das war für eine Frau in damaliger Zeit außergewöhnlich. Sie arbeitete noch ein Jahr an der Wiener Universität an Problemen der Radioaktivität.

Im Sommer 1907 ging Lise Meitner nach Berlin, um Vorlesungen von Max Planck zu hören. Die Vorlesungen lasteten sie zeitlich jedoch nicht aus, und so beschloß sie, mit dem an der Berliner Universität beschäftigten Radiochemiker Otto Hahn zusammenzuarbeiten. Dabei stieß sie jedoch auf ungeahnte Schwierigkeiten. Im reaktionären Preußen waren Frauen nicht

zum Universitätsstudium zugelassen. So konnte sie zwar mit Otto Hahn wissenschaftlich arbeiten, bekam jedoch vom Rektor die Weisung, sich nicht in den Arbeitsräumen der Studenten sehen zu lassen. (1908 wurden auch in Preußen Frauen zum Studium zugelassen.)

Von 1912 bis 1915 war Lise Meitner Assistentin bei Max Planck und damit eine der ersten weiblichen Assistenten in Preußen überhaupt.

In der Weimarer Republik wurden alle Beschränkungen, die gegenüber Frauen an den Universitäten bestanden, aufgehoben.

1919 erhielt Lise Meitner den Titel eines Professors, 1922 die akademische Lehrbefugnis an der Berliner Universität.

1924 wurde sie in die Berliner Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Bekannt war Lise Meitner vor allem durch die theoretische Deutung der Experimente von Otto Hahn.

1933 mußte Lise Meitner ihre Lehrtätigkeit an der Berliner Universität einstellen, weil sie nicht "rein arischer" Abstammung war. Sie konnte zunächst ihre Arbeit am Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin, in dem Otto Hahn tätig war, fortsetzen.

1938 mußte sie Deutschland verlassen. Brieflich erfuhr sie von Otto Hahn über dessen Experimente zur Uran-Spaltung und gab die theoretische Deutung dazu.

In Schweden boten sich ihr neue Arbeitsmöglichkeiten.

1960 übersiedelte sie nach Cambridge. Am 21. 10. 1968 starb Lise Meitner im Alter von 89 Jahren.

Wer mehr über Lise Meitner, Otto Hahn und andere große Naturwissenschaftler unseres und des vorigen Jahrhunderts erfahren möchte, dem empfehle ich das Buch von F. Herneck "Bahnbrecher des Atomzeitalters".

DAS SOLLTE MAN SICH MAL DURCH DEN KOPF GEHEN LASSEN:

Viele werfen mit neuen Begriffen nur so um sich.

Aber nur wenige werfen alte um!

Hans-Joachim Löhr
Manfred Wolf
Sektion Mathematik
FSU Jena *)

Wie können Experimente zur Gewinnung und Sicherung von Erkenntnissen beitragen? (Teil I)

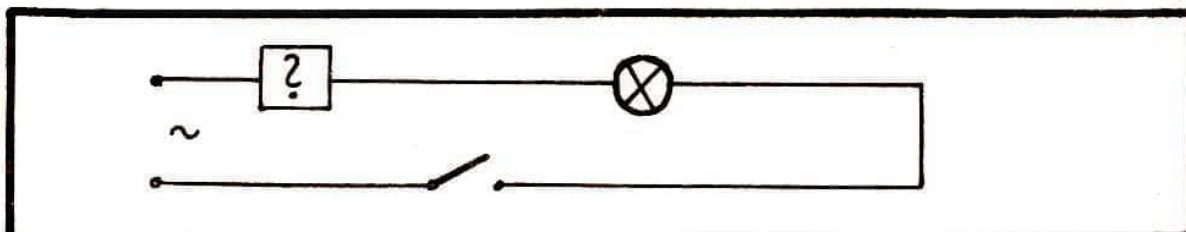
PHYSIK

Mit großer Übereinstimmung vertreten Schüler die Meinung, daß sie im Unterricht, besonders auch im Fach Physik, gern Experimente durchführen. Experimente erhöhen die Anschaulichkeit, bringen Abwechslung in den Unterricht, schaffen Möglichkeiten zu besonderen Leistungen. Trotzdem treten Schwierigkeiten auf.

Häufig sieht man als Schüler unter dem Begriff "Experiment" nur den Aufbau der Experimentieranordnung und die Durchführung der Messungen. Das führt aber zur "Handwerkelei"; zum Experiment gehört mehr, z.B. auch seine gedankliche Vorbereitung, seine Auswertung, Fehlerbetrachtungen, Überlegungen zur Verhütung von Unfällen und Sachschäden u.a.m. Besonders wichtig ist es, erst nach völliger Klarheit über das Ziel (nicht das Ergebnis!) des Experiments mit diesem zu beginnen, das Ziel während der praktischen Tätigkeit nicht aus den Augen zu verlieren und die kritische Haltung zu den Experimentiererergebnissen zu verbessern.

Das Experiment ist ein wichtiges Glied im menschlichen Erkenntnisprozeß. Davon ausgehend versuchen wir, durch Behandlung eines konkreten Beispiels allgemeinere Aussagen über wesentliche Schritte innerhalb des Prozesses der Erkenntnisfindung und -sicherung in Gestalt einer Schrittfolge zu verdeutlichen.

Beispiel 1



Beim Experimentieren mit einem nach der Schaltskizze aufgebauten Stromkreis wurden folgende Beobachtungen registriert:

- B1: Das kurzzeitige Schließen (etwa 10 s) des Schalters führt nicht zum Aufleuchten der Glühlampe.
- B2: Wird der Stromkreis durch Betätigen des Schalters für eine längere Zeit (etwa 3 Minuten) geschlossen, dann beginnt die Glühlampe allmählich zu leuchten. Sie erreicht eine normale Helligkeit.
- B3: Während dieser 3 Minuten erwärmt sich das im Stromkreis vorhandene unbekannte Schaltelement.

Für uns als Beobachter stellen sich im Ergebnis der Experimente beispielsweise die Fragen:

- F1: Weshalb leuchtet die Glühlampe verzögert auf?
- F2: Welches Schaltelement liegt außer der Glühlampe im Stromkreis?

Diese Fragen weisen uns auf Wissenslücken hin. Unsere Beobachtungen stehen u.U. auch im Widerspruch zu bereits vorhandenem, gefestigten Wissen.

Wir haben als Beobachter in Form der Fragen ein Problem aufgeworfen. Zur Klärung der in den Fragen enthaltenen physikalischen Sachverhalte und Zusammenhänge werden Lösungsversuche unternommen. Als vorläufige Erklärungen ziehen wir heran:

- H1: Ursache des verzögerten Aufleuchtens der Lampe ist der Aufheizvorgang des zunächst kalten Glühfadens.
- H2: Das unbekannte Schaltelement ist ein Widerstand. Widerstände setzen die Stromstärke in einem Stromkreis herab. Widerstände können sich erwärmen.
- H3: Im Stromkreis befindet sich außer der Glühlampe ein Halbleiterwiderstand, z.B. ein Thermistor. Thermistoren beeinflussen die Stromstärke in einem Stromkreis. Thermistoren können sich bei Stromfluß erwärmen, dabei nimmt ihr Widerstand ab.

Vorläufige wissenschaftlich begründete Erklärungen der zum Problem führenden Beobachtungen werden als Hypothesen bezeichnet.

Wir haben versucht, in Gestalt der Erklärungen H2 und H3 Hypothesen zu bilden. Führen unsere Lösungsversuche zum Ziel? Enthalten die vorläufigen Erklärungen wahre Aussagen? Treffen die zu bildenden Hypothesen zu?

Um diese Fragen beantworten zu können, müssen wir gesichertes Wissen zum betrachteten Sachverhalt zur Verfügung haben. Ohne entsprechende Kenntnisse hätten wir auch keine brauchbare Hypothese gefunden.

Beim Bemühen, die vorläufige Erklärung H1 durch weitere Aussagen und Überlegungen zu stützen, kommen uns Zweifel an ihrer Brauchbarkeit. Es wird deutlich, daß der Aufheizvorgang nicht durch die Lampe selbst, sondern durch Wirkung des zusätzlichen Schaltelements so stark verzögert wurde. Die Erklärung H1 führt nicht zur Lösung des Problems, sie wird verworfen.

In Hypothese H2 wird eine Eigenschaft des unbekannten Schaltelements zur Erklärung der Beobachtung herangezogen. Wir wissen aber, daß sich der Widerstand eines metallischen Leiters bei Erwärmung des Leiters vergrößert. Demnach kann die Stromstärke und damit die Helligkeit der Lampe nicht zunehmen. Erwärmt sich der Widerstand überhaupt (Vergleich mit Beobachtung B3!) ?

Diese Hypothese trägt ebenfalls nicht zur Lösung des aufgeworfenen Problems bei. Sie führt jedoch auf weitere Fragen, deutet neue Probleme an, macht Widersprüche sichtbar.

Die Erklärung H3 enthält zwei deutlich erkennbare Bestandteile (diese treten auch in H2 auf!): Einerseits die Aussage, daß es sich bei dem unbekannten Schaltelement um einen Thermistor handelt, andererseits eine Begründung für diese Aussage. Die Begründung stützt die Hypothese, sichert deren Wahrheit aber noch nicht ausreichend ab. Der Wahrheitswert einer Aussage ist dann besonders groß, wenn die Aussage experimentell überprüft und bestätigt werden kann. Dieser Weg soll von uns beschritten werden.

Aus der Hypothese H3 läßt sich beispielsweise die Folgerung ableiten, daß bei Vorhandensein eines erwärmten Thermistors im betrachteten Stromkreis keine Verzögerung des Aufleuchtens der Lampe auftreten dürfte. Was ist zu tun?

Die experimentelle Aufgabe "Verhalten der Glühlampe mit vorgeschaltetem erwärmten Thermistor beim Einschalten" läßt sich mit der gleichen Experimentieranordnung bearbeiten, die uns auf das Ausgangsproblem führte. Wir überlegen dazu: Die Beobachtungen B2 bzw. B3 weisen auf den erwärmten Thermistor

hin. Wir müßten nach etwa 3 Minuten den Schalter kurzzeitig öffnen und ihn wieder schließen, um die geforderte Bedingung zu schaffen. Nach dieser gedanklichen Erfassung wichtiger, während des Experimentes erforderlicher Handlungen kann seine Durchführung⁺ vorgenommen werden. Anschließend wird das Experiment ausgewertet: Als Experimentielergebnis erhalten wir aus der Beobachtung der Glühlampe, daß diese nach kurzzeitiger Unterbrechung des Stromkreises sofort wieder hell aufleuchtete.

Weshalb wurde das Experiment durchgeführt? Wir wollten Experimente zur Sicherung des Wahrheitswertes von Aussagen einsetzen.

Bestätigen Experimente die aus Hypothesen abgeleiteten Folgerungen, so erhöht sich damit der Wahrheitswert der Hypothesen. Je mehr Folgerungen aus einer bestimmten Hypothese experimentell bestätigt werden können, umso sicherer wird die zu überprüfende Aussage; sie wird Bestandteil einer Theorie. Das Aufdecken von Problemen, das Bilden von Hypothesen, das Ableiten und Überprüfen der Folgerungen sind Aufgaben, die nicht einzelne Menschen, unabhängig voneinander, bearbeiten, sondern diese Arbeiten sind Bestandteil der Tätigkeit der ganzen Gesellschaft. Die Ergebnisse dieser gesellschaftlichen Arbeit verschmelzen schließlich zu wahren, gesichertem Wissen.

Das Experiment mit dem erwärmten Thermistor bestätigt unsere Folgerung aus der Hypothese H3. Damit erhöht sich der Wahrheitswert von H3, wir können diese Hypothese zur weiteren Problembearbeitung nutzen. In dem vorliegenden Beispiel lassen sich die Fragen F1 und F2, in denen sich das Problem, die Wissenslücke widerspiegelt, sehr einfach beantworten: Die Glühlampe leuchtet beim Einschalten nicht auf, weil der im Stromkreis liegende Thermistor durch seinen hohen Kaltwiderstand die Stromstärke zunächst stark verringert; es fließt aber ein Strom. Dieser Strom führt zur Eigenerwärmung des Thermistors, damit sinkt dessen Widerstand; die Stromstärke nimmt zu. Das allmähliche Aufleuchten der Glühlampe

⁺ Achtung! Der Stromkreis darf nur vom Lehrer an die Netzspannung angeschlossen und eingeschaltet werden!

(Thermistor aus SEG "Elektrik", Glühlampe 220V/100W) .

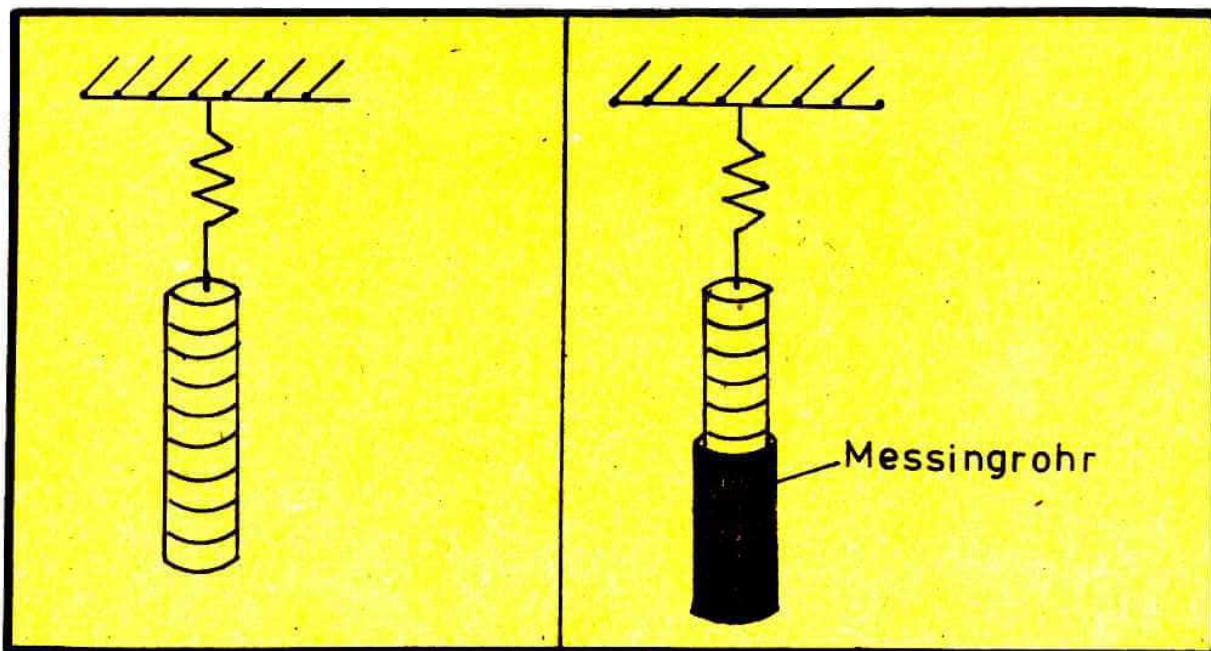
ist die Folge der wachsenden Stromstärke.

Bevor Sie die nachstehenden Aufgaben versuchen zu lösen, sollten Sie nochmals den zur Verdeutlichung der Zielstellung des Beitrages dienenden ersten Abschnitt durchlesen und im Zusammenhang mit dem erläuterten Beispiel betrachten.

Aufgaben:

- A1: Gewinnen weiterer Fragen aus den Beobachtungen beim Experiment des Beispiels 1
- A2: Bilden weiterer Hypothesen zur Lösung des Problems
- A3: Beantwortung der sich aus Hypothese H2 ergebenden neuen Frage
- A4: Ableiten weiterer Folgerungen aus der Hypothese H3
- A5: Zusammenstellen der im Beitrag durchlaufenen Schritte zu einer allgemeinen Schrittfolge
- A6: Erprobung der Schrittfolge durch selbständige Bearbeitung von Beispiel 2 .

Beispiel 2



Es werden zwei gleichartige Federschwinger betrachtet. Der schwingende Körper ist jeweils ein aus der gleichen Anzahl Manipermplättchen zusammengesetzter Permanent-Magnet. Einer der beiden Magnete befindet sich in einem Messingrohr, dessen innerer Durchmesser etwas größer ist (etwa 5 bis 10 mm) als der Durchmesser der Manipermplättchen. Beide Magneten

werden um den gleichen Betrag ausgelenkt und beginnen zu schwingen. Es ist zu beobachten, daß die im Messingrohrstattfindende Schwingung schneller abklingt als die des anderen Federschwingers.

Versuchen Sie, die gestellten Aufgaben bis zum Erscheinen des zweiten Teils zu lösen. Dort werden wir auf das Beispiel 2 näher eingehen, und Sie haben die Möglichkeit, besonders Ihre Lösung der Aufgabe 6 zu überprüfen.

*) Hans-Joachim L ö h r ist Oberlehrer und
Manfred W o l f f ist Lehrer im Hochschuldienst an
der Sektion Mathematik/Bereich Physikmethodik

Wissenswertes:

Luft im Gletschereis

Bildet sich aus Schnee allmählich Gletschereis, so wird die im Eis eingeschlossene Luft zu kleinen Bläschen, die man in den mehrere tausend Meter dicken Gletschern der Antarktis nur in den oberen Schichten bis etwa 800 Meter Tiefe finden kann. Proben aus größeren Tiefen enthalten zunächst keine solchen Luftbläschen, da sich die Luft offenbar unter dem hohen Druck im Eis "aufgelöst" hat. Werden diese Proben einige Monate unter Normaldruck im Kühlschrank aufbewahrt, tritt die Luft nach und nach wieder aus der Lösung aus. Die Untersuchung der im Eis eingeschlossenen Luft gibt Auskunft über die Zusammensetzung der Atmosphäre in vergangenen Jahrtausenden.

Sonnenbrillen

Sonnenbrillen schädigen die Augen, wenn ihr Absorptionsspektrum "Löcher" hat, vor allem, wenn diese im UV-Bereich liegen. Eine Erweiterung der Pupille durch das dunkle Glas erleichtert das Eindringen der gefährlichen Strahlung, wodurch z. B. der graue Star beschleunigt werden kann.

Horst Kühn
Diplomchemiker
Sektion Chemie
FSU Jena

Ozon und Stratosphärenchemie (Teil 2)

CHEMIE

Im Teil I wurden die Eigenschaften des Ozons, seine Darstellung und Nutzung behandelt. Der nachfolgende Teil II beschäftigt sich mit den Auswirkungen der UV-Strahlung auf den menschlichen und pflanzlichen Organismus sowie den chemischen Reaktionen, die in der Stratosphäre ablaufen und zu einer Ozonverminderung führen.

Wie wichtig der Ozongürtel in der Stratosphäre für den Menschen ist, zeigt die Wirkungsweise der schädlichen UV-Strahlen. UV-Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 400 und 320 nm führt bei Einwirkung auf den menschlichen Körper zur Hautrötung. Der Organismus reagiert unter Direktpigmentbildung (Sonnenbräune). Pflanzenzellen werden kaum beeinflusst.

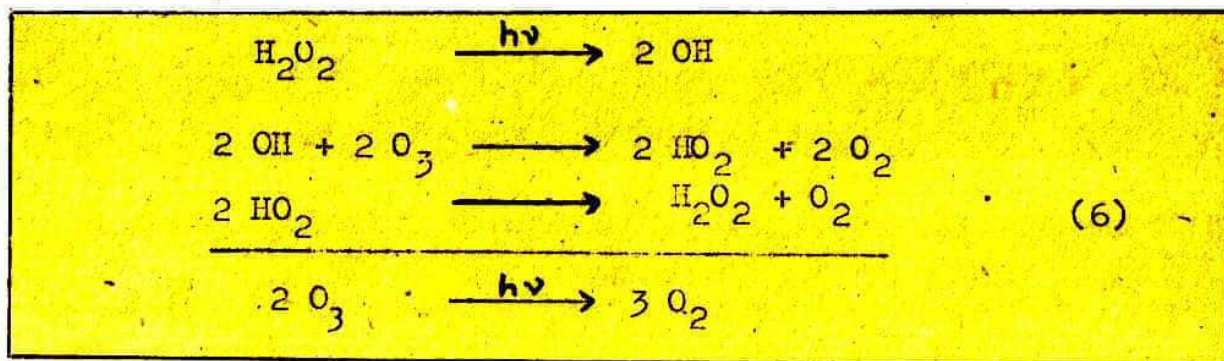
Im Wellenlängenbereich zwischen 280 und 320 nm wird die Haut stark gerötet, Zellen werden geschädigt und in ungünstigen Fällen wird Hautkrebs verursacht. Als Abwehrreaktion gegen diese Strahlung bildet die Haut Pigmente, und die Hornschicht wird verstärkt. Bei starker UV-Intensität können diese Abwehrmechanismen zusammenbrechen. Pflanzenzellen, die dieser Strahlung langfristig ausgesetzt sind, werden irreversibel (unumkehrbar) geschädigt.

Am schädlichsten ist die UV-Strahlung zwischen 200 und 280 nm. Diese Strahlung wird von den Eiweißen und Nukleinsäuren der Zellen direkt absorbiert und zerstört sie, so daß der Zelltod eintritt. Weder pflanzliche noch tierische Zellen haben gegenüber dieser Strahlung einen Schutzmechanismus entwickelt, denn normalerweise erreicht keine UV-Strahlung dieser Wellenlänge den Erdboden.

Licht der Wellenlänge $\lambda < 242,9$ nm wird vom Sauerstoff der Atmosphäre schon in großen Höhen absorbiert und damit zurückgehalten. Die verbleibenden langwelligeren Lichtanteile

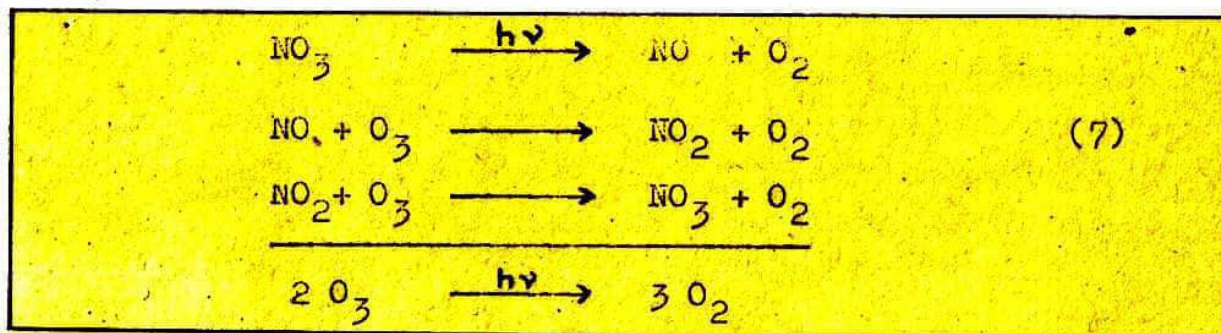
bis etwa 320 nm werden vom Ozon bei der Photolyse⁺ verbraucht. Somit stellt Ozon in der Atmosphäre das lebenswichtige chemische Filter zum Schutz des pflanzlichen und tierischen Lebens auf der Erde dar.

Nun werden seit einiger Zeit Stimmen laut, die behaupten, daß dieser lebensnotwendige Ozongürtel in Gefahr ist. Einige Aspekte dieser Meinungen sollen im folgenden betrachtet werden. Die Chemie der Stratosphäre ist sehr kompliziert und noch nicht vollkommen aufgeklärt. Es existieren verschiedene Reaktionszyklen, die im engen Zusammenhang mit der Ozonkonzentration in der Atmosphäre stehen. So spielen Hydroxylradikale, Stickstoffoxide und Chlorradikale eine wichtige Rolle. Die Reaktionen von Ozon mit Hydroxylradikalen stellt man sich in folgenden vereinfachten Reaktionsmechanismen vor:



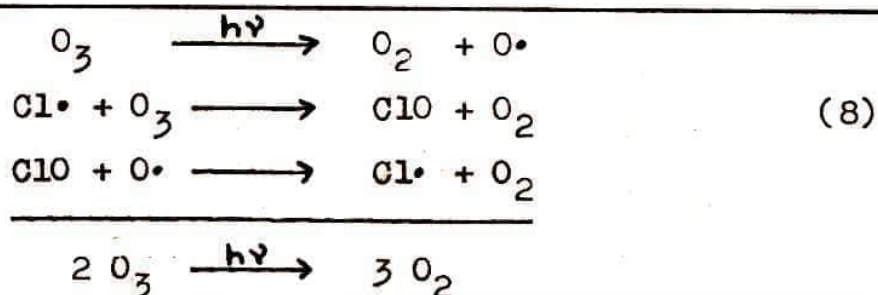
In der summarischen Reaktionsgleichung kann man den Ozonabbau deutlich erkennen.

Die Ozonkonzentration soll weiterhin durch Stickstoffoxide beeinflusst werden. Dafür läßt sich nachfolgende einfache Reaktionsreihe formulieren:



Ebenso kann man für die Reaktion mit Chlorradikalen eine Reaktionskette aufschreiben:

⁺ Photolyse ist eine chemische Reaktion, die unter Lichteinwirkung abläuft.



Da eine sehr große Zahl noch zu erforschender Faktoren die Stratosphärenchemie beeinflusst, laufen die oben angegebenen Reaktionszyklen (6), (7) und (8) wesentlich komplizierter ab, als das die einfachen Reaktionsgleichungen andeuten.

Die durch natürliche Vorgänge entstandenen und in die Stratosphäre gelangten Hydroxylradikale, Stickoxide und Chlorradikale wirken katalytisch auf den Ozonabbau ein. Es hat sich ein natürliches Gleichgewicht von Ozonauf- und -abbau eingestellt.

Dieses Gleichgewicht ist aber nach Meinung vieler Wissenschaftler durch Schadstoffe bedroht, die als Ergebnis einer stürmischen technischen Entwicklung in die Atmosphäre gelangten und dort den Ozonabbau beschleunigen.

Als solche Schadstoffe werden die Abgase von Überschallflugzeugen angesehen, die sich in Höhen von ungefähr 17 km und höher bewegen. Diese Verbrennungsprodukte bestehen neben Wasser, CO_2 und CO auch aus Stickoxiden, die, wie schon erwähnt, den Ozonabbau katalysieren. Die Ozonverluste, die von verschiedenen Wissenschaftlern seit 1974 unter Annahme unterschiedlicher Voraussetzungen berechnet wurden, schwanken zwischen 3 und 1 % der Gesamtozonkonzentration. Nach neueren Rechnungen scheinen sich die Befürchtungen bezüglich der Abgase der Düsenflugzeuge nicht zu bestätigen. Aber es werden Befürchtungen geäußert, daß die Stickoxidkonzentration in der Atmosphäre durch übermäßige Verwendung von nitrathaltigen Düngemitteln gesteigert werden könnte.

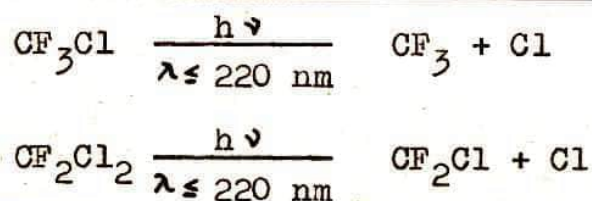
Die weitaus größte Gefahr droht aber der Ozonschicht durch die verstärkte Anwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FKW).

Was sind Fluorchlorkohlenwasserstoffe?

Diese Stoffe sind Halogenderivate besonders des Methans und Äthans. Die wichtigsten FKW sind die Verbindungen CFCl_3 (F11) und CF_2Cl_2 (F12). Diese Verbindungen sind unbrennbar, ungiftig und chemisch äußerst reaktionsträge. Diese Eigenschaften haben sie zu idealen Arbeitsmitteln in der Kältetechnik werden lassen. Ebenfalls werden sie als Lösungsmittel in der Reinigungstechnik eingesetzt. Der größte Teil der FKW wird jedoch als Treibmittel in Spraydosen verwendet. Die Weltnachfrage betrug 1973 für diese Treibmittel 58 % gegenüber 31 % für die Kältetechnik und 11 % für Schäume und Reinigung. Bis zum Jahre 1975 betrug der Verbrauch von Fluorchlorkohlenwasserstoffen 9 259 000 t, wovon 7 637 000 t emittiert wurden, also in die Atmosphäre gelangten. Die jährlichen Produktionsziffern nehmen nahezu exponentiell zu. Wenn dieser Trend erhalten bleibt, kann alle 7 Jahre mit einer Verdoppelung der Fluorchlorkohlenwasserstoffproduktion gerechnet werden!

Bezüglich der Gesamtmasse der Erdatmosphäre ist die Menge der bis heute emittierten FKW noch verschwindend gering. Sie lassen sich aber fast gleich verteilt über die gesamte Atmosphäre in Bruchteilen von ppb^+ nachweisen.

Die FKW gelangen unversehrt bis in die Troposphäre und sogar bis in die untersten Schichten der Stratosphäre. Erst dort werden sie durch die bis dahin vordringende kurzwellige Strahlung ($\lambda < 220 \text{ nm}$) photolysiert:



Wie aus den obigen Gleichungen zu ersehen ist, werden bei diesen photolytischen Reaktionen Chloratome freigesetzt. Diese können in dieser Höhe (etwa 30 km) ihre katalytische Wirksamkeit voll zur Geltung bringen. Es läuft der schon er-

$^+\text{ppb} \equiv$ parts per billion, Verhältnis von 1:1 000 000 000
(Teile pro Milliarde)

wähnte Reaktionsmechanismus (8) ab. Die Chloratome, die über das "Transportmittel" Fluorchlorkohlenwasserstoff in die höheren Schichten des Ozonschildes befördert werden, katalysieren somit die Ozonzerstörung sehr stark und stellen deshalb eine Gefahr für den Ozongürtel dar, wenn die FKW weiterhin in die Atmosphäre eindringen werden. Die wahren Auswirkungen einer weiterhin verstärkten FKW-Produktion machen sich aber erst später (nach etwa 10 Jahren) bemerkbar, so daß die FKW, die heute in die Atmosphäre gelangen, erst mit einer Verzögerung von mehreren Jahren ihre volle Wirkung entfalten und danach noch über Jahrzehnte fortwirken, da ihr Einfluß nur langsam abklingt. In diesem Langzeitaspekt der FKW liegt der Unterschied zu anderen Umweltproblemen der Atmosphäre.

Die nachfolgende schematische Abbildung gibt noch einmal einen groben Überblick über die in der Atmosphäre ablaufenden Prozesse bezüglich der Ozonzerstörung.

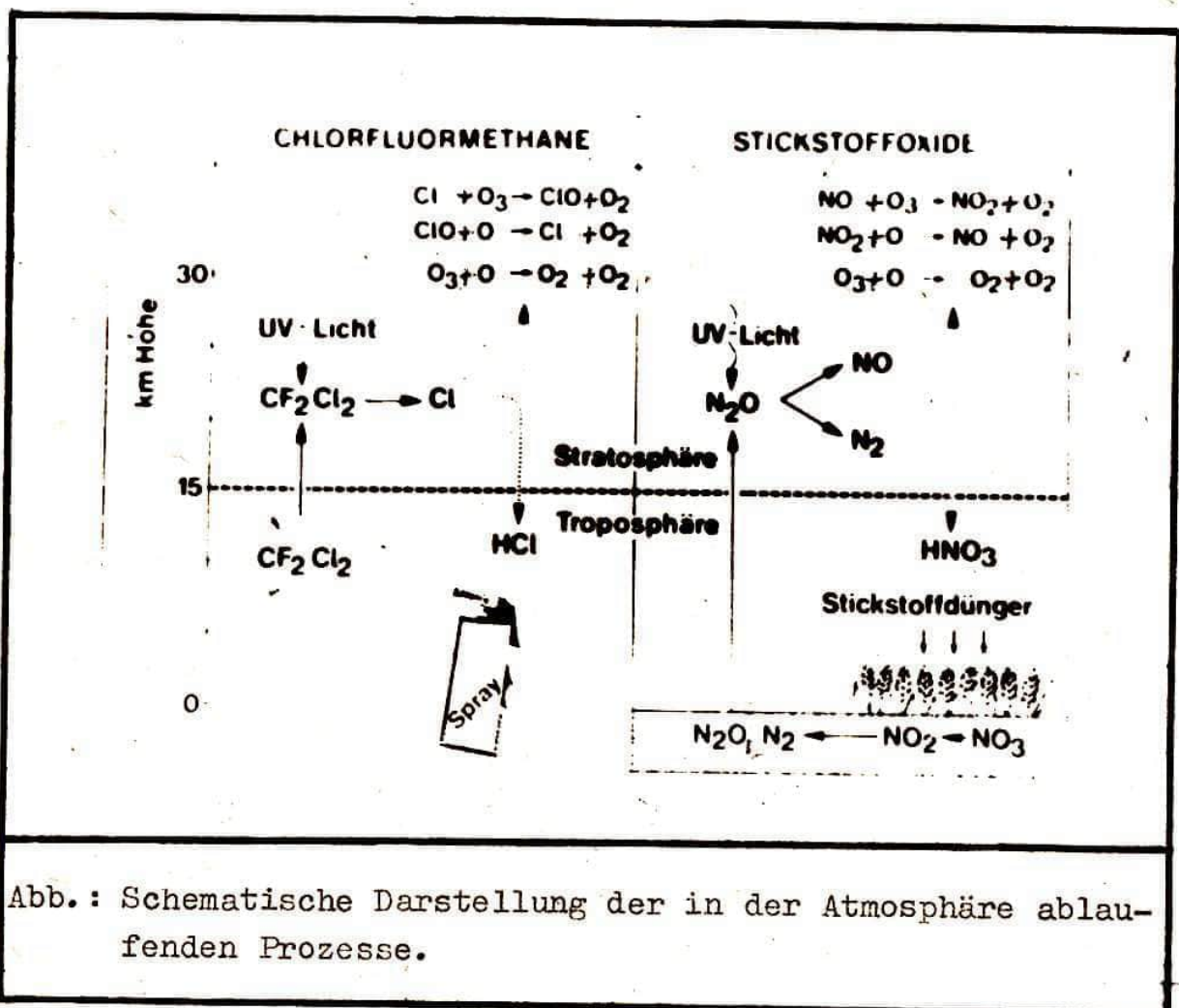


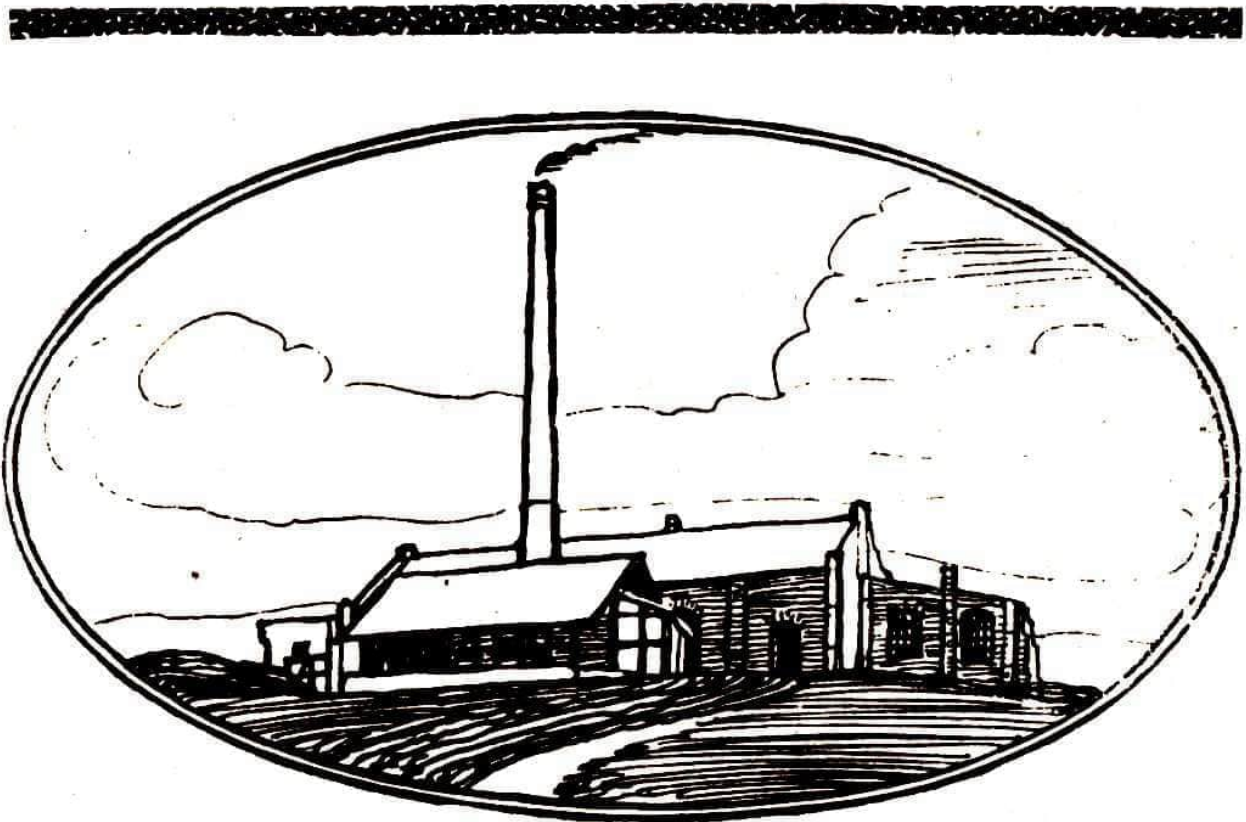
Abb.: Schematische Darstellung der in der Atmosphäre ablaufenden Prozesse.

Modellrechnungen, die sich mit der Ozonverminderung befassen, sind heute noch mit vielen Unsicherheitsfaktoren behaftet. Deshalb lassen sich nur vorsichtige Prognosen für die Zukunft formulieren.

Mit großer Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß sich durch fortgesetzten Gebrauch von Fluorchlorkohlenwasserstoffen die Ozonkonzentration vermindert und daß diese Verminderung wegen des Langzeiteffektes der FKW über Jahre hinweg andauert.

Inwieweit sich die Abnahme der Ozonkonzentration und die damit verbundene erhöhte Durchlässigkeit der Atmosphäre für die schädliche UV-Strahlung auf die Biosphäre auswirkt und inwieweit die Biosphäre in der Lage ist, sich solchen Veränderungen anzupassen, ist noch nicht bekannt. Auf jeden Fall stellen die Fluorchlorkohlenwasserstoffe ein Umweltrisiko dar, auch wenn zur Zeit keine exakten Angaben über das Ausmaß der Schädigung gemacht werden können.

Es sind weitere wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich, um genaue Erkenntnisse über die qualitativen und quantitativen chemischen Prozesse, die in der Atmosphäre ablaufen, zu gewinnen.



DIE ERSTE ANLAGE DES JENAER SCHOTT-WERKES 1884

MOSAIK

Temperaturregelung im Bienenschwarm

Wenn Bienen eine Nacht im Freien verbringen, bilden sie die charakteristische Traube von etwa 30 cm Länge und 15 cm Durchmesser. Forscher beobachteten, daß in der Nacht die Temperatur im Innern des Schwarms ständig auf 35 °C gehalten wurde, während die Außentemperatur von 16 auf 4 °C sank. Auch bei den äußeren Tieren war die Temperatur niemals unter 14 °C. Aus Messungen des CO₂-Gehaltes der Luft in unmittelbarer Umgebung des Schwarms wurde eine genaue Regulierung der Stoffwechseltätigkeit der Bienen festgestellt, mit der die Tiere die gewünschte Temperatur aufrechterhielten.

Piezoelektrischer Kugellautsprecher

Ein synthetisches Polymer, das Polyvinylidenfluorid (PVF₂), zeigt piezoelektrische Eigenschaften, die drei- bis fünfmal stärker als beim kristallinen Quarz sind, und deren Ursachen bisher noch nicht geklärt sind.

Die Flexibilität und Plastizität des Kunststoffes erlaubt erstmals die Konstruktion beliebig geformter und gekrümmter dreidimensionaler Schallquellen, z. B. eines piezoelektrischen Kugellautsprechers, dessen Umfang sich bei Anlegen einer Wechselspannung ändert, was zu einer periodischen Aufblähung beziehungsweise Schrumpfung führt. Somit kann ein Wunschtraum vieler Akustiker - eine kugelsymmetrische Schallabstrahlung - möglich werden.

Mittel gegen Schluckauf

Ein schottischer Arzt empfiehlt ein neues Mittel gegen Schluckauf: Küssen. Ein langer Kuß soll krampfhaftes Einatmen verhindern, wodurch das Zwerchfell zur Ruhe kommen kann, und der Schluckauf ist weg.

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

12/3

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.

Name :

PLZ, Wohnort :

Straße :

Hinweis der Redaktion Sofern keine Abbestellung Ihrerseits vorliegt, läuft Ihr Abonnement automatisch weiter.

Naturliebhaber, denkt daran, daß die Losung „Zurück zur Natur!“ für Euch gedacht ist und nicht für die Abfälle, die dort zurückgelassen wurden !!!



Astrid Voigt
Dipl.-Biol.
Sektion Biologie
FSU Jena

Bakterien und Hefen als Eiweißquellen

1. Die Eiweißversorgung der Menschen

Die ausreichende Ernährung der Menschheit wird immer mehr zu einem Hauptproblem vieler Länder. Richtiger gesagt ist es aber, schon heute in einigen Entwicklungsländern zutreffend, eine mangelhafte Eiweißversorgung. Die industriell hoch entwickelten Nationen liegen heute mit ihrer Eiweißversorgung pro Tag und Kopf meist über 70 g, Entwicklungsländer dagegen liegen um 40 bis 50 g, oft erheblich darunter. Eine ungenügende Eiweißversorgung kann aber beim Menschen zu dauernden physischen und psychischen Schäden führen. Weiterhin ist die Qualität des Eiweißes in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. Diese Tatsachen wurden auch von der UNO erkannt, und es existiert ein spezieller Arbeitskreis, der sich mit dem Problem Eiweiß beschäftigt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Eiweißsituation zu verbessern: höhere Ernteerträge durch züchterische Verbesserung (z.B. beim Reis), Vergrößerung von Anbauflächen (z.B. bei Soja) oder die Nutzung von Molke, Blattkulturen, Algen und anderen unkonventionellen Nährstoffen.

Zwar führten diese Maßnahmen zu Verbesserungen, diese beschränkten sich aber vorwiegend auf gewisse lokale Bereiche. Die nächstliegende Aufgabe ist es also, über die heutigen Möglichkeiten der Eiweißversorgung hinaus neue unkonventionelle Eiweißquellen zu erschließen. Dabei ist das erste Ziel, Eiweiß für Futtermittel herzustellen. Über diesen Weg kann für die Menschen adäquates und hochwertiges Eiweiß (Fleisch) auf dem Veredelungsweg erzeugt werden.

2. Eiweiß aus Mikroorganismen

Die Idee, Eiweiß auf mikrobieller Basis zu erzeugen, ist eine alte Vorstellung, denn Mikroorganismen spielen im Nah-

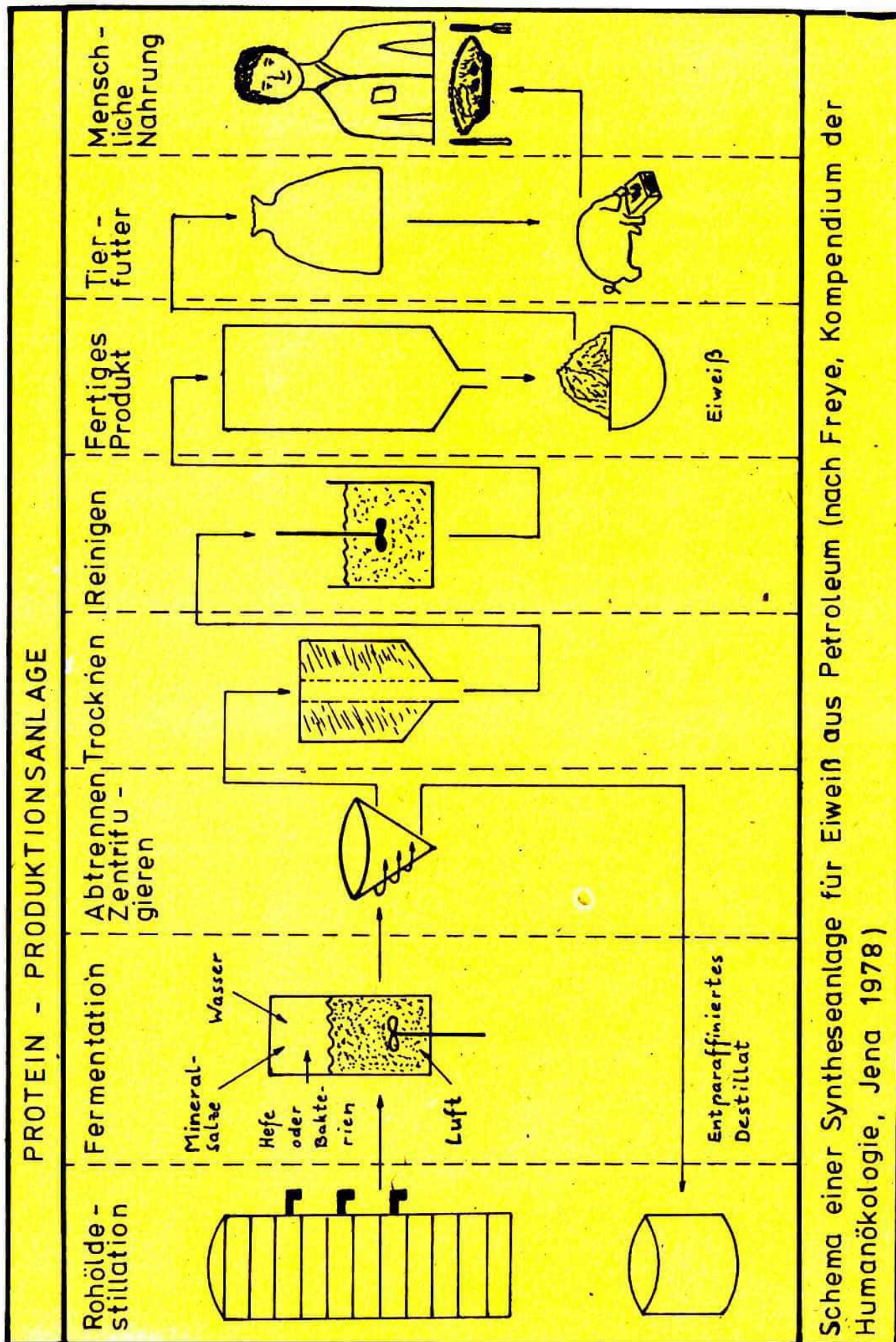
rungssektor schon lange eine wichtige Rolle (z.B. alkoholische Gärung, Käseherstellung). Aber erst zwei Punkte machten diese Entwicklung heute interessant:

1. Die Verwendung von **K o h l e n w a s s e r s t o f f e n** anstelle von Kohlenhydraten (wie Zucker) als Kohlenstoffquelle im Wachstumsprozeß.
2. Die Nutzung moderner industrieller Fertigungsprozesse (**F e r m e n t a t i o n s t e c h n i k**).

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts fand man, daß Mikroorganismen in der Lage sind, nicht nur Kohlenhydrate, sondern auch Kohlenwasserstoffe als C-Quelle zu verwerten. Für die Eiweißversorgung aus Kohlenwasserstoffen können Bakterien, Hefen und Pilze verwendet werden. Insbesondere die Hefen sind dem Menschen schon lange vertraut und werden vorrangig bearbeitet. In der weiteren Entwicklung werden aber Bakterien an Bedeutung zunehmen, da sie einen ideal hohen Eiweißgehalt bis zu 80 % haben.

3. Prozeßentwicklung zur Herstellung von Zellmasse

Am Anfang jeder mikrobiologischen Entwicklung besteht die Aufgabe darin, einen Mikroorganismus zu finden, der den geforderten Ansprüchen genügt. Er muß in erster Linie Kohlenwasserstoffe verwerten können. Als ein Hauptreservoir für die Züchtung geeigneter neuer Bakterienstämme dient gewöhnlicher Ackerboden. Ein Gramm Ackererde kann z.B. bis zu zwei Milliarden Bakterien enthalten. Eine solche Bodenprobe (auch Wasserproben sind möglich) wird in einen Nährboden eingesät, der als einzige Kohlenstoffquelle Erdöl, n-Alkan oder Methanol enthält. Besonders viele gute Keime findet man nun, wenn man Proben an Tankstellen, Ölhäfen u.ä. Standorten auf Mikroorganismen untersucht. Auf diese Art und Weise kann man schon an das Substrat angepasste Mikroorganismen isolieren. Wenn man derartige Proben auf Nährmedien bringt, findet man Stellen, wo Keime, die eine derartige Kohlenstoffquelle verwerten können, fixiert sind. Diese werden abgenommen, und der so erhaltene Stamm kann nun weitergeprüft werden. Verschiedene Tests geben dann Auskunft über die Qualität des Stammes. Kennt man die genauen Daten für die Durchführung eines Wachs-



Schema einer Syntheseanlage für Eiweiß aus Petroleum (nach Freye, Kompendium der Humanökologie, Jena 1978)

prozesses (wie pH-Wert, notwendige Nährstoffe, Temperatur, Belüftung u.ä.), ist die Aussaat und Ernte der Bakterienzellen in großen mehrere tausend Liter fassenden Fermentatoren möglich. Die Ernte erfolgt gewöhnlich nach Verbrauch der Kohlenstoffquelle. Die Aufarbeitung der Zellen geschieht durch Wasch- und Trocknungsschritte. Die Zellmasse kann auch zu Trockenpulver verarbeitet werden. Eine Abtötung der Zellen kann durch kurzzeitiges Erhitzen durchgeführt werden. Dieses Pulver mit einem Wassergehalt von nur noch 2 bis 6 % kann dem Tierfutter beigemischt werden.

4. Proteinprodukt

Als Ergebnis erhält man Hefezellenpulver mit einem Eiweißgehalt von etwa 60 %, während Bakterien Werte von 70-80 % aufweisen. Von großer Wichtigkeit ist aber außerdem der Gehalt an essentiellen Vitaminen, die der Mensch bzw. die Tiere nicht selbst synthetisieren können. Bei der Wahl eines bestimmten Mikroorganismus für die Eiweißherstellung ist es sehr wichtig, die Bakterien, Hefen oder Pilze auf eventuell gesundheitsschädigende Wirkung zu untersuchen. Strenge Richtlinien müssen dabei beachtet werden.

5. Zusammenfassender Überblick

Die besorgniserregende Entwicklung auf dem Gebiet der Ernährung hat vielfältige Initiativen bewirkt. Da mit konventionellen Methoden eine Bewältigung der Probleme nicht ausreichend erscheint, werden mit der Entwicklung industrieller Produktionen von Eiweiß neue Wege beschritten. Mit Hilfe von Mikroorganismen und biotechnischer Herstellungsprozesse ist es möglich, große Mengen an hochwertigem Eiweiß zu erzeugen. Damit wären viele Faktoren der Unsicherheit, die natürlicherweise landwirtschaftlichen Produktionen anhaften, zu beseitigen. So sind derartige Produktionsbetriebe vom Klima unabhängig, sie beanspruchen wenig Land und bringen Produkte gleichbleibender Qualität hervor.

Plötzlicher Schlag - Coup foudroyant

Experiment der Leydener Flasche oder der Kommotion (Physik):

So heißt ein Experiment, bei dem die Person oder die Personen, die es anstellen, das Gefühl haben, als würden sie zugleich an mehreren Stellen des Körpers von einem heftigen Schlag getroffen. Die gewöhnliche Ausführungsweise dieses Experiments ist sehr einfach und besteht in folgendem: Füllen Sie eine Flasche oder ein ziemlich dickes und sehr sauberes Glasgefäß bis zur Mitte oder etwas darüber mit Wasser, und zwar so, daß es über dem Wasserspiegel sowohl innen als auch außen ganz trocken bleibt; nehmen Sie es in die eine Hand, und zwar so, daß Sie es an dem Teil berühren, der demjenigen entspricht, an dem sich innen das Wasser befindet, und sorgen Sie dafür, daß ein vom Konduktor ausgehender Metalldraht in das Wasser taucht, ohne die Wände des Gefäßes zu berühren.

Wenn Sie nun, nachdem man die Glasglocke eine Zeitlang elektrisiert hat, mit dem mittleren Gelenk eines Fingers der anderen Hand einen Funken aus dem Konduktor ziehen, so machen Sie das Experiment des plötzlichen Schlages oder empfangen vielmehr den plötzlichen Schlag. Das heißt: Sie fühlen, wie Sie in dem Augenblick, da Sie den Funken ziehen, gleichzeitig an den Handgelenken, den Ellenbogen, den Schultern und sogar an der Brust von einem heftigen Schlag getroffen werden, sobald die Elektrizität eine gewisse Kraft hat.

Bei den einen, und zwar gewöhnlich bei denen, die eine schwache Konstitution haben, zieht das Experiment eine größere Zahl von Körperteilen in Mitleidenschaft und ruft auch ein lebhafteres Schmerzgefühl hervor; bei den anderen löst es eine so große Überraschung aus, daß sie geneigt sind, zu glauben, irgendeiner der Anwesenden habe sie geschlagen, da sie sich nicht vorstellen können, daß das, was sie soeben empfunden haben, nur von dem Experiment

herrühre, das sie angestellt haben. Aber im allgemeinen sind sich alle einig über die Schnelligkeit und Heftigkeit des Schlages, den sie verspürt haben.

Man wird wohl ohne weiteres glauben, daß alle Physiker zu der Zeit, da die Nachricht von einem so ungewöhnlichen Experiment sich in der gelehrten Welt verbreitete, begierig darauf waren, es zu wiederholen. Aber daß dies auch beim Volk und bei den gleichgültigsten Menschen der Fall gewesen sei, daß dieses Experiment ihre Neugierde in so hohem Grade erregt habe, hätte man sich wohl kaum vorstellen können.

Unsere Physiker wurden von Leuten bedrängt, die sich bei ihnen vergewissern wollten, wie es sich damit verhielte. So wurde dieses Experiment zum Gegenstand des Tagesgesprächs in der Stadt und am Hofe. Schließlich gingen die Dinge so weit, daß die Elektrizität, die bis dahin in den Kabinetten der Physiker eingeschlossen war, für Geld öffentlich gezeigt wurde. Leute mit Elektrisiermaschinen ließen sich auf den Jahrmärkten nieder und zogen durch Stadt und Land, um jenes Verlangen zu befriedigen, das man, wie gesagt, überall an den Tag legte - das Verlangen, dieses berühmte Experiment anzustellen.

Dieser Artikel ist aus "Reclams Universal-Bibliothek" Band 90, einem Artikel aus "Diderots Enzyklopädie" Leipzig 1972 entnommen (leicht gekürzt).



Es ist die erstaunliche Eigenschaft

der Natur-
etwas
weiß.
GOETHE
ange-
näherten Betrachtungsweise
reine trotz einer

impuls - lexikon

Berylliumbronze

Beryllium bildet mit vielen Metallen und ohne alle Schwierigkeiten Legierungen, die sich durch größere Härte, mechanische Festigkeit, Wärmefestigkeit und Korrosionsbeständigkeit auszeichnen. Eine dieser Legierungen ist die Berylliumbronze, ein Werkstoff, der viele komplizierte technische Probleme zu lösen vermag.

Als Berylliumbronzen bezeichnet man Kupferlegierungen mit 1 bis 3 % Beryllium. Im Unterschied zu reinem Beryllium lassen sich diese Legierungen mechanisch gut bearbeiten; zum Beispiel kann daraus Bandmaterial von nur 0,1 mm Dicke hergestellt werden. Die Reißfestigkeit dieser Bronze ist größer als bei vielen legierten Stählen. Und noch ein bemerkenswertes Detail ist wichtig: Die meisten Werkstoffe, darunter auch die Metalle, "ermüden" im Laufe der Zeit und verlieren ihre Festigkeit. Bei Berylliumbronzen verhält es sich gerade umgekehrt.

Ihre Festigkeit nimmt bei Alterung zu.

Sie sind nicht magnetisch. Außerdem besteht bei ihnen nicht die Gefahr einer Funkenbildung durch Schlageinwirkung. Man fertigt daraus Spiral- und Glattfedern, Stoßdämpfer, Lager,

Zahnräder und viele andere Teile, die eine hohe Festigkeit und eine gute Ermüdungsfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit aufweisen müssen, die ihre Elastizität innerhalb eines großen Temperaturintervalles bewahren und Elektrizität und Wärme gut leiten.

Einer der Hauptverbraucher dieser Legierung ist die Luftfahrtindustrie. Es wird gesagt, daß ein modernes Großflugzeug über 1 000 Einzelteile aus Berylliumbronze enthält.

Be

(Aus : "Bausteine der Erde", Verlag MIR Moskau)

DIE VERWERFLICHKEIT DER GASBELEUCHTUNG

Aus theologischen Gründen: Weil sie als Eingriff in die  Ordnung Gottes erscheint. Nach dieser ist die Nacht zur Finsternis eingesetzt, die nur zu gewissen Zeiten vom Mondlicht unterbrochen wird. Dagegen dürfen wir uns nicht auflehnen, den Weltplan nicht hofmeistern, die Nacht nicht zum Tage verkehren wollen. — — —

Aus juristischen Gründen: Weil die Kosten dieser Beleuch-
 tung durch eine indirekte Besteuerung aufgebracht werden sollen. Warum soll dieser und jener für eine Einrichtung bezahlen, die ihm gleichgültig ist, da sie ihm keinen Nutzen bringt oder ihn gar in manchen Verrichtungen stört. — — — — —

Aus medizinischen Gründen: Die Gasausdünstung wirkt nach-
 teilig auf die Gesundheit schwachleibiger und zartnerviger Personen und legt auch dadurch zu vielen Krankheiten den Stoff, weil es den Leuten das nächtliche Verweilen auf den Straßen leichter macht und ihnen Schnupfen, Husten und Erkältungen auf den Hals zieht. —

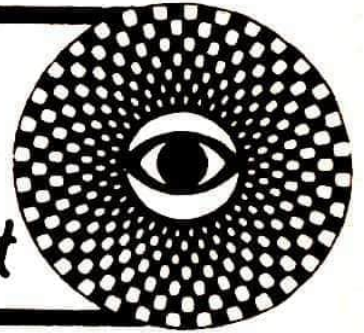
Aus philosophisch-moralischen Gründen: Die Sittlichkeit wird
 durch Gassenbeleuchtung verschlimmert. Die künstliche Helle verscheucht in den Gemütern das Grauen vor der Finsternis, das die Schwachen von mancher Sünde abhält. Die Helle macht den Trinker sicher, daß er in den Zechstuben bis in die Nacht hinein schwelgt, und sie verkuppelt verliebte Paare. — — — — —

Aus polizeilichen Gründen: Sie macht die Pferde scheu und
 die Diebe kühn. — — — — —

Aus volkstümlichen Gründen: Öffentliche Feste haben den
 Zweck, das Nationalgefühl zu wecken. Illuminationen sind hierzu vorzüglich geschickt. Dieser Eindruck wird aber geschwächt, wenn derselbe durch allnächtliche Quasi-Illuminationen abgestumpft wird. Daher gafft sich der Landmann toller in dem Lichterglanz als der lichtgesättigte Großstädter. — — — — —

"Kölnische Zeitung", 28. 3. 1819

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



UNESCO: Naturwissenschaft und Technik, Mensch und Gesellschaft

gekürzt aus „Wissenschaftliche Welt“ 4/77

Die Entwicklungsländer geraten auf Grund ihres Rückstandes auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiet in eine immer größere Abhängigkeit von den Industriestaaten. Der Technologietransfer hat sich als unzulänglich erwiesen. Außerdem wurden die jeweiligen Gegebenheiten in den Entwicklungsländern zu wenig berücksichtigt. Die UNESCO ist um die Lösung dieses großen Problems bemüht. Sie fördert die naturwissenschaftliche Ausbildung in den Entwicklungsländern, leistet Hilfe bei der Konzipierung wissenschaftspolitischer Maßnahmen und untersucht die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.

Kein Mensch kann heute bezweifeln, daß die Wissenschaft eine politische Dimension angenommen hat. Diese Tatsache ist auf die Macht zurückzuführen, die Einzelne, Gruppen und Länder durch das ihnen verfügbare Wissen erlangen.

Es ist ein charakteristisches Merkmal der heutigen Welt, daß manche Länder einen unvergleichlich größeren Anteil an der Arbeit haben, die die Wissenschaft voranbringt. Die moderne Wissenschaft ist das Produkt der Arbeit einer relativ kleinen Zahl von Wissenschaftlerteams in einer begrenzten Zahl von Ländern. Die meisten Forschungsprojekte (95 Prozent) sind auf die 25 Länder mit dem höchsten Entwicklungsstand beschränkt. In den mächtigsten dieser Länder wurden die meisten Mittel, die für die wissenschaftliche Forschung vorgesehen sind, in erster Linie für militärische Vorhaben oder für umfangreiche Programme zur Erhöhung des Prestiges und der industriellen

Macht (Kernenergie, Raumforschung) eingesetzt, in zweiter Linie für wirtschaftliche Ziele (Kybernetik, Elektronik, Luftfahrt).

Diese Länder verfügen im allgemeinen über 100 bis 300 Naturwissenschaftler und Ingenieure je 10 000 Einwohner, hinzu kommen ein entwickelter industrieller Sektor, eine vielseitige Wirtschaft und eine hohe Rate der städtischen Entwicklung.

Am anderen Ende der Skala befinden sich ungefähr dreißig der am wenigsten entwickelten Länder der Welt. Bei ihnen handelt es sich vorwiegend um Agrarländer, und auf jede Millionen Einwohner entfallen kaum mehr als einige hundert Naturwissenschaftler und Ingenieure.

Das Analphabetentum ist immer noch vorherrschend, und die Naturwissenschaften sind relativ wenig gefragt. Der Weg zur Entwicklung dieser Länder führt über die Anwendung der Entdeckungen, die von den Wissenschaftlern anderer Länder gemacht wurden.

Die Entwicklungsländer sind auch hinsichtlich der Ausbildung von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren im Nachteil. Auf je 100 000 Einwohner entfielen im Jahre 1970 im Durchschnitt 37 naturwissenschaftliche akademische Grade auf Nordamerika und 13 auf Europa, aber nur 3 auf die arabischen Staaten, 2 auf Asien (einschließlich Japan), 1,4 auf Lateinamerika und 0,2 auf Afrika.

Man schätzt, daß die industrialisierten Länder insgesamt über 90 Prozent der Naturwissenschaftler und Ingenieure der Welt (d.h. 10mal soviel wie die Entwicklungsländer) verfügen. Es kann ein ganzes Jahrhundert dauern, ehe dieses Mißverhältnis in Ordnung gebracht ist. Die vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse sind also in mancher Hinsicht unanwendbar für die Lösung der Probleme, denen sich die heutige Welt gegenüber sieht.

Aus diesem Grunde erfordert der Einsatz von Wissenschaft und Technik zum Wohle des Menschen und der Gesellschaft Aktionen an zwei Fronten:

1. das vorhandene Wissen muß für die Lösung der gegenwärtigen Probleme in der Landwirtschaft, der Industrie, im Verkehrswesen und in den anderen Bereichen des Wirtschaftslebens angewendet werden; die Hauptschwierigkeit besteht hier

beim Transfer, d.h. der Übertragung von Wissen

2. Die erforderliche Kapazität muß entwickelt werden, um die Entwicklungsländer in die Lage zu versetzen, schließlich am wissenschaftlichen Fortschritt in der Welt teilzuhaben und als gleichberechtigte Partner der entwickeltsten Länder mit den eigenen Problemen fertig zu werden.

Die Tatsache, daß die Entwicklungsländer wissenschaftlich und technologisch im Rückstand sind, hat dazu beigetragen, daß ihre Abhängigkeit von den Industriestaaten weiter zunimmt. Diese Frage führt sofort zu einer anderen: Wie kann man die vorhandene Technologie übertragen und wie können Alternativen zu den technologischen Entwicklungstrends in den Industriestaaten entwickelt werden?

Die Möglichkeiten des Technologietransfers sind begrenzt. Die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse in den Entwicklungsländern werden oft Technologien erfordern, deren Merkmale (Arbeitsintensität, Energiebedarf, verwendete Rohstoffe) sich wesentlich von denen der bestehenden Verfahren unterscheiden. Praktisch kommt weniger eine Anpassung in Frage, als vielmehr die Entwicklung anderer Technologien.

Hilfsprogramme und Geschäftsabschlüsse mit multinationalen Konzernen zielten darauf ab, Entwicklungsländer mit ähnlichen oder mit gleichen Technologien zu versorgen, wie die Industriestaaten sie besitzen. Die Entwicklungsländer sollten mit diesen Technologien in die Lage versetzt werden, in die Fußstapfen der Industriestaaten zu treten. Solche Versuche waren, gelinde gesagt, nicht ganz erfolgreich. Die aus ihnen resultierende Zunahme des technologischen Rückstandes und der Abhängigkeit führten bei allen Beteiligten zu einer großen Enttäuschung.

Es wäre ratsam, zuallererst Prioritätsbereiche der wissenschaftlichen Tätigkeit oder Forschung auszuwählen, welche positive Auswirkungen auf die weltweit unternommenen Bemühungen um eine bessere Übertragung und Anpassung der Technologie hätten. Besonderer Nachdruck müßte auf die Entwicklung der analytischen Hilfsmittel gelegt werden, die für die Planung und Bewertung übertragener oder als Alternative entwickelter Technologien erforderlich sind.

Bildung, insbesondere die naturwissenschaftliche und tech-

nische Hochschulbildung, sind von erstrangiger Bedeutung. Es kommt darauf an, die sehr knappen Ressourcen, die vorhanden sind, auf eine kleine Zahl sorgfältig ausgewählter Schlüsselprobleme auf Gebieten zu konzentrieren, die für die mittelfristige Entwicklung sehr wichtig sind.

Solche Überlegungen haben die UNESCO veranlaßt, sich auf die Förderung eigenständiger naturwissenschaftlicher Entwicklung zu konzentrieren, für die in den meisten Entwicklungsländern sonst noch nicht so bald Aussicht bestehen. Dafür wurde eine allgemeine Strategie beschlossen, die folgende vier Punkte umfaßt. Die UNESCO will:

- a) naturwissenschaftliche Ausbildung für jedermann fördern
- b) die Ausbildung spezialisierter Kräfte und die Gründung und Arbeit von Einrichtungen unterstützen, welche sich mit Hochschulbildung, Forschung und wissenschaftlich-technischen Dienstleistungen befassen
- c) anregen, Maßnahmen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung auszuarbeiten
- d) ein besseres Verständnis der Auswirkungen entwickeln helfen, welche der wissenschaftlich-technische Fortschritt auf die Gesellschaft hat.

In vielen Ländern ist eine tiefgreifende Reform der Lehrprogramme und -methoden erforderlich. Im Schulunterricht an den Grund- und Oberschulen sollte in der Regel mehr Zeit für Naturwissenschaft und Technik vorgesehen werden, damit die Schüler gute Voraussetzungen für ein späteres Studium eines naturwissenschaftlichen oder technischen Fachs mitbringen.

In den Entwicklungsländern werden Studenten der Naturwissenschaften und der Technik im Laufe der Zeit eine direkte oder indirekte Verantwortung für die wissenschaftlich-technische Entwicklung ihrer Länder übernehmen müssen. Aus diesem Grunde wird es gleichermaßen wichtig sein, ihr Verständnis für die Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaft und Gesellschaft zu wecken.

physikaufgabe

34

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

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 28 aus heft 7 /11.jg.

aufgabe:

Was geschieht, wenn man in den Raum zwischen zwei brennenden Kerzen zu blasen beginnt ?

lösung:

eingesandt von Klaus H ö h n e l , 13 Jahre (!), Großröhrsdorf

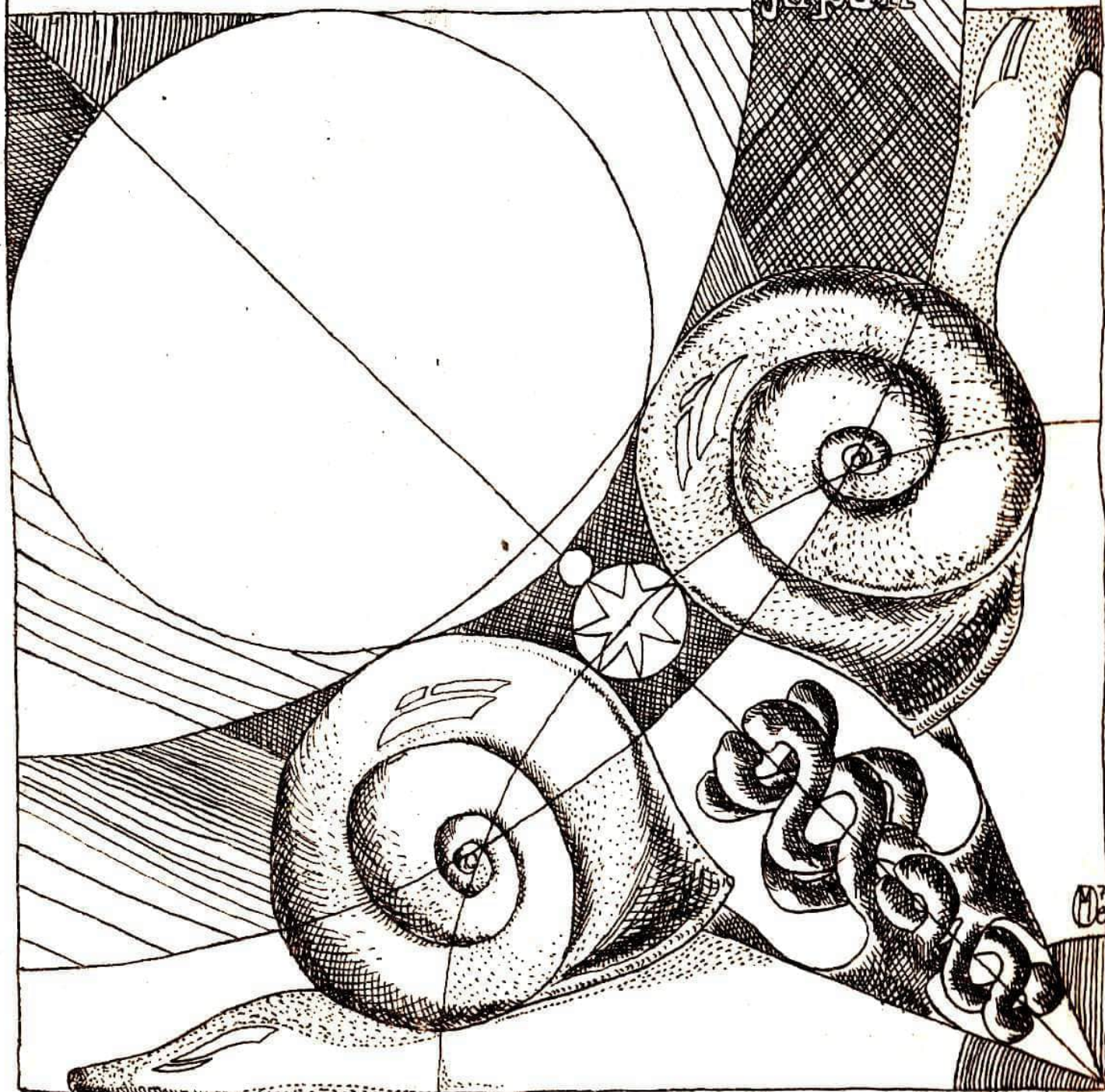
Die Flammen neigen sich zueinander, da durch das Blasen ein Sog zwischen den Flammen entsteht.



Im nächsten Heft beginnen wir mit einer kleinen Serie mathematischer Knobelaufgaben, z.B. Lösen von sogenannten Kryptogrammen u.a..

Hörnerduell der
Schnecken, dein Name
ist
Geringschätzigkeit

japan



impuls 68

4



Experimente –
Sicherung von Erkenntnissen



Die Glühlampe



Waschmittel



Ein neuer Planet



Kernenergetik und Atomsperrvertrag

Titelbild: Eiszeit
(überfrorene Gräser) (P. L.)



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

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

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

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

Redaktionsschluß: 27. 10. 1978.

Zur Rolle der Experimente bei der Erklärung
 physikalischer Sachverhalte (Teil 2)

PHY 3

Sir Humphry Davy zum 200. Geburtstag

CHE 7

Alltagsphysik: Die Glühlampe

PHY 11

Was ist Bionik?

15

Waschmittel und Tenside (Teil 1)

CHE 17

CHIRON – ein neu entdeckter Planet

AST 23

Kernenergetik und Atomsperrvertrag

DOK 27

Physikaufgabe 35, Lösung Nr. 29

31

Rückseite: Eiszeit (P. L.)

Zur Rolle des Experiments bei der Erklärung physikalischer Sachverhalte (Teil 2)

Die am Beispiel 1 unseres ersten Beitrages erkannte Schrittfolge (siehe Aufgabe A5 !) sollte an dem Beispiel 2 erprobt werden. Folgende Überlegungen werden als Lösungsvariante der Aufgabe A6 vorgestellt:

Beobachtung: Ein schwingender Magnet kommt nach einer bestimmten Zeit zur Ruhe. Diese ist kürzer, wenn die Schwingung in einem Messingrohr stattfindet.

Formulierung eines Problems:

Warum klingt die Schwingung des Magneten in dem Messingrohr schneller ab ?

Bilder von Hypothesen:

- H1: Messing hat keine magnetischen Eigenschaften wie z.B. Eisen. Das schnelle Abklingen der Schwingung liegt nicht in dem Stoff begründet, aus dem das Rohr besteht. Es beruht auf der verstärkten Luftreibung im Rohr.
- H2: Die Schwingung klingt schneller ab, weil die Luft im Rohr verdichtet wird und wie ein Polster wirkt. (Begründung wie bei H1).

Ableiten von experimentell prüfbaren Folgerungen aus H1 :

- F1: Wenn sich keine Luft in dem Messingrohr befindet, klingt die Schwingung nicht so schnell ab.
- F2: Wenn die Luft im Inneren des Rohres, und nicht der Stoff, aus dem das Rohr besteht, die Ursache für die beobachtete Erscheinung ist, dann muß bei der Wiederholung des Experiments mit Rohren aus anderen Stoffen (z.B. andere Metalle, PVC, Pappe, Glas) immer wieder das gleiche schnelle Abklingen der Schwingung zu beobachten sein.

Die Folgerungen F1 und F2 ergeben sich auch aus der Hypothese H2. Die Folgerung F1 führt uns zur Formulierung der experimentellen Aufgabe:

"Untersuchung der Schwingung unter stark vermindertem Druck."

Gedankliches Erfassen wichtiger während des Experiments erforderlicher Handlungen:

Das im Beispiel 2 des ersten Teils geschilderte Experiment müßte unter einem evakuierten Rezipienten (Vakuumpumpe!) wiederholt werden. Die Zeit bis zum Abklingen der Schwingung ist zu messen.

Da die Durchführung dieses Experiments dem Leser nicht ohne weiteres möglich sein wird, geben wir für die Auswertung des Experiments das folgende Experimenti-erergebnis vor:

Auch wenn die Luft aus dem Messingrohr abgepumpt wird, klingt die Schwingung ebenso schnell ab wie unter normalem Luftdruck. Der Vergleich des Experimenti-erergebnisses mit der Folgerung F1 macht deutlich, daß die Hypothese H1 (und auch H2) nicht bestätigt wurde.

Zur gleichen Erkenntnis über den Wahrheitswert der Hypothesen H1 und H2 gelangt man auch über die Folgerung F2.

Formulierung der experimentellen Aufgabe: "Untersuchung der Schwingung des Magneten in Rohren aus verschiedenen Stoffen."

Gedankliches Erfassen wichtiger, während des Experiments erforderlicher Handlungen: Der Magnet wird nacheinander in Rohren aus Aluminium, Kupfer, Pappe und Glas zum Schwingen angeregt. Der Durchmesser dieser Rohre muß mit dem des Messingrohres (weitestgehend) übereinstimmen. Die Zeiten bis zum Abklingen dieser Schwingungen werden verglichen mit der Zeit, in der die Schwingung des Magneten abklingt, wenn er sich nicht in einem Rohr befindet.

Die Durchführung des Experiments, die zumindest teilweise vom Leser selbst vorgenommen werden kann, führt zu folgendem Experimenti-erergebnis: In den Rohren aus Aluminium und aus Kupfer klingt die Schwingung ähnlich schnell ab wie in dem Messingrohr. Das ist nicht der Fall in den Rohren aus Pappe und aus Glas. Hier unterscheidet sich die Schwingung des Magneten nicht von der Schwingung, die er ohne Rohr ausführt.

Vergleich des Experimentierergebnisses mit der Folgerung F2: Die im Experiment bei der Verwendung eines Papp- oder Glasrohres gemachte Beobachtung zeigt, daß nicht die in dem ursprünglich verwendeten Messingrohr enthaltene Luft die Ursache für das rasche Abklingen der Schwingung sein kann. Dagegen scheint der Stoff, aus dem das Rohr besteht, durchaus bedeutungsvoll zu sein für die unterschiedlichen Abklingzeiten der Schwingungen. Das ergibt sich aus dem Vergleich der Schwingungsvorgänge in dem Papp- und dem Glasrohr mit den Schwingungsvorgängen in dem Aluminium- und dem Kupferrohr. Es ist uns damit bis jetzt noch nicht gelungen, das aufgefundene Problem zu lösen. Es muß eine neue Hypothese gebildet werden.

H3: Die Schwingung klingt in dem Messingrohr deshalb so schnell ab, weil durch den schwingenden Magneten im Metallrohr ein Strom induziert wird.

Diese Aussage wird gestützt durch unsere Beobachtung, daß das rasche Abklingen der Schwingung des Magneten nur in Metallrohren auftritt. In den Rohren aus nichtmetallischen Stoffen konnte keine Beeinflussung der Schwingung beobachtet werden.

Ableiten von experimentell prüfbaren Folgerungen aus Hypothese H3:

F1: Wenn die Hypothese H3 wahr ist, dann müßte die Schwingung auch in einem mit Draht umwickelten Pappzylinder schnell abklingen.

F2: Wenn es sich bei Hypothese H3 um eine wahre Aussage handelt, dann muß mit einem Strommeßgerät der Strom nachweisbar sein, der in dem Draht induziert wird, mit dem der Pappzylinder umwickelt ist.

Zu jeder der beiden Folgerungen F1 und F2 läßt sich jetzt wieder eine experimentelle Aufgabe formulieren.

Die bei der Durchführung der Experimente erforderlichen Handlungen können gedanklich folgendermaßen erfaßt werden:

Ein Papprohr vom gleichen Durchmesser wie das Messingrohr wird mit Draht umwickelt. Zur experimentellen Prüfung der Folgerung F1 werden die Drahtenden kurzgeschlossen und der Magnet zum Schwingen angeregt.

Um die Folgerung F2 experimentell zu prüfen, wird die Schwingung eingeleitet, nachdem die Drahtenden an ein empfindliches Strommeßgerät geführt wurden.

Erfolgt in diesem Sinne die Durchführung der Experimente, so gelangt man zu folgenden Experimentiererergebnissen:

Auch in dem mit Draht umwickelten Papprohr klingt die Schwingung des Magneten schnell ab.

Das Strommeßgerät zeigt einen in dem Draht induzierten Strom an.

Der Vergleich der Experimentiererergebnisse mit den Folgerungen F1 und F2 macht deutlich, daß durch die Experimente beide Folgerungen bestätigt wurden. Damit hat sich der Wahrheitswert der Hypothese H3 so erhöht, daß diese zur weiteren Bearbeitung des Problems herangezogen werden kann. Die dazu notwendigen Überlegungen, die im einzelnen in diesem Beitrag nicht weiter dargestellt werden sollen, führen zum Lenzschen Gesetz: Der Induktionsstrom ist so gerichtet, daß er der Ursache seiner Entstehung entgegenwirkt. Die Schwingung des Magneten wird gedämpft.

Im folgenden und letzten Teil dieser Serie wollen wir noch eine andere Art von Problemen kennenlernen, bei deren Lösung Experimente ebenfalls erforderlich sind.

+) Hans-Joachim L ö h r ist Oberlehrer und
Manfred W o l f f ist Lehrer im Hochschuldienst an
der Sektion Mathematik/Bereich Physikmethodik



Die Propaganda GEGEN das
Rauchen hat in den
Schulen zu ersten positiven
Ergebnissen geführt:

Es rauchen schon wesentlich weniger Lehrer !

Roland Colditz
Diplom-Chemiker
FSU Jena
Sektion Chemie

Sir Humphry Davy zum 200. Geburtstag

Zu den hervorragendsten Chemikern des 19. Jahrhunderts gehört der Engländer Humphry Davy (17.12.1779 - 28.5.1829), dessen 200. Geburtstag wir in diesem Jahr begehen. Er hat auf zahlreichen Gebieten der Chemie und - ganz allgemein - der Naturwissenschaften große Leistungen vollbracht. Seine berühmtesten Arbeiten befaßten sich mit den "chemischen Wirkungen der Elektrizität".

Als der 22-jährige Davy mit den Untersuchungen hierzu begann, war er Angestellter eines "pneumatischen Instituts" in Bristol. Die Aufgabe dieses Instituts bestand darin, verschiedene, damals neu entdeckte Gase auf ihre medizinische Wirksamkeit zu prüfen. Davy entdeckte durch Versuche an sich selber die berauschende Wirkung des Distickstoffmonoxids (N_2O), des Lachgases.

Weit wichtiger sollten jedoch seine Versuche mit der Volta'schen Säule werden, die er aber vorerst unterbrechen mußte, da er mittlerweile an die "Royal Institution" in London berufen worden war und am 1. Juni 1801 zum ordentlichen Professor der Chemie ernannt wurde.

Seine Ergebnisse von den galvanischen Untersuchungen teilte Davy der Royal Society im November 1806 in einem Vortrag unter dem Titel "Über einige chemische Wirkungen der Elektrizität" mit. Er berichtete dabei u.a. über seine Versuche, mit Hilfe des galvanischen Stroms Wasser sowie die wässrigen Lösungen verschiedener Alkalisalze, des Eisens, Zinks und Zinns zu zersetzen. Für seine Erkenntnis, daß nur bei Ausschluß aller Verunreinigungsquellen die elektrolytische Zersetzung des Wassers einzig und allein zu Sauerstoff und Wasserstoff führt, wurde er von der französischen Akademie der Wissenschaften ausgezeichnet. Er erhielt eine Medaille, die

Napoleon Bonaparte für die beste Arbeit gestiftet hatte, die im Laufe eines Jahres auf dem Gebiet des Galvanismus durchgeführt wurde.

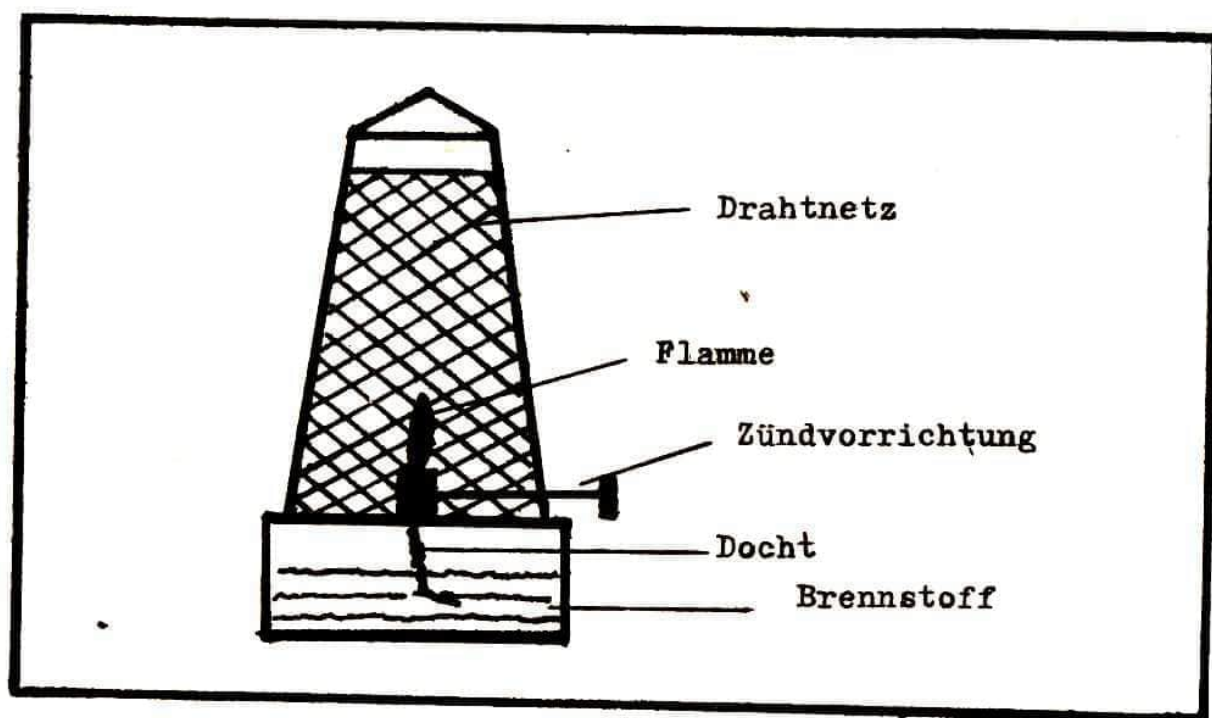
Im Herbst 1807 begann Davy seine Arbeiten zur "Zerlegung" der Alkalien in ihre Bestandteile. Er nahm an, daß diese Stoffe keine Elemente, sondern die Oxide von Metallen sein müßten. Seine ersten Versuche führte er an hochkonzentrierten wäßrigen Lösungen durch. Er erhielt jedoch beim Einwirken des elektrischen Stromes stets nur Wasserstoff und Sauerstoff. Da die reinen Alkalien im festen Zustand Nichtleiter sind, "überlistete" sie Davy. Er nahm ein kleines Stück "Kali", das, wie wir wissen, hygroskopisch ist, und setzte es der immer feuchten Atmosphäre aus. Dadurch wurde es an der Oberfläche elektrisch leitend. Dann legte er es auf eine isolierte Scheibe aus chemisch sehr widerstandsfähigem Platin, die mit dem negativen Pol einer Batterie verbunden war. Mit einem Platindraht, der am positiven Batteriepole angeschlossen war, berührte Davy die Oberfläche des "Kalis" und beobachtete so die Bildung von Kügelchen, die die Substanz waren, nach der er suchte: "Ein verbrennlicher Körper eigentümlicher Art und die Basis des Kali".

Wegen seines Vorkommens in der Pottasche nannte Davy das Element "Potassium". Dieser Name wird noch heute in der angelsächsischen und französischen Literatur für das Kalium verwendet. Wenig später gelang Davy auf gleiche Art auch die elektrolytische Zersetzung des "Natrons", d.h. des Natriumkarbonats.

Weitere von Davy durch Schmelzelektrolyse dargestellte Elemente sind Kalzium, Magnesium, Strontium und Barium. Durch die Isolierung all dieser Metalle trug Davy - aus unserer heutigen Sicht - wesentlich zur Entdeckung des "linken" Flügels des Periodensystems der Elemente bei.

Daß sich Sir Humphry Davy auch mit anderen Problemen der Naturwissenschaften und Technik beschäftigte, zeigt u.a. die von ihm erfundene Gruben- bzw. Wetterlampe für Bergwerke zur Signalisierung eines zu hohen, explosiven Methananteils in der Luft (Wetter). Bei dieser Davy'schen Sicherheitslampe wird eine leuchtende Benzinflamme von einem Drahtnetz umge-

ben (siehe Abbildung). Enthält die Grubenluft mehr als 1 % Methan, so sieht man über dem Benzinflämmchen eine bläuliche Haube, durch die der Bergmann gewarnt wird und rechtzeitig Gegenmaßnahmen treffen kann. Eine Explosion des Grubengases (die "Schlagenden Wetter" sind meist Methanexplosionen) durch die Benzinflamme kann nicht hervorgerufen werden, weil das Drahtnetz die Hitze der Flamme so rasch verteilt, daß außerhalb des Netzes die Entzündungstemperatur der Methan-Luftgemische nicht erreicht wird. Um beim Anzünden der Lampe keine "Schlagenden Wetter" hervorzurufen, ist eine Reibzündung im Innern der Lampe angebracht.



Auf dem Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Laufbahn wurde Davy im Jahre 1820 die ehrenvolle Würde zuteil, zum Präsidenten der Royal Society gewählt zu werden. Sechs Jahre bekleidete er diese Stellung, bis eine vollkommene Erschöpfung und sein Gesundheitszustand ihn zwangen, dieses hohe Amt aufzugeben. Auf einer Erholungsreise nach Genf starb er unmittelbar nach seiner Ankunft am 28. Mai 1829, noch nicht 51 Jahre alt. Damit hatte die Menschheit viel zu früh einen ihrer berühmtesten Gelehrten und Förderer der Wissenschaft verloren.

MOSAIK

Leistungsstarke Sonnenzellen

In den USA ist es Wissenschaftlern gelungen, eine Solarzelle mit einer Leistung von 10 W zu entwickeln. Die Zellen bestehen aus Galliumarsenid (GaAs), haben einen Durchmesser von 8 mm und erreichen einen Wirkungsgrad von etwa 20 %.

Energieeinsparung durch Thermoglas

Seit 1973 wird in unserer Republik eine wärmestrahlenreflektierende Thermoglasscheibe produziert. Die wärmestrahlenreflektierenden Eigenschaften erhält das Glas durch Aufbringen einer geeigneten dünnen Metallschicht, z. B. aus Gold oder Kupfer. Zur Zeit werden bei uns Thermoglasscheiben in den Farben rot, blau und grau hergestellt. Gegenüber einer normalen Fensterglasscheibe, die einen Reflexionsgrad von $\approx 8\%$ hat, haben die "Theraflex"-Scheiben einen Reflexionsgrad, der im sichtbaren Spektralbereich zwischen etwa 20 und 30 % verläuft. Im infraroten Bereich steigt der spektrale Reflexionsgrad bis auf rund 90 % an. Damit entspricht ihr Wärmedämmvermögen dem einer 18 cm dicken Mauersteinwand. Durch Verwendung von "Theraflex"-Thermoglasscheiben lassen sich je nach Fensteranteil an den Gebäuden bis zu 30% Heizenergie im Winter einsparen. Im Sommer treten bedeutende Erniedrigungen der Raumlufthtemperatur auf. Mit "Theraflex"-Scheiben läßt sich also Heizenergie einsparen, und die Arbeits- und Lebensbedingungen verbessern sich.

Amerikas Forschungsausgaben sinken

Die amerikanischen Ausgaben für Forschung und Entwicklung relativ zum Nationaleinkommen betragen nur noch 80 % der Aufwendungen, die in Europa und Japan erbracht werden.

Alltagsphysik: Die Glühlampe

In Kürze begeht eine Erfindung ihren hundertsten Geburtstag, die aus unserem Alltag gar nicht mehr wegzudenken ist: die Glühlampe. Diese "an sich so einfache" Sache wurde erst 1879 vom genialen Erfinder T.A. Edison vorgeschlagen (andere Quellen nennen als Erfinder H. Göbel 1854 und A.W. Lodygin 1872, deren Versuche jedoch nicht zur Grundlage der industriell gefertigten Glühlampen führten). Es war schon lange bekannt, daß zwischen Erwärmung und Licht einfache Zusammenhänge existieren, da ein mit Licht bestrahlter Körper sich erwärmt und andererseits ein erhitzter Körper Wärme und Licht abgibt

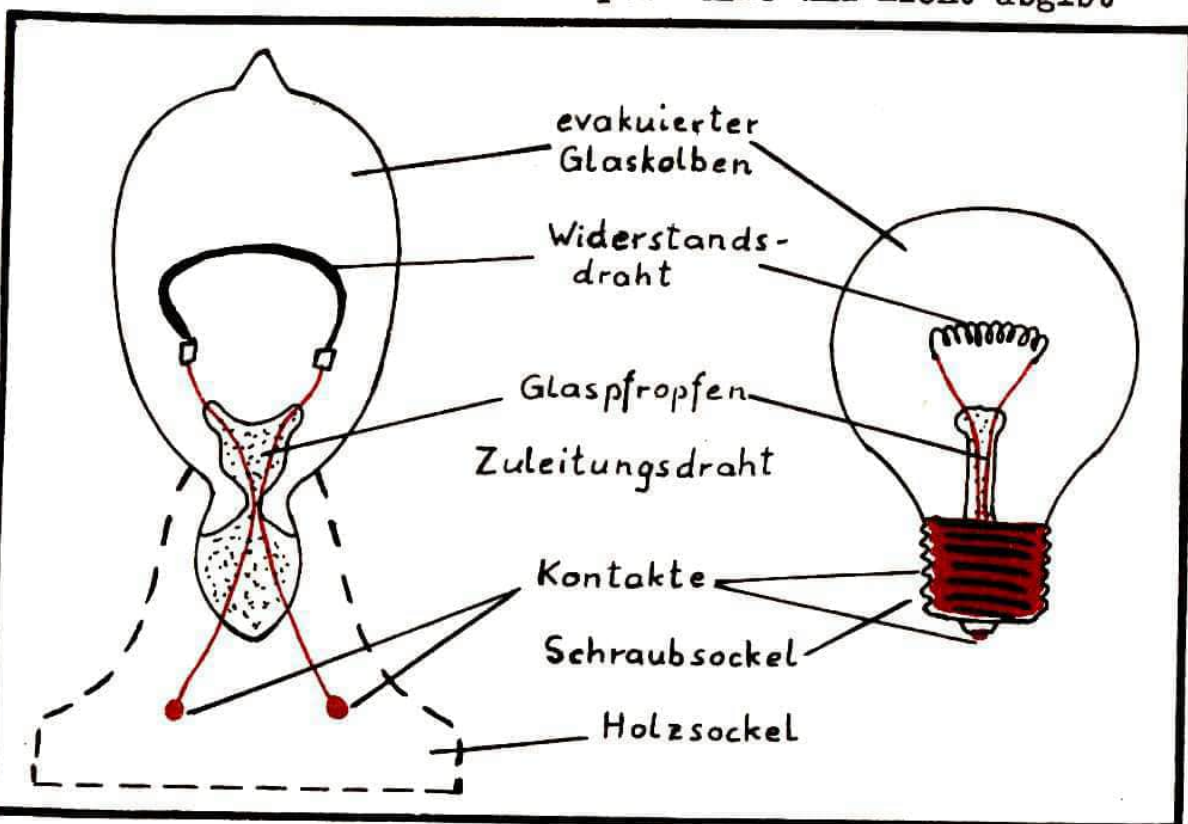


Abb. 1a
Erste Kohlefadenlampe

Abb. 1b
Heutige Glühlampe mit
Wolframdrahtwendel

(z.B. beim Glühen von Metallen). Man mußte also einen Weg finden, die hohe Temperatur des Glühens zu erzeugen und sie gegenüber der Umgebung zu isolieren. Bekannt war, daß ein im Festkörper fließender elektrischer Strom zu dessen Erwärmung führt. So formulierte Edison das Prinzip einer Glühlampe:

"Ein Draht mit hohem elektrischen Widerstand, eingeschlossen in einen evakuierten und abgeschmolzenen Glaskolben, mit Stromzuführungen durch das Glas" (Abb.1a). An diesem Prinzip hat sich bis heute nichts geändert, wenn auch der Kohlefaden als Widerstandsdraht durch einen Wolframdraht ersetzt wurde (Abb.1b).

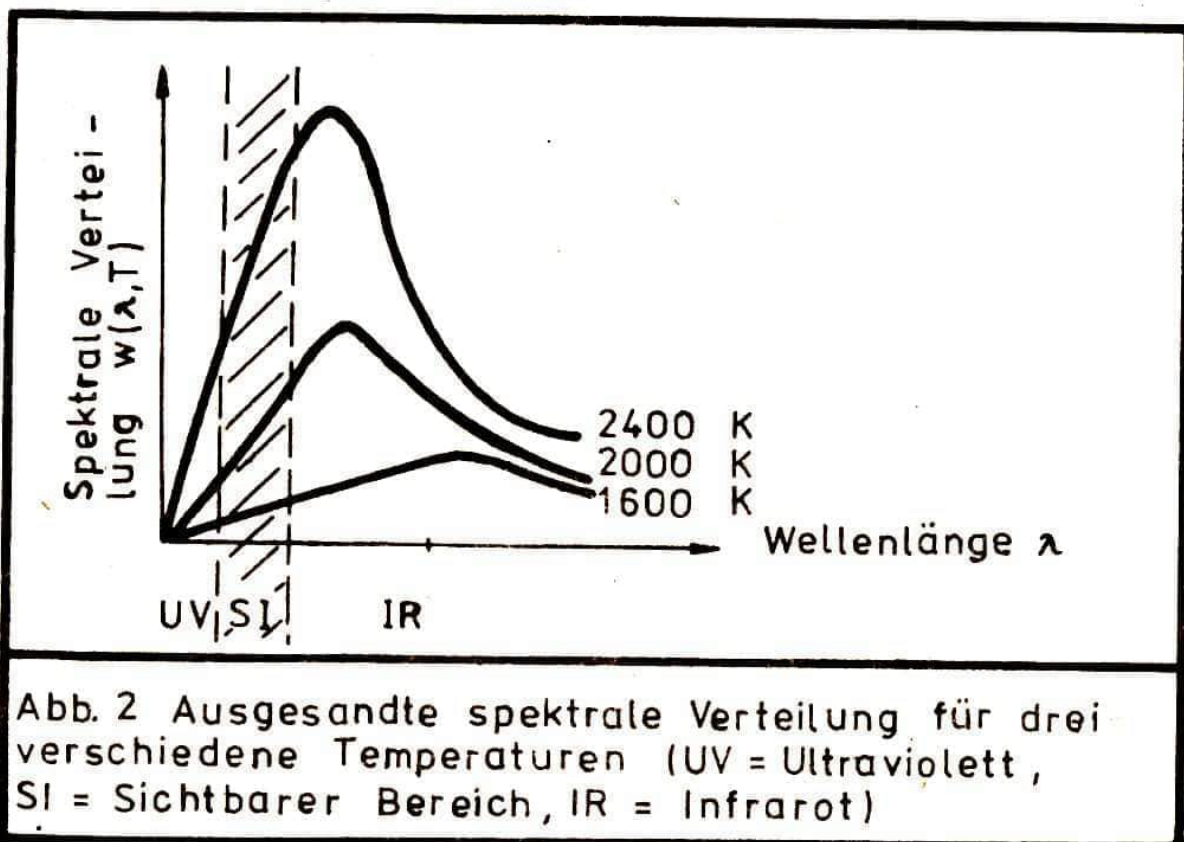
Im Laufe der Zeit folgten weitere Verbesserungen:

- Wendelung des Glühdrahtes zur Vergrößerung der abstrahlenden Oberfläche
- Füllung des Lampenkolbens mit einem Edelgas, das durch Stoßprozesse mit den verdampfenden Wolframatomen die Verdampfungsrate geringer hält
- Zusatz von Halogenen zum Füllgas, was zu einer bedeutenden Steigerung der Lebensdauer und der Lichtausbeute führt.

Diese Lichtausbeute ergibt sich aus dem Quotienten von Lichtstrom, gemessen in Lumen (lm), und der zu seiner Erzeugung aufgewandten Leistung in Watt (W). Bei den ersten Kohlefadlampen betrug sie etwa 2 lm/W, während man heute bis zu 18 lm/W erreicht.

Die Lichtausbeute ist dabei ein integraler Ausdruck der spektralen Verteilung der ausgesandten Strahlung, da ein Glühdraht infolge seiner Erwärmung ein charakteristisches Spektrum verschiedenster Wellenlängen aussendet, das dem Kirchhoffschen Gesetz genügt. Nach diesem Gesetz senden erwärmte Körper soviel Strahlung aus, wie sie absorbieren würden. Folglich hat ein sogenannter "schwarzer Strahler", d.h. ein Körper, der alle auf ihn einfallenden Strahlen absorbiert und nichts reflektiert, das größte Emissionsvermögen. Praktisch kann man diese Verhältnisse annähern, indem man die Strahlung im Innern eines Hohlraumes durch eine kleine Öffnung analysiert. Die Untersuchung dieser "Hohlraumstrahlung" zeigt wichtige physikalische Gesetze, die auch für die Abstrahlung des Glühdrahtes gelten. So stellten Stefan und

Boltzmann fest, daß die Energiedichte im Hohlraum proportional zur vierten Potenz der Temperatur T ist (" T^4 - Gesetz "); das bedeutet, daß man möglichst hohe Temperaturen der Glühdrähte erreichen muß, um eine hohe Lichtausbeute zu erzielen. Weiterhin zeigte sich, daß die ausgesandte spektrale Verteilung eine charakteristische Form hat und jeder glühende Körper für eine bestimmte Temperatur eine charakteristische Verteilung von Strahlung der verschiedensten Wellenlängen aussendet, die vom unsichtbaren Ultraviolett über den sichtbaren Bereich bis hin zum Infrarot, also der unsichtbaren "Wärmestrahlung", reicht (Abb.2).



Für den Lampendraht muß man Stoffe und Temperaturen so auswählen, daß ein wesentlicher Teil der ausgesandten Strahlung im sichtbaren Bereich liegt. Die Mischung der verschiedenen sichtbaren Wellenlängen ergibt dann "weißes" Licht. Wollte man jedoch den Glühdraht zur Erwärmung der Umgebung nutzen, wie bei Heizspiralen oder im Elektrogrill, so ist eine Verteilung hauptsächlich im Infraroten ausreichend. Die spektrale Verteilung, die noch in den sichtbaren Bereich hineinreicht, bewirkt dann, daß der Draht rot glüht. Andererseits bewirken die vorhandenen Infrarotanteile bei der Glühlampe

ja auch eine beträchtliche Erwärmung der Umgebung, die nicht von der Drahttemperatur (um 3000 Kelvin!) hervorgerufen wird, da das Vakuum zwischen Draht und Glaskolben sehr gut thermisch isoliert. Es sei noch darauf hingewiesen, daß Max Planck erstmals eine vollständige theoretische Beschreibung dieser spektralen Verteilung geben konnte, indem er die Lichtquantenhypothese und das Wirkungsquantum h einführte und somit die moderne Quantentheorie einleitete (vgl. "impuls 68" Heft 4, 5, Jhg. 10). Die Forderung möglichst hoher Drahttemperaturen, natürlich unterhalb des Schmelzpunktes, verträgt sich schlecht mit der Forderung einer hohen Lebensdauer der Lampe, da ja ständig Fadenmaterial verdampft und das schließlich zur Zerstörung führt. Außerdem schlägt sich das verdampfte Wolfram am Glaskolben nieder und führt zu den bekannten Schwärzungen, die die Lichtausbeute bis um ein Drittel verringern können. Einen Ausweg bietet die Halogenglühlampe, die im Füllgas Halogene wie Chlor, Brom oder Jod sowie etwas Sauerstoff enthält. Diese gehen mit dem freiwerdenden Wolfram einen chemischen Kreisprozeß ein, der letzten Endes dazu führt, daß das Wolfram immer wieder am Glühfaden abgeschieden wird. Dieser sogenannte "Scheibenwischer-Effekt" erlaubt andererseits die Herstellung kleinerer Glaskolben, einen höheren Innendruck und den Einsatz von teureren Edelgasen (Krypton) als schwereres und damit besseres Inertgas. Halogenlampen haben daher eine bedeutend größere Lebensdauer bei gleicher Lichtausbeute als die üblichen Wolframlampen, d.h., bei gleicher Lebensdauer lassen sich Lichtausbeuten von 22 bis 28 lm/W erreichen. Wenn diese Werte noch nicht ausreichen oder andere Eigenschaften (z.B. monochromatisches Licht, d.h. Licht nur einer Wellenlänge) gefordert werden, müssen andere Prinzipien genutzt werden, um geeignete Lichtquellen zu schaffen. Dazu zählen die verschiedenen Laser (vgl. "impuls 68" 3, Jhg. 4), aber auch Glimmlampen und Gasentladungslampen, auf die wir in einer späteren Folge zurückkommen.

impuls - lexikon

Was ist Bionik?

Diese Frage läßt sich mit einem Satz beantworten. Bionik ist eine Wissenschaft, die aus den Lösungen der Natur, die diese in Milliarden Jahren ihrer Entwicklung zustande gebracht hat, lernt.

Diese Definition muß man aber noch näher erläutern, um zu einem besseren Verständnis der Dinge zu gelangen. Die Bionik ist als Wissenschaft keineswegs eine sehr junge Wissenschaft. Obwohl man das auch wiederum differenziert betrachten muß.

Wahrscheinlich wäre der Mensch nie so schnell auf die Idee gekommen, fliegen zu wollen, wenn es keine Vögel oder Insekten gäbe. Genauso verhält es sich mit der Idee, aus Glas Vergrößerungslinsen zu fertigen, wenn nicht der chirurgische Eingriff am menschlichen Auge Pate gestanden hätte. Dieses und noch vieles andere war schon, im Sinne der Definition, Bionik, wenn auch keinesfalls in einer systematischen Form. Deshalb auch die Aussage, daß der Gegenstand der Wissenschaft Bionik keineswegs so neu ist. Erst in dem gegenwärtigen Zeitabschnitt begann man, die Natur nach Lösungsprinzipien planmäßig zu erforschen, und zwar mit dem Ziel, sie sachgemäß anzuwenden. Es wäre, aber falsch, nun anzunehmen, daß das Ziel der Bionik im Nachbilden der Natur beruht. Hier geht es nicht um das Nachbilden - das hat sich in vielen Fällen als erfolglos herausgestellt - sondern um das Erkennen dessen, was möglich ist. Der Mensch sah die Vögel fliegen und wollte das auch. Der Versuch, es ebenfalls mit Flügeln zu tun, mißlang. Das führte schließlich über den Segelflug zur Erfindung der Luftschraube und des Düsenantriebes. In ähnlicher Weise verlief die Entwicklung des Heliokopters. Hier sah der Mensch den schwebenden und schwirrenden Kolibri als Vorbild an. Wir wollen noch ein weiteres, weniger bekanntes Beispiel heranziehen. Sowjetische Wissenschaftler beobachteten die Lebensweise von Quallen und stellten dabei fest, daß diese Tiere das Heran-

nahen eines Sturmes schon 10 bis 15 Stunden vorher bemerkten. Es ergab sich die Frage, woher die Quallen das "wußten".

Jedem Sturm geht eine für das menschliche Ohr unhörbare Woge von Infraschall in der Frequenz von etwa 12 Hz voraus. Das "Quallenohr" enthält einen Detektor, der auf diese Frequenz abgestimmt ist. So ist es den Quallen möglich, sich rechtzeitig vor einem Sturm aus der für sie gefährlichen Uferzone zu entfernen. Diese Entdeckung brachte die sowjetischen Wissenschaftler auf die Idee, auf der Basis des Infraschalles ein Sturmwarngerät zu konstruieren, das zwar ganz anders aussieht als das Quallenorgan, aber bionisch nach dem gleichen Prinzip aufgebaut ist.

Hier noch ein interessantes Beispiel. Von den Fledermäusen lernten wir das Prinzip des Schallortungsverfahrens. Heute wird es vielfältig angewandt (Beispiel: Echolot). Wissenschaftlerteams in den entwickelten Industriestaaten sind ständig dabei, Neues aus der Natur zu lernen und es technisch anzuwenden.

Die hier aufgezeigten Beispiele sind keinesfalls vollständig. Sie sollten nur die Wissenschaft Bionik etwas illustrieren. Die Wissenschaft Bionik wird noch mit vielen Überraschungen und Entwicklungen, die uns das Leben erleichtern, in der Zukunft aufwarten.

(von D. Kröll aus "impuls 68" 6 (1972/73) H. 1)

Frag' mich mal...

F: Was bedeutet Hg?

A: Wasserstoff mal Erdbeschleunigung.

F: Was bedeutet $C_{140}H_{222}O_{44}N_{36}SF?$

A: Quark.

F: Was ist ein Intellektueller?

A: Jemand, der erklären kann, warum dieses Wort mit zwei l geschrieben wird.



Dr. P. Renner

Waschmittel und Tenside (Teil 1)

Das Bedürfnis der Menschen, sich sowie ihre Kleider zu säubern, dürfte sicher so alt sein, wie die Menschheit selbst. Die ersten schriftlich überlieferten Hinweise hierzu finden sich auf den Tontafeln der Sumerer und sind damit etwa 4500 Jahre alt. Von den alten Ägyptern, die von 1550 bis 700 v.u.Z. lebten, ist bekannt, daß sie ihre weißen Gewänder mit Soda wuschen, welches aus einem Sodasee gewonnen wurde. Die Germanen kannten bereits Seife, ähnlich wie wir sie heute benutzen. Sie stellten sie aus Fetten und Pflanzenasche her. Während die Asche von Landpflanzen vor allem Kaliumkarbonat (Pottasche) enthält, erhält man beim Veraschen von Meerespflanzen Natriumkarbonat (Soda). Es existieren Hinweise darauf, daß die Germanen Meerespflanzenasche aus dem Mittelmeerraum importierten.

Während der römischen Kaiserzeit praktizierte man Waschverfahren, die nicht so ganz den heute angewandten entsprachen; zur Reinigung von Textilien wurde nämlich Urin verwendet, der in den Straßen mit Hilfe dort aufgestellter Gefäße gesammelt wurde. Die Reinigungsarbeiten mußten dann von Sklaven verrichtet werden.

In der Folgezeit herrschte dann die Seife vor, welche vor allem, nachdem man gelernt hatte, Soda billig herzustellen, in großem Maßstab produziert wurde. Bis in unser Jahrhundert war die Seife (von wenigen unbedeutenden Ausnahmen abgesehen) das einzige Wasch- und Reinigungsmittel.

Eine neue Ära, nämlich die der vollsynthetischen Waschmittel, begann 1928, als die Produktion höherer Alkylsulfate (hierüber wird später noch zu sprechen sein) das Seifenmonopol durchbrach.

Seitdem wurde von den Chemikern eine Vielzahl von Substanzen

synthetisiert, die der Hausfrau die große Wäsche erleichtern sollen.

Diese synthetischen Verbindungen, die die Hauptkomponenten der modernen Waschmittel darstellen, nennt man auch noch Tenside oder grenzflächenaktive Verbindungen. Den Zusammenhang zwischen ihrer ausgezeichneten Waschwirkung und ihrer chemischen Konstitution wollen wir uns in einem Abschnitt dieses Artikels klarzumachen versuchen.

Zuvor soll jedoch noch etwas zu den Waschmitteln, wie sie heute verwendet werden, gesagt werden.

Die enorme Bedeutung der Seifen und der synthetischen Wasch- und Reinigungsmittel widerspiegelt sich unter anderem auch in der Weltproduktion und deren Entwicklung. So wurden 1960 in der gesamten Welt ca. 9,7 Millionen Tonnen Wasch- und Reinigungsmittel einschließlich Seife hergestellt, 1970 waren es bereits 16,4 Millionen Tonnen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über den durchschnittlichen Jahresverbrauch von 1970.

Tabelle 1: Durchschnittlicher Jahresverbrauch an Wasch- und Reinigungsmitteln pro Kopf 1970

geographisches Gebiet	durchschnittl. Jahresverbrauch pro Kopf in kg
sozialistische Staaten	6,5
Westeuropa	13,8
Nordamerika	20,2
Australien	15,4
Asien	1,2
Welt, gesamt	4,6

Hatte die altbekannte Seife 1960 noch einen Anteil von 59% an der Gesamtheit der verwendeten Waschmittel, so waren es bereits 1968 nur noch 43,2%. Diese Tendenz unterstreicht abermals die enorme Bedeutung der synthetischen Waschmittel, was aber andererseits mit Sicherheit noch lange nicht das Ende der Seife bedeutet.

Wir wollen uns nun etwas eingehender mit der Frage beschäftigen, welche spezifischen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Tenside die Waschmittel zu dem machen, was sie sind.

An dieser Stelle muß vorausgeschickt werden, daß die Tenside nur ein Bestandteil der modernen Wasch- und Reinigungsmittel sind, und daß der Waschprozeß von sehr komplizierter Natur ist, d.h. nur durch das Nebeneinander vieler physikochemischer Vorgänge vollkommen funktioniert. Hierüber wird später noch zu sprechen sein.

Die Bezeichnung "Tensid" ist von dem lateinischen Wort "tensio", was soviel wie Spannung bedeutet, abgeleitet. Was hat es damit auf sich?

Um ein auf der Faseroberfläche sitzendes Schmutzteilchen abzulösen, muß die Waschmittellösung zunächst die Faseroberfläche gleichmäßig benetzen (befeuchten). Danach müssen mit Hilfe der Tenside die Wechselwirkungskräfte zwischen Faser und Schmutzteilchen stark verringert werden, was schließlich zur Ablösung des Teilchens führen soll. Zum Schluß gilt es noch, zu verhindern, daß einmal abgelöste Schmutzpartikel sich wieder auf dem Gewebe niederschlagen, was zu dem vielzitierten Grauschleier der Wäsche führen würde.

Die Anwendung der Tenside beruht im Wesentlichen auf deren Eigenschaft, die Oberflächenspannung des Wassers oder auch einer anderen Flüssigkeit herabzusetzen. Um dies zu verstehen, müssen wir uns zunächst mit dem Begriff der Oberflächenspannung, die ja den Tensiden ihren Namen gegeben hat, vertraut machen.

Alle Festkörper und Flüssigkeiten besitzen eine Oberfläche, die sich dadurch auszeichnet, daß sich die molekularen Bausteine in einem anderen Zustand befinden, als im Inneren.

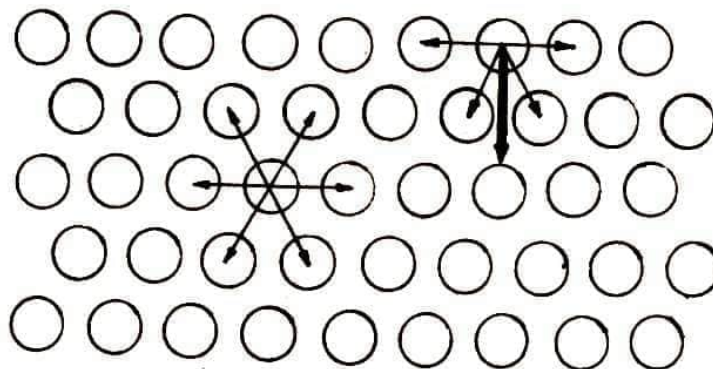
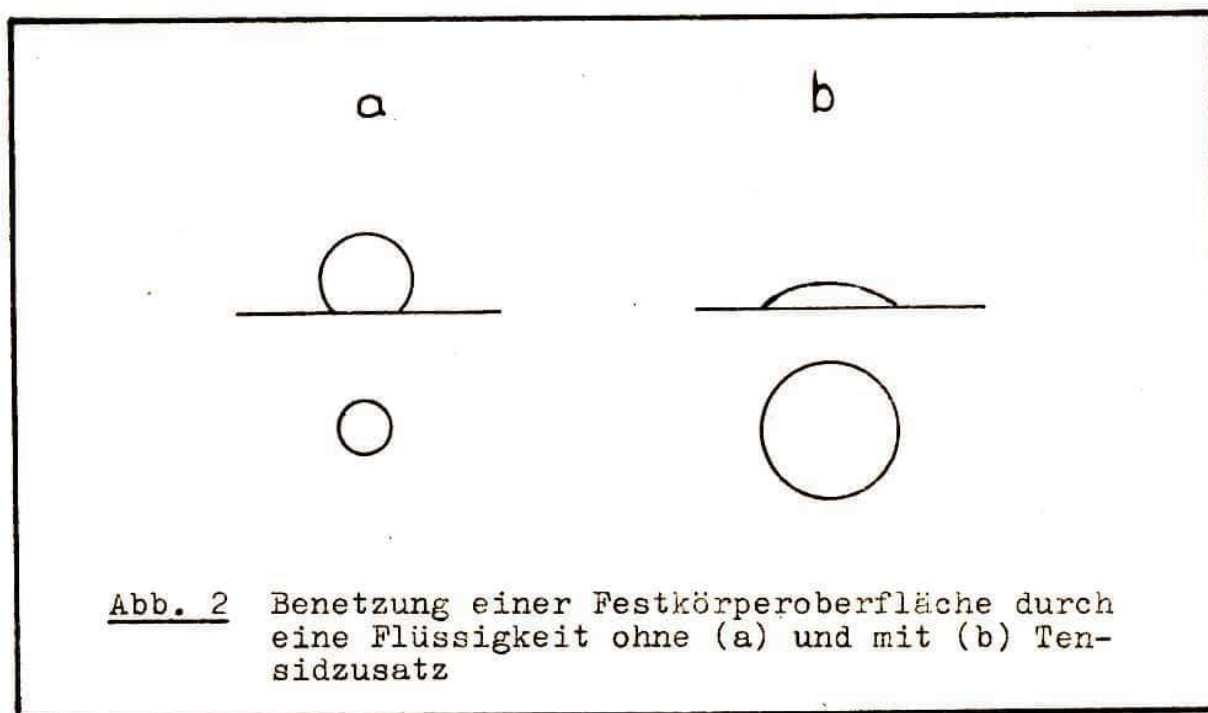


Abb. 1 Schematische Darstellung der zwischenmolekularen Wechselwirkungskräfte im Inneren und an der Oberfläche einer Flüssigkeit

Abb.1 soll uns das verdeutlichen.

Während im Inneren der Flüssigkeit (oder des Feststoffes) ein Molekül in der Ebene 6 nächste Nachbarn hat, sind es in unserem Schema an der Oberfläche nur 4. Demzufolge sind auch die Wechselwirkungskräfte der Teilchen an der Oberfläche und im Inneren unterschiedlich. Die Flüssigkeit ist bestrebt, ihre Oberfläche so klein wie möglich zu halten. Als Oberflächenspannung ist die Kraft definiert, die aufgebracht werden muß, um die Oberfläche einer Flüssigkeit um eine bestimmte Flächeneinheit (z.B. 1cm^2) auszudehnen.

Im engen Zusammenhang mit der Oberflächenspannung steht auch der bereits eingangs erwähnte Begriff der Benetzung. Auch ihn wollen wir uns an einem Beispiel veranschaulichen (Abb.2).

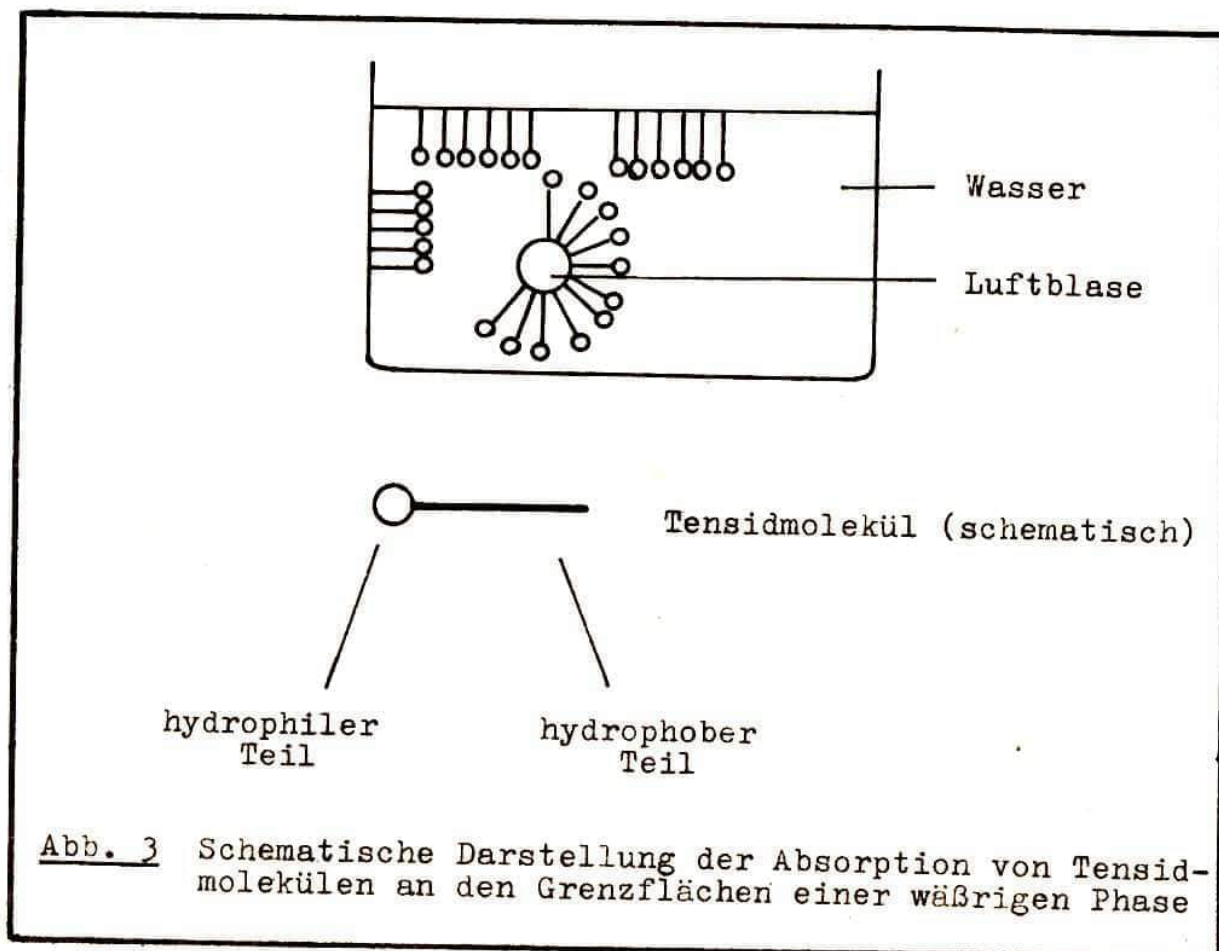


Bringt man einen Wassertropfen auf eine Festkörperoberfläche, so wird er die Form einer mehr oder minder deformierten Kugel einnehmen. Mit der Festkörperoberfläche bildet er einen charakteristischen Winkel, der auch als Randwinkel der Benetzung bezeichnet wird. Setzt man dem Wasser nun ein Tensid zu, so wird sich die Form des Tropfens ändern, er wird flacher werden, und die Berührungsfläche zum Festkörper (z.B. der Textilfaser) wird größer. Durch das Tensid wurde also die Oberflächenspannung des Wassers herabgesetzt, was eine bessere Benetzung der Faser zur Folge hatte. In der Waschpraxis bedeutet das, daß eine tensidhaltige Waschlauge auch

in feinste Zwischenräume des Gewebes einzudringen vermag und dort vorhandene Luftblasen verdrängen kann, was ja gewissermaßen die Voraussetzung zur Entfernung der Schmutzteilchen ist.

Nachdem wir nun die Begriffe Oberflächenspannung und Benetzung kennengelernt haben, soll der Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Struktur der Tenside erläutert werden.

Bringt man einen grenzflächenaktiven Stoff, also unser Tensid, in Wasser oder auch eine andere Flüssigkeit, so ist dessen Konzentration nicht überall gleichgroß, vielmehr ist sie an der Grenzfläche (das sind die Flüssigkeitsoberfläche und die Gefäßwand) größer als im Inneren, was durch den molekularen Bau der Tenside bedingt ist. Die Tensidmoleküle sind aus zwei Teilen mit unterschiedlichen Eigenschaften aufgebaut. Der eine Teil ist hydrophob, d.h. mehr oder weniger wasserabstoßend. Hierbei handelt es sich meist um einen Kohlenwasserstoffrest mit 12-18 Kohlenstoffatomen. An diesem hydrophoben Teil befindet sich eine hydrophile, das bedeutet, zur Wechselwirkung mit Wasser sehr gut geeignete Gruppe, welche auch



für die Wasserlöslichkeit verantwortlich ist. Hierbei kann es sich um Carboxyl- ($-\text{COO}^-$), Sulfat- ($-\text{SO}_3^-$), Sulfonat- ($-\text{SO}_3^-$) oder auch quartäre Ammoniumgruppen (R_4N^+) handeln. Die Tensidmoleküle werden an der Phasengrenzfläche (also Wasser/Luft) in paralleler Anordnung absorbiert, und zwar so, daß die hydrophoben Kohlenwasserstoffreste zur Luft zeigen und die hydrophilen Gruppen zur wässrigen Phase (s. Abb. 3). Bei in Ölen löslichen Tensiden kehrt sich dies um, das heißt, hier zeigen die hydrophilen Teile zur Luft.

Eine häufig, jedoch nicht bei allen Tensiden beobachtete Eigenschaft ist die Schaumbildung. Der Schaum bildet sich dadurch, daß Luftblasen aus der Lösung durch die Phasengrenzfläche treten. Hierbei umgeben sie sich mit einer Doppelschicht aus Tensidmolekülen und Wasser. Die Dicke dieser Lamellen beträgt anfangs etwa 1/1000mm, nimmt aber durch das Abfließen von Wasser noch ab. Dabei kommt sie schließlich in die Größenordnung der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, und es kommt zu Interferenzerscheinungen, die die Seifenblasen in vielen Farben schillern lassen.

Es sollte vielleicht noch gesagt werden, daß der Schaum also nicht unmittelbar für die Waschkraft einer Verbindung verantwortlich ist, vielmehr als ein Ausdruck noch vorhandener Waschreserven durch nichtverbrauchtes Tensid angesehen werden kann. Bei modernen Waschmitteln, wie sie z.B. in den Trommelwaschmaschinen im Haushalt und Wäschereien verwendet werden, ist man bestrebt, das Schaumvermögen in bestimmten Grenzen zu halten, um ein Übersäumen der Maschinen zu vermeiden.

(Teil 2 im nächsten Heft)

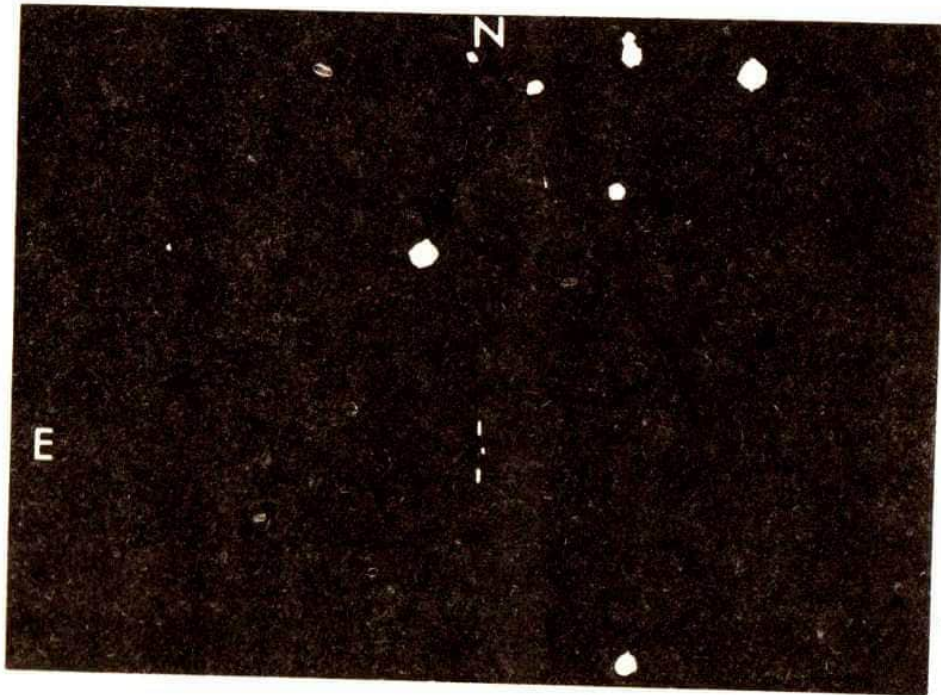
DDR-Studenten in der SU

Über 4500 Studierende unserer Republik absolvieren gegenwärtig an Universitäten, Hochschulen und Instituten der UdSSR ihre Ausbildung. In den vergangenen 25 Jahren wurden insgesamt 6000 Studenten und Aspiranten der DDR an sowjetischen Einrichtungen ausgebildet.

L. Grunewaldt

CHIRON - ein neuentdeckter Planet

Schauen Sie genau hin, liebe Leser! Dieser von zwei Markierungsstrichen eingerahmte, unscharfe Fleck ist eine Aufnahme von CHIRON, einer der größten astronomischen Überraschungen des Jahres 1977. Wie kam es zur Entdeckung, und was stellt dieser Himmelskörper dar?



Im Oktober 1977 suchte Charles T. Kowal, Mitarbeiter des Hale-Observatoriums in Pasadena, Fotoplatten des 120 cm-Teleskops nach neuen Kometen ab. Allerdings fand er etwas anderes: die schwache Spur eines Himmelskörpers, der bisher nicht bekannt war. Ein Asteroid? Das neugefundene Objekt erhielt die vorläufige Bezeichnung 1977 UB. Aufnahmen, die in den folgenden Nächten gewonnen wurden, zeigten eine für einen "normalen" Asteroiden ungewöhnlich langsame Bewegung. Die erste Abschätzung der Entfernung ergab, daß sich 1977 UB etwa in der Distanz des Uranus befand, also ca. 3 Milliarden km entfernt.

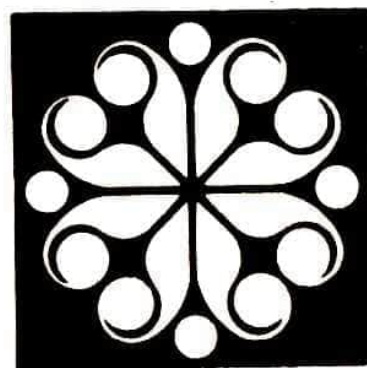
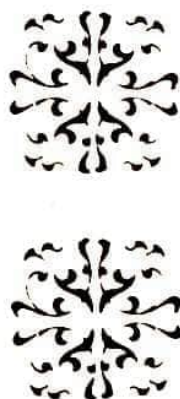
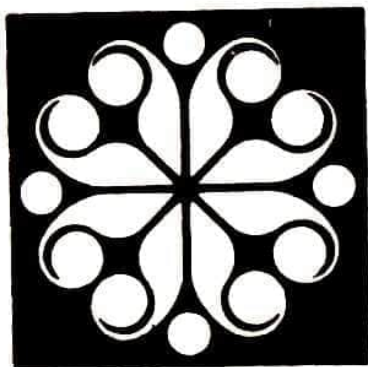
Nachdem grob die Bahn bestimmt worden war, suchte man auch ältere Platten ab, auf denen der merkwürdige Himmelskörper abgebildet sein mußte, und tatsächlich: auf Platten, die in den Jahren 1895, 1941 und 1943 belichtet worden waren, fand man 1977 UB wieder. Nur hatte ihn damals niemand als das angesehen, was er wirklich war.

Charles T. Kowal hat den Namen CHIRON (ein Kentaur in der griechischen Mythologie) für das neuentdeckte Objekt vorgeschlagen. Was läßt sich heute bereits zusammenfassend sagen?

CHIRON besitzt eine ziemlich elliptische Umlaufbahn, deren sonnennächster Punkt innerhalb der Saturnbahn liegt, der sonnenfernste Punkt befindet sich in der Entfernung des Uranus. Daraus resultiert eine Umlaufzeit um die Sonne von ca. 50 Jahren. 1996 wird CHIRON wieder die größte Sonnennähe erreichen, aber auch dann wird er nur in großen Fernrohren sichtbar sein. Diese geringe Helligkeit deutet darauf hin, daß es sich um einen doch recht kleinen Körper handeln muß. Die bisherigen Abschätzungen sprechen von 200 bis 300 km Durchmesser.

Was ist CHIRON? Noch wissen wir es nicht genau. Möglicherweise ist er der erste entdeckte Vertreter einer ganz unerwarteten Klasse von Asteroiden, die weit außerhalb der Jupiterbahn die Sonne umlaufen. Eine andere Möglichkeit besteht jedoch auch: CHIRON könnte der Kopf eines Kometen sein. Da er der Sonne niemals so nahe kommt, daß sich ein Schweif bildet, fällt es schwer, einen Kometenkopf in dieser Entfernung von einem Planeten zu unterscheiden.

Das letzte Wort in dieser Angelegenheit ist also noch nicht gesprochen. CHIRON wird die wissenschaftliche Welt auch weiterhin in Atem halten.



Wissenswertes:

Unerklärte Supraleitfähigkeit

Nach einer Meldung von Wissenschaftlern der Universität Rochester besitzen NbGe_2 -Ge-Proben mit 95 bis 65 Atom-Prozent Germanium Supraleitfähigkeit bis 16 K, obwohl Ge-Metall als Halbleiter nicht und NbGe_2 in reiner Form nur bis 2,5 K supraleitend sind. Diese außergewöhnliche Supraleitfähigkeit konnte bisher nicht geklärt werden, so daß sogar ein neues Phänomen vorliegen könnte.



Betrifft: Energietransport

Eine Ferngasleitung mit einem Durchmesser von etwa 1,25 m transportiert pro Zeiteinheit rund 20mal mehr Energie als eine 380 kV-Überlandleitung.



Hochtemperaturbeständige Kunststoffe

In den USA gelang es einer Forschergruppe, besonders wärmebeständige Polymere durch Einschluß von Metallatomen herzustellen. Ein Titanpolyester mit Faserstruktur widersteht, ohne große Einbuße an mechanischer Festigkeit und Flexibilität eine Erwärmung bis auf 1200 °C



Fossiler Blitz

Bei paläo-magnetischen Untersuchungen von 200 Millionen Jahre altem Sandstein in Arizona wurde in einem bestimmten Teil des Sandsteins eine Störung der normalen Magnetisierungsrichtung festgestellt, deren Ursache ein fossiler Blitz ist. Der Kanal des Blitzeinschlages ließ sich genau verfolgen. Allerdings ist eine Zeitbestimmung des Blitzeinschlages durch derartige Untersuchungen nicht vorzunehmen.

Ankündigung des "impuls 68"- Sonderheftes zum Einstein Jubiläum

ACHTUNG! ACHTUNG!



Aus Anlaß des 100. Geburtstages des großen Physikers und Humanisten Albert Einstein am 14. März 1979 gibt "impuls 68" das Heft 7 (1978/79) als Sonderheft mit erweitertem Umfang heraus. Unter anderem werden in diesem Heft Beiträge veröffentlicht zu den Themen

- Einsteins Beitrag zur Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes
- Was ist Allgemeine Relativitätstheorie?
- Der Einfluß der Relativitätstheorie auf die Kosmologie.

Im Rahmen des Abonnements erhält jeder Leser dieses Sonderheft. Zusätzliche Bestellungen sind zu richten an die

Redaktion "impuls 68"

69 Jena

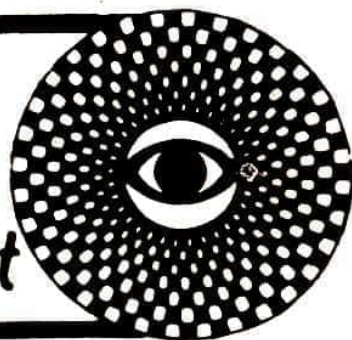
Max- Wien- Platz 1

Im Lichte bereits erlangter Erkenntnis erscheint das glücklich Erreichte fast wie selbstverständlich, und jeder intelligente Student erfaßt es ohne zu große Mühe.

Aber das ahnungsvolle, Jahre währende Suchen im Dunkeln, mit seiner gespannten Sehnsucht, seiner Abwechslung von Zuversicht und Ermattung und seinem endlichen Durchbruch zur Wahrheit, das kennt nur, wer es selbst erlebt hat.

Albert Einstein

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Igor Dmitrijew

Kernenergetik und Atomsperrvertrag

Sobald klar wurde, daß die natürlichen Brennstoffvorräte ungenügend sind, um den besonders in den Industrieländern rasch anwachsenden Bedarf zu decken, wurde die Atomenergetik praktisch zum einzigen Mittel der Rettung vor der Energiekrise.

Eine Tonne natürlichen Urans enthält nur etwa 7 kg des für die Kernreaktion wichtigen Isotops Uran-235. Das übrige ist Uran-238, das in den mit langsamen Neutronen arbeitenden Reaktoren keine Reaktionen mit Energiefreisetzung auslöst und deshalb eine Art Ballast ist. In den bestehenden Atomkraftwerken wird angereichertes Uran angewandt, in dem der Anteil von Uran-235 viel höher als im natürlichen ist.

Nach komplizierten Kernreaktionen erhält man aus diesem Uran einen anderen Kernbrennstoff, der in der Natur nicht vorkommt: Plutonium. Aber das Plutonium eignet sich für den Bau von Kernwaffen genauso wie vom Isotop Uran-235 hochangereichertes Uran. Die fortschrittlichere Atomenergetik löst das Brennstoffproblem, steigert aber ebenfalls die Gefahr der Verbreitung von Kernwaffen. Wenn aber zu den Mächten, die im Besitz von Kernwaffen sind, neue hinzukommen, wird die Gefahr viel größer sein. Schon heute lagern in den Ländern, die keine Atomwaffen haben, Tonnen von Plutonium.

Auf Initiative der UdSSR kam 1968 der Atomsperrvertrag zustande, der von der UNO-Vollversammlung gebilligt wurde. Heute haben sich ihm fast 100 Staaten angeschlossen, auch die EURATOM-Länder. Im Rahmen der Internationalen Atomenergieagentur (IAEA) wurde ein System der Kontrolle über die Erfüllung des Vertrages geschaffen.

Der Atomsperrvertrag bietet die Möglichkeit, die Ausbreitung der Kernwaffen über unseren Planeten zu verhindern. Seine Teilnehmer, die Kernwaffen besitzen, haben sich verpflichtet, Kernwaffen in beliebiger Form

bzw. beliebige nukleare Sprenganlagen an die Länder ohne Kernwaffen nicht zu übergeben, während diese letzteren die Verpflichtung übernommen haben, solche Waffen oder beliebige andere nukleare Sprenganlagen nicht zu erwerben und nicht zu produzieren. Weiterhin übernahmen die 22 IAEA-Staaten die zusätzliche Verpflichtung, gewisse nukleare Stoffe nicht an die Länder zu liefern, die keine Kernwaffen haben, wenn sich diese Länder nicht verpflichten, die importierten Güter ausschließlich zu friedlichen Zwecken und unter IAEA-Kontrolle zu verwenden.

Diese Vereinbarung der 22 Länder schafft zusammen mit dem Atomsperrvertrag ein System, das den Zugang weiterer Länder zum "Atomklub" erschwert. Aber wer Kernwaffen entwickeln will, findet natürlich auch hier ein Hintertürchen. Ebendeshalb ist es notwendig, härtere Maßnahmen der Kontrolle über den nuklearen Export auszuarbeiten.

1975 und 1976 fanden in London regelmäßig Beratungen der wichtigsten Exporteure nuklearer Stoffe statt. Dem "Londoner Klub", wie dieses Forum häufig genannt wird, gehören die UdSSR, die USA, Kanada, Großbritannien, Italien, Frankreich, die DDR, die VR Polen, die ČSSR, die BRD, Japan und andere Länder an. Die Beratungen finden hinter verschlossenen Türen statt. Doch wußte die Presse zu melden, daß die Mitgliedsländer Prinzipien für den Export nuklearer Stoffe, Ausrüstungen und Technologien vereinbart haben. Diese Prinzipien tragen zur Festigung der internationalen Kontrolle bei, lösen das Problem jedoch nicht endgültig. Sie sehen die Errichtung der IAEA-Kontrolle nur über bereits laufende Lieferungen von Kernmaterial, -ausrüstungen und -technologien in Verbindung mit den Verpflichtungen der Empfängerländer vor, die erhaltene Hilfe nicht zur Entwicklung von Atomwaffen oder anderer nuklearer Sprenganlagen zu benutzen. Aber die internationale Kontrolle erstreckt sich nicht auf alle Bereiche der nuklearen Tätigkeit der Länder. Also können die importierten Güter direkt oder indirekt zweckentfremdet werden.

Nach Ansicht der UdSSR kann nur die umfassende Kontrolle der gesamten nuklearen Tätigkeit der importierenden Länder, die keine Kernwaffen besitzen und am Vertrag nicht teilnehmen, die Nichtverbreitung der Kernwaffen wirklich garantieren. Mit dieser Fragestellung erklären sich auch einige exportierende Länder einverstanden, was in den Äußerungen führender Staatsmänner der USA, Kanadas, Großbritanniens und anderer Länder seinen Niederschlag findet. Kanada z.B. gibt nicht

nur bekannt, daß es das Prinzip der vollen Kontrolle unterstützt, sondern hat auch den Export in Länder, die nicht dem Atomsperrvertrag angehören, sowie in die anderen Länder ohne Kernwaffen, die ihre nukleare Tätigkeit nicht sämtlich der IAEA-Kontrolle untergeordnet haben, eingestellt.

Aber eine solche Haltung stößt auf heftigen Widerstand gewisser Industriekreise im Westen. Der Kampf der kapitalistischen Länder für die nuklearen Absatzmärkte behindert die Einführung wirksamer Kontrollmaßnahmen. Als etwa die USA bei der Erörterung großer nuklearer Lieferungen an Brasilien harte Kontrollmaßnahmen verlangte, schloß die BRD einen Vertrag mit diesem Land zu kulantem Bedingungen.

Der Vernunft zum Trotz und aus Profitsucht heraus werden genau vereinbarte Maßnahmen hinausgezögert, die die Zivilisation gegen die Ausbreitung der Kernwaffen abschirmen können.

Sehr gefährlich in dieser Hinsicht ist der Wunsch einiger Länder, die nukleare Technologie mit dem ganzen Produktionskomplex - dem gesamten Zyklus der Atomenergieerzeugung, vor allem den Betrieben zur Uranaufbereitung sowie den Betrieben zur Verarbeitung des angestrahlten Brennstoffs und zur Plutoniumgewinnung - in ihre Hand zu bekommen. Uranauf-



Perlillege (Chrysopa perla L.)

bereitungsbetriebe sind sehr kostspielig und energieaufwendig und deshalb nur dann rentabel, wenn große Uranmengen verbraucht werden, d.h. wenn die Atomkraftwerke Leistungen von vielen Millionen kW haben.

Der Bau kleiner Uranaufbereitungsbetriebe in verschiedenen Ländern steigert jedoch die Gefahr der Kernwaffenausbreitung, denn sie erzeugen hochbereichertes Uran als Ausgangsstoff für den Atomsprenstoff. Um so weniger wirtschaftlich und in nuklearer Hinsicht um so gefährlicher ist der Bau kleiner Betriebe zur Verarbeitung des in Atomkraftwerken angestrahlten Kernbrennstoffs und zur Plutoniumgewinnung. Außerdem bedeuten solche kleinen Betriebe eine ernste Gefahr für die Umwelt, da die radioaktive Verseuchung nur unter hohen Aufwendungen zu vermeiden ist. Je größer die Zahl kleiner Betriebe, um so größer die Gefahr.

Konzentriert man aber die Uranaufbereitungsbetriebe sowie Betriebe zur Verarbeitung des in Atomkraftwerken angestrahlten Kernbrennstoffs und zur Verwendung radioaktiver Rückstände in eigens dazu bestimmten Orten der Erde, so würde das die Produktion effektiver und wirtschaftlicher machen, die schädliche Strahleneinwirkung auf Mensch und Umwelt beseitigen und zweifellos eine zuverlässige Kontrolle der Nichtverbreitung von Atomwaffen garantieren. Die Sowjetunion ist ein solches Zentrum und übernimmt die Verpflichtung, aufbereitetes Uran zu liefern sowie angestrahlte Brennstoffe aus den Atomkraftwerken, die mit sowjetischer Hilfe in anderen Ländern entstehen, zu verarbeiten.

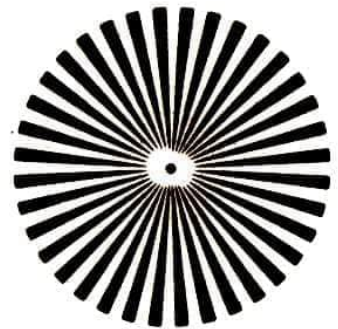
Ein ernstes Problem ist ferner die Gewährleistung der Aufbewahrung der Kernstoffe. Es handelt sich darum, die unkontrollierte Gewinnung von Kernstoffen, ihre Entwendung und Zweckentfremdung zu verhüten. Damit sie nur zu friedlichen Zwecken genutzt werden, bedarf es eines internationalen Abkommens, das eine rigorose und konsequente Verantwortung der betreffenden Länder für ihre Aufbewahrung regelt.

Die ersten Schritte in dieser Richtung sind getan worden. Die IAEA hat Empfehlungen zum physischen Schutz ausgearbeitet. Nun kommt es darauf an, auf der Grundlage dieser Empfehlungen ein internationales Abkommen zu schließen, das Rechtskraft haben und Sanktionen gegen seine Verletzung vorsehen soll. Es bedarf jedoch vereinbarter Handlungen aller Länder. Erst dann kann den katastrophalen Folgen der Ausbreitung der nuklearen Massenvernichtungswaffen vorgebeugt werden.

Aus: NEUE ZEIT - Wochenblatt für Politik Nr. 17 April 1977 (gekürzt)

Unsere Aufgabe

35



In dieser Ausgabe nun wie angekündigt einige Mathematik- Knobelaufgaben. Die Stellen mit einem X sollen gefunden werden. X steht jeweils für eine Ziffer von 0 bis 9. Viel Spaß beim Knobeln !

$$\begin{array}{r} 1. \quad \underline{4XX \cdot X2X} \\ \quad \underline{X3XX} \\ \quad \quad X12 \\ + \quad \underline{XX4X} \\ \quad \underline{XXXXX8} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2. \quad \underline{XXXXXXXXX : XX = XXXX8XX} \\ \quad \underline{XXX} \\ \quad \quad \underline{XXX} \\ \quad \quad \quad \underline{XXX} \\ \quad \quad \quad \quad \underline{XX} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \underline{XX} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{XXX} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{XXX} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{0} \end{array}$$

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.

Die Lösung der Aufgabe aus Heft 8 veröffentlichen wir im nächsten Heft.

Liebe Leser und Knobelfreunde !

Da in letzter Zeit die Einsendungen mit Lösungen zu den Aufgaben zurückgegangen sind, machen wir uns Gedanken, woran das liegen mag. Sind die Aufgaben den Klassenstufen entsprechend zu schwer ausgewählt oder gar zu leicht, zu uninteressant oder mit zu großem Aufwand verbunden ? Ist die Aufgabenstellung unverständlich ausgedrückt ?

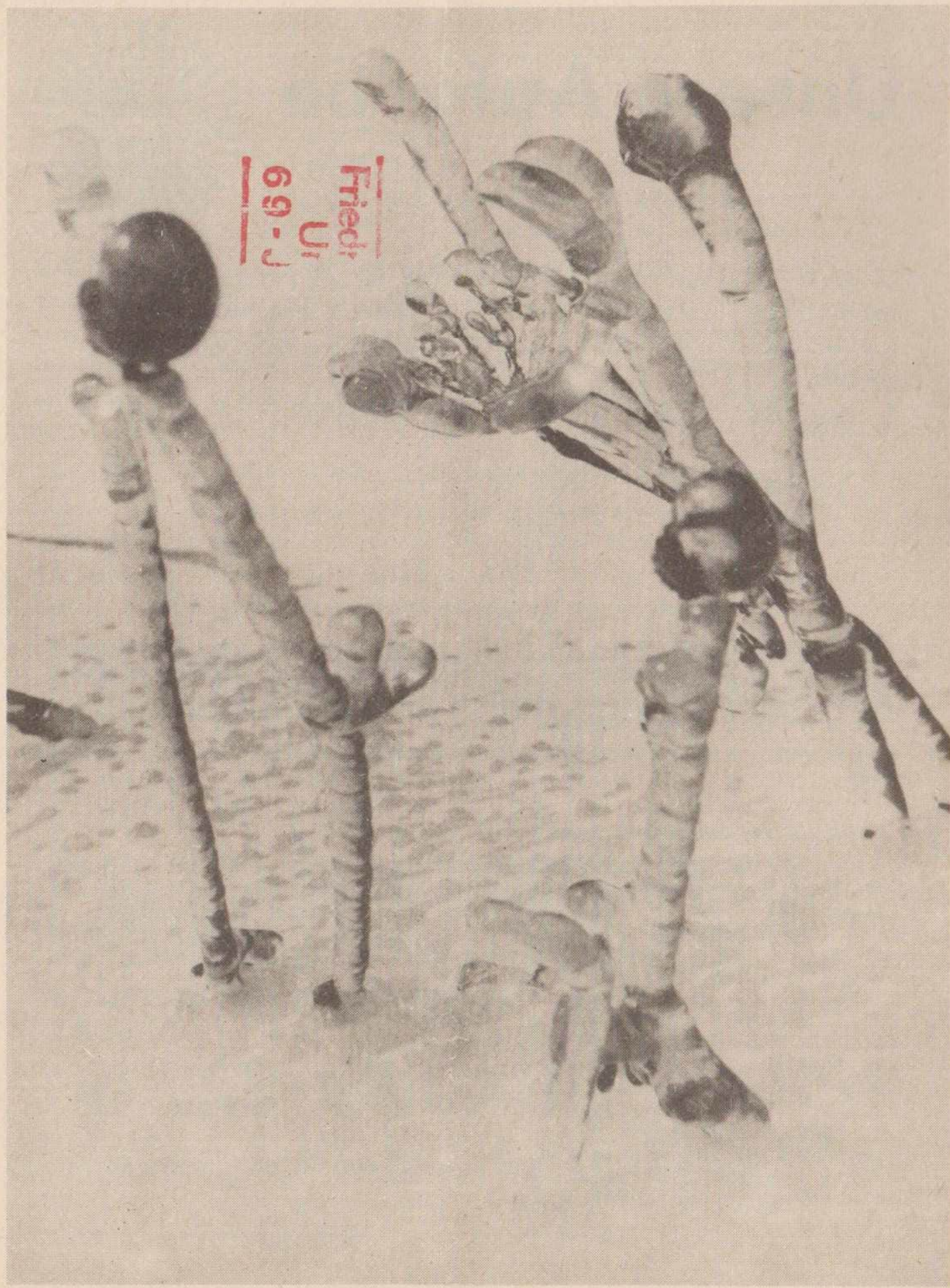
Bitte teilen Sie uns doch einmal Ihre Meinung zur Aufgabenseite in "impuls 68" mit und machen Sie uns Vorschläge für Änderungen oder Vorschläge für neue Aufgabengebiete!

Wie fanden Sie die bisherigen Experimentiervorschläge für einfache Schülerversuche ? Sollten wir stärker in dieser Richtung arbeiten ? Oder sind diese Versuche mit einem zu hohen materiellen Aufwand verbunden ?

Wir wären Ihnen sehr dankbar, wenn Sie uns mit Ihrer Meinung helfen würden, daß "impuls 68" auch auf der Aufgabenseite noch interessanter und ansprechender wird.

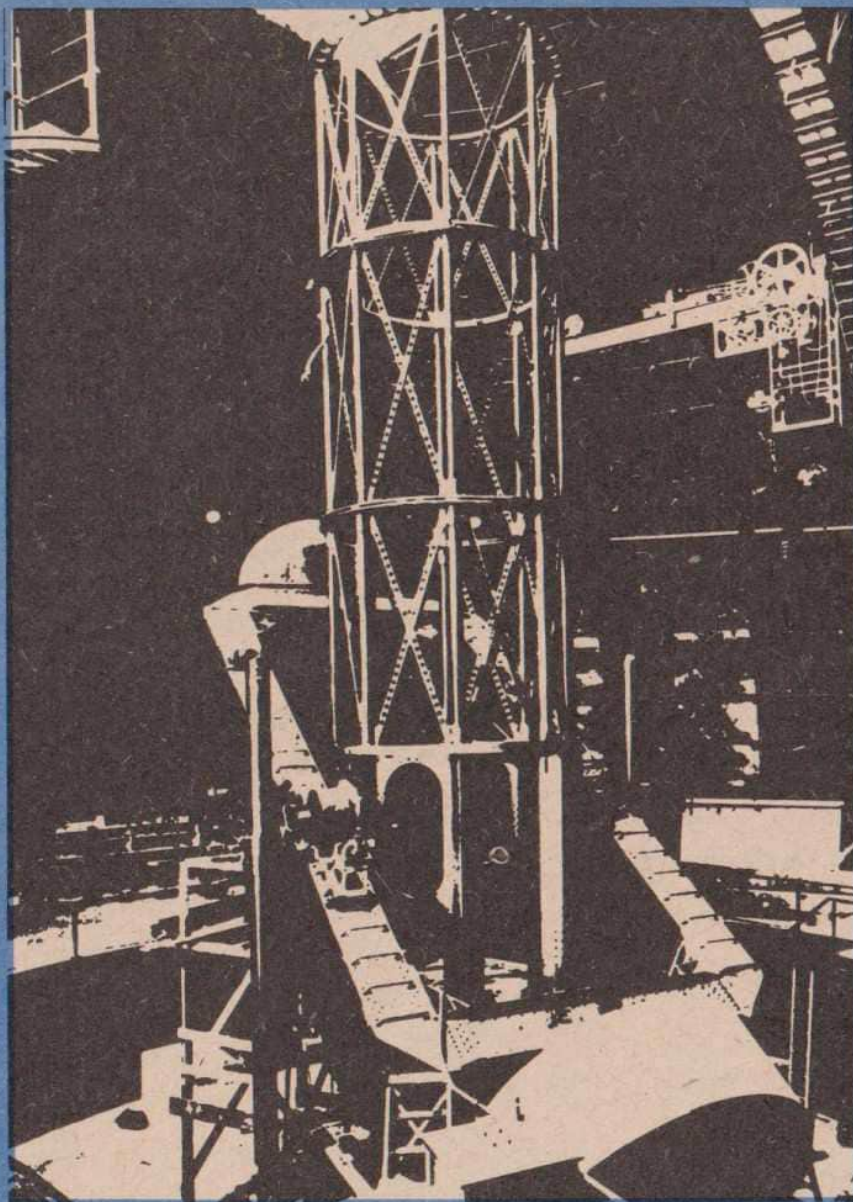
Ihre Redaktion
"impuls 68"

Fried
U
69-J



impuls 68

5



Experimente-Sicherung
von Erkenntnissen



Waschmittel



Eiweißgewinnung



Lichtgeschwindigkeit



Interview mit Prof. Gilde

Titelbild: 100-inch-Spiegel
des Mount Wilson-Observatoriums (L. G.)



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

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

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

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

Zur Rolle des Experiments bei der Voraussage
physikalischer Sachverhalte (Teil 3)

PHY 3

Waschmittel und Tenside (Teil 2)

CHE 7

Eiweißgewinnung durch Zelluloseabbau

BIO 13

Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit

PHY 17

Interview mit Prof. Werner Gilde

INT 22

96 Tage im All

DOK 29

Physikaufgabe 36, Lösung Nr. 30

31

Redaktionsschluß: 15. 11. 1978

H.-J. Löhr*

M. Wolff

Sektion Mathematik

FSU Jena

Zur Rolle des Experiments bei der Voraussage physikalischer Sachverhalte (Teil 3 und Schluß)

PHYSIK

An zwei Beispielen wurde in den ersten beiden Teilen erläutert, wie Experimente zur Erklärung eines bereits bekannten physikalischen Vorgangs oder einer beobachteten Erscheinung herangezogen werden können. Im Beispiel 1 war eine Erklärung für das verzögerte Aufleuchten der Glühlampe zu finden, das Beispiel 2 führte uns zu der Frage, wie das schnelle Abklingen der Schwingung eines Magneten in einem Messingrohr zu erklären ist. Bei der Bearbeitung solcher Erklärungsprobleme gewinnen wir neue Erkenntnisse, nimmt unser Wissen zu.

An einem weiteren Beispiel wollen wir jetzt eine andere Art von Problemen kennenlernen, bei deren Lösung Experimente ebenfalls erforderlich sind. Dazu versetzen wir uns in die Lage eines Schülers der Klasse 8, der im Physikunterricht das Ohmsche Gesetz und die Definition des elektrischen Widerstandes kennengelernt hat. Zur Deutung des elektrischen Widerstandes metallischer Leiter wurde er mit einfachen Modellvorstellungen über den elektrischen Strom bekanntgemacht: Elektronenstrom als geordnete Bewegung freier Elektronen in einem elektrischen Feld. Wie gut dieses Modell die objektive Realität beschreibt, kann bei dem angedeuteten Umfang des Wissens noch nicht gesagt werden. Die Aussagen des Modells gestatteten eine Deutung der Eigenschaft metallischer Leiter, dem Stromfluß einen Widerstand entgegenzusetzen (Wechselwirkung der freien Elektronen mit den Bausteinen des Metallgitters), und der Tatsache, daß Leiter aus verschiedenen Metallen dem Stromfluß einen unterschiedlich großen Widerstand entgegensetzen (unterschiedliche Anzahl freier Elektronen). Weitere Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Modells waren diesem Schüler bisher nicht möglich.

Beispiel 3:

In einem Gleichstromkreis ist es aus Gründen der Belastbarkeit eines Schaltelements notwendig, bei vorgegebener Spannung die Stromstärke zu begrenzen. Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes wurde errechnet, daß dazu ein Widerstand von $200\ \Omega$ erforderlich ist. Der benötigte technische Widerstand soll durch Aufwickeln von Draht auf einen Keramikkörper hergestellt werden.

Für uns ergeben sich aus dieser Aufgabe z. B. folgende Fragen:

F 1: Kann die Länge des aufzuwickelnden Drahtes berechnet werden?

F 2: Welche Angaben über den Draht müssen bekannt sein, damit wir die erforderliche Drahtlänge berechnen können?

F 3: Wie lautet die Größengleichung, mit deren Hilfe die Berechnung erfolgen kann?

Wieder sind wir auf Wissenslücken aufmerksam gemacht worden. Das zu bearbeitende Problem kann folgendermaßen formuliert werden:

Von welchen einen Leiter charakterisierenden physikalischen Größen hängt dessen Widerstand ab?

Jetzt suchen wir nicht wie in den Beispielen 1 und 2 nach der Erklärung eines uns bereits bekannten Vorgangs oder einer Erscheinung, sondern nach Aussagen über einen uns noch unbekannten Sachverhalt. Wir haben vorläufige Aussagen zu machen, die den Charakter von Voraussagen tragen. Dabei werden wir bestrebt sein, diese Aussagen zu begründen, um z. B. unwissenschaftliche Spekulationen auszuschließen. Wir bezeichnen derartige Ansätze zur Lösung eines Problems als Prognosen.

P 1: Aussage: Mit Vergrößerung des Querschnittes A des Drahtes verringert sich dessen Widerstand.

Begründung: In einem Draht mit größerem Querschnitt stehen bei gleicher Länge mehr freie Elektronen für den Ladungstransport zur Verfügung. Bei gleicher Spannung wird die Stromstärke in dem Draht größer, d.h. sein Widerstand sinkt.

P 2: Aussage: Mit wachsender Länge eines Leiters erhöht sich dessen Widerstand R.

Begründung: Besteht in dem Leiter ein elektrisches Feld, so wirkt auf jedes freie Elektron mit der Ladung e eine Kraft F , die eine Verschiebung des Elektrons

bewirkt. Bei einer Verschiebung um die Strecke (von einem Leiterende zum anderen) würde die Verschiebungsarbeit $W = F \cdot l$ an dem Elektron verrichtet. Zwischen den Leiterenden liegt die Spannung $U = \frac{W}{e}$ an. Wird diese Spannung konstant gehalten, so bleibt auch die Verschiebungsarbeit W konstant.

Wird nun bei konstanter Spannung U die Länge des Leiters vergrößert, so ergibt sich wegen der Konstanz von W aus der Gleichung $W = F \cdot l$, daß F kleiner werden muß. Eine geringe Kraft auf die freien Elektronen führt (bei gleichem Drahtquerschnitt) zu einer geringeren Stromstärke. Das ist gleichbedeutend mit einer Vergrößerung des Widerstandes.

P 3: Aussage: Der Widerstand eines Leiters ist von dem Stoff abhängig, aus dem er besteht.

Begründung:

P 4: Aussage: Der Widerstand eines metallischen Leiters ist von der Temperatur abhängig, er wird beim Erwärmen größer.

Begründung:

Formulieren Sie die Begründungen zu den Prognosen P 3 und P 4 selbst. Dabei werden Sie feststellen, daß dazu - ähnlich wie bei den Begründungen in den Prognosen P 1 und P 2 - Modellvorstellungen über den Elektronenstrom herangezogen werden müssen. Da diese keine gesicherten Erkenntnisse darstellen, macht es sich notwendig, sie experimentell zu prüfen. Dabei brauchen wir aus ihnen nicht erst Folgerungen abzuleiten. Die von uns gebildeten Prognosen sind einer direkten experimentellen Prüfung zugänglich. Sie gestatten uns eine zielgerichtete Vorbereitung der notwendigen Experimente. Beispielsweise führt die Prognose P 2 zu der experimentellen Aufgabe "Untersuchung der Abhängigkeit des Widerstandes eines metallischen Leiters von dessen Länge". Man erkennt unschwer die zu messenden Größen und kann eine Liste der benötigten Geräte und Hilfsmittel zusammenstellen. Durch eine Skizze der Experimentieranordnung und das gedankliche Erfassen des experimentellen Handlungsablaufes wird die Durchführung des Experiments unmittelbar vorbereitet. Ins-

besondere ergeben sich aus den anderen Prognosen die Größen, die bei diesem Experiment konstant zu halten sind. Die ange-deuteten und weitere notwendige Schritte sollen hier nicht näher beschrieben werden. Das Experimentierergebnis bestätigt schließlich die Prognose. Auch die anderen Prognosen lassen sich experimentell bestätigen. Sie können nun zur weiteren Be-arbeitung des Problems genutzt werden. Wesentliches Ergebnis dieser Bemühungen ist das Widerstandsgesetz $R = \varrho \cdot \frac{l}{A}$. Es gestattet die erschöpfende Beantwortung der Fragen, die mit der Lösung der im Beispiel 3 gegebenen Aufgabe verbunden sind.

Die experimentelle Bestätigung der Prognosen führt noch zu einem weiteren Ergebnis. Unsere Prognosen waren deshalb keine gesicherten Aussagen, weil ihnen Modellvorstellungen zugrunde lagen, von denen wir noch nicht wußten, in welchem Maße sie die objektive Realität richtig beschreiben. Diese Modellvorstellungen erwiesen sich als anwendbar auf weitere, bisher mit ihnen noch nicht in Zusammenhang gebrachte Sachverhalte. Damit deutet sich an, daß die benutzte Modellvorstellung Elemente für eine umfassendere Theorie enthält.

Lieber Leser, wir hoffen, daß Sie mit dem Erscheinen dieser Artikelserie eine Hilfestellung bei der Erkenntnisgewinnung durch Experimente erhalten haben. Und, falls Sie nicht alles verstanden haben, fangen Sie noch einmal bei Teil 1 an zu lesen. Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen, auch kein Experimentiermeister!

+) Hans-Joachim L ö h r ist Oberlehrer und
Manfred W o l f f ist Lehrer im Hochschuldienst an
der Sektion Mathematik/Bereich Physikmethodik

Dr. Peter Renner

Waschmittel und Tenside (Teil II)

Nachdem im ersten Teil allgemeine Ausführungen über Waschmittel gemacht worden sind und die physikalisch-chemischen Wirkprinzipien der grenzflächenaktiven Stoffe oder Tenside erläutert wurden, sollen nun im Teil 2 die wichtigsten Stoffklassen vom chemischen Standpunkt her besprochen werden, die als Tenside in den modernen Wasch- und Reinigungsmitteln sowie zu anderen Zwecken Verwendung finden.

Man kann zunächst einmal eine grobe Einteilung danach treffen, ob die Tenside beim Lösen in Wasser dissoziieren oder nicht - man spricht dann von ionischen bzw. nichtionischen Tensiden, wobei der ersten Gruppe die weitaus größte Bedeutung zukommt. Die ionischen Tenside unterteilt man dann noch weiter danach, ob die hydrophobe Gruppe ein Anion oder ein Kation ist und spricht von Anion- bzw. Kationtensiden. Beim Auftreten beider Gruppen im Molekül spricht man von Amphotensiden. In der Tabelle 2 sind einige charakteristische und häufig zur Anwendung kommende Vertreter der genannten Tensidgruppen mit ihrer Formel aufgeführt.

Etwa 3/4 der Weltgesamtproduktion an Tensiden fällt auf die Gruppe der Aniontenside, wozu auch die uns allen bekannte Seife gehört. Obwohl die Produktion waschaktiver Substanzen auf synthetischer Basis enorm zugenommen hat, konnte die Seife wegen ihrer zahlreichen guten Eigenschaften (denen natürlich auch einige Nachteile gegenüberstehen s.u.) vor allem als Körperreinigungsmittel noch nicht verdrängt werden. Seifen sind feste oder flüssige Gemische von verschiedenen Alkalisalzen (Na, K und auch NH_4) geradkettiger Karbonsäuren mit mindestens 12 Kohlenstoffatomen pro Molekül.

Tabelle 2: Einteilung der Tenside

1. Ionische Verbindungen	
1.1. Anionenaktive Verbindungen (Anionentenside)	
Verbindung	Formel
Seifen (Salze von Karbonsäuren)	MeCOC-R
Alkylsulfate	$\text{R-O-SO}_3\text{Me}$
Alkylsulfonate	$\text{R-SO}_3\text{Me}$
Alkylbenzolsulfonate	$\text{R'-}\langle\bigcirc\rangle\text{-SO}_3\text{Me}$
1.2. Kationenaktive Verbindungen (Kationentenside)	
Quarternäre Ammoniumsalze	$\text{R}_4\text{N}^+\text{X}^-$
1.3. Amphotenside	$\text{R}_4\text{N}^+\text{R}^-\text{COO}^-$
2. Nichtionische Verbindungen	
substituierte Polyalkohole Polyglykoläther	$\text{HOCH}_2-(\text{CHOH})_n-\text{CH}_2\text{OOCR}$ $\text{R-O-(C}_2\text{H}_4\text{O)}_n\text{-H}$

Die am häufigsten enthaltenen Karbonsäuren sind:

Palmitinsäure	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	} gesättigte Säuren
Stearinsäure	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	
Laurinsäure	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	
Ölsäure	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	einfach ungesättigte Säure
Linolsäure	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	zweifach ungesättigte Säure

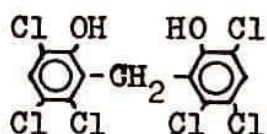
Die Gewinnung der Seifen erfolgt durch "Verseifung" von natürlichen pflanzlichen oder tierischen Fetten, die ja bekanntermaßen Ester der oben genannten Säuren mit dem drei-

wertigen Alkohol Glyzerin $[\text{HO}(\text{CH}_2)\text{CHOH}(\text{CH}_2)\text{OH}]$ darstellen. Die Fette werden dabei entweder mit Natronlauge, Kalilauge oder auch mit Kaliumkarbonatlösung erhitzt, wobei eine Spaltung der Ester eintritt. Dabei fällt das Glyzerin als Nebenprodukt an.

Man kann die Seifen nach ihren Ausgangsstoffen grob in vier Gruppen unterteilen:

Die allen bekannte Kernseife wird aus tierischen oder pflanzlichen Fetten (Schweineschmalz, Rindertalg, Palmöl, Olivenöl) durch Verseifung mit Natronlauge hergestellt. Die Toiletten- und Feinseifen werden aus den gleichen Rohstoffen bester Qualität hergestellt, wobei sich ein hoher Anteil von C_{12} - bis C_{14} -Karbonsäuren besonders günstig auswirkt. Schmierseifen werden durch Verseifung von weniger wertvollen Rohstoffen (Rapsöl, Sojabohnenöl) mit Kalilauge gewonnen. Weiterhin gibt es noch flüssige Seifen, die aber heute weitestgehend durch synthetische Tenside verdrängt worden sind.

Neben den vier Seifengrundtypen existiert noch eine Reihe von Spezialseifen für bestimmte Anwendungsgebiete, von denen hier nur die antimikrobiellen oder Deoseifen genannt werden sollen. Diese Seifen enthalten Zusätze, die das Wachstum auf der Haut befindlicher Bakterien hemmen sollen. Ein solcher antibakterieller Wirkstoff, der breite Anwendung gefunden hat, ist das sogenannte Hexachlorophen, dessen exakte chemische Bezeichnung 2,2'-Dihydroxy-3,3',5,5',6,6'-hexachlordiphenylmethan lautet.



Hexachlorophen

Wenn unsere Seifen auch eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften besitzen, so haftet ihnen vor allem ein entscheidender Nachteil an, der mit dazu geführt hat, daß sie immer mehr durch synthetische Tenside verdrängt werden. Es handelt sich dabei um die Empfindlichkeit gegenüber den sogenannten Härtebildnern des Wassers. Dies sind vor allem Kalzium- und Magnesiumsalze, welche mit den Seifen schwer lösliche Verbindungen (Kalkseifen) bilden und sie somit waschunwirksam machen.

Durch die Verwendung vollsynthetischer Tenside wird dieser Nachteil umgangen.

Alkylsulfate

Wie bereits eingangs erwähnt, gehören die Alkylsulfate zu den ersten vollsynthetischen Tensiden; sie wurden ab 1928 im großtechnischen Maßstab produziert.

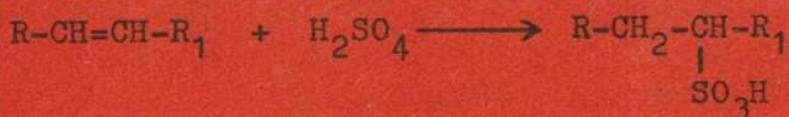
Chemisch handelt es sich bei ihnen um saure Schwefelsäureester, die ausgehend von langkettigen Alkoholen (sog. Fettalkohole) oder von Olefinen auf verschiedenen Wegen zugänglich sind. Ein Weg ist die direkte Veresterung der Alkohole mit Schwefelsäure:



Das entstehende Wasser muß aus dem Gleichgewicht entfernt werden, was nicht erforderlich ist, wenn man direkt mit Schwefeltrioxid umsetzt:



Eine andere Möglichkeit besteht in der Addition von Schwefelsäure an Olefine:

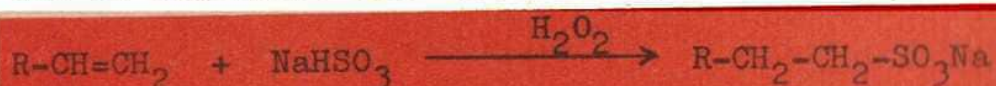


Hierbei wird ein sogenanntes sekundäres Alkylsulfat gebildet.

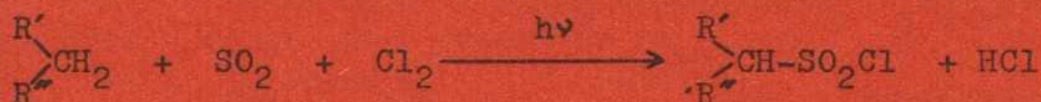
Alkylsulfonate

Im Gegensatz zu den Alkylsulfaten ist bei den Alkylsulfonaten die Kohlenstoffkette direkt (nicht über Sauerstoff) mit dem Schwefel verbunden, was zur Folge hat, daß mit Säuren keine Hydrolyse mehr erfolgt.

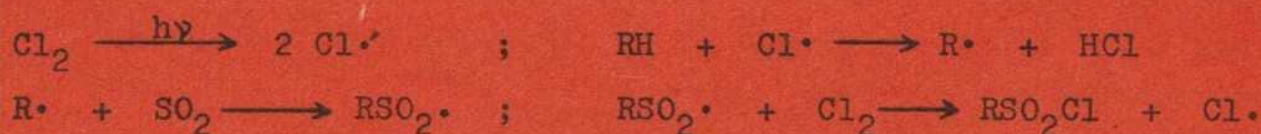
Zur Herstellung gibt es auch hier mehrere Möglichkeiten. Ein Weg geht von Alkenen aus, welche mit Natriumhydrogensulfid in Gegenwart von Wasserstoffperoxid umgesetzt werden.



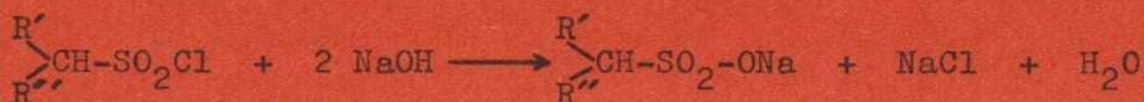
1933 wurde ein neues Verfahren - die sogenannte Sulfochlorierung - gefunden, welche direkt von den Paraffinen ausgeht, die unter Einwirkung von UV-Licht mit Chlor und Schwefeldioxid zur Reaktion gebracht werden.



Hierbei erfolgt zunächst eine radikalische Spaltung der Chlormoleküle, die dann in einer Kettenreaktion weiterreagieren:



Durch alkalische Hydrolyse erhält man schließlich die gewünschten waschaktiven Sulfonate.



Alkylsulfonate sind relativ stark hygroskopisch. Man setzt sie deshalb Waschmitteln meist nie mehr als 10% zu. Häufiger finden sie in flüssigen Reinigungsmitteln Verwendung (Geschirrspülmittel u.ä.).

Alkylarylsulfonate

Die Vertreter dieser Gruppe nehmen aufgrund ihrer sehr guten Eigenschaften eine hervorragende Stellung unter den Anionentensiden ein. Im Unterschied zu den Alkylsulfonaten enthalten sie zusätzlich noch einen Arylrest in Form einer Phenyl- oder Naphthylgruppe im Molekül, an welcher direkt die Sulfonatgruppe gebunden ist.



Alkylbenzolsulfonate

Der aliphatische Rest R besteht aus mindestens 8 Kohlenstoffatomen, im günstigsten Fall sind es 12 bis 14. Die Ketten können sowohl gerade wie auch verzweigt sein, was gewisse Einflüsse auf die biologische Abbaubarkeit hat.

Die Darstellung der Alkylarylsulfonate erfolgt meist durch Umsetzung der Alkylbenzole (oder Alkylnaphthaline) mit Schwefeltrioxid oder auch Additionsverbindungen des Schwefeltrioxids (z.B. $\text{SO}_3 \cdot \text{Pyridin}$).

Alkylbenzolsulfonate finden vor allem in Waschmitteln breite Anwendung.

Fluor- und siliziumhaltige Tenside

Als letzte Gruppe der Anionentenside sollen einige neuere Verbindungen bzw. Verbindungsklassen genannt werden, die sich durch eine Reihe besonderer Eigenschaften auszeichnen, jedoch wegen ihrer relativ hohen Herstellungskosten bisher nur für Spezialgebiete Anwendung fanden.

Durch den Ersatz aller Wasserstoffatome in einem Tensid durch Fluor (sog. perfluorierte Verbindungen) gelangt man zu Stoffen mit sehr hoher Oberflächenaktivität. Sie zeichnen sich durch große chemische und thermische Stabilität aus (der jedoch auch eine schlechte bis gar keine biologische Abbaubarkeit gegenübersteht) und sind bereits in extrem geringen Konzentrationen tensioaktiv.

Derartige Fluortenside werden vor allem als Netzmittel bei elektrochemischen Prozessen (Galvanotechnik) eingesetzt.

Zu Verbindungen mit ähnlichen Eigenschaften gelangt man, wenn Kohlenstoffatome durch Silizium ersetzt werden (z.B. Dimethylpolysilanverbindungen). Auch bei diesen Verbindungen erfolgt die Herstellung nicht im großen Maßstab, und die Verwendung ist vorerst Spezialzwecken vorbehalten.

////////////////////////////////////

////////////////////////////////////

Es gibt Patienten, die klagen beim Arzt über so viele Krankheiten, daß sie schon nicht mehr im Untersuchungs-
zimmer, sondern auf dem Seziertisch Platz nehmen sollten.

Eiweißgewinnung durch Zelluloseabbau

Im Heft 3/11. Jg. wurde die mikrobielle Verwertung von Kohlenwasserstoffen vorgestellt. Sie zeigte eine Möglichkeit zur Gewinnung von Eiweiß aus unkonventionellen Rohstoffen. In diesem Artikel soll eine weitere Variante der Eiweißgewinnung aufgeführt werden. Im Zuge der raschen industriellen Entwicklung wird es immer schwieriger, Rohstoffe in genügendem Umfang bereitzustellen, da ihr Verbrauch äußerst hoch ist (z.B. absehbares Versiegen der Kohle). Als ein großes Reservoir für die Rohstoffgewinnung stellt sich die Zellulose dar. Sie wäre in der Lage, einige Rohstoffangebotslücken zu schließen. Ihre Aufbereitung ist jedoch bis heute sehr schwierig.

Mikrobieller Abbau von Zellulose

Zellulose ist der Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände. Sie stellt für die Rohstoffgewinnung und Nahrungsmittelproduktion eine bedeutende Reserve dar. Im Gegensatz zu anderen Ressourcen wie Kohle und Erdöl wird Zellulose durch photosynthetische Prozesse ständig neu produziert. Sie ist demnach eine nahezu unerschöpfliche Rohstoffquelle.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Zellulose sind sehr vielseitig. Es sei hier nur die Nutzung der Zellulose in der Textilindustrie als Baumwolle oder Papier erwähnt. Eng damit verbunden ist das Problem der Beseitigung und Verwertung zellulosehaltiger Abfälle. Nach Stutzenberger (1971) beträgt beispielsweise der Papiergehalt festen Haushaltsmülls in den USA ca. 50 %. Andere Angaben besagen, daß pro Person und Tag 681 g bis 1589 g Zellulose in den Müll gegeben werden (Romanelli et al. 1975). In der Landwirtschaft fallen in Form von Laub, Holzabfällen und Strohpellets große Mengen von Zellulose an, die zumeist kompostiert, eingepflügt, verbrannt oder

als Einstreu in Viehställen verwendet werden. Nur in geringem Maße wurden sie bisher ökonomisch besser verwertet.

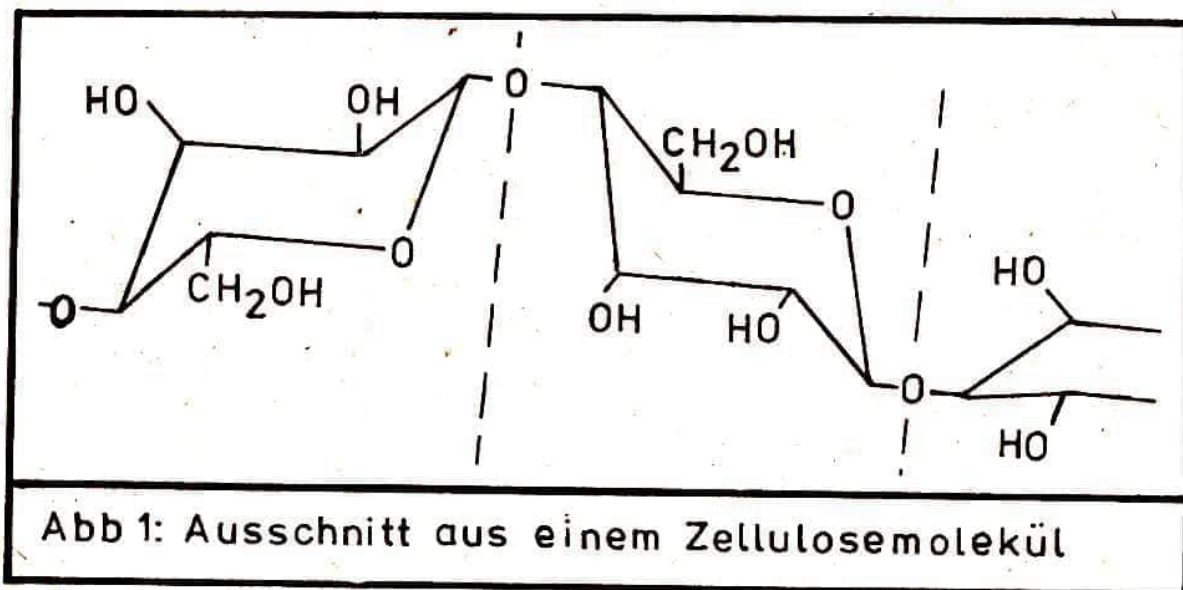
Eine Möglichkeit der effektiven Nutzung von Zellulose besteht in ihrer Verwendung zu Nahrungszwecken, z.B. in der Verfütterung von Stroh an Wiederkäuer. Nur diese sind aufgrund einer in ihrem Pansen lebenden Mikroflora und -fauna in der Lage, Zellulose zu verwerten. Dabei stellen Pansen und Netzmagen eine Gärkammer dar, welche für das Wachstum verschiedener Mikroorganismen (Protozoen, Bakterien) sehr günstige Bedingungen bietet. Es herrscht ständig eine Temperatur von etwa 37-39 °C; es wird ständig neue, gut gepufferte Minerallösung (ca. 70 l Speichel pro Tag) zugeführt und auch ein kontinuierlicher Zustrom gut zerkleinerten, zellulosehaltigen Nährsubstrats ist gewährleistet. Außerdem wird das zellulosehaltige Futter durch die Pansenbewegung ständig gut durchmischt.

Monogastrische Lebewesen, zu denen auch der Mensch zählt, können keine Zellulose verwerten, da ihre Verdauungsenzyme nicht in der Lage sind, das Makromolekül zu spalten. Jedoch nur ein kleiner Teil der zellulosehaltigen Produkte und Abfälle wird auf dem Wege der Fleischproduktion umgesetzt. Eine andere Möglichkeit ist die Biokonversion von Zellulose zu Einzellerprotein mittels Mikroorganismen. Dazu muß Zellulose erst durch zellulolytische, d.h. zelluloseabbauende Mikroorganismen zu Substraten wie Mono-, Di- oder Oligosacchariden (Zucker), die für andere Mikroben verwertbar sind, aufgeschlossen werden. Die produzierte Biomasse kann entweder als Proteinquelle in der Viehzucht oder nach vielfältigen Reinigungs- und Veredelungsprozessen als Nahrungsmittel für den Menschen verwendet werden. Die Produktion von Methanol und Äthanol ist eine weitere Möglichkeit der mikrobiellen Verwertung von Zellulose.

Im Kohlenstoffkreislauf der Natur werden die in den Boden zurückkehrenden Pflanzenreste, welche zu etwa 40-70 % aus Zellulose bestehen, durch zellulolytische Mikroorganismen zersetzt. Ihr Kohlenstoffanteil wird dem Kreislauf wieder zugeführt. Besonderen Anteil am Zelluloseabbau haben unter aeroben Bedingungen Pilze. Es sind dies vor allem Vertreter der Gattungen Trichoderma, Fusarium, Chaetomium, Myrothecium und

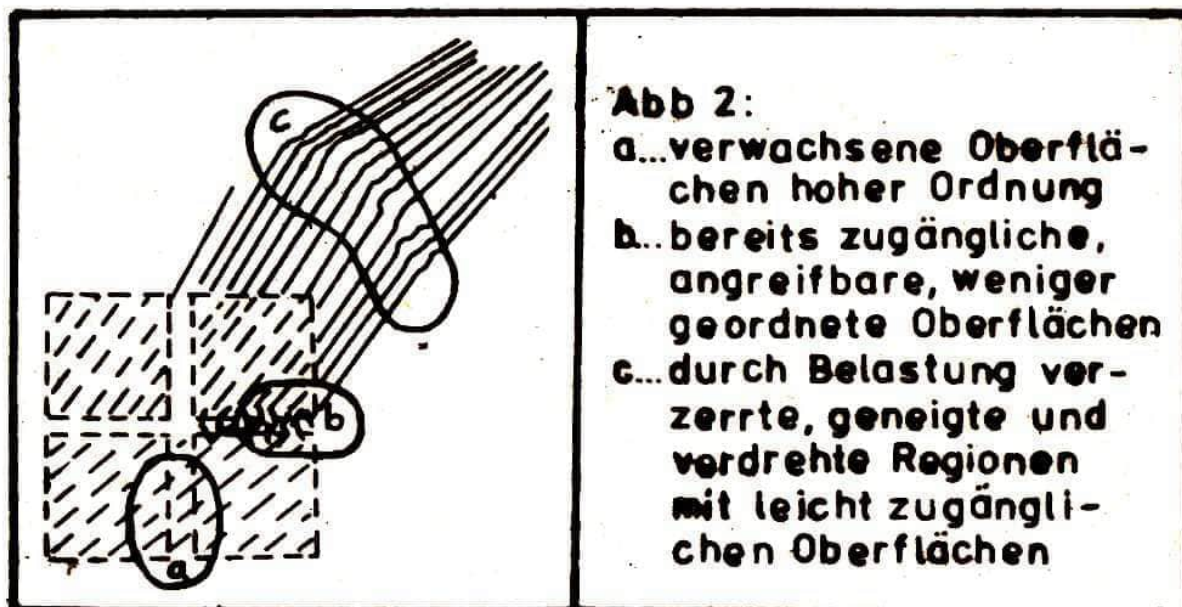
Aspergillus. Aber auch thermophile Pilze wie Sporotrichium und bestimmte Bakterienarten sind zum Zelluloseabbau befähigt.

Die chemische und physikalische Struktur der Zellulose setzt ihrem mikrobiellen Abbau jedoch zahlreiche Schwierigkeiten entgegen. Bekanntlich ist Zellulose ein pflanzliches Polysaccharid, das aus β -D-Glukoseketten mit einem Polymerisationsgrad von $14 \cdot 10^3$ zusammengesetzt ist.



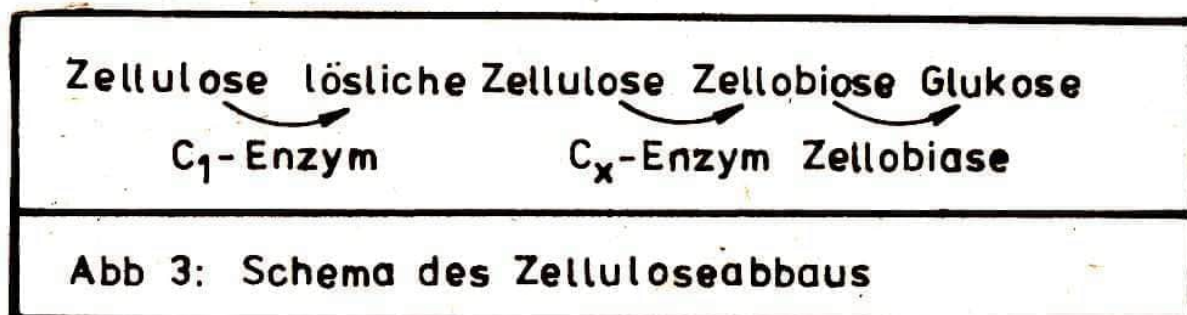
Die Glukosemoleküle sind so verbunden, daß die hydrophilen Gruppen geschützt sind, woraus eine hohe Stabilität des Moleküls resultiert. Röntgenstrukturanalytische Untersuchungen (Jefferies et al., 1969) zeigten, daß neben kristallinen und nichtkristallinen Bereichen feste, geordnete Regionen vorliegen, die für das zelluloseabbauende Enzym ZELLULASE schwer zugänglich sind. Innerhalb der Zellulosefaser sind jedoch auch weniger streng geordnete, verdrehte und verzerrte Regionen zu finden, an denen zellulolytische Enzyme besser angreifen können. Nach Cowling (1975) besteht jede Zellulosefaser aus mehreren Fibrillen, die von Pektin- oder Wachshäutchen umgeben sein können. (siehe Abb. 2)

Der enzymatische Abbau der Zellulose durch zellulolytische Mikroorganismen hängt weiterhin in starkem Maße von den jeweiligen Kultivierungsbedingungen der Mikroorganismen ab, also von Temperatur, pH-Wert des Mediums, Luftversorgung, Stickstoffquelle Auch die absolute Wasserunlöslichkeit der Zellulose stellt ein bedeutendes Hindernis beim Abbau dar.



Zellulase, das zelluloseabbauende, vom Mikroorganismus ins Medium ausgeschiedene Enzymsystem, wird im endoplasmatischen Retikulum gebildet, in Golgi-Äquivalente inkorporiert und mittels Exozytose ins Milieu ausgeschieden (Chapman und Loewenberg, 1976).

Der Zelluloseabbau erfolgt sukzessive durch ein C_1 - C_x -Zellulasesystem (Mandels und Reese, 1960; Reese, Siu und Levinson, 1950). Hierbei wird die Zellulose durch ein C_1 -Enzym in lösliche Fragmente überführt. Diese "reaktive Zellulose" wird durch ein C_x -Enzym in Zellobioseeinheiten gespalten. Zellobiose, ein Disaccharid, wird durch Zellobiase, eine β -1,4-Glukosidase, zu Glukose umgesetzt.



Diese Glukose kann durch andere Mikroorganismen, z.B. Hefen, zur Biomasse und damit zur Proteinproduktion genutzt werden.

Ein Literatur- und Autorenverzeichnis zu diesem Problem kann auf Anforderung an Interessenten zugesandt werden.

Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit

In der Physik nimmt die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes als Naturkonstante eine besondere Stellung ein. Sie ist, wie der geniale Physiker Albert Einstein in seiner speziellen Relativitätstheorie folgerte, die größtmögliche Geschwindigkeit, mit der ein Masse- oder Energietransport erfolgen kann. Er zeigte außerdem, daß die Energie E und die Masse m eines Körpers mit dem Wert der Lichtgeschwindigkeit c in der Gleichung

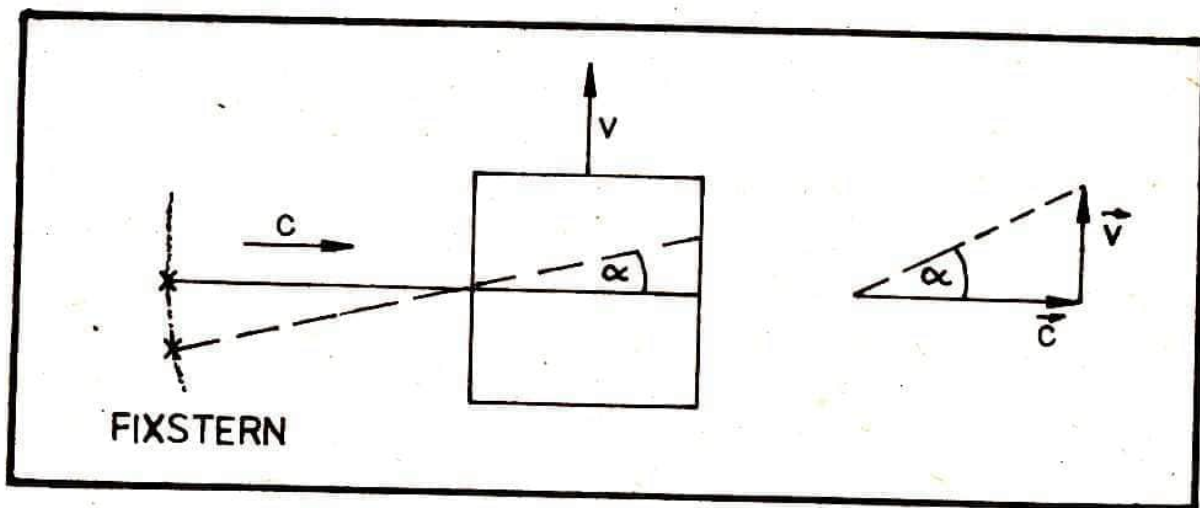
$$E = m \cdot c^2$$

verknüpft sind und daß jeder Körper bei Annäherung an die Lichtgeschwindigkeit seine Masse vergrößert. Unter Kenntnis des genauen Wertes von c ist es in der Astrophysik möglich, über die Effekte der Aberration des Fixsternlichtes und dem Dopplereffekt Relativgeschwindigkeiten zwischen der Erde und anderen Himmelskörpern festzustellen und darüber hinaus bestimmte Theorien über die Entstehung und Entwicklung unserer Galaxis zu begründen. Hierzu ist es aber nötig, den Wert der Lichtgeschwindigkeit experimentell zu ermitteln.

Die ersten Versuche zur Bestimmung von c waren astronomischer Art. Der dänische Astronom Olaf Römer entdeckte 1676, daß sich die Zeitintervalle der Verfinsterung der Jupitermonde vergrößern, wenn sich die Erde vom Jupiter entfernt, und umgekehrt, daß sie sich verringern, wenn Erde und Jupiter einander wieder annähern. Er führte diese Erscheinung auf eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes zurück und deutete somit das beobachtete Phänomen mit Hilfe der Zeit, die das Licht braucht, um sich fortzupflanzen. Auf der Grundlage des Zeitunterschiedes der Verdunklung der Jupitertrabanten bei Opposition und Konjunktion der Erde zum Jupiter und der Kenntnis des ungefähren Erdbahndurchmessers bestimmte Olaf Römer die Lichtgeschwindigkeit mit $214.000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Somit war der Wert von c das erste Mal größenordnungsmäßig richtig bestimmt worden, obwohl er noch recht ungenau war. Ebenfalls mittels astronomischer Beobachtungen führte 1727

der Astronom Bradley über den Effekt der Fixsternaberration eine Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes durch. Hierbei ist unter Aberration das Folgende zu verstehen: Beobachtet man einen von einem Fixstern ausgehenden Lichtstrahl mit einem sich senkrecht zu diesem Lichtstrahl bewegenden Fernrohr, so verschiebt sich das Fernrohr um eine gewisse Strecke, bis der Lichtstrahl im Fernrohr eintrifft.



Die Fixsterne werden also von der sich bewegenden Erde aus nicht an ihrem wahren Platz beobachtet, sondern um den sogenannten Aberrationswinkel verschoben. Da die Erde aber im Verlauf eines Jahres einmal in der einen, einmal in der dazu entgegengesetzten Richtung eine Relativbewegung zu den Fixsternen ausführt, ist das Doppelte des Aberrationswinkels und somit der Aberrationswinkel selbst bestimmbar. Aus dem Vektordiagramm der Lichtgeschwindigkeit c und der Fernrohrgeschwindigkeit v läßt sich leicht der Zusammenhang dieser Größen mit dem Aberrationswinkel α herleiten.

$$\tan \alpha = \frac{v}{c}$$

Sind also α und v bekannt, läßt sich unmittelbar c errechnen. Bradley erhielt bei seinen Messungen für den Aberrationswinkel die Größe $\alpha = 20,6''$, und da sich die Erde mit einer Geschwindigkeit von $v = 29,77 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt, einen Wert von $297.700 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ für die Lichtgeschwindigkeit. Dieses Ergebnis war schon wesentlich genauer als das von Römer.

1849 machte der Franzose Fizeau erstmalig den Versuch der terrestrischen Bestimmung von c durch den Vergleich der Lichtgeschwin-

digkeit mit Geschwindigkeiten auf der Erde. Er schickte einen Lichtstrahl durch ein sich drehendes Zahnrad auf einen im bestimmten Abstand aufgestellten Spiegel, wobei der Spiegel das Licht genau in die Einfallrichtung zurückwarf und beobachtete den zurückkehrenden Strahl, währenddessen die Rotationsgeschwindigkeit des Zahnrades verändert wurde. Bei einer bestimmten Drehzahl des Zahnrades trat eine Verdunklung des zurückkehrenden Lichtes auf, da nämlich während der Zeit, die das Licht zur Bewegung vom Zahnrad bis zum Spiegel und zurück benötigte, an die Stelle der Zahnücke, durch die das Licht hindurchging, ein Zahn getreten war. Kennt man die Zähnezahl z und die Drehzahl U des Zahnrades sowie dessen Abstand s zum Spiegel, ergibt sich die Lichtgeschwindigkeit c nach der Formel

$$c = 4 \cdot z \cdot s \cdot U,$$

wie man sich leicht selbst überlegen kann.

Fizeau erhielt mit seiner Apparatur: $c = 313,290 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Später verbesserte man dieses Verfahren, indem das Licht nicht auf mechanischem Wege, sondern auf elektrischem Weg mit einer Kerrzelle unterbrochen wurde. Dadurch war eine Erhöhung der Frequenz der Lichtunterbrechung und deren genauere Bestimmung möglich, was zu einer wesentlichen Erhöhung der Meßgenauigkeit führte. Mit einer solchen verbesserten Meßanordnung bestimmte E. Bergstrand 1950 den Wert der Lichtgeschwindigkeit mit



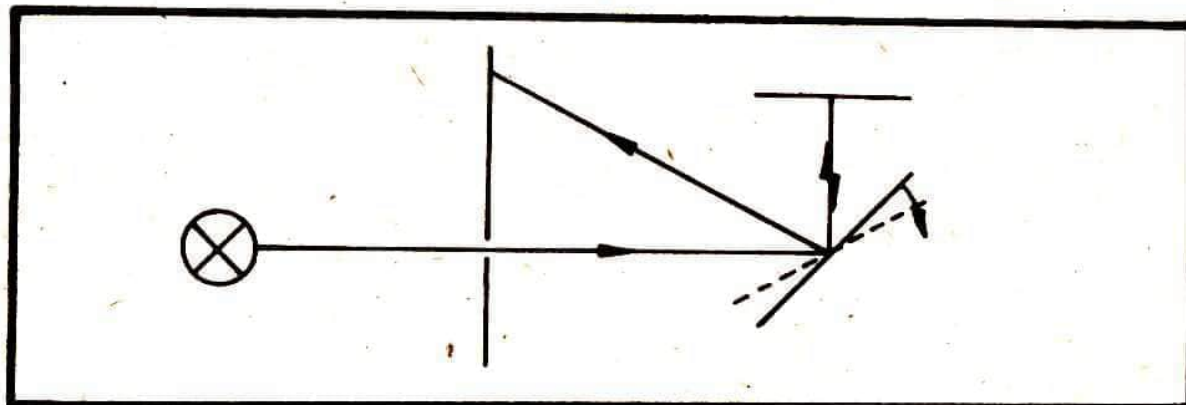
EIN EXPERIMENTATOR SOLL:

- 1) hinlänglich träge sein, damit er nichts Überflüssiges macht und sich nicht in Nebensächlichkeiten vergräbt,
- 2) etwas weniger lesen, (Wer viel liest, gewöhnt sich ab, selbständig zu denken!),
- 3) inkonsequent sein, so daß er, ohne das Ziel aus den Augen zu verlieren, Nebeneffekte bemerkt und sich dafür interessiert.

Und überhaupt soll er etwas weniger Phantasie und keine so "großen Ideen" haben.

(Aus: "Dem Gewitter entgegen" von Daniil Granin)

$(299.792,7 \pm 25) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Ein weiteres Verfahren der Ermittlung von c wurde von dem Franzosen Foucault erstmalig 1838 ausgeführt. Es läßt sich wie folgt kurz beschreiben: Ein Lichtstrahl läuft durch einen Spalt auf einen rotierenden Spiegel, wird von dort senkrecht auf einen feststehenden Spiegel geworfen und von ihm zurück auf den sich drehenden. Da sich dieser aber mittlerweile um einen gewissen Betrag weitergedreht hat, wird er das Licht nicht in die ursprüngliche Einfallrichtung des Lichtstrahls, sondern etwas abgelenkt reflektieren.



Bei bekannter Drehgeschwindigkeit des Spiegels sowie Laufstrecke des Lichtes kann man mit dem gemessenen Wert der Lichtablenkung die Lichtgeschwindigkeit errechnen.

Foucault bestimmte c mit $300.900 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ in seinem Versuch.

Später wurde auch diese Meßanordnung verbessert, da die Ablenkung des Lichtes bei Foucault nicht einmal 1 mm betrug und ihre Messung mit einem großen Meßfehler behaftet war. A. Michelson vereinigte später die Vorteile der Fizeauschen und der Foucaultschen Methode, indem er sie kombinierte. Er verwendete außerdem statt des sich drehenden Spiegels ein achtförmiges Glas- oder Nickelprisma, wodurch die Meßgenauigkeit vergrößert wurde und führte die Messungen in einem evakuierten Rohrsystem aus, das atmosphärische Einflüsse ausschaltete. Aus etwa 1900 Einzelmessungen erhielt Michelson $299.774 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ für c .

Die modernsten Bestimmungsarten der Lichtgeschwindigkeit beruhen auf der Anwendung sogenannter Hohlraumresonatoren, die eine moderne Variante des Hertzschen Senders sind. Man ermittelt die Frequenz f sowie die Wellenlänge der Schwingung eines solchen Resonators gleichzeitig und kann die Lichtgeschwindigkeit über die Grundgleichung elektromagnetischer Wellen, die

auch für das Licht als elektromagnetischer Vorgang gilt,
bestimmen:

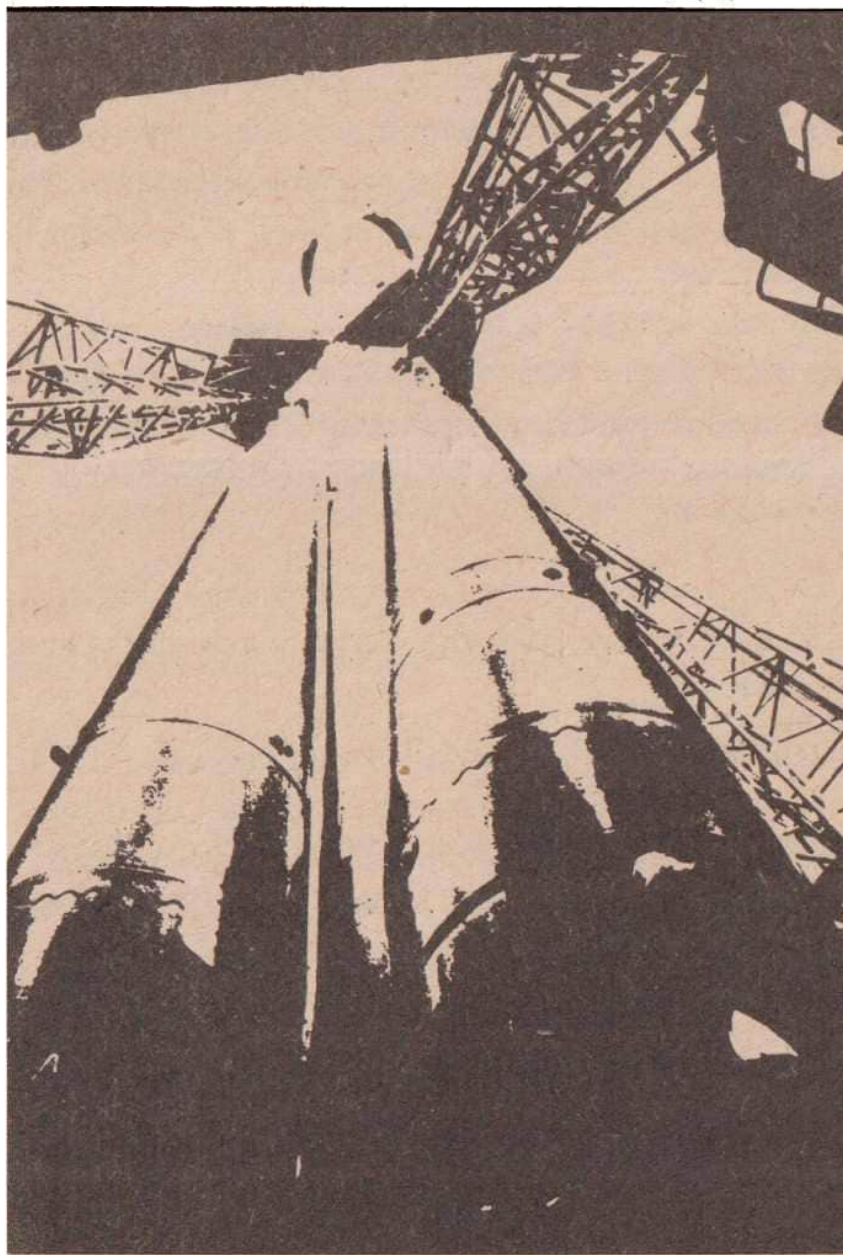
$$c = \lambda \cdot f$$

Diese Methode ist sehr genau und stellt die präziseste aller bisherigen dar. Mit ihrer Hilfe bestimmte man die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes (im Vakuum) mit:

$$c = (299.793 \pm 0,3) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1},$$

welches der zur Zeit akzeptierte Zahlenwert der Lichtgeschwindigkeit ist. (Aus "Impuls 68" 6 (1972/73) H.6)

Zum heutigen Zeitpunkt ist ein verbesserter Wert der Lichtgeschwindigkeit anerkannt, der mit noch genaueren Methoden ermittelt wurde.



SOJUSTRÄGERRAKETE AUF DER STARTRAMPE

Wissenschaft im Kreuzverhör

„Erfinden kann richtig Spaß machen“

Im Gespräch mit Prof. Werner Gilde, ZIS Halle

● Macht nur die Not erfinderisch?

Erfinderisch macht eigentlich Verantwortungsbewußtsein. Ich habe schon viele Leute in Notsituationen erlebt, denen ist gar nichtseingefallen. Aber anderen ist in Notsituationen sehr viel eingefallen, weil sie sich verantwortlich fühlten, zu einer Lösung zu kommen. Notsituationen hin, Notsituationen her, wichtig ist, daß man sich verantwortlich für Lösungen fühlt. Und daß man positiv an die Probleme herangeht. Wenn man von vornherein sagt, "Da führt kein Weg hinein", wird einem sicherlich auch nichts einfallen. Also, nicht Not macht erfinderisch, sondern Probleme machen erfinderisch, Verantwortung für Probleme.

Jährlich 100 Erfindungen und 60 Patentanmeldungen kommen vom ZIS. Was treibt den Ehrgeiz der Ingenieure an, immer wieder Neues zu erfinden?

Sie haben unsere Mitarbeiter schon abgestempelt, indem Sie vom Ehrgeiz sprechen. Wir kriegen das Geld dafür, daß wir einen bestimmten Bereich der Volkswirtschaft bearbeiten, und wir setzen unseren Namen dafür ein, daß wir es so gut wie möglich tun. Mit guten Ideen wollen wir für unseren guten Namen haften. Bei uns im Institut haben wir eine zehnmal so hohe Patentdichte, also Patente pro Kopf, als im Durchschnitt der Republik.

●●●●●

ZUR PERSON: Genosse Prof.Dr.rer.nat.habil.Dr.-Ing.h.c. Werner Gilde, 58 Jahre, Sohn eines Maurers, studierte Metallkunde, arbeitete als Metallurge in der Maxhütte Unterwellenborn, seit 25 Jahren Direktor des Zentralinstituts für Schweißtechnik der DDR (ZIS) in Halle. Träger des Nationalpreises I. und II. Klasse, Autor von zahlreichen Büchern, Vorlesungen an der TH Leuna-Merseburg, Hobbys: Reiten, Segeln, Literatur

● Wie muß der Leiter andere ermutigen, erfinderisch zu sein?

Der beste Weg ist, wenn er mit zu den Erfindern im Betrieb oder Institut zählt, die pro Jahr die meisten Patente anmelden. Er muß nicht an der Spitze stehen, der Allerbeste sein. Dafür hat er ja noch einige andere Tätigkeiten zu erfüllen - vor allem verbindliche Maßstäbe festzulegen und herausfordern - die Ziele zu setzen - aber zu den Besten muß er gehören. Das gleiche gilt sinngemäß für den Parteisekretär und für den BGL-Vorsitzenden. Ich sage auch immer wieder: Phantasie haben ist Pflicht. Der Leiter muß die Phantasie seiner Mitarbeiter fördern. Viele übersehen, daß "verrückte Ideen", die vielleicht im Moment nicht gangbar sind, in einigen Jahren die richtigen Lösungen sind. Ein Leiter muß die guten Ideen seiner Mitarbeiter speichern. Wenn man sie heute nicht braucht, dann braucht man sie vielleicht in ein paar Jahren.

■ Welchen Platz nehmen beim Erfinderischsein Ideenkonferenzen ein?

Wir machen wöchentlich mindestens eine Ideenkonferenz. Aber in Wirklichkeit eigentlich viel mehr, weil viele Mitarbeiter es sich angewöhnt haben, mit anderen laut zu denken und dabei jede Kritik zu vermeiden. Das ist ja das Entscheidende bei der Ideenkonferenz, daß man redet, was einem einfällt, und wenn es noch so großer Blödsinn ist und daß nicht kritisiert wird. Das ist immer das Schlimme vielerorts, daß immer gleich einer mit erhobenem Zeigefinger kommt und sagt, es geht nicht.

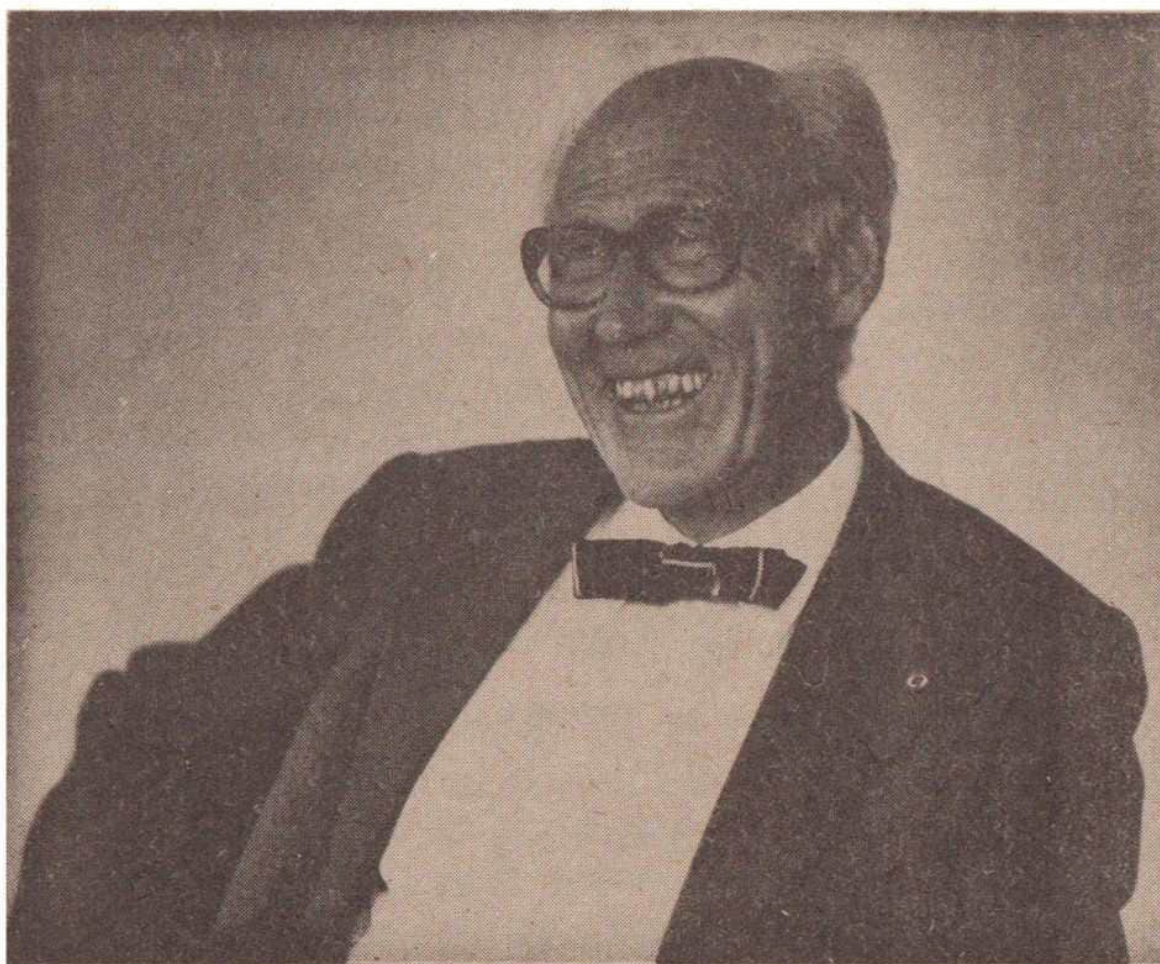
■ Ist die Risikobereitschaft in unserem Lande genügend ausgeprägt?

Nein, sie ist nicht genügend ausgeprägt. Wenn sie einem Ingenieur in der Sowjetunion oder den USA etwas Neues erzählen, dann denkt der zuerst darüber nach, "Brauchen wir das?" und "Wie können wir das besser machen?". Bei uns denkt der Ingenieur oft als erstes darüber nach, "Was habe ich alles für Scherereien, wenn ich was Neues tue?". Man sollte sich aber immer sagen, "Ich muß das mal versuchen!". Das ist das Entscheidende.

● Was fördert und was behindert Erfinderklime?

Es fördert, wenn der Leiter ideenfreundlich arbeitet und sich

sagt: Taugt von 50 Vorschlägen einer etwas, dann ist das gut. Aber es hindert, wenn er sagt, der erste Vorschlag muß gut sein. Ich versuche das immer mit dem Wirkungsgrad klarzumachen. Eine Dampflokomotive hat einen Wirkungsgrad von 7 Prozent, ein Dieselmotor von 37 Prozent. Aber manche glauben, daß der menschliche Motor einen Wirkungsgrad von 100 Prozent hätte. Den hat er nicht. Ich glaube, ein Wirkungswert so um die 10 Prozent bei der menschlichen Arbeit ist eigentlich sehr hoch. Ideen und Erfahrungen fallen ja niemandem zu - sie sind oft das Resultat von 99 Prozent Transpiration und ein Prozent Inspiration.

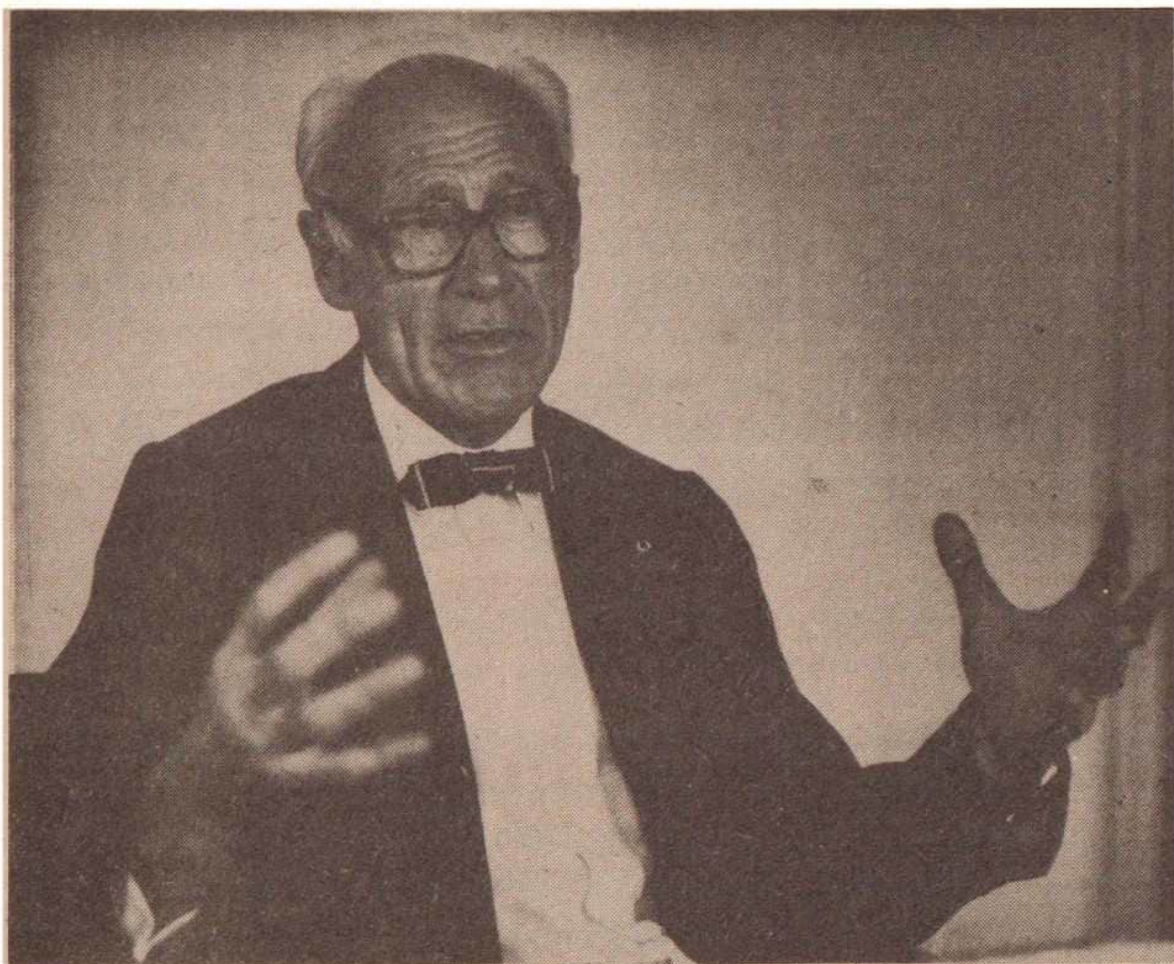


Auf Ihrem Tisch haben Sie gerade einen Patententwurf liegen über das Kleben von Textilien, von Büstenhaltern beispielsweise, was reizt Sie da als Schweißtechniker?

In der Textilindustrie sind Tausende Frauen beschäftigt, die an Nähmaschinen sitzen. Sie müssen eine sehr stumpfsinnige Arbeit machen. Es ist auch nicht mehr möglich, die Geschwindigkeit der Nähmaschinen groß zu erhöhen. International zeich-

net sich ab, daß man die Textilien kleben muß oder schweißen mit Ultraschall..Wenn man das macht, gibt es aber eine Klebe- oder Schweißnaht, die steifer ist als der Stoff. Die erfinderrische Aufgabe besteht nun darin, Klebenähte zu finden, die genauso sind wie der Stoff. Und das ist auch bei den Strêch-trägern von Büstenhaltern so. Also, es gibt fast keinen Gegenstand, mit dem wir uns in unserem Institut nicht beschäftigen, bei dem wir keinen Ideen auf der Spur wären.

■ Woran liegt es, daß generell unsere Potenzen in Wissenschaft und Technik größer sind als unsere Patente?



Prof. Dr. Gilde

(Fotos: Th.-M. Franke „Das Volk“)

In erster Linie liegt das wohl daran, daß man im Kapitalismus ein paar 100 Jahre längere Übung hat. Aber es ist eben auch so, daß viele unserer Leiter nicht wissen, wie man Ideen- und Patentarbeit betreiben muß. Nirgends wird bei uns gelehrt, an keiner Hoch- und Fachschule, wie man erfindet. Erfinden ist jedoch lehr- und lernbar.

Gravierende Unterschiede für den Erfinder gibt es im gesellschaftlichen Klima...

...ja, die Unterschiede beginnen schon bei der Anerkennung. Den meisten Menschen bei uns ist es nicht bewußt, daß nach unserer Gesetzgebung das Patent dem Erfinder gehört, während in kapitalistischen Ländern das Patent dem Firmeninhaber zufällt. Bei uns wird das geistige Eigentum des einzelnen geschützt, während es im Kapitalismus derjenige besitzt, der die Ware Arbeitskraft kauft. So rauh sind da die Sitten. In den USA oder in der BRD gehört dem Erfinder, wenn er in einem Betrieb beschäftigt ist, die Erfindung nicht, sondern er kann nur eine beliebig hohe Abfindung kriegen.

Ich kenne eine ganze Reihe von Kollegen in kapitalistischen Ländern, die eben nur solche Abfindungen erhalten haben. Manchmal sind das nicht nur geringe Summen, sondern diese Abfindung wirkt moralisch wie eine Abfuhr. Der Nutzen liegt immer bei dem, für den was erfunden wurde. Und bei uns sind wir das selber, ist das unsere Gesellschaft. Weiter gehört zu unseren Vorteilen, daß man einen sozialistischen Betrieb ganz anders, initiativfreudiger leiten kann. Hinzu kommt, daß im Kapitalismus auch beim Erfinden weitgehend der Zwang herrscht, "Wenn du etwas nicht tust, dann fliegst du, dann ist am 15. der erste".

Und für einen Erfinder im Sozialismus tritt an die Stelle von Zwang sein persönlicher Hang?

Auch in einem Betrieb oder Institut bei uns wird ein Zwang ausgeübt. Aber das ist ein moralischer Zwang. Ein Mitarbeiter, der zuwenig Ideen hat, dem werden von seinen Kollegen Fragen gestellt, der wird schief angeguckt. Das ist auch ein sehr starker Zwang. Aber das setzt natürlich voraus, daß solche moralischen Normen, gesellschaftlich nützlich im Interesse der Hauptaufgabe zu sein, allgemein anerkannt werden und genereller Maßstab sind. Das wirkt dann als gegenseitige Herausforderung.

Ist sozialistische Integration für die Erfindertätigkeit ein Vorteil? Wie zählt es sich aus, daß es zwischen sozialistischen Ländern keine Konkurrenz gibt, sondern sie sich in wissenschaftlich-technische Aufgaben teilen können?

Natürlich gibt es eine "sozialistische Konkurrenz", Konkurrenz im Sinne von Wettbewerb. Viele international bekannte Schweißfachleute arbeiten in der UdSSR, in der CSSR, in Polen und in anderen sozialistischen Ländern. Jeder von uns hat den gesunden Ehrgeiz, etwas zu leisten, Neues zu erfinden. Wir sind uns aber einig, daß es günstig ist, unsere einzelnen Gebiete gegenseitig abzugrenzen, daß also nicht jeder über jedes nachzudenken braucht. Ein ganz typisches Beispiel betrifft Umformtechnik. Wenn dort ganz besonders dicke Teile geschweißt werden müssen, dann greifen wir auf Forschungsergebnisse des Paton-Instituts Kiew zurück. Und umgekehrt kauft jetzt das Paton-Institut von uns Lizenzen über unser Baukastensystem ZIS 650. Das ist wieder etwas ganz Spezifisches für die mittlere Industrie. Ein solcher Ideenaustausch ist von großem Vorteil.

● Eine weitere Diskussionsfrage war "Ist Erfinden Glückssache?"

Nein, das ist keine Glückssache, sondern eine Sache des Wissens, des Könnens, des Wollens. Freilich, wie in "My Fair Lady" ist der Erfolg oft auch mit "een kleen bißchen Glück" verbunden... Das Glück liegt jedoch meistens darin, daß man vielleicht ein paar Tage eher fertig ist mit der Idee als andere, die international über das gleiche Problem nachdachten. Das Glück ist kein Geschenk des Himmels, es will erarbeitet und erkämpft sein. Glück hat auf die Dauer nur der Tüchtige.

■ Viele Ideen und Erfindungen werden heute geplant. Welchen Platz hat aber die spontane Neuerung?

Spontane Ideen sollte man nicht in Mißkredit bringen, auf Hobbyforschung sollte man nicht schimpfen! Forschen und Erfinden kann richtig Spaß machen. Wer keine Freude an seiner Arbeit hat, wird nie etwas erfinden. Wenn jedoch eine Sache Spaß macht, da kommen einem auch Ideen. Also, es wird immer spontane Neuerungen geben. Und die muß man hochhalten, bei aller notwendigen Planung von neuen Lösungen.

Ob eine Idee abwegig ist oder nicht, das weiß man im voraus nicht. Ein Beispiel dafür ist das Klappfahrrad. Es ist das unvernünftigste Fahrrad, das es gibt. Es fährt schwerer als jedes andere. Man sagt, man kann es klappen. Ich habe noch niemanden gesehen, der ein Klappfahrrad geklappt hätte. Wenn

ich aber als Institutsdirektor mit einem Klappfahrrad zum Dienst fahre, dann freuen sich alle. Wenn ich dagegen auf einem anderen Fahrrad komme, dann sagen die Leute, das sieht aber komisch aus.

Erfinderischer Erfolg, wie ihn das ZIS hat, verpflichtet. Wie kann man aber ständig neu erfinderisch sein? Niemand hat doch ein Patent auf Patente!

Es ist ja auch niemand verpflichtet - auch bei uns im ZIS nicht -, ununterbrochen zu erfinden. Aber es ist in der Praxis nicht so, daß man eine große Erfindung macht, und dann ist man so erschöpft, daß man erst mal eine Pause braucht. Im Gegenteil, es ist doch eher so, daß Erfolg Erfolg nach sich zieht. Wenn man durch bestimmte Denkmethoden einen gesellschaftlichen Nutzen erreicht hat, dann denkt man immer mehr in diesen Methoden. Nach diesen Prinzipien kommen einem auch immer neue Ideen, die wir für unsere ehrgeizigen Pläne so sehr brauchen.

Wir danken der Zeitung "Das Volk" für die Zurverfügungstellung des Artikels und der Bilder. Aus "Das Volk" vom 1. Aug. 1978 (gekürzt)

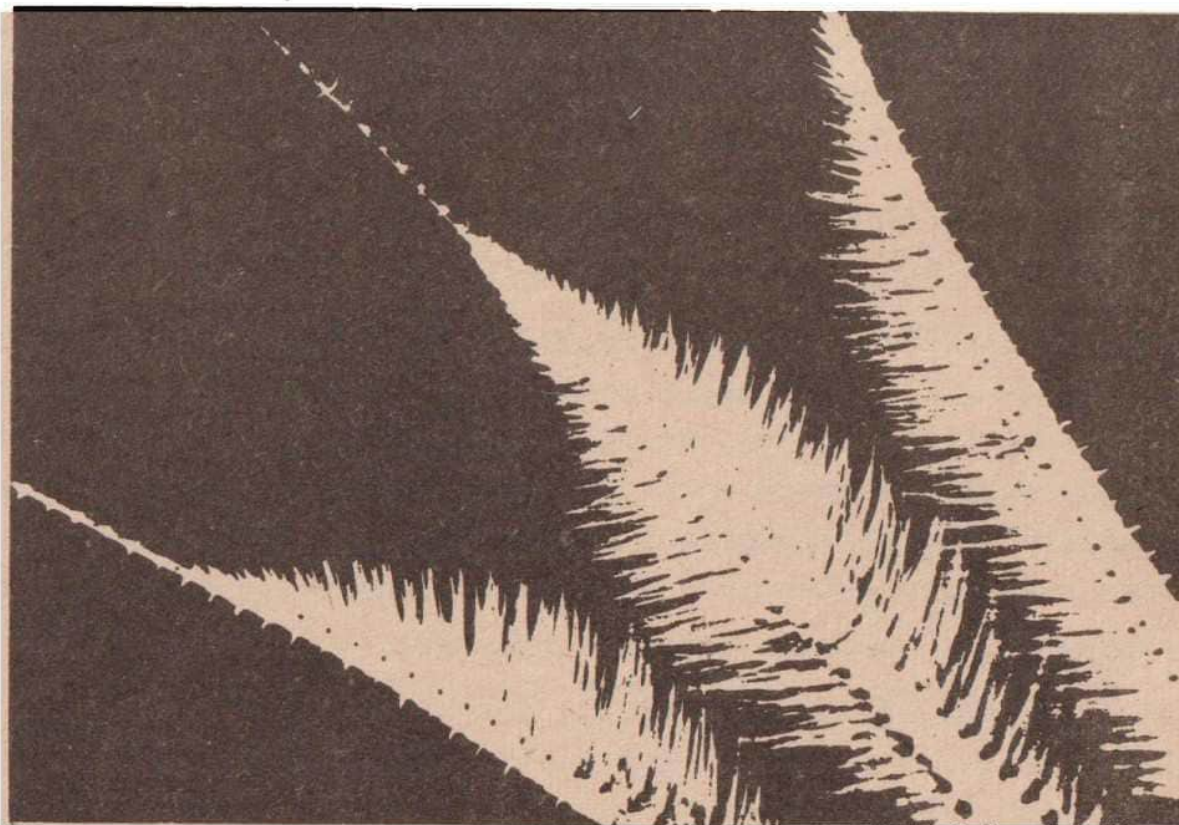
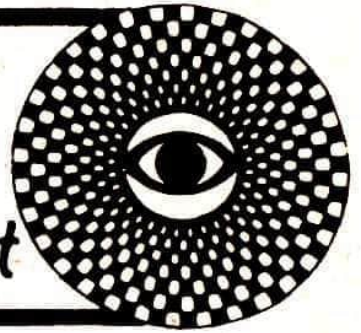


FOTO: SCHWIMMAUSWÜCHSE DER LARVE DER EINTAGSFLIEGE

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



G. Rjabow

96 Tage im All

Der Rekordraumflug der Kosmonauten Juri Romanenko und Georgi Gretscho in der Orbitalstation Salut 6 dauerte 2314 Stunden. In dieser Zeit legten sie 60 Mio km im All zurück, vollbrachten sie 1522 Erdumkreisungen. Was hat dieser Flug der Raumfahrt an Neuem gebracht? Wie haben die Kosmonauten den dreimonatigen Aufenthalt und die Schwerelosigkeit in der Umlaufbahn ertragen?

Die Raumfahrer fühlen sich durchaus befriedigt, obgleich sie spürten, daß "sich die Erde dreht". Die Wissenschaftler werden die Flugergebnisse noch lange analysieren, doch schon jetzt steht fest, daß erstmals ein vierteiliger Forschungskomplex in der Umlaufbahn geschaffen wurde. Erstmals wurde er von bemannten Raum- und Transportschiffen besucht, die an den gemeinsamen Vorhaben teilnahmen. Erstmals wurden auf Bitte einer Raumschiffbesatzung zusätzliche Geräte und Forschungsmaterialien geliefert. Erstmals wurden noch vor Ende des Fluges Angaben und Materialien von der Station zur Erde geschickt. Erstmals wurde die Umlaufbahn korrigiert, wurde die Station von einem automatischen Raumfrachter während des Fluges aufgetankt und vieles andere, u.a. die Zusammenarbeit einer internationalen Mannschaft und der Austausch der Besatzungen, geschah zum erstenmal. Für die Raumfahrt ist das ein qualitativ neuer Schritt bei den bemannten Flügen, ein Schritt zu "kosmischen Siedlungen" auf der Umlaufbahn.

Natürlich galt die Hauptaufmerksamkeit bei einem so langwierigen und bahnbrechenden Experiment medizinischen und biologischen Untersuchungen, um den Einfluß von Dauerflügen im All auf den menschlichen Organismus zu studieren. Eine wichtige Aufgabe der Raumfahrt ist es, die Aufenthaltsdauer des Menschen im All zu verlängern. Nur bei ihrer Lösung wird die Menschheit den Weltraum wirklich erschließen können. Gagarins Orbitalflug dauerte 108 Minuten, und in der Schwerelosigkeit war der Kosmonaut 55 Minuten. Weniger als zwei Jahrzehnte sind vergangen. Bereits fast 90 Menschen sind im All gewesen - zusammen ca. vier Jahre. Immer mehr

Geräte und Apparaturen für die Untersuchung des Einflusses der Schwerelosigkeit auf den Organismus kommen hinzu; die Anlagen werden vervollkommen, und die Arbeit der Kosmonauten erleichtert.

So haben z.B. die Kosmonauten in Salut 6 erstmals gearbeitet, ohne ständig Datengeber zu tragen. Doch etwa einmal wöchentlich wurden die Kosmonauten bei dosierter körperlicher Belastung gründlich medizinisch untersucht. Die Bodenstation empfing die Meldungen über die Besonderheiten der Umverteilung des Blutes in ihrem Organismus, hörte den Herzschlag von Romanenko und Gretscho in den verschiedenen Flugphasen.

Juri Romanenko und Georgi Gretscho fühlten sich an allen 96 Tagen ihres Raumflugs wohl. Sie zeigten eine hohe Arbeitsfähigkeit. Alle Kennziffern ihrer Lebenstätigkeit waren im Grunde stabil. Das demonstriert überzeugend die sinnvolle und wissenschaftlich fundierte Kosmonautenausbildung und die gute Konzipierung des Programms.

Den Experimenten zum Studium des Einflusses der Raumfahrtbedingungen auf die Entwicklung biologischer Objekte galt große Aufmerksamkeit. Berühren doch die Sicherheitsprobleme bei Dauerflügen nicht nur physiologische Faktoren. Für die Biologen ist es wichtig, die Einwirkung des Raumflugs auf die Zelle zu klären. Jeder Organismus, u.a. der des Menschen, besteht aus Zellen, und ihre Teilung liegt dem Leben zugrunde. Wie vollzieht sich die Zellteilung, auf die sich die starken Belastungen beim Start, die Schwerelosigkeit und die Strahlung während des Fluges auswirken? Die biologischen Experimente in Salut 6 - insbesondere jene, die gemeinsam mit der internationalen Mannschaft durchgeführt wurden, als Alexej Gubarew und Vladimir Remek die Station besuchten -, werden helfen, diese Fragen zu beantworten.

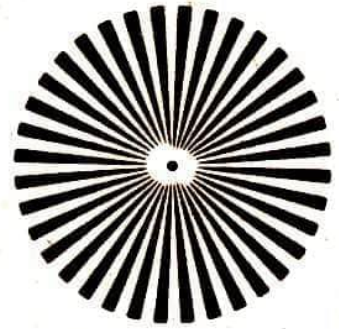
Der vorläufig wichtigste Schluß aus all diesen Forschungsvorhaben ist, daß der Mensch in der Schwerelosigkeit und in einem geschlossenen Raum recht lange leben und arbeiten kann. Natürlich sind die medizinischen und biologischen Untersuchungen nach Abschluß des Fluges nicht beendet, sondern werden auch während der Readaptation der Kosmonauten auf der Erde weitergehen. Ein Raumflug von epochaler Bedeutung ist vollendet. Wurden doch bei der Arbeit der Kosmonauten im wissenschaftlichen Orbitalkomplex Salut 6 - Sojus viele experimentelle und wissenschaftliche Informationen gewonnen. Die Kosmonauten haben alle Aufgaben voll erfüllt - ja sogar etwas mehr.

Die kosmische Stafette wird weitergereicht.

Aus: NEUE ZEIT -Wochenblatt für Politik Nr. 13 März 1978 (gekürzt)

Unsere Aufgabe

36



Warum kühlt "Kölnisch Wasser" ?

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

lösung der aufgabe 29 aus heft 8/11.jg.

aufgabe:

Ein Radargerät ortet in 60 km Entf. ein Flugzeug, das mit einer Geschw. von 1200 km/h anfliegt, 40 s später wird eine Fla-Rak. gestartet, die 50 s mit 20 m/s^2 beschleunigt wird, dann mit konstanter Geschw. auf das Ziel zusteuert. In welcher Entf. trifft die Fla-Rak. auf das Flugzeug ?

lösung:

Die Fla-Rak. legt in der Beschleunigungsphase den Weg s_1 zurück:

$$s_1 = a/2 \cdot t^2 = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2500 \text{ s}^2 = \underline{25000 \text{ m}}$$

Die Entfernung des Flugzeuges beträgt dann inzwischen nur noch

$$s_2 = 60000 \text{ m} - 120000 \text{ m} / 3600 \text{ s} \cdot (40 \text{ s} + 50 \text{ s}) = \underline{30000 \text{ m}}$$

Bis zum Zielpunkt fliegt die Rakete noch die Strecke s_3 :

$$s_3 = v \cdot t = (20 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ s}) \cdot t = \underline{1000 \text{ m/s} \cdot t}$$

Das Flugzeug fliegt mit konstanter Geschwindigkeit nun aus einer Entfernung von 5000 m an. Es gilt:

$$1000 \text{ m/s} \cdot t = 5000 \text{ m} - 12000 \text{ m} / 3600 \text{ s} \cdot t$$

Daraus folgt: $t = 3 + 3/4 \text{ s}$. s_3 berechnet sich zu 3750 m.

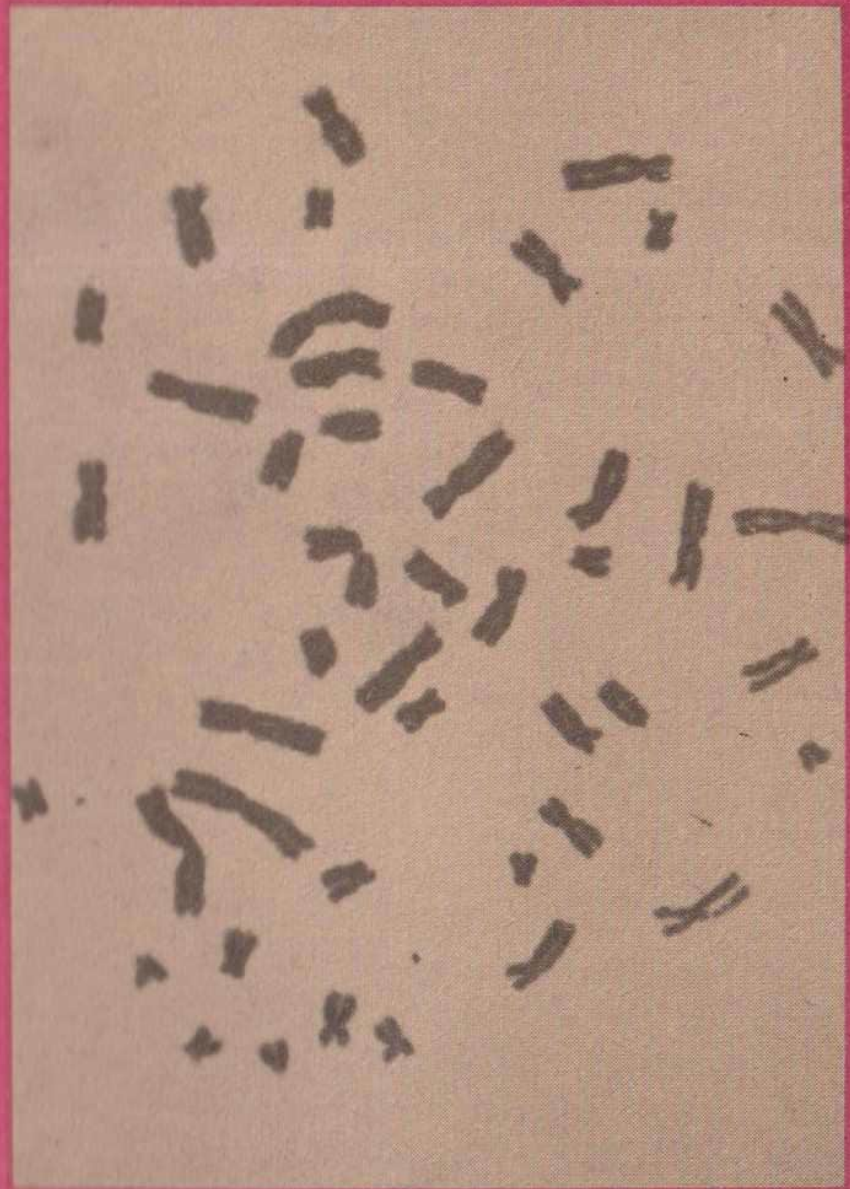
Das Flugzeug wird also in einer horizontalen Entfernung von $28750 \text{ m} = \underline{28,75 \text{ km}}$ getroffen.



S.J. LEC

impuls 68

6



Entstehung des Windes



Waschmittel

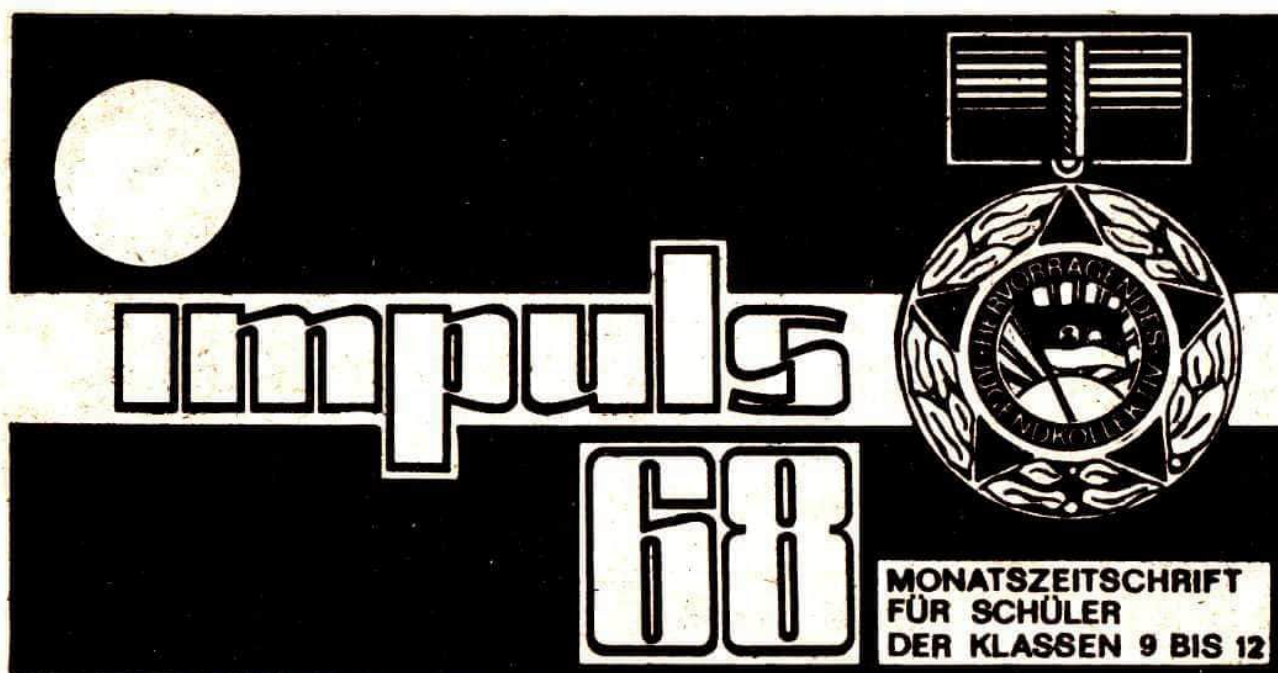


Warum Sexualität?



Energetik des Westens

Titelbild: Chromosomensatz
des Menschen (R. L.)



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

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

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

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

Die Entstehung des Windes	PHY 3
Waschmittel und Tenside (Teil 3 und Schluß)	CHE 11
Warum Sexualität?	BIO 16
impuls-lexikon	22
Mosaik	24
Energetik des Westens: Probleme bleiben	DOK 26
Physikaufgabe 37, Lösung Nr. 31	31

Heft 6 gestaltet von: Vera Masurat

Redaktionsschluß: 29. 11. 1978

Vera Masurat

Sektion Physik

FSU Jena

3. Sldj.

ALLTAGSPHYSIK:

Die Entstehung des Windes

1. Die kleinen Zirkulationssysteme

Wind, was nichts weiter ist als strömende Luft, entsteht überall dort, wo es in der Atmosphäre zum Zusammentreffen von Luft unterschiedlicher Dichte und unterschiedlichen Drucks kommt. Die Dichte der Luft wiederum wird durch Faktoren wie Feuchtigkeit oder Temperatur beeinflusst. Den Einfluß der Temperatur kann man an einem sehr einfachen Beispiel erläutern. Dazu jedoch erst ein paar Vorbemerkungen zum besseren Verständnis: Der Luftdruck, den wir am Boden messen können, entsteht durch das Gewicht der Luftsäule über dem Meßinstrument. Da das Gewicht dem Produkt aus Masse und Erdbeschleunigung entspricht, ist der Luftdruck in Erdbodennähe zunächst temperaturunabhängig, solange noch keinerlei seitliche Luftbewegungen auftreten und die Luftsäule folglich eine konstante Masse behält. Ebenso leicht verständlich ist es, daß in größeren Höhen ein kleinerer Druck gemessen wird, da ja nun entsprechend der kürzeren Luftsäule nur noch eine kleinere Masse auf dem Meßinstrument ruht. Da die Temperatur, wie oben erwähnt, unmittelbar die Dichte der Luft beeinflusst, verschieben sich bei Temperaturänderung die Höhen gleichen Luftdrucks.

Diese Höhen gleichen Drucks kann man durch Isobarenflächen (Flächen gleichen Drucks) darstellen, die durchaus nicht eben sind, sondern eine Topografie aufweisen, die der geografischen Topografie der Erde ähnlich ist.

Nun zum angekündigten Beispiel:

In Abb. 1a) ist zunächst ein ausgeglichenes Druckverhältnis angenommen. Die Isobaren verlaufen parallel und waagrecht zum Untergrund. Die Hebung der Isobaren in b) hat ihre Ursache in

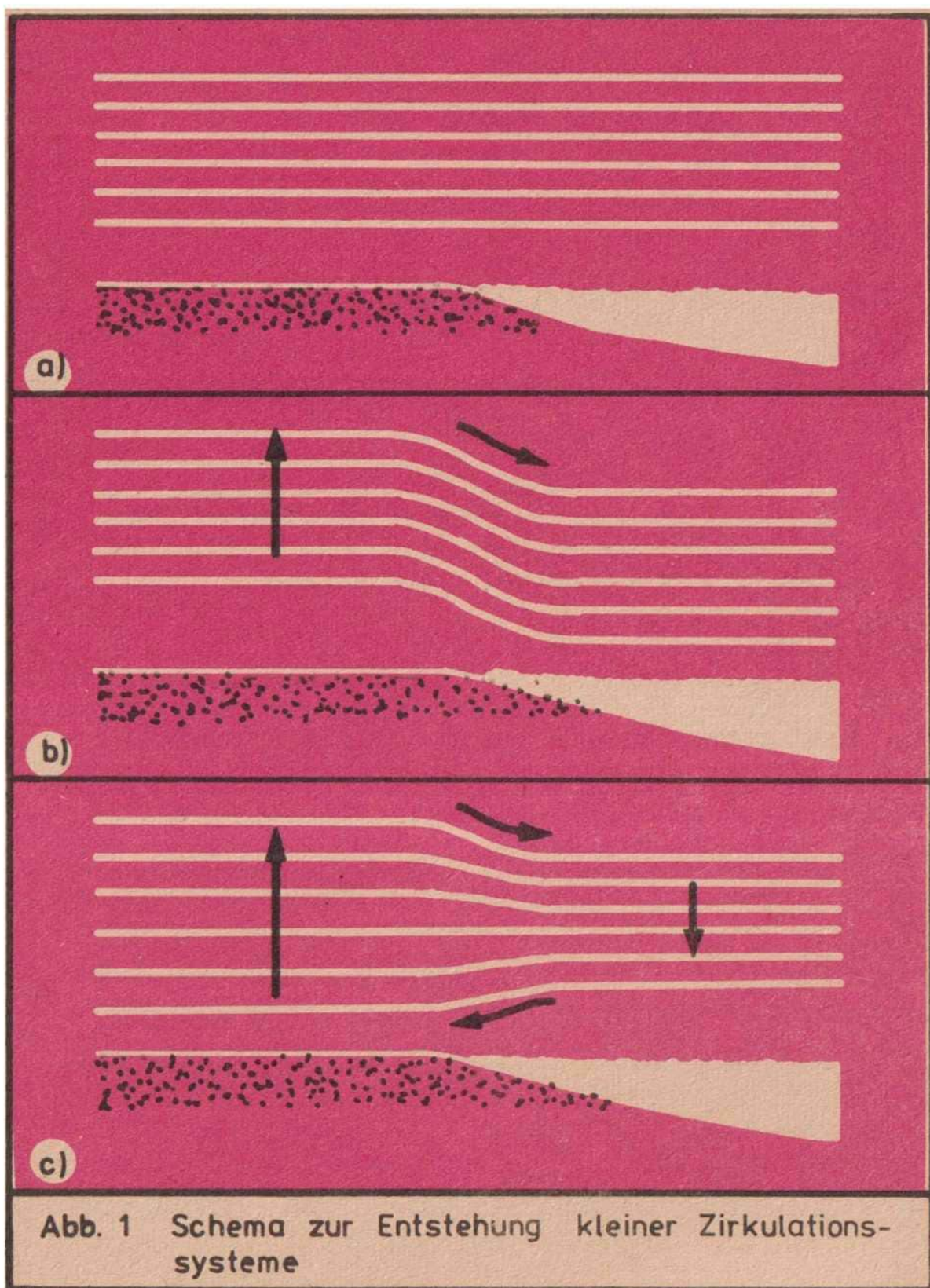


Abb. 1 Schema zur Entstehung kleiner Zirkulations-systeme

einer ungleichmäßigen Erwärmung. Man stelle sich zum Beispiel eine starke Sonnenstrahlung auf die Ostseeküste vor. Aus eigener Erfahrung weiß jeder, daß sich der Sand sehr stark erwärmt, jedoch das Wasser praktisch die gleiche Temperatur behält. Nach den vorangegangenen Erörterungen ist die ungleichmäßige Verschie-

bung der Isobaren verständlich. Nun ist aber ein Dichte- bzw. Druckgefälle entstanden. Die Luft über dem Land beginnt, dem Gefälle folgend, auf das Meer zuzufließen. Diese Luftströmung in der Höhe hat einen fallenden Luftdruck auf dem Land zur Folge. Umgekehrt steigt der Luftdruck auf dem Meer. Abbildung 1c) zeigt, daß dadurch die Isobaren über dem Meer zusammengedrückt werden. Durch das Abströmen der Luft über dem Land entsteht gleichzeitig ein Sog. Erst jetzt kann sich die Strömung ausbilden, die wir als Seewind kennen.

Durch dieses Beispiel kann man den wichtigen Umstand erkennen, daß Wind nicht etwa nur eine Luftströmung in eine bestimmte Richtung ist, sondern daß es sich vielmehr um ein lokal begrenztes Zirkulationssystem handelt.

Solche Systeme machen sich zum Beispiel auch als Berg- und Talwinde bemerkbar. Dort wird die Zirkulation durch die stärkere Erwärmung der Luft im Tal hervorgerufen.

2. Die großen Zirkulationssysteme

Ebenso, wie die kleinen Zirkulationssysteme durch Erwärmung und Abkühlung im Tagesrhythmus entstehen, kommt es im Zusammenhang mit der Erwärmung und Abkühlung ganzer Kontinente gegenüber den Ozeanen im jahreszeitlichen Verlauf von Sommer und Winter zu gleichartigen Zirkulationen, nur mit entschieden größeren Ausdehnungen. Dabei tritt nun aber die Corioliskraft auf, die einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung von Großwetterlagen hat.

Die ablenkende Kraft durch die Erdrotation: die Corioliskraft

Daß die Beurteilung einer Bewegung abhängig ist vom gewählten Bezugspunkt, ist jedem klar, schließlich sitzt man im Auto still, während dieses dabei mit recht großer Geschwindigkeit die Straße entlangfährt. Sehen wir nicht aus dem Fenster und fährt das Auto mit konstanter Geschwindigkeit, bemerken wir kaum, daß wir fahren. Anders ist es, wenn man in eine Kurve fährt. Diese Kräfte, die uns in Richtung der Außenseite der Kurve drücken, sind Trägheitskräfte. Man nennt sie auch Scheinkräfte, da sie nur für den "im beschleunigten Bezugssystem mitbewegten Beobachter" Realität besitzen, denn eigentlich wirken auf ihn keine anderen Kräfte als vorher. (Das gleiche gilt beim Anfahren oder

Bremsen des Autos, also bei jeder Art von Beschleunigung.) Die Corioliskraft ist die Kraft, die durch die Rotation der Erde hervorgerufen wird. Sie lenkt jede Bewegung auf der Nordhalbkugel nach rechts, jedoch auf der Südhalbkugel nach links ab.

Wie macht sie das? (Betrachtung gelte zunächst für die Nordhalbkugel)

Bei Bewegungen in Richtung der Meridiane kann man das leicht verstehen, wenn einem bewußt wird, daß sich die Erdoberfläche umso schneller um die Rotationsachse der Erde dreht, je mehr man sich dem Äquator nähert, denn ein Punkt auf dem Äquator muß in 24 Stunden eine viel größere Strecke zurücklegen als ein Punkt in Polnähe. Betrachten wir nun ein "Luftpaket", das in Äquatornähe ruht, d. h. bezüglich der Erdoberfläche seine Lage nicht ändert. So führt es mit der Erdoberfläche eine Bewegung in Richtung Osten aus. Setzt sich das "Luftpaket" in nördlicher Richtung in Bewegung, behält es entsprechend dem Trägheitsgesetz seine östliche Geschwindigkeitskomponente bei. Die Geschwindigkeit der Erdoberfläche um die Erdachse wird aber nach dem Norden zu immer kleiner. So scheint es, als würde das "Luftpaket" der Erdrotation vorausseilen, was wir als Rechtsablenkung registrieren. Genauso können wir uns ein "Luftpaket" vorstellen, das seine Bewegung am Nordpol beginnt. Auf seinem Weg nach Süden wird sich die Erde regelrecht unter ihm wegrehen, da ja jetzt die Geschwindigkeit der Erdoberfläche um die Erdachse zunimmt. Das Zurückbleiben des "Luftpakets" macht sich wieder als Rechtsablenkung bemerkbar.

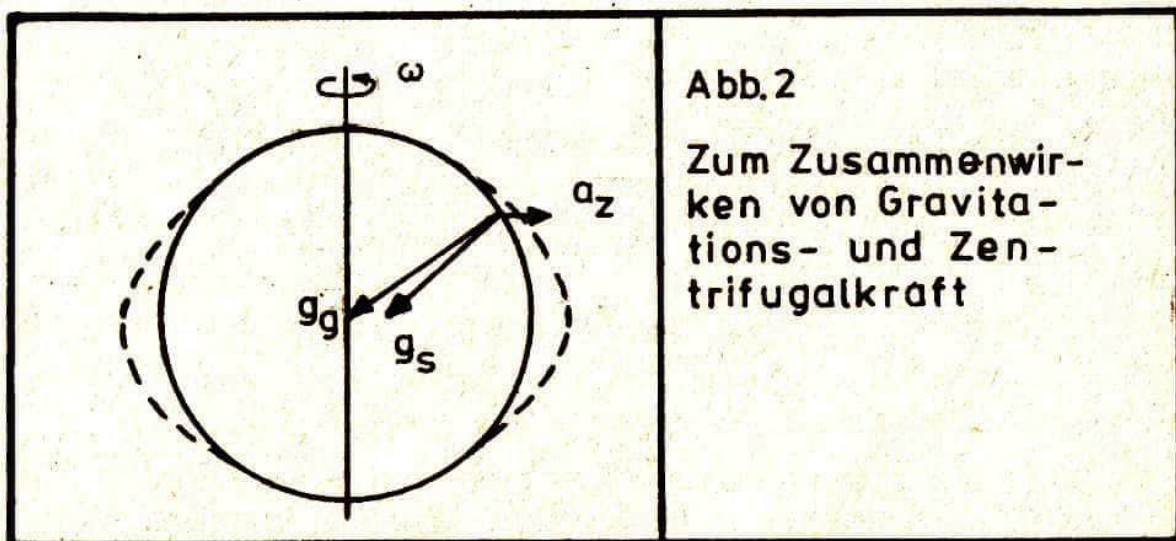


Abb.2

Zum Zusammenwirken von Gravitations- und Zentrifugalkraft

Die Rechtsablenkung bei Bewegungen entlang der Breitenkreise zu

verstehen, ist etwas schwieriger. Dazu wieder erst ein paar Vorbemerkungen: Die Rotation der Erde um ihre Achse bewirkt eine Zentrifugalkraft, die senkrecht von der Achse nach außen gerichtet ist. Wie Abbildung 2 zeigt, ergeben die Gravitationskraft und die Zentrifugalkraft zusammen eine resultierende Schwerkraft, die nicht auf den Erdmittelpunkt gerichtet ist. Das heißt aber, daß sich alle beweglichen Elemente auf der Erdoberfläche auf den Äquator zubewegen müßten, bis die Schwerkraft sie senkrecht auf die Erdoberfläche drückt. Die leicht abgeplattete Form der Erde ist ein Ergebnis dieser Verhältnisse. Auch die Wasseroberfläche der Ozeane hat sich so eingestellt, daß die resultierende Schwerkraft senkrecht auf ihr steht. Wichtig für das Folgende ist auch, daß die Zentrifugalkraft abhängig ist von der Geschwindigkeit der Bewegung um die Rotationsachse.

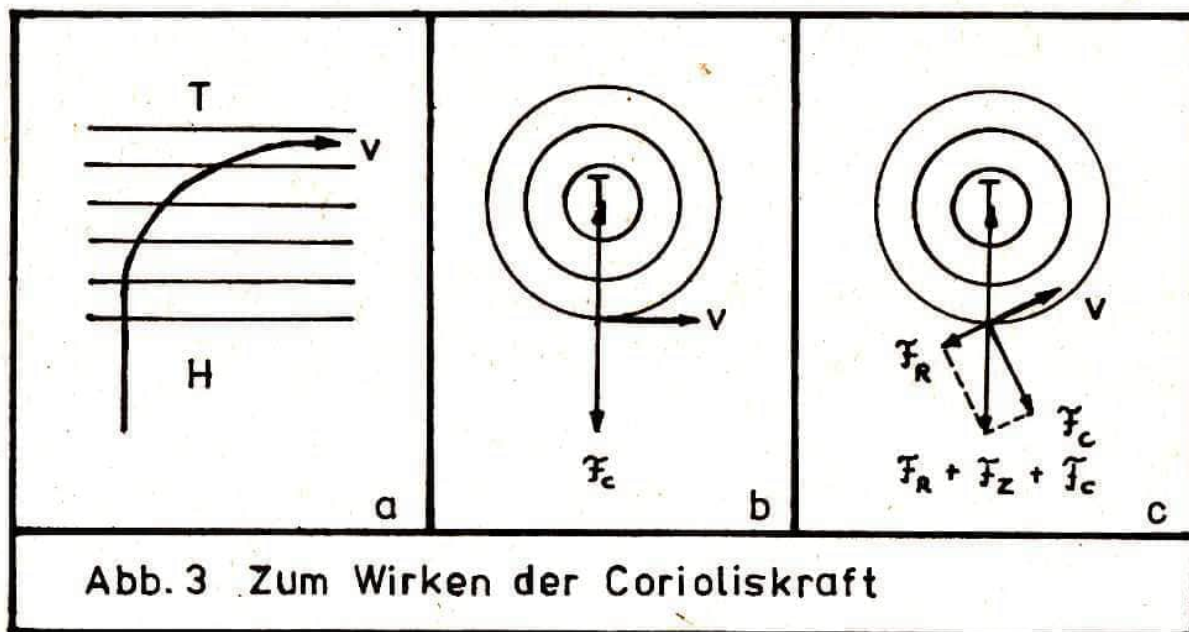
Nun zurück zum Problem: Wenn sich unser "Luftpaket" von West nach Ost bewegt, bewegt es sich schneller um die Achse als die Erdoberfläche. Durch die Zunahme der Zentrifugalkraft kommt es, wie ein Blick auf Abb. 2 sofort verständlich macht, zu einem noch stärkeren Abweichen der Richtung der resultierenden Schwerkraft vom Erdmittelpunkt. Das "Luftpaket" muß sich, dieser Schwerkraft folgend, auf den Äquator zu, d. h. nach rechts bewegen. Umgekehrt, wenn sich ein "Luftpaket" von Ost nach West bewegt, wird die Zentrifugalkraft kleiner, die resultierende Schwerkraft zeigt stärker auf den Erdmittelpunkt, und nach Abb. 2 muß eine Bewegung nach Norden, d.h. nach rechts erfolgen.

Bei beliebigen Bewegungsrichtungen vermischen sich beide Effekte. Insgesamt werden diese Kräfte, die die Rechtsablenkung hervorrufen, unter dem Namen der Corioliskraft zusammengefaßt.

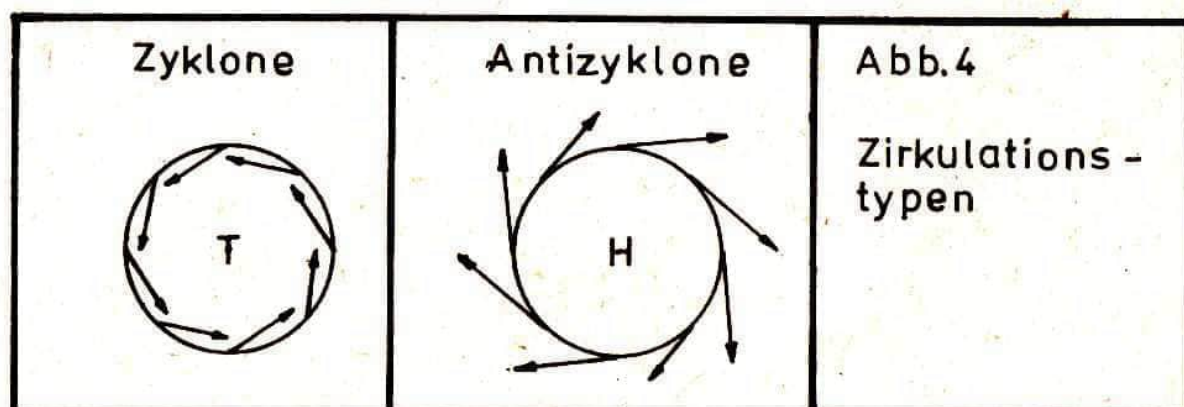
Die gleichen Gedankengänge führen auf der Südhalbkugel zu einer Linksablenkung.

Analog zu den Verhältnissen bei Land- und Seewind verursacht die Erwärmung über Land im Sommer eine Hebung der Isobarenflächen und ein Ausfließen der Luft der höheren Niveaus zum kühleren Meer. Dadurch fällt der Luftdruck über der Erdoberfläche.

Abbildung 3 zeigt, daß das Wirken der Corioliskraft einen Druckausgleich durch Luftströmung stark behindert. In a) ist die ursprünglich dem Gefälle folgende Luftströmung und die einsetzende Rechtsablenkung angegeben. b) zeigt die Zirkulation im idealen Gleichgewichtszustand entlang der Isobaren. Im Idealfall (keine Reibung) entstehen diese Verhältnisse notwendigerweise, denn solange die Strömung dem Gefälle folgt, wächst ihre Geschwindigkeit, mit der Geschwindigkeitszunahme vergrößert sich die Zentrifugalkraft, die vom Drehzentrum weggerichtet ist.



Die Zentrifugalkraft bleibt erst dann konstant, wenn die Strömungsgeschwindigkeit unveränderlich bleibt, also bei Strömung entlang der Isobaren. Die Realität c) sieht durch die Reibungskraft, die der Strömungsrichtung entgegengerichtet ist, etwas anders aus. Wie aus Abb. 3 hervorgeht, verdanken wir der Reibung das langsame Einströmen der Luft, den allmählichen Ausgleich der Luftdruckunterschiede.



Bei der Senkung der Isobarenflächen über dem Land im Winter steigt der Luftdruck an. Im Gegensatz zum vorangegangenen Fall, bei dem eine zyklonale Zirkulation entstanden ist, spricht man bei der dann einsetzenden Strömung von einer antizyklonalen Strömung (vgl. Abb. 4).

Jahreszeitliche Winde existieren überall, werden aber nicht überall gleich wirksam. Zum Beispiel ist der Temperaturjahresgang in Äquatornähe klein. So sind die jahreszeitlichen Winde nur schwach. Am stärksten sind diese Winde im Gebiet der asiatischen Subkontinente ausgebildet. Wohl aus diesem Grunde verbindet man den Begriff des Monsuns (Mausim, arab. Jahreszeit) mit dem Wettergeschehen in diesen Ländern.

3. Die planetarische Zirkulation

Wieder gehen wir von den uns nun schon bekannten Gedanken aus. Die Erdoberfläche erwärmt sich dort am stärksten, wo die Sonne im Zenit stehen kann, also im Gebiet des Äquators. Würde die Erde nicht rotieren, so würde bei gleicher Temperaturverteilung die Luft von den Polargebieten gegen den Äquator strömen, dort gehoben werden und in den höheren Schichten wieder gegen die Pole abströmen, wobei die Zirkulation durch Absinken der Luft in den polaren Hochdruckgebieten wieder geschlossen würde.



Die tatsächlichen Strömungsverhältnisse nahe der Erdoberfläche lassen sich aber im Groben, wie das Schema von Abb. 5 zeigt, darstellen. Die Tropikfront erstreckt sich rund 5 Breitenkreise

nach Norden und Süden. Sie ist durch Windstille oder schwache, meist östliche Winde charakterisiert.

Infolge der Hochdruckgebiete in den sich anschließenden Breiten strömt die Luft, entsprechend dem Gefälle und der Corioliskraft, aus nordöstlicher bzw. südöstlicher Richtung. Da diese Luftströmung ununterbrochen, mit praktisch gleichbleibender Geschwindigkeit andauert, hat sie den Namen NO- bzw. SO-Passat erhalten. Die subtropischen Hochdruckzellen selbst, die die Quellen der Passatwinde bilden, sind durch schwache Winde und meist klares Wetter gekennzeichnet. Die Luft, die aus den polaren Hochdruckgebieten nach Süden strömt, bestimmt die östliche Windrichtung im hohen Norden und in der Antarktika.

Das Auftreten der Westwinde in den gemäßigten Breiten zu erklären kostet in diesem Rahmen einen zu großen Aufwand. Interessierten Lesern wird auf Wunsch gern eine Liste mit Literaturangaben zugesandt.

Noch eine Bemerkung zu Abb. 5: Es ist ein sehr grobes Schema, weil die Verhältnisse nur auf einer idealen, rotierenden Erde so sein können. Die Existenz derartig großer Wasserflächen neben den riesigen Kontinenten sowie das Vorhandensein hoher Gebirgsketten führen zu einem wesentlich komplizierteren Zirkulationstyp.

Wissenswertes:

Mit Windenergie werden gegenwärtig zwei dänische Telefonzentralen im westlichen Teil des Landes betrieben. In Jütland wurden 12m hohe Windturbinen errichtet, die pro Tag 11kW Energie liefern können. Nach Schätzungen von Technikern ließen sich etwa 10% der rund 600 Telefonzentralen in Dänemark auf Windenergie umstellen, so daß der im Winter oft durch heftige Schneefälle verursachte Ausfall von Telefonleitungen eingeschränkt werden könnte.

Waschmittel und Tenside (Teil 3 und Schluß)

Nachdem in den vorangegangenen beiden Teilen die physikalisch-chemischen Grundlagen der Wirkungsweise von Tensiden sowie einige Methoden zur Herstellung spezieller Tenside erläutert wurden, sollen in einem abschließenden dritten Teil die Waschmittel als Ganzes und weiterhin der Einsatz von Tensiden in anderen Bereichen besprochen werden.

Zusammensetzung der Waschmittel

Wie bereits im Teil 1 kurz angedeutet wurde, ist der Waschprozeß von recht komplexer Natur, und die Waschmittel sind demzufolge aus einer Reihe verschiedener Komponenten mit unterschiedlichen Funktionen zusammengesetzt. Neben der eigentlichen waschaktiven Substanz (Tensid; oder auch Gemisch mehrerer Tenside) enthalten sie noch Waschhilfsmittel, Sonderzusätze und Streckmittel. Zu den Hilfsmitteln gehören vor allem Alkalicarbonate (Soda und Pottasche, Na_2CO_3 und K_2CO_3), Alkalisilikate, Alkaliphosphate (z.B. K_3PO_4 und $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ sowie Polyphosphate), Komplexbildner und Carboxymethylcellulose. Hierdurch wird ein bestimmter pH-Wert (leicht alkalisch) eingestellt, was sich positiv auf die Wirksamkeit der Tenside auswirkt. Weiterhin sollten die im Wasser enthaltenen "Härtebildner", das sind die gelösten Calcium- und Magnesiumsalze, in komplexer Form gebunden werden. Die Carboxymethylcellulose verhindert, daß sich einmal gelöster Schmutz aus der Waschlauge wieder auf die Faser absetzt, man sagt, sie erhöht das Schmutztragevermögen der Lösung.

An Sonderbeigaben wären hauptsächlich Bleichmittel, optische Aufheller und Parfüme zu nennen. Die Bleichmittel, deren gebräuchlichster Vertreter das Natriumperborat ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ist, setzen beim Erhitzen Sauerstoff frei, dem dann die

eigentliche Bleichwirkung zukommt. Die optischen Aufheller (vgl. hierzu auch "Impuls" 10.Jg. H.9/10) verwandeln das auf die (gewaschene) Wäsche auftreffende ultraviolette Licht, das ja zu einem geringen Teil im normalen Tageslicht mit enthalten ist, in längerwelliges, blaues Licht. Dieses kompensiert die leichte Gelbfärbung mancher Gewebe und täuscht damit ein besonders weißes Wäschestück vor (Weißmacher). Daß die Parfüme der Geruchsverbesserung dienen, bedarf keiner näheren Erläuterung.

Schließlich enthalten die Waschmittel noch streckende Beigaben, meist in Form von Natriumsulfat, manchmal auch (in Schmierseifen) als feinkörnigen Sand, wodurch eine Scheuerwirkung erzielt wird.

Abschließend soll noch ein Zusammensetzungsbeispiel für ein Schnellwaschmittel angegeben werden:

18-25%	Gemisch verschiedener Tenside
25-30%	Phosphate
2-3 %	Magnesiumsilikat
6-12%	Natriumperborat
3-6 %	Carboxymethylcellulose
0,02-	
0,03 %	optische Aufheller
Rest	Natriumsulfat

Enzymhaltige Waschmittel

Wenn oftmals die Rede von sogenannten "biologischen Waschmitteln" ist, ist für viele nicht klar, was es damit auf sich hat. Die Frage läßt sich relativ einfach beantworten. Derartige Waschmittel enthalten Enzymzusätze; das sind also hochmolekulare Biokatalysatoren, welche je nach Art Eiweiße, Stärke oder Fette in niedermolekulare und damit leichter lösliche Bausteine spalten können. Damit lassen sich z.B. Blutflecken relativ einfach aus Geweben entfernen. Die Idee der Anwendung von Enzymen in Waschmitteln fand bereits 1913 in einem Patent Niederschlag. Ein großer Durchbruch wurde jedoch erst in den 60er Jahren erreicht, was sicher auch damit zusammenhängt, daß die Enzyme früher nur aus den Bauch-

speicheldrüsen von Schlachttieren (Rind und Schwein) isolierbar waren. Heute gewinnt man sie "großtechnisch" mit Hilfe bestimmter Bakterienstämme in Fermentatoren.

Man setzt die Enzyme den Waschmitteln in Konzentrationen von 0,5 bis 3% zu, wobei Waschmittel mit nichtionogenen Tensiden bevorzugt werden. Allein sind die Enzyme wenig wirksam, in Kombination mit Tensiden ist die Wirksamkeit besser als die summarische Aktivität von Tensid und Enzym.

Man spricht hier von einem sog. synergistischen Effekt. Die biologischen Waschmittel sind bis 60°C einsetzbar und besitzen pH-Werte von 7 bis 7,5.

Waschmittel und Umwelt

Nachdem die Waschmittel in der Waschmaschine ihren Dienst getan haben, wandern sie - und dies in einer im stetigen Anstieg befindlichen Menge - in das Abwasser, welches nach mehr oder minder intensiver Klärung wieder in den natürlichen Wasserkreislauf eintritt. Die visuell deutlich wahrnehmbare Folge davon sind oft Massen von Schaum auf Flüssen und Bächen, womit der Lebensraum von Unmengen tierischer und pflanzlicher Organismen beeinträchtigt wird.

Daraus ergibt sich eine Reihe von Problemen, die hier aber nur in sehr komprimierter Form dargestellt werden können.

Durch die Waschmittel werden die Gewässer einmal mit waschaktiven Substanzen (Tenside) belastet, zum anderen mit den zahlreichen Waschhilfsstoffen, insbesondere anorganischen Phosphaten (Der Anteil von Phosphaten in den Flüssen wird noch beträchtlich durch die Mineraldüngung und die damit verbundene Abschwemmung von Feldern und Weiden erhöht.).

Die einzelnen Tensidgruppen besitzen eine unterschiedliche Toxizität gegenüber den verschiedenen Organismen. An erster Stelle sind dabei die kationenaktiven Verbindungen (z.B. quarternäre Ammoniumverbindungen) zu nennen, während die nichtionogenen Tenside relativ "ungiftig" sind. Ziel der waschmittelherstellenden Industrie muß es deshalb sein, solche Tenside einzusetzen, welche neben einer guten Waschwirkung auch biologisch und unter Umständen auch chemisch leicht abzubauen sind. Dabei hat die Struktur der Kohlenstoffkette

(hydrophober Teil der Tenside) einen entscheidenden Einfluß auf die Abbaubarkeit. Die linearen Ketten werden bedeutend besser abgebaut als die stark verzweigten.

Eine weitere schwerwiegende Beeinflussung des biologischen Gleichgewichtes erfahren die Gewässer durch die bereits oben genannten Phosphate. Bekanntlich ist Phosphor in anorganisch gebundener Form für alle Lebewesen unentbehrlich. Man denke hierbei nur an die Vorgänge wie Photosynthese und Atmung, bei denen Phosphorverbindungen in Form von Adenosintriphosphat (ATP) u.a. als Energieüberträger fungieren.

Ein Überangebot von Phosphat in den Flüssen und Seen führt zu einer Massenvermehrung von Algen, welche mit am Anfang der Nahrungskette stehen. Die außergewöhnliche Vermehrung führt zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch vor allem dann, wenn die Algen absterben und verwesen. Die Gewässer verarmen an Sauerstoff, welcher wiederum die Lebensgrundlage für viele Tiere, vor allem Fische ist. Die hier geschilderten Erscheinungen faßt man auch unter dem Begriff "Gewässereutrophierung" zusammen.

Sie stellt einen wichtigen Punkt der interdisziplinären Zusammenarbeit von Chemikern, Biologen und Ökologen dar.

Tenside in anderen Bereichen

Wenn auch eine sehr große Menge von Tensiden in Wasch- und Reinigungsmitteln verbraucht werden, so ist damit ihr Anwendungsbereich bei weitem noch nicht erschöpft. In vielen Bereichen der Technik kommt es darauf an, die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten herabzusetzen. Im Folgenden sollen einige Anwendungsgebiete vorgestellt werden.

Ein Großabnehmer von Tensiden ist beispielsweise die Textilindustrie, sowohl bei der Herstellung von halb- und vollsynthetischen Fasern wie auch bei der Veredlung von Produkten. Weiterhin werden Tenside bei der Herstellung von Kunststoffen eingesetzt. Sie beeinflussen dabei einmal die molekularen, andererseits auch die makroskopischen Eigenschaften des Polymers; z.B. setzt man schäumende Verbindungen bei der Produktion von Schaumgummi ein.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Herstellung fotografischer

Emulsionen (Filme und Fotopapiere). Hier kommt es darauf an, daß die lichtempfindliche Schicht, die oftmals aus vielen Einzelschichten zusammengesetzt ist; ganz gleichmäßig in konstanter Stärke von wenigen Mikrometern und ohne Blasen und Schlieren auf die Unterlage aufgetragen wird.

Bei der elektrochemischen Oberflächenveredlung von Metallteilen (Galvanisieren) sorgen Tenside dafür, daß die abgeschiedenen Metallkristalle klein und gleichmäßig über die gesamte Oberfläche verteilt sind, wodurch sich ein besserer Glanz erzielen läßt.

Bei der Förderung von Erdöl erhält man aufgrund der geologischen Verhältnisse in den Erdöllagerstätten ein Öl, das mehr oder weniger wasserhaltig ist. Da Öl und Wasser nicht miteinander mischbar sind, entsteht eine mehr oder minder stabile Emulsion, aus welcher das Wasser zur weiteren Verarbeitung abgetrennt werden muß - Tenside erleichtern diese Trennung wesentlich.

Erhebliche Tensidmengen werden auch in der Erzaufbereitung verbraucht. Das nasse Verfahren der Trennung von Erz und taubem Gestein wird als Flotation oder auch Schwimmaufbereitung bezeichnet. Die feinzerkleinerten Erze werden in eine Tensidlösung gebracht. Danach wird Luft eingeblasen, und es bildet sich ein Schaum, aus dem das Erz abgetrennt werden kann, während das taube Gestein zurückbleibt. Mit diesem Verfahren können auch Salzmineralien getrennt werden.

Damit wollen wir unseren Ausflug in das Reich der grenzflächenaktiven Verbindungen abschließen. In der Artikelserie konnten viele Fragen nur oberflächlich gestreift werden. Wer sich für detailliertere Informationen zu dieser oder jener Problematik interessiert, dem sei das im Akademie-Verlag erschienene Buch "Tenside" von G. Gawalek wärmstens empfohlen.

Schüler zum Lehrer:

"Was ist noch mal schnell Vakuum?"

Grübelnd:

"Ich hab's ja im Kopf, aber ich komm jetzt nicht drauf..."

Wohl jeder hat sich schon einmal Gedanken darüber gemacht, warum es eigentlich zweierlei Geschlechter gibt. Jedoch wissen nur die wenigsten eine befriedigende Antwort darauf. Davon kann man sich durch eine kleine Umfrage im Bekanntenkreis leicht überzeugen. Aber einen Grund muß diese in der Welt der Organismen so weit verbreitete - wenn auch nicht universelle - Erscheinung doch haben. Welcher könnte das sein?

Viele meinen, die Trennung der meisten Tier- und Pflanzenarten in zwei Geschlechter sei eine notwendige Voraussetzung für die Fortpflanzung oder Vermehrung. Daß das nicht richtig sein kann, ergibt sich aus folgender Tatsache:

Wie jeder weiß, sind manche Pflanzen in der Lage, sich durch Ableger zu vermehren, also ohne die Teilnahme eines Geschlechtspartners. Einzellige Pflanzen und Tiere, wie auch die Bakterien, vermehren sich oft über viele Generationen hinweg oder gar ausschließlich durch Teilung. Beim Wechseltierchen (*Amoeba proteus*), das an den meisten zoologischen Instituten ständig gezüchtet wird, ist überhaupt noch nie geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet worden. In der großen Klasse der Blaualgen, der immerhin rund 2000 Arten angehören, ist Sexualität ebenfalls unbekannt.

Bestimmte Tiere bilden zwar Eier, also die für das weibliche Geschlecht typischen Keimzellen; diese entwickeln sich bei ihnen aber ohne Befruchtung (sog. Parthenogenese oder Jungfernzeugung). So bestehen verschiedene Rüsselkäferarten ausschließlich aus Weibchen. Die Drohnen, d.h. die männlichen Honigbienen, entwickeln sich ebenfalls aus unbefruchteten Eiern.

Es zeigt sich also, daß für eine erfolgreiche Fortpflanzung keineswegs immer zwei verschiedene Geschlechter notwendig sind.

Verjüngungstheorie der Befruchtung

Schon gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts entwickelte der Zoologe OTTO BÜTSCHLI (1848-1920) eine an sich sehr plausible Hypothese, die geeignet schien, derartige Prozesse sowie das Phänomen der Sexualität überhaupt verständlich zu machen.

Bekanntlich altern alle mehrzelligen Organismen und haben nur eine begrenzte individuelle Lebensdauer - offenbar ein notwendiger biologischer Vorgang, den wir jedoch noch nicht voll verstehen. Organismen, die schon beträchtlich gealtert sein können, bringen junge Nachkommen hervor, die wieder die volle Lebensspanne der betreffenden Art vor sich haben. BÜTSCHLI glaubte nun, die hierfür notwendige Verjüngung erfolge irgendwie durch den Befruchtungsprozeß (sog. Verjüngungstheorie der Befruchtung). Diese Hypothese wird durch die Beobachtung gestützt, daß in vielen Einzellerkulturen, die sich zahlreiche Generationen lang ausschließlich durch Teilung vermehren, sich allmählich die Teilungsrate vermindert oder andere Degenerationerscheinungen auftreten. BÜTSCHLI meinte, es handle sich hierbei um einen dem Altern der Mehrzeller vergleichbaren Prozeß, der - wie bei diesen - nur durch einen Kopulationsakt rückgängig gemacht werden könnte. Später gelang es aber durch verbesserte Kulturbedingungen, verschiedene Einzeller über erhebliche Zeiten hinweg bei ausschließlich ungeschlechtlicher Vermehrung zu erhalten, ohne daß eine Depression zu beobachten war.

Den Strudelwurm *Stenostomum* und den Süßwasserpolypen (*Hydra*), die regelmäßig Knospen bilden, die sich von ihnen loslösen und sich zu einem neuen Polypen entwickeln, konnte MAX HARTMANN (1876-1962) jahrelang ausschließlich ungeschlechtlich fortpflanzen.

Es gibt also Organismen, die ohne Mitwirkung von Geschlechtsprozessen ständig Nachkommen hervorbringen können. Das gilt auch für solche Arten, bei denen Sexualität normalerweise

vorkommt (wie Stenostomum, Hydra, Paramecium u.a.). Die schöne Hypothese BÜTSCHLI's ist also falsch, und die Sexualität muß eine andere Funktion haben als die der Verjüngung.

Sexualitätshypothese

HARTMANN hielt die Sexualität für eine ganz allgemeine Eigenschaft der lebenden Substanz. Jede Zelle soll nach ihm die Anlagen für beide Geschlechter enthalten, die sog. bisexuelle Potenz. Indem auf Grund äußerer oder innerer Einflüsse entweder die eine oder die andere Tendenz die Oberhand gewinnt, entstehen männliche oder weibliche Zellen oder Organismen - Sexualitätshypothese. Diese Hypothese soll hier nicht näher erläutert werden. Sie ist nicht unwidersprochen geblieben. Aber ob sie nun richtig oder falsch - einen Mangel hat sie auf jeden Fall: Sie erklärt weder, woher die bisexuelle Potenz stammt, noch welche biologische Funktion sie und ihre Folgen (nämlich Zweigeschlechtigkeit und Kopulation von Gameten) haben.

Amphimixislehre

Wir wollen uns daher gleich einer dritten Theorie zuwenden, der Amphimixislehre von AUGUST WEISMANN (1834-1914), die als einzige in der Lage ist, unsere Frage zu beantworten. Nach WEISMANN liegt der Zweck der Befruchtung im Verschmelzen zweier verschiedener "Keimplasmen". Die Trennung der Organismen in zwei Geschlechter dient nur dazu, verschiedene Keinzellen zu erzeugen, die miteinander verschmelzen können.

Diese Theorie soll hier gleich in ihrer modernen Form vorgestellt werden. WEISMANN's Keimplasma ist mit dem heute verwendeten Begriff Genom identisch. Wir verstehen darunter die Gesamtheit der Erbanlagen (Gene) eines Organismus. Diese Gene befinden sich in den Kernschleifen (Chromosomen) des Zellkerns, wo sie wie Perlen an einer Schnur hintereinander angeordnet sind. Durch seine Gene sind die Entwicklungsmöglichkeiten eines Organismus weitgehend festgelegt. Eine Nebelkrähe wird deshalb eine Nebelkrähe, weil die Gene ihrer Zellkerne "Nebelkrähengene" sind.

Warum müssen nun aber die Erbanlagen verschiedener Nebelkrähen - und aller übrigen sich geschlechtlich fortpflanzenden Organismen - durch Befruchtung der Eier immer wieder vermischelt werden?

Sexualität begünstigt Anpassung

Es wäre natürlich denkbar, daß sich auch Krähen durch Eier fortpflanzen, deren Genome mit dem ihrer Mutter vollkommen identisch sind - so wie die Jungen der schon erwähnten parthenogenetischen Rüsselkäfer ihren Müttern erbgleich sind. Die jungen Krähen würden dann ebenso gut im Lebenskampf bestehen können wie ihre Mütter oder alle übrigen entfernteren Vorfahren, die ja ebenfalls einen ganz ähnlichen Genotyp hatten wie sie. Diese Form des Übertragens der Erbsubstanz wäre auch sicher recht vorteilhaft - allerdings nur, solange keine einschneidenden Umweltveränderungen eintreten. Diesen muß sich jede Art anpassen, indem sie ihren Genbestand ändert. Solche Veränderungen werden durch den Befruchtungsprozeß begünstigt. Darin liegt seine Bedeutung!

Wie ist das möglich? Erbanlagen sind im allgemeinen recht beständig. Jedoch können durch Mutationen (sprunghafte Veränderungen im Erbmaterial) neue Anlagen entstehen, die irgendwelche Nachteile mit sich bringen. Von den an sich schon sehr seltenen Mutationen sind also wiederum nur sehr wenige vorteilhaft. So geschieht es höchst selten, daß eine Mutation eine erfolgreiche Anpassung an eingetretene Umweltänderungen hervorruft. Die Zeiträume wären aber dafür viel zu groß. Die Befruchtung eröffnet nun die Möglichkeit der Neukombination von Allelen (so nennt man die verschiedenen Zustandsformen eines Gens), die unter Umständen sehr rasch geschehen kann. Die Träger des besten Allels werden daher die mit den weniger günstigen Anlagen durch natürliche Auslese immer wieder verdrängen.

Universelles Prinzip: Befruchtung und Reduktionsteilung

Wie ist es aber möglich, daß in jeder Generation zwei Genome miteinander verschmelzen, ohne daß sich nach wenigen Genera-

tionen astronomische Zahlen von Genen in den Zellkernen anhäufen? In jeder Generation wird die Chromosomenzahl wieder auf die Hälfte reduziert. Bei allen höheren Tieren erfolgt eine sog. Reduktionsteilung (Meiose) unmittelbar vor der Keimzellbildung. Sie haben daher zwei Chromosomensätze in ihren Zellkernen (einen vom Vater, den anderen von der Mutter). Solche Organismen bezeichnet man als diploid, die Keimzellen mit nur einem Chromosomensatz als haploid. Der Befruchtungsprozeß und die Reduktionsteilung müssen also immer zusammenwirken.

Die Zusammensetzung des Genoms eines Organismus wird durch den Allelgehalt der beiden Keimzellen bestimmt, aus denen er hervorgeht. Es ist aber nicht vorhersagbar, welche Erbanlagen eine bestimmte Keimzelle bei der Reduktionsteilung erhalten wird. Beim Menschen, der 23 Chromosomenpaare pro Körperzelle besitzt, sind das 2^{23} - also mehr als 8 Millionen - verschiedene Möglichkeiten für den Chromosomenbestand eines Eies. Bei ständig ungeschlechtlicher Fortpflanzung wäre diese Vielfalt nicht möglich.

Daß heute trotzdem noch Organismen existieren, die sich ungeschlechtlich fortpflanzen, ist nicht erstaunlich angesichts der Tatsache, daß unsere gegenwärtige Organismenwelt sich aus Arten unterschiedlichster Organisationsniveaus zusammensetzt. Bei niederen Organismen (z.B. Blaualgen) wird die Mutation und Selektion von Genotypen, die für eine erfolgreiche Anpassung notwendig sind, durch deren vergleichsweise riesige Organismenzahlen und rasche Generationsfolge erleichtert.

Warum zwei Geschlechter?

Wir haben also jetzt eine Antwort darauf gefunden, warum fast im ganzen Organismenreich Keimzellen gebildet werden, die miteinander verschmelzen. Wir wissen aber noch nicht, warum es männliche und weibliche Keimzellen sowie männliche und weibliche Organismen gibt. Müßte nicht die Verschmelzung zweier Zellen von gleichem Bau und Verhalten zu dem gleichen Resultat führen wie die Verschmelzung von Spermium und Ei? Es gibt in der Tat bei vielen niederen Organismen gleichgestaltete Isogameten. Wir kennen sie zum Beispiel von Chla-

mydomonas eugametos (Abb.). Eine offene Frage ist wohl noch, ob es auch Organismen gibt, bei denen jeder dieser Isogameten mit jedem anderen verschmelzen kann, wie es bei der Flagallatengattung *Polytoma* der Fall zu sein scheint. In der Regel werden zwei verschiedene Typen von Isogameten gebildet, und nur Keimzellen unterschiedlichen Typs können miteinander kopulieren. Bei vielen Einzellern und allen höheren Organismen ist eine mehr oder weniger deutliche Differenzierung der

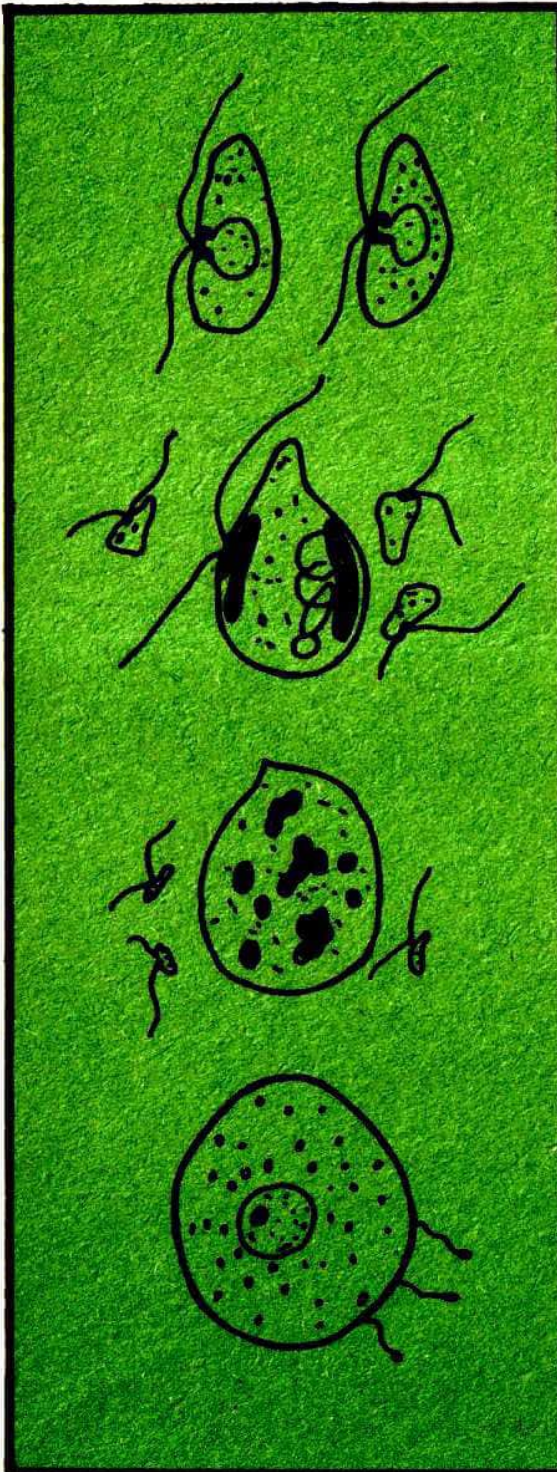


Abbildung:

Der Übergang von gleichgestalteten Keimzellen (Isogamie) zu verschieden gestaltigen (Anisogamie) ist in den verschiedenen Tier- und Pflanzengruppen unabhängig erfolgt. Hier sind einzelne Stadien dieses Vorganges bei den Braunalgen dargestellt:

- a Isogameten bei *Styctiophon*
- b,c Anisogamie bei *Neoderma* und *Cutleria*
- d Bei *Dictyota* sind typische Eizellen und Spermien vorhanden.

(Nach Laviolette und Grasse, 1971)

Keimzellen in Bau und Verhalten zu beobachten. Die trägen, nährstoffreichen Keimzellen werden als weiblich, die aktiven, nährstoffarmen als männlich bezeichnet. Je nährstoffreicher die Keimzellen aber sind, desto weniger können gebildet werden und desto weniger beweglich sind sie. Das verringert die Chance ihres Zusammentreffens. Daher sind die männlichen Keimzellen nährstoffarm und beweglich, um eine maximale Anzahl entwicklungsfähiger Zygoten herbeiführen zu können.

Eine Folge dieser schon bei den Einzellern eingetretenen Differenzierung ist dann häufig die mehr oder weniger unterschiedliche Ausbildung der Individuen, die die verschiedenen Keimzellen hervorbringen (Zweigeschlechtlichkeit).

Das Leben auf unserer Erde ist durch die Erscheinung der Sexualität ungemein vielgestaltig und viel komplizierter geworden, als man bei der im ganzen Organismenreich relativen Gleichförmigkeit ihrer Grundprozesse (Befruchtung und Reduktionsteilung) vermuten kann.

Dipl.-Biol. Erich Lange, Bützow
aus: Wissenschaft und Fortschritt 26(23), 1976, 530-534 (gek.)

impuls - lexikon

Äquinoktium

Tagundnachtgleiche,

der Zeitpunkt, zu dem sich die Sonne während ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung im Schnittpunkt von Ekliptik und Himmelsäquator befindet. Zu diesem Zeitpunkt sind für alle Orte der Erde Tag und Nacht gleich lang. Das Frühlingsäquinoktium fällt ungefähr auf den 21. März (Frühlingsanfang), das Herbstäquinoktium etwa auf den 23. September (Herbstanfang).

Die beiden Punkte auf der Ekliptik, in denen sich die Sonne während der Äquinoktien befinden, sind die Äquinoktialpunkte, zum Frühlingsanfang der Frühlingspunkt oder Widderpunkt, zum Herbstanfang der Herbstpunkt oder Waagepunkt.

Infolge der Nutation und Präzession der Erde verschieben sich diese Punkte auf der Ekliptik im Laufe der Zeit.



Ich möchte auf die unter der Rubrik "Leserpost" veröffentlichten Meinungen eingehen: Hier wurde geschrieben, daß einige Beiträge "zu hoch" seien. Das finde ich überhaupt nicht! Wenn man etwas nicht versteht, wird man doch dazu gezwungen, sich mit diesen Dingen etwas näher zu befassen. Es gibt genügend Nachschlagwerke und spezifische Literatur, worin man sich Aufschluß über Nichtverstandenes holen kann. Das trägt wesentlich zur Allgemeinbildung bei und erweitert das Wissen auf Spezialgebieten.

Natürlich scheinen kürzere Beiträge besser anzusprechen, aber unter der Kürze könnte wiederum die Verständlichkeit leiden.

Das Ganze wie das URANIA-Mosaik zu gestalten, finde ich nicht richtig. Denn das trägt nur informatorischen Charakter.

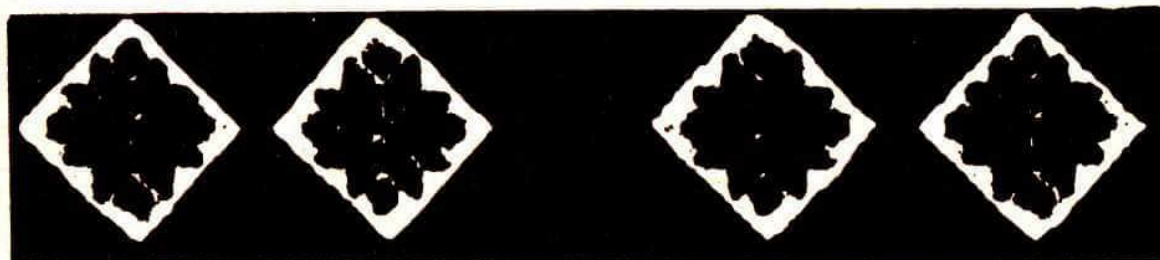
Vielleicht könnten Sie die einzelnen Sektionen der FSU Jena einmal etwas näher in ihrer Entwicklung und ihrem Aufgabenbereich beleuchten.

Es besteht sicher auch die Möglichkeit, die optische Ausgestaltung noch zu verbessern, indem z.B. besonders wichtige Formeln durch unterstreichen oder Einkästeln hervorgehoben werden.

Ansonsten finde ich die Zeitschrift sehr interessant und lehrreich.

Mit freundlichen Grüßen

K. Vogler



Nun, wer hat nicht auch eine, wenn auch gegensätzliche Meinung zur Gestaltung, zum Inhalt oder zu den "hohen" Anforderungen, die zu schreiben und veröffentlichen es sich lohnt?

Wir fordern alle Leser auf, offen ihre Gedanken zu "impuls 68" zu schreiben; die entstehende Leserdiskussion dürfte interessant werden!

Die Redaktion

MOSAİK

Leben nach klinischem Tod

An einer Universität in Atlanta, Georgia, wurden Hunde in einen von den Forschern als "klinisch tot" bezeichneten Zustand tiefer Unterkühlung gebracht, indem sie 2 Stunden lang blieben. Nach ihrer Erwärmung und Wiederbelebung blieb keine Schädigung des Herzens, des Gehirns oder irgendeines anderen Organs zurück.

Das Gehirn des Menschen kann bei Tiefkühlung oder sonst bei "klinischem Tod" nicht länger als etwa 5 Minuten ohne sauerstoffspendende Blutzufuhr bestehen. Auch bei einer gelungenen Wiederbelebung kommt es zu einer dauernden Schädigung des Gehirns, dauert dieser Zustand auch nur Minuten länger.

Die Kühltechnik der Versuche an den Hunden - allmähliche Abkühlung auf 5 °C, indem die Tiere in Eis gepackt und das Blut durch eine auf Eiswasserabkühlung eingerichtete Herz-Lungen-Maschine gepumpt wurde; Stoppen der Blutzirkulation; nach 2 Stunden "klinischen Todes" allmähliches Ingangbringen der Blutzirkulation und des Blutdrucks - kann nach Ansicht der Forscher auch auf den Menschen übertragen werden, was einen großen Fortschritt für die Chirurgie am Menschen bedeuten würde.

Schon heute erniedrigen manche Chirurgen in den USA und in Japan die Körpertemperatur des Patienten etwas, da auf diese Weise eine Verlangsamung der Blutzirkulation, eine Abnahme aller Stoffwechselfvorgänge und eine Erniedrigung aller physiologischen Funktionen im Körper erreicht wird.

Haarausfall durch Fasten

Eine starke Einschränkung der Jouleaufnahme kann neben der Massereduzierung einen massiven Haarverlust zur Folge haben. Als Ursache des Haarausfalls wird nicht der Masseverlust an sich, sondern die drastisch eingeschränkte Jouleaufnahme angenommen, da sich nach Normalisierung der Joulezufuhr nach und nach auch der Haarwuchs normalisierte.

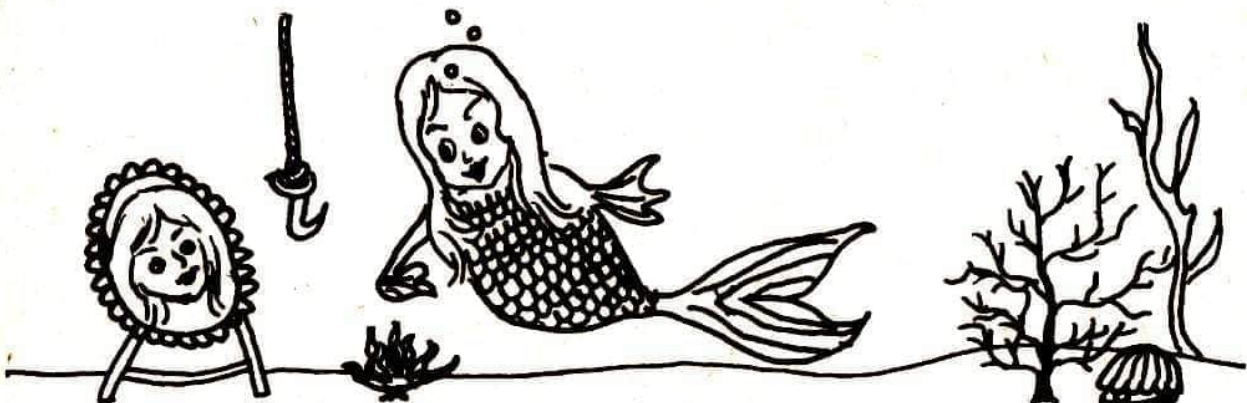
Psychologie und Patentwesen

Auf Eitelkeit, Neid bzw. Rivalität der Fische baut der Erfinder eines Angelköders mit Spiegel nach USA Patent 1180753 (1915)). Darin wird die Anziehungskraft des Köders für den Fisch mittels eines speziellen Spiegels erhöht. In der Patentschrift lesen wir u.a.:

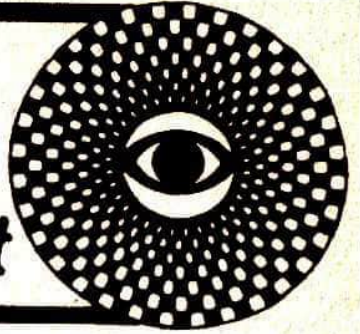
"Der Spiegel bedingt jedoch aus folgenden Gründen eine besondere Wirksamkeit des Köders: Sieht ein männlicher Fisch sein Bild im Spiegel, so hat er den Eindruck, als komme von der entgegengesetzten Seite ein anderer Fisch mit der Absicht, den Köder zu fressen. Dadurch wird nicht nur sein kämpferischer Geist wachgerufen, sondern auch sein Neidgefühl, und er wird rasch nach dem Köder schnappen, um seinem sich nähernden Rivalen zuvorzukommen. Ist zu unterstellen, daß der Fisch ein Feigling ist, so kann der Spiegel konvex ausgebildet sein, ... so daß ihm der Gegner kleiner erscheint.

Handelt es sich dagegen um einen weiblichen Fisch, so ist die Anziehungskraft eines Spiegels zu bekannt, als daß dies noch näher erläutert werden müßte.

So spricht der Köder in jedem Fall die Passionen beider Geschlechter an, wodurch er sehr sicher und zuverlässig wirkt."



DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Energetik des Westens: Probleme bleiben

Von Boris Ratschkow

gekürzt aus: "Neue Zeit - Wochenblatt für Politik",
Nr. 17 April 1977

Trotz der gestiegenen Rolle des Staates, trotz der Monopolisierung von Produktion und Absatz der meisten Erzeugnisse durch Großmonopole bleibt der Markt der wichtigste "Regulator" der kapitalistischen Wirtschaft. Nachfrage und Angebot bestimmen, wie hoch die Preise, inwiefern die Investitionen in einem Zweig rentabel bzw. verlustbringend sind. Die Gesetze des Marktes brechen sich doch trotz aller Versuche Bahn, die Preise den Interessen einzelner Staatengruppen oder Monopolvereinigungen anzupassen. Deshalb muß man sich im Westen nunmehr wohl oder übel damit abfinden, daß eine Tonne Erdöl, früher ungefähr so teuer wie eine Flasche Whisky, heute beinahe soviel kostet wie eine Tonne erstklassigen Weizens.

Der Westen gibt jetzt die negativen Folgen der Einstellung, Erdöl sei billig, zu. In der Botschaft des US-Präsidenten an den Kongreß zu Fragen der Energiewirtschaft wird betont: Die früheren niedrigen Ölpreise "führten zur übermäßigen Anwendung von Erdöl und -gas als Brennstoff, nicht etwa von Kohle, an der wir ausreichende Vorräte haben. Die Folge ist eine verschwenderische und wenig effektive Öl- und Gasnutzung.

Die westlichen Ökonomen begründen die Notwendigkeit der gegenwärtigen hohen Ölpreise mit folgenden Argumenten.

Erstens. Die Kosten der Prospektierung, Erschließung und Gewinnung von Erdöl unter komplizierten Naturbedingungen und mit Rücksicht auf die Umweltschutzregeln liegen etwa bei 60-70 Dol-

lar je Tonne. Um z. B. einen 10%igen Gewinn zu sichern, muß der Ölpreis auf dem Markt 6-8 Dollar höher sein als die Kosten. Folglich kann die Erkundung und Erschließung neuer Ölvorkommen (hauptsächlich in der Nordsee, auf Alaska, im Golf von Mexiko u. ä.) nur bei neuen Preisen rentabel sein.

Zweitens. Neben ungebundenem Erdöl und -gas gibt es eine Riesmenge von Öl- und Gasbrennstoff in gebundener Form (als Komponente von festem Brennstoffgestein: von Kohle, Bitumenschiefer und Sandstein). In der nichtsozialistischen Welt enthalten die Vorräte an solchem Muttergestein mindestens 400 Md. t Erdöl. Aber die Gewinnung flüssigen Brennstoffs (des sogenannten synthetischen Erdöls) aus festen Gesteinsarten und die Kohlevergasung sind noch teurer als das Aufsuchen und Erschließen neuer Lagerstätten von "fertigem" Erdöl und -gas. In den USA belaufen sich die Kosten der Erdölgewinnung aus Bitumenschiefer auf 60-180 Dollar je Tonne.

Drittens. Die westlichen Länder können grundsätzlich neue Energieträger (Atomkraftwerke, Sonnen-, Flut- und Ebbeenergie, Windenergie und die Wärme des Erdinneren) nur verwenden, wenn sie für Privatfirmen nicht minder rentabel sind als Erdöl und -gas.

Bei ihren Betrachtungen über eventuelle neue Energieträger geben die bürgerlichen Ökonomen zu, daß das vorläufig Zukunftsmusik sei. Die großangelegte Herstellung des synthetischen Öl- und Gasbrennstoffs sowie die Nutzung neuer Energieträger sind erst in 20-30 Jahren möglich. Die Ersetzung des gewöhnlichen Öl- und Gasbrennstoffes kommt überhaupt nicht früher als in einem halben Jahrhundert in Frage, d. h. nachdem die heute bekannten Vorräte erschöpft sind. Bei realer Einschätzung der nächsten Zukunft der Energiewirtschaft kommt man deshalb im Westen zu dem Schluß, daß es notwendig ist, rascher nach neuen Lagerstätten zu suchen, Erdöl und -gas viel sparsamer, Kohle dagegen viel mehr anzuwenden.

Die Verschwendung geht weiter

Der sparsame Umgang mit Erdöl und -gas ist eines der wichtigsten Anliegen der von den westlichen Ländern 1974 gegründeten Internationalen Energieagentur (IEA). Zur Förderung der Prospektierung neuer Brennstoffvorkommen empfahl sie ihren Teil-

nehmern, den Erdölpreis nicht unter 50-52 Dollar je Tonne sinken zu lassen. Diese untere Preisgrenze übersteigt die von 1973 um mehr als 100 % und soll die Rentabilität von Investitionen in jenen Lagerstätten garantieren, wo sich die Produktionskosten auf 40-45 Dollar je Tonne bemessen können.

Man sollte meinen, die Gründung der IEA habe ein neues Kapitel in der Erdölgeschichte des Westens eingeleitet. Doch die spätere Entwicklung führte erneut die Unfähigkeit des Kapitalismus vor Augen, der Energieprobleme Herr zu werden.

Vor allem haben bei weitem nicht alle IEA-Staaten die Chance, auf ihrem Territorium neue Lagerstätten zu entdecken. Deshalb erheben viele davon Einwände gegen die Einführung des unteren Preislimits. Aber selbst wenn ein solches Limit auch endgültig festgelegt wäre, würde es nach Ansicht von EG-Experten nicht ausreichen, um auch nur die Wiederbelebung der Kohleindustrie anzuregen.

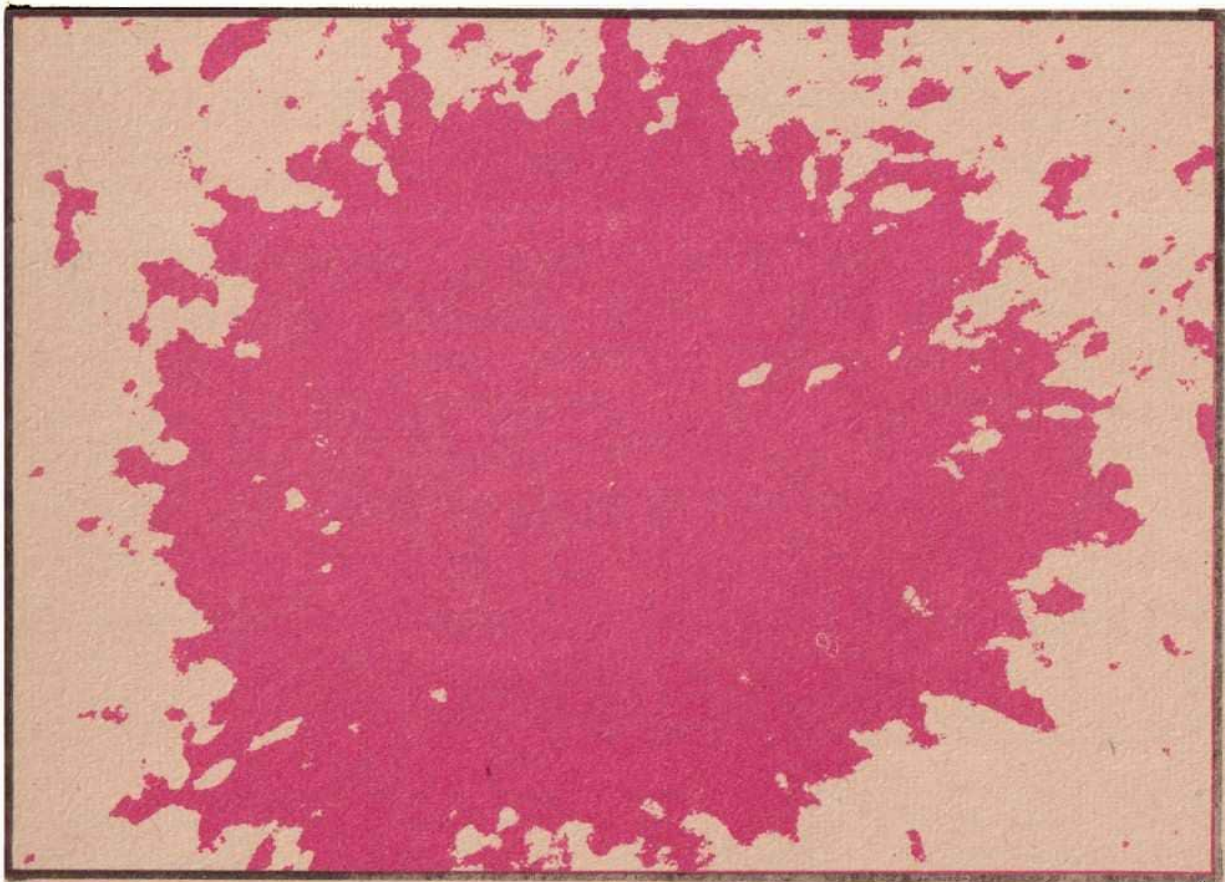
Darüber hinaus geht die Verschwendung, obwohl sich die IEA-Staaten zum sparsamen Energieverbrauch verpflichteten und in mehreren Ländern der Energieverbrauch rationiert wurde, weiter. Laut New York Times werden die USA auch 1977 mehr Erdöl "durch den Schornstein jagen", als sie aus anderen Ländern einführen. Ende 1976 kritisierte das Europäische Parlament scharf die Energiepolitik des Gemeinsamen Marktes, dessen Staaten keine wirksamen Maßnahmen zur Entwicklung von Erdölsubstituten, zur sparsamen Treibstoffnutzung und zur Entwicklung der Atomenergie getroffen haben.

Warum wird denn weiter verschwendet, wo die Energieprobleme doch so akut sind? Alle Versuche, die Brennstoffkrise zu überwinden, werden durch die Anarchie der kapitalistischen Produktion, durch die Profitsucht der Monopole, und sei es auf Kosten der nationalen Interessen, zunichte gemacht. Als die Energiekrise 1973-1974 wieder aufflackerte, ging der Automobilbau z. B. zur Produktion von mittleren und Kleinwagen über, jetzt aber schmeißen die US-Autokonzerne ihren Kunden erneut Straßenkreuzer nach. "Zurück zu den Benzinfrassern!" meint dazu die Financial Times (London). In nicht geringeren Mengen als früher werden Erdöl und -gas in den Heizkesseln von Industriebetrieben und Wohnhäusern verbrannt, da der Übergang zu weniger knappen Brennstoffen die Unternehmer und Hausbesitzer zu Ausgaben für neue Ausrüstungen gezwungen hätte.

Haltung der OPEC-Länder

Die Erdölstaaten der dritten Welt, die, wie man meinen sollte, doch vor allem daran interessiert wären, daß der Westen mehr Erdöl und -gas verbraucht, beginnen heute, mit ihren Energie-ressourcen sparsamer umzugehen.

In den OPEC-Ländern sind über 80 % der prospektierten Erdölvorräte der nichtsozialistischen Welt konzentriert. Zwischen 1971 und 1975 nationalisierten diese Staaten die meisten Konzessionen der westlichen Monopole und machten so dem Raubbau an ihren Naturreichtümern ein Ende. Da diese Vorräte nicht aufzufüllen sind, führen sie höhere Exportpreise für das Erdöl ein. Ab Januar 1977 erhöhten die meisten OPEC-Länder die Ölpreise um weitere 10 % (Saudi-Arabien und die Vereinigten Arabischen Emirate um 5 %).



Sonnenfleckenkern mit deutlich sichtbarer Granulation



Das sichert den Besitzern des Erdöls den größten Teil der Gewinne aus seinem Verkauf. Nach Schätzungen westlicher Ökonomen stieg der Reingewinn aus dem Verkauf von Erdölprodukten, die aus einer Tonne Erdöl gewonnen wurden, zwischen 1973 und 1975 von 76 auf 147 Dollar. Erhielten die OPEC-Staaten früher nur 17 Dollar von dieser Summe, so haben sie jetzt 84 Dollar. Somit ist ihr Anteil an den Einkünften aus dem Erdöl von 22 auf 57 % gestiegen, der Anteil der westlichen Monopole und Staaten aber von 78 auf 43 % gesunken.

Wenn die OPEC-Länder die Exportpreise heraufsetzen, so gehen sie natürlich von ihren eigenen Interessen aus und wollen, daß der Westen die Nutzung ihrer Naturschätze angemessener bezahlt. Einige Erdölländer vertreten den Standpunkt, Erdöl und Erdgas dürfen, da ihre Vorräte nicht wiederherzustellen sind, nicht in Heizkesseln und Triebwerken verbrannt, vielmehr können sie mit größerem Nutzen für die Produktion von Chemieartikeln verwendet werden. Diese Staaten bauen ihre eigene Industrie zur Öl- und Gasverarbeitung und ihre eigene Chemie auf und sind bestrebt, ihre Wirtschaft zu diversifizieren.

Der Einfluß der OPEC auf den kapitalistischen Ölmarkt läßt eine Rückkehr zu den Zeiten nicht zu, da das Kartell der sieben größten Ölmonopole die Rohstoffreichtümer aus den Staaten der dritten Welt zu monopolistischen Schleuderpreisen in den Westen beförderte. Dank diesem Einfluß wird das Problem einer sparsamen Brennstoffverwendung im Westen nicht von der Tagesordnung abgesetzt. Objektiv schafft das Voraussetzungen dafür, daß der Weltmarkt eines für die Wirtschaft aller Länder so wichtigen Rohstoffes wie Erdöl und -gas im Interesse sowohl der importierenden als auch der exportierenden Länder stabilisiert wird.

////////////////////////////////////

Beschreibung des Fotos auf der Rückseite

Elektronenmikroskopische Aufnahme der geätzten Bruchfläche eines Bariumborosilikat-Trübglasses. Die Bruchfläche wurde dabei vor der Präparation nach der Pt/Ir/C-Abdruckmethode kurzzeitig in verdünnte HNO_3 getaucht. Im Bild ist die stark differenzierte Löslichkeit der verschiedenen Glasphasen deutlich zu erkennen. Dies ermöglicht unter anderem qualitative Aussagen über deren chemische Zusammensetzung.

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

physikaufgabe

37

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

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.

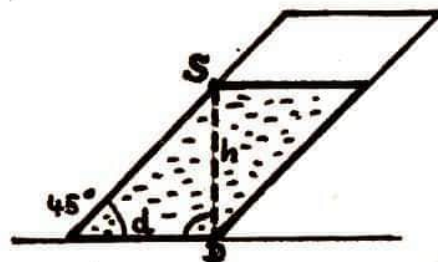
lösung der aufgabe 31 aus heft 10/11.jg. aufgabe:

Ein schiefer Hohlzylinder, der auf einer horizontalen Unterlage steht, wird mit Wasser gefüllt. Bis zu welcher Höhe h kann der Zylinder gefüllt werden, ohne daß er umkippt ?

lösung:

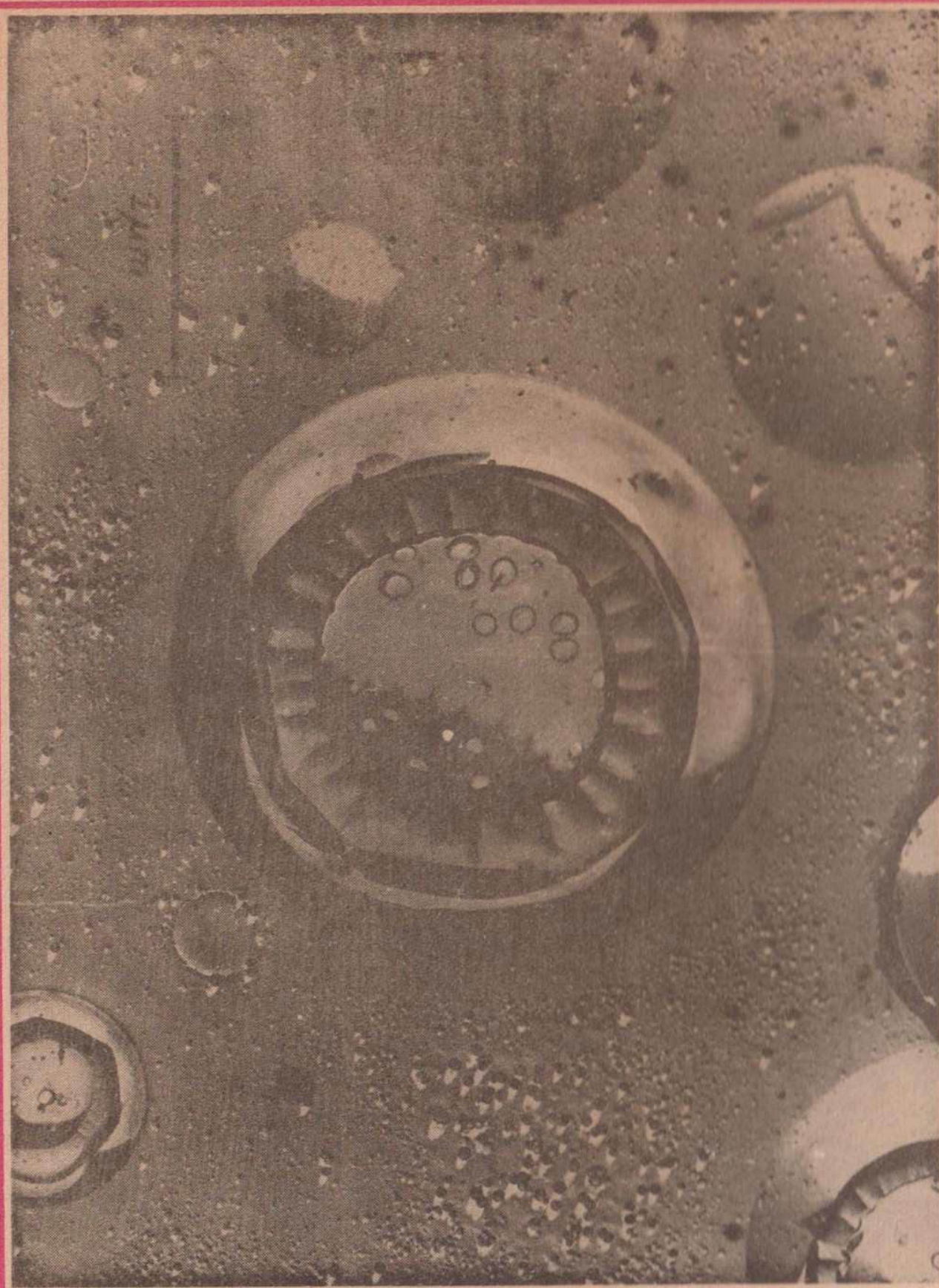
Auf Grund der geringen Eisenderzahl lösen wir diese Aufgabe selbst.

Damit der Zylinder nicht umkippt, darf sein Schwerpunkt nicht über der Verlängerung der Grundlinie außerhalb des Zylinders liegen. Betrachtet man den Grenzfall, so liegt S (der Schwerpunkt) gerade über dem Punkt D . Damit wird die vorher abgebildete Schnittfigur (ein Parallelogramm) zu einer Figur, die man sich als zwei aneinandergesetzte kongruente und rechtwinklige Dreiecke denken kann. Die gemeinsame Seite beider Dreiecke ist gerade die Höhe h . Da zwei Winkel und eine Seitenlänge gegeben sind, läßt sich h wie folgt berechnen:



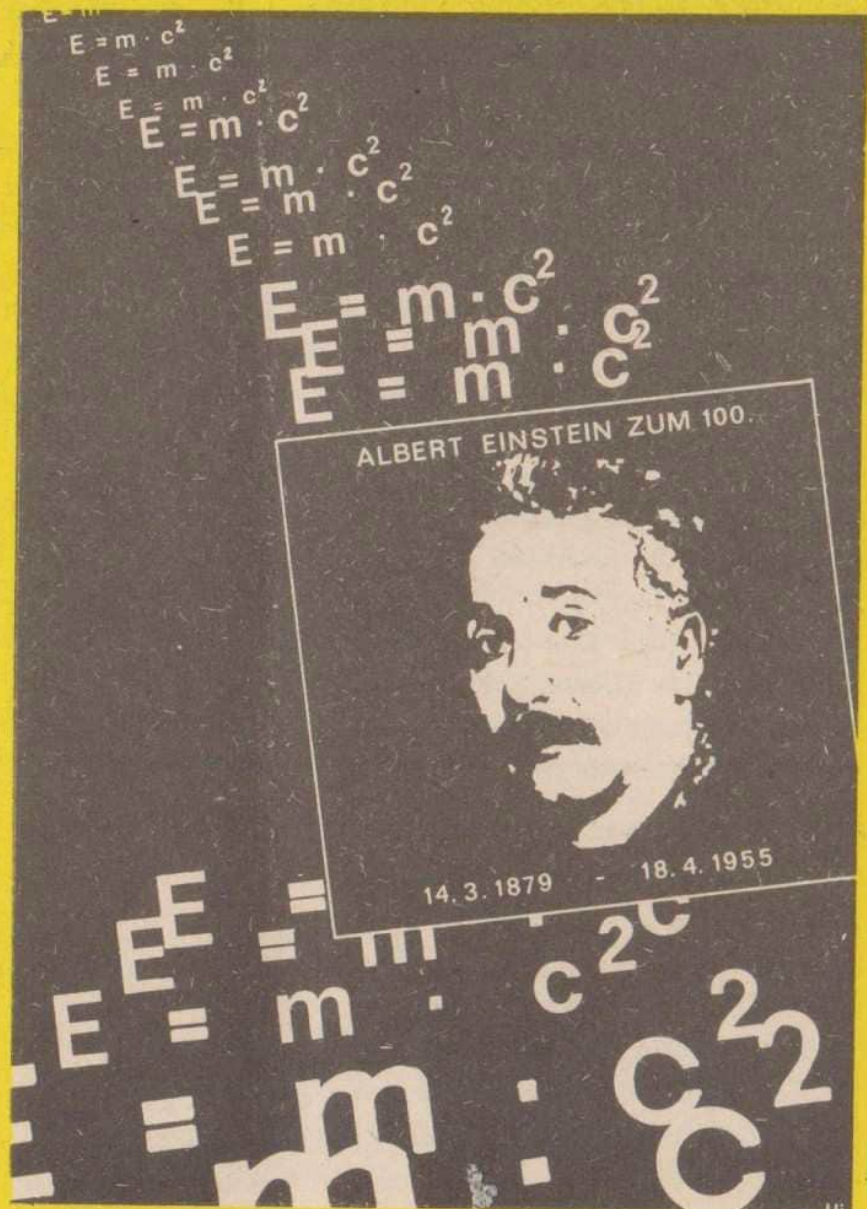
$$\tan 45^\circ = h/d \quad h = \tan 45^\circ \cdot d = 1.20 \text{ cm} = \underline{\underline{20 \text{ cm}}}$$

Der Zylinder darf also höchstens bis zu einer Höhe von 20 cm gefüllt werden, ohne daß er umkippt.



impuls 68

7



ALBERT EINSTEIN



Revolutionär der Wissenschaft



Überwindung
der Ätherhypothese



Spezielle Relativitätstheorie



Allgemeine Relativitätstheorie



Relativitätstheorie und
Kosmologie



Experimentelle Tests



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

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

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

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

Albert Einstein zum 100. Geburtstag	3
Albert Einstein – Revolutionär der modernen Naturwissenschaft	5
Literatur über die Relativitätstheorie	10
Die Bedeutung des Michelson-Experiments für die Überwindung der Ätherhypothese	11
Grundgedanken zur Speziellen Relativitätstheorie	17
Was ist Allgemeine Relativitätstheorie	25
Der Einfluß der Relativitätstheorie auf die Kosmologie	33
Experimentelle Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie	39
Physikaufgabe 38, Lösung Nr. 32	47

Heft 7 gestaltet von: V. Masurat und W. Hild

Redaktionsschluß: 13. 12. 78

Albert Einstein zum 100. Geburtstag

Albert Einstein (1879 - 1955) hat der Menschheit mit der Schaffung der Relativitätstheorie - insbesondere der Allgemeinen Relativitätstheorie, die sein alleiniges Verdienst ist - ein Lebenswerk hinterlassen, das noch für Jahrhunderte die Entwicklung der Physik prägen wird. Auch seine Leistungen in der Quantentheorie der Strahlung und der Statistischen Physik sind einmalig.

Einsteins allgemein-relativistische Gravitationstheorie, die die Newtonsche Gravitationstheorie ablöste, gilt als die fundamentale Lehre von der Struktur von Raum und Zeit. Sie hat auch das Zeitalter der wissenschaftlichen Kosmologie eingeleitet.

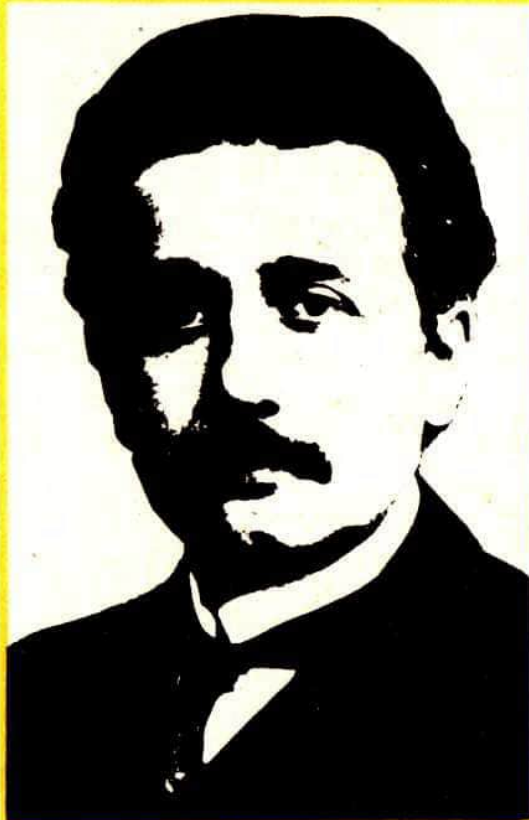
Mit seinen Eckpfeilern neuer wissenschaftlicher Erkenntnis: Spezielle Relativitätstheorie, Allgemeine Relativitätstheorie, Gravitationstheorie, Kosmologie, sowie mit seinem in die Zukunft weisenden Programm einer einheitlichen Feldtheorie der Materie leistete Einstein einen aus dem Spektrum der Jahrhunderte herausragenden, bleibenden Beitrag zur Physik. Die von ihm geschöpften Einsichten in die Dialektik der Natur sind auch außerordentlich relevant für die Philosophie und unser modernes wissenschaftliches Weltbild. Dadurch nimmt Einstein auch in der Geschichte der Naturphilosophie einen eminenten Platz ein.

Einstein ist uns ebenfalls als kämpferischer Humanist ein leuchtendes Vorbild: Er schuf nicht nur Großes in der Wissenschaft, sondern engagierte sich auch unerschrocken an vielen Brennpunkten der Weltpolitik. Er hatte einen scharfen, untrügerischen Blick für Unfreiheit, Unrecht und Unterdrückung. Frieden, Humanismus und Völkerverständigung waren seine politischen Grundpositionen. Deshalb sind gerade wir heute ganz besonders stolz auf diesen Großen, den wir mit Recht in der Reihe: Aristoteles, Galilei und Newton sehen.

Ich freue mich sehr darüber, daß die Schülerzeitschrift "impuls 68" zum 100. Geburtstag von Albert Einstein ein Sonderheft herausbringt, das im wesentlichen vom Wissenschaftsbereich Relativistische Physik gestaltet wird. Auf diese Weise wird die Persönlichkeit Einsteins auch unseren Schülern nahe gebracht.

Jena, Oktober 1978

Ernst Schmücker



Dieses Foto zeigt
Albert Einstein im Jahre 1911.
Während dieser Zeit
schuf er die
Allgemeine Relativitätstheorie,
die Lehre von
Raum, Zeit und Gravitation

Dr. Rainer Collier

Albert Einstein - Revolutionär der modernen Naturwissenschaft

Einer der größten Revolutionäre in der modernen Naturerforschung - Lenin nannte ihn einen "großen Neuerer in der Naturwissenschaft" - war der Physiker, Philosoph und kämpferische Humanist Albert Einstein. Sein Einfluß auf die Geistesgeschichte unseres Jahrhunderts ist von epochaler Bedeutung und nur vergleichbar mit den schöpferischen Leistungen von Copernicus, Galilei und Newton, den Begründern der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Die durch Einsteins fundamentale Erkenntnisse hervorgerufenen Umwälzungen unseres wissenschaftlichen Weltbildes greifen weit über die Grenzen der Physik hinaus in Fachdisziplinen wie Mathematik, Astronomie (Astrophysik, Kosmologie), Geologie (Geophysik) oder auch Philosophie und Erkenntnistheorie sowie viele Bereiche der Technik hinein. Sie kündeten das Entstehen einer in ihren Grundinhalten und ihrem Selbstverständnis radikal veränderten Naturwissenschaft an, die tiefer und gesellschaftlich relevanter als jemals zuvor in das Wechselverhältnis von Mensch und Natur hineinwirkt.

Albert Einstein wurde am 14. März des Jahres 1879 in Ulm als Sohn einer Kaufmannsfamilie geboren. Bis zum Jahre 1900 absolvierte er Schule und Studium in München bzw. Zürich. Besonders während seiner von Drill und autoritärer Unterrichtsführung gekennzeichneten Schulzeit entwickelte sich bei ihm eine das ganze Leben anhaltende Abneigung gegen alle Formen von Dogmatismus, Militarismus und Menschenverachtung.

In den Jahren 1902 bis 1909 erhielt Einstein eine Anstellung als Gutachter am Patentamt in Bern, seinem "weltlichen Kloster". Hier, allen finanziellen Sorgen enthoben, fand er die notwendige Zeit, um über seine in ihm aufkeimenden naturwissenschaftlichen Ideen gründlich nachzudenken. Aus dieser Zeit stammen wesentliche Grundüberlegungen, die, in der Folgezeit vertieft und umfassend ausgearbeitet, seinen wissenschaftlichen Weltruhm begründeten.

So führte (nach Vorarbeiten von Lorentz und Poincaré): Einsteins Spezielle Relativitätstheorie aus dem Jahre 1905 alle sich bis zu diesem Zeitpunkt vor den Physikern auftürmenden Schwierigkeiten, die im Zusammenhang mit der experimentell gesicherten universellen Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (Michelson-Morley-Experiment 1887) aufgetreten waren, einer genialen Lösung zu. Raum und Zeit waren von nun an (Minkowski 1908) zu einer vierdimensionalen dialektischen Einheit verschmolzen.

Max Planck, der bekannteste theoretische Physiker Deutschlands jener Jahre sagte in einer Reaktion auf diese Arbeit: "Wenn sich die Einsteinsche Theorie als zutreffend herausstellen sollte, wie ich es erwarte, wird er als der Kopernikus des 20. Jahrhunderts gelten!"

Die gesellschaftlich bedeutungsvollste Schlußfolgerung aus dieser Theorie war die Erkenntnis über die Äquivalenz von Masse (m) und Energie (E), zusammengefaßt in der berühmten Formel $E = mc^2$, wobei c^2 als Quadrat der Lichtgeschwindigkeit ein extrem großer Proportionalitätsfaktor ist. Dieses Forschungsergebnis stellt die Grundbeziehung für die Ausnutzung der Kernkräfte zum Bau von Kernreaktoren und Atombomben dar und hat damit Bedeutung für das Schicksal der gesamten Menschheit erhalten. Bis zu seinem Lebensende bedrückte es den tätigen Humanisten Einstein tief, daß er einer der Wegbereiter der Kernwaffe wurde. Niemals wurde er müde, seine Fachkollegen aufzufordern, die politische und gesellschaftliche Bezogenheit ihrer Arbeit zu erkennen.

Eine andere wichtige und originelle Arbeit aus dem Jahre 1905 ist Einsteins Einführung der Lichtquanten in die Physik. Dies war eine kühne Anwendung der Planckschen Hypothese des Wirkungsquantums h auf die elektromagnetische Strahlung und aus heutiger Sicht die Entdeckung des ersten Elementarteilchens ohne Ruhmasse, des Photons. Der Nachweis der Korpuskelstruktur des Lichtes gab später (1913) den Rahmen für den Erfolg des Bohrschen Atommodells, eines Vorläufers der Quantentheorie, ab. Hierfür erhielt Einstein im Jahre 1921 den Nobelpreis.

Bereits 1905 begann Einstein auch erste Überlegungen zur Einbeziehung der Gravitation in seine neue Raum-Zeit-Lehre anzustellen. Dabei bemerkte er schon 1907, daß der Schlüssel zum

Problem in einem bisher nicht gedeuteten experimentellen Fakt liegen muß, in der exakten Äquivalenz von träger und schwerer Masse.

Nach seiner Promotion (1905) und Habilitation (1908) wurde er in den Jahren 1909 bis 1913 Professor für Theoretische Physik an den Universitäten Zürich und Prag und folgte 1914 einem besonders von Max Planck unterstützten Ruf als Ordentliches Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften nach Berlin.

Hier vollendete er im Jahre 1915 seine Allgemeine Relativitätstheorie, die eine neue Lehre über den Zusammenhang von Raum, Zeit und Gravitation, von Geometrie und Physik begründete. Sie ist das vielleicht Höchste und Bewunderungswürdigste, das Menschengest je in der Naturwissenschaft geschaffen hat. In dieser Theorie, die bei fehlendem Gravitationsfeld die Spezielle Relativitätstheorie als Spezialfall enthält, ist die uns umgebende vierdimensionale Raum-Zeit gekrümmt, wobei das Maß der Krümmung u.a. von den im Raum verteilten Massen und Energien abhängt. Die Gravitationstheorie Newtons folgt in erster Näherung und neue, bis dahin nicht bekannte Naturerscheinungen konnten vorausgesagt und experimentell bestätigt werden. Die wichtigsten unter ihnen, die Periheldrehung der Merkurellipse, die Ablenkung eines Lichtstrahls an der Sonne, die Rotverschiebung der Lichtfrequenz im Schwerfeld der Erde, die Laufzeitverzögerung von Radarsignalen im Schwerfeld der Sonne, die Voraussage der Existenz von Gravitationswellen (an deren Nachweis heute mit höchster Präzisionsmeßtechnik gearbeitet wird) und die ersten wissenschaftlich begründeten Aussagen über den Bau des Weltalls als Ganzes machten die neue Gravitationstheorie für viele naturwissenschaftlich interessierte Menschen populär.

Als im Jahre 1919 nach der Rückkehr der englischen Sonnenfinsternisexpeditionen auf einer Sitzung der "Royal Society" der Präsident der englischen Akademie feierlich verkündete, daß der von Einstein auf der Basis seiner verallgemeinerten Gravitationslehre vorausgesagte Betrag der Lichtablenkung an der Sonne zutreffend ist, war eine wissenschaftliche Großtat ersten Ranges vollbracht: Erstmals war die Tatsache der Raumkrümmung durch das Experiment, durch eine astronomische Be-

obachtung, bestätigt worden.

Unser Bild von der Natur, vor über zwei Jahrtausenden in der Antike entstanden, in den folgenden Jahrhunderten in langwierigen, mühevollen Kämpfen gegen kirchliche Dogmen auf die Füße gestellt und zu einem wissenschaftlichen Naturbild gemacht, war mit einem Schlage radikal verändert, revolutionär erneuert und umfassend verallgemeinert worden. Erst jetzt offenbarte sich die dialektische Vielfalt und der tiefe Beziehungsreichtum unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes und ungeahnte neue Möglichkeiten der Beschreibung der Natur wurden sichtbar.

Schon vor 1933 hin und wieder von den nazistischen Horden seiner jüdischen Herkunft wegen angefeindet und von Rufmord bedroht, kehrte Einstein im Jahre 1933 von einer Vortagsreise in die USA nicht mehr nach Berlin zurück. Für den Rest seines Lebens ließ er sich in Princeton (USA) nieder, wo er noch über 20 Jahre mit wechselndem Erfolg an den Problemen einer einheitlichen Feldtheorie arbeitete.

Einsteins einzigartige Rolle als Vollender der klassischen Physik und Wegbereiter einer neuen Physik, der Quantenphysik, rückten ihn in den großen gesellschaftspolitischen und kriegerischen Auseinandersetzungen der Jahre 1914, 1917, 1945 immer wieder in den Brennpunkt öffentlichen Interesses. Unter bewußter Ausnutzung seiner wissenschaftlichen Autorität trat er stets unerschrocken, seiner humanistischen Grundhaltung entsprechend, für soziale Gerechtigkeit unter den Menschen und ein friedliches Nebeneinander der Nationen ein. Seine Weigerung, den berüchtigten Aufruf "An die Kulturwelt" von 93 deutschen Geisteswissenschaftlern bei Kriegsausbruch 1914 zu unterschreiben, seine Sympathie für das "russische Experiment" 1917, seine bereits 1933 ausgesprochene scharfe Verurteilung des nazistischen Regimes in Deutschland, sein nachdrückliches Eintreten für eine Ächtung der Atomwaffe und sein ständiges Warnen vor dem Mißbrauch der Ergebnisse der Wissenschaft zu menscheitsfeindlichen Zwecken (z.B. in seiner "Botschaft an die Intelligenz" 1948) sind beredte Zeugnisse dafür.

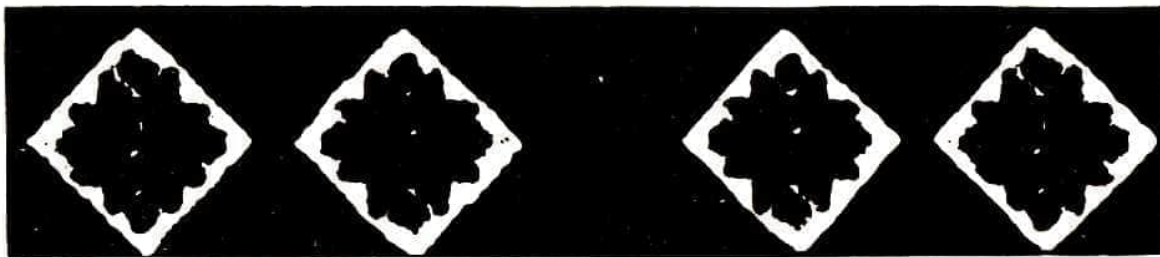
Am 18. April 1955 setzte der Tod dem bewegten und schaffensreichen Leben dieses Geistesriesen unseres Jahrhunderts ein Ende.

Unser Staat pflegt auf vielfältige Weise das wissenschaftliche und humanistische Erbe Albert Einsteins. Durch die konsequente und gründliche Vernichtung des gesamten militaristischen und faschistischen Apparates nach 1945 und den Aufbau einer sozialistischen Gesellschaftsordnung, in der das Wohl des Menschen im Mittelpunkt aller sozialen und politischen Anstrengungen steht, haben wir in der DDR die Leitideen der Einsteinschen humanistischen Grundhaltungen verwirklicht.

Einsteins wissenschaftliches Erbe pflegen heißt aber vor allem, die durch seine umwälzenden Ideen aufgeworfenen physikalischen und erkenntnistheoretischen Fragen aktiv und mit Engagement weiter zu verfolgen und zu neuen Antworten zu kommen. Dies wird in der DDR in zwei Zentren geleistet: an der Akademie der Wissenschaften, im Zentralinstitut für Astrophysik in Potsdam-Babelsberg unter Leitung von Prof. Treder und im Hochschulwesen an der Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena unter Leitung von Prof. Schmutzer.

Ein Höhepunkt unserer Ehrungen der Leistungen Albert Einsteins wird sein 100. Geburtstag am 14. März 1979 sein. Das von der Akademie der Wissenschaften gebildete Einstein-Komitee der DDR wird in einem Akademischen Festakt in Berlin das geniale Schöpfungstalent Albert Einsteins und die Ausstrahlungskraft seiner wissenschaftlichen und humanistischen Ideen würdigen.

Die Friedrich-Schiller-Universität Jena wird im Juli 1980 den 9. Internationalen Weltkongreß über Allgemeine Relativität und Gravitation (GR9) als wissenschaftlichen Höhepunkt und Abschluß der Einstein-Ehrungen in der DDR ausrichten.



"Das ewig Unbegreifliche an der Welt ist ihre Begreiflichkeit" (Albert Einstein)

Literatur über die Relativitätstheorie

1. Allgemeines

- Albert Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, WTB, Akademie-Verlag, Berlin 1977
- Albert Einstein: Grundzüge der Relativitätstheorie, WTB, Akademie-Verlag, Berlin 1977
- Horst Melcher: Relativitätstheorie allgemeinverständlich, Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1974
- Ernst Schmutzer: Relativitätstheorie aktuell - ein Beitrag zur Einheit der Physik, Teubner-Verlag, Leipzig 1979
- + Ernst Schmutzer: Relativistische Physik, Teubner-Verlag, Leipzig 1968

2. Spezielle Relativitätstheorie

- + E. Herlt, N. Salié: Spezielle Relativitätstheorie, WTB, Akademie-Verlag, Berlin 1978
- + Achilles Papapetrou: Spezielle Relativitätstheorie, Deutscher Verlag der Wissenschaften.

3. Allgemeine Relativitätstheorie

- + Hans Stephani: Allgemeine Relativitätstheorie, Berlin 1977

4. Kosmologie

- W.N. Komarov: Auf den Spuren des Unendlichen, Teubner-Verlag, Leipzig 1978, KNB Bd. 39
- G. Neugebauer: Relativistische Thermodynamik, WTB, Akademie-Verlag, Berlin (in Druck)
- J.B. Zeldovich, E. Schmutzer: Impuls 68, 11. Jahrgang, Heft 4/5

Die mit + gekennzeichneten Bücher verlangen bereits größere mathematische Vorkenntnisse.

Dr. Harald Funke,

stud. phys.

Ute Bargner

FSU/Physik

Die Bedeutung des Michelson- Experiments für die Überwindung der Ätherhypothese

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts war die Klassische Mechanik als eine der Grundlagen der Physik abgeschlossen. Mit der Aufstellung der Newtonschen Axiome waren alle mechanischen Erscheinungen in einfachen, gesicherten Grundgleichungen zusammengefaßt worden, und bei Anwendungen konnte man von ihnen ausgehen. Ganz anders war die Situation bezüglich der Vielzahl der bekannten elektrischen und magnetischen Erscheinungen. Erst im Jahre 1864 gelang es James Clark Maxwell, alle Ergebnisse der Elektro- und Magnetostatik und das Induktionsgesetz, das elektrische und magnetische Größen verknüpft, in wenigen Grundgleichungen, den berühmten Maxwell-Gleichungen, zusammenzufassen.

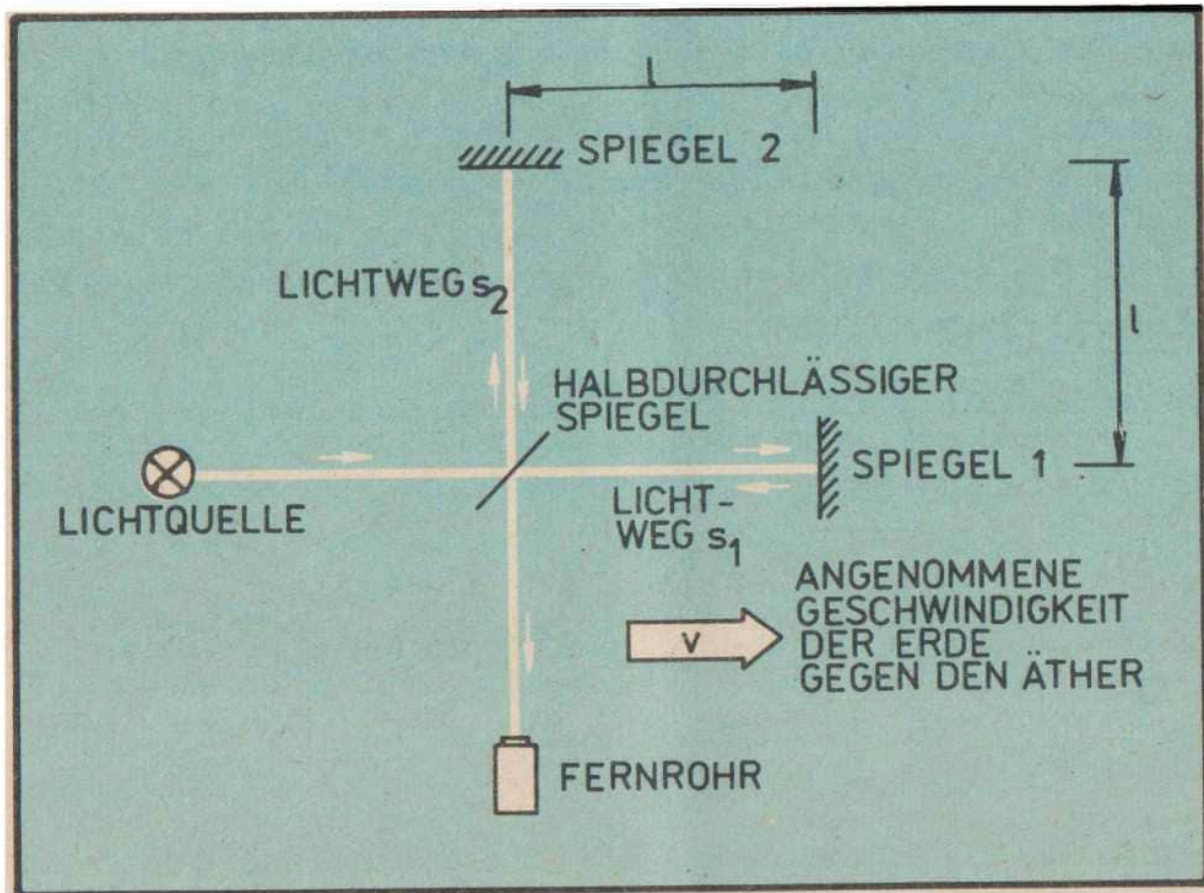
Der nächste Schritt nach der Aufstellung einer Theorie ist ihre Überprüfung in der Praxis, d.h., daß ihre Anwendung auf neue, nachmeßbare Ergebnisse führen muß. Die Maxwell-Gleichungen lieferten nun als Lösungen nicht nur die bekannten, sondern sagten auch ganz neue Arten von Feldern, die elektromagnetischen Wellen, voraus. Diese Felder sollten Energie transportieren und sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Erzeugung und Nachweis dieser Wellen gelang Heinrich Hertz 1886. Als kurz darauf klar wurde, daß Licht auch nichts anderes ist als ein elektromagnetisches Wellenfeld, war die Vereinigung mit der Optik vollzogen, und an der Richtigkeit der Maxwell-Theorie gab es keine Zweifel mehr.

Für die Physiker der Jahre nach 1886 entstand jedoch, in dialektischer Folgerichtigkeit, mit dem Nachweis der elektromagnetischen Wellen ein neues, folgenreiches Problem. Dazu ein paar Vorbemerkungen. Wellen waren schon in vielfältiger Weise bekannt, z. B. Schallwellen oder Wasserwellen. Eine Eigenschaft haben alle mechanischen Wellen gemeinsam. Sie sind an einen Träger gebunden (Luft, Wasser), in dem sich

die mechanischen Schwingungen als elastische Verformungen ausbreiten und Energie (z.B. Schallenergie) transportieren. Von einem so anschaulichen und bewährten Vorbild ausgehend hat man natürlich auch die elektromagnetischen Wellen interpretiert, und dringend erhob sich die Frage nach ihrem Träger, den man Äther nannte (Äther (griech.) - Himmelsluft). Da sich das Licht nach allen Beobachtungen im ganzen Weltall ohne Störungen ausbreitet, hatte sich bald der Ausdruck Weltäther eingebürgert. In den Jahren nach den Hertzschen Entdeckungen stand vor den Physikern die Aufgabe, den Äther nachzuweisen und seine Eigenschaften zu untersuchen. Hypothesen über den Äther bestanden schon früher, aber mit den elektromagnetischen Wellen hoffte man, ein Werkzeug zu besitzen, mit dem man seine bis dahin unmeßbaren Eigenschaften erforschen konnte. Besonders interessant war die Frage nach seinem Bewegungszustand und nach einem Bezugssystem, in dem der Äther ruht. Nun können wir nicht erwarten, daß ausgerechnet die Erde, die sich um die Sonne und mit dieser durch den Kosmos bewegt, in dem System des Weltäthers ruht. Die Frage nach dem Nachweis des Äthers ist also die Frage nach der Existenz von unterschiedlichen Ausbreitungseigenschaften des Lichtes in verschiedenen Richtungen. So wird sich eine Schallwelle, etwa ein kurzer Knall, in ruhender Luft kugelförmig ausbreiten, aber die Fläche der Druckwelle wird eine ganz andere, langgestreckte Form haben, wenn die Luft strömt. Ein ähnliches Verhalten des Lichtes, also der Nachweis irgendeiner Vorzugsrichtung der Lichtausbreitung, würde die Existenz eines Äthers als Träger elektromagnetischer Wellen bedeuten.

Wir wollen gleich vorwegnehmen, daß alle Versuche, den Äther nachzuweisen, scheiterten. Das eindrucksvollste und seiner Zeit schon mit guter Genauigkeit durchführbare Experiment zum Nachweis eines Weltäthers ist der Michelson-Versuch, dessen Grundidee wir nun beschreiben werden. Es soll die Translationsbewegung der Erde gegenüber dem ruhenden Äther nachgewiesen werden. Dazu nehmen wir an, daß der Äther existiert und führen von diesem Standpunkt aus das Experiment durch. Anschließend werden wir feststellen müssen, daß das Ergebnis, das wir von dieser Basis aus erwarten, mit dem experimentellen Befund unvereinbar ist.

Der Aufbau des Michelson-Interferometers wird in einer Skizze dargestellt.

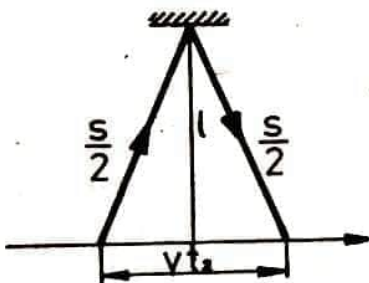


Ein Lichtstrahl fällt von der Lichtquelle auf einen halbdurchlässigen Spiegel, der einen Teil des Lichtes unter einem Winkel von 45° zum Spiegel 2 hin ablenkt und den anderen Teil zum Spiegel 1 hindurchläßt. Von den Spiegeln werden die Strahlen reflektiert. Sie treffen an dem halbdurchlässigen Spiegel wieder aufeinander und interferieren dort. Die Interferenzstreifen werden vom Fernrohr F aus beobachtet. Die ganze Apparatur bewege sich mit der Geschwindigkeit v , die wir in Richtung des Lichtweges 1 angenommen haben, gegen den Äther. Wir wollen die Laufzeiten der beiden Strahlen vergleichen.

Lichtweg s_1 : Die Geschwindigkeit des Lichtes (in der Vorstellung vor der Schaffung der Relativitätstheorie) ist in der einen Richtung $c + v$, in der anderen $c - v$.
 $c = 300\,000\text{ km/sec}$ ist die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit. Für die Zeit zum Durchlaufen des Weges 1 findet man folglich:

$$t_1 = \frac{1}{c+v} + \frac{1}{c-v} = \frac{2}{c} \frac{1}{1-v^2/c^2}.$$

Lichtweg s_2 : Bei der Berechnung von t_2 müssen wir beachten, daß sich die Wegstrecke s_2 senkrecht zum Äther fortbewegt.



$$s_2 = 2 \sqrt{l^2 + \left(\frac{vt_2}{2}\right)^2}$$

$$t_2 = \frac{s_2}{c} = \frac{2}{c} \sqrt{l^2 + \left(\frac{vt_2}{2}\right)^2}$$

Eliminiert man hieraus durch Quadrieren t_2 , so folgt:

$$t_2 = \frac{2l}{c \sqrt{1-v^2/c^2}}$$

Die Laufzeitdifferenz des Lichtes auf beiden Wegen beträgt:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2l}{c} \left[\frac{1}{1-v^2/c^2} - \frac{1}{1-v^2/c^2} \right].$$

Nun drehen wir die Apparatur um 90° . Die neuen Zeiten bezeichnen wir mit einem Strich. Wie eben ergibt sich:

$$\Delta t' = t_2' - t_1' = \frac{2l}{c} \left[\frac{1}{1-v^2/c^2} - \frac{1}{1-v^2/c^2} \right].$$

Die Drehung des Gerätes ist notwendig, um einen Nullpunkt für die Streifenverschiebung festzulegen, da man nicht mit $v = 0$, was Stillstehen der Erde bedeuten würde, beginnen kann. Die beiden Laufzeitdifferenzen Δt und $\Delta t'$ sind verschieden. Wenn man vor der Drehung ein Interferenzbild beobachtet (Die Einzelheiten seiner Entstehung sind für die Darstellung des Prinzips nicht notwendig), so wird nach der Drehung ein anderes, verschobenes Bild erscheinen. Die Verschiebung von Interferenzstreifen hängt von der Phasendifferenz der beiden Wellen ab. Die Phase einer Welle ist $\phi = 2\pi \nu t$, wobei ν die Frequenz und λ die Wellenlänge des Lichtes ist ($c = \nu \lambda$). Die Phasendifferenz nach der Drehung des Interferometers ist $\Delta\phi = 2\pi \nu (\Delta t - \Delta t')$. Wir wählen als Einheit der Streifenverschiebung eine Streifenbreite. Dasselbe Interferenzbild wie vor der Drehung würden wir vorfinden, wenn die Phasendifferenz gerade 2π betragen würde.

Damit haben wir als Maß für die Linienverschiebung in Streifenbreiten:

$$\Delta = \frac{\Delta \phi}{2 \pi} = v (\Delta t' - \Delta t) = \frac{4l}{\lambda} \left[\frac{1}{1-v^2/c^2} - \frac{1}{1-v^2/c^2} \right].$$

Wegen der ungeheuren Größe von c kann man sicher annehmen, daß $v^2/c^2 \ll 1$ gilt, und wir wenden die Näherungsformeln für kleine Größen ε an: $1/\sqrt{1-\varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$ und $1/1-\varepsilon \approx 1+\varepsilon$. Es folgt sofort:

$$\Delta = \frac{2l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}.$$

Der Versuch wurde seiner Bedeutung wegen sehr oft und zu verschiedenen Zeiten wiederholt. 1930 veröffentlichte Georg Joos die Ergebnisse seines in Jena durchgeführten Versuches, der, mit $l \approx 30$ m (durch mehrfache Reflexionen), $\lambda \approx 5\,000 \text{ \AA}$, $v \approx 30 \text{ km/s}$, eine Streifenverschiebung von $\Delta = 1$ geben müßte. Die Fehlergrenze seines Interferometers lag bei $1/1000$ der Streifenbreite. Es wurde auch mit diesem extrem genauen Experiment kein Effekt gefunden.

Die einzig richtige Schlußfolgerung ist, daß es keinen Äther gibt, und daß sich das Licht unabhängig vom Bewegungszustand des Beobachters mit der Geschwindigkeit c ausbreitet. Diese, anfangs etwas kurios wirkende, Aussage hat natürlich zu anderen Deutungsversuchen des Michelson-Experimentes unter Beibehaltung der Ätherhypothese geführt. Doch alle anderen, komplizierteren Modelle sind durch weitere Experimente, die man bei vollständiger Darlegung dem Michelson-Versuch zur Seite stellen müßte, widerlegt worden. Ihre Kenntnis ist aber zum Verständnis der Grundidee des Nachweises der Nichtexistenz des Äthers nicht notwendig. Ausführliche Zusammenstellungen aller Experimente findet man in /1/ und /2/.

Die richtige Deutung des Ergebnisses des Michelson-Versuches führt zur Speziellen Relativitätstheorie, die im nächsten Artikel dieses Heftes dargelegt wird.

Zur Würdigung der phänomenalen theoretischen Leistungen Albert Einsteins muß bemerkt werden, daß er die Theorie entwickelt hat, ohne die Experimente Michelsons zu kennen. Er hat an die Fähigkeit der Maxwell-Gleichungen geglaubt, alle

Fragen der Strahlung und Lichtausbreitung richtig zu beschreiben, und er wollte keine neue, unbekannte Größe, den Äther, in die Theoretische Physik einbauen. Selbstverständlich war er überzeugt davon, daß eine Theorie ohne experimentelle Bestätigung nicht von Bestand ist, und er hat in späteren Äußerungen immer auf die Bedeutung besonders des Michelson-Versuches hingewiesen.

.....

Während seines Aufenthalts in Princeton (USA) ab 1933 wohnte Einstein Mercer Street 112. Man erzählt sich, daß sich dort folgendes zugetragen haben soll:

In seiner Nachbarschaft bemerkte die Mutter eines zehnjährigen Mädchens, daß das Kind oft in Einsteins Haus ging. Die Mutter wunderte sich darüber, und das Kind sagte: "Ich hatte Schwierigkeiten mit meinen Rechenaufgaben. Aber die Leute erzählten, daß auf Nr. 112 ein sehr bedeutender Mathematiker wohnt, der auch ein sehr guter Mensch sein soll. Ich lief zu ihm und bat ihn, mir bei meinen Schulaufgaben zu helfen. Er war gleich bereit und erklärt mir nun alles sehr gut, leichter verständlich als unsere Lehrerin in der Schule. Er sagte, ich solle nur immer wieder kommen, wenn ich eine Aufgabe zu schwer finde." Die Mutter des Mädchens lief, ganz erschrocken über die Kühnheit des Kindes, zu Einstein, um sich für das Benehmen der Tochter zu entschuldigen. Dieser aber sagte:

"Sie brauchen sich gar nicht zu entschuldigen. Ich habe aus den Gesprächen mit dem Kind sicher mehr gelernt, als sie von mir."

(Nach einer Schilderung von Philipp Frank)

.....

1. Vorrelativistische Auffassung von Raum und Zeit.

Die Grundlage der Physik bis etwa 1870 bildete die Newtonsche Mechanik, wie man sie im Unterricht der 9. Klasse kennenlernt. Ihre Auffassungen über Raum und Zeit gehen noch auf den englischen Physiker Isaac Newton (1643-1727) zurück: "Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich."

"Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und ohne Bezug auf einen äußeren Gegenstand."

Zur Beschreibung der räumlichen Lage eines Massenpunktes bedient man sich meist eines kartesischen Koordinatensystems, welches man sich anschaulich vorstellen kann als Ecke eines rechtwinklig gebauten Zimmers.

Um Bewegungen von Objekten in diesem Zimmer vollständig zu kennzeichnen, messen wir die Zeit mit einer Uhr. Dies ist im wesentlichen - man denke an die gute, alte Pendeluhr - irgendein periodisch ablaufender Vorgang. Hat man Raum und Zeit so definiert, kann man die Bewegung des Massenpunktes durch die Newtonsche Mechanik beschreiben. Einer ihrer wichtigsten Sätze, das Trägheitsgesetz, sagt, daß ein sich selbst überlassener, d.h. kräftefreier Körper eine geradlinig gleichförmige Bewegung ausführt. Dieser Satz gilt, wie folgendes Beispiel zeigt, aber nicht in beliebigen Koordinatensystemen. Obwohl die Voraussetzung der Kräftefreiheit für weit entfernte Fixsterne sicher annähernd erfüllt ist, bewegt sich z. B. der große Wagen in unserem "Zimmerecken-Koordinatensystem" in einem Kreis um den Polarstern. Die Systeme, in denen das Trägheitsgesetz gilt, nennt man nun Inertialsysteme. Aus der Erfahrung weiß man, daß zumindest ein solches System, mit dem Mittelpunkt im Schwerpunkt unseres Sonnensystems und den Achsen rechtwinklig auf ferne

Fixsterne gerichtet, existiert. Andere Fixsterne bewegen sich in ihm gleichförmig geradlinig. Es ergibt sich die Frage: Ist dies das einzige Inertialsystem, oder existieren weitere? Zur Beantwortung betrachten wir ein zum Inertialsystem K gleichförmig geradlinig mit der Geschwindigkeit V in x-Richtung bewegtes System K' (vgl. Abb. 1).

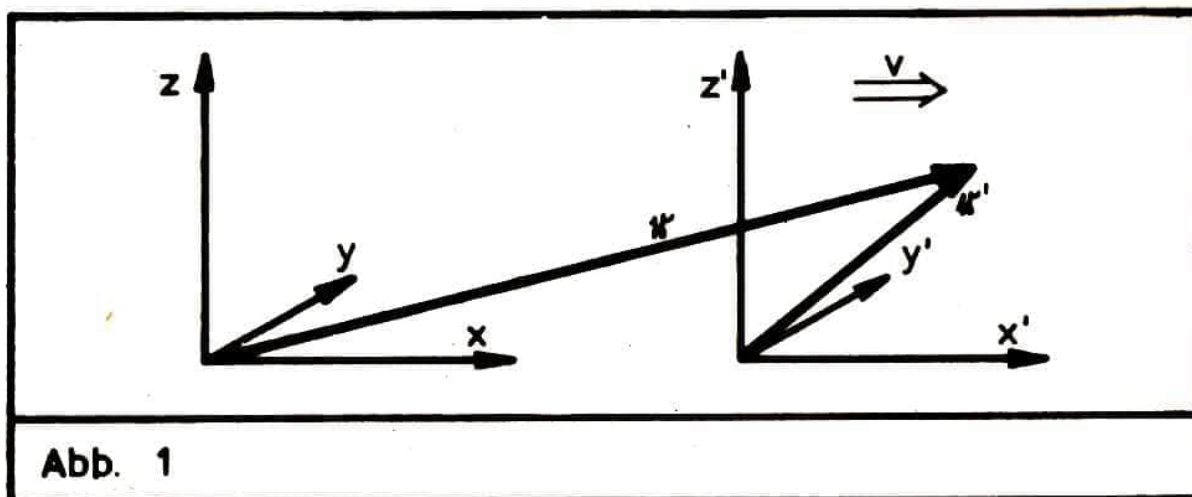


Abb. 1

Dann gilt zwischen K und K' die sogenannte Galileitransformation

$$x' = x - Vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t. \quad (1)$$

Hieraus folgt für die Geschwindigkeit des Punktes

$$v'_x = \frac{x'}{t'} = \frac{x}{t} - V = v_x - V, \quad v'_y = v_y, \quad v'_z = v_z, \quad (2)$$

d.h., wenn der Massenpunkt im Inertialsystem K gleichförmig geradlinig bewegt ist, ist dies auch in K' der Fall und dies ist ebenfalls ein Inertialsystem. Ist also K ein Inertialsystem, so sind es alle gleichförmig geradlinig dagegen bewegten Systeme ebenfalls, und das Trägheitsgesetz ist in allen diesen Systemen gültig. Ähnliche Überlegungen kann man auch für die anderen Grundgesetze der Mechanik, $F = m \cdot a$ und das Wechselwirkungsgesetz, anstellen. So folgert man das Galileische Relativitätsprinzip!

"In allen gleichförmig geradlinig zueinander bewegten Systemen läuft das mechanische Geschehen nach den gleichen physikalischen Gesetzen ab."

2. Relativitätsprinzip und Elektrizitätslehre

Ernste Einwände gegen das Relativitätsprinzip entstanden mit der Entwicklung der Elektrizitätslehre und Optik Ende des vergangenen Jahrhunderts. Wir wenden die Formel (2) einmal auf die Geschwindigkeit eines im System K in x-Richtung ausgesendeten Lichtstrahls an. Für einen in Ausbreitungsrichtung mit der Geschwindigkeit V bewegten Beobachter (in K ruhend) gilt dann

$$c'_x = c_x - V, \quad c'_y = c_y, \quad c'_z = c_z. \quad (3)$$

Die Lichtgeschwindigkeit wird von der Bewegung des Beobachters abhängig und ist für den im bewegten System K' ruhenden Beobachter kleiner als in K. Nun nahm man damals an, daß sich das Licht, also elektromagnetische Wellen, in einem sogenannten "Äther" ausbreitet, ähnlich, wie es beim Schall in Luft der Fall ist. Da sich das Licht im Vakuum - im Gegensatz zum Schall - aber durch den gesamten Raum fortpflanzt, müßte der Äther das Weltall vollständig ausfüllen. Nach (3) müßte dann an jedem Ort des Weltalls eine in den drei Raumrichtungen unterschiedliche Geschwindigkeit der Lichtausbreitung vorliegen, man könnte seine eigene Geschwindigkeit gegen den Äther messen und das System bestimmen, in welchem dieser ruht. Weil in ihm das Gesetz der Lichtausbreitung eine besonders einfache Form hätte - die Ausbreitung verläuft in allen Richtungen mit der gleichen Geschwindigkeit $c = c_0 = 300\,000 \text{ km/s}$ - wäre es vor den anderen ausgezeichnet - im Widerspruch zum Relativitätsprinzip. Es gab nun mehrere Möglichkeiten, diesen Widerspruch zu lösen:

A Das Relativitätsprinzip ist nur für die Mechanik gültig. In der Elektrizitätslehre gibt es ein ausgezeichnetes Bezugssystem, in dem sich das Licht nach dem bekannten Gesetz mit $c = c_0$ ausbreitet. In dagegen bewegten Systemen ist $c < c_0$. Allerdings wäre es unbefriedigend, wenn ein so allgemeines Gesetz wie das Relativitätsprinzip nur in einem Teilbereich der Natur erfüllt wäre. Gegen diese Annahme spricht vor allem, daß Experimente zur Messung der Äthergeschwindigkeit und damit zur Feststellung des absolut ruhenden Systems - vgl. den

Beitrag über das Michelson-Experiment - negativ ausfielen.

B Das Relativitätsprinzip ist in Mechanik und Elektrizitätslehre/Optik gültig, nur sind die Gesetze der Elektrizitätslehre/Optik abzuändern, etwa in der Weise, daß die Lichtgeschwindigkeit stets $c = c_0$ in Bezug auf die aussendende Quelle beträgt. Dies wurde jedoch u.a. durch Beobachtungen an Doppelsternen widerlegt, deren Licht stets die Geschwindigkeit $c = c_0$ hat, unabhängig davon, ob sie sich auf uns zu oder von uns weg bewegen.

C Sowohl das Relativitätsprinzip, als auch die Gesetze der Lichtausbreitung, d.h. die Elektrizitätslehre, sind richtig, aber die Additionsformel (3) - und die mit ihr in Einklang stehende Mechanik - ist abzuändern. Physikalisch ist dies befriedigend, da sich die Maxwellsche Elektrizitätslehre in den Experimenten und Anwendungen sehr bewährt hat und das Relativitätsprinzip beibehalten wird. Was aber letzten Endes entscheidend für diese Möglichkeit spricht, ist, daß die daraus entstandene Spezielle Relativitätstheorie mit allen bisher durchgeführten Experimenten in Einklang steht.

3. Mathematische Formulierung des Speziellen Relativitätsprinzips

Ausgehend von den angeführten Überlegungen stellte Albert Einstein zwei Postulate an den Anfang seiner Speziellen Relativitätstheorie:

- I. In allen Inertialsystemen verläuft das Naturgeschehen nach den gleichen physikalischen Gesetzen.
- II. Die Lichtgeschwindigkeit hat in allen Inertialsystemen den gleichen Wert $c = c_0 = 300000\text{km/s}$.

Wir wollen untersuchen, durch welche Beziehung zwischen K und K' die Galileitransformation (1) abgelöst wird. Wir betrachten dazu die Aussendung einer Lichtwelle im Punkt (x_0, y_0, z_0, t_0) in K bzw. (x'_0, y'_0, z'_0, t'_0) in K' . Aufgrund des Relativitätsprinzips wird sie sich in beiden Inertialsystemen kugelförmig ausbreiten. Im System K liegen also zu einem Zeitpunkt $t > t_0$ die vom Licht erreichten Punkte auf

einer Kugelfläche mit der Gleichung

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 - c^2(t-t_0)^2 = 0. \quad (4a)$$

Da sich in K' das Licht nach dem gleichen Gesetz ausbreitet, gilt auch dort

$$(x'-x'_0)^2 + (y'-y'_0)^2 + (z'-z'_0)^2 - c^2(t'-t'_0)^2 = 0, \quad (4b)$$

wobei wegen II $c' = c (=c_0)$ gesetzt wurde. Die Gleichung (1) entsprechende Beziehung zwischen den gestrichenen und den ungestrichenen Größen ist hieraus zu ermitteln. Durch Gleichsetzen von (4a) und (4b) folgt

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 - c^2(t-t_0)^2 = \lambda \left[(x'-x'_0)^2 + (y'-y'_0)^2 + (z'-z'_0)^2 - c^2(t'-t'_0)^2 \right], \quad (5)$$

wobei man durch gleiche Maßstabwahl noch $\lambda = 1$ erreichen kann. Die Transformation

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \quad (6)$$

welche dies - wie man nachrechnen kann - erfüllt, trägt den Namen Lorentz-Transformation.

Die Lorentz-Transformationen sind gerade die Transformationen, welche die Grundgleichungen der Elektrizitätslehre/Optik in zueinander gleichförmig geradlinig bewegten Systemen ineinander überführen. Es ist möglich, auch die Newtonsche Mechanik so abzuändern, daß man eine relativistische Mechanik erhält (die natürlich die Newtonschen Gesetze als Grenzfall beinhaltet), so daß die mechanischen Gesetze in zwei zueinander gleichförmig geradlinig bewegten Systemen ebenfalls durch Lorentztransformation ineinander überführt werden.

Wie man sieht, transformieren sich Raum- und Zeitkoordinaten in (6) ineinander, so daß Raum und Zeit für sich gar keine sinnvollen Begriffe mehr sind. Die Einheit von Raum- und Zeitkoordinaten wird deshalb als 4-dimensionaler Minkowski-raum bezeichnet.

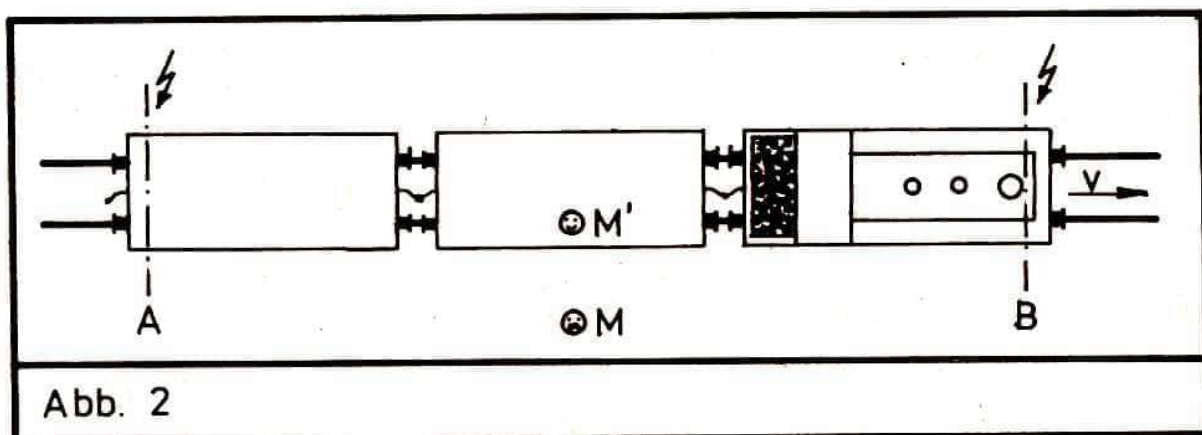
4. Konsequenzen der Lorentztransformation und der Speziellen Relativitätstheorie

Eine der einschneidendsten Konsequenzen der Lorentztransformation war der Sturz des Begriffs "absolute Zeit" und die Relativierung der Gleichzeitigkeit. Für zwei in K gleichzeitige Vorgänge ($\Delta t = t - t_0 = 0$) an einem unterschiedlichen Ort ($\Delta x = x - x_0 \neq 0$) folgt aus (6)

$$\Delta t' = t' - t'_0 = \frac{-\frac{v}{c^2} (x - x_0)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \neq 0. \quad (7)$$

Dies schien dem gesunden Menschenverstand, von dem Albert Einstein sagte, "... das sind all die Vorurteile, die sich bis zum achtzehnten Lebensjahr im Bewußtsein herausgebildet haben", doch etwas absurd. Der folgende, auch auf Einstein zurückgehende, Gedankenversuch zeigt, daß dies - konsequentes Denken vorausgesetzt - durchaus nicht so ist.

Von einer Gleichzeitigkeit "an sich" zu sprechen hat doch eigentlich keinen Sinn. Nennt man zwei Ereignisse, z.B. Blitzeinschläge gleichzeitig, so muß man sagen, wie man dies messen kann, um im konkreten Fall nachzuprüfen, ob es zutrifft oder nicht. Einstein schlägt hierzu vor, daß ein beliebig bewegter Beobachter die Strecke zwischen beiden Einschlägen halbiert und sie dann gleichzeitig nennt, wenn die Lichtstrahlen von beiden gleichzeitig in der Mitte eintreffen. Ein an einem Bahndamm sitzender Beobachter kann auf diese Weise die Gleichzeitigkeit zweier Einschläge bei den Punkten A und B feststellen (vgl. Abb. 2)



Den Punkt A und B des Bahndamms entsprechen Punkte eines vorbeifahrenden Zuges, deren Mitte wir mit M' bezeichnen. Ein bei M' mitfahrender Beobachter befindet sich gerade im Moment des Einschlages (vom Bahndamm aus beurteilt!) bei M. Da er dem Lichtstrahl von B entgegen-, aber von A wegfährt, wird er sagen: "Der Blitz hat bei B früher eingeschlagen."

Die Formeln (6) haben neben (7) noch weitere Konsequenzen. Wir betrachten eine auf der Erde (K) ruhende ($\Delta x = 0$) Uhr. Ein Beobachter mißt auf ihr die Zeit zwischen zwei Schlägen $\Delta t = 1h$. Läßt man nun seinen Kollegen einmal mit dem Flugzeug (K') über ihn hinwegfliegen, so wird für ihn währenddessen die Zeit

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t \quad (8)$$

vergehen. Vergleicht er mit einer mitgeführten Uhr, die ebenfalls alle Stunden schlägt, so stellt er fest: Bewegte Uhren (wie die auf der Erde gegen ihn bewegte) gehen langsamer. Diese Erscheinung liegt dem Zwillingsparadoxon, welches in der Literatur oft erwähnt wird, zugrunde.

Daß der Effekt der Zeitdilatation (8) wirklich beobachtet werden konnte, spricht wesentlich für die Richtigkeit der Relativitätstheorie. Ruhende μ -Mesonen haben eine mittlere Lebensdauer von $\tau = 2,16 \mu s$. Solche Mesonen entstehen nun ca. 20 bis 30 km über der Erdoberfläche in der Höhenstrahlung und bewegen sich fast mit Lichtgeschwindigkeit auf diese zu. Nach den Aussagen der nichtrelativistischen Theorie könnten sie höchstens eine Strecke von $c \cdot \tau \approx 600$ m zurücklegen. Daß sie trotzdem auf der Erdoberfläche nachgewiesen wurden, spricht dafür, daß - von der Erde aus betrachtet - ihre "Lebensuhr" langsamer tickte, wie es bei einer bewegten Uhr der Fall ist.

Eine ähnliche Erscheinung ist die Lorentzkontraktion. Ein auf der Erde (K) ruhender Beobachter betrachtet einen im Flugzeug (K') fliegenden Maßstab, der dort die Länge $\Delta x' = 1m$ habe. Er wird die Länge dieses Stabes in seinem System messen, indem er gleichzeitig ($\Delta t = 0$) die Lage der Endpunkte

des Stabes x_2 und x_1 ermittelt und die Differenz $\Delta x = x_2 - x_1$ bildet:

$$\Delta x = \Delta x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} > \Delta x' \quad (9)$$

Der bewegte Maßstab ist, von der Erde aus gesehen, kürzer. Jeder Maßstab ist in seinem Ruhssystem am längsten. Daß wir im täglichen Leben von alledem nichts merken, liegt nur daran, daß der Faktor $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ für $v \ll c$ nur sehr wenig von 1 abweicht.

Da es Ziel des Beitrages war, die Grundgedanken darzustellen, welche zur Speziellen Relativitätstheorie führten, müssen wir an dieser Stelle abbrechen, wobei wir uns bewußt sind, daß wir so wichtige Dinge wie die relativistisch abgeänderte Mechanik oder die Äquivalenz von Masse und Energie gar nicht erwähnt haben. Einem aufmerksamen Leser - hoffentlich gibt es recht viele davon - dürfte es aber nicht allzu schwer fallen, sich diese Dinge aus der Literatur weiter anzueignen.

"Wenn ich mich frage, woher es kommt, daß gerade ich die Relativitätstheorie aufgestellt habe, so scheint es an folgendem Umstand zu liegen: der normale Erwachsene denkt über die Raum-Zeit-Probleme kaum nach. Das hat er nach seiner Meinung bereits als Kind getan. Ich hingegen habe mich geistig derartig langsam entwickelt, daß ich erst als Erwachsener anfang, mich über Raum und Zeit zu wundern. Naturgemäß bin ich dann tiefer in die Problematik eingedrungen als die normal veranlagten Kinder."

1. Warum die Spezielle Relativitätstheorie nicht ausreicht reicht

Die Spezielle Relativitätstheorie (im folgenden abgekürzt mit SRT) stellt eine experimentell gut getestete Theorie dar, die sich bei vielen physikalischen Situationen bewährt hat. Wie im vorangehenden Artikel ausführlich dargestellt wurde, betrachtet sie den Minkowski-Raum als Hintergrund des physikalischen Geschehens und in diesem nur Prozesse in Inertialsystemen. Diese Bezugssysteme sind dadurch charakterisiert, daß sich in ihnen kräftefreie Körper (Massenpunkte) auf Geraden mit konstanter Geschwindigkeit bewegen.

In diesem Sinn haften der SRT zwei Mängel an. Erstens werden keine Aussagen gemacht über Beobachtungen in beschleunigten Bezugssystemen. Begeben wir uns also etwa in ein beschleunigtes Fahrzeug oder auf ein rotierendes Karussell und machen dort ein Experiment, so ist die SRT nicht in der Lage, physikalische Gesetze anzugeben und Meßergebnisse vorauszusagen.

Die Unvereinbarkeit von SRT und beschleunigten Bezugssystemen kann man sich an folgendem Beispiel klarmachen: Wir betrachten eine im Inertialsystem ruhende kreisförmige Scheibe. Ein Beobachter, der sich in einem relativ zur Scheibe rotierenden Bezugssystem befindet, mißt sowohl Umfang als auch Durchmesser der Scheibe. Nehmen wir an, die Transformation vom Inertialsystem zum rotierenden System würde (momentan) durch eine Lorentztransformation beschrieben, so würde der rotierende Beobachter aufgrund der Lorentz-Kontraktion einen kleineren Umfang der Scheibe messen als sein Kollege im Inertialsystem; dagegen würden beide denselben Durchmesser feststellen, da senkrecht zur Bewegungsrichtung keine Lorentz-Kontraktion auftritt. Insgesamt würde der rotierende Beobachter also ein Verhältnis von Umfang zu Durchmesser der Scheibe beobachten, das kleiner als π ist. Dies widerspricht aber der in der SRT allgemein angenommenen Euklidischen Geometrie: In

jedem Inertialsystem kann man kartesische Koordinaten einführen, während dies in einem rotierenden System nicht der Fall ist. Ein Umfang-Durchmesser-Verhältnis ungleich π wäre nur für einen kreisförmigen Ausschnitt einer gekrümmten Fläche, etwa einer Kugeloberfläche, denkbar. Entweder müssen wir also die geometrischen Vorstellungen revidieren oder die Lorentztransformation abändern, um diesen Widerspruch zu lösen: Auf jeden Fall werden die Grundannahmen der SRT durch allgemeinere Aussagen ersetzt werden müssen.

Zweitens widersetzt sich eine physikalische Erscheinung, das Phänomen der Gravitation, das beispielsweise bei der Planetenbewegung eine entscheidende Rolle spielt, dem Einbau in die SRT. Die von Newton aufgestellte klassische Gravitationstheorie, die die Gravitation als ein Kraftfeld auffaßt, ist eine nichtrelativistische Theorie und nicht invariant gegenüber Lorentztransformationen, wie es das Spezielle Relativitätsprinzip fordert: Kraftwirkungen breiten sich unendlich schnell aus. Alle bisherigen Versuche, die Gravitation in die SRT einzubeziehen, sind gescheitert. Das Gravitationsfeld scheint unter allen physikalischen Feldern eine Ausnahmeerscheinung darzustellen. Wie diese Tatsache genauer zu verstehen ist, wollen wir im nächsten Abschnitt untersuchen.

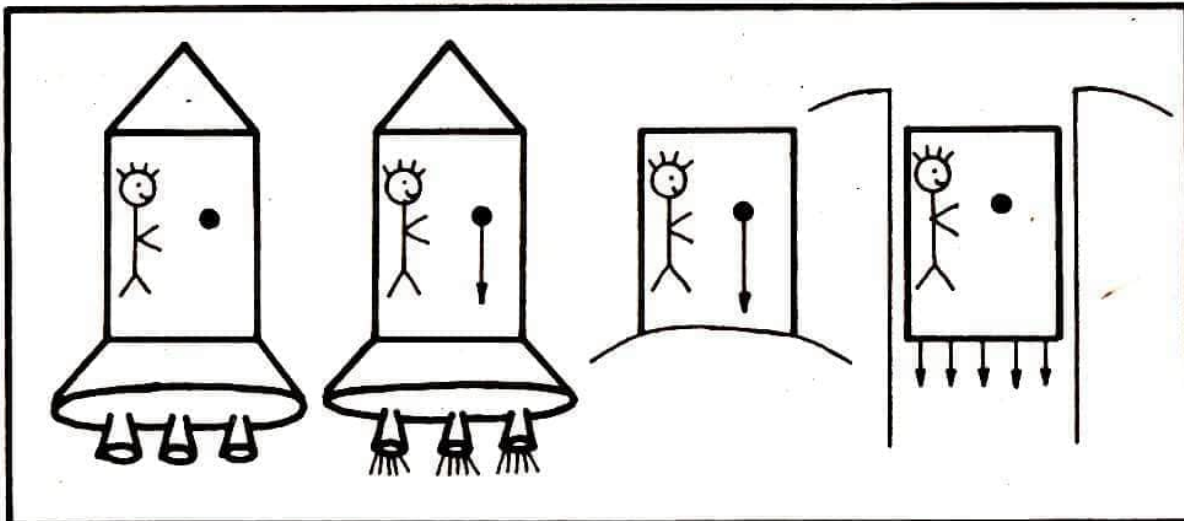
2. Das Äquivalenzprinzip

Wir betrachten einen Physiker, der sich in einem bestimmten Bezugssystem befindet (in der Skizze symbolisiert durch einen Kasten) und dort Versuche anstellt. Nehmen wir an, daß sich dieses Bezugssystem im Rahmen der Newtonschen Gravitationstheorie gegenüber einem Inertialsystem mit der Beschleunigung α bewegt. Ist darüber hinaus ein Gravitationsfeld der Stärke α_0 vorhanden, so gilt in diesem System für einen Körper die Bewegungsgleichung

$$m_T \cdot \alpha + m_T \cdot \alpha_0 = m_S \cdot g = F$$

wobei α die Beschleunigung des Körpers ist. Das zweite Glied auf der linken Seite stellt dabei eine Scheinkraft (Trägheitskraft) dar, die durch die Beschleunigung des Bezugssystems hervorgerufen wird und nicht auf die Anwesenheit eines Feldes zurückzuführen ist (man denke etwa an das An-

fahren eines Zuges). Wir haben dabei für die Masse verschiedene Symbole benutzt: Jeder Körper besitzt eine bestimmte Trägheit (symbolisiert durch die träge Masse m_T), während er in einem Schwerfeld einer Kraftwirkung ausgesetzt ist (vermittelt durch die schwere Masse m_S). Das sind zunächst zwei grundsätzlich verschiedene Dinge.



Zunächst sei das Laboratorium unseres Physikers in einer Rakete eingebaut, die sich sehr weit entfernt von irgendwelchen Massen (Planeten, Sterne, Galaxien) im Weltraum ohne Antrieb befindet. Der Physiker stellt fest, daß ein Körper in seinem Labor in Ruhe bleibt, falls er anfangs in Ruhe war. Wird der Raketenantrieb eingeschaltet, ist eine Beschleunigung des Probekörpers in Richtung auf das Raketenheck festzustellen. Derselbe Effekt würde sich allerdings auch ergeben, wenn das Labor auf der Erde fest verankert wäre. Betrachten wir schließlich ein auf der Erde frei fallendes Labor (z.B. einen frei fallenden Fahrstuhl), so verbleibt der Probekörper wieder in Ruhe relativ zu den Laboratoriumswänden.

Es scheint zunächst, als ob die Beschleunigung des Labors einerseits und die Wirkung eines Gravitationsfeldes andererseits ähnliche Wirkungen auf Körper ausüben. Man könnte daran denken, Versuche der eben beschriebenen Art mit Probekörpern durchzuführen, die in ihrer Struktur, Form, chemischen Zusammensetzung, ihrer schweren und trägen Masse usw. völlig verschiedenartig sind: Es würde sich bei der Messung der Beschleunigung relativ zum Labor immer derselbe Wert ergeben.

Im Hinblick auf die obige Bewegungsgleichung heißt das: zwischen schwerer Masse m_s und träger Masse m_T muß eine direkte Proportionalität bestehen, im Falle einer geeigneten Normierung der auftretenden Größen sogar eine Gleichheit:

$$m_T = m_s$$

Man kann also lokal, das heißt bei Betrachtung nur sehr kleiner Raumbereiche, nicht unterscheiden zwischen der Wirkung eines Gravitationsfeldes und der eines beschleunigten Bezugssystems, die Masse kürzt sich aus der Bewegungsgleichung heraus. Lokal läßt sich also stets ein solches Bezugssystem (etwa durch geeignete Wahl von α_0) finden, in dem die mechanische Bewegungsgleichung die Gestalt $\alpha = 0$ der geradlinig-gleichförmigen Bewegung im Inertialsystem ohne Gravitationsfeld besitzt.

Aufgrund dieses Zusammenhangs zwischen Schein- und Gravitationskraft taucht natürlich die Frage auf: Sind nicht etwa beide nur Erscheinungen ein- und derselben Sache, ist das Gravitationsfeld vielleicht auch nicht mehr als eine Art Scheinkraft? Gilt vielleicht auch für andere Naturgesetze, etwa die des elektromagnetischen Feldes, daß der Einfluß eines beschleunigten Bezugssystems in derselben Weise in die Grundgleichungen eingeht wie der Einfluß eines Gravitationsfeldes?

Um zu einer Verallgemeinerung der SRT unter Einbeziehung der Gravitation zu gelangen, formulierte Einstein ausgehend von diesen Überlegungen das Äquivalenzprinzip: Es läßt sich lokal stets ein solches Bezugssystem (lokales Inertialsystem) finden, in dem die physikalischen Grundgesetze (d.h. die mechanische Bewegungsgleichung, die Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes, die Grundgesetze des Atomaufbaus usw.) genau die Gestalt haben, wie wir sie aus der SRT kennen. Dieses Prinzip erweist sich als sehr bedeutungsvoll, da es die Brücke zur Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) schlägt.

3. Einheit von Raum, Zeit und Materie

In Zusammenhang mit dem Äquivalenzprinzip erweist es sich nun als sinnvoll, das Konzept des Minkowski-Raumes der SRT

aufzugeben: Im Minkowski-Raum kann man stets globale Inertialsysteme einführen, während das Äquivalenzprinzip nur die Existenz lokaler Inertialsysteme fordert. Es erweist sich somit als zweckmäßig, den Euklidischen Minkowski-Raum durch einen Riemannschen Raum zu ersetzen. Diese Ersetzung ist etwa zu vergleichen mit dem Übergang von einer Ebene zu einer gekrümmten Fläche. Unser vierdimensionaler Riemannscher Raum - oder, wie man kurz sagt, die Raum-Zeit - hat natürlich ähnliche Eigenschaften wie der Minkowski-Raum, so kann das Quadrat des Abstandes zweier benachbarter Punkte positiv, negativ oder Null sein.

Neben dem Äquivalenzprinzip spielte für Einstein bei der Aufstellung der ART ein zweites Prinzip eine Rolle, das Allgemeine Relativitätsprinzip. Es drückt die Gleichwertigkeit aller Koordinatensysteme aus, die man im Riemannschen Raum einführen kann, und lautet: Die physikalischen Grundgesetze haben in allen Koordinatensystemen dieselbe Form. Eine Folge dieses Prinzips ist, daß alle physikalischen Größen durch sogenannte Tensoren dargestellt werden müssen. Tensoren sind Verallgemeinerungen der üblichen Vektoren und besitzen beim Übergang von einem Koordinatensystem zum anderen ein ganz bestimmtes Transformationsverhalten.

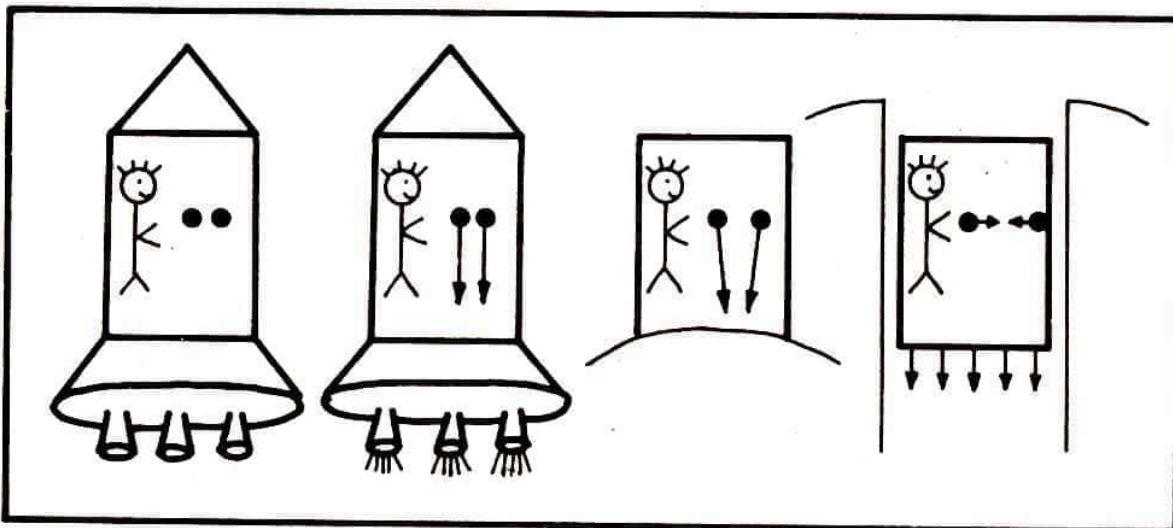
Mit Hilfe des Äquivalenzprinzips und des Allgemeinen Relativitätsprinzips lassen sich nun alle physikalischen Grundgesetze (die mechanische Bewegungsgleichung, die Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes usw.) ausgehend von der speziell-relativistischen Formulierung dieser Gesetze vom Minkowski-Raum in den Riemannschen Raum übertragen.

Während sich so zum Beispiel ein kräftefreier Massenpunkt in einem Inertialsystem der SRT auf einer Geraden bewegt, ist seine Bahnkurve (man sagt auch Weltlinie) im vierdimensionalen Riemannschen Raum eine Geodäte, die natürlichste Verallgemeinerung der Geraden der Euklidischen Geometrie. Die Geodäte ist die Kurve mit der kleinsten Länge zwischen zwei gegebenen Punkten. Man denke zur Illustration etwa an eine Ameise auf der (zweidimensionalen) Oberfläche eines Apfels, die versucht, möglichst "gerade" und auf kürzestem Wege von einem Punkt der Oberfläche zum anderen zu gelangen. Betrachten wir (etwa mit einer Lupe) einen kleinen Ausschnitt des Apfels, so erscheinen alle Geodäten als Geraden: Lokal ist

jeder Riemannsche Raum euklidisch, man kann (in der Sprache der ART) stets ein lokales Inertialsystem einführen.

Im Gegensatz zur Newtonschen Gravitationstheorie gibt es in der ART den Begriff der Schwerkraft also nicht. Ein Körper im Gravitationsfeld bewegt sich auf einer Geodäten des Riemannschen Raumes; in einem bestimmten Bezugssystem nehmen wir diese Bewegung zum Beispiel als Ellipsenbewegung der Planeten wahr. Die Besonderheit des Schwerefeldes besteht also darin, nichts anderes als geometrische Eigenschaft des Raumes zu sein, es wird in der ART geometrisiert. Es ist eines der größten Leistungen Albert Einsteins, das Phänomen der Gravitation als das Phänomen der Raumkrümmung erkannt zu haben.

Wie kann denn aber nun ein Physiker in seinem Labor feststellen, ob der Raum um ihn herum gekrümmt ist oder nicht? Wir hatten ja festgestellt, daß er zunächst nicht zwischen der Wirkung eines Gravitationsfeldes und der Wirkung eines beschleunigten Bezugssystems unterscheiden kann.



Zunächst befinde sich der Physiker wieder in einem Raumschiff mit abgeschaltetem Antrieb weit entfernt von irgendwelchen Massen. Zwei Probekörper, die anfangs in Ruhe waren, bleiben in Ruhe relativ zueinander und zu den Wänden des Raumschiffs. Wird der Raketenantrieb eingeschaltet, bewegen sich beide Körper auf parallelen Geraden beschleunigt in Richtung Heck. Betrachten wir nun den Fall, daß das Labor

des Physikers auf der Erde verankert ist. Zwei Probekörper werden hier ebenfalls beschleunigt, allerdings auf konvergierenden Geraden, die sich offenbar im Erdmittelpunkt schneiden. In einem auf der Erde frei fallenden Fahrstuhl schließlich würden sich die Körper beschleunigt aufeinander zubewegen (obwohl ihre gegenseitige Gravitationsanziehung vernachlässigt wurde!). Unser Physiker könnte also sehr wohl zwischen einem beschleunigten Bezugssystem und einem (im allgemeinen inhomogenen) Gravitationsfeld, d.h. zwischen einem ungekrümmten und einem gekrümmten Raum, unterscheiden, da die Probekörper einmal relativ zueinander beschleunigt werden und einmal nicht. Etwas allgemeiner können wir also feststellen: Mit Hilfe nicht-lokaler Experimente (zum Beispiel der Messung der Relativbeschleunigung benachbarter Körper) kann man die Krümmung des Raumes messen.

Wenn wir bisher von einem gekrümmten vierdimensionalen Riemannschen Raum sprachen, der die Verallgemeinerung des in der SRT benutzten Minkowski-Raumes darstellt, so ist unklar, welche genaue Struktur dieser Raum haben soll. Die Oberfläche eines Apfels kann ja auch ein sehr verschiedenes Aussehen haben. Offensichtlich kann dieser Raum nicht starr vorgegeben sein. Die Antwort auf diese Frage gab Einstein 1915 mit der Aufstellung seiner Feldgleichungen. Diese Gleichungen, die man als Grundgleichungen der ART ansehen kann, geben darüber Auskunft, welcher Riemannsche Raum als Hintergrund des physikalischen Geschehens gewählt werden muß, sofern man sich, grob gesprochen, auf ein bestimmtes physikalisches System (ein elektrisches oder magnetisches Feld, eine Flüssigkeit, Licht, das Planetensystem, das gesamte Weltall usw.), das diesen Raum ausfüllen soll, geeignet hat. Dieses Vorgehen ist etwa analog dem Vorgehen in der Elektrodynamik, zum Beispiel das magnetische Feld einer Spule zu bestimmen, sofern die Verteilung der Ströme in der Spule bekannt ist. Der vierdimensionale Raum, der den dreidimensionalen Raum und die Zeit zu einer festen Einheit vereinigt, ist also nicht mehr etwas Absolutes, Vorgegebenes, sondern eng mit der in diesem Raum befindlichen Materie verknüpft. Das Wesen der ART kann man also kurz so zusammenfassen: Die Struktur des Riemannschen Raumes bestimmt die Bewegung der Materie, während die Materie auf diesen Raum zurückwirkt und dessen Struktur (und

damit die Messung räumlicher Abstände sowie den Gang von Uhren) bestimmt.

4. Mathematische Spielerei, Science Fiction - oder?

Die hier angestellten Überlegungen erscheinen auf den ersten Blick natürlich etwas akademisch. Tatsächlich haftete der ART einige Jahrzehnte der Ruf einer mathematischen Theorie ohne echten physikalischen Nutzeffekt an. Bemerkenswert war natürlich, daß es mit der Einführung der gekrümmten Raum-Zeit ebenso gelang, zum Beispiel die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung zu erklären, wie es in der klassischen Gravitationstheorie nur unter Einführung eines Kraftfeldes möglich war, und gleichzeitig noch eine Vereinigung von SRT und Gravitation zu erreichen. Darüber hinaus sagte die ART (im allgemeinen sehr kleine) Korrektoreffekte voraus, wie etwa die sogenannte Periheldrehung der Planetenbahnen. Diese Effekte konnten alle teils mit hoher, teils mit hinreichender Genauigkeit experimentell bestätigt werden.

Diese Situation bestand etwa bis Mitte der Sechziger Jahre. Seitdem gibt es eine Fülle von Entdeckungen, die nach Erklärungen auf der Grundlage der ART verlangen. Der Nachweis superdichter Sterne in Form der Pulsare, die Entdeckung der Quasare und die (wahrscheinliche) Entdeckung eines Schwarzen Loches im Sternbild Schwan lieferten dem Astrophysiker Objekte, deren Untersuchung und Deutung nur im Rahmen der Einsteinschen Gravitationstheorie möglich zu sein scheint. Andere Probleme bestehen im Nachweis sogenannter Gravitationswellen, die uns weit mehr Informationen über kosmische Objekte liefern können als das von den Sternen ausgestrahlte Licht, sowie in der Frage des Aufbaus unseres Weltalls als Ganzes. Man kann mit gutem Recht behaupten, daß zur Lösung dieser Probleme die Einsteinsche ART aus dem Jahre 1915 ebenso notwendig ist wie die Quantentheorie zur Erklärung der Funktionsweise eines Lasers.

Einstein über die Mathematik:

"Soweit sich die mathematischen Gesetze auf die Realität beziehen, sind sie nicht sicher; und so weit sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Realität."

1. Gravitationstheorie - Grundlagen der Kosmologie

Im vorhergehenden Artikel wurden die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie dargestellt. Hier wollen wir die erworbenen Kenntnisse auf kosmologische Dimensionen anwenden und damit zu Schlußfolgerungen für das gesamte Universum kommen. Die Lehre von der Struktur und Entwicklung des Weltalls heißt Kosmologie (griechisch: cosmos - Welt).

Die Kosmologie beschäftigt sich im einzelnen z.B. mit solchen Fragen wie:

Ist der 3-dimensionale Ortsraum offen, d.h. unendlich ausgedehnt? Hat der Kosmos, das Universum, einen zeitlichen Anfang?

Unter den in der Physik bekannten Wechselwirkungen, der starken (hierzu gehören die Kernkräfte), der elektromagnetischen (Coulomb-Kraft), der schwachen (verantwortlich für den β -Zerfall) und der gravitativen Wechselwirkung spielt die gravitative in kosmischen Dimensionen die dominierende Rolle. Sie hat zwar die geringste Kraftkonstante, aber die größte Reichweite. Die Quellen der elektromagnetischen Kräfte, die Ladungen, können sich gegenseitig kompensieren (positive und negative Ladungen). Diese Kompensation gibt es für die Gravitation nicht (bisher fehlt jeder Hinweis auf die Existenz negativer Massen). Die Grundannahme jeder Kosmologie ist daher die folgende:

Die Bewegung der Materie wird im wesentlichen durch das Gravitationsfeld bestimmt. Deshalb gibt es zu jeder Gravitationstheorie eine entsprechende Kosmologie. Auf zwei Probleme vorrelativistischer Kosmologien wollen wir im nächsten Abschnitt hinweisen.

2. Vorrelativistische Kosmologie

Schwierigkeiten, die auf der Basis der Newtonschen Physik auftraten, wurden schon frühzeitig von Astrophysikern bemerkt. Populär geworden ist insbesondere das Olbersche Paradoxon (Olbers 1826):

Nach der Newtonschen Konzeption eines euklidischen unendlich ausgedehnten Raumes müßte der Nachthimmel hell leuchten. Geht man nämlich von der Vorstellung aus, daß das Universum etwa gleichmäßig mit Sternen bevölkert ist (homogene Dichte), so wächst einerseits die Zahl der Sterne mit dem Quadrat des Radius einer um uns gedachten Kugelschale, andererseits nimmt die Intensität des eingestrahltten Lichtes im gleichen Verhältnis ab. Damit liefert jede Kugelschale denselben Beitrag zur Lichtintensität. Der Nachthimmel müßte also hell erleuchtet sein.

Bei einer konstanten Massendichte im Universum würde sich im Rahmen der Newtonschen Gravitationstheorie ebenfalls eine unendlich große Gravitationskraft ergeben (Seelingersches Paradoxon). Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese Paradoxa durch Abänderungen entweder an der Theorie oder an den Grundannahmen aufzuklären. Eine widerspruchsfreie Kosmologie ist jedoch nicht gelungen.

3. Relativistische Kosmologie

Albert Einstein hat uns neben vielen anderen Leistungen nicht nur eine relativistische Theorie der Gravitation hinterlassen, die bisher eine gute experimentelle Bestätigung erfahren hat, sondern er lieferte auch den Auftakt zur Entwicklung einer leistungsfähigen relativistischen Kosmologie. Zur Bestimmung der Dynamik des Weltalls sind die Einsteinschen Feldgleichungen der Gravitation zu lösen. Dies geschieht bei allen Weltmodellen unter speziellen Zusatzannahmen über die Beschaffenheit und Verteilung der Materie im Kosmos. Zur Erläuterung gehen wir vom heutigen Zustand aus:

Die kosmische Materie wird durch ein Gas ersetzt, in dem die Galaxien die Rolle der Atome und die Galaxienhaufen die Rolle der Moleküle übernehmen. Mittelt man über Regionen, die

groß gegenüber dem Galaxienabstand sind, so ist die Mikrostruktur vernachlässigbar, und ein Gas einheitlicher Dichte entsteht. Es zeigt sich, daß diese Dichte im ganzen unserer Betrachtung zugänglichen Weltall konstant ist (räumlich homogenes Weltall) und nicht von der Beobachtungsrichtung abhängt (isotropes Weltall). Die Annahme einer räumlich homogenen und isotropen Welt wird als kosmologisches Prinzip bezeichnet. Es ist experimentell gut bestätigt (isotrope kosmische Hintergrundstrahlung). Wir wissen bereits, daß nach der Einsteinschen Theorie der 3-dimensionale Raum zusammen mit der Zeit ein 4-dimensionales Raumzeit-Kontinuum bildet und ein Gravitationsfeld einer gekrümmten Raumzeit gleichwertig ist.

Nimmt man aber die Gültigkeit des kosmologischen Prinzips an, so kann die 4-dimensionale Raumzeit in einen 3-dimensionalen gekrümmten Ortsraum und eine universelle Zeit aufgespalten werden. Für den Ortsraum sind drei Fälle möglich:

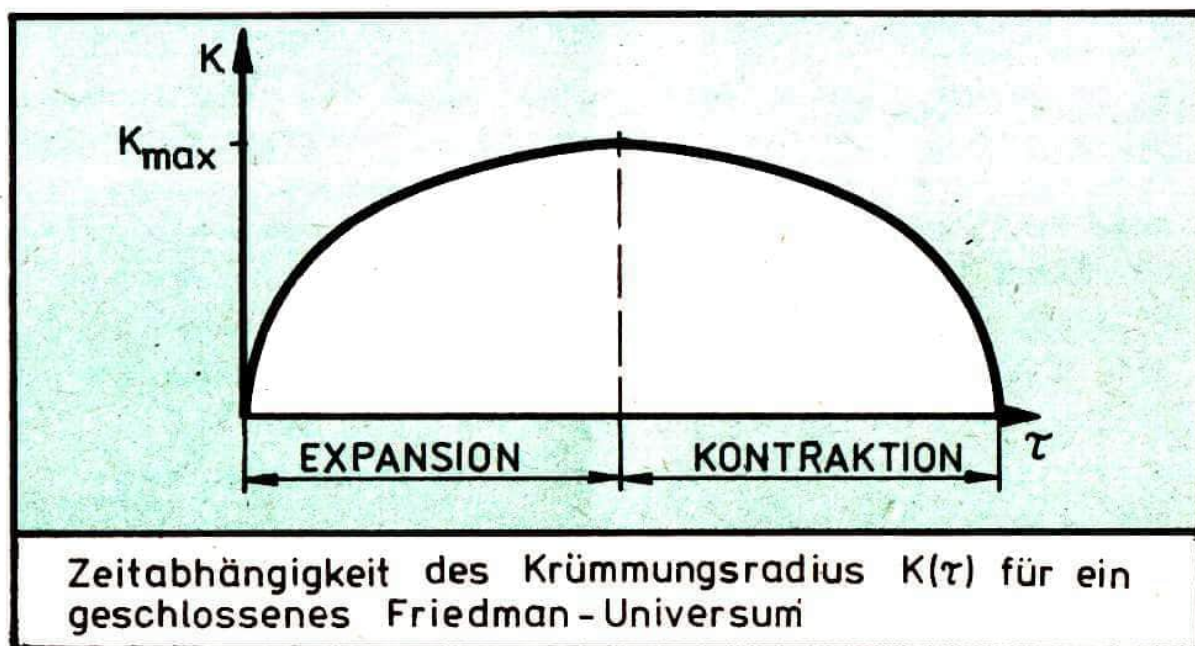
1. räumlich konstante positive Krümmung - sphärischer Raum (Kugelraum),
2. ungekrümmter Ortsraum,
3. räumlich konstante negative Krümmung.

Von diesen Raumtypen wollen wir den Kugelraum genauer betrachten. Einen 3-dimensionalen gekrümmten Raum können wir uns als Menschen mit einer Erlebniswelt, die auf der Newtonschen Physik und den Vorstellungen von einem 3-dimensionalen euklidischen Ortsraum basiert, nicht vorstellen. Von dem 3-dimensionalen Kugelraum gewinnen wir aber viele Eindrücke schon aus seinem 2-dimensionalen Analogon.

Nehmen wir einen runden Fußball und vernachlässigen die Dicke des Leders, so haben wir ein Beispiel für einen 2-dimensionalen Raum von räumlich konstanter positiver Krümmung. Verliert der Ball etwas Luft, so schrumpft er, die Krümmung nimmt dabei im Laufe der Zeit zu, der Radius K des Balles ab. Vernachlässigen wir also eine räumliche Dimension und stellen uns die Lebewesen als 2-dimensionale Gebilde auf der Oberfläche eines solchen Balles vor. Die Welt ist dann diese Oberfläche, der Radius K ist der Weltradius. Es ist anschaulich klar, daß das Volumen der Welt (die Oberfläche des Balles)

endlich und nicht unendlich ist. Andererseits würden die 2-dimensionalen Lebewesen ihre Welt unendlich nennen, weil sie kein räumliches Ende feststellen können, bei einer Reise längs des Äquators könnten sie zum Ausgangspunkt kommen, ohne ein Ende der Welt gefunden zu haben. Wenn ihre Welt sich zusammenzieht (der Fußball Luft verliert), so stellen die Lebewesen dies fest, indem irgend zwei Punkte ihrer Welt sich nähern.

Ein 3-dimensionales Analogon einer solchen Fußballwelt ist der geschlossene Friedman-Kosmos. Der sowjetische Mathematiker A. Friedman hat 1922 die Einsteinschen Feldgleichungen unter Verwendung des kosmologischen Postulats für einen von "Gas" (s. Vorseite) erfüllten Kosmos gelöst. Die wesentliche Eigenschaft der Friedman-Weltmodelle liegt darin, daß sie nicht statisch sind, sie dehnen sich entweder aus oder kontrahieren (s. Bild).



Im nächsten Abschnitt wollen wir Aussagen des Friedman-Modells mit den Beobachtungsergebnissen vergleichen.

4. Rotverschiebung, Urknall, Hintergrundstrahlung

Wärmelod

Die von Friedman für kosmologische Modelle theoretisch begründete Zeitabhängigkeit des Weltradius ergibt sich tatsächlich für unser reales Universum. 1929 entdeckte E. Hubble die

Rotverschiebung von Spektrallinien extra-galaktischer Nebel. Diese Rotverschiebung kann nur durch ein zeitlich expandierendes Universum widerspruchsfrei erklärt werden. Die Hubble'sche Entdeckung kann daher als Bestätigung für ein expandierendes Universum angesehen werden. Gegenwärtig kann jedoch aufgrund von Beobachtungen noch nicht entschieden werden, welches der drei Friedman-Modelle dem realen Universum entspricht.

Verfolgt man die Expansion des Universums in die Vergangenheit, so kommt man zu einem Zustand, von dem die Expansion ausging. In unserem Modell (Bild) ist es der Zustand mit verschwindendem Weltradius ($K = 0$). Diesen Punkt nannte G. Gamow "Big Bang" (Urknall). Nach dieser Theorie hätte die Welt heute ein Alter von ca. 10^{10} a, was auch mit geologischen Altersbestimmungen im Einklang wäre.

Unterzieht man die Friedman-Modelle einer thermodynamischen Analyse, so ergibt sich:

1. Die zeitliche Änderung des Volumens des Kosmos ist ein adiabatischer Prozeß. Bei Expansion kühlt sich die Materie ab, bei Kontraktion erhitzt sie sich.
2. Ein thermodynamischer Gleichgewichtszustand - Wärmetod - ist nicht möglich (Die Gravitation verbietet den Zustand maximaler Entropie.).

Die Untersuchung der Vorgänge nach dem Urknall hat sich in den letzten Jahren als eine der fruchtbarsten Arbeitsrichtungen der Kosmologie erwiesen. 



Viele Menschen wissen gar nicht, in welches Gebiet des menschlichen Wissens die Relativitätstheorie eigentlich gehört. Einer der Biographen Einsteins, Philipp Frank, schreibt dazu von folgender Begebenheit:

"Ich besuchte einmal in den zwanziger Jahren in Prag einen der damals so häufigen Vorträge zur Popularisierung der Einsteinschen Theorie. Ich traf dort einen Bekannten, der vom Fach katholischer Theologe war und der mich einem anwesenden Bischof als Physiker vorstellte. "Ach", sagte der Bischof ganz verwundert, "interessieren sich die Physiker denn auch für die Einsteinsche Theorie?"

Den heutigen Kenntnisstand über die Entwicklung des Kosmos skizziert die folgende Tabelle; wegen der hohen Temperaturen im Anfangszustand wird dieses Modell auch als heißes Modell des Universums bezeichnet (Gamow 1949):

Zeit nach dem Urknall	Radius des heute sichtbaren Teils des Universums (cm)	Temperatur (K)	Massendichte (g/cm ³)	Zustand der kosmischen Materie
10^{-4} s	$3 \cdot 10^{16}$	10^{12}	10^{16}	Schwere Teilchen (Baryonen) im Gleichgewicht mit der thermischen Strahlung
10^{-4} s - 2 s	$3 \cdot 10^{16}$ - $3 \cdot 10^{18}$	10^{10} - 10^{12}	10^8 - 10^{16}	Leichte Teilchen (Leptonen) im Gleichgewicht mit der thermischen Strahlung Neutrinos entkoppelt
2 s - $2 \cdot 10^3$ s	$3 \cdot 10^{18}$ - 10^{20}	$3 \cdot 10^8$ - 10^{10}	10^{-2} - 10^8	Bildung von D, Tr, He aus dem "Ur-Wasserstoff" durch Kernprozesse
10^6 a	10^{25}	$3 \cdot 10^3$	10^{-21}	Entkopplung von Strahlung und Materie
10^9 a	10^{27}	10^9	10^{-28}	Entstehung der Galaxien und Sterne
10^{10} a	10^{28}	2,7	10^{-30}	heutiger Zustand

Zum Zeitpunkt von 10^6 a nach dem Urknall rekombinierte das bis dahin in ionisierter Form vorliegende Plasma, so daß die Wechselwirkung zwischen Wärmestrahlung und Materie verloren ging. Die thermische Strahlung (auch kosmologische Hintergrundstrahlung genannt) wurde 1965 von Penzias und Wilson nachgewiesen. Heute entspricht ihr eine Strahlungstemperatur von 2,7 K. Sie ist hochgradig isotrop, so daß das Universum zur Zeit der Entkopplung schon sehr geordnet war.

Dr. Nikolaus Salié

Dipl.-Phys. Karl-Heinz Gaida

Dipl.-Phys. Silvia Zollmann

FSU Jena/Physik

Experimentelle Tests

der Allgemeinen Relativitätstheorie

Durch die Weiterentwicklung der Meßtechnik (besonders auf elektronischem Gebiet) und durch die Möglichkeit, sehr frequenzkonstante Sender sowie Spiegel mittels Satelliten zu transportieren und auf anderen Himmelskörpern zu postieren, konnte in den letzten 10 Jahren die Meßgenauigkeit für Experimente im planetaren Bereich wesentlich gesteigert werden. Auf diese Weise kann man bei einer Reihe von Versuchen die Voraussagen der Einsteinschen Theorie bis auf wenige Prozent, teilweise sogar Promille genau nachprüfen. Als Ergebnis wird nicht nur die klassische Newtonsche Physik widerlegt, sondern auch die meisten Nicht-Einsteinschen Gravitationstheorien, die im Laufe der Zeit entstanden sind.

Viele Jahrzehnte lang war die experimentelle Verifikation der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) nicht sehr genau und befriedigend. So gab es seinerzeit jahrelang Streit, ob die Werte für die Lichtablenkung am Sonnenrand bei Berücksichtigung aller Meßfehler die ART stützten oder widerlegten. Die eigentliche Überzeugungskraft dieser Theorie stammte anfangs überhaupt mehr aus ihrer mathematischen Schönheit und Einfachheit und aus den vielen Vorüberlegungen, die Einstein zu seinen Gleichungen hinführten (Äquivalenzprinzip, Gleichheit von träger und schwerer Masse etc.). Trotz intensiver Suche nach ausführbaren Experimenten fand man lange Zeit nur die bekannten drei: Periheldrehung (am größten für Merkur), Lichtablenkung und Rotverschiebung im Gravitationsfeld. Alle anderen Effekte waren wesentlich kleiner und entzogen sich selbst einer qualitativen Nachprüfung. Es entstanden daher auch eine Reihe ernsthafter Nicht-Einsteinscher Relativitätstheorien (z.B. auf fünfdimensionaler Basis).

Alle diese Theorien liefern in dem betrachteten Gebiet des Planetensystems nur kleine Korrekturen zur Newtonschen Phy-

sik. Näherungsweise kann man daher für jede dieser Theorien in allen Formeln schreiben:

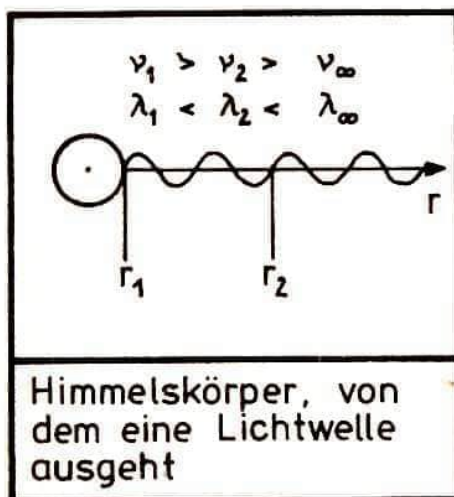
Newtonscher Wert (im flachen Raum) + kleines Zusatzglied

Diese Zusatzglieder lassen sich (bis auf eine Ausnahme von Bedeutung) aus einer "Supertheorie" (PPN-Formalismus) ableiten, in der die einzelnen Theorien durch die Zahlenwerte von 10 Parametern charakterisiert werden. Besagte Experimente legen nun diese Parameter mit Meßfehlern zwischen wenigen Prozent bis Promille fest. Dabei liegen die Parameterwerte der Einsteinschen Theorie innerhalb dieses Bereiches. D.h. ist jemand der Ansicht, daß eine andere Theorie richtig wäre, so dürften deren Parameter doch nur um wenige Prozent von Einstein abweichen. Obwohl Experimente für sehr starke Gravitationsfelder ausstehen, ist man doch heute der Ansicht, daß die Einsteinsche ART als "klassische Theorie" genau richtig ist und erst im Bereich der Quanteneffekte ihre Grenze findet.

Es soll jetzt im einzelnen auf diese Experimente im planetaren Raum eingegangen werden. Desgleichen auf die umstrittenen Versuche von J.Weber, Gravitationswellen nachzuweisen. Zuerst aber noch ein Wort zur Kosmologie und zur Rotverschiebung im Gravitationsfeld.

Rotverschiebung und Flucht der Spiralnebel. Die ART macht Aussagen über die Expansion des Kosmos, die über die Rotverschiebung im Spektrum der Spiralnebel und durch deren Abstandsmessung nachprüfbar sind. Wegen der vielen Fehlerquellen bei dieser Abstandsbestimmung sind hier Präzisionsmessungen zwischen ART und Nicht-Einsteinschen Gravitationstheorien bis heute nicht möglich, obwohl der Effekt zweifelsfrei vorhanden ist und im Rahmen der Fehlergrenzen für die ART spricht.

Rotverschiebung im Gravitationsfeld. Nach Einstein wird die Frequenz elektromagnetischer Wellen in Gravitationsfeldern verändert (Rotverschiebung, wenn die Welle nach außen läuft).



Dieser Effekt ist in 1. Näherung auch mit Newtonschem Gravitationspotential und halbklassischer Quantentheorie ($E = h \cdot \nu$) erklärbar.

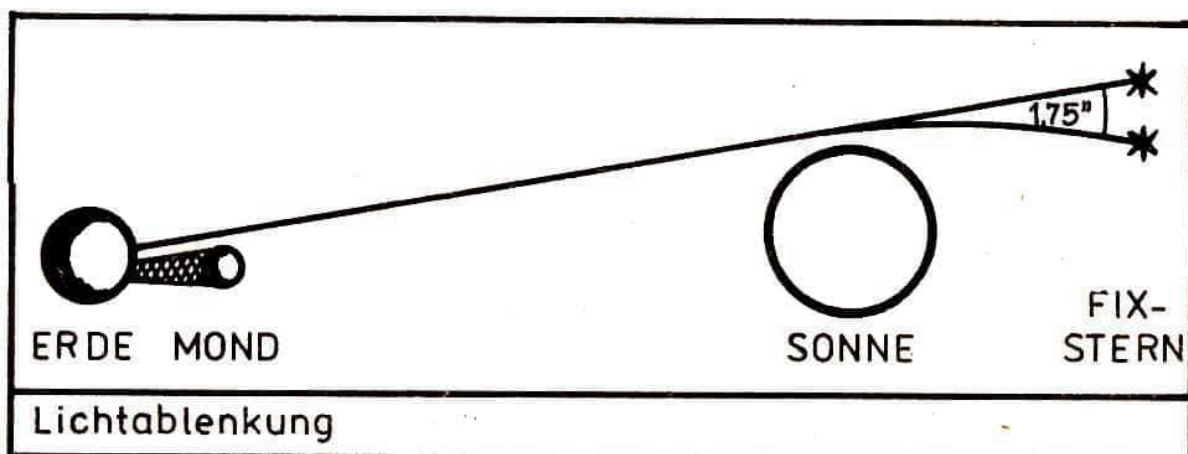
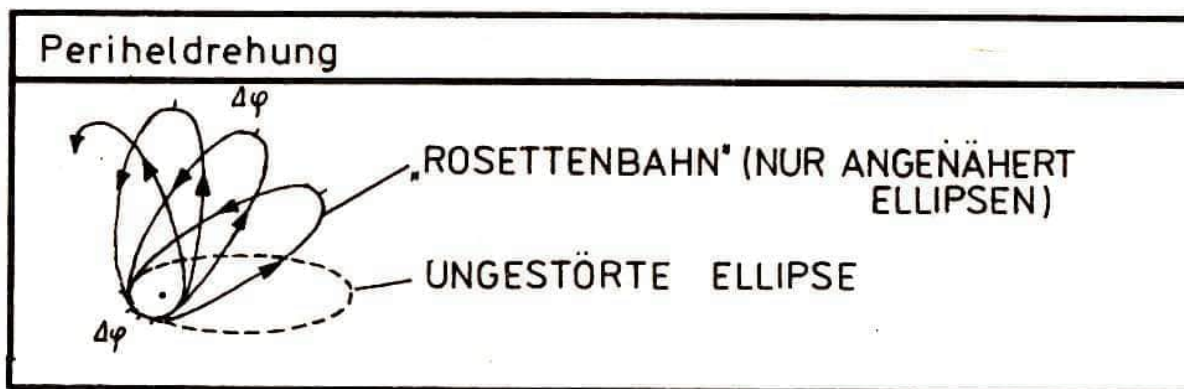
Die Messungen an der Sonne, dem Siriusbegleiter, oder die Versuche von Pound und Rebka mit dem Mößbauereffekt über eine Höhe von ca. 20 m (Laboratorium) sind so ungenau, daß die ART nicht über obige 1. Näherung hinaus getestet werden kann.

Geplant ist, Raketen mit frequenzkonstanten Sendern in die Nähe der Sonne zu schießen und dadurch diesen Effekt nachzuweisen.

Periheldrehung. Unter Periheldrehung versteht man die Bewegung des sonnennächsten Punktes (Perihel) der Planetenbahnen. Sie war schon lange Zeit vor der Aufstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie aus Beobachtungen der Planeten, vor allem des Merkur, bekannt und konnte mit Hilfe der klassischen Störungsrechnung nicht vollständig erklärt werden. Dieser Rest beträgt für den Merkur 42,89 Bogensekunden in 100 Jahren. Die Allgemeine Relativitätstheorie berechnet dafür einen Wert von 43.03". Auch die für die sonnenferneren Planeten errechneten Winkel stimmen gut mit den Beobachtungen überein. Die Bahn wird dabei nicht nur optisch ausgemessen, sondern auch mit Radarechomethoden. Durch Kombination der Meßwerte verschiedener Planeten kann man desgleichen den Einfluß einer unsymmetrischen Massenverteilung auf der Sonne ermitteln und eliminieren.

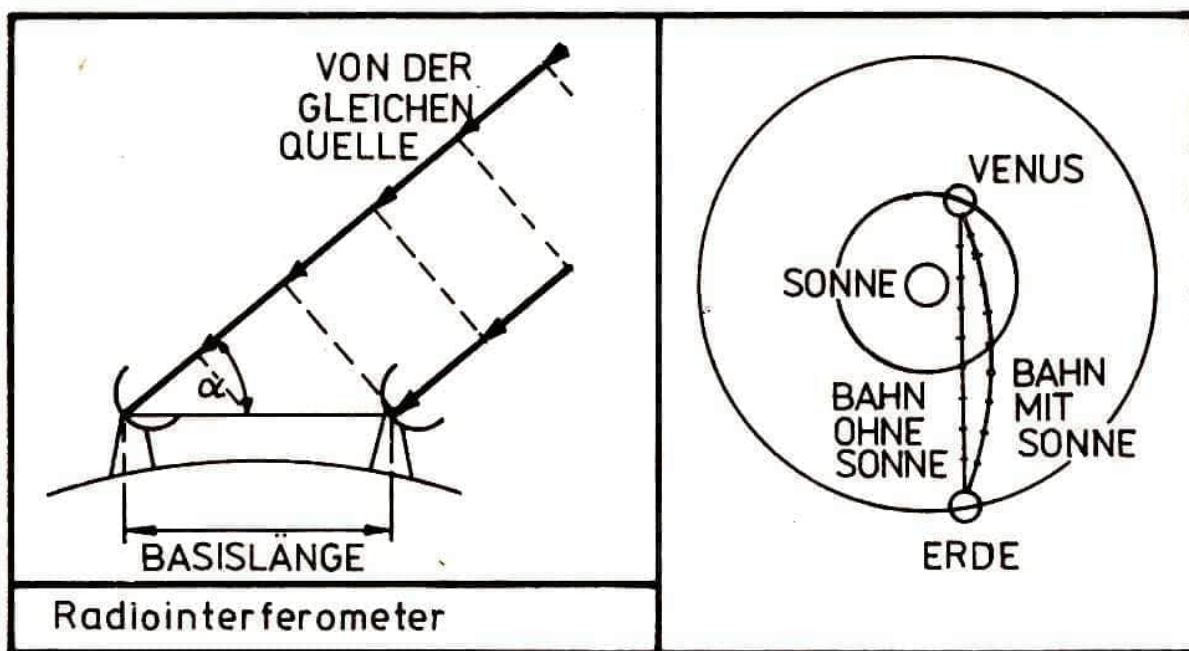
Lichtablenkung im Gravitationsfeld. In der Umgebung massereicher Objekte wird, nach den Aussagen der Einsteinschen Theorie, die Ausbreitungsrichtung elektromagnetischer Wellen geändert. Die Ablenkung im Gravitationsfeld erfolgt zur Masse hin und ist umso stärker, je größer die Masse ist und je näher die Welle an ihr vorbeiläuft. Das einzige Versuchsobjekt von genügend großer Masse ist für uns die Sonne. Erste Beobachtungen wurden im Bereich des sichtbaren Lichtes durchgeführt. Dabei werden Fixsterne, die am Sonnenrand erscheinen,

fotografiert. Das helle und in der Atmosphäre gestreute Sonnenlicht überdeckt jedoch alle Sterne, so daß eine Aufnahme nur während einer totalen Sonnenfinsternis möglich ist. Die Sonnenscheibe wird vom Mond verdeckt, und die Randpartien mit den zu beobachtenden Sternen bleibt sichtbar. Vom gleichen Himmelsabschnitt wird zuvor eine Aufnahme ohne Sonne angefertigt. Der Vergleich beider Bilder muß nach der Allgemeinen Relativitätstheorie für die Sterne am Sonnenrand eine Verschiebung der Positionen von $1,75$ Bogensekunden ergeben.



Die Messungen sind wegen der Seltenheit totaler Sonnenfinsternisse, der Justierung der optischen Geräte (u.a. zwei Aufnahmen, ein halbes Jahr auseinander), der Abkühlung der Atmosphäre und den damit verbundenen Turbulenzen während der Finsternis, den Turbulenzen in der Sonnenkorona und vieler anderer Einflüsse sehr schwierig und ungenau. Die erste derartige Messung wurde schon 1919 vorgenommen und konnte die Größenordnung des vorausgesagten Effektes bestätigen. Heute sind solche Messungen mit größerer Genauigkeit möglich, indem man die Positionsverschiebung starker Radioquellen beob-

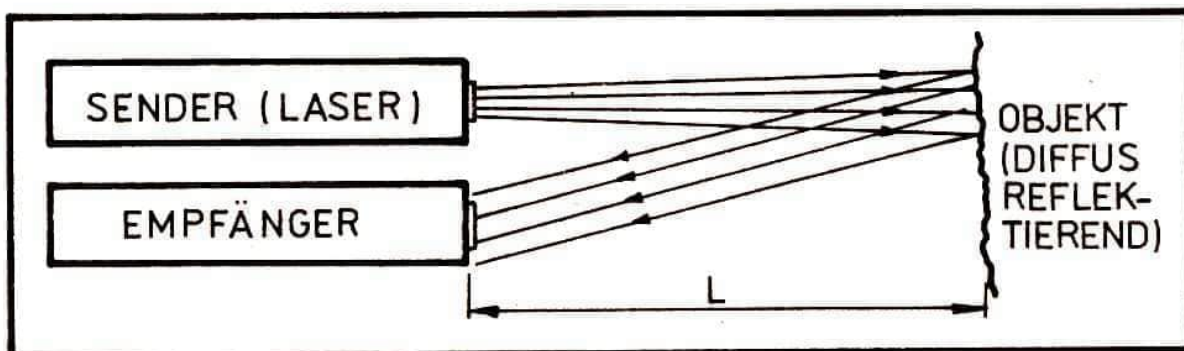
achtet. Von diesen gibt es eine, der die Sonne auf ihrer scheinbaren Jahresbahn sehr nahe kommt. Durch Interferenzschaltung von Radioteleskopen, die hunderte von Kilometern auseinander stehen, kann man eine Winkelauflösung von $1/1000$ Bogensekunde erzielen. Zur Zeit betragen die Meßfehler $\pm 3\%$ des Meßwertes. Diese Messungen bestätigen die Einsteinsche Theorie sehr genau und schließen dadurch viele andere denkbare Gravitationstheorien aus.



Laufzeitmessungen von Radarechos. Nach den Aussagen der Allgemeinen Relativitätstheorie ändert sich nicht nur die Ausbreitungsrichtung einer elektromagnetischen Welle, sondern auch deren Ausbreitungsgeschwindigkeit, wenn sie nahe an einer großen Masse vorbeiläuft. Sendet man nun von der Erde Radarsignale aus, die von den inneren Planeten oder interplanetaren Raumsonden reflektiert werden, muß sich eine Veränderung der Laufzeit in Abhängigkeit vom Abstand Strahlung - Sonne bemerkbar machen. Dabei spielt die Veränderung der Laufzeit durch die Krümmung der Strahlen eine untergeordnete Rolle. Auch hier handelt es sich, wie bei allen relativistischen Effekten, um sehr kleine Meßgrößen, deren Nachweis hohe Anforderungen an die Technik und die Experimentatoren stellt. Die theoretisch vorausberechneten Werte konnten mit einer Fehlergrenze von ca. 1% gemessen werden, und sind so eine weitere Bestätigung der Einsteinschen Gravitationstheorie.

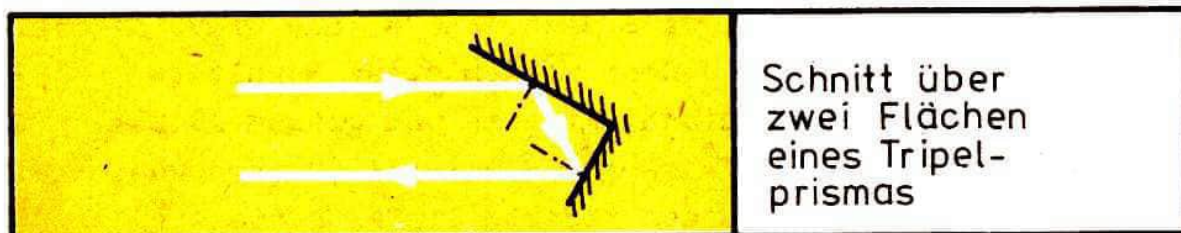
Messung der Entfernung Erde - Mond mittels Laserstrahlen

Durch die Entwicklung der Lasertechnik hat man sehr genaue Verfahren zur Entfernungsmessung gewonnen. Wir wollen das Impulszeit-Verfahren kurz skizzieren: Ein Signal wird vom Sender abgeschickt und gelangt an das Objekt. Je nach Beschaffenheit des Objektes wird ein mehr oder weniger grosser Anteil der Strahlung in Richtung des Senders reflektiert, in dessen Nähe der Empfänger aufgestellt ist. Die räumliche Trennung zwischen Sender und Empfänger ist in erster Näherung vernachlässigbar, da sehr große Strecken L gemessen werden. Mit geeigneten Uhren wird die Zeit t gemessen, die das Signal vom Sender zum Empfänger benötigt. Man berechnet dann die Strecke L folgendermaßen: $L = tc/2$ (c Lichtgeschwindigkeit). Folgende Skizze soll das allgemeine Verfahren veranschaulichen:



Die Genauigkeit dieses Verfahrens ist vor allem durch Unregelmäßigkeit sowie Krümmung der Mondoberfläche begrenzt. Heutzutage stehen für die Messung der Entfernung Erde - Mond sogenannte Laserreflektoren zur Verfügung, die von den Apollo 11-Astronauten bzw. vom sowjetischen Mondfahrzeug Lunochod aufgestellt wurden. Diese Reflektoren sind aus hochpräzise geschliffenen Tripelprismen aufgebaut. Ein Tripelprisma besteht aus einem Glas- oder Quarzkörper mit drei reflektierenden Flächen. Es hat die Eigenschaft, auftreffendes Licht in der Einfallsrichtung zurückzusenden, und zwar unabhängig vom Einfallswinkel. Ein einfacher Spiegel dagegen reflektiert das Licht nach dem Gesetz "Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel" und sendet das Licht nur bei senkrechtem Einfall in die Einfallsrichtung zurück.

Folgende Zeichnung veranschaulicht das:



Mit Hilfe der Laser-Entfernungsmessung und der Laserreflektoren ist es möglich geworden, die Strecke Erde - Mond bis auf wenige Dezimeter genau zu bestimmen. Himmelsmechanische Bahnberechnung mit Korrekturen nach der Einsteinschen ART ergeben innerhalb einer Fehlergrenze von wenigen Promille denselben Wert. Das bedeutet gegenüber früheren Methoden den Gewinn einer Größenordnung in der Genauigkeit für den Test der Einsteinschen ART gegenüber anderen Theorien.

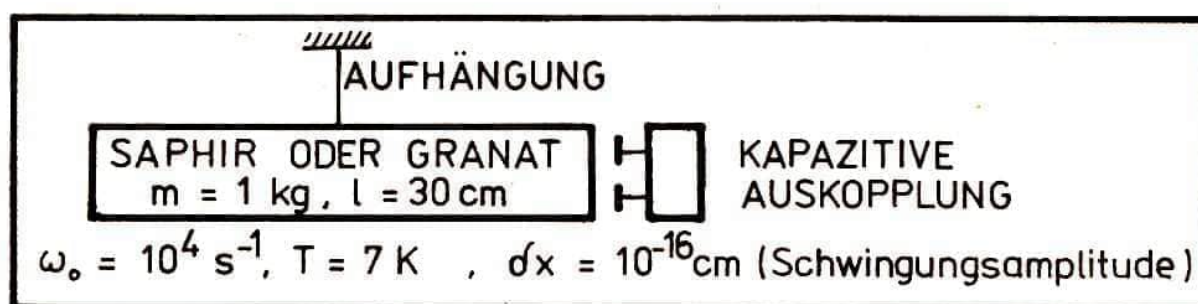
Experimenteller Nachweis von Gravitationswellen

Gravitationswirkungen breiten sich in Einsteins Theorie mit Lichtgeschwindigkeit aus. Z.T. umstritten ist dabei die Frage, ob von rein gravitativen Systemen (Doppelsternen) Gravitationswellen (analog zur Optik) ausgehen, die definiert Energie abtransportieren.

Gravitationswellen nachweisbarer Stärke entstehen erst, wenn große Massen sehr schnell bewegt werden. Mögliche Prozesse dieser Art sind z.B. Supernovaausbrüche oder der Gravitationskollaps eines Sterns. Die bekanntesten Nachweisgeräte für Gravitationswellen sind die Weberschen Zylinder, die heutzutage in verschiedenen Variationen existieren. Im Jahre 1956 hatte J. Weber (USA) zwei Aluzylinder (Länge 3 m, Durchmesser 0,9 m, Masse 5 t), weitgehend entkoppelt von ihrer Umgebung, in einer Entfernung von 1000 km horizontal und parallel aufgehängt. Einfallende Gravitationswellen würden die Zylinder zu Schwingungen anregen, die piezoelektrisch oder kapazitiv abgenommen werden können. Sprechen beide gemeinsam an, kann eine Gravitationswelle vorliegen.

Die von der Gravitationswelle auf den Detektor übertragene Energie ist bestenfalls in der Größenordnung der thermischen

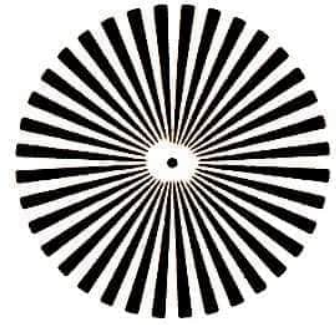
Energie, so daß die erhofften Signale nur mit großem experimentellen und statistischen Aufwand gewonnen werden können. J. Weber wies auch solche Signale nach, die er als Gravitationswellen interpretierte. Jedoch würden diese Resultate neue, bisher unbekannte kosmische Effekte von großem Ausmaß voraussetzen. Die üblichen Vorgänge im Weltall (Supernovae, Doppelsternbewegung etc.) würden Effekte liefern, die ein bis zwei Größenordnungen unter den heute nachweisbaren liegen. Tatsächlich erhielten auch alle anderen Gruppen, die diese Versuche wiederholten, negative Resultate. Dabei wurde durch Kühlen auf 10^{-3} K das thermische Rauschen stark vermindert. Zur Erhöhung der Güte des Schwingens werden auch Silicon-, Saphir- oder Granat-Einkristalle verwendet (Braginsky).



Trotzdem muß die Genauigkeit um mindestens zwei Größenordnungen gesteigert werden, um die (theoretisch) berechneten Effekte zu messen.

Unsere Aufgabe

38



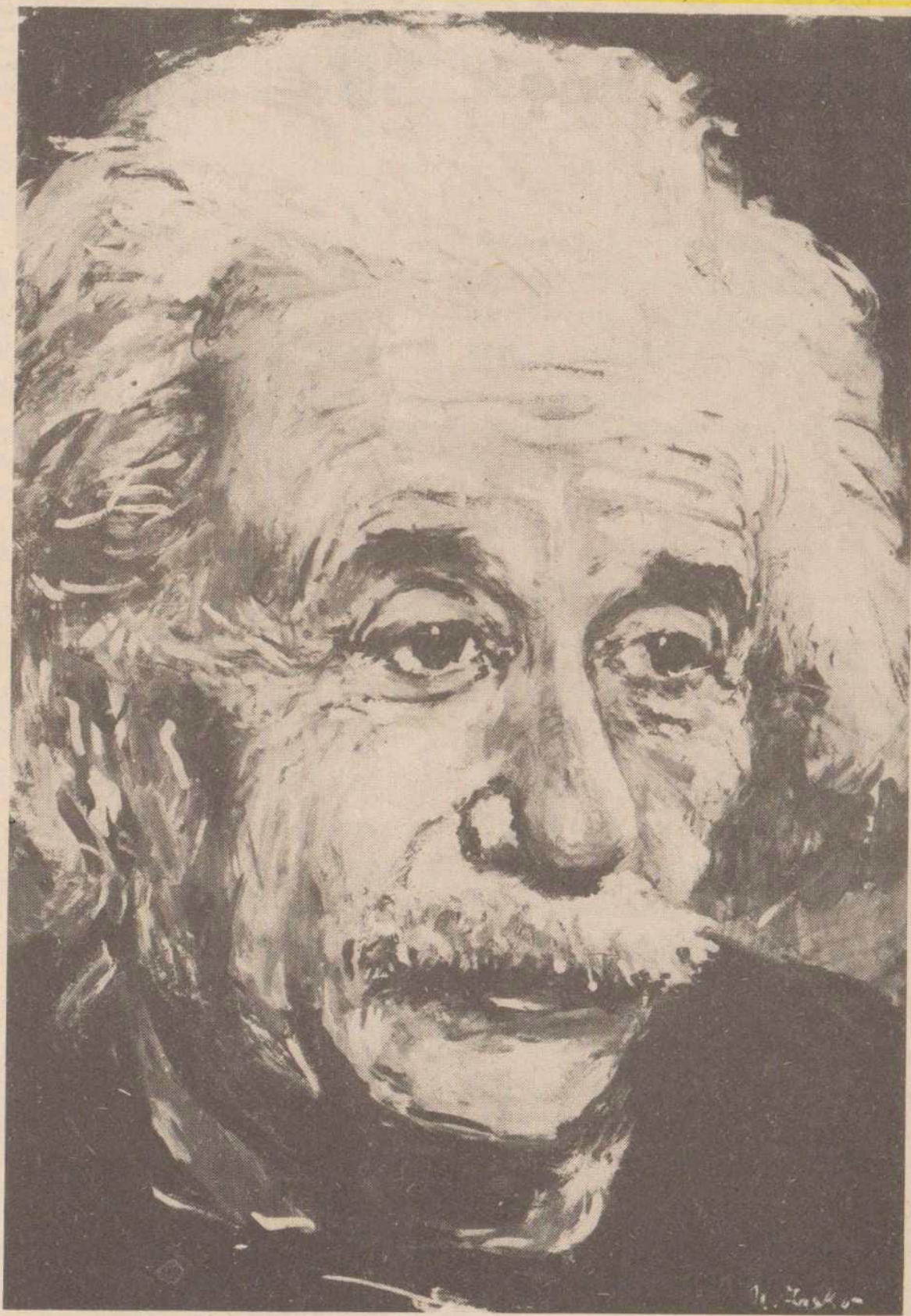
1. Man betrachte die Formeln der Lorentztransformation (vgl. Beitrag über Spezielle Relativitätstheorie !)
Ein Gegenstand befinde sich bei $x' = 0$. Nimmt seine x -Koordinate im Laufe der Zeit zu oder ab ?
2. Kehrt ein Kosmonaut, der die Erde umkreist, jünger, älter oder gleich alt zurück, als wenn er auf der Erde geblieben wäre ?

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.

Leopold Infeld über Albert Einstein:

Ich bin vielen Wissenschaftlern in meinem Leben begegnet. Ich bin ihnen im wirklichen Leben und auf den Seiten der Geschichte begegnet. Wir wollen mit diesen Wissenschaftlern ein sehr idealisiertes Experiment anstellen. Wir wollen von ihnen ihre wissenschaftliche Fähigkeit und von ihrem Umgang alles, was ihre Gelehrsamkeit angeht, wegdenken. Was wird von ihnen übrigbleiben? ... Sie werden genauso differenziert sein, wie jede zufällige Gruppe von Menschen. Man wird unter ihnen langweilige, eitle bigotté, blasierte, aber auch prächtige, aufgeschlossene und warmherzige Menschen finden. Man wird unter ihnen überhebliche, selbstgefällige Menschen finden, aber auch solche, die sich ihrer Pflichten gegenüber ihren Mitmenschen bewußt sind.

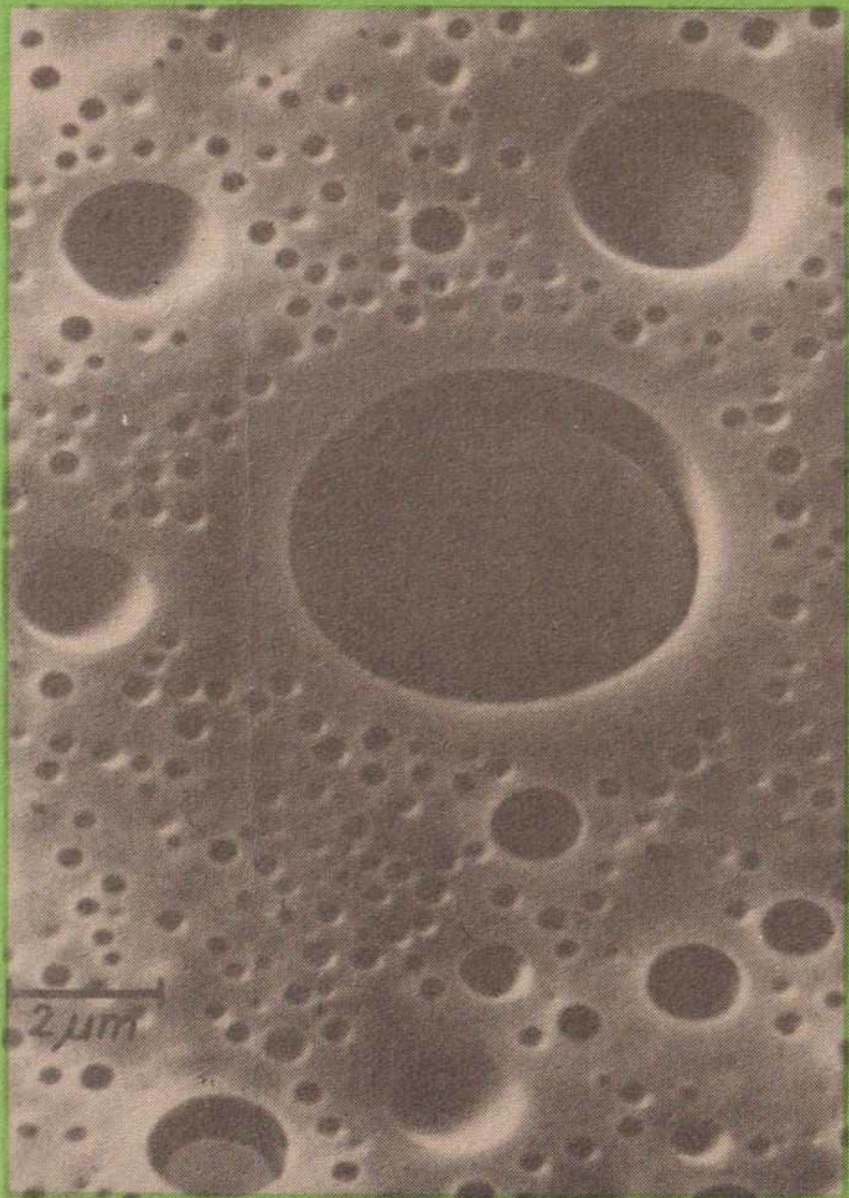
Wir wollen versuchen, daß wir Einsteins Leistungen auf dem Gebiet der Physik wegdenken ... Wenn wir alles dies weg-dächten, bliebe Einstein ebenso groß wie vorher.



HANS LASKO - PORTRÄT ALBERT EINSTEINS - JENA 1978

impuls 68

8



Mikroprozessoren

☆

Seifenblasenmodell

☆

Nobelpreisträger P. L. Kapiza

☆

Probleme des Raumfluges

☆

Das Streichholz

☆

VEB Carl Zeiss Jena

Titelbild:

Elektronenmikroskopische
Aufnahme (siehe S. 9)



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

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

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

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

Mikroprozessoren	PHY 3
Das Seifenblasenmodell zur Demonstration von Kristallisationsprozessen	PHY 7
Nobelpreis für Physik 1978 für P. L. Kapiza	10
Psychologische Probleme des interplanetaren Fluges	13
Alltagschemie: Warum brennt das Streichholz?	CHE 18
Kombinat VEB Carl Zeiss JENA	20
Gespräch mit Nationalpreisträger Prof. M. von Ardenne	INT 27
Physikaufgabe 39, Lösung Nr. 33	31

Heft 8 gestaltet von: Vera Masurat
Redaktionsschluß: 30. 12. 1978

Dr. Manfred Schmidt
wiss. Oberassistent
an der Sektion Physik
der FSU Jena

Mikroprozessoren

Spätestens durch die 6. Tagung des ZK der SED im Sommer 1977 wurden viele Bürger unseres Landes auf die Bedeutung der Mikroelektronik hingewiesen. Auch "Impuls 68" hat sich bereits mit Fragen der Mikroelektronik beschäftigt. Immer wieder taucht der Begriff Mikroprozessoren dabei auf. Wir wollen hier versuchen, mit vereinfachten Mitteln zu erklären, was unter einem Mikroprozessor zu verstehen ist.

Der Entwicklungsaufwand für hochintegrierte Schaltkreise der Mikroelektronik (mit ca. 10^5 Transistorfunktionen auf einem wenige Quadratmillimeter großen Halbleiterplättchen, dem Chip) ist sehr hoch. Dieser Entwicklungsaufwand amortisiert sich erst bei sehr hohen Stückzahlen. Damit ergab sich die Frage, ob sich ein universell einsetzbarer Schaltkreis entwickeln läßt, der in großen Stückzahlen (preiswert!) produziert werden kann und erst bei den verschiedensten Anwendern für die unterschiedlichsten Aufgaben "programmiert" wird. 1971 wurde diese Frage mit der Entwicklung des ersten Mikroprozessors positiv beantwortet. Seither hat eine stürmische Entwicklung auf diesem Gebiet eingesetzt, die sich zum Beispiel darin äußert, daß international die entsprechenden Preise in manchen Fällen um den Faktor 1000 gefallen sind, eine Entwicklung, die für andere Produkte kaum zutreffen dürfte. Allein diese Zahl mag genügen, um die Entwicklung, die noch weiter anhält, zu charakterisieren.

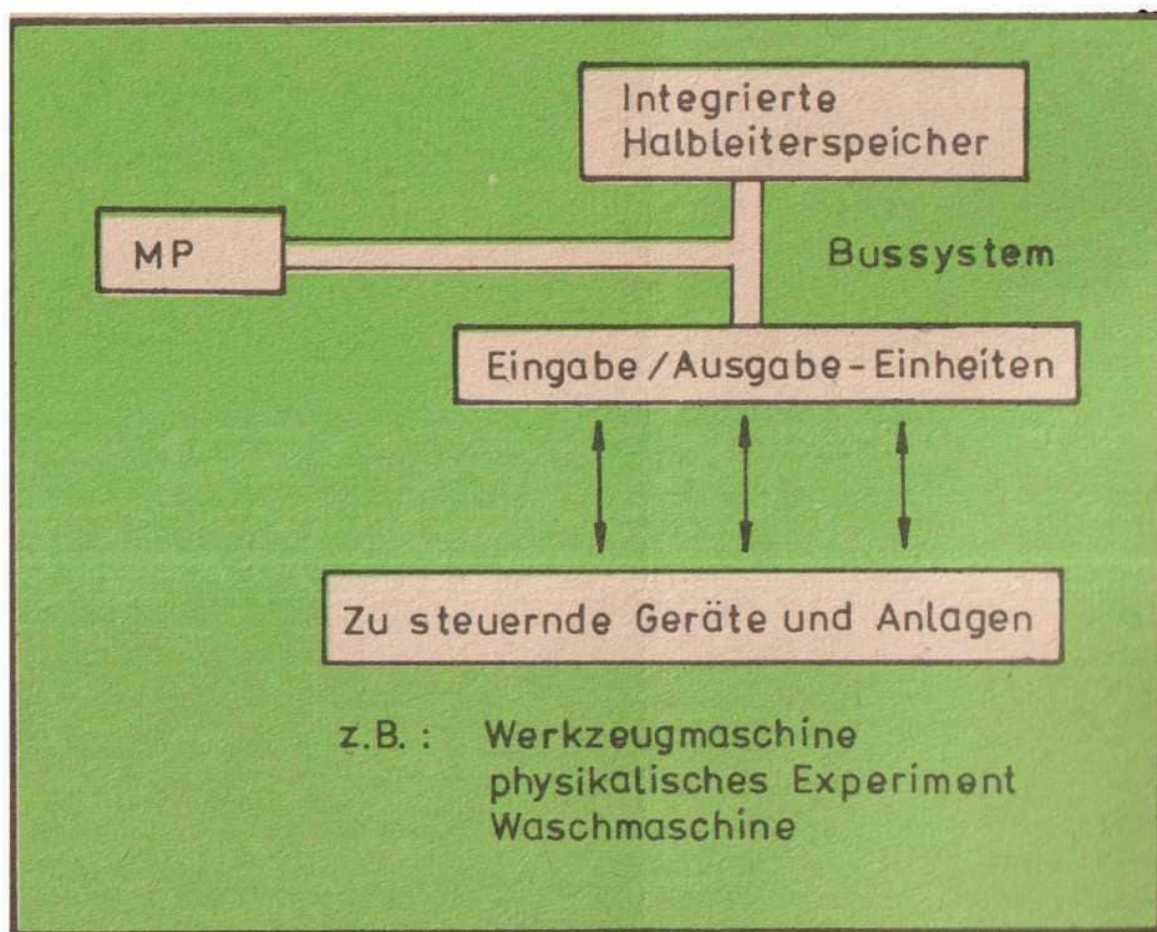
Doch was ist nun ein Mikroprozessor?

Mikroprozessoren sind digitale programmierbare hochintegrierte Schaltungen. Ein Mikroprozessor - wir schreiben kurz MP -

erhält und gibt seine Informationen ab in Form von Bitmustern, also in Worten einer bestimmten Breite von meist 8 bit, also z. B.

00111001

Jedes dieser 8 bit kann die binären Werte von 0 oder 1 annehmen. Dieses Bitmuster kann z. B. eine binär kodierte Zahl darstellen (entspricht im Dezimalsystem der "57"), zu der der Mikroprozessor eine weitere binär kodierte Zahl zu addieren hat. Der MP verarbeitet (oder manipuliert) Daten.



Dazu benötigt er jedoch entsprechende Befehle, also z. B. "addiere!". Diese Befehle haben wiederum die Form von Bitmustern. Allein ist ein MP jedoch nicht arbeitsfähig. Er muß mit anderen, in der Regel ebenfalls hochintegrierten Schaltkreisen zusammenarbeiten; das sich vor allem die Halbleiterspeicher, in denen das Programm, nach dem der MP arbeitet, abgespeichert ist und in die der MP anfallende Daten selbst einspeichern kann (z. B. Zwischenergebnisse). Außerdem be-

nötigt der MP noch Schaltungen am Anschluß an die Geräte, die er steuern soll, mit denen er zusammenarbeiten soll. Diese Schaltungen stellen die Ein- und Ausgabeeinheiten (Interface) dar. Erst diese Zusammenschaltung von MP, Speichern und Interface führt zu einem funktions- und arbeitsfähigen Mikroprozessorsystem. Damit der Anwender auch erfährt, was das MP-System gerade für Operationen ausführt, damit der Mensch also mit dem MP-System in Kommunikation treten kann, sind noch Schreibmaschine, Bedienpult oder Bildschirm-einheiten nötig. Diese komplexen MP-Systeme werden Mikrorechner genannt.

Damit läßt sich ein ganz einfaches Blockschaltbild eines MP-Systems angeben (Abb.S.4).

MP, integrierte Halbleiterspeicher und E/A-Einheiten müssen über spezielle Leitungssysteme, das Bussystem, zusammengesaltet werden. Über das Bussystem werden demzufolge Daten, Befehle und Steuersignale, die das Zusammenwirken aller Elemente des MP-Systems sicherstellen, transportiert.

Wir können zusammenfassen:

Ein MP-System entsteht durch Zusammenschaltung von Mikroprozessor, integrierten Halbleiterspeichern, Eingabe/Ausgabeeinheiten und Bussystem zu einem arbeitsfähigen mikroelektronischen Informationsverarbeitungssystem.

Die Mikroelektronik-Industrie bietet solche universell einsetzbare MP-Systeme z. B. als Mikrorechner MRS K 1510 vom VEB Kombinat Robotron an. Hat ein Anwender jedoch einen Mikrorechner gekauft, so ist dieses System (Hardware) jedoch nur dann einsatzfähig, wenn der Anwender durch entsprechende Programme (Software) dem MP-System "mitteilt", welche Datenmanipulationen z. B. zur Steuerung einer Werkzeugmaschine ausgeführt werden müssen. Ein MP-System (wie jede EDV-Anlage) kann nur die Datenmanipulationen ausführen, die im Programm vorgesehen sind. Mit Hilfe des Programmes paßt also der Anwender den universell einsetzbaren MP an seine speziellen Aufgaben an.

Es zeigt sich eine Entwicklung, bei der die Hardware in den letzten Jahren so billig produzierbar wurde und weiterhin wird, daß sich eine Vielzahl von Anwendungen von MP-Systemen sogar bei Konsumgütern (z. B. Steuerung von Waschmaschinen) anbieten. Dieser Trend der Verbilligung der Hardware ist beim Einsatz von MP-Systemen damit verbunden, daß die wesentlichen Kosten vor allem in der Erarbeitung von Software stecken. Es ist vorgesehen, in einer losen Reihe von Beiträgen tiefer in die Problematik der Mikroelektronik einzudringen.

Wissenswertes:

Radioteleskop für 1 mm Wellenlänge

Während es viele Radioteleskope für den cm-Bereich gibt, herrscht im mm-Bereich ein gewisser Notstand. Der 1977 eingeweihte 15m große Empfänger bei Amherst/Mass. (USA) schließt diese Lücke. Er soll vor allem zum Studium von nuklearen Wolken in unserer Galaxie eingesetzt werden. Das Interesse an mm-Wellen war sehr gewachsen, als vor Jahren Ammoniak- und Wasserdampf in galaktischen Wolken entdeckt wurde. Viele nachfolgend gefundene Moleküle emittieren elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen zwischen 1- und 3 mm. Das Teleskop besteht aus 72 unabhängigen Reflektoren und läßt eine Winkelauflösung von 25" zu. Die effektive Genauigkeit der Reflektorpositionen beträgt 0,1 mm. Ein bisher schon betriebenes 22m-Radioteleskop an der Chalmers-Universität / Schweden konnte nur 3mm-Wellen erfassen.

Ring-Galaxien aus Kosmischen Zusammenstößen

Ring-Galaxien wurden erstmalig vor 20 Jahren beobachtet. Astronomen der Columbia-Universität und der State-University New-York at Stony Brook glauben jetzt, daß 12 dieser seltsamen Gebilde entdeckt sind, das Entstehen solcher Riesenringe aus **Sternen** durch Stöße zwischen Galaxien erklären zu können. Die Stöße dauern nach Angaben der Astronomen 100 Millionen Jahre und mehr.

P. Schmücking
H.-J. Lang
M. Becke
P. Böhm
EOS Worbis

Das Seifenblasenmodell zur Demonstration von Kristallisationsprozessen

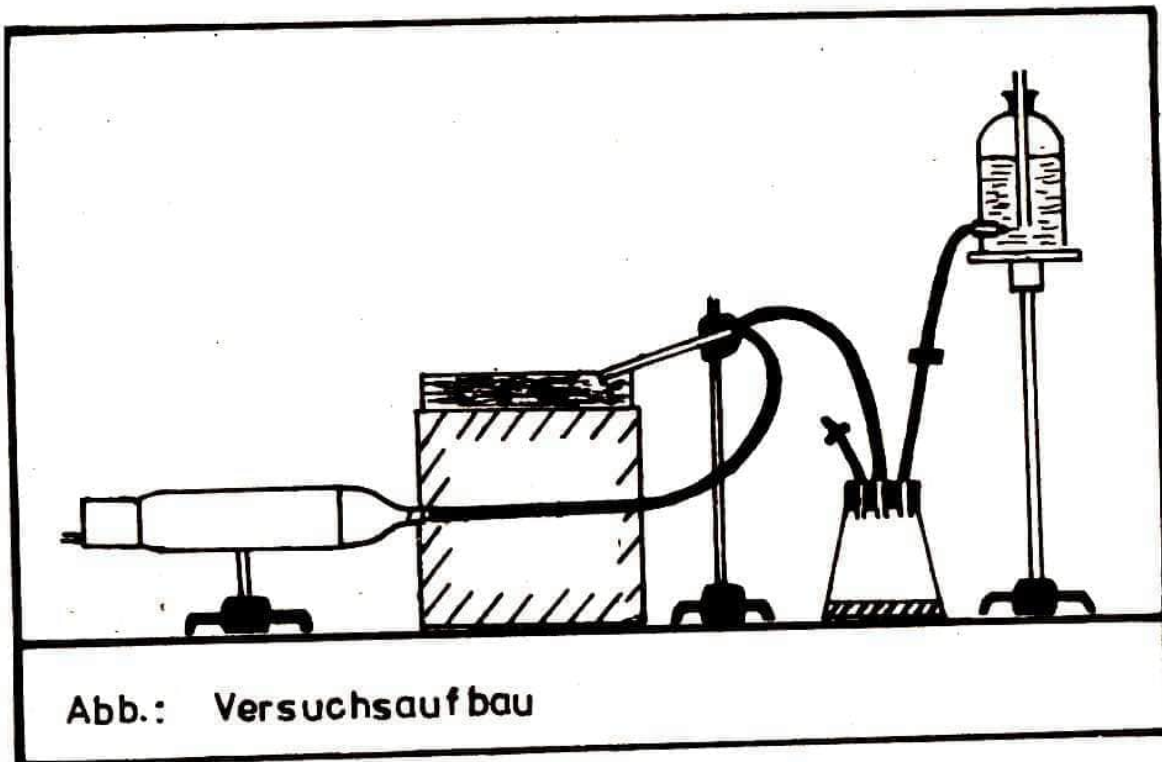
CHEMIE

Das im Jahre 1947 von R. Bragg und J.F. Nye entwickelte Seifenblasenmodell beruht darauf, daß die auf einer Flüssigkeitsoberfläche zwischen einzelnen Bläschen wirkenden Kräfte zu ähnlichen Anlagerungsprozessen führen, wie sie zwischen Atomen bei Kristallisationsprozessen zu beobachten sind. Seifenbläschen ordnen sich auf Flüssigkeitsoberflächen derart an, daß ebene dichteste Kugelpackungen entstehen. Die sich bildenden Blasenflöße können als zweidimensionales Modell von Einkristallen bzw. polykristalliner Stoffe betrachtet werden. Eine besonders gute Übereinstimmung ist zwischen der Darstellung im Seifenblasenmodell und Kristallen, die in Form der dichtesten Kugelpackung kristallisieren, zu finden. Bei der Anlagerung der Bläschen zum Seifenblasenmodell entstehen hin und wieder Unregelmäßigkeiten, wie Lücken und Versetzungen, die als Punktfehlordnungen, Stufenversetzungen usw. gedeutet werden können (siehe auch "impuls 68" 11 (77/78) H.8). So ist es möglich, den Aufbau eines Realkristalls mit auftretenden Fehlern in diesem zweidimensionalen Modell zu veranschaulichen.

Der besondere Vorteil des Seifenblasenmodells ist darin zu sehen, daß auch kinematische Vorgänge modellmäßig dargestellt werden können.

1. Aufbau der Experimentieranordnung

Die Voraussetzung für die Entstehung eines Seifenblasenfloßes ist die Herstellung von Seifenbläschen in bestimmter gleichbleibender Größe und in regelmäßiger Anordnung. Es werden folgende Teile und Geräte benötigt:



- 1 flache Küvette mit plan-parallelem Glasboden
- 1 Mariottesche Flasche
- 1 Erlenmeyerkolben oder Pulverflasche mit dreifach durchbohrtem Stopfen
- 1 Luftstromerzeuger oder Föhn
- 1 Rohrklemme
- 1 Schraubschlauchklemme
- 1 Schlauchklemme
- Kapillaren von 5 mm Durchmesser, fein ausgezogen in Intervallen von 0,1 mm bis 0,4 mm
- Stativmaterial, Gummischlauch (Durchmesser 0,5 cm und 1 cm)
- Glasrohre (Durchmesser 0,5 cm und 1 cm)

2. Funktionsweise

Aus der Mariotteschen Flasche strömt Wasser durch die Öffnung 1 des Windkessels (Erlenmeyerkolben mit dreifach durchbohrtem Stopfen), so daß die in diesem sich befindende Luft durch die zweite Öffnung entströmt. Eine Schraubschlauchklemme ermöglicht eine Feinregulierung des Flüssigkeitsstroms und somit eine Regulierung des Luftstromes durch die Öffnung 2 des Windkessels, die über einen Schlauch mit einer fein aus-

gezogenen Kapillare verbunden ist. Die Spitze der Kapillare taucht in die Bläschenflüssigkeit in der Küvette ein. Mit der Schraubschlauchklemme kann die je Sekunde entstehende Bläschenanzahl reguliert werden. Völliges Schließen bedeutet langsames Unterbrechen der Bläschenherstellung. Nur das Öffnen eines mit einer Schlauchklemme abgeklemmten Schlauchstückes an der Öffnung 3 des Windkessels führt zu einer plötzlichen Unterbrechung der Bläschenherstellung, weil ein sehr schneller Druckausgleich mit der Umgebung stattfindet. Die Größe der Bläschen hängt vom Durchmesser der Kapillare, von ihrer Eintauchtiefe und von der Größe des Überdrucks im Windkessel ab. Bei sehr geringem Spitzendurchmesser muß der Druck im Windkessel relativ groß sein, um überhaupt einen brauchbaren Luftstrom durch eine derart feine Röhre zu bringen.

3. Herstellung der Bläschenflüssigkeit

Die Bläschenflüssigkeit muß klar und durchsichtig sein, und die Bläschen müssen auf ihr längere Zeit beständig sein. Eine Mischung aus folgenden Bestandteilen hat sich bewährt:
600 ml Wasser, 120 ml Glyzerol (auch Glyzerin),
20 ml Haarwaschmittel.

4. Projektionsmöglichkeiten

Damit ein entstehendes oder schon fertiges Blasenfloß im Unterricht sichtbar gemacht werden kann, ist es möglich, den Versuchsaufbau durch eine Projektionseinrichtung zu erweitern. Der Tageslicht-Schreibprojektor Polylux ist hierzu geeignet, ebenfalls verwendbar ist das Wasserwellengerät WSP 220. Bei Verwendung der Wasserwanne des WSP 220 ist zu beachten, daß in der relativ kleinen runden Wellenwanne störende Ringströmungen auftreten können.



Beschreibung zum Titelbild

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (Sekundärelektronenabbildung) der chemisch angeätzten Bruchfläche eines Bariumborosilikat-Trübglasses. Die tröpfchenförmigen Entmischungsbezirke haben sehr unterschiedliche Durchmesser. Ihre chemische Beständigkeit gegenüber dem verwendeten Ätzmittel ist geringer als die der sie umgebenden Glasmatrix.

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

Nobelpreis für Physik 1978 für P. L. Kapiza

Doz. Dr. E. Jäger, Sektion Physik der FSU Jena

Der Nobelpreis 1978 für Physik ist im Dezember in Stockholm je zur Hälfte an den sowjetischen Physiker Pjotr Leonidowitsch Kapiza für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Tieftemperaturphysik und an die beiden Amerikaner Penzias und Wilson für die Entdeckung der kosmischen 3K-Strahlung verliehen worden. Prof. Kapiza ist einer der wenigen, heute noch lebenden, großen alten Männer, die das "goldene Zeitalter der Physik", die zwanziger und dreißiger Jahre, aktiv gestaltet haben, eine außergewöhnliche Persönlichkeit, die sich um die Entwicklung der Physik in der UdSSR sehr verdient gemacht hat.

Prof. Kapiza wurde am 9. 7. 1894 in Kronstadt als Sohn eines zaristischen Generals geboren. Nach dem Schulbesuch entschied er sich für das Physikstudium, ein für die damalige Zeit ganz außergewöhnlicher Berufswunsch, da es im damaligen Rußland fast keine Physiker gab. Sein Lehrer am Polytechnischen Institut war A. F. Joffe. Nach Abschluß des Studiums im Jahre 1918 beschäftigte sich Kapiza mit verschiedenen Themen (Herstellung sehr dünner Drähte, Röntgenspektrometer, magnetische Momente von Atomen), dabei zeigte sich das außergewöhnliche experimentelle Geschick und die Originalität und Universalität, die für Kapiza typisch sind.

1921 wurde der junge Physiker nach England zu wissenschaftlichen Arbeiten delegiert, wo er bis 1934 im weltberühmten Cavendish-Laboratorium in Cambridge unter E. Rutherford arbeitete. In diese Zeit fallen herausragende physikalische Experimente, die Kapiza in der Fachwelt berühmt machten: er erzeugte sehr starke Magnetfelder von 25 kA/m in Zeiten von etwa 10 ms (mit einer Technik, die heute noch oft benutzt wird), entdeckte das lineare Anwachsen des elektrischen Wi-

derstandes vieler Metalle mit dem Magnetfeld, fand die anomal hohe Magnetostraktion von Wismut und ihre Anisotropie, er entwickelte ein neues, originelles Gerät zur Verflüssigung von Helium (das Prinzip dieses Verflüssigers wird in fast allen modernen Anlagen benutzt)...1934 kehrte Kapiza nach Moskau zurück und baute das Institut für Physikalische Probleme der Akademie der Wissenschaften auf, dessen Ausrüstung in England dank der Hilfe von Rutherford, der seinen Lieblingsschüler nur ungern nach Moskau ließ, gekauft wurde. Die Hauptarbeitsrichtungen dieses Institutes, dessen Direktor Kapiza ist, sind die Tieftemperatur- und die Festkörperphysik. 1937 entdeckte Kapiza die Superfluidität des flüssigen Heliums, eine Entdeckung, die durch die Arbeiten von Kapiza auf der experimentellen und von Landau auf der theoretischen Seite Ausgangspunkt zu einem völlig neuen Gebiet der Physik, der Physik der Quantenflüssigkeiten, wurde (Landau war seit 1937 Leiter der Theorie-Abteilung des Kapiza-Institutes). Sowohl Landau (1962) als auch Kapiza erhielten gerade für diese Arbeiten den Nobelpreis.

Neben den angegebenen Leistungen auf dem Gebiet der Grundlagenphysik und noch weiteren Arbeiten auf dem Gebiet der Hochtemperaturplasmen bzw. der Elektronik bei hohen Leistungen hat sich Kapiza große Verdienste in der angewandten Physik erworben. Er entwickelte z.B. ein neues Verfahren zur Luftverflüssigung, führte dieses Verfahren in der Volkswirtschaft ein. In der SU gibt es heute Anlagen, die nach dem Kapizaschen Prinzip bis zu $65\,000\text{ m}^3$ Sauerstoff pro Stunde liefern, vor allem für die Bunt- und Schwarzmetallurgie, die chemische Industrie und die Raketentechnik.

Auch auf wissenschaftsorganisatorischem Gebiet leistete Kapiza Außerordentliches. Er ist Chefredakteur der führenden sowjetischen Fachzeitschrift von internationalem Rang, des Journals für experimentelle und theoretische Physik. Als Mitglied des Präsidiums der Akademie der Wissenschaften sucht er nach neuen Methoden in der Organisation, wobei er stets mit neuen, originellen Ideen überrascht, die er hartnäckig zu verteidigen weiß. Seine Vorstellungen über die Leitung eines Institutes, über die Organisation und Effektivität wissenschaftlicher Arbeit und ähnliche Probleme findet man in Re-

den und Aufsätzen, die in einem Sammelband, der 1977 in Moskau unter dem Titel "Experiment, Theorie, Praxis" erschienen ist, zusammengefaßt sind. Dieses Buch ist eine wahre Fundgrube von Anregungen für Leiter wissenschaftlicher Einrichtungen, wertvoll vor allem deshalb, weil Kapiza über diese Dinge nicht nur redet, sondern sie auch praktisch ausprobiert, z.B. in seinem Institut. So ist es ein wahrer Genuß zu sehen, wie der mehr als achtzigjährige Kapiza als Institutsdirektor die regelmäßigen Sitzungen des wissenschaftlichen Rates leitet, mit welcher Präzision, Disziplin und Souveränität, wie er mit eigenen wissenschaftlichen Arbeiten auftritt (er arbeitet noch jeden Tag im Labor!!). So hat er auch seine eigenen Vorstellungen über Begabtenförderung, über die bei uns ja auch viel gesprochen wird, praktisch im Physikalisch-Technischen Institut in Moskau verwirklicht, einer Ausbildungsstätte für Physiker von höchster Qualität mit außerordentlich hohen fachlichen Anforderungen und starker Förderung der eigenen Kreativität der Studenten.

Daneben kümmert sich Kapiza auch um allgemeine gesellschaftliche Probleme, so ist er Mitglied des sowjetischen Nationalkomitees der Pugwash-Bewegung für Frieden und Abrüstung. In den letzten Jahren hielt er auf internationalen Konferenzen vielbeachtete Vorträge über die Frage der Rohstoffe und der Energie.

P. L. Kapiza hat jede Aufgabe, von deren Richtigkeit er durch eigene Überlegungen überzeugt war, mit leidenschaftlichem Eifer, mit unbändiger Kraft und Hartnäckigkeit auf originellen Wegen verfolgt von den theoretischen Anfängen bis zu den praktischen Konsequenzen. Äußerst beeindruckend ist dabei die Breite seines Wirkens, das von der sowjetischen Regierung mit der mehrfachen Verleihung des Lenin-Ordens, des Titels "Held der Arbeit" und anderer hoher Auszeichnungen gewürdigt wurde. Schließen wir mit einer Äußerung des Nobelpreisträgers, die für ihn typisch ist. Anlässlich einer hohen Ehrung soll er gesagt haben:

"Ich habe keine Absicht, mich in eine Ikone zu verwandeln, damit man mich anbetet." Sprach's und ging zur täglichen Arbeit ins Labor.

Truman Capote

Der Mensch hat sich in seiner Entwicklung an die Lebensbedingungen auf der Erde angepaßt. Verläßt er seinen Lebensraum, so muß er sich an die veränderten Gegebenheiten phy-

sisch und psychisch neu gewöhnen - ein Prozeß, der nur in gewissen Grenzen möglich ist.

Unter Bedingungen, wie sie bei interplanetaren Flügen auftreten, kommt es häufig zu Wahrnehmungsstörungen des Menschen⁺⁾ . Unsere Sinnesorgane sind nicht nur "Fenster" für die Aufnahme von Signalen, sondern komplizierte Sensoren, die diese einlaufenden Signale untersuchen und unter ihnen auswählen. Die Antwortreaktion des menschlichen Organismus auf die Umweltreize (d.h. das, was wir sozusagen von uns selbst als Information vorgesetzt bekommen) ist also o f t i n g e w i s s e m Maße bereits vorprogrammiert. Diese Wechselwirkung zwischen peripheren und zentralen Komponenten der Wahrnehmung wird normalerweise durch die Auswertung zusätzlicher Signale realistisch ausbalanciert. Infolge der äußeren Einschränkung der Umweltreize während der Isolation kann es jedoch zu einer Überbetonung der zentralen Komponenten kommen. Jetzt werden auch un reale Vorstellungen von der Umwelt durch Scheinwahrnehmungen möglich. Dazu zwei Beispiele: V.N. Volkow beschreibt während seines Orbitalfluges mit Sojuz 7 das plötzliche fast überdeutliche Auftreten von Hundegebell und Kinderweinen. G. Cooper "erkennt" bei seinem Flug über das Hochland von Tibet mit bloßem Auge Häuser. Offensichtlich entstehen solche optischen Halluzinationen in der Folge von Isolation des Raumfahrers und seines dadurch entstehenden "sensorischen Hungers".

Ein weiteres Phänomen ist das grelle Aufleben von Erinnerungen, die jedoch als wirklich wahrgenommen werden; dabei kann es sogar vorkommen, daß diese sich im optischen Hirnrindenfeld projizieren, also direkt sichtbar werden - eine Fähigkeit, die unter irdischen Bedingungen meist nur Kindern und Künstlern vorbehalten ist.

Dieses Aufleben von Erinnerungen gibt es auch unter normalen Umständen. Hier läßt sich die Verwechslung von Traum und Wirklichkeit oft exakt nachweisen. In der Isolierkammer hingegen ist die Wahrscheinlichkeit größer, Traum und Wirklichkeit zu verwechseln. Die Versuchsperson hat ja keine Mög-

⁺⁾ Es handelt sich dabei um Erfahrungen aus Simulatorexperimenten sowie Orbital- und Mondflügen.

lichkeit, ihre Zweifel zu klären, es kommt sogar dazu, daß solche Zweifel erst gar nicht auftreten.

Schließlich beschreiben die Isolierten im Zusammenhang mit der vor dem Einschlafen liegenden sog. paradoxen Schlafphase in absolut schallsicheren Kammern akustische Halluzinationen. Eine Mischung aus klassischer und "kosmischer" Musik ist offenbar besonders beliebt.

Neben diesen Wahrnehmungsstörungen beobachtet man, daß es - wenn der Wunsch nach Kontakt mit anderen Menschen nicht erfüllbar ist - zu einer eigenartigen Reaktion kommt: Die Raumflugkandidaten führen laute "Dialoge" mit sich selbst, beruhigen oder schelten sich bzw. erheitern sich mit Witzeleien. Warum kommt es zu dieser Reaktion? - Auf sich allein angewiesen, verbleibt dem Menschen noch sein inneres Auditorium, an das er sich mit seinen Gedanken und Gefühlen wenden kann. Jeder kennt das von sich selbst. Werden nun z.B. Gedanken laut vor diesem inneren Auditorium abgehandelt (oder auch aufgeschrieben), dann wirken sie in einem gewissen Grad fremd, so, als ob es nicht mehr die eigenen wären, das isolierte Individuum sucht sich dadurch vor der Einsamkeit zu schützen. Interessant ist, daß solche Verhaltensweisen auch auftreten, wenn sich Menschen in schwierigen Lebenssituationen selbst ermutigen wollen.

Im weiteren Verlauf der Isolation wechseln Zustände von Euphorie mit solchen großer Niedergeschlagenheit ab, erhöhte Suggestibilität, emotionelle Labilität, Überschätzung der Arbeitsfähigkeit sowie verminderte Fähigkeit zur Selbstkritik und eine zunehmende Unfähigkeit, Ereignisse entsprechend ihrer Bedeutung unterschiedlich ernst zu nehmen, werden beobachtet. Total ich-bezogen wie alte Leute, die ihren Tag nur nach der Mühseligkeit jedes einzelnen Atemzuges messen und sich daher nichts Wichtigeres mehr vorstellen können, als die Einhaltung ihrer Diät, das Auf und Ab ihrer Krankheiten und die Regelmäßigkeit ihrer Familienbesuche, zeigen die Raumfahrer ein Interesse an jeder Einzelheit, die ihnen auffällt.

Nach Beendigung des Experiments kommt es oft zu übersteigter sprachlicher Aktivität bis zum pathologischen Redefluß.

Über viele weitere interessante diesbezügliche Ergebnisse sowjetischer und amerikanischer Untersuchungen wäre noch zu berichten.

Verständlich ist, daß sich all das bis jetzt Berichtete leistungsmindernd auf die Raumfahrer auswirkt. Verbleibt die Frage der Vorbeugemöglichkeiten.

Schon aus zahlreichen "klassischen" Expeditionsberichten folgt, welche wichtige Funktion die ständige geplante Beschäftigung für die moralische Verfassung der Teilnehmer besitzt. Die Raumfahrer haben also relativ wenig Freizeit. Überwachung der Steuersysteme an Bord, sportlicher Ausgleich, wissenschaftlich-experimentelle Arbeiten, Reparaturen und "haushaltliche Tätigkeiten" beherrschen den Tagesablauf - alles in allem ein riesiges Pensum. Für die Wiederherstellung der Arbeitskraft wiederum spielt die Fähigkeit, von einer Tätigkeit auf eine andere umzuschalten zu können, eine enorme Rolle. Aber es ist natürlich klar - und das zeigen auch Modellexperimente langer interplanetarer Flüge - daß die Arbeit (Wie interessant sie auch sei!), die sich ja täglich in rhythmischen Abständen wiederholt, nicht die alleinige vorbeugende Maßnahme gegen Monotonie sein kann. Ein weitestgehend irdisches Milieu der Innenräume der Raumstation ist dabei außerordentlich wichtig. Thor Heyerdahl berichtet Ähnliches von seinem Floß "Kon-Tiki", mit dem er von Peru nach Polynesien trieb: "Es war höchst eigentümlich, welche psychologische Wirkung die kleine wacklige Bambushütte (auf dem Floß) auf unser Gemüt hatte ... Diese primitive Höhle gab uns ein weit größeres Sicherheitsgefühl, als weiß gestrichene Schotten und verglaste Bullaugen es unter denselben Bedingungen vermocht hätten. Wir versuchten, eine Erklärung für diese sonderbare Tatsache zu finden, und kamen zu folgendem Ergebnis: Unser Verstand war es schlechterdings nicht gewohnt, ein palmengedecktes Bambushaus mit einer Seereise in Verbindung zu bringen. Es bestand keine natürliche Harmonie zwischen dem großen wogenden Meer und der zugigen Palmhütte, die inmitten der Wellen dahinschwamm. Deshalb mußte entweder die Hütte im Meer fehl am Platze erscheinen, oder die Wogen rund um die Hüttenwände mußten deplaciert wirken. Das zweite war denn auch der Fall, solange wir uns an Bord aufhielten..."

Außerdem spielen entsprechende Simulierung tageszeitlicher und ggf. jahreszeitlicher (von der Erde her gewohnter) Rhythmen und persönliche Ausgestaltungsmöglichkeiten eine Rolle. (Es gibt auch Gegenbeispiele: Neil Armstrong soll auf die Frage, ob er irgendwelche persönlichen Gegenstände mitnehmen werde, erwidert haben, daß er stattdessen wahrscheinlich lieber mehr Treibstoff tanken würde. - Aber Armstrong war es auch, der in seiner Freizeit Segelfliegen als Sport betrieb.)

Schließlich - was wäre anders zu erwarten am Schluß - ist die sinnvolle Freizeitgestaltung offenbar auch im Weltraum (oder gerade da) ein wichtiges vorbeugendes Moment. Unter den Bedingungen der sensorischen "Hungerperiode" im Weltraum treten pathologische psychische Veränderungen in der Regel bei solchen Versuchspersonen nicht auf, denen es gelingt, sich geistig aktiv zu erholen.

Bei Experimenten gab es sogar Beispiele dafür, daß auf diese Weise unbekannte künstlerische Talente entdeckt wurden. Dabei entfalteten die Raumfahrer Fähigkeiten, von deren Vorhandensein sie selbst bis dahin nicht die geringste Ahnung hatten.

Unbekannte Eulenart

Eine unbekannte Eulenart wurde im Norden Perus von Mitarbeitern des naturwissenschaftlichen Museums der Universität Louisiana entdeckt. Die sehr kleine Eule, die in einem Hochwald der Anden lebt, gehört zur Familie der Strigidae, unterscheidet sich aber wegen ihrer spezifischen Merkmale von anderen Tieren dieser Art.

Die Gesichtsfedern dieser Eule sind lang und zartfaserig und werden zum Kopfrand hin fransig. An der Wurzel des Schnabels befinden sich lange Borsten, ähnlich wie ein Backenbart. Zwischen den Augen bilden die Borsten einen fächerförmigen Kamm.

Die Wissenschaftler gaben der Eule den Namen *Xenoglaux loweryi*. Der Gattungsname *Xenoglaux* verweist darauf, daß die kleine Eule einen Backenbart und starre bernsteinfarbige Augen besitzt. Der Artnamen *loweryi* wurde zur Erinnerung an den Direktor des Museums George H. Lowery gewählt.

Alltagschemie: Warum brennt das Streichholz?

Warum entzündet sich ein Streichholz an der Reibfläche einer Streichholzschachtel? Es ist die chemische Zusammensetzung beider, die das gewährleistet.

Die Reibflächen der Streichholzschachtel enthalten als wesentliche Bestandteile roten Phosphor und ein feines, hartes Pulver (meistens Glaspulver), das die Reibungswärme steigern soll. Der rote, ungiftige Phosphor der Reibfläche läßt sich entzünden. Er verbrennt mit einem kleinen gelblichen Flämmchen unter weißer Rauchentwicklung (Phosphor-pentoxid).



Der Kopf des Streichholzes besteht aus einer eingetrockneten Zündmasse, die neben färbenden Zusätzen und Bindemitteln als wesentliche Bestandteile einen brennbaren Stoff (z.B. Antimonsulfid) und eine Sauerstoff bildende Verbindung (Chlorate, Nitrate) enthält.

Um nachzuweisen, daß Chlorate leicht ihren Sauerstoff abgeben (bedingt durch die hohe Oxydationsstufe des Chlors in diesen Verbindungen und den unsymmetrischen Aufbau), nehme man wenig (!) Kaliumchlorat und verreise es in einer Porzellanschale mit wenig rotem Phosphor. Ein heftiges Knallen wird während des Reibens ertönen; unter Umständen verbrennt der Phosphor.

Beim Streichen über die Reibfläche der Streichholzschachtel wird Phosphor losgerissen. (Daher sehen abgenutzte Reibflächen hell aus) Dieser entzündet sich durch die entstandene Reibungswärme mit dem Chlorat der Streichholzkuppe, wodurch schließlich die ganze Zündmasse Feuer fängt.



Unter der Streichholzkuppe ist eine Paraffinschicht, welche die Entflammung des Holzes erleichtert.

Die Temperatur der Streichholzflamme beträgt im Augenblick des Aufflammens 1350 ... 1930 °C. Diese Hitze wird durch das Chlorat bewirkt.

Wer nachprüfen will, aus welchen chemischen Verbindungen das Streichholz bzw. die Reibfläche aufgebaut sind, führe folgende Analyse durch: Man schabe einige Streichholzköpfe ab und gebe sie auf ein Uhrglas, welches mit einem anderen abgedeckt wird, an dessen Innenseite feuchtes Lackmuspapier geheftet wurde.

Anschließend tropfe man 1 ... 2 cm³ konzentrierte Salzsäure (HCl) auf die Streichholzköpfe und decke das ganze schnell mit dem anderen Uhrglas ab.

Das Lackmuspapier wird durch gebildetes ClO₂ gebleicht.

Dann löse man die Reibfläche einer Streichholzschachtel von der Unterlage ab und schneide sie in kleine Streifen, die in ein trockenes Reagenzglas geworfen werden. Das Reagenzglas werde mit Watte gut verschlossen und über einer kleinen Flamme erhitzt. Dabei wandelt sich ein kleiner Teil des roten Phosphors in weißen Phosphor um, verdampft und schlägt sich am Reagenzglas oder an der Watte nieder.

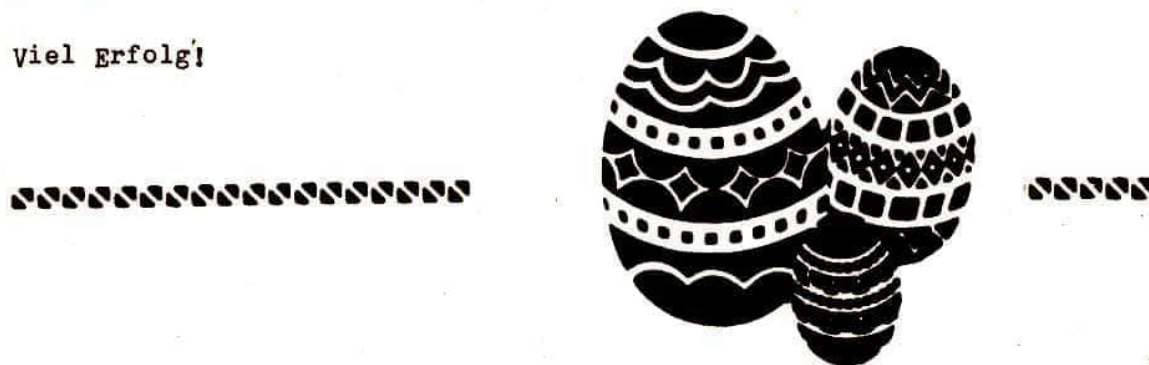
Die Flamme ist kaum sichtbar, jedoch im Dunkeln leuchtet die Watte, wenn man behutsam den Stopfen etwas herauszieht, durch die Berührung des weißen Phosphors mit dem Luftsauerstoff (Phosphoreszenz).

Es ist günstig, ein Halbmikroreagenzglas zu verwenden, da die Umwandlung des roten Phosphors in weißen Phosphor sehr gering ist.

Geduld ist hier wichtig.

Wer die erforderlichen Mittel nicht zu Hause hat, frage in der Schule danach. Vielleicht findet sich ein Chemielehrer auch bereit, mit diesem kleinen Experiment das Interesse für chemische Prozesse im Alltag zu wecken.

Viel Erfolg!



In einer losen Artikelserie sollen Naturerscheinungen erklärt werden, denen man täglich begegnet und wo sich gewiß schon manch einer gefragt hat, wo die Ursache dieses oder jenes Phänomens zu finden sein könnte.



KOMBINAT VEB Carl Zeiss JENA

Repräsentant des optischen
Präzisionsgerätebaus
der DDR

Entsprechend der Aufgabenstellung des IX. Parteitages der SED entwickelte sich das Kombinat VEB Carl Zeiss JENA zum führenden Repräsentanten des optischen Präzisionsgerätebaus der DDR. Es beschäftigt 44 000 Werktätige in 16 Kombinatbetrieben, die sich in Jena, Saalfeld, Rathenow, Suhl, Freiberg, Dresden und anderen Städten der DDR befinden.

Ein Forschungszentrum mit mehr als 4000 Mitarbeitern und ein Außenhandelsbetrieb gehören zum Kombinat.

Die Erzeugnisse des optischen Präzisionsgerätebaus werden in über 100 Länder auf allen Kontinenten exportiert. Sie vereinen in sich modernste Erkenntnisse der Optik, der Präzisionsmechanik und zunehmend auch der Mikroelektronik und werden in allen Bereichen der Volkswirtschaft zur Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts erfolgreich eingesetzt.

Erfahrung in Forschung und Produktion

Eine wesentliche Voraussetzung für den im Kombinat erreichten Erkenntnisstand und die Qualität seiner Erzeugnisse ist eine mehr als 130jährige Erfahrung in Forschung und Produktion.

Als der Mechaniker Carl Zeiss 1846 in Jena eine feinmechanisch-optische Werkstatt zur Herstellung und zum Verkauf optischer Geräte gründete, vollzog sich in Europa die industrielle Revolution, die von einem raschen Aufschwung in der Entwicklung der Naturwissenschaften begleitet war.

Durch die Zusammenarbeit von Carl Zeiss mit dem Jenaer Physiker und Universitätsprofessor Ernst Abbe wurde der Grundstein gelegt für die unmittelbare Vereinigung von Wissenschaft und Produktion im optischen Präzisionsgerätebau, deren Ergebnisse den Weltruf der Zeiss-Erzeugnisse begründeten und heute in neuen Dimensionen bestimmen.

Durch die wissenschaftliche Berechnung optischer Systeme, ihre Herstellung und ihren Einsatz in präzisionsmechanischen Erzeugnissen sowie deren Anwendung in Wissenschaft, Lehre und Produktion konnten Erkenntnisse gewonnen werden, die die Entwicklung der Produktivkräfte entscheidend vorantrieben.

Unter Verwendung neuartiger optischer Gläser aus dem 1884 gegründeten Jenaer Glaswerk Schott & Genossen gelang es, hochwertige optische Präzisionsgeräte herzustellen. Waren es zunächst Mikroskope, so kündeten bald Photoobjektive, physikalisch-optische Meßgeräte, Prismenfeldstecher, Geräte für die Astronomie, Geodäsie und Medizin von der heute in aller Welt bekannten Zeiss-Präzision.

Das während des 2. Weltkrieges stark zerstörte Werk wurde ab 1946 wiederaufgebaut und ist seit 1948 ein volkseigener Betrieb.

Unter sozialistischen Produktionsverhältnissen hat sich das Zeiss-Werk zu einem modernen, leistungsstarken Industriekombinat entwickelt.

Der ständig steigende Bedarf an optischen Präzisionsgeräten im In- und Ausland beruht auf ihrer erkenntnis- und produktivitätsbeschleunigenden Funktion.

Aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Schlüsselposition wird

die Produktion des Kombirates im Rahmen der gesamtstaatlichen Planung der DDR in der Zeit von 1976 bis 1980 um mehr als 50 % gesteigert.

Rund 700 Hauptgeräte bestimmen das Produktionsprogramm

In 18 Haupterzeugnisgruppen werden rund 700 Hauptgeräte produziert, die entsprechend ihrer spezifischen Bedeutung ständig weiterentwickelt werden.

Die Haupterzeugnisgruppen des Kombirates VEB Carl Zeiss JENA sind

- Photogrammetrische Geräte
- Geodätische Geräte
- Mikroskopische Geräte
- Optisch-physikalische Analysenmeßgeräte
- Astronomische Geräte
- Geräte der optischen Medizintechnik
- Technische Feinmeßgeräte
- Photolithographische Geräte
- Sehhilfen
- Opto-technische Geräte
- Fernrohre und Feldstecher
- Optisches Glas
- Technisches Glas
- Hauswirtschaftsglas
- Röntgengeräte
- Photoobjekte
- Geräte für die Mikrofilmtechnik
- Magnetbandspeicher

Kurze Entwicklungs- und Überleitungszeiten

Das Zusammenwirken aller Partner bereits im Anfangsstadium der Entwicklung führt zu einer Arbeitsgrundlage, die den Erfordernissen des Anwenders entspricht. Eine enge Kooperation mit Forschungspartnern in der DDR und in den RGW-Ländern bildet die Grundlage für hohe, dem Weltstand entsprechende Gebrauchswerte der neuen Erzeugnisse.

Besonderes Gewicht gewinnt das Zusammenwirken von Wissenschaft-

lern, Produzenten und Kunden während der Anwendererprobung, die bereits im Entwicklungs- und Überleitungsprozeß beginnt. Es gibt im Kombinat keine Neuentwicklung mehr, bei der nicht dieser Weg beschritten worden ist.

Gegenwärtig werden jährlich 35 bis 40 Neu- und Weiterentwicklungen auf den Markt gebracht.

1980 sollen etwa 70 % der Produktion durch Erzeugnisse bestritten werden, die 1976 noch nicht im Fertigungsprogramm enthalten waren.

Leistungsfähiger Außenhandelspartner

Das Kombinat VEB Carl Zeiss JENA hat durch die Organisierung der Kooperation mit leistungsfähigen nationalen und internationalen Partnern die Voraussetzungen geschaffen, um

- Observatorien
- Planetarien
- wissenschaftliche Labors



**Blick auf Jena mit den hier befindlichen Kombinatbetrieben
des VEB Carl Zeiss Jena**

- Fertigungsstätten für feinmechanisch-optische Erzeugnisse in Verbindung mit
- Lizenzen und
- wissenschaftlich-technischen Leistungen komplett anzubieten

Dieser Leistungsnachweis wurde auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1978 und in der darauffolgenden Zeit erbracht.

In der Folgezeit wurde eine vertragliche Vereinbarung zur Lieferung eines Zeiss-Raumflug-Planetariums, das in der Stadt Wolfsburg/BRD aufgebaut wird, abgeschlossen.

Und im Juli 1978 wurde ein Exportvertrag zur Lieferung eines Raumflug-Planetariums in die Hauptstadt der Sozialistischen Libyschen Arabischen Volksjamahiriya abgeschlossen. Das Planetarium wird in einem im islamischen Stil errichteten Gebäudekomplex untergebracht.

Weitere Beispiele für den Export von Planetarien und Observatorien des Kombines VEB Carl Zeiss JENA aus jüngster Zeit sind der Observatoriumskomplex für die Republik Irak sowie



Ein Erzeugnis des Kombines VEB Carl Zeiss Jena: Das elektro-optische Tachymeter EOT 2000

das im Mai 1978 in Brisbane/Australien eröffnete Raumflug-Planetarium.

Wichtigster Außenhandelspartner des Kombinales VEB Carl Zeiss JENA ist die UdSSR.

Die Entwicklung der Export- und Importbeziehungen mit der UdSSR und den anderen sozialistischen Ländern erfolgt auf der Basis von langfristigen Abkommen, Jahresprotokollen und anderen Regierungsabkommen sowie Spezialisierungs- und Kooperationsverträgen.

Auf der Grundlage der Prinzipien der friedlichen Koexistenz erweitern sich zum gegenseitigen Vorteil auch die Handelsbeziehungen zu kapitalistischen Industrieländern und Konzernen.

Eine wesentliche Rolle in der Außenhandelstätigkeit des Kombinales spielt die Vertiefung der Beziehungen mit Entwicklungsländern zur Unterstützung ihres Kampfes um ökonomische Unabhängigkeit, zur Entwicklung ihrer Wirtschaft, ihres Bildungs- und Gesundheitswesens, ihrer Infrastruktur usw.

Vorteilhaft wirkt sich dabei der Umstand aus, daß das Kombinat zahlreiche Erzeugnisse anbieten kann, die Hauptvorhaben dieser Staaten in ökonomisch günstiger Weise fördern. Dies betrifft unter anderem die produktiven Geräte mit hohem Bedienungskomfort für Vermessungsarbeiten, Mikroskope für Forschung und Lehre sowie Geräte für die Augenheilkunde.

Durch Kunden in Entwicklungsländern Afrikas wird beispielsweise von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, komplett ausgerüstete Laboratorien vom Kombinat VEB Carl Zeiss JENA zu beziehen.

Langfristige vertragliche Beziehungen auf dem afrikanischen Kontinent unterhält das Kombinat u. a. bereits zu Algerien, Libyen, Guinea, Nigeria und Ägypten.

Im Juli 1978 wurden - um nur ein Beispiel zu nennen - optisch-physikalische Meßgeräte durch einen Spezialisten des Zeiss-Kombinales in Maputo/Mocambique fachkundig aufgebaut und betriebsfähig übergeben. Gleichzeitig wurden einheimische Operateure in der Bedienung der modernen Technik unterwiesen. Die Zeiss-Erzeugnisse fördern die funktionssichere Ausrüstung des analytisch-chemischen Zentrallabors der mocambiquanischen Nationaldirektion für Geologie, Bergbau und Schutz der Bodenschätze.

Goldmedaillen und Gütezeichen für hohe Qualität

Die Qualität der optischen Präzisionsgeräte wird u. a. dadurch dokumentiert, daß seit 1963 auf den Leipziger Messen 109 Erzeugnisse des Kombinates VEB Carl Zeiss JENA mit Goldmedaillen ausgezeichnet wurden.

247 Erzeugnisse tragen das höchste Gütezeichen der DDR.

Eine wichtige Grundlage für die ständige Erhöhung des Niveaus der Qualitätsarbeit ist ein vielseitiges System der Aus- und Weiterbildung.

Gegenwärtig befinden sich fast 4000 Lehrlinge in kombinatseigenen Berufsschulen und modern ausgestatteten Lehrwerkstätten in der Ausbildung.

Besondere Bedeutung im Rahmen der zielgerichteten Aus- und Weiterbildung der Werktätigen wird der Vorbereitung von Mitarbeitern, die im Ausland den Absatz sichern, beigemessen.

Vor dem Einsatz im Ausland wird jeder Mitarbeiter praxisnah und umfassend für die Bewältigung der bevorstehenden Aufgaben befähigt.

Zusätzlich zu ihrer Grundausbildung, die in jedem Fall den Abschluß eines Hoch- oder Fachschulstudiums beinhaltet, erhalten die im Ausland eingesetzten Mitarbeiter eine Qualifikation in speziellen Lehrgängen des Marxismus-Leninismus, der Außenpolitik und Außenwirtschaft, in gerätespezifischer, sprachlicher und verkaufpsychologischer Hinsicht.

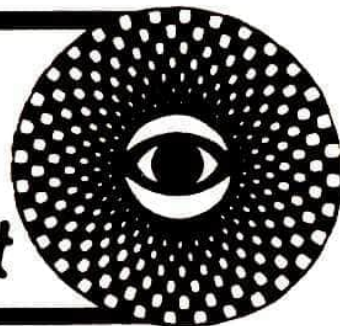
Die Ausbildung wird durch Spezialisten des Kombinates vorgenommen, die über die erforderlichen theoretischen Kenntnisse sowie über eigene langjährige Erfahrungen im Auslandseinsatz verfügen.

Neben den genannten Forschungs-, Produktions- und Exportleistungen kann das Kombinat VEB Carl Zeiss JENA auch auf bedeutende Ergebnisse auf sozialem Gebiet verweisen.



Das Foto auf der Rückseite zeigt einen Blick auf einen in Jena-Göschwitz liegenden modernen Betriebsteil des VEB Carl Zeiss Jena

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Erfahrungen und Erkenntnisse

Ein Gespräch mit Nationalpreisträger Professor Dr. h. c.

Mantred von Ardenne

URANIA: Gäbe es in dem breiten Spektrum der von Ihnen entwickelten wissenschaftlichen Geräte einen Oszillographen, der die Ströme Ihrer Verbundenheit zum Oktoberland ablesbar machte, er würde viele große und leuchtende Schwingungsamplituden aufzeichnen.

Prof. von Ardenne: Ja, aber davor lag ein langer Weg. Ich komme aus bürgerlicher Umwelt. Um 1917 - als Zehnjähriger - erregte es mich tief, auf einer meteorologischen Station die Morsezeichen des viele hundert Kilometer entfernten Pariser Eiffelturmsenders zu hören. Welche funktechnische Sensation für den Schüler! Was gerade zu dieser Zeit an weltverändernden Ereignissen im Sowjetland geschah, ahnte ich damals nicht. Viel später erst wurde ich zunächst ein leidenschaftlich von der technischen Physik begeisterter "Nur-Physiker" - sozusagen schicksalhaft hineingestellt in die neue sozialistische Ordnung und lernte, die Zeichen der Zeit auch in diesen Bereichen erkennen.

URANIA: Von eminenter Bedeutung für Ihr Leben waren sicher die direkten Kontakte mit der sozialistischen Wirklichkeit während Ihrer 10jährigen Tätigkeit in der Sowjetunion und die Begegnungen mit sowjetischen Wissenschaftlern?

Prof. von Ardenne: Verehrungswürdige, weltoffene, die Verantwortung des Wissenschaftlers erkennende Persönlichkeiten wie z. B. die Professoren Max Planck, Otto Hahn, Walter Nernst, Max von Laue gehörten vor 1945 dazu und dann später sowjetische Wissenschaftler. Stellvertretend für viele sei hier ge-

nannt der Nestor der sowjetischen Physik, Professor Abraham Joffe. Zu einem ersten Kontakt mit ihm kam es bereits um 1929. Ich hatte in meinem Laboratorium für Elektronenphysik Oszillographen mit Elektronenstrahlröhren entwickelt, die es zu dieser Zeit mit ähnlichen Eigenschaften sonst nirgendwo gab. Um unsere Forschung zu finanzieren, entwickelte und verkaufte ich Geräte, z. B. auch Elektronenstrahlröhren mit sehr hellem Leuchtfleck. Sie wurden später die Basis des elektronischen Fernsehens und der heutigen Oszillographentechnik. Auch Professor Joffe, Moskau, bestellte sie. Diese überragende Persönlichkeit lernte ich wenig später bei seinem Besuch von Prof. Polanyi in einem der Dahlemer Kaiser-Wilhelm-Institute kennen. Er erzählte mir bei anderen Zusammenreffen dann, wie Lenin ihn nach der Revolution mit der Wissenschaftsorganisation im jungen Sowjetstaat beauftragte. Mich berührte es tief, welche Aufmerksamkeit Lenin schon in den ersten Jahren des Bestehens der Sowjetunion der Förderung der Naturwissenschaften widmete. Professor Joffe verfolgte in den Jahren von 1930 bis 1945 meine Forschungen, z. B.

die Entwicklung des Rasterelektronenmikroskopes 1937 und unsere Beiträge zum Werden des Elektronenmikroskopes hoher Auflösung. Er - selbst Schüler von Carl Röntgen - gab wohl den Ausschlag dafür, daß mir 1945 von der Regierung der Sowjetunion Aufbau und Leitung des Forschungsinstitutes A in Sinop bei Suchumi übertragen wurden. Unser Arbeitskreis, dem auch Prof. Steenbeck und Prof. Thiessen vorstanden, hatte Aufträge zu lösen, die zur beschleunigten Herstellung des atomaren Gleichgewichtes in der Welt beigetragen haben. Eine Aufgabe von sehr hohem Rang - deren gute Lösung wahrscheinlich geholfen hat, den Frieden in der Welt zu erhalten.

Als wir - meine Familie und die Mitarbeiter mit ihren Angehörigen - im Mai 1945 mit dem ganzen Inventar meines Lichterfeldes der Institutes nach Sinop übersiedelten, begleitete uns der unvergessene Professor L. A. Arztmichovich, ein Joffe-Schüler und später hervorragender sowjetischer Forscher auf dem Gebiet der gesteuerten Kernfusion. Mit viel menschlichem Verständnis und stets hilfsbereit, war er in den ersten Tagen und Wochen an unserer Seite. Damals spürte ich stets neu, welche Achtung man in der UdSSR dem schöpferischen Naturwissenschaftler entgegenbringt, mit welcher Ethik die sozialistische Gesellschaft Wissenschaft und Forschung in den Dienst der Menschheitsentwick-

lung, des Lebens und des Friedens stellt.

URANIA: Sie arbeiteten dann in Leningrad im Werk "Elektrosila" an der Weiterentwicklung der magnetischen Isotopentrennung. Was beeindruckte Sie hier?

Prof. von Ardenne: Vor allem die Harmonie und das gute Funktionieren der Zusammenarbeit mit einem gemischten Kollektiv von sowjetischen und deutschen Wissenschaftlern. Es ging um methodische Verbesserungen bei der Gestaltung von magnetischen Isotopentrennern. Uns alle verband ein gemeinsames Ziel, das wir mit zäher Ausdauer schließlich erreichten - die drastische Verringerung des Magnet-Aufwandes bei dieser Art Isotopentrennung. Als Nebenergebnis entstanden in "inhomogenen Magnetfeldern" geführte Plasma-Säulen - Vorläufer der magnetischen Flasche der Kernfusion.

URANIA: In Ihrem Gästebuch entdeckte ich berühmte Namen aus aller Welt, darunter Professor Wassili Jemeljanow - weltbekannt als Konstrukteur des Panzers T 34, als Begründer des ersten Elektro-Stahlwerkes in Tscheljabinsk - , aber auch Professor Igor W. Kurtschatow, den berühmten Kernphysiker.

Prof. v. Ardenne: Unvergeßliche Begegnungen waren das für mich, und ich bin sehr dankbar dafür. Professor Kurtschatow, Präsidiumsmitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, zeichnete seine hohe Menschlichkeit aus, die unter den gegebenen Umständen, kurz nach Kriegsende, besonderes Gewicht hatte, sowie sein einzigartiges Talent, Wesentliches sofort zu erkennen. Aus der Zusammenarbeit mit Professor Jemeljanow in Sinop entwickelte sich eine herzliche Freundschaft bis zum heutigen Tage.

URANIA: Bekannt sind die beachtlichen Erfolge, die das Forschungsinstitut "Manfred von Ardenne" seit seiner Gründung z. B. auf den Gebieten der Elektronenstrahlphysik, der Vakuumtechnik, der biomedizinischen Forschung erzielt hat. Welche Fortschritte gibt es gerade im letzteren Bereich?

Prof. von Ardenne: Soeben schlossen wir methodische Arbeiten ab, bei denen es erstmalig gelungen ist, selektiv in den Krebsgeweben die Durchblutung zu hemmen. Diese Fortschritte dürften uns der klinischen Anwendbarkeit unserer "Krebs-Mehrschritt-Therapie" ein großes Stück näherbringen. Bekannt ist auch, daß

wir zur Eindämmung der Beschwerden und Krankheiten des höheren Lebensalters sowie der Infarktsterblichkeit an unserer Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie arbeiten. Eine Zusammenstellung ihrer bisherigen Ergebnisse berechtigt zu großen Hoffnungen. Neues löst stets heiße Diskussionen aus; auch in der Sowjetunion ist dies der Fall. International besteht vielseitiger Informationskontakt auch zu sowjetischen Instituten und Spezialisten in Minsk, Kiew; Leningrad. Mit dem Onkologischen Institut in Kiew, das Professor Kavetzki leitet, wurde z. B. gerade ein Mitarbeiteraustausch für 1978 verabredet. Wir empfinden eine starke Verantwortung für die schnelle Überleitung nutzbarer Ergebnisse in die Praxis der Medizin.

URANIA: Aus Verantwortung gegenüber der Gesellschaft ist auch ihr leidenschaftlicher Protest gegen die von den USA geplante Produktion der Neutronenbombe abgefaßt worden.

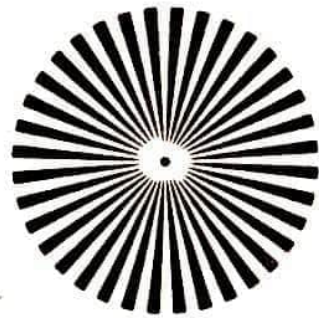
Prof. von Ardenne: Aus der Verantwortung des Forschers, des Wissenschaftlers verlange ich die Ächtung der Neutronenbombe. Sie ist eine Art Mini-Wasserstoffbombe, die schnelle Neutronen als Todesstrahlen im Radius von 1400 m auslöst. Der Tod ist grauenvoller als bei der Standard-Atombombe. Statt des Sekunden-Todes löst sie bis zu 3 Wochen furchtbare Leiden aus. Durch die Neutronenbombe wird die Grenze zwischen Kernwaffen und konventionellen Waffen gefährlich verwischt. Im Westen agitiert man irreführend mit "Waffen gegen massierte Panzerangriffe". Ich bin gewiß, daß sich Panzer gegen schnelle Neutronenstrahlung durch Spezialkunststoffschichten von wenigen Zentimetern Dicke mit geringem Aufwand leicht schützen lassen. Real wird die Neutronenbombe wehrlosen Menschen den Strahlentod bringen. Ich erlebte in der UdSSR, wie und wie schnell man solchen "Vorsprung" im nuklearen Gleichgewicht aufholt. So stelle ich mich voll hinter die wiederholte Forderung der Sowjetunion nach Rüstungsbegrenzung, ja erhoffe immer noch, die totale Abrüstung zu erleben. Welche Billiarden-Beträge könnten dann frei werden, z. B. um der Entwicklung des Weltgesundheitswesens zu dienen. Wieviel menschliches Leid ließe sich auf unserem Planeten dann mildern! Mögen endlich Vernunft, Weisheit und Verantwortung gegenüber der Menschheit bei der Lösung dieser Schicksalsfragen den Sieg erringen.

URANIA: Herr Professor, wir danken herzlich für dieses Gespräch.

Interviewer: I. Stiehler

Unsere Aufgabe

39



Welchen Abstand von der Erdoberfläche muß ein Satellit haben, der relativ zur Erde über einem Punkt auf dem Äquator stillstehen soll ?

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

lösung der aufgabe 30 aus heft 9/11.jg.

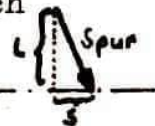
aufgabe:

- a) Fallgeschwindigkeit von Regentropfen an den Seitenfenstern eines fahrenden Autos
- b) Polarität einer Autobatterie
- c) Zwei Pendel
- d) Stromquelle in einem Zweileitersystem

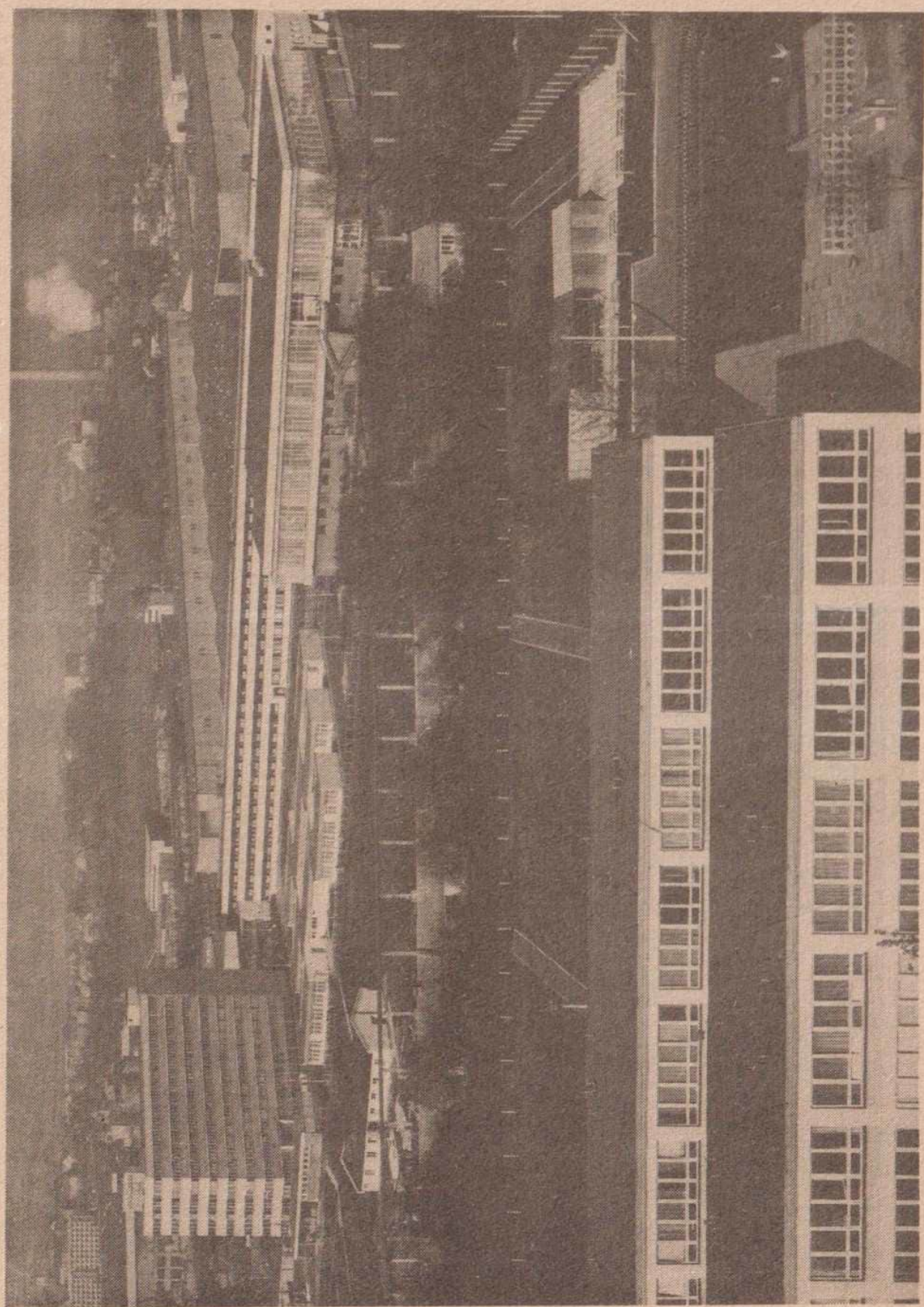
lösung:

Auf Grund der geringen Einsendungen lösen wir diese Aufgaben selbst.

- a) Der Regentropfen wird aus der senkrechten Fallrichtung scheinbar abgelenkt. Die Geschwindigkeit des Autos beträgt v_A . Die Geschwindigkeit des Regentropfens berechnet sich nach: $v_R = l/s \cdot v_A$
- b) man bildet mit Hilfe der Prüflampe und dem Draht einen Stromkreis so, daß ein Teil des Drahtes senkrecht verläuft. Hält man den Kompass neben den so verlaufenden Teil des Drahtes, kann man aus der Richtung der Auslenkung der Magnetnadel mit Hilfe der Rechte-Hand-Regel die Stromrichtung im Draht ermitteln.
- c) man läßt beide Pendel gleichzeitig ausschlagen. Danach zählt man die Anzahl der Schwingungen beider Pendel, bis ihre Umkehrpunkte auf den gleichen Zeitpunkt fallen. Das Verhältnis der Schwingungszahlen ist den Perioden umgekehrt proportional.
- d) Ja, man erdet einen Pol des Voltmeters. Es zeigt einen Ausschlag, wenn der andere Pol mit der Spannungsquelle verbunden wird.

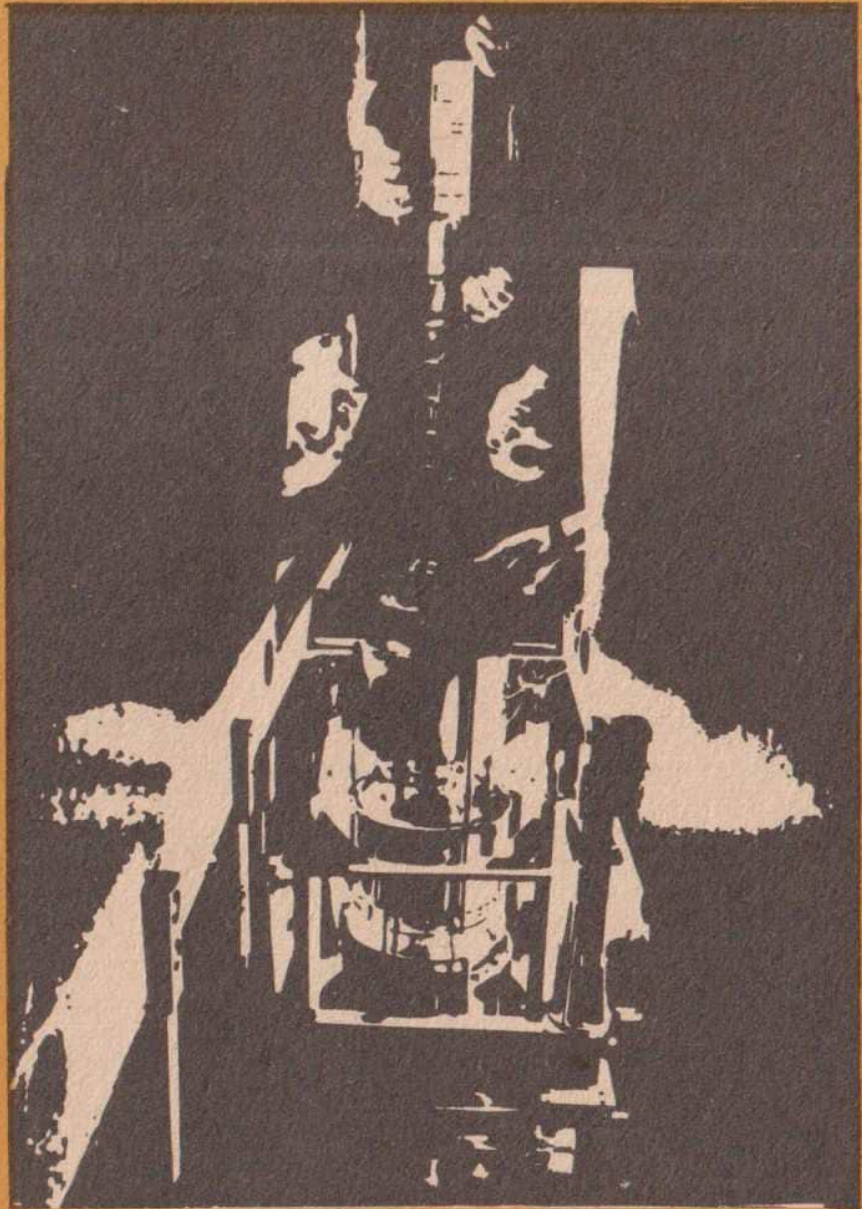


Die Knobelaufgaben e) und f) werden im nächsten Heft gelöst.



impuls 68

9



Bernoullische Gleichung



Anfänge der Chemie



Biologische
Schädlingsbekämpfung



„genetic engineering“

Titelbild: He-3/He-4-Kryostat
für Temperaturen bis
0,03 K hinab (L. G.)



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

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

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

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

Energieerhaltung in einer Flüssigkeitsströmung –
Die Bernoullische Gleichung

PHY 3

Anfänge der Chemie (1)

CHE 7

Warum biologische Schädlingsbekämpfung?

BIO 13

Büchermarkt

16

Wissenswertes

18

impuls-Lexikon

20

Postulate, Versuche und Nutzen des „genetic engineering“

DOK 22

Physikaufgabe 40, Lösung Nr. 30

31

Heft 9 gestaltet von Vera Masurat

Redaktionsschluß: 29. 1. 1979

Reinhard Meinel
Sektion Physik
FSU Jena
2. Studienjahr

Energieerhaltung in einer Flüssigkeitsströmung - Die Bernoullische Gleichung (Teil 1)

Viele interessante Effekte, die im Zusammenhang mit Strömungen auftreten, lassen sich mit einer einzigen Gleichung erklären. Sie wurde 1738 von dem Schweizer Mathematiker Daniel Bernoulli hergeleitet.

In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie man diese Bernoullische Gleichung einfach erhält, indem man den Energieerhaltungssatz auf eine Flüssigkeitsströmung anwendet.

Wir setzen voraus, daß man auftretende Reibungskräfte vernachlässigen kann und die strömende Flüssigkeit inkompressibel (d.h. nicht zusammendrückbar) ist. Dazu betrachten wir eine schmale Röhre, durch die die Flüssigkeit strömt (Abb. 1).

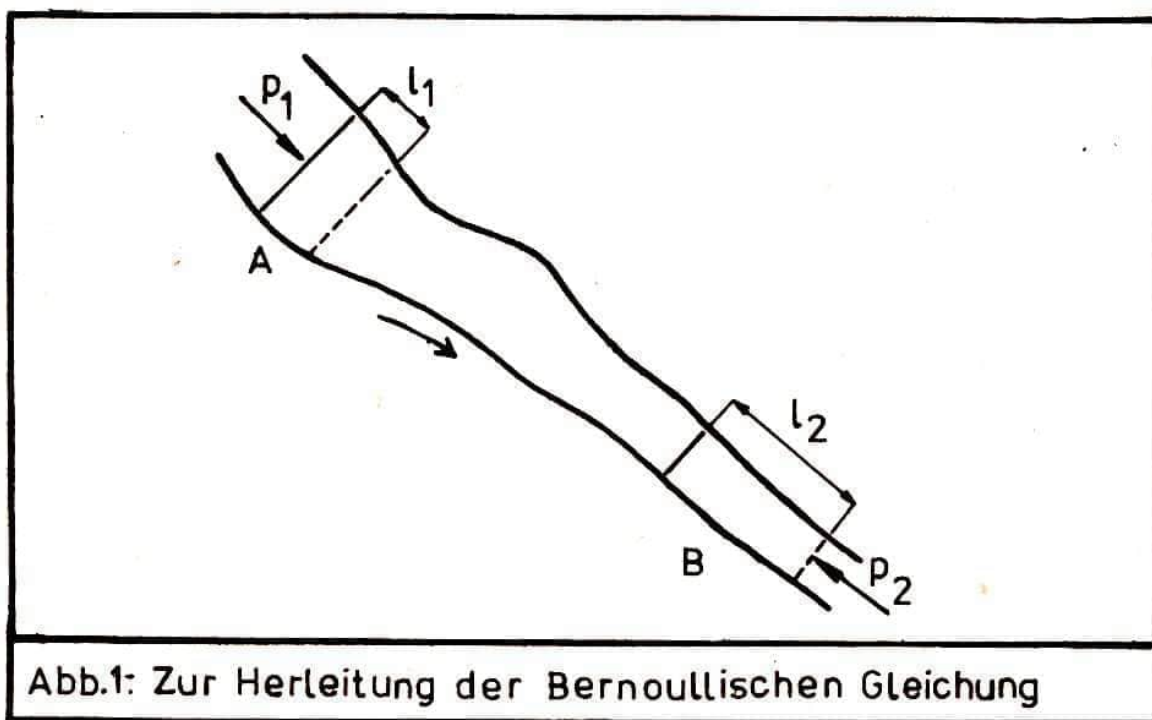


Abb.1: Zur Herleitung der Bernoullischen Gleichung

Die Strömung soll stationär sein, d.h., die sie beschreibenden physikalischen Größen sind zeitunabhängig.

An der Stelle A habe die Röhre die Querschnittsfläche A_1 , der Druck sei p_1 und die Strömungsgeschwindigkeit v_1 . Die entsprechenden Werte an der Stelle B seien A_2 , p_2 und v_2 . Die Höhe über dem Erdboden soll bei A gleich h_1 und bei B gleich h_2 sein. In einem kurzen Zeitintervall Δt rückt die Flüssigkeit bei A um die Strecke l_1 und bei B um die Strecke l_2 vor. Dabei gilt näherungsweise $l_1 = v_1 \cdot \Delta t$ und $l_2 = v_2 \cdot \Delta t$. Da wir vorausgesetzt haben, daß die Flüssigkeit inkompressibel ist, müssen die Flüssigkeitsvolumina, die die Röhre in der Zeit Δt bei A und B passieren, gleich sein. Diese Volumina betragen näherungsweise $V_1 = A_1 l_1$ und $V_2 = A_2 l_2$. Mit den oben für l_1 und l_2 erhaltenen Formeln folgt: $A_1 v_1 \Delta t = A_2 v_2 \Delta t$ und wir gewinnen die wichtige Beziehung:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1)$$

Weil dies für beliebige Stellen der Röhre gilt, können wir auch schreiben: $Av = \text{const}$ (2)

Diese Formel wird **Kontinuitätsgleichung** genannt. Sie besagt, daß an allen Stellen der Röhre das Produkt aus Strömungsgeschwindigkeit und Querschnittsfläche gleich ist.

Da die Strömung stationär sein soll, ändert sich in der Zeit Δt im Gebiet zwischen A und B überhaupt nichts. Wir können den Vorgang daher auch so auffassen, als ob das Volumen V_1 von A nach B verschoben wird. Für diesen Vorgang schreiben wir jetzt den Energieerhaltungssatz auf. Wenn ρ die Dichte der Flüssigkeit ist, die wegen der Inkompressibilität überall den gleichen Wert haben muß, beträgt die Masse m_1 des Flüssigkeitsvolumens V_1 : $m_1 = \rho V_1$. Die kinetische Energie der Flüssigkeitsmasse m_1 beträgt bei A näherungsweise

$$W_{\text{kin}_1} = m_1 / 2 \cdot v_1^2 \text{ und bei B entsprechend } W_{\text{kin}_2} = m_2 / 2 \cdot v_2^2 .$$

Für die potentiellen Energien gilt $W_{\text{pot}_1} = m_1 g h_1$ und

$$W_{\text{pot}_2} = m_2 g h_2 \quad (g \text{ ist die Erdbeschleunigung}).$$

Bei A verrichtet die Druckkraft $F_1 = p_1 A_1$ die Arbeit $W_1 = F_1 l_1$ und bei B muß die Arbeit $W_2 = F_2 l_2$ gegen die Druckkraft

$F_2 = p_2 A_2$ aufgebracht werden.

Der Energieerhaltungssatz lautet somit folgendermaßen: Die Änderung der kinetischen Energie wird erreicht durch die An-

derung der potentiellen Energie und die Arbeit der Druckkräfte.

$$\Delta W_{\text{kin}} = \Delta W_{\text{pot}} + W_1 - W_2 \quad (3)$$

(Die Vorzeichen vor W_1 bzw. W_2 geben darüber Auskunft, ob Arbeit durch die Druckkraft oder gegen sie geleistet werden muß)

Es folgt: $W_{\text{kin}_2} - W_{\text{kin}_1} = W_{\text{pot}_1} - W_{\text{pot}_2} + W_1 - W_2$

also: $W_{\text{kin}_1} + W_{\text{pot}_1} + W_1 = W_{\text{kin}_2} + W_{\text{pot}_2} + W_2$

oder: $m_1/2 \cdot v_1^2 + m_1 g h_1 + F_1 l_1 = m_2/2 \cdot v_2^2 + m_2 g h_2 + F_2 l_2$

Setzen wir die vorhin erhaltenen Beziehungen ein, folgt :

$$1/2 \rho V_1 v_1^2 + \rho V_1 g h_1 + p_1 A_1 l_1 = 1/2 \rho V_2 v_2^2 + \rho V_2 g h_2 + p_2 A_2 l_2$$

Dividieren wir diese Gleichung durch $V_1 = V_2 = A_1 l_1 = A_2 l_2$,

folgt: $1/2 \cdot \rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = 1/2 \cdot \rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2 \quad (4)$

Da unsere Überlegungen wieder für beliebige Stellen der Röhre gelten, können wir auch schreiben:

$p + \rho g h + 1/2 \rho v^2 = \text{const}$

(5)

Dies ist die gesuchte Bernoullische Gleichung.

Bei unserer Herleitung mußten wir an einigen Stellen das Wort "näherungsweise" verwenden. Der Leser kann sich überlegen, daß die Formeln um so besser stimmen, je kürzer man das betrachtete Zeitintervall Δt wählt. Mit den Methoden der Differentialrechnung, die ja einigen Lesern schon bekannt sein werden, ist auch eine exakte Herleitung möglich. (Dort betrachtet man die Grenzwerte für $\Delta t \rightarrow 0$)

Die erhaltene Bernoullische Gleichung gilt also exakt, solange die Voraussetzungen (Reibungsfreiheit, Inkompressibilität) erfüllt sind. Dies ist nur für (nicht existierende) ideale Flüssigkeiten möglich. Für reale Flüssigkeiten und auch Gase gilt sie jedoch in vielen Fällen mit hinreichend guter Annäherung. Betrachten wir jetzt den Fall $h = \text{const}$. Dann vereinfacht sich unsere Gleichung zu:

$$p + \rho/2 \cdot v^2 = \text{const} \quad (6)$$

Die Konstante wird als Gesamtdruck p_0 bezeichnet. Es gilt also:

$$p + \rho/2 \cdot v^2 = p_0 \quad (7)$$

p heißt statischer Druck und $\rho/2 \cdot v^2$ wird Staudruck genannt.

Man erkennt, daß der Gesamtdruck an solchen Stellen herrscht, wo $v = 0$ gilt, denn dann folgt aus (7) $p = p_0$. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit der Messung von p_0 . Sie geschieht mit dem Pitot-Rohr (Abb. 2).

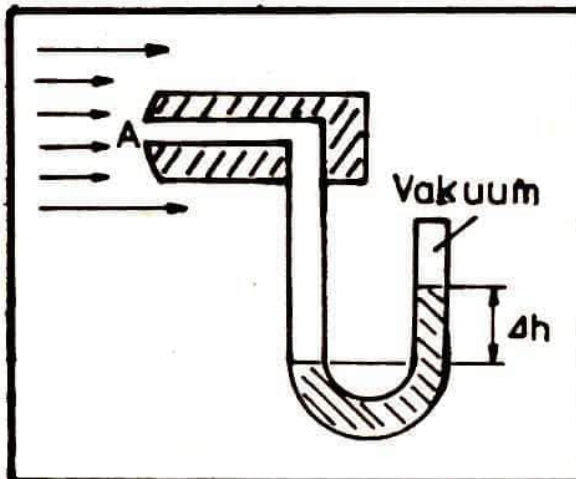


Abb. 2: Das Pitot - Rohr

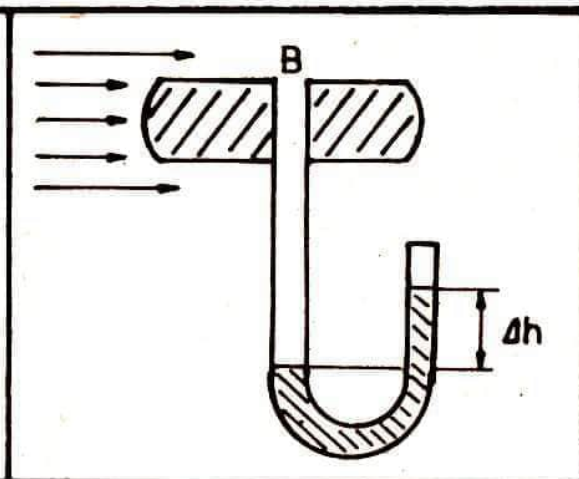


Abb. 3: Die Drucksonde

An der Stelle A wird die Flüssigkeit gestaut, also gilt $v = 0$. Verbindet man die kleine Öffnung bei A mit dem einen Schenkel eines mit Quecksilber gefüllten U-Rohres, dessen anderer Schenkel abgeschlossen ist, so kann man aus der Höhendifferenz Δh den Druck p_0 berechnen. (Der Schweredruck der Quecksilbersäule der Höhe Δh ist gleich dem Druck p_0 , also:

$$p_0 = \rho_Q g h, \quad \rho_Q - \text{Dichte des Quecksilbers})$$

Den statischen Druck p mißt man mit einer Drucksonde senkrecht zur Strömungsrichtung (Abb. 3). Die Strömungsgeschwindigkeit wird dadurch praktisch nicht verändert.

Im zweiten Teil des Artikels werden wir uns mit einigen Anwendungsbeispielen der Bernoullischen Gleichung befassen.



ES IST UNMÖGLICH, DIE FACKEL DER WAHRHEIT DURCH EIN
GEDRÄNGE ZU TRAGEN, OHNE JEMANDEM DABEI DEN BART
ZU VERSENGEN!

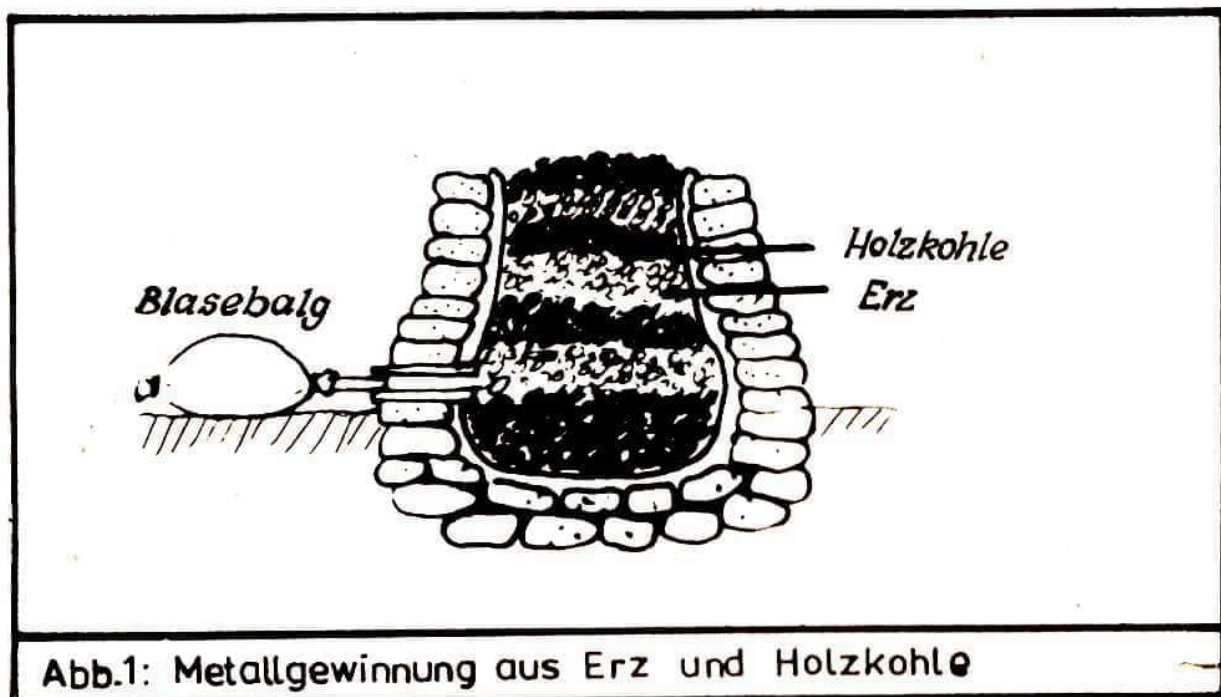
Die Anfänge der Chemie sind in der mehr oder weniger bewußten Nutzung von Stoffwandlungsprozessen durch die Menschen zu suchen. Im Rahmen der Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur kann man daher die Nutzung und spätere Erzeugung und Beherrschung des Feuers, die endgültige Trennung des Menschen vom Tierreich, wie es Friedrich Engels formulierte, als den ersten Schritt zur Chemie betrachten.

Das Feuer gab Wärme, schuf die Möglichkeit der Zubereitung und Konservierung von Nahrung. Als Energiequelle und universelles Produktionsmittel war es Ausgangsprodukt für eine ganze Reihe weiterer Entwicklungen.

Mit der neolithischen Umwälzung der Produktivkräfte, dem Übergang zu Bodenbau und Viehzucht, die etwa im 10. Jahrtausend v.u.Z. begann, ergaben sich die Notwendigkeit und zugleich die Bedingungen für zwei wesentliche Entwicklungen. Dort, wo die Natur kein anderes Baumaterial zur Errichtung fester Behausungen lieferte, wurden aus Lehm Ziegel geformt und in der Sonne getrocknet, später auch gebrannt. Die mit der sesshaften Lebensweise verbundene Vorratswirtschaft führte zur Entwicklung von Vorratsgefäßen, die dauerhaft und widerstandsfähig gegen Nagetiere, Wassereinfluß usw. waren. Seit dem 7. Jahrtausend wurden aus Ton geformte und im Feuer gebrannte Gefäße hergestellt. Die wachsende Produktivität der Landwirtschaft ermöglichte eine Spezialisierung und die Herausbildung des Töpferhandwerks gegen Ende des 7. Jahrtausends. Doch erst mit der Erfindung der Töpferscheibe (4. Jahrtausend) wurde die Keramik zur Massenware. Aber nicht nur Gefäße, sondern auch Kleinplastiken, Reliefs, Masken und andere Kunstgegenstände wurden aus Tonmaterialien gefertigt. Mit der Keramikproduktion wurden auch die Brennöfen weiterentwickelt und damit Erfahrungen für andere Verfahren wie Kalk-

brennen, die Herstellung von Glasuren, Gläsern und Metallen gewonnen.

Das erste Metall, das die Menschen kennenlernten, war das Gold, das in der Natur gediegen vorkommt. Das gelbe Metall, das zwar keinen unmittelbaren Nutzen hatte, zog die Menschen an und beschäftigte ihre Phantasie. Seit der Jungsteinzeit wurden aus Gold Schmuck und Kultgegenstände gefertigt. Durch seinen dauerhaften Glanz und seine chemische Beständigkeit wurde es schon früh zum Sinnbild der Dauer und Unzerstörbarkeit. Im Glauben der alten Ägypter und anderer Völker sicherte es ein Weiterleben im Jenseits. Daher wurden den Toten einzelne Körperteile vergoldet, goldene Totenmasken aufgesetzt oder, wie im alten China, mit Totengewändern aus Gold und Jade bekleidet. Natürlich war das Gold auch für die Lebenden nützlich und galt als Heilmittel von besonderer Kraft. Noch ganze Zeitalter befaßten sich Alchimisten, Ärzte und Quacksalber mit der Herstellung des aurum potabile, des trinkbaren Goldes. Wegen seiner Beständigkeit und Teilbarkeit wurde das Gold zunehmend zu einem universellen Wertmaßstab für materielle Güter. Es lieferte der Warenwelt das Material ihres Wertausdrucks, wie Karl Marx schrieb. Etwa gleichzeitig mit dem Gold lernten die Menschen das Kupfer kennen, das für die Entwicklung der Produktivkräfte eine große



Bedeutung haben sollte. Nach der Kaltbearbeitung des in der Natur auch gediegen vorkommenden Kupfers konnte es bald auch

geschmolzen und gegossen werden. Parallel dazu und durch diese Erfahrungen beeinflusst, lernten die Menschen, das Metall durch Reduktion aus seinen Erzen zu gewinnen. Im anatolisch-iranischen Bergland, der Wiege der Metallurgie, wurden bereits um 8 000 v.u.Z. Kupfersulfat und um 7 000 sulfidische Erze verhüttet. Damit war natürlich die Entwicklung von Schmelzöfen, die Temperaturen von 900-1100 °C erreichen mußten, verbunden. Zu einer Produktion von Kupferwerkzeugen in größerem Umfang kam es jedoch erst in der Zeit vom 4. zum 3. Jahrtausend v.u.Z., der sogenannten Stein-Kupfer-Zeit, dem Äneolithikum. So wurden z.B. die Steine der 139 m hohen Cheopspyramide (erbaut um 2 650) mit Kupferwerkzeugen behauen. In Kreta wurde Kupfer in der frühminoischen Zeit, um 2 800 v.u.Z., bekannt. Diese Insel und auch die Insel Zypern, die dem Metall seinen heutigen Namen gab, entwickelten sich zu Zentren des Kupferhandels. Sie waren bis in die frühe Eisenzeit führend im Export von Kupfer. Gewichtsnormierte Barren wurden bis nach Mitteleuropa gehandelt, Hauptabnehmer war jedoch Ägypten.

Die Durchsetzung von Kupferwerkzeugen und -waffen wurde durch ihren entscheidenden Nachteil verzögert; das Kupfer war weicher als der bisher verwendete Stein. Härteres Kupfer wurde dort produziert, wo durch die Verhüttung arsenhaltiger Kupferkiese im erschmolzenen Kupfer Arsen enthalten war. Durch gezieltes Zusetzen anderer Stoffe, vordergründig sicher zur Schmelzerleichterung, wurde eine Erfindung gemacht, die die eigentliche Metallzeit in der Geschichte der Menschheit einleitete - Bronze. Die ersten Bronzen waren Legierungen von Kupfer mit 0,25-3 % Arsen. Das neue silbrige Metall war härter als Kupfer. Aus den ältesten Kulturzentren der Welt sind Funde solcher Bronzen bekannt. Im dritten Jahrtausend vollzog sich der Übergang von der Arsenbronze zur Zinnbronze. Warum zu dem wertvolleren Zinn übergegangen wurde, ist noch nicht vollständig geklärt. Bezeichnend für die alten Kulturen ist, daß die frühen Bronzen höhere Zinngehalte aufweisen als die späterer Zeiten. Der Grund dafür ist einerseits in einer besseren Beherrschung der Bronzeherstellung und somit einem rationelleren Einsatz des Zinns zu sehen, andererseits in einer durch die starke Ausbreitung der Bronzemetallurgie verursachten Verknappung und Verteuerung des Zinns. Die ganze Welt wurde nach neuen Zinnvorkommen durchsucht. Um 1 500 v.u.Z. wurden reiche Lagerstätten in Cornwall aufgespürt,

nach den damaligen Vorstellungen außerhalb der Welt, jenseits der Säulen des Herkules. Es war dem Seefahrervolk der Phönizier vorbehalten, einen weltweiten Handel mit diesem wertvollen Rohstoff aufzubauen.

Die teure Bronze setzte sich als Material für Werkzeuge nur sehr langsam durch. Noch lange blieben hauptsächlich Stein- und Holzwerkzeuge in Gebrauch. Wegen der Überlegenheit der aus Bronze hergestellten Waffen, kam der Legierung eine strategische Bedeutung zu, und die Metallurgie wurde daher von den herrschenden Klassen bewußt gefördert.

Etwa zu der Zeit, als man begann, Kupfererze zu verhütten, erweiterten sich die metallurgischen Kenntnisse um zwei weitere Metalle - Silber und Blei. Diese beiden Metalle werden zusammen erwähnt, weil die Bleiproduktion die Grundlage der Silbergewinnung ist, da Silber gediegen sehr selten auftritt. Wiederum ist das anatolische Bergland der Ausgangspunkt der Silberproduktion, und das Metall sowie die Kenntnis über seine Gewinnung verbreiteten sich von diesem Zentrum aus. In vielen alten Kulturen war Silber anfangs seltener und wertvoller als Gold. Blei, das etwa seit dem 7. Jahrtausend v.u.Z. bekannt ist, spielte keine so hervorragende Rolle, wie die anderen Metalle. Hervorzuheben ist seine Verwendung zum Löten und der Einsatz von Bleirohren in den römischen Wasserleitungen.



Abb.2:
Sklavenarbeit im
Bergwerk
(Griechenland,
6.Jh. v.u.Z.)

Hauptrohstoff für die Gewinnung von Blei und Silber war und ist Bleiglanz, PbS. Das Erz wurde von Sklaven oder Lohnarbeitern in schwerer, gefährvoller Arbeit unter Tage abgebaut, zerkleinert, geröstet und dann in besonderen Öfen reduziert. Das so erhaltene Blei enthielt bis zu 1 % Silber. Im offenen Treibherd wurde das Blei abgetrieben, d.h. oxydiert, wodurch sich das Silber immer mehr anreicherte.

Die einstige Vormachtstellung Athens unter den griechischen Stadtstaaten hatte eine wesentliche ökonomische Basis in den reichen Silbergruben bei Laurion.

Aus „Das Weltreich der Technik“

Vorschrift zum Besteigen eines Hochrades (um 1880)

"Hat der Fahrer die Absicht, das hohe Zweirad zu besteigen, so stelle er es so, daß beide Räder hintereinander in grader Linie stehen. Dann nehme er, das kleine Rad zwischen den Füßen, Stellung hinter dem Zweirad, erfasse mit beiden Händen die Handgriffe (der Lenkstange), setze die linke Fußspitze auf den an der linken Seite des Rücken oberhalb des Hinterrades befestigten Auftritt, bringe das Vehikel in dieser Stellung durch Abstoßen mit dem rechten Fuß in möglichst schnellen Gang und stelle sich durch einen kräftigen Abstoß vom Boden auf den Tritt. Hierauf hebt man das rechte Bein auf den Sattel vor und schiebt den ganzen Körper, auf diesen nach, setzt aber die Füße nicht eher auf die Treter, als bis man bequem im Sattel sitzt. Durch ein sanftes, nicht sprungweises Hineingleiten in den Sattel vermeidet man ein Überkippen nach vorn."

Für das Absteigen waren ähnliche Anweisungen nötig, so daß man sich bei der Benutzung des Hochrades eher als ein Zirkuskünstler denn als ein ruhiger Spazierfahrer gebärden mußte.

MOSAIK

Pionium; ein neues exotisches Atom

Positronium, das erste entdeckte exotische Atom, besteht aus einem Elektron und einem Positron, die sich gegenseitig "umkreisen". Beim jetzt gefundenen Pionium befinden sich ein positives und ein negatives Myon in einem gebundenen Zustand. Zerfällt ein langlebiges neutrales K-Meson in ein π^+ , ein μ^- und ein Neutrino (was mit 27% Wahrscheinlichkeit passiert), kann solch ein gebundener Zustand entstehen. (Die Experimente hierzu wurden von einer Arbeitsgruppe unter M. Schwartz aus Brookhaven Nat. Lab./ Stanford University durchgeführt.)

Die K-Mesonen lassen sich mit einem Protonenstrahl des 33 GeV-Synchrotrons erzeugen. Während einer Woche wurden 21 Pionium-Atome nachgewiesen.

Das Ziel ist eine möglichst genaue Vermessung der Anregungszustände und damit ein besseres Verständnis des noch immer rätselhaften μ^- .

Wo steckt die Materie des Weltalls?

Aus Forschungsergebnissen des Harvard-Smithsonian-Center for Astrophysics in Cambridge/Mass. läßt sich erkennen, daß mehrere Gruppen von Galaxien über intergalaktische Materie zu Superclustern zusammenhängen. Diese Supercluster emittieren Röntgenstrahlen, welche mit dem 1970 gestarteten Satelliten "Uhuru" nachgewiesen wurde. Die Strahlung stammt vorwiegend von $50 \cdot 10^6$ K heißem Wasserstoff und Helium. Auf Grund der beobachteten Intensität läßt sich schließen, daß die Masse dieses intergalaktischen Gases 5 bis 10 mal größer als die Masse der Galaxien in den Superclustern ist. Dies genügt für eine gravitative Bindung der Supercluster. Möglicherweise hat man in dem intergalaktischen Gas auch die Materie gefunden, die für ein "geschlossenes Universum" notwendig ist. Solch ein geschlossenes Universum würde periodisch expandieren und kontrahieren, im Gegensatz zum nur expandierenden, offenen Universum.

Warum biologische Schädlingsbekämpfung?

"Unter biologischer Schädlingsbekämpfung verstehen wir die Verwendung von Lebewesen, um mit ihnen (durch menschlichen Eingriff) die Populationen bestimmter schädlicher Tiere oder Pflanzen zu begrenzen", heißt es bei FRANZ u. KRIEG (Biologische Schädlingsbekämpfung. Berlin und Hamburg 1976, S. 31). Warum und zu welchem Zweck werden biologische Bekämpfungsverfahren eingesetzt und was verspricht man sich davon für Vorteile?

Wie man heute weiß, vernichten alljährlich die verschiedensten Konkurrenten des Menschen (auch unter der allgemeinen Bezeichnung "Schädlinge" bekannt) etwa 1/3 der gesamten Welternte. Wenn man bedenkt, daß täglich hauptsächlich in Entwicklungsländern tausende Menschen verhungern müssen, wird klar, welche großen Nahrungsmittelreserven durch die noch bessere Vernichtung von Schädlingen erschlossen werden können. Mit der verstärkten Entwicklung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel nach dem Kriege, sogenannter Pestizide, schienen hoffnungsvolle Zeiten anzubrechen. Man brauchte diese Gifte nur möglichst oft und in ausreichender Menge auf Feldern, in Gärten, in die Wälder oder auch in die Erntespeicher auszubringen und bald war kein Schädling mehr zu sehen. Eine Arbeit, die offensichtlich jeder Praktiker ohne große Vorkenntnis leicht selbst erledigen konnte. Nach einigen großartigen anfänglichen Erfolgen mußte man bald einsehen, daß diese Rechnung nicht aufging. Die angewandten Pestizide wirkten nämlich wie natürliche Selektionsfaktoren, wodurch es bald zur Herausbildung pestizidresistenter Schädlingsrassen kam. Zur Zeit ist keine wichtige Schädlings-

gruppe bekannt, die nicht in irgend einer Weise Resistenzerscheinungen zeigt. Seither bemüht sich nun die chemische Industrie angestrengt, immer neue Pestizide zu entwickeln, für die es noch keine resistenten Schädlingsrassen gibt. Der Erfolg ist leider nur sehr gering. Kaum wird ein gewisser Vorsprung erreicht, ziehen die entsprechenden Schädlinge nach und passen sich den neuen Bedingungen an. So kommt es zu einem kostspieligen Wettrennen zwischen Schädling und Pestizidindustrie, ähnlich wie es vielleicht der eine oder andere Leser von den Grippeviren und der Entwicklung von immer neuen Impfstoffen kennt.

Ein anderer vielleicht noch wichtigerer Grund, der für eine Einschränkung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel spricht, ist die Tatsache, daß die Ausbringung all der meist langlebigen giftigen Stoffe in die Umwelt (weltweit jährlich 2 bis 3 Millionen t!) eine beträchtliche Gefahr für die übrige Lebewelt einschließlich für den Menschen darstellt. Besonders in den Endgliedern von Nahrungsketten, wie z.B. Greifvögeln aber auch dem Menschen, kann es zu einer besonders starken Anreicherung von Pestiziden kommen. So konnte das mittlerweile auch bei uns verbotene DDT, das mehrere Jahrzehnte bis zum völligen Abbau unter natürlichen Witterungsbedingungen braucht, sogar in der Muttermilch in bedenklicher Menge nachgewiesen werden.

Ein anderer Aspekt ist die ungewollte Vernichtung von natürlichen Gegenspielern der Schädlinge durch Pestizide. Wie der Leser sicherlich schon weiß, herrscht in natürlichen Ökosystemen eine Art dynamisches Gleichgewicht zwischen all seinen Strukturgliedern. Durch vielerlei Rückkopplungsmechanismen, die hier nicht näher erläutert werden sollen, wird erreicht, daß kein Organismus, sei es Tier oder Pflanze, aus der Reihe tanzt und sich über die Maßen vermehren kann. Solche ausgewogenen Verhältnisse herrschen natürlich nicht auf unseren Äckern, in den Gärten oder in der Fichtenpflanzung. Hier ist man ja nur am Wachstum einer, bestenfalls aber einiger weniger Pflanzenarten interessiert und möchte alles andere (Unkraut und Pflanzenfresser = Schädlinge) möglichst vollständig entfernen. Viele "Spezialisten", denen die Lebensbedingungen in unseren Pflanzenkulturen be-

sonders zusagen, finden hier ein Paradies. Sie würden sich hier sofort unbegrenzt vermehren, gäbe es nicht einen gewissen Rest des Regulationsvermögens natürlicher Ökosysteme in Form von Nützlingen, die sich von den Schädlingen ernähren. Diese Nützlinge gilt es zu erhalten. Sie müssen vom Pestizideinsatz weitestgehend verschont bleiben, selbst wenn ihre regulative Wirkung nur sehr begrenzt ist. Tut man dies nicht, so kann es nach den Bekämpfungsmaßnahmen sogar zu einer noch stärkeren Vermehrung der Schädlinge kommen, weil eben die natürlichen Gegenspieler fehlen.

Die biologische Schädlingsbekämpfung nutzt nun bewußt die Möglichkeiten natürlicher Regulationsmechanismen, indem sie diese fördert und z.B. bestimmte Nützlingsgruppen gezielt anreichert. Im Gegensatz zur chemischen Schädlingsbekämpfung versucht man gar nicht erst, alle Schädlinge mit Stumpf und Stiel auszurotten, sondern beschränkt sich auf ihre Begrenzung bzw. Kontrolle auf ein Maß, das unterhalb einer vertretbaren wirtschaftlichen Schadensschwelle liegt. Deshalb ist es vielleicht auch besser, von biologischer Kontrolle statt von Bekämpfung zu sprechen.

Der Kostenaufwand bei biologischer Schädlingskontrolle liegt häufig um einige Größenordnungen niedriger als beim Einsatz von chemischen Pestiziden, besonders wenn eine gewisse regulative Langzeitwirkung erreicht wird. Außerdem bleiben keinerlei schädliche Rückstände in der Umwelt zurück. Resistenzerscheinungen gibt es so gut wie nicht. Allerdings erfordert der erfolgreiche Einsatz biologischer Kontrollmethoden umfangreiche ökologische Vorarbeiten und einen Stamm gut ausgebildeter Fachleute, Bedingungen, die für die chemische Bekämpfung nur in sehr viel geringerem Maße erforderlich sind. Nun noch ein Wort an alle Enthusiasten : Die biologische Schädlingsbekämpfung ist selbstverständlich kein Allheilmittel. So etwas gibt es nicht! Der Einsatz von Pestiziden wird auch weiterhin seine Berechtigung behalten. Nur muß eben unter Berücksichtigung aller vorhin genannten Aspekte von Mal zu Mal entschieden werden, welche Anwendungsform gerade am günstigsten ist. In vielen Fällen wird auch ein kombinierter Einsatz beider Methoden möglich sein. Diese sogenannte "integrierte Schäd-

lingsbekämpfung" stellt in mancher Hinsicht ein Optimum dar.

In einem späteren Heft folgt vom gleichen Autor ein Artikel über Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung.

BÜCHERMARKT

"Einstein und sein Weltbild" von Friedrich Herneck

Buchverlag Der Morgen, Berlin 1976,

367 Seiten, 16 Abbildungen, Preis: 10,80 M

Wer sich ausführlicher über die philosophischen und politischen Anschauungen Einsteins informieren möchte, findet in diesem Buch, das den Untertitel "Aufsätze und Vorträge von Friedrich Herneck" trägt, einen umfangreichen Fundus an aufschlußreichem Material.

Der bekannte Einstein-Biograph hat seine früheren Vorlesungen und Aufsätze chronologisch geordnet und durch neue Quellenfunde bereichert, so daß Albert Einsteins Persönlichkeit manchem im neuen Lichte erscheint. Besonders wertvoll ist die Einarbeitung aufgefundener Einstein-Tondokumente, deren ausführlichen Text man hier nachlesen kann, sowie die Haltung Einsteins zur Entwicklung der Kernwaffen seit ihren Anfängen.

Der Autor deutet auf politische und weltanschauliche Fehleinschätzungen des Physikers hin und berichtigt somit das bisher stark glorifizierte Einstein-Bild.

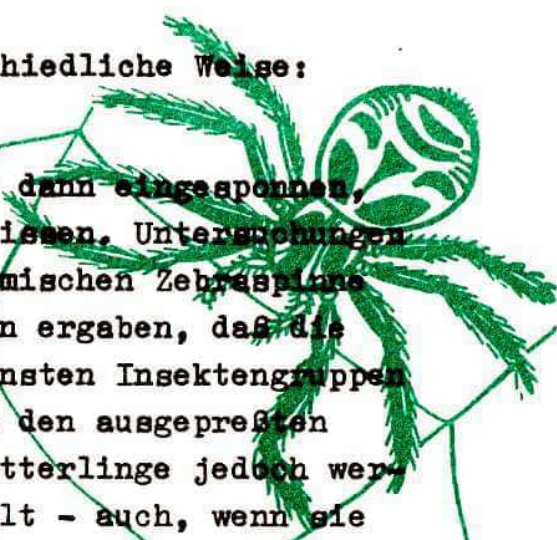
Dadurch wird jedoch nichts daran geändert, daß wir in Einstein den großen Neuerer der Naturwissenschaft, einen konsequenten Kämpfer für Frieden und Menschheitsfortschritt sehen müssen.

Wolfgang König

BÜCHERMARKT

„Beutefangprogramm“ von Spinnen

Spinnen fangen ihre Beute auf unterschiedliche Weise:



Manche Tiere werden erst gebissen und dann eingesponnen, andere erst eingewickelt und dann gebissen. Untersuchungen an einer nahen Verwandten unserer heimischen Zehrspinne sowie an zwölf anderen Araneiden-Arten ergaben, daß die meisten Beutetiere aus den verschiedensten Insektengruppen erst gebissen werden, nachdem sie mit den ausgepreßten Spinnfäden eingewickelt wurden. Schmetterlinge jedoch werden erst gebissen und dann eingewickelt - auch, wenn sie bereits tot sind oder ihre Flügel vorher entfernt wurden. Mit Hilfe einer Versuchsserie überprüfte man, ob es sich bei dem geschilderten Verhalten um ein genetisches Programm handelt oder um erlernte Verhaltensweisen. Zwei Argiope-Arten unterschiedlicher Herkunft, die ausschließlich mit toten Drosophila-Fliegen aufgezogen worden waren, erhielten in unterschiedlicher Reihenfolge tote und lebende Schmetterlinge. Dabei zeigte sich, daß das Verhalten gegenüber den unterschiedlichen Beutetieren offenbar angeboren ist. Gelegentlich unterlaufen den Spinnen dabei jedoch "Fehler", die bei "erfahrenen" Spinnen aber ebenso häufig sind wie bei "unerfahrenen". Manchmal unterlassen die Spinnen auch das Einwickeln der Schmetterlinge, wenn sie diese gebissen haben.

Der biologische Sinn des beschriebenen Beutefangverhaltens könnte darin bestehen, daß das Einwickeln der Beute vor dem Biß die Spinne besser vor Verletzungen schützt, und daß sie Schmetterlinge nur deshalb zuerst beißt, weil diese ihr besonders leicht entweichen können.

Wissenswertes:

Bevölkerungszuwachs

Nach dem neuesten demographischen UNO-Jahrbuch hat die Erdbevölkerung bis Mitte 1976 auf 4,044 Milliarden Menschen zugenommen, etwa 77 Millionen mehr als Mitte 1975. Falls die verzeichnete Wachstumsrate von 1,9 % jährlich anhält, wird die Erdbevölkerung bis zum Jahre 2013 auf über 8 Milliarden anwachsen. In Asien leben zur Zeit 57 % aller Menschen, etwa 2,3 Milliarden. In Europa sind es 476 Millionen oder 11,8 %, in Afrika 412 Millionen (10,2 %); es folgen Lateinamerika mit 333 Millionen (8,2 %), die Sowjetunion mit 258 Millionen (6,4 %), die USA mit 239 Millionen (5,9 %) sowie Ozeanien mit 21,7 Millionen (0,5 %). Das stärkste Bevölkerungswachstum wird in Afrika verzeichnet. In 37 von 43 statistisch erfaßten Ländern oder Gebieten betrug die Zunahme 2 oder mehr Prozent, in neun Ländern sogar 3 % und mehr. In Europa hingegen blieb das Wachstum der Bevölkerung in 27 von 36 Ländern unter 1 Prozent.

Mistexport in arabische Länder

Belgischer Schweinemist soll arabische Wüsten fruchtbarer machen. Die Abfälle aus der großen Schweineproduktion Belgiens können nicht restlos auf den landwirtschaftlichen Flächen des Landes untergebracht werden. Deshalb wurde ein Mistexport in arabische Länder organisiert. Dazu wird der Mist verdünnt und in leere Öltanker verladen. Die Schiffe benötigen für die Rückfahrt ohnehin Ballast, der meist in Form von Meerwasser geladen wird. In den arabischen Ländern wird der Flüssigmist wieder entwässert und als Humusschicht über den Sand ausgebreitet, z.B. zum Gemüsebau. Allein aus der Region Ostflandern rechnen belgische Fachleute mit jährlichen Exporten von 700 000 t verdünnten Mist.

Honigsammler in der Steinzeit

Aus der vorgeschichtlichen Kunst kennen wir Jagdszenen, auf denen man sieht, daß Wild gehetzt oder von einer Schützenkette umstellt und erlegt wird. Doch die Jäger und auch die frühen Viehzüchter lebten nicht nur von Fleisch, sondern zugleich von den Früchten des Waldes oder des bestellten Feldes. Und ebenso gehörten Muscheln und Schnecken, Insekten und anderes Kleingetier zu ihrer täglichen Nahrung. Aber von dieser Sammler- und Erntetätigkeit kündigt kein Bild aus jener noch schriftlosen Zeit.

Um so mehr Aufmerksamkeit erregte deshalb ein mittelsteinzeitliches Felsbild an dem spanischen Fundort Cueva de la Arana (Prov. Valencia): Darauf klettert eine Gestalt mit einem Sammelgefäß an Stricken einen Baum hinauf und wird dabei offenbar von Insekten umschwärmt. Man hat diese Darstellung als einen Honigsammler gedeutet, der zu einem Bienenstock hinaufklettert, dessen Bewohner bereits aufgestört sind. Diese Deutung gewann an Wahrscheinlichkeit, als man auf mehreren jungsteinzeitlichen Felsbildern in Rhodesien und Südafrika auf das gleiche Motiv stieß, das von den Wissenschaftlern auch hier als Wiedergabe des Honigsammelns angesprochen wurde.

Doch weshalb hat man wiederholt die Honigernte im Bild festgehalten, nicht aber das bei Sammler- und Ackerbaustämmen so viel häufigere Beerenpflücken oder Ausgraben von essbaren Wurzeln oder aber das Mähen von Getreide, für das man damals schon sichelförmig gebogene Steinklingen benutzte? War der Honig etwa kein Bestandteil der gewöhnlichen Nahrung, sondern hatte man damals schon seine Wirkung als Heilmittel erkannt? So wäre es erklärlich, wenn dem Honigsammeln eine besondere Bedeutung beigemessen wurde, ein Vorgang, bedeutungsvoll genug, um auf Stein festgehalten zu werden.

Wissenswertes:

impuls - lexikon

Rubenssches Flammenrohr

Hierbei handelt es sich um ein horizontales Rohr, in dessen Oberseite über die ganze Länge mehrere kleine äquidistante Öffnungen gebohrt wurden, aus denen über eine Stirnseite zufließendes Leuchtgas strömt und kleine Flammen speist. Wird in diesem Rohr eine stehende Schallwelle erzeugt, so brennen die Flammen in den Druckbäuchen (Geschwindigkeitsknoten) höher, in den Druckknoten (Geschwindigkeitsbäuchen) dagegen niedriger. Die so mit unterschiedlicher Höhe brennenden Flammen ergeben ein Gesamtbild der stehenden Welle, aus dem sich z.B. die Wellenlänge leicht ermitteln läßt.

Sexagesimalteilung

Dies ist ein Teilungssystem, das auf der Basiszahl 60 aufbaut. Es wurde bereits um das Jahr 2 000 v.u.Z. in Babylon angewendet und berücksichtigte bereits Stellenwerte. Reste davon erkennt man noch in der Minuten- und Sekunden- teilung und in der Teilung des Vollwinkels in 360° .

Sublimation

Unter Sublimation versteht man den Übergang vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand bei einer bestimmten druckabhängigen Temperatur, der Sublimationstemperatur. Die Sublimation ist nicht auf bestimmte Substanzen beschränkt. Alle Stoffe und auch mehrkomponentige Systeme können bei entsprechenden Werten von Druck und Temperatur sublimieren, ohne daß eine flüssige Phase entsteht. Der der Sublimation entgegengesetzte Vorgang heißt Kondensation. Die bei der Sublimation aufgenommene Wärme ist die Sublimationswärme, welche der Summe von Schmelz- und Verdampfungswärme entspricht.

Das mitleidige Söhnchen

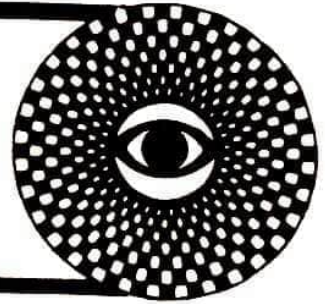
Ein Türke kam einst in arge Bedrängnis und bat einen reichen Kaufmann, ihm einen Geldbetrag von 1 000 Mark zu leihen, er werde das Geld in einem halben Jahr zurückzahlen. Der Kaufmann aber wollte den Betrag nur unter der Bedingung geben, daß er nach dem halben Jahr 100 Mark mehr zurückerhalte. Der Türke fand das unverschämt und ging ohne das Geld nach Hause.

Nach einer Weile klopfte es an seiner Tür. Das Söhnchen des Kaufmanns wollte ihn sprechen: "Ich leihe dir das Geld ohne Zins, denn ich habe Mitleid mit dir. Ich begnüge mich mit einer ganz bescheidenen Entschädigung, die du mir schriftlich bestätigen mußt. Du gibst mir am Ende der ersten Woche einen Pfennig, nach zwei Wochen zwei Pfennige und nach Ablauf der dritten Woche vier Pfennige. Am Ende jeder folgenden Woche erhalte ich jeweils die doppelte Anzahl Pfennige als die vorangegangene Woche. Bist du damit einverstanden?" Der Türke fand das Söhnchen des Kaufmanns menschenfreundlich, denn die paar Pfennige, die auf diese Weise zu bezahlen waren, würden ihn ja nicht schmerzen. So dankte er für den Vorschlag und unterschrieb die Bedingungen.

Wer ist nun der menschenfreundlichere, das Söhnchen oder der Vater?

Der Türke war ein schlechter Rechner, sonst hätte er gemerkt, daß er von dem Söhnchen weit mehr übers Ohr gehauen wurde als vom Vater. Durch die wöchentliche Verdoppelung eines Pfennigs während 26 Wochen ergibt sich nämlich ein Betrag von 335 544 Mark, den der arme Türke natürlich nie bezahlen konnte.

DOKUMENTATION für den naturwissenschaftlichen und Staatsbürgerkunde-Unterricht



Postulate, Versuche und Nutzen des „genetic engineering“

Sinaida Rosenthal

Akademie der Wissenschaften

Zentralinstitut für Molekularbiologie

Neue Entdeckungen auf dem Gebiet der Biologie werfen zahlreiche ethische Fragen auf, die in ihrer Anwendung für die Zukunft der Menschen von weitreichender Bedeutung sind. Die Diskussionen konzentrieren sich besonders auf das Problem der genetischen Manipulation und hierbei vor allem auf ethische Normen für die Anwendbarkeit naturwissenschaftlicher Resultate beim Menschen. Damit ist untrennbar die Frage nach der Verantwortung des Wissenschaftlers verbunden, die er nur in der Einheit von Humanismus und Wissenschaft wahrnehmen kann.

Mit dem Fortschritt in Medizin und Biologie wird es möglich, daß der Mensch auch über sein persönliches biologisches Schicksal Entscheidungen treffen kann. Die Revolution in der Biologie hat die elementaren Grundlagen biologischer Prozesse der wissenschaftlichen Analyse und Synthese zugänglich gemacht. Das stellt die Gesellschaft vor Probleme, die in ihrer Bedeutung mit den Auswirkungen der Erkenntnisse der Atomphysik vergleichbar sind. Es ist daher die Pflicht des Biologen, über diese Ergebnisse und ihre künftigen Auswirkungen zu informieren und entsprechende Anforderungen an die Gesellschaftswissenschaften und für die Leitung gesellschaftlicher Prozesse zu formulieren.

Auch die bisherige Entwicklung der Naturwissenschaft war auf den Menschen bezogen, indem ihre Ergebnisse ihm Nutzen oder Schaden brachten. Mit den Ergebnissen der molekularbiologischen Forschung wird der Mensch jedoch selbst unmittelbar

einbezogen. Das überschreitet die Kompetenz einzelner Fachwissenschaftler und verlangt eine gesellschaftswissenschaftliche und sozialstrukturelle Fundierung, eine verantwortliche Haltung aller Menschen.

Die „Erfindung“ von Lebewesen

Unter "genetic engineering" wird eine Labortechnologie verstanden, die biochemische, genetische, mikrobiologische und virologische Methoden zu einem Komplex verbindet. Sie gestattet,

- in vitro auf enzymatischem oder chemischem Wege DNA-Abschnitte mit definierten Informationsinhalten zu synthetisieren beziehungsweise entsprechende DNA-Abschnitte zu isolieren,
- in vitro DNA-Segmente unterschiedlichster (viraler, plasmidaler, mikrobieller, pflanzlicher, tierischer und humaner) Herkunft miteinander zu verbinden, die in der Natur normalerweise nicht miteinander rekombinieren,
- mittels DNA-Vektoren die rekombinierten DNA-Moleküle in Zellen einzubringen, dabei einzelne DNA-Moleküle auszusondern (zu klonieren) und
- diese in der Wirtszelle zu vermehren (zu amplifizieren).

Entstehen soll ein Organismus mit gewünschtem Genotyp und, wenn möglich, auch Phänotyp (Eiweißmuster), der mit den herkömmlichen Methoden der Genetik nicht geschaffen werden kann.

Während die Molekularbiologie bis zu Beginn der siebziger Jahre die Prozesse auf der molekularen Ebene der Vererbung Genexpression ⁺) in erster Linie noch beschrieb, ist jetzt eine neue Situation insofern eingetreten, als diese Technik den Biowissenschaftler, wenn auch noch in sehr begrenztem Umfang, dennoch zum "Schöpfer" neuer Lebewesen erhebt. Die Biologie tritt damit in die Fußstapfen der Chemie und anderer technischer Wissenschaften, das heißt in die Periode der "Erfindung" zwar nicht neuer Materialien, aber neuer Lebewesen. Mag manches noch an "biologische Alchimie" erinnern,

⁺) Umsetzung der genetischen Information in Proteine

die ersten Schritte zur Beherrschung biologischer Prozesse, die den Menschen selbst betreffen, sind getan. Die neue Technologie fiel nicht vom Himmel, sie hat zum Teil eine lange Vorgeschichte, zum Beispiel die genetische Transformation, deren Prinzip 1944 publiziert wurde.

In der Natur existieren verschiedene Barrieren für den freien Austausch von genetischem Material. Gleichzeitig bestehen in der Form von Viren und Plasmiden genetische Einheiten, die solche Barrieren umgehen oder mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit durchbrechen können. Diese Einheiten sind an ihre Wirte angepaßt und kanalisieren den freien genetischen Austausch. Durch Verwendung von solchen Viren und Plasmiden als Vektoren für den Transfer fremden, weit entfernten genetischen Materials werden die natürlichen Barrieren überwunden.

Der Austausch fremder genetischer Informationen kann in drei Grundrichtungen erfolgen:

1. auf prokaryotischem Niveau, d.h. zwischen Bakterien
2. zwischen Prokaryoten und Eukaryoten, d.h. zwischen Bakterien und Zellen tierischer bzw. pflanzlicher Herkunft
3. auf eukaryotischem Niveau, d.h. zwischen tierischen bzw. pflanzlichen Zellen und vice versa.

Von besonderem Interesse ist die mittlere Gruppe und hier wiederum der Genetransfer von eukaryoter Information in Bakterien. Welchen Erkenntniswert und Nutzen haben die Resultate und Fragestellungen der neuen Technologie des genetischen Ingenieurwesens?

Die Nutzungsmöglichkeiten der neuen Technologie sind in den Publikationen häufig, mit wenigen Ausnahmen, sehr allgemein formuliert. Zum Teil werden langfristige Zielstellungen in der Art dargestellt, als wären sie morgen und nicht erst in zwanzig Jahren erreichbar.

Die Gesellschaft, die staatlichen Organe, die Kollegen in Forschung und Praxis der Medizin und Veterinärmedizin, der Landwirtschaft, technischen Mikrobiologie, Lebensmittelindustrie, pharmazeutischen Industrie und im Umweltschutz benötigen aber von den Grundlagenforschern konkrete und realistische Einschätzungen, was in fünf bis sieben Jahren real ist. Denn die zielbewußte und schnelle Überführung der neuen Erkenntnisse und Methoden in die entsprechenden Praxis-

bereiche verlangt auch eine neue Qualität der interdisziplinären Zusammenarbeit auf nationaler und internationaler Ebene.

Die neue molekularbiologische Technologie spielt eine zentrale Rolle im Erkenntnisgewinn über biologische Basisprozesse, insbesondere über Struktur, Funktion und Regulation von Genen, vorrangig des Eukaryoten-Genoms. Die Bearbeitung dieser Fragestellungen ist mit einer Vielzahl methodischer Fortschritte verbunden, die auf den Grundmethoden der Hybridisierung von komplementären Nukleinsäureabschnitten und der biochemischen oder chemischen Synthese hochmarkierter komplementärer Nukleinsäuresegmente aufbauen und für die Weiterentwicklung von Isolierungsverfahren für Nukleinsäuren zu ihrer Sequenzanalyse genutzt werden.

Mittels dieser Technik haben sich auch unsere Kenntnisse über die tierischen Viren in den letzten Jahren substantiell erweitert. Die Resultate der Genomanalyse tierischer DNA-Viren und ihre Genexpression stellen unter Beweis, daß die tierischen Viren- wie schon einmal in den Kindertagen der Molekularbiologie die Bakterienviren für die Vererbungsprozesse - ausgezeichnete Modelle zum Studium der Kernstruktur und der Genexpression eukaryotischer Zellen sind. Darüber hinaus werden die Erkenntnisse uns in absehbarer Zeit erste Aufschlüsse über die Verwandtschaftsbeziehungen dieser Viren liefern und so helfen, epidemiologische Zusammenhänge zu erkennen.

Für die Technik des "genetic engineering" haben die Arbeiten über die DNA-Tumoviren noch eine besondere Bedeutung, weil einerseits für Gentransferexperimente in tierische Zellen entsprechend mutierte Virusvektoren notwendig sind, die die Gefährdung des Experimentators und der Umgebung vermindert. Andererseits wird gerade die Analyse von Genabschnitten solcher Viren, die die Wirtszelle in bösartig entartete Zellen verwandeln, mittels dieser Techniken besonders forciert.

Was den Nutzen anbetrifft, so steht im Vordergrund der nächsten Jahre die Ausarbeitung diagnostischer Verfahren auf der Grundlage der bekannten Methoden der Hybridisierungstechnik, der Restriktionsanalyse, (hierbei wird die Virus-

nukleinsäure durch charakteristische Enzyme in definierte Abschnitte gespalten) und durch den Nachweis viraler Proteine. Diese diagnostischen Verfahren sind durch den Einsatz materieller Mittel und die Ausbildung des wissenschaftlichen und technischen Personals teuer. Sie sind aber auf längere Sicht für alle Länder im Rahmen einer Strategie zur Bekämpfung viral bedingter Tumorerkrankungen notwendig.

Manipulierte Mikroorganismen

Eine reale Zielstellung mit praktischem Nutzen könnte darin bestehen, manipulierte Mikroorganismen zur Produktion von Eiweißen einzusetzen, die auf anderem Wege schwierig zu gewinnen sind. Eine solche Prinzipiellösung ist für ein bakterielles Enzym entwickelt worden. Ihr Einsatz wird jedoch vorerst eingeschränkt, denn bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind Genabschnitte, die spezifische genetische Informationen von medizinischen oder pharmazeutischem Interesse enthalten, erst in geringem Umfang zugänglich. Zwar sind die Gene für den roten Blutfarbstoff des Kaninchens und des Menschen sowie für Immunoglobulin, Ovalbumin (Eiereiweiß), Insulin der Ratte in Bakterien vermehrt worden, jedoch konnte eine Synthese dieser Proteine im bakteriellen Wirt bisher nicht erreicht werden. Dagegen wurde eine kurze, auf chemischem Wege synthetisierte Nucleotidsequenz, die für ein kleines Peptidhormon, das Somatostatin, kodiert, in die lac-Region eines modifizierten Plasmids eingebaut. Diese Region gestattet, die eingehängte Fremdinformation in eine RNA und diese in ein Protein umzusetzen. Dieses Protein konnte sogar nach Isolierung aus dem Bakterium auf chemischem Wege richtig gespalten werden, wodurch das aktive Peptid entstand. Daher ist die Konstruktion von Vektoren, die an der fremden DNA eine RNA-Synthese und an dieser eine Proteinsynthese erlauben, zunächst eine essentielle, methodische Zielstellung, die gegenwärtig in vielen Laboratorien intensiv bearbeitet und hoffentlich relativ schnell lösbar sein wird. In diesem Zusammenhang ist dann die Frage zu prüfen, ob auf dem Boden dieser molekularbiologischen Technologie langfristig ökonomische Wege zur Produktion medizinisch, pharmazeutisch, industriell und

wissenschaftlich interessanter Proteine entwickelt werden können.

Ein langfristiger Nutzen ist durch vertiefte Kenntnis einiger Schlüsselprobleme von humanbiologischer und medizinischer Bedeutung zu erwarten. Die neue Technologie ermöglicht Einblicke in die molekulare Entstehung des Diabetes und anderer hormoneller Störungen. Die Zuckerkrankheit hat kein einheitliches Krankheitsbild. Unter diesem Oberbegriff wird ein Komplex verschiedener Krankheitsformen zusammengefaßt, die sehr wahrscheinlich durch unterschiedliche molekulare Störungen verursacht werden. Es handelt sich dabei um Defekte beziehungsweise Unregelmäßigkeiten bei der Bildung des Insulins, seines Transports oder seiner Bindung in den Empfangsgewebe. Diese komplexen Reaktionen münden letztlich alle in ein diabetisches Krankheitsbild. Trotz umfangreicher weltweiter Bemühungen können wir noch nicht erklären, warum beim Diabetes von Kindern und Jugendlichen zumeist plötzlich, beim Diabetes des Erwachsenen und alternden Menschen langsam, einschleichend die Insulinproduktion gedrosselt wird. Mit der Technologie der Rekombinanten-DNA kann man analysieren, warum Inselzellen gewisser Diabetiker nicht in der Lage sind, genügend Insulin zu produzieren. Da nur eine kleine Menge Pankreasgewebe dem lebenden Menschen entnommen werden kann, müssen die neuartigen Nachweismethoden derart optimiert werden, daß der Test - etwa zur Quantifizierung der Insulin-Boten-RNS - mit ausreichender Empfindlichkeit und Aussagekraft durchgeführt werden kann. Hieraus kann man realistisch einschätzen, wieviel praktische Probleme gelöst werden müssen, um "nur" ein praktikables diagnostisches Verfahren für die Medizin zu erarbeiten.

In der wissenschaftlichen Öffentlichkeit wird diskutiert, auf welche Weise und in welchem Umfang diese Technologie uns helfen könnte, Einsichten in die molekularen Mechanismen von Gendefekten beim Menschen zu gewinnen. Für die meisten Gendefekte sind in dieser Richtung überhaupt erst tastende Schritte zu unternehmen; in einzelnen Fällen können unsere Kenntnisse vielleicht vertieft werden. Die Komplexität des Genoms von Humanzellen verlangt, wenn nicht selektive Nachweisverfahren vorliegen, eine Analyse von mehreren tausend Bakterien-Klonen, um ein spezifisches DNA-Segment

zu finden. Das ist praktisch nicht möglich. Daher setzt eine solche Aufgabe die Bereitstellung von Boten-RNA möglichst aus humanem Material voraus. In diesem Zusammenhang entsteht die Frage, wie real es beim Menschen ist, im Falle eines Gendefektes ein spezifisches Gen zu übertragen und auf diesem Wege eine kausale Therapie (genetische Substitution) vorzunehmen. Es kommen zwei Grundvarianten in Frage: Gentransfer in Keimzellen und in Körperzellen. Ich halte eine genetische Umstimmung von Körperzellen unter dem Gesichtspunkt des praktischen Nutzens gegenwärtig für sehr hypothetisch, in einzelnen ausgesuchten Fällen aber für möglich; ein Gentransfer in Keimzellen des Menschen aus wissenschaftlichen und ethischen Gründen für nicht gangbar. In den Laboratorien müssen jedoch umfangreiche Modelluntersuchungen durchgeführt werden. Solche Experimente sind notwendig, um in die Regulationsprinzipien der Zellvermehrung und ihrer Kontrolle und der Umsetzung der genetischen Informationen in definierte Eiweiße einzudringen. Nur über diesen Weg - indem biologische Sonden eingeführt werden -, erlangen wir ein größeres Verständnis darüber, was in eukaryoten Zellen unter Auslösung und Unterdrückung der Synthese von spezifischen Eiweißen und im weiteren Sinne unter Differenzierung und Altern auf zellulärem Niveau zu verstehen ist.

Bei einem Gentransfer in Körperzellen ist das Wirken des fremden Gens begrenzt auf die Lebensspanne der Zelle. Wenn ein solcher genetischer Einsatz eine Wirkung haben soll, dann muß der Organismus selbst zur weiteren Vermehrung der genetisch veränderten Zellen genutzt werden. Das ist nur möglich, wenn Stammzellen spezifischer Körpergewebe genetisch umprogrammiert werden, die sich selbst und damit auch das fremde Gen vermehren. Dieses Gen muß, wenn nicht schon in der Stammzelle, dann in den Nachfolgezellen, die einer Differenzierung und Reifung unterliegen, in Protein umgesetzt werden.

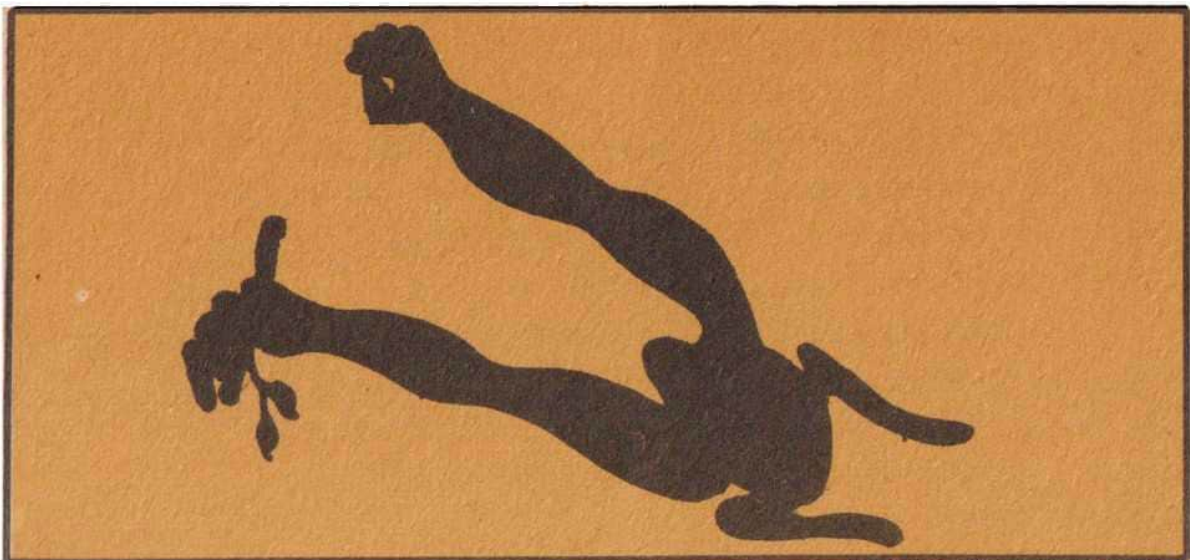
Auch ein anderer Weg ist denkbar. Gentransferexperimente können mit klassischen embryologischen Verfahren kombiniert werden. Beispielsweise können Zellen genetischer Herkunft aus den frühen Embryonalstadien - zu einem Embryo vereinigt - in ein pseudoträchtiges Muttertier verpflanzt werden und

zu einem lebensfähigen Tier heranwachsen. Entsprechende Versuche wurden an Mäusen durchgeführt. In einem solchen "Mosaiktier" kann die Ausprägung der fremden Information, ihre Auswirkungen im Individualorganismus unter dem Einfluß normaler Zellen und in seinen Nachkommen studiert werden. Solange solche Experimente an Tieren mit der nötigen Vorsicht vollzogen werden können, ist gegen sie nichts einzuwenden.

Es ist zu vermuten, daß manche genetischen Informationen direkt (durch ihre Wirkung im Wirt) oder indirekt (durch den Ort ihrer Integration ins Genom) das Wachstum des Wirts reduzieren oder ihn zum Absterben bringen und damit nicht vermehrbar sind. Es ist denkbar, daß andere Rekombinanten-Moleküle ihrem Wirt eine potentielle Gefährlichkeit für den Menschen oder seine Umwelt verleihen. Die Gefährlichkeit

kann darin liegen, daß ein bekannter oder noch unbekannter Faktor sein zunächst harmloses Wirtsbakterium zu einem potentiellen Krankheitserreger umfunktioniert.

Entstehung einer Krankheit und die Krankheit selbst äußern sich in einem komplexen Wechselspiel zwischen Faktor (z.B. chemischer Verbindung, Molekül, Erreger) aus der Umwelt und dem Organismus und sind nicht in allen Zügen ihres komplexen Wesens aufgeklärt. Mehr oder minder bekannte gefährliche Faktoren sind: Toxine, Resistenzverhalten gegen Antibiotika, Virulenzgene, Onkogene, Virogene. Zusätzlich kann eine potentielle Gefahr durch chemische Verbindungen entstehen, die zelluläre Reparaturmechanismen hemmen oder Zellen sensibili-



sieren, so daß sie gegen geringere Dosen von Strahlen reagieren oder die als Langzeitmutagene wirken. Daher kamen Wissenschaftler in vielen Ländern der Welt überein, bestimmte Versuche nicht durchzuführen und für die Forscher, die sich ähnlichen Untersuchungen widmen, besondere physikalische und biologische Sicherungen zu verlangen.

Die Wissenschaftler der DDR, in Übereinstimmung mit den ethischen Normen unserer sozialistischen Gesellschaft, fühlen sich verantwortlich, den Mißbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse zu verhindern und dafür Sorge zu tragen, daß Menschen und Umwelt nicht durch ihre Experimente gefährdet werden. Dies wurde in einer Stellungnahme der Klasse Biowissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR über Probleme von Technologien, die eine neue Art genetischer Manipulierung erlauben, zum Ausdruck gebracht. Ein nationales Komitee wird in Kürze Richtlinien für die Durchführung von Experimenten auf dem Gebiet des genetischen Ingenieurwesens vorlegen, die auf den internationalen Erfahrungen basieren. Diese Richtlinien gelten für alle Wissenschaftler, die in wissenschaftlichen Instituten bzw. Einrichtungen der Industrie der DDR arbeiten und die Techniken des genetischen Ingenieurwesens anwenden.

Wir können jedoch nicht die Augen davor verschließen, daß es im Zusammenhang mit Fortschritten auf dem Gebiet der Naturwissenschaften auch noch ganz andersartige Gefahren gibt.

So kann der Mißbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse nicht ausgeschlossen werden, solange es Kräfte gibt, die von ihm profitieren. Die Erfahrungen der jüngsten Vergangenheit in bezug auf den Mißbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse - Abwurf der Atombombe, Vernichtung von Wald- und Feldkulturen durch "Entlaubungschemikalien", Konstruktion und beabsichtigte Einführung neuer Massenvernichtungswaffen wie der Neutronenbombe - zeigen deutlich, daß das gleiche Wissen für höchst unterschiedliche, ja diametral entgegengesetzte Ziele eingesetzt werden kann.

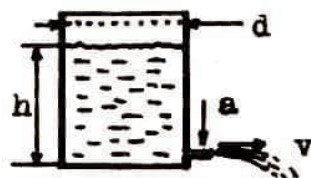
Unsere Aufgabe ist es deshalb, gegen einen solchen Mißbrauch entschieden aufzutreten und alle wissenschaftlichen und sozialen Kräfte zu unterstützen, die mit uns in der abschließlich humanistischen Anwendung eins sind.

(aus Spektrum 6/78)

physikaufgabe

40

In einem runden Gefäß (Durchmesser d) befindet sich Wasser (Höhe h), das durch eine kleine Öffnung (Durchm. $a \ll d$) am unteren Rand des Gefäßes ausströmt (Skizze). Wie groß ist die Ausströmgeschwindigkeit des Wassers?



Senden Sie die Lösung mit den Angaben Namen, Adresse, Alter an uns ein. Beste Lösungen werden prämiert und veröffentlicht.

lösung der aufgabe 30 aus heft 9/11.jg.

aufgabe: Knobelaufgaben

lösung: Fortsetzung vom Heft 8/12 Jg.

- e) Der Taucher dreht das Glas mit dem Boden nach oben und taucht damit bis zum Grund des Sees. Dort bestimmt er den Teilstrich, bis zu welchem das Wasser in das Meßglas eindringt. Das Volumen der Luft beträgt bei normalem Luftdruck p_0 : $V_1 = Al$ (l ist die Länge des Meßglases, A der Querschnitt). (Das Glas ist leer!) Am Boden des Sees wächst der Druck auf $p = p_0 + \rho g h$ (h ist die gesuchte Tiefe, g die Fallbeschleunigung und ρ die Dichte des Wassers). Deshalb verringert sich das Volumen der Luft im Meßglas auf $V_2 = Ax$ (x ist die Höhe der Luftsäule bis zum bestimmten Teilstrich). Auf Grund des Boyle-Mariotteschen Gesetzes folgt:

$$h = \frac{p_0(l-x)}{\rho g x} \quad . \quad (l \text{ und } x \text{ sind dabei in gleichen Längeneinheiten zu messen.})$$

- f) Offensichtlich gilt: $V_{\text{Hohl}} = V_{\text{St}} - V_{\text{Glas}}$

Nach dem Archimedesschen Auftriebsgesetz wirkt auf den frei im Wasser hängenden Glasstopfen eine Auftriebskraft, die eine Verringerung der Anzeige (Masse) der Waage bewirkt. Diese Massedifferenz ($m_1 - m_2$) dividiert durch die Dichte des Wassers ergibt das Volumen des Stopfens V_{St} . Davon braucht man nun nur noch das Volumen des Glaskörpers ab zu ziehen, das man berechnet nach: $V_{\text{Glas}} = m_1 / \rho_{\text{Glas}}$ (Nachschlagewerk). m_1 ist also die Masse des Glaskörpers, da man die eingeschlossene Luftmasse als verschwindend gering ansehen kann. m_2 ist die Masse während der Messung, also, der Glasstopfen hängt im Wasser.

Es ergibt sich die Endformel: $V_{\text{Hohl}} = (m_1 - m_2) / \rho_{\text{Wasser}} - m_1 / \rho_{\text{Glas}}$



19.11.1961

Die Nacht war kalt und sternenklar,
Da trieb im Meer bei Norderney
Ein Suahelischnurrbarthaar. ~

Die nächste Schiffsuhr wies auf drei.

Mir scheint da moncherlei nicht klar,
Man fragt doch, wenn man Logik hat,
Was sucht ein Suahelihaar

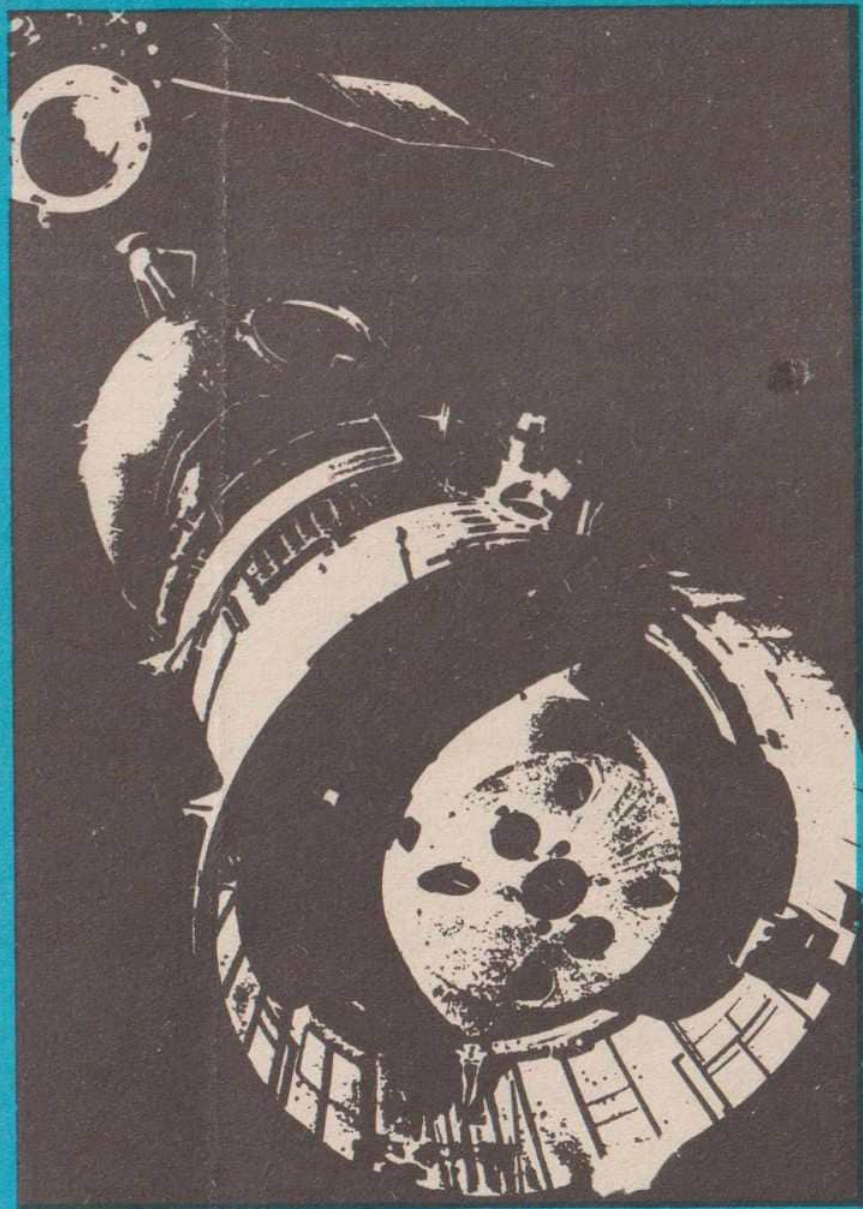
Denn nachts um drei am Kattegatt?



Joachim
Ringelnotz

impuls 68

10



Anfänge der Chemie



Bernoullische Gleichung



Die „Pille“ für Jugendliche?



Die Marsmonde

Titelbild: Sojus-Raumschiff vor
Kopplung an Salut 6 (L. G.)



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

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

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

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

Anfänge der Chemie (2)	CHE 5
Inhaltsverzeichnis 12. Jahrgang	16
Energieerhaltung in einer Flüssigkeitsströmung – Die Bernoullische Gleichung	PHY 21
Schwangerschaftsverhütung durch die „Pille“ bei Jugendlichen?	BIO 19
Die Marsmonde – Das Ende einer Sensation	AST 25
Physikaufgabe 41, Lösung Nr. 32	31

Heft 10 gestaltet von: V. Masurat

Redaktionsschluß: 9. 2. 1979

Liebe Leser!

Wie jedes Jahr im letzten Heft vor den Sommerferien möchte ich mir auch am Ende des 12. Jahrganges einige Bemerkungen über unser Blatt nicht verkneifen. Zunächst: Die Manuskripte sind diesmal einigermaßen pünktlich fertig geworden, hätten also auch fast rechtzeitig bei Ihnen ankommen müssen Der Briefverkehr mit unseren Lesern ist rege, die Abonnentenzahl steigt (Die Arbeit auch!), es mangelt nicht an Zuschriften unterschiedlichsten Inhalts. Wir freuen uns - meistens ! - Eine ganze Reihe inhaltlicher Vorstellungen konnte verwirklicht werden: Das Sonderheft zum 100-jährigen Einsteingeburtstag, Interviews, Beiträge zur wissenschaftlichen Verantwortung und Gesellschaft, Interessantes aus der Alltagsphysik und über Erfindungen, Studieninformation, Waschmittel und Eiweißgewinnung, um nur einige zu nennen. Die Vorbereitung auf das Studium wollen wir jetzt ganz gezielt für diejenigen betreiben, die vor Beginn des Hochschulstudiums ihren Wehrdienst ableisten. Wir haben dazu vor, einen Briefkontakt mit den Betreffenden herzustellen, ihnen außerdem den neuerstellten Vorbereitungslehrgang Physik zuzuschicken und hoffen, daß von ihm eine gewisse geistige Frische ausgeht, die das Versickern von bereits Gekonntem verhindert und den "Sprung" ins Direktstudium erleichtern soll.

Ob Sie mit dem alten Jahrgang leidlich zufrieden waren, ob wir Ihnen das Sie Interessierende in der richtigen Art und fachlichen Qualität gebracht haben? - Wir erführen es gern! - (Unsere Adresse siehe Impressum).

Lichtenberg hat diese Schwierigkeiten so formuliert: "Wie die tägliche Erfahrung lehrt, ist sehr wenig Anstrengung nötig, etwas zu sagen, das eine ganz beträchtliche erfordert, es zu verstehen. Hingegen braucht jemand außerordentlich viel Talent ..., etwas Neues und Wichtiges so leicht vorzutragen, daß der Lernende sich freut, es jetzt zu wissen und sich schämt, es nicht selbst bemerkt zu haben." Aber auch über eine Konsequenz der Bildung scheint er sich im klaren gewesen zu sein,

denn es heißt dann weiter: "Die edle Einfalt in den Werken der Natur hat nur gar zu oft ihren Grund in der edlen Kurzsichtigkeit dessen, der sie beobachtet."

A propos "alter Jahrgang", das klingt wie guter Wein; ich wollte Ihnen unbedingt noch schöne Ferien und viele erfreuliche Urlaubserlebnisse wünschen! - (Nachstehend ein kleiner Reisetip, den Sie beachten sollten!)

Ihr *Eberhard Welsch*



Reisen bildet

A Claudio und Nicole Schmitt
bei ihrer Abreise aus Leipzig

und bei ihrer Ankunft
in einer Stadt an der
Schwarzmeerküste

Die ungewohnte Umgebung
wird ihnen guttun!

B



P.S. Abonnieren Sie "impuls 68" möglichst über eine Sammelbestellung. Ihr Abonnement läuft automatisch weiter, falls bis September 1979 keine schriftliche Abbestellung vorliegt.

Das Eisen leitete eine neue Zeit ein und brachte die Wende zum allgemeinen Gebrauch der Metalle.

Die ersten Gegenstände aus Eisen stammen aus dem frühen 3. Jahrtausend v. u. Z. aus dem traditionsreichen anatolischen Bergland. Das Eisen wurde wahrscheinlich bei der Verwendung von Magnetit als Zuschlagstoff für die Kupferverhüttung entdeckt. Doch nur eine lange metallurgische Erfahrung ermöglichte es, in dem unscheinbaren Nebenprodukt einen neuen, vielseitigen Werkstoff zu erkennen.

Eisen wurde in sogenannten Rennöfen erzeugt. Diese beschickte man schichtweise mit Holzkohle und Eisenerz. Nach dem Abbrand erhielt man die sogenannte Eisenluppe, ein Konglomerat aus Schlackebrocken und mit Schlacke durchsetzten Eisenstücken. Da der Schmelzpunkt des Eisens ($> 1400^{\circ}\text{C}$) nicht erreicht wurde, erhielt man aus der Luppe ein sehr kohlenstoffarmes ($< 0,5\%$) und daher sehr weiches, schmieðbares Eisen, das jedoch noch mit Schlackefäden durchsetzt war. Etwa in der Mitte des 2. Jahrtausend v. u. Z. lernte man durch Glühen im Holzkohlefeuer und besondere Behandlung beim Schmieden den Kohlenstoffgehalt (zumindest in den Oberflächenschichten) soweit zu erhöhen ($> 0,58\%$), daß das Metall die Eigenschaft erhielt, die es seinen Siegeszug um die Welt antreten ließ: die Härbarkeit des entstandenen Stahls. Eisen war anfangs ein äußerst seltenes und kostbares Metall, das im Handel oft gegen die zehnfache Menge Gold aufgewogen wurde.

Mit dem Zusammenbruch des Hethiterreiches im 13. Jahrhundert v. u. Z., das bis dahin das Monopol der Eisenherstellung gehütet hatte, verbreitete sich die Eisenmetallurgie rasch in der alten Welt. An Erzlagerstätten wurde mit der

Produktion begonnen.

In der ersten Hälfte des 1. Jahrtausends v. u. Z. spielte das Eisen eine umwälzende Rolle für die gesellschaftliche Produktivkraft im westlichen Kleinasien, in Süd-, Mittel- und Westeuropa. Da es hier nicht zur Herausbildung der Palastwirtschaft gekommen war, konnte auch keine staatliche Monopolisierung der Eisenmetallurgie erfolgen. In den Dörfern erzeugte und schmiedete man das Eisen selbst. Das Schmiedehandwerk bildete sich heraus. Die Massenproduktion des Eisens begann. Es verdrängte die teure Bronze. Doch nicht nur für Werkzeuge, sondern in erster Linie für Waffen wurde der neue Werkstoff verwendet. Die Schlagkraft der mit Eisenwaffen ausgerüsteten Heere war unvergleichlich höher, da mit gleichem finanziellen Aufwand eine umfassendere Bewaffnung erreicht werden konnte. Eisen fand immer weitere Verbreitung und Anwendung. Die außerordentliche Bedeutung des Eisens für die Entfaltung der Produktivkräfte widerspiegelte sich in mythologischen Gestalten, Schmiedekulten und der Verwendung des Eisens für Talismane mit magischer Kraft. Ein Relikt dieser Vorstellungen ist bei uns das Hufeisen als Glückssymbol.

Das jüngste der sieben Metalle des Altertums ist das Quecksilber, das erstmals von Aristoteles erwähnt wurde. Als Metall wurde es unter Ausnutzung der Amalgambildung zur Wiedergewinnung von Gold und zur Herstellung von Goldüberzügen verwendet. Verbreiteter waren die Verbindungen des Quecksilbers als Arzneimittel und als Farbe (Zinnober).

Ein weiteres Produkt früher chemischer Tätigkeit ist das Glas. Glasuren auf Keramikerzeugnissen sind aus Ägypten schon aus dem 5. Jahrtausend bekannt. Zunächst einfarbig, konnten später auch Farbglasuren erzeugt werden. Über verschiedene Entwicklungsstufen, z.B. der Kieselkeramiken, lernte man schließlich Glasgefäße herzustellen, wie sie aus der Zeit um 1500 v. u. Z. bekannt sind.

Die ersten Gläser wurden wahrscheinlich nicht gemacht, um einen neuen Werkstoff mit spezifischen Eigenschaften zu schaffen, sondern um natürliche, aber kostbare Minerale, nämlich Edelsteine und Halbedelsteine, zu imitieren. Das geht eindeutig aus der zweifellos gewollten Färbung und dem

gemeinsamen Auftreten dieser Gläser mit den natürlichen Mineralien als Opfergaben o.ä. hervor. An erster Stelle steht dabei der Lasurit "Lapislazuli", der als außerordentliche Kostbarkeit galt und dem auch eine mythologische und magische Bedeutung zukam. Aus ihm sollte das Himmelsgewölbe bestehen. Die frühen Gläser sind opak. In den Farben herrschen Nachahmungen von Lasurit und Türkis vor, es treten aber auch rote, gelbe und weiße Gläser auf.

Die Rohstoffe, Wüstensand und sogenanntes Trona, aus ausgetrockneten Salzseen (Hauptbestandteil $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wurden zusammengesintert und dann zusammen mit den Farbkomponenten im Glasofen geschmolzen. Anfangs zerschlug man die erkalteten Schmelzkuchen, schliff und polierte die Bruchstücke, später lernte man, das heiße Glas in Formen zu pressen. Zu besonderer Blüte entwickelte sich die Sandkerntechnik. Ein aus Sand mit Ton geformter Kern wurde mit Glas übergossen oder in die Schmelze eingetaucht. Nach dem Herauskratzen des Sandkerns erhielt man schöne Gefäße. Nach der Millefiori-technik wurden farbige Mosaiken, Amulette und in römischer Zeit kostbare Schalen hergestellt. Die römischen Gläser waren reiner als ihre vorderasiatischen Vorläufer und daher auch durchsichtig. Die Zusammensetzung blieb jedoch im wesentlichen die gleiche. Die zu dieser Zeit von keltischen Stämmen erzeugten Gläser wiesen eine deutlich höhere Qualität durch einen SiO_2 -Gehalt von ca. 75 % auf. Sie wurden aber nur zu Schmuckgegenständen verarbeitet.

Glas stellte zu jener Zeit eine außerordentliche Kostbarkeit dar und wurde im Wert dem Gold mindestens gleichgesetzt. Eine größere Verbreitung von Glasprodukten und eine Ausweitung der Glasproduktion setzte ein, als zu Beginn unserer Zeitrechnung im phönizischen Sidon das Glasblasen erfunden wurde und nun Hohlkörper rationell und in großer Stückzahl produziert werden konnten.

Neben der Metallurgie und der Glasherstellung entwickelte sich eine Vielzahl chemischer Techniken.

Von Beginn der Menschheitsgeschichte an spielen Farben eine große Rolle. Als Pigmente für Malfarben dienten zunächst natürlich vorkommende Verbindungen wie Ocker, Ruß, Kreide, Malachit, Chrysokoll, Zinnober, Braunstein, Grauspießglanz, Auripigment, Realgar und Lasurit. Später lernte man auch,

Farben künstlich herzustellen, z.B. das aus **Malachit**, Calcit und Quarz erschmolzene Ägyptisch Blau, Bleiweiß durch Behandeln von Blei mit Essig, Mennige aus Bleiweiß sowie Grünspan aus Kupfer und Weinresten.

Pflanzenextrakte wurden zum Färben von Textilien verwendet. Um die Farben auf der Textilfaser haltbar zu machen, wurden die Stoffe vorher mit Alaun, Kalk, Harn, Eisenrost mit Essig, Kupfer- und Eisenvitriol oder Galläpfelextrakt gebeizt.

Zum Waschen der Textilien verwendete man Sodalösung oder faulenden Urin (Freisetzung von NH_3). Die königliche Farbe Purpur wurde aus zwei im Mittelmeer **vorkommenden** Schneckenarten gewonnen. Für 1 g des Farbstoffes brauchte man etwa 10.000 dieser Tiere, und zum Färben von 5 Pfund Wolle waren 30 Pfund Farbe nötig. Man kann daraus den Wert dieses Farbstoffs und der damit gefärbten Stoffe erkennen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß Wege gesucht wurden, den Purpurfarbton auch auf anderem Wege zu erhalten.

Als weitere chemische Technik muß die Gerberei aufgezählt werden, bei der Alaun, Kochsalz und aus Baumrinden oder Galläpfeln gewonnene Gerbsäuren Verwendung fanden.

Im Bauwesen dienten Kalkmörtel und Bitumen als Bindemittel. Eine der ältesten Anwendungen chemischer Prozesse ist die Nutzung der Gärungsvorgänge. Durch Verzuckern der Stärke, beim Auskochen des Getreides und nachfolgende alkoholische Gärung wurde schon in den frühesten Zeiten bei den meisten Völkern Bier erzeugt. Etwas jünger ist die Weinbereitung. An dieser Stelle muß auch die Darstellung der bis in das 13. Jahrhundert einzigen bekannten Säure, des Essigs, hingewiesen werden.

Chemische Kenntnisse wurden auch mit der Entwicklung der Heilkunst gewonnen und wirkten auf diese zurück. Äußerlich, meist als Pflaster, wurden angewendet: Zinkoxid, Bleiglätte, Arsenik, Soda, Pottasche, Alaun, Zinksulfid, Quecksilberverbindungen, Antimonsulfid, Bleiweiß, Grünspan, Essig, Seife, Schwefel, Rost, Indigo u.a. Innerlich wandte man Kupfervitriol als Brechmittel, Alaun zum Gurgeln sowie Rohrzucker, Rizinus, Eisenrost und eine Vielzahl von Pflanzensäften an. An dieser Stelle soll auf die Kenntnis verschiedener Gifte nur hingewiesen werden. Zur Reinigung und Pflege des Körpers diente eine Vielzahl von Substanzen. Anfangs benutzte

man Asche zum Waschen, lernte aber dann, aus Fetten und Pflanzenasche Seife herzustellen. Für die dekorative Kosmetik wurden Malachit, Grauspießglanz, Ocker u.a. zum Teil über große Entfernungen hinweg eingeführt. Durch Auspressen von Oliven, Nüssen und anderen ölhaltigen Früchten erhielt man Öle, die zur Salbenbereitung, zur Extraktion ätherischer Öle aus Blüten und somit zur Gewinnung wohlriechender Essenzen verwendet wurden.

In Ägypten bildete sich von den ersten Dynastien an ein besonderer Bestattungskult heraus - die Mumifizierung. Da das Weiterleben des unsichtbaren Doppelgängers des Menschen nach dem Tode von der Erhaltung des Körpers abhängt, versuchte man - und zwar mit Erfolg - den Körper durch bestimmte Präparationstechniken vor der Verwesung zu schützen.

Wie schon im Zusammenhang mit dem Glas angedeutet, versuchte man, kostbare Materialien, wie Edelmetalle, Edelsteine und Perlen, auf verschiedene Weise zu imitieren. Die bei Theben ausgegrabenen Papyri geben dazu eine große Zahl von Arbeitsvorschriften an. Besonders in Ägypten bildete sich eine geheime Kunst heraus, die in späthellenistischer Zeit dann zu einer der Wurzeln der späteren Alchemie wurde. In gleichem Maße entwickelten sich aber mit den wachsenden Anforderungen an chemische Prozesse und Produkte auch Anfänge der analytischen Chemie.



Abb. Sklavenarbeit im Bergwerk
(Griechenland 6. Jahrhundert v.u.Z.)

Die menschliche Erkenntnis, d.h. die Widerspiegelung der objektiven Realität ist vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte, darunter der Wissenschaften, von den Produktionsverhältnissen und der herrschenden Ideologie abhängig. Die frühen chemischen Kenntnisse und Erfahrungen der Menschen wurden in das System der Naturbetrachtung einbezogen, die notwendigerweise durch eine weitgehend phantastische und verzerrte Widerspiegelung der Wirklichkeit charakterisiert ist. Mit dem Übergang zur Klassengesellschaft und der Ausbildung der Religion zu einem wesentlichen machterhaltenden Faktor für die herrschenden Klassen, versuchte man, ein geschlossenes System zu erarbeiten und mythologische Zusammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen zu konstruieren. Der englische Nobelpreisträger J.D. BERNAL schreibt dazu:

"Mit dem schuldigen Respekt vor den ungeheuren Schwierigkeiten, die bei der Formulierung allgemeiner wissenschaftlicher Theorien vor der Herausarbeitung einer wissenschaftlichen Ausdrucksweise auftreten, können wir in vielen Mythen die Urbilder wissenschaftlicher Theorien erkennen. In ihnen sind die Naturkräfte personifiziert."

In Ägypten und Altvorderasien beschränkte sich die Beschäftigung mit wissenschaftlichen Problemen auf die Priesterkaste und wurde mit dem Mantel des Geheimnisvollen umgeben. Auch in anderen Gebieten der Welt versuchte man zu einem umfassenden Weltbild zu kommen, wobei man sich von der zunächst engen Religionsbezogenheit zu lösen vermochte. In China wurde um 300 v.u.Z. von den Philosophen Dschou Jän auf der Grundlage der eigentlich reaktionären dauistischen Philosophie das dialektische Prinzip des Dualismus von JANG und JIN geschaffen. Diese zwei polaren Gegensätze, die allem Existierenden zugrunde liegen, sind insbesondere in den folgenden Erscheinungen verkörpert:

Jang - Sonne, Himmel, trocken, aktiv, hell, männlich
Jin - Mond, Erde, feucht, passiv, dunkel, weiblich

Davon leiten sich 5 Elemente ab, denen bestimmte Eigenschaften, Begriffe und Lebensweisen zugeordnet waren.

Wasser - Krustentiere, schwarz, salzig, Norden, Winter

Holz - Fische, grün, sauer, Osten, Frühling
Feuer - Vögel, rot, bitter Süden, Sommer
Metall - Tiere, weiß, ätzend, Westen, Herbst
Erde (Zentrum der Elemente) - Mensch, gelb, süß.

Aus der altindischen Religion der brahmanischen Periode leiteten sich atomistische, materialistische und atheistische philosophische Strömungen ab, die um die Mitte des 1. Jahrtausends v.u.Z. entstanden. Nach einigen dieser Ansichten legte man der gesamten Natur 5 Elemente zugrunde:

Feuer, Erde, Luft, Wasser und den Raum.

Von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung der Wissenschaft in Europa und der Grundlagen unserer heutigen Wissenschaft waren die Leistungen griechischer Philosophen. In der Entwicklung zur antiken Sklavenhalterordnung zählten die kleinasiatischen Poleis zu den fortgeschrittensten Gebieten. Kaufleute, Reeder und Handwerker gingen daran, ihren Machtanspruch gegenüber der Gentilaristokratie durchzusetzen. Auf dem Boden dieser Machtkämpfe und des wachsenden ökonomischen Einflusses des Demos sowie seines weltoffenen Unternehmertums entstand als geistige Auseinandersetzung mit der Ideologie der Aristokraten und als Begründung einer eigenen Weltanschauung die ionische Naturphilosophie.

THALES VON MILET (624-546), selbst Kaufmann und auch Politiker, stellte kühn die Frage: Aus welchem Stoff ist die Welt entstanden?

Bereits die Fragestellung schließt das Wirken eines höheren Wesens aus. Am Anfang der Philosophie in Europa steht also der Materialismus. THALES erklärte zum Urstoff alles Seien- den das Wasser.

Eine neue Stufe der Abstraktion erreichte ANAXIMANDER (611-546) mit seinem Apeiron, das die Eigenschaften aller Stoffe beinhaltet und somit nur allgemeine Eigenschaften der Materie aufweist. Indem er das Apeiron als in ständiger Bewegung begriffen beschreibt, "damit das Werden nicht aufhört", formuliert er ein Prinzip des modernen Materialismus: die Bewegung als Daseinsweise der Materie.

ANAXIMENES aus MILET (585-525) sieht wiederum einen konkreten Stoff, nämlich die Luft als Urstoff an und erklärt die ver-

schiedenen Erscheinungsformen aus der Verdichtung oder Verdünnung.

Die Dialektik wurde auf materialistischer Grundlage von HERAKLIT (544-483) aus Ephesos begründet. Urstoff und Ausgangspunkt aller Entwicklung ist bei HERAKLIT das Feuer, und alles ist in ständiger Bewegung. Als Ursache der Bewegung und Veränderung erkannte er den Kampf der Gegensätze. Diese wiederum durchdringen sich, gehen ineinander über und bilden ein einheitliches Ganzes.

Die materialistische Auseinandersetzung mit der Natur wurde von EMPEDOKLES aus AKRAGAS (495-435) weitergeführt, einem Zeitgenossen vieler bedeutender Philosophen, Künstler und Politiker der griechischen Antike. EMPEDOKLES war auf sehr vielen Gebieten wissenschaftlich tätig. Er kannte eine große Zahl chemischer Substanzen und beschrieb nach deren Darstellungsverfahren sowie die Bereitung von Arzneien so gut, daß er sich sicherlich selbst auf diesem Gebiet betätigt hat. Nach EMPEDOKLES bestand die gesamte Welt aus 4 Grundstoffen: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Die Grundstoffe bildeten als kleinste Splitter miteinander vermischt alle Dinge der materiellen Welt.

Verunreinigung und Trennung der Elemente wurden durch die ewigen Triebkräfte Liebe und Haß (Streit) bewirkt, die auch die Ursache aller Bewegung und Entwicklung sind. Die strukturell unterschiedlichen Element-Teilchen haben Poren und können daher ineinander eindringen, wobei bestimmte Symmetrieverhältnisse vorherrschen.

Die Idee der kleinsten Teilchen wurde von ANAXAGORAS (500-428) aufgegriffen, der diese Teilchen jedoch als unendlich teilbar annahm. LEUKIPP (490-420) setzte sich mit dem daraus resultierenden idealistischen Schlußfolgerungen auseinander und stellte der unendlichen Teilbarkeit der Stoffe kleinste unteilbare Teilchen - die Atome - entgegen. LEUKIPPS Schüler DEMOKRIT VON ABDERA (460-370) vollendete diese Gedanken. Die Atome des LEUKIPP und DEMOKRIT sind die letzten, nicht weiter zerlegbaren, qualitativ gleichartigen, nur ihrer Gestalt und Größe nach voneinander unterschiedenen Teilchen. Sie sind ewig, unzerstörbar, undurchdringlich und unendlich in ihrer Zahl. Da sie sich bewegen, muß der Raum um sie und zwischen ihnen leer sein. Die Verschieden-

heit der Stoffe ergibt sich aus der Mischung der Atome. EPIKUR (341-270) führt eine weitere Eigenschaft der Atome an, die unterschiedliche Schwere. Der letzte Vertreter der antiken Atomistik, der römische Philosoph LUCRETIUS CARUS (99-55) bereicherte die Lehre durch seine Auffassung zur Bewegung der Atome.

"Es wäre jedoch ein Irrtum, wollte man die griechische Atomistik ihrem Wesen nach als wissenschaftlich-physikalische Theorie ansehen. Es wurden aus ihr keinerlei Schlußfolgerungen gezogen, die in der Praxis verifiziert werden konnten. Trotzdem ist sie die direkte und anerkannte Vorläuferin aller modernen Atomtheorien." (J.D. BERNAL)

Einen bedeutenden Beitrag zum naturwissenschaftlichen Denken brachte PLATON (427-397), der Gründer der Athener Akademie, von seiten der idealistischen Philosophie. Auf der Suche nach dem Unvergänglichen konzentrierte er die Betrachtung der realen Umwelt auf das Erfassen des Wesentlichen, Allgemeinen und Gesetzmäßigen. Die Erfahrungen und Erscheinungen wurden nach bestimmten Prinzipien geordnet. Ausgehend von den allen Erscheinungen übergeordneten Ideen schrieb PLATON den kleinsten Teilchen der Elemente ganz bestimmte geometrische Formen zu:

Feuer - Tetraeder
Luft - Oktaeder
Wasser- Ikosaeder
Erde - Würfel

Diese Körper konnten sich entsprechend ihrer Gestalt aneinander und ineinander lagern und dabei einen neuen Stoff bilden.

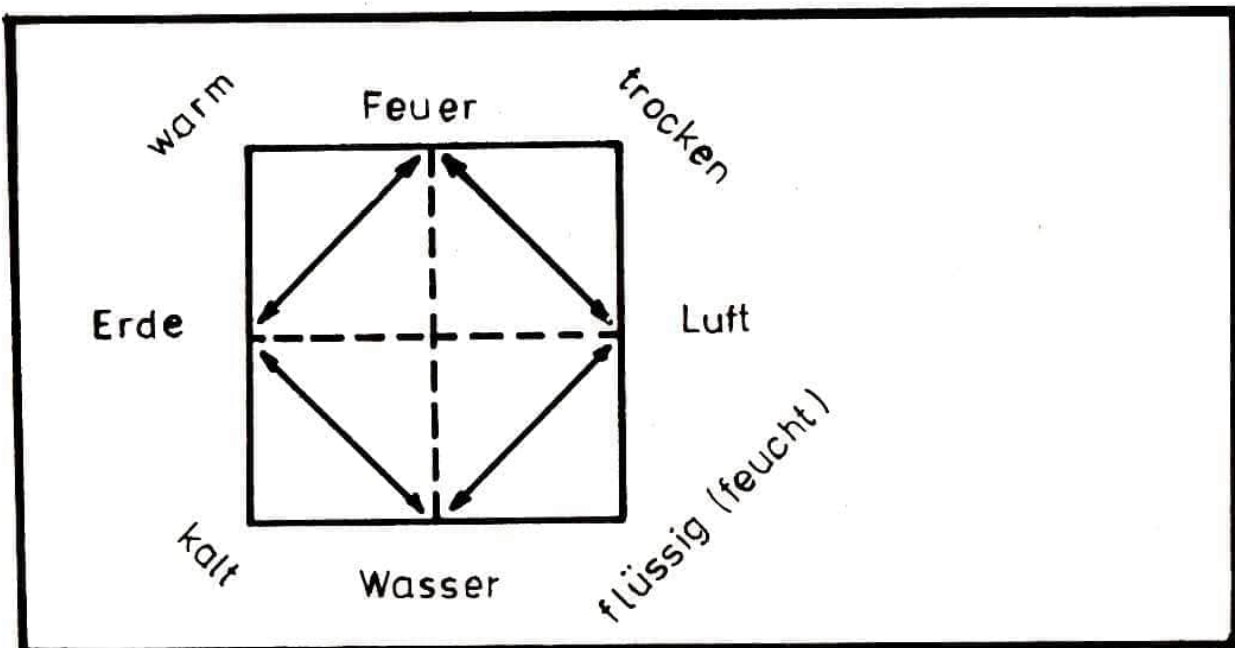
ARISTOTELES (384-322), Schüler PLATONS, faßte das gesamte Wissen und die philosophischen Ideen der antiken Welt zusammen. Er systematisierte die Kenntnisse und schuf ein Theoriengebäude, das wegen seiner Komplexität und inneren Konsistenz fast zwei Jahrtausende überdauerte. ARISTOTELES' vielfältiges Wirken und seine Philosophie, die in ihrer Grundhaltung idealistisch ist, können hier nicht dargestellt werden. Er wandte sich stets sehr der Praxis zu, verwendete alles zugängliche Beobachtungsmaterial sowie Reiseberichte, kannte Bergbau, Metallurgie und verschiedene chemische Gewerbe, jedoch waren er oder seine Schüler nie-

mals experimentell tätig, da "gewerbliches Schaffen zu niederer Sinnesart führt".

Die Erfassung des Wesens der qualitativen Veränderung der Stoffe ist das zentrale Problem in den Ansichten des ARISTOTELES. Die Atomistik lehnte er als Scheinerklärung ab. Von der qualitativen Änderung der Stoffe leitet sich auch die Auffassung von der Umwandlung der Elemente ineinander ab. ARISTOTELES nahm die Existenz eines Urstoffs an, aus dem die Elemente bestehen und der auch den Gegensätzen, z.B. warm - kalt zugrunde liegt. Er abstrahierte zwei grundlegende Eigenschaftspaare:

warm - kalt und trocken - flüssig (feucht).

Daraus ergaben sich vier mögliche Kombinationen, als deren stoffliche Verkörperung er die Elemente des EMPEDOKLES ansah. Durch Änderung einer der zwei Eigenschaften oder besser Prinzipien war die Umwandlung in ein anderes Element möglich, z.B. wurde Wasser (kalt - flüssig) durch Erwärmen zu Luft (warm - flüssig (feucht)). Das folgende Schema verdeutlicht diese Vorstellungen.



Die chemischen Anschauungen des ARISTOTELES können nicht ohne ihren philosophischen Ausgangspunkt verstanden und erklärt werden und wurden hier nur angedeutet. Seine Lehre von der Umwandelbarkeit der Elemente, die er als Prinzipien verstand, sollte weiterhin eine große Rolle, insbesondere für die Entwicklung der Alchemie, spielen.

Die geistige Entwicklung der griechischen Antike, auf deren Höhepunkt ARISTOTELES wirkte, kam mit dem Niedergang Athens zum Stillstand. An dem Aufschwung der Mathematik, Astronomie, Physik und angewandten Naturwissenschaft in der hellenistischen Zeit hatte die Chemie keinen Anteil. Gegen Ende dieser Periode sind erste Anfänge der Alchemie zu verzeichnen, die aber erst mit der Herausbildung des Feudalismus ihre materielle und ideologische Basis erhielt.

MOSAIK

Laserstrahl untersucht die Atmosphäre

Wissenschaftler der Universität Minsk haben einen Apparatkomplex für die Untersuchung der Atmosphäre mittels Laserstrahlen entwickelt. Ein feiner Strahl sticht in den Himmel, und nach wenigen Sekunden liegen genaue Angaben über den Grad der Luftverunreinigung in beliebiger Höhe vor. Die Apparate gestatten, sowohl den Charakter der Verschmutzung als auch den Anteil verschiedener Gase der Luft festzustellen. Diese Apparatur kam erstmalig in Leningrad zum Einsatz. Mit ihrer Hilfe wurde eine Hygienestadt Karte zusammengestellt, die für Bauleute und Projektanten von Bedeutung war.

Uran aus dem Meer

3 ppb ($= 3 \times 10^{-9}$ Anteile) Uran stecken im Meerwasser. Eine neue Adsorptionstechnik zur Extraktion des begehrten Rohstoffes aus dem Meer wird derzeit von der Uranerzbergbau GmbH u. Co., KG (Bonn, BRD) und der GHSS (Geesthacht) getestet.

Das Adsorbat, besonders strukturiertes Titanoxidhydrat, wird vom Meerwasser umspült und soll eine Uran-Anreicherung um einen Faktor 10^5 bis 10^6 bewirken. Das so gebundene Uran (und auch andere Metalle) wird dann mit der Lösung aus dem Adsorber wieder herausgewaschen. Im Interesse einer starken Durchströmung des Adsorbers mit dem Meerwasser soll die Anlage in ein Schiff eingebaut werden, welches in Gebieten mit ausreichender Strömung und natürlich besonders hohem Urangehalt verankert wird.

Inhaltsverzeichnis des 12. Jahrgangs von „impuls 68“

Titel	Verfasser	Heft	Seite
Physik/Astronomie			
Mikroelektronik-Gestern, heute, morgen		1	3
Solitonen im TU-Ferienheim	Ziesche/Schiller	1	13
150 Jahre Nicolsches Prisma	Dittmar	2	3
Zur Rolle des Experiments bei der Erklärung physi- kalischer Sachverhalte I	Löhr/Wolf	3	5
II		4	3
III		5	3
Alltagsphysik: Die Glühlampe	Seidel	4	11
CHIRON-ein neu entdeckter Planet	Grunwaldt	4	23
Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit	Feuerpfeil	5	17
Die Entstehung des Windes	Mesuret	6	3
Albert Einstein-Revolutio- när der modernen Natur- wissenschaft	Collier	7	5
Die Bedeutung des Michelson- Experiments für die Überwin- dung der Ätherhypothese	Funke/Bergner	7	11
Grundgedanken zur Speziellen Relativitätstheorie	Basler	7	17
Was ist Allgemeine Relativi- tätstheorie	Elster	7	25

Titel	Verfasser	Heft	Seite
Der Einfluß der Relativitätstheorie auf die Kosmologie	Meier	7	33
Experimentelle Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie	Salie/Gaida/ Zollmann	7	39
Mikroprozessoren	Schmidt	8	3
Das Seifenblasenmodell zur Demonstration von Kristallisationsprozessen		8	7
Die Bernoullische Gleichung I	Meinel	9	3
II		10	21
Die Marsmonde-das Ende einer Sensation	Grunwaldt	10	25

Chemie

Silber-Ein Element mit Vergangenheit und Zukunft	Colditz	1	9
Ozon- und Stratosphärenchemie I	Kühn	2	9
II		3	11
Waschmittel und Tenside I	Renner	4	17
II		5	7
III		6	11
Alltagschemie: Warum brennt das Streichholz?		8	18
Anfänge der Chemie I	Hendrich	9	7
II		10	5

Titel	Verfasser	Heft	Seite
Biologie			
Die Geschichte der Mendel- schen Gesetze	Liemen	2	13
Bakterien und Hefen als Eiweißquellen	A.Voigt	3	19
Eiweißgewinnung durch Zelluloseabbau	Oertel	5	13
Warum Sexualität?	W.Voigt	6	16
Warum biologische Schäd- lingsbekämpfung?		9	13
Schwangerschaftsverhütung durch die "Pille" bei Jugendlichen ?	Hauschild	10	19

Dokumentationen für den naturwissenschaftlichen Unterricht

Die Notwendigkeit interna- tionaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit	Bassow	1	25
Im All leben und arbeiten	Gasenko	2	25
UNESCO:Naturwissenschaft und Technik,Mensch und Gesellschaft		3	27
Kernenergetik und Atomsperr- vertrag	Dmitrijew	4	27
96 Tage im All	Rjabow	5	29
Energetik des Westens: Probleme bleiben		6	26
Postulate,Versuche und Nutzen des"genetik engineering"	Rosenthal	9	22

+++++

Schwangerschaftsverhütung durch die „Pille“ bei Jugendlichen?

Die Sexualaufklärung und -erziehung stellt heute vom medizinischen und pädagogischen Standpunkt aus einen wesentlichen Bestandteil der sozialistischen Erziehung unserer Jugend dar. Mit der Akzeleration (Beschleunigung) der körperlichen und psychischen Entwicklung gegenüber vorangegangener Generationen geht auch eine frühere geschlechtliche Reifung einher. Diese äußert sich u.a. auch in der kontinuierlichen Vorverlegung des Menarchealters (Eintritt der ersten Regelblutung) seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts. Die Menarche ist gegenwärtig etwa im 12. - 13. Lebensjahr zu erwarten.

Da die Häufigkeit sexueller Kontakte zwischen sehr jungen Jugendlichen größer geworden ist, muß man mit der Möglichkeit des häufigeren und frühzeitigeren Eintritts einer Schwangerschaft rechnen. Da eine Schwangerschaft im jugendlichen Alter nicht nur medizinische, sondern auch zahlreiche soziale Probleme mit sich bringt, darf sie in den allermeisten Fällen als unerwünscht angesehen werden. Der Eintritt einer Schwangerschaft sollte deshalb bei Jugendlichen möglichst vermieden werden.

Zur Schwangerschaftsverhütung im allgemeinen werden folgende Methoden angewandt:

„Pille“, Gebärmutterspirale, Gummischutz (Kondom), Zeitwahl/ Temperaturmethode, Coitus interruptus (unterbrochener Verkehr), chemische Mittel.

Während die übrigen genannten Methoden aus verschiedenen Gründen mehr oder weniger hohe Versagerquoten aufweisen oder nicht in Frage kommen, ist die sicherste Methode der Verhütung die Einnahme der Pille (Kontrazeption durch synthetische Hormone). Die Präparate bestehen aus einem Gemisch aus Oestrogenen und Gestagenen (weiblichen Sexualhormonen) in geringer Dosierung, die die Hemmung der Ovulation verursachen. Auf diese Weise

wird eine Schwangerschaft vorgetäuscht, so daß es nicht zu einer Eibefruchtung kommen kann.

Die Anwendung der "Pille" durch **Jugendliche** ist allerdings nur bei regelmäßigem Geschlechtsverkehr sinnvoll, jedoch bei seltenem Intimkontakt als Dauerethode nicht zu empfehlen. Zumeist werden im Verlauf einer 4-wöchigen Einnahmephase 21 Tage je 1 Dragee eingenommen und eine Pause von 7 Tagen angeschlossen. Während dieser Pause erfolgt eine regelartige Blutung, die häufig kürzer und schwächer als die normale Regelblutung ist. Nach 1-2 Anwendungsjahren empfiehlt sich eine Einnahmepause von etwa 3 Monaten. Die Anwendung der hormonalen Kontrazeption stellt jedoch letztlich einen Eingriff in die normalen biologischen Abläufe des Körpers mit den verschiedensten Wirkungen und Nebenwirkungen dar. Zu den erwünschten schwangerschaftsverhütenden Wirkungen zählt, wie bereits erwähnt, die Verhinderung des Eisprunges (Ovulation) im Eierstock. Nachteilig wirkt sich die "Pille" auf einen unausgereiften jugendlichen Organismus durch vorzeitigen Abschluß des normalen Längenwachstums aus. Die Einnahme der "Pille" ist daher an bestimmte Voraussetzungen gebunden, so daß ihre Anwendung grundsätzlich nur nach frauenärztlicher Untersuchung und Verordnung möglich ist. Zu den Voraussetzungen zählen u.a. regelmäßige und ordnungsgemäß ablaufende Menstruationszyklen sowie ein abgeschlossenes Längenwachstum. Diese Bedingungen sind im allgemeinen mit Vollendung des 16. Lebensjahres gegeben, so daß jede Jugendliche -auch ohne Kenntnis ihrer Eltern- diese Möglichkeit der Schwangerschaftsverhütung in Anspruch nehmen kann. Vor dem 16. Lebensjahr kommt dies nur in besonders gelagerten Einzelfällen und nur mit Einverständnis der Erziehungsberechtigten in Frage.

Die hormonelle Kontrazeption muß jeweils von der spezifischen Situation der Betroffenen abhängig gemacht werden. Sie wird daher auch in jedem Einzelfalle unter Berücksichtigung eventueller medizinischer Gegenstände in der frauenärztlichen Sprechstunde gesondert festgelegt, so daß weitere Einzelheiten an dieser Stelle nicht erläutert werden.

Abschließend kann man nochmals betonen, daß es sich bei der geschilderten Methode um eine relativ sichere, bei sachgerechter Anwendung **gefahrlose Maßnahme der Schwangerschaftsverhütung handelt**, über deren Fortsetzung bzw. Abbruch zu jeder Zeit entschieden werden kann.

Energieerhaltung in einer Flüssigkeitsströmung - Die Bernoullische Gleichung (Teil 2 und Schluß)

Im ersten Teil haben wir die Bernoullische Gleichung hergeleitet. Jetzt wollen wir uns mit einigen Anwendungsbeispielen befassen.

Bei all diesen Beispielen ist die Höhe h konstant. Die Bernoullische Gleichung vereinfacht sich dann zu:

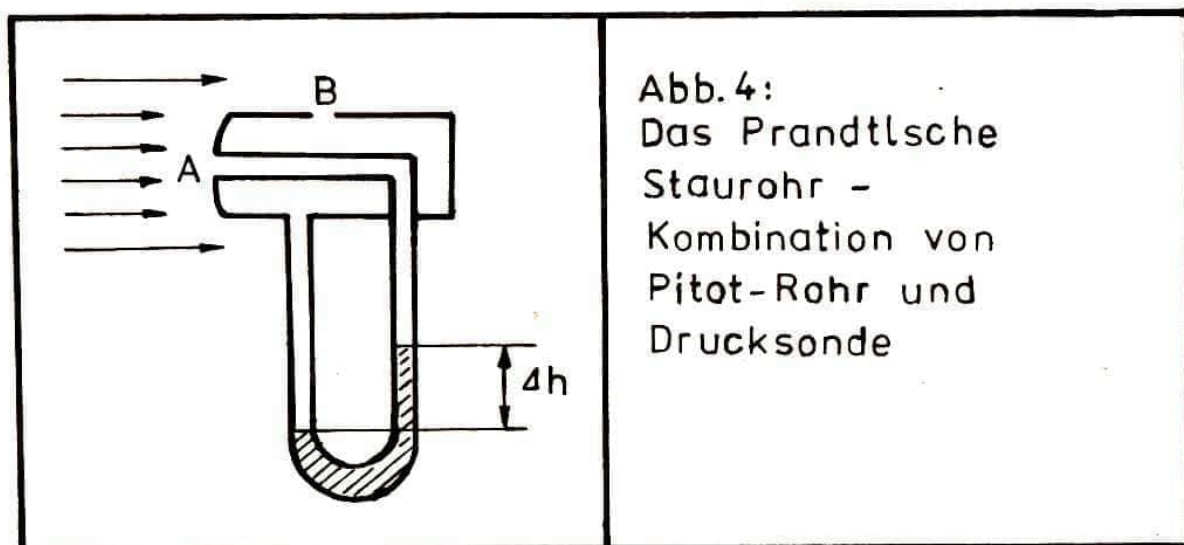
$$p + \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = p_0 \quad (7)$$

(Ein Problem, bei dem es auf die Abhängigkeit von der Höhe ankommt, ist die Physikaufgabe im letzten Heft gewesen.)

Indem man an ein und derselben Stelle der Strömung sowohl p als auch p_0 mißt, kann man die Strömungsgeschwindigkeit v ermitteln:

$$v = \sqrt{2/\rho \cdot (p_0 - p)} \quad (8)$$

Dies ist mit dem Prandtl'schen Staurohr möglich, das eine Kombination des im Teil 1 geschilderten Pitot-Rohres und der Drucksonde darstellt (Abb.4).

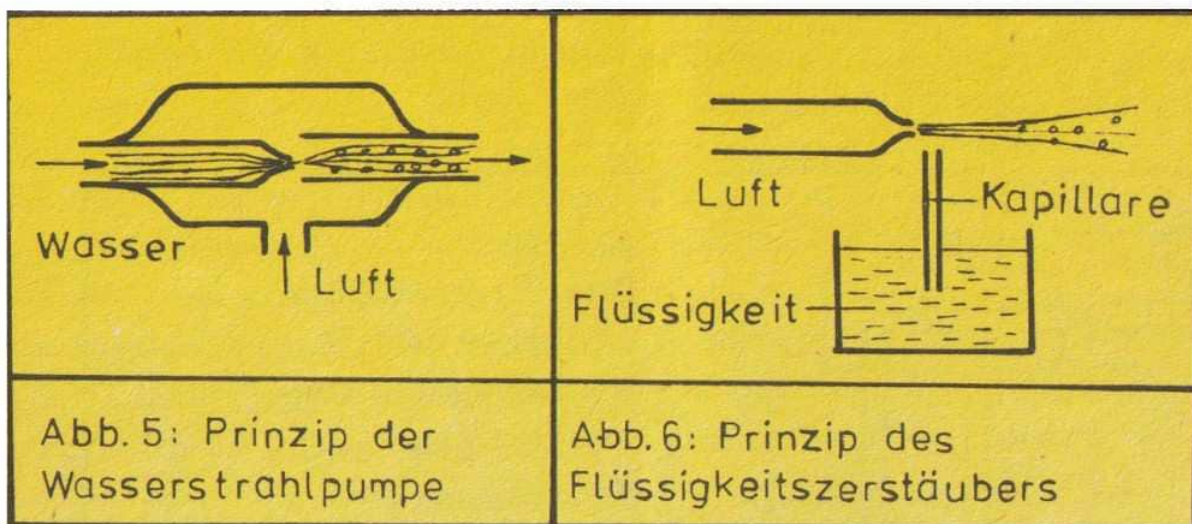


Genau genommen mißt man an zwei verschiedenen Stellen, die aber genügend eng aneinander liegen. Bei A bestimmt man p_0 .

und bei B p . Die kleinen Öffnungen bei A und B sind hier jeweils mit einem Schenkel des mit Quecksilber gefüllten U-Rohres verbunden, so daß die Höhendifferenz h ein Maß für die Druckdifferenz $p_0 - p$ ist.

Mit einem solchen Staurohr kann zum Beispiel die Windgeschwindigkeit gemessen werden. Auch die Geschwindigkeit eines Flugzeuges ist, solange sie noch merklich unter der Schallgeschwindigkeit liegt, ziemlich gut mit dem Prandtl'schen Staurohr bestimmbar. Relativ zum Flugzeug strömt ja die Luft mit der Fluggeschwindigkeit vorbei. Bei sehr großen Windgeschwindigkeiten (Sturm) kommt es zum Abdecken von Ziegeldächern. Auch dieser Effekt erklärt sich aus der Bernoullischen Gleichung: Auf Grund der großen Strömungsgeschwindigkeit wird laut (7) der statische Druck p sehr klein. Wenn er wesentlich kleiner als der normale Luftdruck ist, werden die Ziegel in Richtung des niedrigeren Druckes (nach oben) gesaugt.

Das gleiche Prinzip kann auch nutzbringend angewendet werden: bei einer Wasserstrahlpumpe (Abb.5) wird die hohe Strömungsgeschwindigkeit dadurch erreicht, daß das Wasser durch eine enge Düse strömt. (Nach der Kontinuitätsgleichung im Teil 1 ist die Strömungsgeschwindigkeit um so größer, je kleiner der Querschnitt ist.)

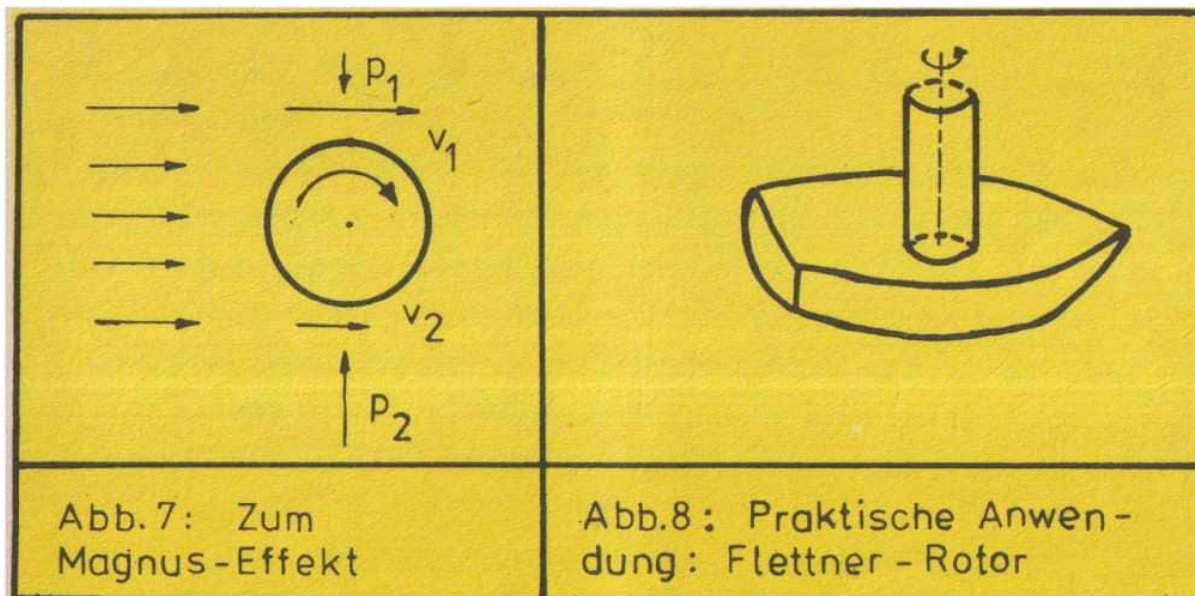


Durch den niedrigen statischen Druck wird die Luft angesaugt. So kann ein Gefäß "ausgepumpt" werden. Es ist ein Druck bis zu etwa 20 Torr erreichbar.

In einem Flüssigkeitszerstäuber wird die gleiche Saugwirkung dazu benutzt, feine Flüssigkeitströpfchen zu versprühen (Abb. 6).

Die Flüssigkeit wird durch den niedrigen statischen Druck angesaugt und von dem Luftstrom mitgerissen. (Auf das untere Flüssigkeitsniveau wirkt der vergleichsweise große normale Luftdruck.)

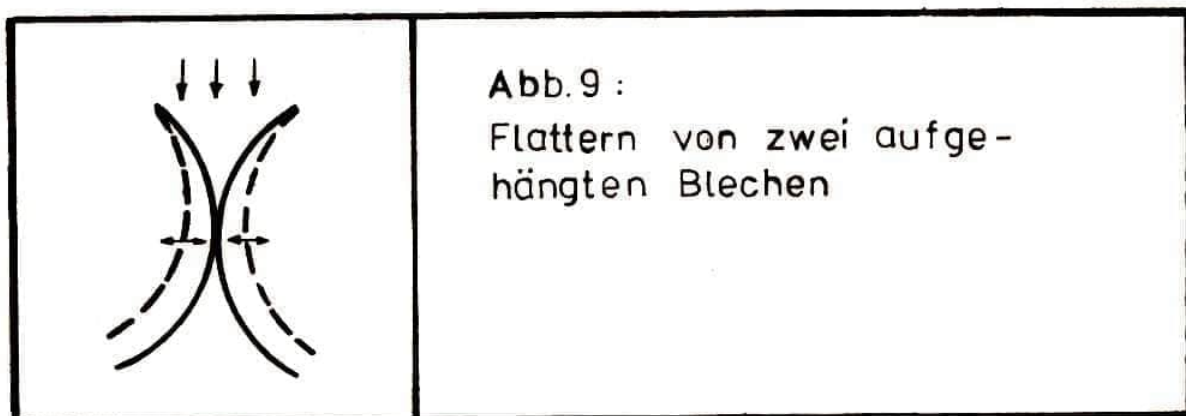
Auf Grund desselben Effektes wie beim Flüssigkeitszerstäuber ist der Zug von Schornsteinen bei Wind besser als bei Windstille. Befindet sich ein rotierender Zylinder in einer Strömung, so daß seine Achse senkrecht zur Strömungsrichtung liegt, wirkt auf ihn eine Kraft. Sie ist senkrecht zur Strömungsrichtung und auch senkrecht zur Zylinderachse gerichtet. Diese Erscheinung heißt Magnus-Effekt, der ebenfalls eine Folge der Bernoulli'schen Gleichung ist. Man kann ihn, etwas vereinfacht, wie folgt erklären (Abb.7):



Durch die Reibung zwischen den Flüssigkeits- (oder Gas-)teilchen der Strömung und dem Zylinder werden diese Teilchen auf der einen Seite beschleunigt, auf der anderen abgebremst. Für die resultierenden Strömungsgeschwindigkeiten gilt $v_1 > v_2$. Für die statischen Drücke folgt dann wegen (7) $p_1 < p_2$. In unserem Falle wirkt somit eine Kraft nach oben (Abb.7).

Der Magnus-Effekt ist beim sogenannten Flettner-Rotor praktisch zum Antrieb eines Schiffes genutzt worden. Auf dem Schiff stand ein Zylinder, der um seine senkrechte Achse rotierte (Abb.8). Er unterlag bei Wind dem beschriebenen Effekt, d.h., er erfuhr eine Kraftwirkung, die das Schiff antrieb. Andere Antriebsarten blieben diesem Verfahren jedoch offensichtlich überlegen.

Die typischen Ablenkungen der Flugbahnen von "geschnittenen" Tennis- oder Fußbällen sind ebenfalls Folgen des Magnuseffektes. (Der Flug des Balles durch die Luft ist einer Luftströmung relativ zum Ball äquivalent.)
Zwei gebogene Bleche seien drehbar aufgehängt, so daß sie sich im Ruhezustand berühren (Abb.9).



Wird jetzt von oben ein Luftstrom auf sie gerichtet, bewegen sie sich zunächst etwas auseinander. In dem entstehenden engen Spalt wird die Strömungsgeschwindigkeit sehr hoch, es herrscht folglich ein sehr niedriger statischer Druck. Dies hat zur Folge, daß die Bleche durch die Wirkung des vergleichsweise hohen äußeren Luftdrucks wieder zusammengepreßt werden. Es entsteht so eine ständige Auf-und-ab-Bewegung, die als Klappern zu hören ist.

Auf einer analogen periodischen Bewegung des Gaumensegels beruht auch das Schnarchen.

ZUM STRAHLEN BRAUCHT MAN INNERES FEUER,

ZUM BLENDEN NUR EINE GLATTE OBERFLÄCHE.

!!

TIERISCHER ERNST IST KAUM EIN ZEICHEN

MENSCHLICHER GRÖSSE.

Die Marsmonde - das Ende einer Sensation

Im Jahre 1877 suchte der amerikanische Astronom Hall nach vermuteten Monden des Mars. Er war gewiß nicht der erste, der das probierte. Aber alle bisherigen Beobachter hatten keine Marsmonde finden können. Die großen Monde der übrigen Planeten waren längst gefunden. Es blieben nur zwei Ursachen für die bisher erfolglose Suche übrig: entweder besaß der Mars keine Begleiter oder aber sie waren so lichtschwach, daß sie sich allen erfolgten Versuchen entzogen.

Hall glaubte fest an die zweite Möglichkeit und benutzte daher eins der damals leistungsstärksten Teleskope: das 26-Zoll-Instrument des Marineobservatoriums in Washington. Zunächst schien auch die Aktion ein Mißerfolg zu werden, und Hall wollte bereits die Suche aufgeben. Seine Frau Angelina Stickney beharrte jedoch auf der Fortsetzung der Arbeiten - und tatsächlich entdeckte Hall die Marsmonde. Deimos wurde am 11. August 1877, Phobos am 17. August aufgefunden. Die jahrhundertealte Frage nach der Existenz von Marsmonden war zunächst einmal beantwortet. Welche Eigenschaften besaßen nun diese Himmelskörper, die sich so hartnäckig der Beobachtung entzogen hatten?

Minimonde auf Marsumlaufbahn

Sehen wir uns dazu die folgende Tabelle an, in der die wesentlichsten Bahndaten beider Satelliten des Mars aufgeführt sind:

Mond	mittlerer Abstand vom Mars (in 10^3 km)	Umlaufszeit	Bahnneigung zum Marsäquator (in Grad)
Phobos	9,37	7 h 39 min	1,1
Deimos	23,52	30 h 18 min	0,9-2,7 (veränderlich)

Phobos läuft in so geringer Entfernung um den Mars, daß er wesentlich schneller als die Rotation des Planeten ist (24 h 37 min). Für einen Beobachter auf dem Mars führt das zu dem eigenartigen Effekt, daß Phobos im Westen auf- und im Osten unter-

geht - und das dreimal täglich ! Auffällig sind ebenfalls die sehr geringen Bahnneigungen beider Monde, was zunächst einmal dafür sprach, daß es sich um natürliche, "echte" Begleiter des Mars handelte, und nicht um irgendwelche eingefangenen Kleinkörper.

Beide Objekte sind sehr lichtschwach, ihre Durchmesser müssen also gering sein. Die besten Werte, die man bis zum Anfang der siebziger Jahre kannte, waren: 16 km Durchmesser für Phobos, 8 km für Deimos. Zwei "Minimonde" also, die im Planetensystem gewiß etwas Ausgefallenes darstellen. Die eigentliche Sensation aber kam erst später.

Sind die Marsmonde künstlich?

Bis zum Beginn der sechziger Jahre unseres Jahrhunderts stellten die beiden eigenartigen Marssatelliten zwar eine recht ungewöhnliche Erscheinung dar, keineswegs aber etwas Sensationelles. Dann standen Phobos und Deimos schlagartig im Blickpunkt des Interesses. Was war geschehen ?

B. Sharpless hatte Beobachtungen der Bewegung des Phobos veröffentlicht, die auf eine hohe Beschleunigung seiner Bahngeschwindigkeit hindeuteten. Phobos wurde demzufolge auf irgendwelche Art und Weise "gebremst", kam dem Mars näher und mußte infolgedessen den Planeten immer schneller umrunden. (Derselbe Effekt liegt bei Erdsatelliten vor, die in dichtere Schichten der Atmosphäre eintreten. Man denke an die Keplerschen Gesetze !) Diese seltsam hohe Zunahme der Bahngeschwindigkeit mußte irgendeine Ursache haben. Sollte es sich wirklich um Reibungseffekte zwischen Phobos und der Hochatmosphäre des Mars handeln, so war das nur möglich, wenn die mittlere Dichte (und damit die Masse) des Marsmondes wesentlich geringer war, als bisher angenommen. Bei einem Durchmesser von mehr als 10 km hätte das aber bedeutet, daß Phobos hohl sein mußte !

Von dieser Schlußfolgerung bis zur Erklärung, daß Phobos ein künstlicher Körper sein mußte, war es nur noch ein kleiner Schritt. Der Gedanke schien verlockend: ehemalige Marsbewohner waren in der Lage gewesen, künstliche Außenstationen von gigantischen Ausmaßen zu schaffen ! Dienten sie als Zwischenstationen bei Flügen zu fernen Planeten, stellten sie kosmische Fabrikanlagen dar ? Wahrscheinlich war der Mars bereits seit langer Zeit nicht mehr bewohnt, die Stationen Phobos und Deimos

waren außer Kontrolle geraten. Da niemand mehr da war, der das Absinken der Umlaufbahnen aufhalten konnte, näherte sich Phobos durch die langsame, aber stetige Bremsung in der Hochatmosphäre des Mars immer mehr dem Planeten; eines Tages (wenn auch noch in ferner Zukunft) müßte es zum Absturz kommen. Eine kühne Hypothese, eine verlockende Idee !

Die Sensation, die keine war

Bereits 1967 bekamen jedoch alle diese hochgeschraubten Erwartungen den ersten Knacks: eine genaue Messung der Bahn des Phobos hatte ergeben, daß die Beschleunigung seiner Bahngeschwindigkeit keinesfalls so groß war, wie Sharpless angab. Die Annahme, Phobos sei hohl, erschien plötzlich nicht mehr zwingend. Und zwei Jahre später "starb" die vermeintliche Sensation völlig: Die Raumsonde "Mariner 7" hatte beim Vorbeiflug am Mars aus großer Entfernung auch den Phobos mitfotografiert. Zwar ließen sich keine Einzelheiten erkennen, doch die äußere Form des Mondes war eindeutig unregelmäßig. Er ähnelte einem großen kosmischen Gesteinsbrocken. Seit 1971 wird der Mars systematisch durch Raumsonden erforscht, die ihn auf unterschiedlichen Bahnen umlaufen. Durch geschickte Steuerungsmanöver gelang es, auch die Marsmonde aus "nächster Nähe" zu fotografieren. Diese Bilder gehören zu den Meisterleistungen heutiger Raumflugtechnik. Was läßt sich nun nach dem neuesten Erkenntnisstand über die seltsamen Marsbegleiter aussagen ?

Naturmonde oder eingefangene Asteroiden?

Beide Marsmonde sind unregelmäßig geformt, in erster Näherung könnte man sie jedoch mit dreiachsigen Ellipsoiden vergleichen. Der größte Durchmesser (die große Halbachse des Ellipsoids)

beträgt bei Phobos 13,5 km, bei Deimos ca. 7,5 km. Die erdgebundenen Durchmesserbestimmungen haben sich also als ungefähr richtig erwiesen. Beide Marsmonde weisen übrigens dem Mars stets dieselbe Seite zu. Das ist durchaus nicht geheimnisvoll, sondern durch ihre Nicht-Kugelform bedingt. Man nennt diesen Effekt "Gravitationsgradienten-Stabilisierung". Ihm unterliegt jeder gestreckte geformte Körper im Gravitationsfeld eines Planeten. Technisch wird er ausgenutzt, um Raumflugkörper im Schwerfeld der Erde so auszurichten, daß bestimmte Bordsysteme ständig

zur Erde weisen. Hier soll aber nicht näher darauf eingegangen werden.

Die geringe Größe und unregelmäßige Form der Marsmonde haben die alte Frage wieder aufgeworfen, ob beide Körper "natürliche", d.h. seit der Entstehung des Mars vorhandene oder später "eingefangene" Monde sind. Hier steht die endgültige Antwort noch aus. Obwohl vieles für einen Einfang beider Monde zu sprechen scheint, ergeben sich durch die Umlaufbahnen doch wieder Zweifel. Zum Schluß wollen wir die beiden außergewöhnlichen Monde noch etwas näher betrachten.

Phobos:



Beim Betrachten des Bildes vom Phobos (es wurde von einer Raumsonde übermittelt) fällt sofort die kraterübersäte Oberfläche auf. Sie ist das Ergebnis eines "Bombardements" mit kosmischen Kleinkörpern, d.h. Meteoriten, die beim Aufschlag Oberflächen-

materie des Phobos wegsprengten. Die größten Krater auf Phobos sind übrigens nach dem Entdecker Hall und seiner Ehefrau Stickney benannt. Beim genauen Betrachten der Bilder fiel noch eine Besonderheit auf: mehrere Ketten kleiner Krater, die sich rings um den Phobos ziehen. Eine widerspruchsfreie Erklärung dafür ist noch nicht gefunden. Vorgeschlagen wurde folgendes Modell: Der Marsmond mußte während vergangener Zeiten eine in der Äquatorebene des Mars gelegene "Scheibe" aus Kleinkörpern mehrfach durchlaufen. Beim Aufprall auf seine Oberfläche wirkten diese wie ein Sägeblatt und "ritzten" den Mond förmlich an. Phobos besitzt eine mittlere Dichte von nur ca. $2,1 \text{ g/cm}^3$ und scheint damit ähnlich locker gebaut zu sein wie eine Klasse von Meteoriten, die als kohlige Chondriten bezeichnet werden. Seine Herkunft aus dem Asteroidengürtel ist damit durchaus wahrscheinlich. Messungen des Reflexionsvermögens ergaben, daß beide Marsmonde zu den dunkelsten Objekten des Sonnensystems zählen. Ihre Oberflächen reflektieren nur 6-7 % des einfallenden Lichtes und dürften irdischem Basalt ähnlich sein.

Deimos:

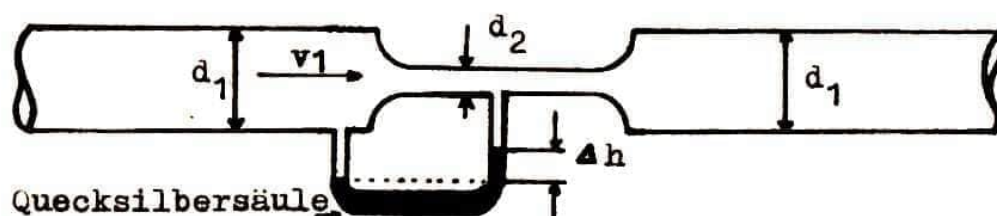
Nachdem über Phobos bereits ziemlich detaillierte Informationen vorlagen, glaubte man in Deimos lediglich eine verkleinerte Ausführung dieses Mondes zu sehen. Nahaufnahmen im September 1977 durch die Sonde "Viking 2" brachten jedoch eine gewisse Überraschung: die Oberfläche des Deimos ist mit einer dicken Schicht feinkörnigen Materials bedeckt; Krater mit Durchmessern unterhalb 50 Metern sind nahezu vollständig verschüttet. Ein ähnliches Phänomen tritt bei Phobos nicht auf. Man nimmt folgende Erklärung an: beim Aufschlag von Meteoriten entstehendes feinkörniges Material wird zunächst vom Deimos entfernt, da seine Anziehungskraft minimal ist. Der größte Teil des herausgeschlagenen Materials verbleibt jedoch in einer ähnlichen Umlaufbahn um den Mars wie Deimos selbst. Im Laufe langer Zeiten sinkt der Staub dann wieder auf die Oberfläche des Deimos herab.

Beim Phobos bewirkt der störende Einfluß des Mars infolge der niedrigen Umlaufbahn, daß die Staubteilchen rasch vom Mond entfernt werden, ehe sie auf den Phobos zurücksinken können. Der innere Marsmond ist also wesentlich weniger "eingestaubt" als der äußere.

physikaufgabe

41

In der Skizze ist eine VENTURI-DÜSE dargestellt. Der große Durchmesser des Rohres betrage d_1 , der kleinere sei d_2 . Die durch die hindurchströmende Flüssigkeit erzeugte Druckdifferenz entspreche einer Höhendifferenz von Δh der Quecksilbersäule (Dichte ρ_0). Es ist die Strömungsgeschwindigkeit v_1 zu bestimmen! (siehe auch den Artikel zur Bernoulli-Gleichung in diesem Heft!)



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 32 aus heft 1/12.jg.

aufgabe:

In einem Rohr sind vier Leitungsdrähte, deren Enden auf jeder Seite des Rohres paarweise miteinander verbunden werden sollen. Welche Möglichkeit (ein oder zwei entstehende Drahtschlingen) ist wahrscheinlicher?

lösung:

eingesandt von A. Stenzel, Cottbus, 15 Jahre

An jedem Rohrende gibt es genau drei Möglichkeiten, die Drahtenden paarweise miteinander zu verbinden. Für beide Rohrenden ergeben sich somit insgesamt neun Möglichkeiten. Schreibt man alle Möglichkeiten auf, so erkennt man, daß genau sechsmal eine und dreimal zwei Drahtschlingen entstehen.

Somit ist die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen einer Drahtschlinge $6/9 > 3/9$. Es ist demnach wahrscheinlicher, daß nur eine Schlinge entsteht.

Denkmäler

für
Leute:

berühmte

Steine,

die wir nach dem Tode denen geben,
für die man bei

Lebzeiten
kein Brot

übrig hatte

Polnische

Aphorismen