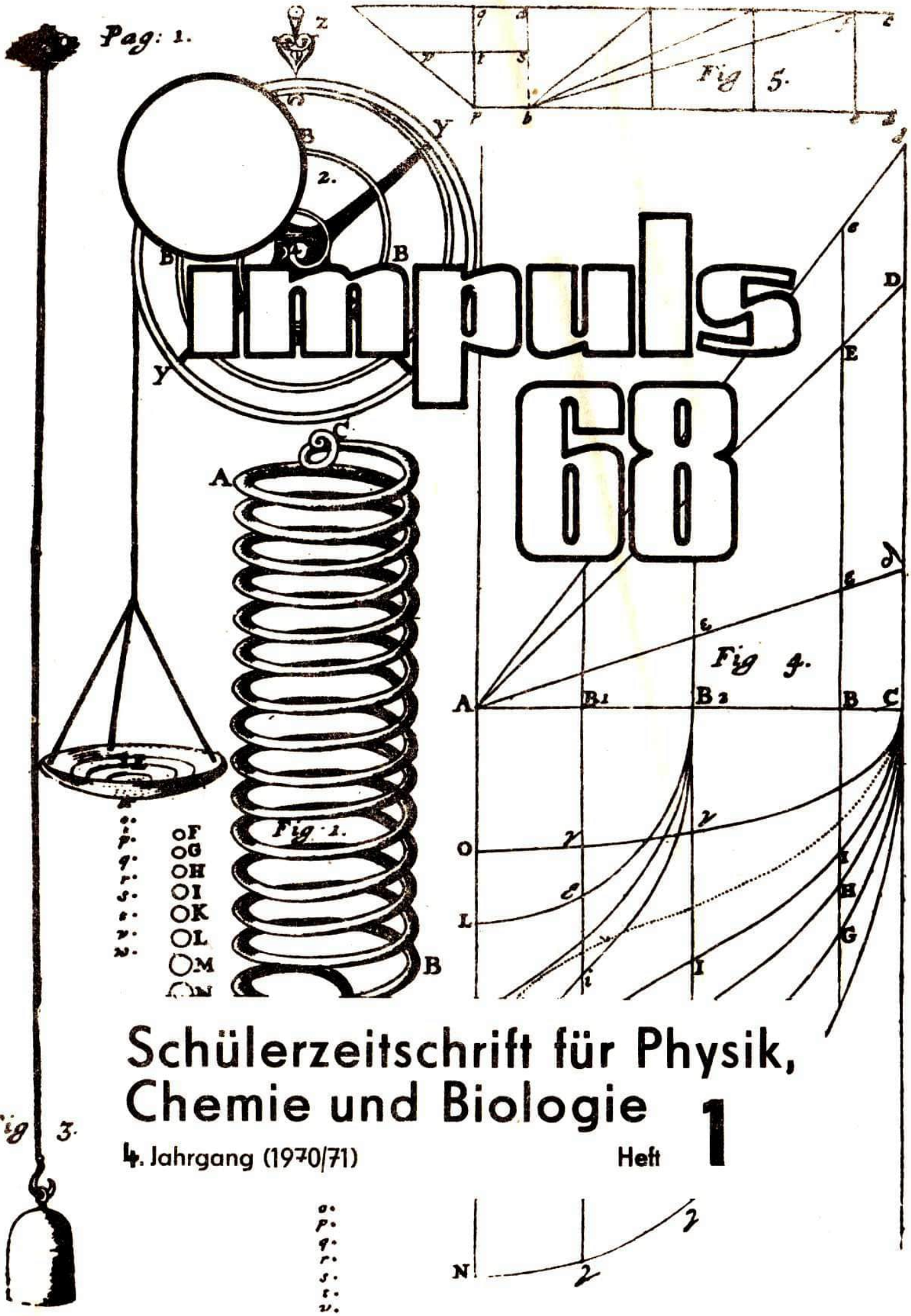


impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 1

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)
Dr. K. Jupe, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, J. Reiche, R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann.

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt:

Liebe Leser 3
EDV I 4
Nobelpreisträger 1969 7
Berühmte Erfinder 8
Kin. Gastheorie (I) 10
Isotope in der Biologie 15
Periodensystem 20
Plasmaphysik (I) 24
„impuls 68“-Lexikon 28
Büchermarkt 30
Leben ohne Wasser? 31

Liebe Leser!

Zunächst möchten wir die zahlreichen neuen Leser begrüßen, denen zumindest für das nächste Jahr "impuls 68" ein hoffentlich angenehmer Begleiter sein soll, der Ihnen hilft, die Höhen der Wissenschaften zu erstürmen. Um Sie vor Enttäuschungen zu bewahren, möchten wir gleich zu Beginn des vierten Jahrgangs betonen, daß "impuls 68" an den Leser hohe Anforderungen stellt, vor allem deshalb, da wir keinen Schulstoff "wiederkauen" wollen, sondern vielmehr auf diesen aufbauen, ihn erweitern und vertiefen. Die Zeitschrift ist für Schüler der 9. bis 12. Klassen gedacht und daher auch im Niveau recht unterschiedlich. Jedoch sind ein Teil der Artikel so angelegt, daß sie bei intensiver Durcharbeitung für alle Klassenstufen verständlich sind, das trifft besonders für die EDV-Serie zu. Sollten Ihnen beim Durchlesen Fragen aufstoßen, die Sie aus eigener Kraft nicht klären können, so wenden Sie sich doch bitte an Ihren Fachlehrer oder direkt an uns. Wir werden jeden Brief beantworten, auch wenn das manchmal mit einer gewissen Zeitverzögerung geschieht. Übrigens sind wir für alle Anregungen, Artikelvorschläge und Artikel dankbar. Was die Gestaltung von "impuls 68" betrifft, so werden wir uns bemühen, trotz der "strengen" Wissenschaft den Inhalt so interessant, aufgelockert und spritzig wie möglich zu bieten.

So, nun möchten Sie sicherlich gern wissen, was Sie im 4. Jahrgang erwartet. Aus der Fülle von Artikeln sind nur einige Themenkomplexe genannt:

- Einführung in die elektronische Datenverarbeitung
- Experimente zum Nachweis von Theorien
- Fragestellungen der modernen Naturwissenschaften
- Neueste Forschungsergebnisse

Wir hoffen, Ihnen damit etwas den Mund "wässrig" gemacht zu haben und wünschen Ihnen einen erfolgreichen Start in das neue Schuljahr.

Ihre "impuls 68"-Mitarbeiter

Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig Sektion Physik

Elektronische Datenverarbeitung (I)

1. Ganz ohne Vorrede geht es nicht!

Elektronische Datenverarbeitung, Computer, Operationsforschung, Kybernetik, Marxistisch-Leninistische Organisationswissenschaft - die Reihe der Schlagwörter ließe sich beliebig fortsetzen. Eines ist diesen Begriffen gemeinsam: Sie sind Schöpfungen der jüngsten Zeit, eng verknüpft mit der wissenschaftlich-technischen Revolution - Vokabular für den täglichen Umgang. Doch ist damit schon gesagt, daß sie dem Inhalt nach verstanden werden? Machen wir die Probe auf's Exempel! Zur Lösung von welchen Aufgaben werden z.B. elektronische Datenverarbeitungsanlagen (EDVA) in unserer Volkswirtschaft eingesetzt? Wollen wir diese Frage einigermaßen zufriedenstellend beantworten, muß klar sein:

a) der prinzipielle Aufbau einer EDVA und

b) die Funktionsweise der einzelnen Systeme.

(Um sagen zu können, <u>was</u> ich mit einer EDVA rechnen kann!)

In der jetzt beginnenden Serie mit dem Titel "Einführung in die EDV" soll versucht werden, z.B. oben gestellte Frage lösen zu helfen. Aber nicht deshalb stürzt sich "impuls 68" auf die EDV. Die unwahrscheinlich schnelle Entwicklung der Rechentechnik (Kenner sagen, daß sich das <u>gesamte</u> Wissen auf diesem Gebiet aller 3 Jahre verdoppelt!) und ihr steigender Einfluß in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft <u>zwingt</u> dazu, so zeitig wie möglich einem breiten Leserkreis elementare Grundlagen zu vermitteln. Wir hoffen damit, eine Lücke in den bisherigen Lehrplänen schließen zu helfen und glauben, gleichzeitig den wissenschaftlich-praktischen Unterricht der 11. und 12. Klassen zu unterstützen.

2. Rechnen Sie analog?

Bereits die Mathematiker und Philosophen Leibniz (1646 - 1716) und Pascal (1623 - 1662) bastelten an einfachen Rechenmaschinen, mit denen Grundrechenoperationen ausgeführt werden sollten. Leibniz war es auch, der das binäre Zahlensystem entwickelte (siehe nächstes Heft), welches aus den "Werten" 0 und L aufgebaut ist. Im 19. Jahrhundert wurden die mechanischen Tischrechenmaschinen vervollkommnet. Wissenschaftler entwickelten verschiedene Spezialgeräte, die zum größten Teil nach dem Analog-Prinzip arbeiteten. Durch Veränderung physikalischer Größen wie Längen, Winkel, Spannungen usw. können Berechnungen durchgeführt werden, wobei das Ergebnis z.B. durch Vergleich "abgemessen" wird. Ein bekanntes Beispiel ist der Rechenstab, der bereits 1650 von S. Partridge eingeführt wurde. Für die Entwicklung digitaler Rechenanlagen, die mit Zahlen arbeiten, bei denen also nichts gemessen wird, waren die Überlegungen von Charles Babbage (1792 - 1871) entscheidend. Sein Grundgedanke bestand darin, umfangreiche Rechnungen in einzelne Schritte zu zerlegen, diese fortlaufend zu nummerieren, mit einer "Adresse" zu versehen, und sie dann in einem Speicher aufzubewahren (im Rechner erhält der Speicherplatz diese Adresse und ist somit "ansprechbar". Es ist sozusagen seine Hausnummer). Falls der entsprechende Rechenschritt benötigt wird, erfolgt sein Lesen aus dem Speicher und die anschließende Abarbeitung. Werden die adressierten Rechenoperationen nicht gelöscht, sind sie aus dem Speicher beliebig oft lesbar. Die Aneinanderreihung aller Vorschriften und der entsprechenden Daten eines Rechenvorganges bezeichnet man heute als Programm.
Auf diesen Überlegungen aufbauend wurde ab 1935 an der Entwicklung digitaler Rechner gearbeitet. In Deutschland war es Konrad Zuse, der 1941 als erster einen programmgesteuerten Rechenautomaten zur Funktion brachte.
Völlig auf sich allein angewiesen, stellte Zuse bereits 1944 den ersten Prozeßrechner für Vermessungszwecke her.
In den USA entwickelten zur die gleiche Zeit mehrere

Mathematiker und Ingenieure die ersten digitalen Großrechner. Sie erhielten die Namen Mark I (1944) und Eniac (1945) und verhalfen der Rechentechnik zum entscheidenden Durchbruch. In den Jahren bis 1955 wurde sehr intensiv an der Weiterentwicklung und Verbesserung von Rechnern für Wissenschaftler und Ingenieure gearbeitet. Ab 1955 begann dann ihr Einsatz für kommerzielle Aufgaben und vor allem in der Datenverarbeitung. Damit wurde eine Entwicklung von enormer Tragweite eingeleitet.

Wir möchten an dieser Stelle abbrechen und über weitere Entwicklungstendenzen erst in den letzten Heften berichten.

3. Wissen Sie noch ...

was eine Adresse und ein Programm ist?

Wenn ja, haben Sie den ersten Schritt bei der Einführung in die EDV erfolgreich gemeistert.

Weiter so!

Zum Titelblatt: Auf dem Titelblatt sind einige Abbildungen aus der Originalarbeit zum "Hookeschen Gesetz" zu sehen. Mit Worten besagt dieses Gesetz, daß bei kleinen Dehnungen, Spannung (σ) und Dehnung (ε) proportional sind. Der Proportionalitätsfaktor bildet ein Elastizitätsmodul E.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ (Verlängerung pro Längeneinheit),

$\sigma = \frac{P}{q}$ Spannung

H.-D. Jähnig

Nobelpreisträger 1969

Der Nobelpreis für Physik ging an Murray Gell-Mann aus den USA. Der am 15. September 1929 in New York geborene theoretische Physiker ist seit nunmehr 14 Jahren am California Institute of Technology in Pasadena tätig. Er befaßt sich bereits seit vielen Jahren mit Problemen aus der Elementarteilchenphysik. Bekanntlich beschäftigen sich zahlreiche Wissenschaftler in aller Welt damit, für die bereits entdeckten Elementarteilchen, deren Zahl in der letzten Zeit beträchtlich angestiegen ist, eine Systematik zu schaffen. Das Ziel eines solchen Systems besteht u.a. darin, allgemeine Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, die z.B. dazu führen könnten, noch unbekannte Elementarteilchen zunächst nur theoretisch zu berechnen und vorauszusagen. Ein etwa analoges Beispiel ist uns aus der Aufstellung des Periodensystems der Elemente bekannt. Hier konnten einige Elemente theoretisch vorausgesagt werden. Prof. Gell-Mann versuchte ein System von bekannten Elementarteilchen bis zu einer Ruhemasse von 2000 MeV aufzustellen. Aus dieser von ihm aufgestellten Systematik ließen sich noch unbekannte Teilchen theoretisch mit ihren ungefähren Eigenschaften voraussagen. Eine im Jahre 1962 großangelegte Untersuchung von über 100.000 (!) Blasenkammeraufnahmen führte zu dem gewünschten Erfolg. Es konnte die Spur eines dieser vorausgesagten noch unbekannten Elementarteilchens gefunden und vermessen werden, das den Namen "Omega-Minus" erhielt. Doch dieser großartige Erfolg ist erst der Beginn neuer, grundlegender Untersuchungen. Man versucht jetzt, die sogenannten "Quarks", die eigentlichen "elementaren Teilchen" nachzuweisen. Es wird angenommen, daß die Quarks die uns bekannten Elementarteilchen "aufbauen". So sollen z.B. drei Quarks ein Neutron oder ein Proton und ein Quark zusammen mit einem Antiquark ein Meson bilden.
Sollten sich diese theoretischen Voraussagen bestätigen, so würde das einen gewaltigen Fortschritt in der Elementarteilchenphysik bedeuten.

D. Gröll

Berühmte Erfinder

Wir haben die Absicht, Ihnen in den nächstfolgenden Heften unserer Zeitschrift einige bekannte bzw. berühmt gewordene Erfinder und ihre Erfindungen vorzustellen.

Dabei konnten aus einer großen Anzahl natürlich nur einige ausgewählt werden.

Seit der frühesten Menschheitsentwicklung setzt sich der Mensch aktiv mit seiner Umwelt auseinander. Er dringt immer tiefer in die Gesetzmäßigkeiten der Natur ein und was das wichtigste ist, er setzt sich mit diesen Gesetzmäßigkeiten auseinander, er wendet sie zu seinem Nutzen an.

Dabei verlief die Entwicklung so, daß zuerst die einfachsten, für die unmittelbare Lebenserhaltung des Menschen notwendigen Entdeckungen bzw. Erfindungen gemacht wurden. Mit dem Fortschreiten der Menschheitsentwicklung drang der Mensch mit seinen Erkenntnissen immer tiefer in die Natur ein. Die Erfindungen wurden immer vollkommener und komplizierter.
Wenn man so will, so vollzog sich die Entwicklung vom Faustkeil zum Computer.

Viele Erfindungen hat der Mensch in seiner langen Entwicklung bereits gemacht. Dabei vollzog sich dieser Vorgang nicht immer schnurgerade von weniger komplizierten Erfindungen zu immer vollendeteren. Es gab auch Rückschläge und Fehlorientierungen. Denken wir nur an die vielen vergeblichen Versuche ein Perpetuum mobile zu schaffen.

Die Geschichte der Erfindungen enthält viele berühmte Namen. Aber es gibt genau so viele Erfindungen mit denen sich kein klangvoller Name verbindet, die wir aber heute keinesfalls vermissen wollen und können.

Robert Hooke (1635-1703)

Wenn wir den Namen H o o k e hören, fällt uns sofort das Hook sche Gesetz, die Grundlage der Elastizitätstheorie ein. Wer war dieser Mann, dessen Name für den Physiker ein Begriff geworden ist?

Robert Hooke wurde 1635 als Sohn eines Vikars geboren. Schon immer fesselten ihn die Naturwissenschaften. Dabei lag sein Interesse auf den verschiedensten Gebieten der Physik einschließlich der Geodäsie.
Als die Royal Society gegründet wurde, arbeitete er dort zunächst als "Konversator". Er hatte die Aufgabe, bei Vorträgen und Versammlungen die verschiedensten Experimente vorzuführen. Diesen Posten füllte er mit Begeisterung aus, da sein Interesse fast ausschließlich auf dem Gebiet der experimentellen Forschung lag. Im Jahre 1677 wurde er zum Sekretär der Gesellschaft ernannt, was nicht zuletzt auf seine zahlreichen naturwissenschaftlichen Erfolge zurückzuführen ist. Hier sind außer dem Hookschen Gesetz noch die Entwicklung der Irisblende, des Radbarometers, eines zuverlässigen Hygrometers, sowie eines Gerätes zur Meeresuntersuchung und einiger meteorologischen Registriereinrichtungen genannt. Die letzten beiden Beispiele zeigen besonders deutlich, wie vielseitig er seine Forschungen betrieb. Schließlich sei noch erwähnt, daß Robert Hooke auf Grund seiner zahlreichen Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Geologie zum Mitbegründer dieser Wissenschaft gezählt wird.

Ergänzung zum Physikunterricht 11. Kl.:

W. Carius Diplomand - Sektion Physik

Kinetische Gastheorie (Teil I)

Schon im 18. Jahrhundert wurde von Daniel Bernoulli erkannt, daß man die wichtigsten Eigenschaften der Gase verstehen kann, wenn angenommen wird, daß sich die einzelnen Moleküle der Gase in einer ständigen, ungeordneten Bewegung befinden. Es erfolgen Stöße der Moleküle untereinander und mit der das Gasvolumen begrenzenden Wand.

Individuen und Gesamtheit

Da diese Bewegung eines herausgegriffenen Moleküls nur zufälligen Charakter trägt, können wir davon sprechen, daß sich der Zustand eines Gases mikroskopisch fortwährend ändert. Bei unseren Betrachtungen müssen wir auf Mittelwerte des Bewegungszustandes der Moleküle zurückgreifen. Sind diese Mittelwerte zeitlich konstant, so befindet sich das Gas im stationären Zustand, in einem dynamischen Gleichgewicht.

Ein in einem solchen Gleichgewicht befindliches Gas läßt sich mit einer Bevölkerung vergleichen. Die "mikroskopische" Betrachtung zeigt uns die Einzelschicksale der einzelnen Menschen in ihrer großen Vielfältigkeit; aber in "makroskopischer" Betrachtung nach statistischer Erfassung zeigen die Tabellen Jahr für Jahr das gleiche Bild, sofern sich die äußeren Umstände nicht verändern. Eine solche Betrachtungsweise ist nur sinnvoll, wenn wir eine große Zahl von Individuen einschließen. Auf die Bewohner eines Hauses ist eine solche Erfassung nicht gut anzuwenden, da hier die Zufälligkeiten der Einzelschicksale zu große Schwankungen in unserer Auswertung hervorrufen würden. Je größer die Zahl der beteiligten Personen wird, desto kleiner werden diese Schwankungen werden.

Auf Gase läßt sich diese Methode noch besser anwenden, da es sich hier um völlig identische Individuen handelt, die alle denselben Umweltbedingungen unterliegen und wir sehr viele Individuen zur Betrachtung heranziehen. Z.B. enthält $1mm^3$ Luft etwa $3x10^{16}$ Moleküle. Unsere Ergebnisse werden darum auch den Charakter streng gültiger Gesetze haben.

Modellvorstellung der Gasmoleküle

Wir wollen das Boyle-Mariottesche Gesetz herleiten. Die Gasmoleküle versehen wir mit den folgenden Eigenschaften:

1. Sie besitzen eine konstante Masse m .
2. Sie sind vollkommen elastische Kugeln, die keine Fernwirkung aufeinander ausüben und sich unabhängig voneinander bewegen.
3. Bei Zusammenstößen tauschen sie Energie und Impuls nach den Gesetzen der klassischen Mechanik für elastischen Stoß aus.
4. Sie bewegen sich mit der mittleren Geschwindigkeit $\bar{v}$ ohne eine Raumrichtung zu bevorzugen.

Das Boyle-Mariottesche Gesetz

Den auf die Wand ausgeübten Druck führen wir auf die Stöße der Molekel auf die begrenzende Wand zurück. Während des Stoßes wird auf die Wand ein Impuls übertragen. Wir erinnern uns an die Newtonschen Axiome:

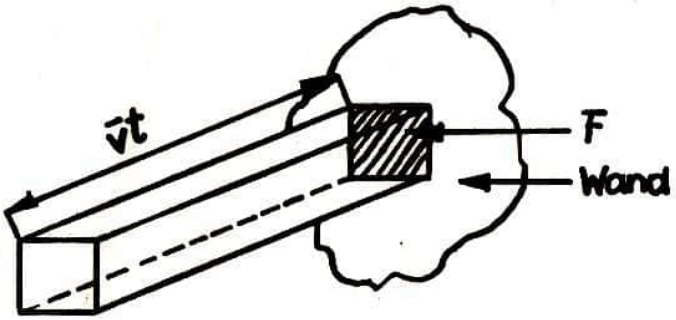
(1) $$K = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$$ da m konstant ist

(2) $$K = \frac{\Delta i}{\Delta t}$$ mit $i = mv$ (Impuls)

Danach ist die Kraftwirkung der Gasmoleküle auf die Wand gleich dem durch die Stöße übertragenen Gesamtimpuls pro Zeiteinheit. Wir erhalten also für den Druck p :

(3) $$p = \frac{\text{übertragener Gesamtimpuls}}{\text{Zeit} \times \text{Wandfläche}}$$

Die Moleküldichte bezeichnen wir mit $n = \frac{N}{V}$ (N = Gesamtzahl der Moleküle, V = Gesamtvolumen). Da in der Bewegung der Moleküle keine Raumrichtung bevorzugt wird, werden $\frac{1}{3}$ der Moleküle eine Flugrichtung senkrecht zur Wand haben. Von diesen wird sich wieder die Hälfte auf die Wand zu bewegen. Alle Moleküle mit dieser Flugrichtung, die sich in einer Säule vom Querschnitt F und der Länge $\bar{v}t$ befinden, erreichen in der Zeit t die Wand:



Also ist die Stoßzahl <u>pro Zeit- und Flächeneinheit</u> gegeben durch:

(4) $$z = \frac{n}{6}\frac{\bar{v}t\,F}{t\,F} = \frac{n}{6}\bar{v}$$ da die Zahl der

in der Säule befindlichen Moleküle, die sich auf die Wand zu bewegen, gleich $\frac{n}{6}$ x Säulenvolumen ist (Säulenvolumen = F x $\bar{v}t$). Gesamtimpuls = z x Einzelimpuls.
Nun bestimmen wir die Größe des bei einem elastischen Stoß übertragenen Impulses. Es gelten Energie- und Impulserhaltungssatz. Die Geschwindigkeit der Moleküle vor dem Stoß sei v_1, nach dem Stoß v_2, die Masse der Wand sei M, ihre Geschwindigkeit vor dem Stoß Null, nach dem Stoß W.

(5) Impulssatz: $mv_1 = -mv_2 + MW$

oder: $MW = mv_1 + mv_2$ (5a) (nach dem

Stoß bewegt sich das Molekül wieder von der Wand fort, v_2 ist also negativ einzusetzen).

(6) Energiesatz: $\frac{m}{2} v_1^2 = \frac{m}{2} v_2^2 + \frac{M}{2} W^2$

Wir quadrieren Gl. (5a) und teilen durch 2M:

(7) $M^2 W^2 = m^2 \left(v_1 + v_2 \right)^2$

(7a) $\frac{M}{2} W^2 = \frac{m^2}{2M} \left(v_1 + v_2 \right)^2$, Durch Einsetzen in Gl. (6) erhalten wir:

(8) $\frac{m^2}{2M} \left(v_1 + v_2 \right)^2 = \frac{m}{2} v_1^2 - \frac{m}{2} v_2^2$

Wenn wir M in Gl. (8) gegen Unendlich gehen lassen, geht die linke Seite der Gl. (8) gegen Null. Dieser Schritt ist erlaubt, da die Masse der Moleküle in jedem Falle gegenüber der Masse der Wand verschwindend gering ist. Somit erhalten wir:

(9) $\frac{m}{2} v_1^2 - \frac{m}{2} v_2^2 = 0$ oder $v_1 = v_2 = \bar{v}$

Jetzt können wir nach dem Impulserhaltungssatz in Gl. (5a) sofort folgern, daß beim Stoß eines Moleküls gegen die Wand der Impuls

(10) $\boxed{MW = 2m \bar{v}}$ übertragen wird. Der Druck p ist nach den vorhergehenden Erläuterungen das Produkt aus der Anzahl der Stöße pro Zeit- und Flächeneinheit z mit dem bei einem Stoß eines einzelnen Teilchens übertragenen Impuls MW auf die begrenzende Wand. Aus den Gl. (3), (4) und (10) erhalten wir:

(11) $p = z\, MW = \frac{n}{6} \bar{v}\ 2m \bar{v} = \frac{n}{3} m \bar{v}^2 = \frac{2n}{3} \frac{m}{2} \bar{v}^2$

Wir ersetzen nun noch n durch $\frac{N}{V}$:

(12) $p = \frac{2}{3}\frac{N}{V} \frac{m}{2} \bar{v}^2$ Durch Multiplikation

mit dem Gasvolumen V erhalten wir unsere Endformel:

(13) $\boxed{p\,V = \frac{2}{3} N \frac{m}{2} \bar{v}^2 = \text{konstant}}$

Das ist das Boyle-Mariottesche Gesetz, das Sie schon in einem früheren Artikel kennenlernten. Auf der rechten Seite unserer Formel stehen nur noch die konstanten Größen N (die unveränderliche Gesamtzahl der Gasmoleküle in unserem Gas), m (die Masse eines Moleküls) und die Größe $\bar{v}^2$, die mittlere quadratische Geschwindigkeit der Moleküle als eine Eigenschaft unserer Molekel. Statt $\bar{v}^2$ können wir auch $\frac{m}{2} \bar{v}^2$ als die grundlegende mikroskopische Größe ansehen, sie ist der Mittelwert der kinetischen Energie pro Molekül. Jetzt können wir das Boyle-Mariottesche Gesetz in folgender Weise fassen:

> Das Produkt aus Druck und Volumen eines idealen Gases ist gleich $\frac{2}{3}$ der Summe der kinetischen Energien aller Gasmoleküle. Dieses Produkt bleibt konstant bei beliebigen Zustandsänderungen, sofern die Temperatur konstant gehalten wird.

Sauer und trotzdem süß

Kürzlich konnte aus den Beeren des westafrikanischen Strauches Synsepalum dulcificum eine eigenartige Substanz rein dargestellt werden.

Es ist ein Glykoproteid, besteht also aus einem Proteinanteil und einer Kohlenhydratkomponente. Es hat die Eigenschaft, Zitronensäurelösungen süß schmecken zu lassen.

Es wird aber nicht etwa im Munde von dieser Verbindung abgespalten, sondern das geschmacklose Glykoproteid setzt sich auf den Geschmackspapillen fest, blockiert sie für die Säure und ruft so eine Scheinempfindung der Süße hervor.

Rolf Bräuer Sektion Biologie
Forschungsstudent

Radioaktive Isotope in der Biologie

Seit einigen Jahrzehnten werden in der biologischen Forschung radioaktive Isotope eingesetzt. Zahlreiche Erfolge bei der Klärung biochemischer oder physiologischer Prozesse, z. B. der Ablauf der Proteinsynthese oder der Photosynthese, waren nur dadurch möglich, daß sich die verschiedenen chemischen Verbindungen mit solchen Isotopen ganz spezifisch markieren lassen. Auftretende Umwandlungen in chemischen Prozessen oder in den biologischen Objekten können dann sehr gut und genau verfolgt werden. Die Entwicklung dieses als Indikatormethode bezeichneten Verfahrens ist sicherlich mit eine der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Leistungen überhaupt.

Im Prinzip geht man davon aus, daß das chemische Verhalten der Elemente vorwiegend durch die Elektronenhülle, also durch die Anzahl der Elektronen in der Atomhülle bestimmt wird. Der Mehr- oder Mindergehalt an Neutronen im Kern verändert zwar die Masse des Atoms, bewirkt jedoch keine prinzipielle Änderung der übrigen Eigenschaften. Solche Atome mit gleicher Ordnungszahl bzw. gleicher Kernladungszahl, die aber durch den unterschiedlichen Neutronengehalt bedingt unterschiedliche Massenzahlen haben, werden als Isotope bezeichnet. Ihre Schreibweise erfolgt so, daß man die Massenzahl, also die Summe von Protonen und Neutronen, links oberhalb des Symbols des entsprechenden Elements setzt, die Kernladungs- bzw. Ordnungszahl dagegen links unten. Für den radioaktiven Kohlenstoff ist das somit $^{14}_{6}C$. Da aber die Kernladungszahl allein schon durch das Symbol charakterisiert wird, genügt normalerweise die Angabe der Massenzahl, hier also ^{14}C. Durch den zusätzlichen Neutroneneinbau in den Kern eines Atoms kann dieser instabil werden und unter Aussendung von

Strahlung in einen stabilen Folgekern übergehen. Man unterscheidet deshalb zwischen stabilen und instabilen oder radioaktiven Isotropen. Beide sind bei der Indikatormethode einsetzbar, aber der Nachweis der stabilen Isotope ist oftmals schwieriger und umständlicher (Massenspektroskopie, Bandenspektroskopie), während die radioaktiven Isotope auf Grund der von ihnen emittierenden Strahlung relativ leicht wieder aufgefunden werden können. Diese Strahlung hat jedoch gleichzeitig den Nachteil, daß sie gesundheitsgefährdend ist und daher Strahlenschutzmaßnahmen unterliegt. Allerdings kann bei entsprechend hoher Radioaktivität bereits mit kleinsten Mengen genau gearbeitet werden.
Die wichtigsten radioaktiven Isotope, die in der Biologie eingesetzt werden, sind:

Element	Isotop	physikal. Halbwertszeit	Strahlung
Wasserstoff	^{3}H oder T(Tritium)	12, 26 Jahre	β , sehr weich
Kohlenstoff	^{14}C	5730 "	β , weich
Phosphor	^{32}P	14,2 Tage	β
Schwefel	^{35}S	87,1 "	β , weich
Chlor	^{36}C	$3 \cdot 10^{5}$ Jahre	β

Die physikalische Halbwertszeit ist eine Konstante des betreffenden Isotops. Sie gibt die Zeit an, in der von den vorhandenen Kernen die Hälfte zerfallen ist.

Von den verschiedenen Strahlungsarten hat also für die Biologie hauptsächlich die β -Strahlung Bedeutung.

Obwohl die meisten Elemente aus Isotopengemischen bestehen, kommen diese radioaktiven Isotope in der Natur doch nur in sehr geringen Mengen vor. Die Indikatormethode hätte wohl kaum den gewaltigen Aufschwung genommen, wenn es nicht ge-

lungen wäre, künstliche Isotope herzustellen. Durch den Beschuß stabiler Atomkerne mit anderen Teilchen, vorwiegend mit Neutronen, entstehen solche künstlichen radioaktiven Isotope. Wenn z. B. Stickstoff mit Neutronen (n) beschossen wird, entsteht unter Aussendung von Protonen (p) das für die Biologie wichtigste Kohlenstoffisotop ^{14}C:

$$^{14}_{7}N\ (n,\ p)\ \ ^{14}_{6}C$$

oder aus Lithium nach Bestrahlung mit Neutronen unter Aussendung von α -Teilchen der überschwere Wasserstoff, das Tritium:

$$^{6}_{3}Li\ (n,\ \alpha)\ \ ^{3}_{1}H\ .$$

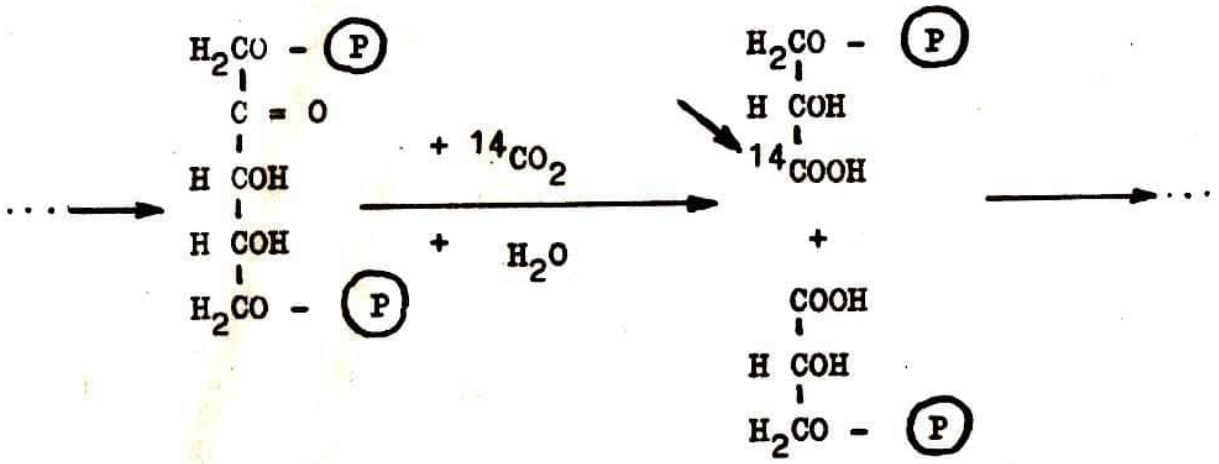
Das Auffinden der markierten Verbindungen erfolgt, wie bereits erwähnt, über die radioaktive Strahlung der eingebauten Isotope. Der Nachweis dieser Strahlung ist im Prinzip auf zweierlei Art möglich:

1.) autoradiographisch, d. h. über Schwärzung von photographischem Material (Spezialfilme, Platten, Fotoemussion)
2.) über ihr Anregungs- und Ionisationsvermögen mittels Szintillationszähler bzw. Geiger-Müller-Zählrohre, Proportionalzählrohre oder Ionisationskammern.

Während mit der Autoradiographie vorwiegend nur der qualitative Nachweis möglich ist, etwa die Lokalisation von Radioaktivitäten auf Flächen (Papier- oder Dünnschicht-Chromatogramme, Blätter usw.) oder in mikroskopischen Präparaten (Mikroautoradiographie), sind mit den verschiedenen Zählgeräten exakt quantitative Analysen möglich. Den Wissenschaftlern stehen dafür heute zahlreiche hochmoderne, z. T. vollautomatische Geräte zur Verfügung, die es ermöglichen, die Auswertungen stark zu verkürzen oder zu vereinfachen.

Aus der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten sollen nun noch zwei Beispiele erläutert werden, wie radioaktive Isotope in der biologischen Forschung eingesetzt werden

können. So klärten CALVIN und seine Mitarbeiter (1962) mit Hilfe solcher Isotope eine der wichtigsten biochemischen Reaktionen unserer Erde, die Fixierung des Kohlendioxids und die Bildung der Kohlehydrate bei der Photosynthese auf. Dazu wurde die Grünalge Chlorella in Gegenwart von radioaktivem Kohlendioxid ($^{14}CO_2$) sehr kurz belichtet, dann sofort in heißem Alkohol abgetötet, extrahiert und der Extrakt chromatographisch aufgearbeitet. In Bruchteilen von Sekunden trat der größte Teil der aufgenommenen Aktivität in 3-Phosphorglyzerinsäure, dem 1. Zwischenprodukt dieser Dunkelreaktion, auf.



Ribulose-1,5-disphosphat 3-Phosphoglyzerinsäure

Durch die Identifizierung der weiteren radioaktiven Zwischenstoffe und die Aufklärung der jeweiligen Markierungsstellen konnte so schrittweise der gesamte, uns heute als CALVIN-Zyklus bekannte Mechanismus aufgeklärt werden.

Mit radioaktiven Isotopen sind auch sehr gut Untersuchungen des normalerweise schwer kontrollierbaren Auf- und Abbaues von Substanzen (turnover) möglich. Besonders ausführlich sind solche turnover-Untersuchungen an Proteinen und Nukleinsäuren durchgeführt worden. Dazu wird den zu untersuchenden Organismen eine markierte Vorstufe verabreicht und nach einer gewissen Einwirkungszeit (Inkubationszeit) die Markierung des interessierenden Stoffes als Funktion

der Zeit analysiert. Auf diese Art ist es z. B. möglich, die DNS- und RNS-Synthese in Organismen oder Kulturen gleichzeitig zu kontrollieren. Dafür wendet man eine sogenannte Doppelmarkierung an, d. h. es werden 2 verschieden markierte Vorstufen verabreicht, etwa ^{14}C-Thymidin, ein spezifischer Baustein der DNS und ^{3}H-Uridin, ein spezifischer Baustein der RNS. Da das Tritium nur eine sehr schwache β-Strahlung emittiert, kann diese sehr leicht herausgefiltert werden. Man mißt nun erst die Gesamtaktivität von ^{14}C und ^{3}H fensterlos (ohne Filter), dann mit Filter die ^{14}C-Aktivität. Bei den modernsten Geräten (Flüssigkeitszintillationszähler) ist diese zweimalige Messung sogar überflüssig, da es möglich ist, mit ihnen mittels eines Impulshöhenanalysators Impulse ganz bestimmter Energie auszusieben. Auf diese Kreise sind die zwei verschiedenen Isotope mit unterschiedlicher Energie direkt in ein und derselben Probe meßbar. Aus der Differenz ist der Anteil der ^{3}H-Aktivität leicht errechenbar. Da die verwendeten Vorstufen nur ganz spezifisch in die DNS oder RNS eingebaut werden, entspricht die ^{14}C-Aktivität der DNS-Syntheseleistung, die ^{3}H-Aktivität der RNS-Synthese.

Das Navigationssystem der Delphine

Delphine scheinen alle anderen Tiere an Intelligenz weit zu übertreffen; ihr Gehirngewicht kommt dem des Menschen am nächsten.

Gegenwärtig bemüht man sich, die Pfeifsprache dieser Meeressänger zu erforschen.

Als Orientierungs- und Navigationssystem besitzen sie ein natürliches Echolot, das bisher noch alle menschlichen Konstruktionen übertrifft. Die Konsequenz für die US-Kriegsforschung:
Man erwog bereits, dressierte Delphine im Krieg als U-Boot-Lotsen zu verwenden.

B. Gottschaldt Sektion Chemie
5. Studienjahr

Das Periodensystem der Elemente

1. *Die Wertigkeit* ist eine der wichtigsten sich periodisch wiederholenden Eigenschaften der Elemente

Definitionen:

1. Unter formaler oder stöchiometrischer Wertigkeit versteht man die Zahl der H-Atome, die ein Atom eines bestimmten Elementes zu binden oder in Verbindungen zu ersetzen vermag.

2. Die elektrochemische Wertigkeit oder Elektrovalenz ist gleich der Anzahl der auf jedes Atom entfallenden positiven bzw. negativen elektrischen Ladungen in dem jeweils betrachteten Zustand. Im elementaren Zustand sind die Stoffe elektrisch neutral, ihre Wertigkeit ist 0.

3. Der Begriff der Oxydationsstufe bzw. Oxydationszahl läßt sich auf beliebige Stoffe anwenden. Man erhält sie, wenn man die Ladungen der Atome in Verbindungen so aufteilt (formal), daß die Valenzelektronen zweier ungleichartiger Partner dem elektronegativeren zugeteilt werden, die gleichartiger Partner teilt man gleichmäßig auf.

   Beispiel: Kohlenstoff besitzt im CCl_4 die Oxydationsstufe + 4, in CH_4 −4, in $CHCl_3$ + 2. Seine stöchiometrische Wertigkeit ist 4.

Für Elemente der Hauptgruppen gilt die Regel:

Die elektropositive Höchstwertigkeit eines jeden Elementes stimmt überein mit dessen Gruppennummer im PSE. Diese Regel gilt nur für Stoffe, die elektropositiv auftreten können (Ausnahmen: O_2, F, Edelgase).

Die Wertigkeit gegenüber H_2 nimmt in den Gruppen 1 - 4 stetig zu (von 1-4), in den Gruppen IV - VIII wieder von 4-0 ab, d.h. sie ergänzt sich mit der Gruppennummer zu 8. Zur Veranschaulichung der Wertigkeiten der Elemente gegenüber O_2 bzw. H_2 folgende Tabelle:

Hauptgruppe des PSE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Höchstes normales Oxid.	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	—
Einfachste H-Verbindung	RH	RH_2	RH_3 OR_2H_6	RH_4	RH_3	RH_2	RH	—

(R = jeweilige Elemente)

2. Elektrochemischer Charakter

Je nach ihrem Bestreben, elektropositive oder elektronegative Ionen zu bilden, bezeichnet man die entsprechenden Elemente als elektropositiv (charakteristisch: Metalle) oder elektronegativ (charakteristisch: Nichtmetalle). Dabei kann jedoch keine scharfe Grenze gezogen werden. Das Bestreben, Ionen zu bilden, d.h. Elektronen anzulagern oder abzuspalten, wird gemessen als Ionisierungsenergie oder Elektronenaffinität. Diese Eigenschaften weisen innerhalb des PSE ebenfalls einen charakteristischen Gang auf.

a) Ionisierungspotential I

Definition: I ist gleich der Mindestenergie, die zur Abspaltung eines Elektrons aus einem Element notwendig ist, wenn die kinetische Energie des Atoms 0 ist.

Tabelle: Änderung der 1. Ionisierungspotentiale im PSE
Cotton/Wilkinson S. 28

Es ist ersichtlich, daß diese Eigenschaft stark von der Konfiguration der Atome abhängt (s. Impuls Nr. 3, 1970).

Die Potentiale sind am höchsten bei den Edelgasen (abgeschlossene Konfiguration), die Minima liegen bei den Alkalimetallen, d.h. das einsame Elektron außerhalb der Edelgaskonfiguration läßt sich leicht abtrennen. Innerhalb der Perioden steigen die Potentiale (Abschirmung durch andere Elektronen). Die kleineren Maxima in den Kurven können erklärt werden mit der relativen Stabilität der "halbgefüllten Schalen". (1. Hundsche Regel, s. Impuls Nr. 3, 1970).

Innerhalb der Gruppen nehmen die Ionisierungspotentiale ab, eine Folge des zunehmenden Abstandes der Valenzelektronen vom Kern und der steigenden Abschirmung durch die gefüllten inneren "Schalen" des Atoms.

b) Elektronenaffinitäten A

Definition: Als Elektronenaffinität bezeichnet man die beim Einbau eines zusätzlichen Elektrons in ein Atom freiwerdende Energie.

Die Halogene (Gr. VII) besitzen die höchste Elektronenaffinität. Sie erreichen durch Aufnahme eines Elektrons eine stabile Edelgaskonfiguration. Die Alkalimetalle besitzen kaum Elektronenaffinität.
Die Elektronenaffinität eines Atoms ist ihrem Betrag nach gleich der Ionisierungsenergie des entsprechenden Anions (umgekehrtes Vorzeichen).

3. *Weitere Eigenschaften*, die sich als Funktion der Ordnungszahl darstellen lassen, sind z.B.

a) Atomvolumina

$$\text{Atomvolumen} = \frac{\text{Atomgewicht}}{\text{Dichte}} \quad [cm^3]$$

Diese Größe stellt ein angenähertes, relatives Maß für den von den Atomen eingenommenen Raum dar.

Abb.: Atomvolumen als Funktion der Ordnungszahl
Remy / Bd. I S. 25

b) Die Kompressibilität ist eine Funktion des Atomvolumens und daher ebenfalls von der Ordnungszahl abhängig.

c) Scheinbare Atom- und Ionenradien

Ein großer Teil aller Stoffe liegt in Form von Kristallen vor. Unter der Annahme, daß die Atome im Gitter sich wie starre Kugeln verhalten, lassen sich scheinbare Radien ermitteln.

d) Periodizität zeigen auch Schmelz- und Siedepunkte der Elemente, Kristallstrukturen, magnetische Suszeptibilitäten, Eigenschaften von Verbindungen, wie z.B. Basizität der Hydroxyde oder saurer Charakter der Oxyde.

Schließlich zeigen auch die optischen Spektren der Elemente Gesetzmäßigkeiten, die von der Konfiguration und damit auch der Stellung im PSE abhängen.

Wußten Sie schon ...

DASS eine Bienenkönigin von Mitte Mai bis Mitte Juni täglich bis zu 3.000 Eier legt, welches einer Anzahl von 100.000 bis 150.000 Eier pro Jahr und 400.000 bis 750.000 während ihres gesamten Lebens entspricht.

DASS eine Biene 60.000 mal ausfliegen muß, um 3 kg Nektar (= 1 kg Honig) einzutragen.

DASS das Bienengift ein gutes Heilmittel ist und eine Überdosis zum Tode führen kann.

DASS die Erythrozyten im Blut des Menschen aneinandergelegt eine Kette von 240.000 km ergeben, das ist 6 mal um den Äquator.

DASS das Herz an einem Tag 100.000 mal schlägt,

DASS in 24 Stunden 10.000 Liter Blut durch die Adern gedrückt werden.

Ergänzung 12. Klasse Physikunterricht:

Dipl.-Phys. L. Redlich
DAW Berlin, Institutsteil Jena

Plasmaphysik (Teil 1)

I. Grundvorstellungen der Plasmaphysik

Die Plasmaphysik hat sich in den letzten Jahren zu einer bedeutenden Forschungsrichtung entwickelt. Diese Entwicklung wurde durch die Hoffnung gefördert, die Fusion leichter Atomkerne zu realisieren. Allerdings konnte man bisher nur bescheidene Erfolge auf diesem Gebiet erringen, während andere technische Anwendungen der Plasmaphysik zweifellos schon in nächster Zeit Bedeutung erlangen werden.

Wir werden uns im I. Teil mit den physikalischen Grundvorstellungen der Plasmaphysik befassen, im II. Teil einige Anwendungen kennenlernen.

Wenn einem Stoff pro Atom mehr Energie zugeführt wird, als die Ionisierungsenergie beträgt, kommt es zur Aufspaltung der atomaren Struktur; ein Teil der Atome wird ionisiert. Dabei stellt sich ein Gleichgewicht zwischen neutralen Gasatomen A, Ionen A^+ und Elektronen e ein.

$$A \longleftrightarrow A^+ + e \quad .$$

Als Folge der Ionisierung eines Teils der Gasmoleküle treten bei Anwesenheit von äußeren elektrischen und magnetischen Feldern starke Wechselwirkungen zwischen den geladenen Teilchen und diesen Feldern auf. Ein Gas, dessen Eigenschaften im wesentlichen durch die durch Ionisation entstandenen Elektronen und Ionen bestimmt wird und sich auf diese Weise von einem neutralen Gas unterscheidet, wird als Plasma bezeichnet. (Auch flüssige Metalle und freie Elektronen in Festkörpern verhalten sich im gewissen Sinne wie Plasmen.) Die oft verwandte Bezeichnung "4.Aggregatzustand" ist nicht korrekt, denn der Übergang Neutralgas-Plasma erfolgt ohne feste Phasenübergänge. Die einfachste Form des Plasmas ist das thermische Plasma. Es entsteht durch starkes Erhitzen

eines Stoffes aus einem beliebigen Aggregatzustand. Wir finden es z.B. im Inneren der Fixsterne. Neben den thermischen Plasmen gibt es solche, bei denen die Ionisierung nicht als Folge einer hohen Temperatur anzusehen ist, sondern etwa durch Stöße beschleunigter Ladungsträger aufgebaut wird (Gasentladungsplasmen).

Wir untersuchen nun die Bewegung eines Elektrons e oder Ions A^+ bei Anwesenheit dieser äußeren elektrischen und magnetischen Felder. Eine solche "Einteilchentheorie" geht aus von der Newtonschen Bewegungsgleichung.

Für ein Teilchen der Masse m, der Geschwindigkeit $\underline{v}$, der Ladung e in einem elektrischen und magnetischen Feld mit den Feldstärkevektoren $\underline{E}$ und $\underline{B}$ lautet die Gesamtkraft

$$\underline{K}_{ges} = \underline{K}_{elek} + \underline{K}_{magn} = m \cdot \underline{b} = e \cdot (\underline{E} + (\underline{v} \times \underline{B}) \; .$$

Das äußere elektrische Feld $\underline{E}$ führt zu einer geradlinigen, beschleunigten Bewegung in Richtung der Feldstärke, entsprechend

$$\underline{K}_{elek} = e \cdot \underline{E} \; .$$

(Die Ladung des Teilchens e ist positiv für ein Ion, negativ für ein Elektron einzusetzen.)

Ist nur ein äußeres, konstantes Magnetfeld vorhanden, folgt die <u>"Lorentzkraft"</u>

$$\boxed{\underline{K}_{magn} = e(\underline{v} \times \underline{B}) \; .}$$

(Das Vektorprodukt $\underline{v} \times \underline{B}$ definiert einen Vektor der Länge $|\underline{v}| \cdot |\underline{B}| \cdot \sin \sphericalangle (\underline{v}, \underline{B})$, der senkrecht auf $\underline{v}$ und senkrecht auf $\underline{B}$ steht.)

Besitzt unser Teilchen nur eine Geschwindigkeitskomponente $\underline{v}$ senkrecht zum Magnetfeld $\underline{B}$ ($\sin \sphericalangle (\underline{v}, \underline{B}) = 1$), so vollführt es eine Kreisbewegung um die "Feldlinie $\underline{B}$ ", es ist gewissermaßen von $\underline{B}$ eingefangen worden (s. Bild).

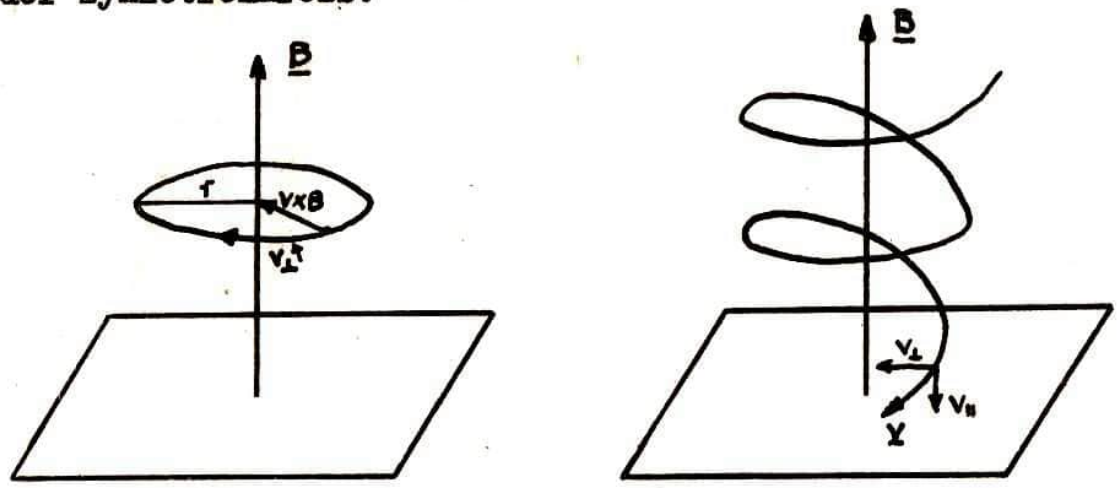
Den Radius dieser Kreisbewegung erhalten wir durch Gleichsetzung der Beträge der Zentrifugalkraft K_{zf} und Zentripedalkraft K_{zp} (Lorentzkraft)

$$K_{zf} = \frac{m\,v^2}{r} \; , \quad K_{zp} = e\, v_\perp B \;\curvearrowright\; r = \frac{m \cdot v_\perp}{e \cdot B} \; .$$

Das ist der sogenannte Zyklotron-, Gyrations- oder Lamorradius, die Umlauffrequenz ω des Teilchens ist dann

$$\boxed{\omega = \frac{v_\perp}{r} = \frac{e \cdot B}{m} \; .}$$

In Wirklichkeit ist das einzelne Teilchen natürlich nicht völlig isoliert; auf seinem Umlauf stößt es mit anderen zusammen, die Zeitdauer zwischen zwei Zusammenstößen ist τ. $\tau \cdot \omega$ ist dann eine dimensionslose Größe; $\omega \cdot \tau = 2\pi$ bedeutet eine volle Kreisbahn zwischen zwei Stößen. Hat das Teilchen außer $v_\perp$ noch eine Geschwindigkeitskomponente $v_\parallel$ parallel zum Vektor der magnetischen Induktion $\underline{B}$, so ist die Gesamtbewegung eine Schraubenlinie, die Projektion dieser Bewegung auf eine Ebene senkrecht zu $\underline{B}$ ist wieder der Zyklotronkreis.



Verhalten eines geladenen Teilchens im homogenen Magnetfeld

a) Es existiert nur eine Geschwindigkeitskomponente $v_\perp$ des Teilchens senkrecht zu $\underline{B}$

b) Zusätzliche Geschwindigkeitskomponente $v_\parallel$ parallel zu $\underline{B}$

Wie in einem neutralen Gas, findet auch im Plasma Impulsaustausch durch Stöße der Teilchen untereinander statt. Dieser Austausch ist bei gleichen stoßenden Massen am günstigsten. Die Wechselwirkungen der vielen Millionen Teilchen pro Kubikzentimeter lassen sich nicht mit einer einfachen Kräftebilanz behandeln; man führt deshalb mittlere Größen ein. So sprechen

wir nicht mehr von den verschiedenen Geschwindigkeiten v_i einer Teilchensorte, sondern von einer mittleren Geschwindigkeit $\bar{v}$ und damit mittleren kinetischen Energie dieser Teilchensorte.

Wir haben als besondere Art des Plasmas das thermische und das Gasentladungsplasma kennengelernt. Im Gasentladungsplasma, wie wir es z.B. in einer Leuchtstoffröhre finden, wird von außen durch die Gasentladung eine hohe kinetische Energie der Elektronen aufrechterhalten, ohne daß es zu einem thermischen Gleichgewicht zwischen Atomen, Ionen und Elektronen kommt. Die mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}$ eines Teilchens ist bei einer festen Temperatur mit $v \sim \frac{1}{\sqrt{m}}$ masseabhängig, die Elektronen sind deshalb um vieles schneller als die Ionen.

Wegen ihrer geringen Masse geben sie nur einen Bruchteil ihrer Energie an die schweren Ionen ab. Den mittleren kinetischen Energien der Elektronen, Ionen und Neutralatome können wir Temperaturen zuordnen:

$$\boxed{\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = 3/2 \; kT \; .}$$

Die <u>Elektronen, Ionen- bzw. Gastemperatur</u> ist eine wichtige Beschreibungsgröße eines Plasmas. Bei Gasentladungsplasmen, die sich im unvollständigen Gleichgewicht befinden, ist die Elektronentemperatur um vieles höher als die Gastemperatur. Das ist leicht zu verstehen; die Elektronen haben eine viel höhere mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}$ als die schweren Ionen und Neutralatome; die Leistungsaufnahme ergibt sich aus dem Produkt $K_{elek} \cdot \bar{v}$, und dieses Produkt ist proportional $\frac{1}{\sqrt{m}}$. Im thermischen Plasma, das sich im vollständigen Gleichgewicht befindet, sind die Temperaturen der Unterkollektive "Elektronen-, Ionen- und Neutralgas" annähernd gleich.

Eine wichtige Eigenschaft eines Plasmas ist seine <u>Quasineutralität</u>; es treten im Plasma keine großräumigen elektrischen Felder auf. Die Erklärung ist folgende:

Elektronen- und Ionengas durchdringen sich und sind gegeneinander verschiebbar. Jedes geladene Teilchen umgibt sich auf Grund der elektrostatischen Anziehung mit einer Wolke von Teilchen entgegengesetzten Vorzeichens, die seine Ladung nach außen hin teilweise abschirmt. Die sogenannte Debye-Länge ist die Reichweite dieses abgeschirmten Coulomb-Potentials. Sie liegt für ein Gasentladungsplasma (Neon-Rohr) bei $5 \cdot 10^{-4}$ cm. Zwei Teilchen, die weiter voneinander entfernt sind als die Debye-Länge, können nicht mehr elektrostatisch miteinander wechselwirken.

„impuls 68"-Lexikon

Nichtlineare Optik

Die Nichtlineare Optik (NLO) ist ein junges Forschungsgebiet der Physik. Die ersten Experimente in dieser Richtung wurden am Anfang der sechziger Jahre durchgeführt. Zu dieser Zeit entstanden nämlich die ersten Riesenimpulslaser, die man als Strahlungsquellen benötigt, da die NLO Erscheinungen untersucht, die auftreten, wenn sehr intensive elektromagnetische Strahlung auf die Materie einwirkt. Auf die Bezeichnung "Nichtlineare" Optik wollen wir hier nicht näher eingehen, sondern nur bemerken, daß sie mit der nichtlinearen Struktur der Gleichungen zusammenhängt, die die Erscheinungen der NLO beschreiben.

Bei der Wechselwirkung der Materie mit Strahlung hoher Feldstärke treten völlig neuartige Effekte auf. Einer davon ist die Frequenzmischung: Wenn man bestimmte Kristalle mit intensiver Strahlung der Frequenzen ν_1 und ν_2 bestrahlt, so kann man hinter dem Kristall neben ν_1 und ν_2 auch die Frequenzen $\nu_1 + \nu_2$ und $\nu_1 - \nu_2$ nachweisen. Ein interessanter Spezialfall der Frequenzmischung ist die Frequenzverdopplung, die bei $\nu_1 = \nu_2$ auftritt. Dann ist $\nu_1 + \nu_2 = 2\nu_1$ und man kann z.B dadurch die unsichtbare Strahlung des Neodym-Lasers

(λ = 1,06 μm) in sichtbares grünes Licht (λ = 0,53 μm) umwandeln.

Ein wichtiger Forschungsgegenstand der NLO sind die nichtlinearen Streuprozesse. Dazu gehören u.a. die stimulierte Ramanstreuung und die stimulierte Brillouinstreuung. Wir können hier nicht darauf eingehen, wieso dies "stimulierte" Streuprozesse sind und was sie von den entsprechenden spontanen Prozessen unterscheidet. Es sei nur bemerkt, daß auch bei diesen Effekten ein Teil des eingestrahlten Lichtes in Strahlung anderer Frequenz umgewandelt wird. Bei der stimulierten Ramanstreuung wird die Frequenz ν_0 des einfallenden Lichtes moduliert mit einer Schwingungsfrequenz ν_m der Moleküle des untersuchten Stoffes und man erhält hinter dem bestrahlten Material neben ν_0 die Frequenzen $\nu_0 \pm \nu_m$, $\nu_0 \pm 2\nu_m$, ... Bei der stimulierten Brillouinstreuung ist der Effekt ähnlich, nur daß hier ν_m die Frequenz außerordentlich hochfrequenter Schallwellen (Hyperschall) ist, die im Material erzeugt werden.

Der Ramaneffekt wird hauptsächlich zur Moleküluntersuchung verwendet. Da man "Ramanspektren" von Materialien schon durch einen Laserblitz erhält, d.h. nach etwa 10^{-8} sec, kann man von einer neuartigen Spektroskopie, der Kurzzeitspektroskopie, sprechen. Sie hat eine große perspektivische Bedeutung für die moderne Chemie.

Zum Schluß soll noch bemerkt werden, daß die NLO Möglichkeiten für die Herstellung intensiver kohärenter Lichtquellen schafft, deren Strahlungsfrequenz innerhalb eines gewissen Bereiches auf verschiedene Werte eingestellt werden kann. Solche "durchstimmbaren" Lichtquellen haben große Bedeutung für die Spektroskopie.

Neues vom Büchermarkt

Wir möchten heute auf ein Buch aufmerksam machen, daß vor kurzer Zeit im Akademie-Verlag Berlin erschienen ist. Der Titel des Buches lautet:

"Von Galilei bis Einstein"
(Entwicklung der physikalischen Ideen)

Autor ist B.G. Kuznecov, Professor am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik der Akademie der Wissenscharten der UdSSR.

Der Inhalt des Buches unterscheidet sich grundsätzlich von dem anderer Bücher ähnlicher Thematik. Es handelt sich hier nicht um eine Physikgeschichte traditioneller Form, also nicht um eine chronologische Darstellung der Entwicklung einzelner Zweige der Physik mit starker Betonung der biographischen Daten. Kuznecov wendet sich gegen die Wissenschaftsgeschichte als Aufzählung positiver Ereignisse. Er läßt dem Leser die Entwicklung bedeutender physikalischer Ideen vom 17. bis zum 20. Jahrhundert verfolgen. Besonderes Interesse bringt Kuznecov jenen Grundproblemen entgegen, deren Lösungen nicht endgültig sind, da gerade diese Probleme die Wissenschaftler immer wieder zu neuen Ideen anregen.

Der Autor vertritt den Standpunkt, daß es notwendig ist, historische Ideen genau zu analysieren, um neue Wege der künftigen Wissenschaftsentwicklung erschließen zu können. Er sieht die Entwicklung von Galilei über Einstein bis zu den neuesten physikalischen Theorien als einen logischen historischen Prozeß. Galilei steht am Anfang, weil er sich von alten Auffassungen löste. Durch einen ähnlichen Arbeitsstil kam Einstein zur Relativitätstheorie.

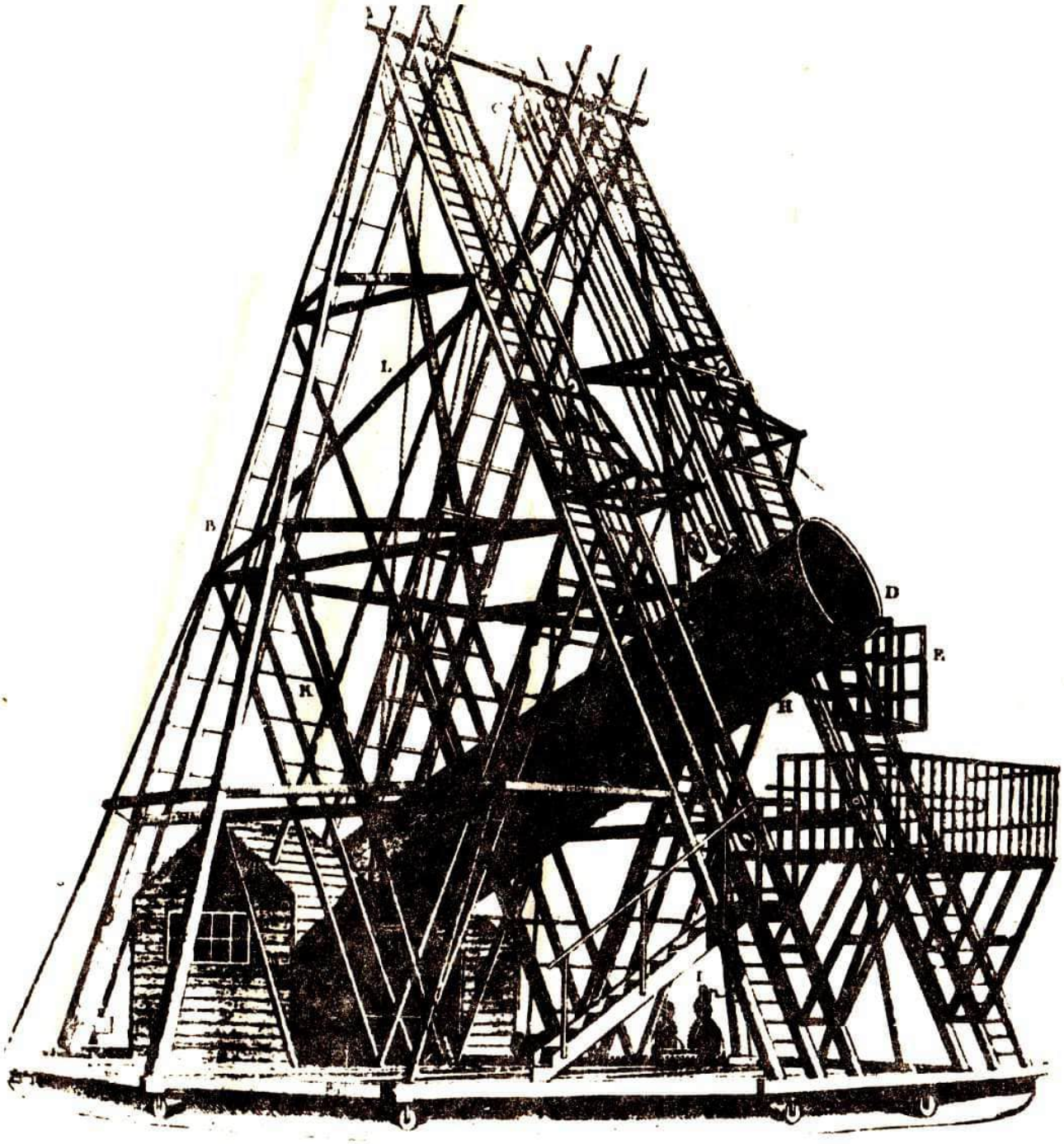
Wir meinen, daß dieses interessante Buch von Schülern der 10. bis 12. Klasse verstanden werden kann, soweit sie sich ein gewisses physikalisches Grundwissen angeeignet haben.

Das Buch kostet 28,— M .

H.-D. Jähnig

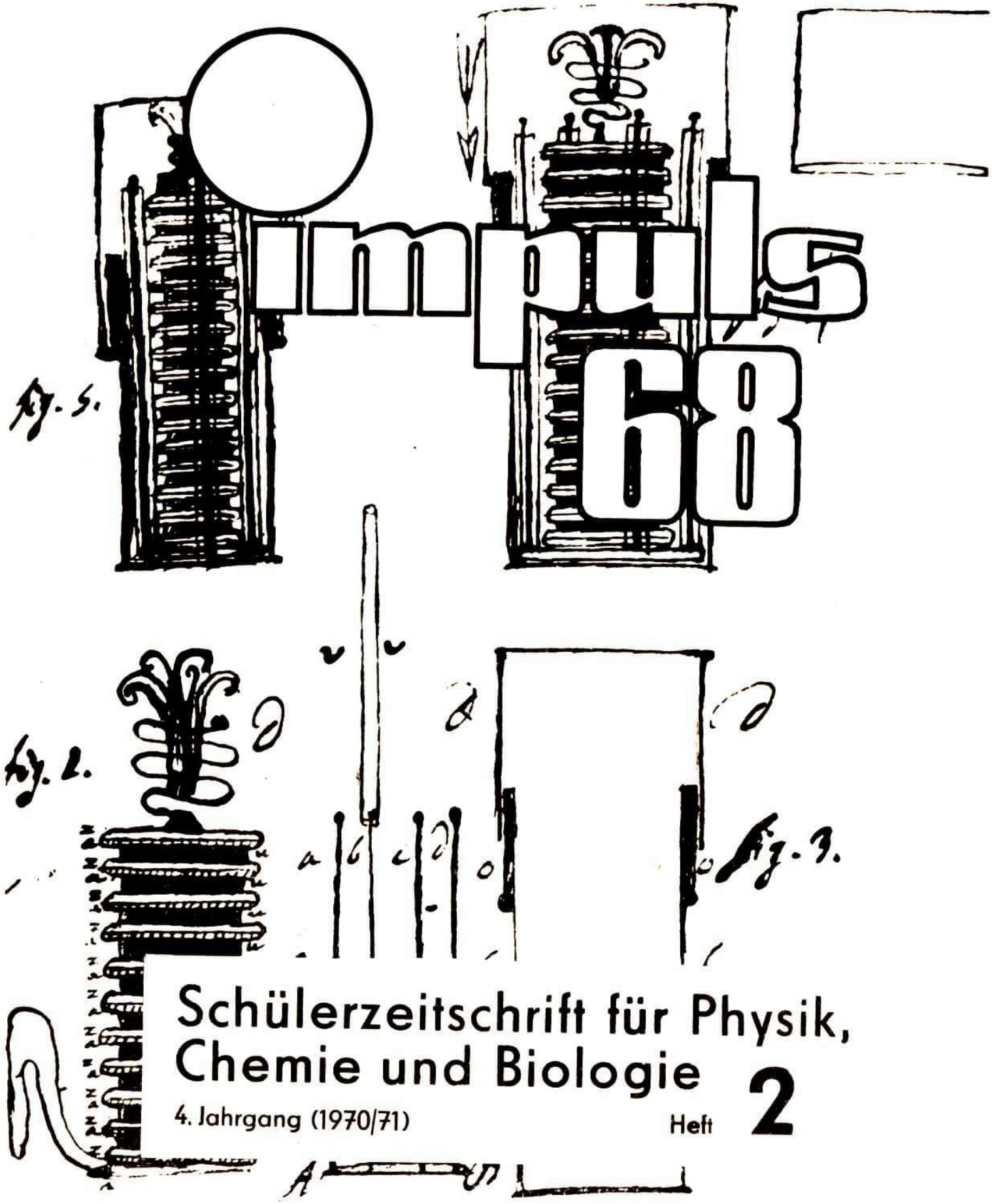
Ist Leben ohne Wasser denkbar?

Von zahlreichen Wissenschaftlern wird besonders in den letzten Jahren sehr intensiv die Frage diskutiert, ob sich Lebensvorgänge auch in anderen Flüssigkeiten abspielen können. Die neuesten Erkenntnisse und Erfolge der Raumfahrt zwingen dazu, diese Frage gründlich zu analysieren. Wir berichteten bereits in einem früheren Heft von "impuls 68", daß es sehr wahrscheinlich ist, auch auf anderen Himmelskörpern unseres Weltalls Lebewesen vorzufinden. Die Frage ist nur, ob dieser Planet dann ähnliche Eigenschaften wie unsere Erde haben muß, also daß z.B. die Temperaturen in einem bestimmten Bereich liegen und Wasser in flüssiger Form vorkommt. Allerdings wurden inzwischen Stimmen laut, die die biologische Unentbehrlichkeit des Wassers als ein Vorurteil ansehen. Um diese Vermutung zu untermauern, ließ man z.B. die Enzyme Peroxidose und Katalase, welche beide an der Sauerstoffumsetzung beteiligt sind, in anderen wasserfreien Flüssigkeiten auf entsprechende biologische Materialien einwirken. Dabei zeigte sich, daß Peroxidose selbst in einigen giftigen und ätzenden Substanzen zufriedenstellend "arbeitete". Zu den Flüssigkeiten gehörte Ameisensäure, Essigsäure, Benzol und Äthylalkohol. Die Katalose bevorzugte allerdings nur Alkohol und war in den anderen Substanzen inaktiv. Da diese Enzyme auf unserer wasserreichen Erde entstanden und trotzdem nicht unbedingt auf dieses angewiesen sind, kann angenommen werden, daß sich auf anderen Planeten Leben auf der Grundlage von anderen Flüssigkeiten entwickeln könnte.



Die Abbildung zeigt ein von Herschel (1738-1822) entwickeltes und gebautes Teleskop. Herschel entdeckte u. a. mit seinem selbstgebauten Teleskopen den Uranus, eine Sensation für die damalige Zeit, einige Saturnmonde und Doppelsterne. Außerdem konnte er bereits feststellen, daß wir, im Verhältnis zu einem Fixpunkt am Sternenhimmel, auf das Sternbild des Herkules zutreiben. Darüberhinaus wurde er durch eine vielzahl anderer astronomischer Abhandlungen und Neuentwicklungen bekannt.

impuls 68



Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 2

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)
Dr. K. Jupe, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, J. Reiche, R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann.

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt

	Seite
EDV II	3
Plasmaphysik	7
Leserpost	12
Lexikon	13
Geschichte der Chemie	15
Erregungsübertragung	19
Gastheorie II	26
Titelblatt	30
Kurz berichtet	31

V-14-6 6,5 5231 M 1570-70

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig

Elektronische Datenverarbeitung (Teil 2)

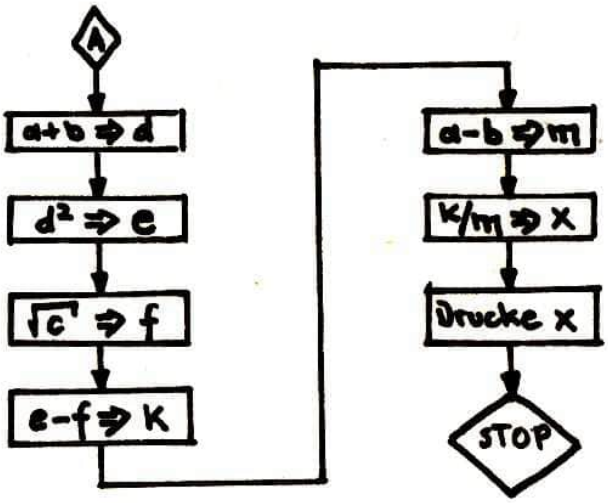
Im ersten Teil hatten wir außer einen kurzen geschichtlichen Abriß bereits erste Grundbegriffe der EDV kennengelernt, nämlich das Programm und die Adresse. Beide sollen jetzt an einem Beispiel erläutert werden. Dazu sei folgende Aufgabe gestellt.

Berechne $x = \frac{(a+b)^2 - \sqrt{c}}{a-b}$ mit $a > b > c$; $a > 0$

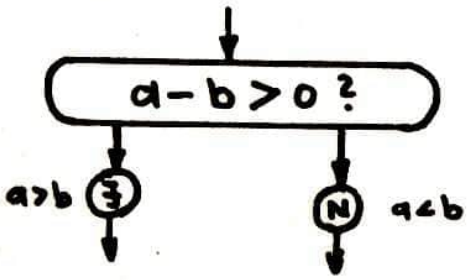
Ehe diese Aufgabe ein Rechner lösen kann, muß er "wissen", wie sie zu lösen ist. Da so eine Datenverarbeitungsanlage ein recht dummes Ding ist, zerlegt der Mensch zunächst das Problem in einzelne Rechenschritte, die in Form von Befehlen oder Anweisungen der Maschine "sagen", was sie zu tun hat. Bei unserer Aufgabe sind die Rechenschritte noch leicht zu überblicken, aber bei sehr komplexen und großen Aufgaben verliert man schnell die Übersicht. Deshalb wurde als Hilfsmittel eine graphische Darstellungsweise entwickelt, in welcher genau festgelegt wird, wie der Rechner im Einzelnen vorzugehen hat.

Das Flußbild:

So eine Darstellungsweise wird Flußbild genannt, für obige Aufgabe hat es z. B. folgende Gestalt:



Was hier symbolisch mit Buchstaben bezeichnet ist, wären dann im Rechner Zahlen. Wir sehen, daß sich das Flußbild einer gewissen Symbolik bedient. (Buchstaben sind willkürlich gewählt!) Die einfachen Pfeile geben den Rechenweg an, die Doppelpfeile können z. B. das Abspeichern von Zwischenergebnissen darstellen. Der Rechner kann auch Fragen beantworten, auf die mit "Ja" oder "Nein" geantwortet werden muß. Z. B. auf die Frage: "Ist a > b?" (wenn a=b ausgeschlossen ist), gibt es nur eine "Ja" oder "Nein"-Antwort. Im Flußbild wird diese "logische Entscheidung" symbolisch so festgehalten:



Nach "Fragen" verzweigt sich das Flußbild. Für den Rechner heißt das, daß er, je nach der logischen Entscheidung, die Rechnung im "Ja" oder "Nein"-Zweig fortsetzt.

Aufgabe: Stellen Sie das Flußbild für die Aufgabe

$$X = \frac{\sqrt{a}}{a-b}$$

auf, wobei a und b beliebig sein dürfen. Beachten Sie, daß nicht durch Null dividiert werden darf:

Zusammenfassung: Das Flußbild dient zur graphischen Darstellung des Rechenablaufes im Rechner. An Hand des Flußbildes wird die Aufgabe programmiert. Der prinzipielle Ablauf bis zur Berechnung ist daher folgender:

(1) Suchen einer Aufgabe, Aufbereitung
(2) Mathematische Formulierung
(3) Aufstellen eines Flußbildes
(4) Programmierung nach dem Flußbild
(5) Eingabe des Programms und der entsprechenden Zahlen in den Rechner
(6) Berechnung

Programm und Adresse: Für unsere Aufgabe hatten wir bereits das Flußbild aufgestellt. Wir wollen jetzt noch Programm und Adresse erläutern. Das Programm war die Summe aller Rechenvorschriften. Wir könnten die Aufgabe etwa wie folgt programmieren:

1573 Addiere a und b. Das Ergebnis sei d

1574 Bilde d^2

1575 Speichere das Zwischenergebnis "e" auf den Speicherplatz 980

1576 Ziehe die Wurzel aus "c"

usw. ....

So könnte ein Rechenprogramm aussehen. Natürlich schreibt man die Rechenbefehle in der Praxis nicht so hin, wie wir es hier getan haben, sondern verwendet Abkürzungen und Symbole. Die Befehle werden später durch Zahlen verschlüsselt, so daß sie dann der Rechenautomat "verstehen" kann. Das Programm wird in den Rechner eingegeben und gespeichert. Jeder Rechenbefehl kommt auf einen Speicherplatz. In unserem Beispiel würde der erste Befehl auf den Speicherplatz Nummer 1573 kommen. Der erste Befehl hat also die Adresse 1573 usw. Auf Grund seiner Adresse kann der entsprechende Programmschritt zu jeder Zeit im Speicher gefunden und gelesen werden. Bei der Adresse 1575 in unserem Beispiel wird ein Zwischenergebnis auf "980" abgespeichert. (Die Zahlen sind willkürlich gewählt!)

Das Dualzahlensystem:

Als nächstes wollen wir kennenlernen, wie die Daten in eine EDVA eingegeben werden können. Dazu muß man wissen, daß ein Rechner nicht mit den uns geläufigen, dezimalen Zahlen rechnet, sondern dazu Dualzahlen verwendet. Im Zehnersystem haben wir zunächst die Ziffern 0 bis 9. Außerdem ist noch der Stellenwert zu unterscheiden, also Einer, Zehner usw.
Im Dualzahlensystem existieren nur zwei verschiedene Ziffern, die durch die Symbole 0 und L bezeichnet werden (Binärzeichen).

Die Stellenwerte werden nicht durch Zehnerpotenzen sondern durch die Potenzen von 2 bestimmt. Bekanntlich ist

$2^0 = 1$		$2^3 = 8$		
$2^1 = 2$		$2^4 = 16$		
$2^2 = 4$		$2^5 = 32$	usw.	

Aus dem eben gesagten lassen sich die Zahlen von 0 bis 9 im Dualsystem wie folgt darstellen:

0	0000	5	0L0L
1	000L	6	0LL0
2	00L0	7	0LLL
3	00LL	8	L000
4	0L00	9	L00L

Die erste Stelle <u>rechts</u> hat den Wert 2^0, die zweite 2^1 usw. 7 ist daher die Summe aus $0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$ $= 0 + 4 + 2 + 1 = 7$. Der entsprechende Stellenwert wird durch ein L symbolisiert. (Man nimmt deshalb L und nicht 1, um Verwechslungen mit den Dezimalziffern auszuschließen). Die obige Kombination aus 4 binären Zahlen heißt <u>Tetrade.</u>

Zusammenfassung: Mit der Kombination aller möglichen Varianten von Binärzeichen in einer Tetrade können die Zahlen 0 bis 15 dargestellt werden (15 ≙ LLLL). Die Stellenwerte der Ziffern innerhalb einer Dualzahl werden durch die Potenzen von 2 bestimmt.

Kontrollfragen:

Wenn Sie den Stoff bis zu dieser Stelle gut durchdacht haben, müßten Sie folgende Fragen sofort beantworten können:

(1) Wozu dient ein Flußbild?

(2) Was ist eine Adresse?

(3) Wie werden Dezimalzahlen dual verschlüsselt?

Als Vorbereitung auf den nächsten Teil könnten Sie sich schon überlegen, welche physikalische Bedeutung hinter der dualen Verschlüsselung stehen könnte. Denken Sie z. B. an impulsförmigen Strom!

Ergänzung 12. Klasse, Physikunterricht

Dipl.-Phys. L. Redlich

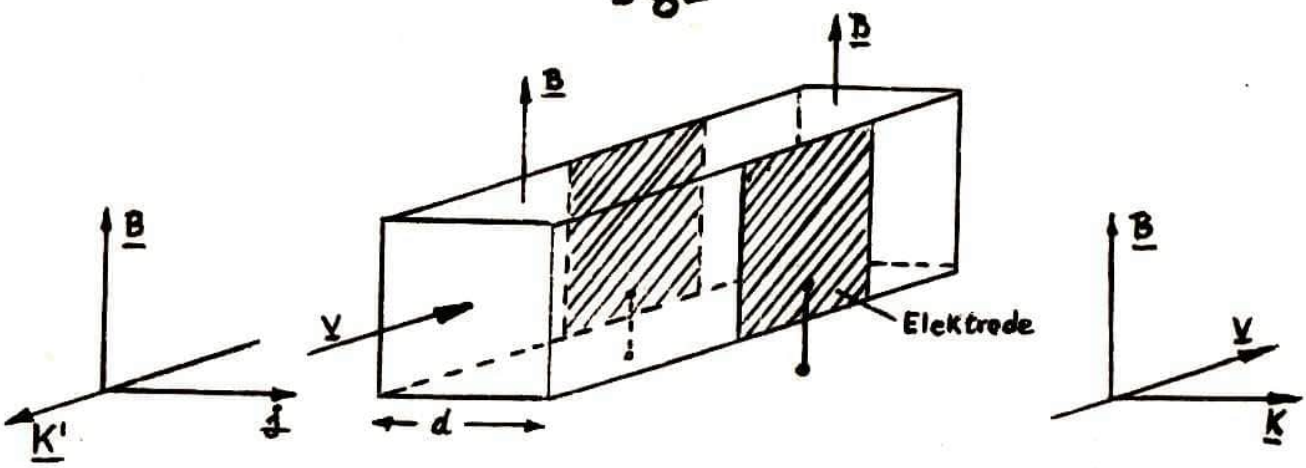
Plasmaphysik (II)

II. Einige Anwendungen der Plasmaphysik

Der ständig steigende Energiebedarf zwingt die Menschheit, konventionelle Energiequellen wesentlich rationeller auszunutzen und nach neuen Formen der Energiegewinnung zu suchen. Den plasmaphysikalischen Methoden der Energieumwandlung kommt dabei eine besonders wichtige Rolle zu. Wir wollen deshalb aus der Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten der Plasmaphysik zwei derartige Beispiele herausgreifen: den MHD-Generator und Anlagen zur gesteuerten Kernfusion.

Wir haben im I. Teil dieses Artikels wesentliche Eigenschaften eines Plasmas, u.a. sein Verhalten im homogenen Magnetfeld und seine Quasineutralität kennengelernt. Die wichtige Eigenschaft der Quasineutralität - sie erklärt die Nichtexistenz starker makroskopischer elektrischer Felder im Plasma auf Grund der guten elektrischen Leitfähigkeit - erlaubt es uns, ein Plasma im Magnetfeld auf sehr einfache und anschauliche Weise zu beschreiben. Wir können es als fluides, leitendes Medium ansehen. Die makroskopischen Beschreibungsgrößen dieser "Flüssigkeit" sind Flußgeschwindigkeit, Dichte, Druck und die sogenannte magnetische Zähigkeit. (Es ist also nicht immer nötig, die Wechselwirkungen der Teilchen untereinander zu kennen.) Die Magnetohydrodynamik oder Hydromagnetik, die Wissenschaft der makroskopischen Phänomene dieser "Plasmaflüssigkeit" gestattet es, das Prinzip des magnetohydrodynamischen Generators - kurz MHD-Generator - zu verstehen.

Ein sehr heißes, und deshalb hoch elektrisch leitfähiges Gas (Plasma) durchströmt mit großer Geschwindigkeit einen temperaturfesten Arbeitskanal. Im Kanal ist ein Magnetfeld wirksam, dessen Feldlinien senkrecht zur Strömungsrichtung verlaufen.



Schema eines MHD-Generators

Nach dem Gesetz über Ladungsträger im Magnetfeld erfahren die geladenen Teilchen des Gasstrahles eine Lorentzkraft $\underline{K} = e \cdot (\underline{v} \times \underline{B})$, die senkrecht zu ihrer Fortbewegungsrichtung (s. Bild) wirkt. Diese Kraft wird nach $\underline{K} = e \cdot \underline{E}$ durch eine induzierte Feldstärke $\underline{E}$, die sogenannte Faradayfeldstärke kompensiert. (Der gleiche Generator-Effekt tritt bei einem im homogenen Magnetfeld bewegten Leiter im Dynamo auf.) An den eingezeichneten Elektrodenplatten liegt deshalb eine Leerlaufspannung der Größe $U = E \cdot d$. Diese Spannung kann abgegriffen werden; der dann zwischen den Elektroden fließende Strom erzeugt eine weitere Kraft $\underline{K}'$ proportional zu $(\underline{j} \times \underline{B})$; $\underline{j}$ ist die Dichte des Stromflusses zwischen den Elektroden. Diese Kraft, die ebenfalls senkrecht auf $\underline{B}$ und senkrecht auf $\underline{j}$ steht, deren Kraftvektor also entgegen der Fortbewegungsrichtung des Gasstrahles zeigt, wirkt bremsend auf den Gasstrom. Nach dem Energieerhaltungssatz wird ihm dabei gerade soviel kinetische Strömungsenergie entzogen, wie sie in Form von elektrischer Energie an den äußeren Stromkreis abgegeben wird.

Bei einer Gastemperatur von 3000 °K, einer Strömungsgeschwindigkeit von 800 $m \cdot s^{-1}$, einem Magnetfeld von 3 - 5 Vs m^{-2} liegt bei einer Kanalbreite von einem Meter eine Spannung von 2 400 bis 4 000 V an den Elektroden. Bei der höchstmöglichen Leitfähigkeit des Plasmas von 10 Ω^{-1} m^{-1} ergäbe sich eine Kurzschlußstromdichte von 24 bis 40 kA pro Quadratmeter Elektrodenfläche. Damit ließe sich aus einem Kubikmeter Generatorkanal eine elektrische Leistung von 14 bis 40 MW entnehmen.

Das sowjetische Pilotkraftwerk U-25 soll eine Leistung von 25 MW erreichen. Der Durchsatz an Verbrennungsprodukten wird 50 kg s^{-1} betragen. Mit einem nachgeschalteten Dampfkreis hofft man einen Wirkungsgrad von 33 % zu erreichen.

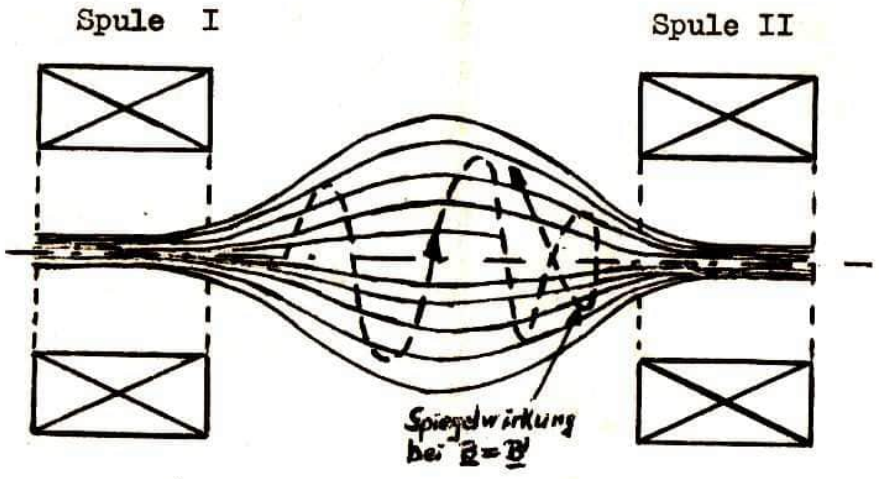
Die grobe magnetohydrodynamische Theorie versagt, sobald die Teilchen eine so hohe thermische Energie besitzen, daß sie kaum noch miteinander wechselwirken. (Die Wechselwirkung der Teilchen untereinander ist dann proportional zu $T^{-1/2}$.) Extrem heiße Plasmen sind aber unbedingt nötig, wenn die in der Wasserstoffbombe explosiv verlaufenden Kernverschmelzungsvorgänge in einer gesteuerten thermonuklearen Reaktion der Menschheit als praktisch unerschöpfliche Energiequelle zur Verfügung stehen sollen.

In derartigen Kernfusionsreaktoren müßten allerdings Plasmen mit einer Temperatur von 500 Millionen Grad und einer Ladungsträgerdichte von 10^{16} cm^{-3} mindestens 10 sec lang existieren. Keine materiellen Wände würden diesen extremen Bedingungen standhalten. Wir wissen aber, daß Ladungsträger im magnetischen Feld in ihrer Bewegung senkrecht zum Feld stark behindert sind, in Richtung der Feldlinien sich aber nach wie vor frei bewegen können. Man kann sich also magnetische Behälter denken, die ein solches Plasma aufnehmen können. Um ein Entweichen von Ladungsträgern daraus zu verhindern, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Zurückführung der magnetischen Feldlinien in sich selbst (geschlossene magnetische Behälter).

2. Benutzung der Spiegelwirkung durch Gebiete mit stark anwachsender magnetischer Feldstärke (Flasche mit magnetischen Pfropfen).

Eine solche magnetische Flasche im Schnitt mit der Bahn eines Teilchens ist im nächsten Bild zu sehen. (Die Dichte der Feldlinien an einem Ort ist direkt proportional der magnetischen Felstärke.)



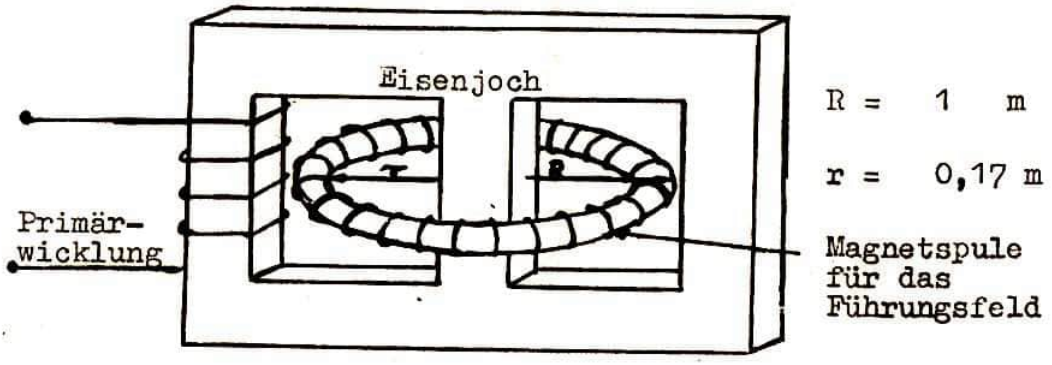
Magnetische Flasche

Die Gesamtenergie des Teilchensist $E_{kin} = m/2\ (v_{\perp}^2 + v_{\parallel}^2)$.
Beim Eindringen des Teilchens in das sich verstärkende Magnetfeld geht ein immer größerer Teil der Gesamtbewegung in die Transversalkomponente der Bewegung über. Bei einer bestimmten Feldstärke B' wird die parallele Geschwindigkeitskomponente $v_{\parallel}$ Null. Das Teilchen kann nicht weiter in das anwachsende Magnetfeld vordringen, es wird gespiegelt.

Derartige magnetische Flaschen mit einer Länge von 5 bis 20 m gibt es bereits in mehreren Laboratorien der Welt. Die geforderte Temperatur wurde erreicht, leider jedoch nicht die notwendige Ladungsträgerdichte und Einschlußzeit. Das liegt daran, daß sich die Teilchen nicht völlig unabhängig voneinander verhalten; Wechselwirkungen zwischen ihnen führen zu vielen Instabilitäten, die aber inzwischen untersucht und zu einem erheblichen Teil auch unterdrückt werden konnten.

Ein entscheidender Schritt gelang IOFFE mit der PR-5-Anlage im Kurtschatow-Institut für Atomenergie in Moskau 1963-1964. Dem Feld einer normalen Flasche mit magnetischem Pfropfen wurde ein Hilfsfeld überlagert, dessen Feldstärke bei genügend großem Abstand von der Mittelpunktsachse mit dem Radius wächst. Die Stabilität des Plasmas in der Flasche konnte dadurch wesentlich erhöht werden.

Inzwischen konzentriert sich das Interesse der Kernfusionsphysiker mehr auf geschlossene magnetische Behälter, die zwar technisch noch größere Anforderungen stellen als magnetische Flaschen, aber doch zu größeren Hoffnungen berechtigen. Als typisches Beispiel eines solchen geschlossenen magnetischen Behälters ist im nächsten Bild die TOKAMAK-Anlage zu sehen.



TOKAMAK-Anlage

In einer ringförmigen Kammer, die gleichzeitig Sekundärwicklung eines eisengeschlossenen Transformators ist, wird eine Gasentladung induziert. Die Primärstromstärke ist 60 bis 120 kA. Das Feld einer Magnetspule mit 2,5 bis 3,6 Vs m^{-2} wirkt außerdem als Führungsfeld für die geladenen Teilchen.

Die Auskoppelung der im Fusionsreaktor freiwerdenden Energie kann auf verschiedene Weise geschehen. Es ist durchaus möglich, daß die thermische Energie des Plasmas, das aus einer Lücke der magnetischen Flasche austritt, im MHD-Generator direkt in elektrische Energie umgewandelt wird.

Zukünftige, ökonomisch arbeitende Kernfusionsreaktoren müssen allerdings um vieles größer sein als die hier beschriebenen Anlagen, weil mit einem günstigeren Verhältnis von Oberfläche zu Volumen die Verluste absinken. Vielleicht wäre eine TOKAMAK-Anlage mit einem Radius von 100 m geeignet. Dazu bedarf es aber noch gewaltiger Entwicklungsarbeit. -

Leserpost

Seit ihrer Gründung im Jahre 1968 hat die Zeitschrift "impuls 68" schon sehr viel Leserpost erhalten. Neben Anfragen über das Studium der Physik und Berufsaussichten für Physiker, Chemiker und Biologen erhielten wir eine große Zahl Briefe, die sich auf fachliche Fragen beziehen. Unter letzteren sind unserer Meinung nach eine ganze Reihe, die einen größeren Leserkreis interessieren. Von diesen haben wir schon vereinzelt einige öffentlich beantwortet. Wir wollen aber zukünftig regelmäßig in jedem Heft eine Frage und die Antwort veröffentlichen. Die Rubrik "Leserpost" soll in diesem Heft mit einer Anfrage von "impuls"-Leser U. Baumann aus Dresden eröffnet werden.

Frage:

"... läßt sich in jedem Geschichtsbuch nachlesen, daß die Große Sozialistische Oktoberrevolution - ihrem Namen gemäß - in der Nacht vom 24. zum 25. 10. 1917 begann. Dagegen wird sie erst am 7. 11. jeden Jahres gefeiert. Wie kommt es zu dieser Diskrepanz?"

Unsere Antwort:

Dieser Unterschied kommt dadurch zustande, daß zum Zeitpunkt der Oktoberrevolution in Rußland noch der Julianische Kalender (benannt nach Caius Iulius Caesar) in Gebrauch war, während in den meisten anderen Ländern (seit 1917 auch in der Sowjetunion) der Gregorianische Kalender (nach Papst Gregor XIII.) benutzt wurde und wird. Die Oktoberrevolution war nach Gregorianischem Kalender am 7. 11. 1917, nach Julianischem am 25. 10. 1917.

Der Julianische Kalender wurde seinerzeit von Cäsar im Römischen Reich eingeführt. Die wissenschaftliche Beratung oblag dabei den Astronomen Sosigenes und Flavus. Sie legten das Jahr auf 365,25 Tage fest, indem nach je drei Gemeinjahren zu 365 Tagen ein Schaltjahr zu 366 Tagen folgte. Da das (tropische) Jahr aber eine Länge von

ca. 365,2422 Tagen hat, verschob sich der kalendermäßige Frühlingsanfang gegenüber der Frühlings-Tag-und Nachtgleiche pro Jahrhundert um 0,78 Tage. Im 16. Jahrhundert war die Differenz schließlich auf 10 Tage angewachsen. Daher verfügte Papst Gregor XIII. eine Kalenderreform, die vom Astronomen Lilius vorbereitet wurde. Um die erwähnte Differenz von 10 Tagen auszugleichen, ließ man dem 4. Oktober 1582 den 15. Oktober 1582 folgen. Weiterhin wurden von den Jahren mit einer vollen Jahrhundertzahl zukünftig nur diejenigen als Schaltjahre gezählt, die sich ohne Rest durch 400 teilen lassen. Das Jahr 1900 war demnach kein Schaltjahr.

Nach dieser Schaltregel umfaßt das Kalenderjahr durchschnittlich eine Länge von 365,2425 Tagen. Dies stimmt so gut mit der definitionsgemäßen Länge des Jahres überein, daß erst in 3000 Jahren eine Korrektur um einen Tag notwendig werden würde.

Der Gregorianische Kalender wurde in Deutschland offiziell 1877, in Schweden 1844 und in Rußland, wie schon bemerkt, erst nach der Oktoberrevolution eingeführt. Im Jahre 1917 war aber die Differenz zwischen Julianischem und Gregorianischen Kalender auf knapp 13 Tage angewachsen.

„impuls 68-Lexikon"

Überlagert man zwei Wellen, z.B. die Wellen, die aus den beiden Öffnungen eines Doppelspaltes heraustreten und kann man auf einem dahinter liegenden Schirm ein System von hellen und dunklen Streifen feststellen, so sagt man: die Wellen sind <u>kohärent</u>.

Ist auf dem Schirm jedoch nur ein verwaschenes kontrastloses Bild zu erkennen, so sind die beiden Lichtwellen <u>inkohärent.</u>

Der Kontrast des Streifensystems auf dem Schirm ist eine Funktion des Kohärenzgrades der Wellen. Je kohärenter die beiden Wellen sind, umso kontrastreicher ist das Interferenzbild.

Kohärenzoptik

Die Kohärenzoptik befaßt sich mit der Ausbreitung (Abbildung, Beugung) und der Überlagerung (Interferenz) von Wellenfeldern im optischen Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

Die Kohärenzoptik wuchs mit der Entwicklung und Vervollkommnung der Laserlichtquellen, weil deren Strahlung außerordentlich kohärent ist. Seitdem die Laser für den Laborbedarf verfügbar sind, ist man in der angenehmen Lage, gute Kohärenzeigenschaften der Lichtquelle verbunden zu haben mit großen Lichtleistungen. Der Laser hat gegenüber den thermischen Lichtquellen den Vorzug, daß er bei gleichen Kohärenzeigenschaften solche Lichtleistungen abgibt, mit denen es erst einmal möglich wurde zu experimentieren. Die Erzeugung von kohärentem Licht mit Hilfe von thermischen Lichtquellen (z.B. Glühbirne, Hg-Hochdrucklampe usw.) erzielt man nur durch geeignete Filter und andere optische Bauteile. Das ist jedoch immer mit einem hohen Intensitätsverlust des Lichtes verbunden.

Wie sicher bekannt ist, wird in der Optik der Begriff Kohärenz oft als "erfüllt" vorausgesetzt. So ist es in der Experimentalphysik bei der Behandlung der Beugungstheorie und der Interferometrie. Das Dilemma besteht darin, daß man die kohärente Theorie für das Experiment nicht gebrauchen kann, weil es keine ideal kohärente Lichtquelle gibt. Deshalb besteht eine wesentliche Aufgabe der Kohärenzoptik darin, eine Theorie der Teilkohärenz zu schaffen, mit der man in der Lage ist, die experimentell gewonnenen Ergebnisse zu beschreiben. Diese Theorie der Teilkohärenz ist deshalb wichtig, weil es im Experiment die beiden Grenzfälle von vollständiger Kohärenz bzw. Inkohärenz nicht gibt.

U. Schorcht - Sektion Chemie -

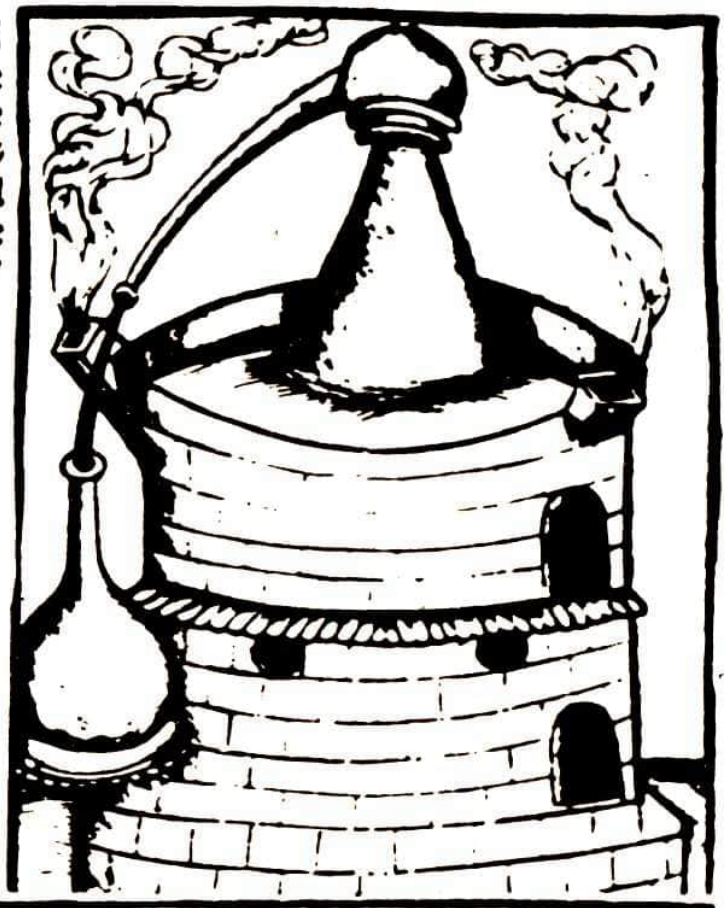
Die Geschichte der Chemie

Der Name Chemie geht zurück auf das griechische Wort "chyma", das übersetzt Metallguß bedeutet. Die Anfänge der Kenntnis chemischer Vorgänge reichen bis in die Urgesellschaft zurück. Feuer ermöglichte das Brennen von Ton und die Gewinnung von Metallen. Die Vergärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten und die Essigbereitung waren ebenfalls bereits im Altertum bekannt. Kupfer wurde schon etwa 5000 v.u.Z., Eisen 2500 v.u.Z. und Bronze etwa 3000 v.u.Z. hergestellt. Weiterhin war die Darstellung von Heil- und Schönheitsmitteln bekannt. Vom 5. Jahrhundert v.u.Z. an begann man mit dem spekulativen Suchen nach dem "Stein der Weisen" und dem "großen Elixier". Das zentrale Problem der Alchimie war die Erzeugung von Gold aus unedlen Metallen beziehungsweise die Herstellung des sogenannten "Steines der Weisen", mit dessen Hilfe man angeblich Gold erhalten, langes Leben erwirken und viele weitere Wünsche erfüllen könnte. Allerdings wandte sich die Alchimie auch praktischen Dingen zu, so zum Beispiel der Reinigung von Metallen, der Herstellung von Farben und Lacken und anderen praxisbetonten Bedürfnissen.

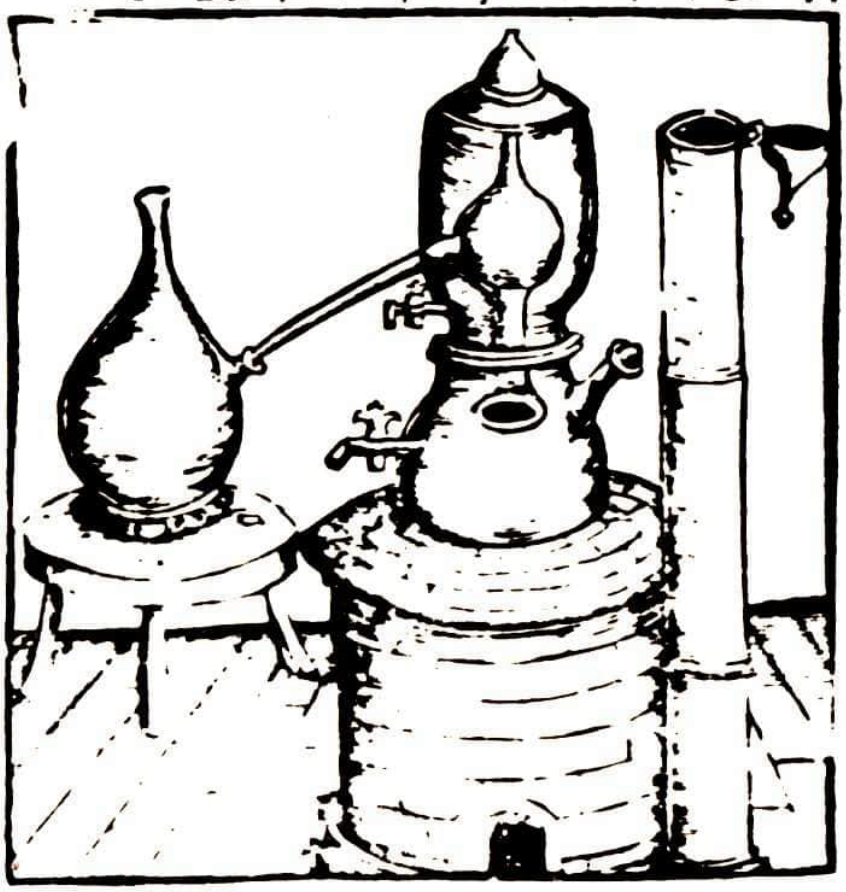
Erste theoretische Verallgemeinerungen sind aus dem 5. bis 3. Jahrhundert v.u.Z. von den Griechen bekannt. Besonders bedeutend für die spätere Wissenschaft ist die atomistische Theorie von Leukipp, von Milet und Demokrit, die davon ausgingen, daß die Welt aus unendlich kleinen, nicht weiter zerlegbaren Teilchen (a-tomos) besteht. Empodokles legte die Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer fest. In der Renaissance war man bestrebt, die chemischen Kenntnisse für praktische Zwecke zu nutzen. Es entstand die Iatro-Chemie. Sie ging davon aus, das

alle Vorgänge im Körper chemischer Natur sind. Krankheiten im Körper führten sie auf ein Mißverhältnis der drei Grundstoffe Schwefel, Quecksilber und Salz zurück. Als ihre Aufgabe betrachteten sie deshalb Stoffe zu finden, die diese Mißverhältnisse regulieren. Hauptvertreter war Paracelsus (1493-1541). In dieser Zeit entstand auch der erste Lehrstuhl der Chemie (1609 in Marburg). Auf der Grundlage der wachsenden Produktivkräfte entwickelte sich eine Schicht von Gelehrten, die die überlieferten chemischen Kenntnisse kritisch überprüften. R. Boyle (1627-1691) wies die Fehler der alten Elementenlehre nach und begann, die chemischen Vorgänge zu deuten. G.E. Stahl (1659-1734) stellte zum ersten Male die wechselseitige Beziehung zwischen Oxidation und Reduktion dar und deutete die Reduktion mit dem hypothetischen "Phlogiston". Die Arbeiten von Lomonossow (1711-1765) und Laovisier (1743-1794) brachten diese Lehre zum Sturz. Es wurde nachgewiesen, daß die Verbrennung eine Vereinigung mit Sauerstoff ist. Aus diesen Erkenntnissen entwickelte sich dann auch die richtige Definition des chemischen Elementes. Es entstand die erste chemische Nomenklatur. Die Entwicklung führte zu der Entdeckung des Gesetzes der konstanten und multiplen Proportionen und zur Begründung der Stöchiometrie. Dalton stellt 1804 eine neue Atomtheorie auf, die davon ausging, daß jedem Element ein bestimmtes Atomgewicht zuzuordnen ist und welche die chemische Reaktion als Folge der Vereinigung und Trennung dieser Atome erklärte. Weitere besondere Verdienste erwarben sich Berzeling (1779-1848) mit der Entdeckung neuer Elemente und Gay-Lussac mit der Entdeckung des Volumengesetzes. In der Aufstellung des Periodensystems der Elemente durch Mendelejew (1834-1907) und Meyer (1830-1895), das die Periodizität der Eigenschaften der Elemente (nach steigendem Atomgewicht) zeigte und auf Grund dieser

Du ſolt ouch haben gemein ofen/der in man diſtillie ren mag/durch eſchen/ſand/oder waſſer geſetzt per cineres diſtil- latorium/oder per arenam diſtil latorium/oder in balneum marie der nach cappelli in ofen ſtond/ der figur alſo iſt.



Dar nach ſol- in haben ein ofen/ den mã nent balneum ma rie/denn anderen. In dem man gemeinklich wein brennt ſol vff das der vberfluß der hitzen in dem gebrannten wein vertrieben ſunder mit tigkeit vñ ſanfft vff ge brant wird/vff das du bald der wane zů dem ein wert ein vermegc haſt. der figur alſo iſt.



Darstellung einer mittelalterlichen Alkoholdestillation

Stellung eine exakte Aussage über das chemische Verhalten gab, fand die neue Atomtheorie ihre Bestätigung. Wesentliche Fortschritte in der anorganischen Chemie wurden durch die Komplexchemie nach der Koordinationslehre von A. Werner (1866–1919) um 1900 erreicht. (Ebenso durch das Gebiet der Festkörperreaktionen seit 1915). Mit Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelte sich der Zweig der organischen Chemie. 1828 gelang F. Wöhler die Synthese des Harnstoffes aus anorganischen Ausgangsstoffen. Sie hatte einen entscheidenden Anteil daran, daß die Lebenskrafttheorie (sie erklärte die Darstellung von pflanzlichen und tierischen Stoffen im Labor für unmöglich) widerlegt werden konnte. In der folgenden Zeit entstanden viele technische Darstellungsmöglichkeiten von praktisch wichtigen Stoffen. Den künstlichen Darstellungen von Kautschuk, Plasten und Faserstoffen stand nun nichts mehr im Wege. Die entstehende physikalische Chemie vermochte die empirisch gefundenen Tatsachen theoretisch zu begründen. Weiterhin entstanden neue Gebiete wie chemische Atomistik, Reaktionskinetik und Kolloidchemie. Die wellenmechanische Deutung des Atoms führte zu einem besseren Verständnis und Berechenbarkeit chemischer Reaktionen.

Die Aufgabe der heutigen modernen Chemie besteht neben der Klärung von speziellen Problemen besonders darin, chemische Vorgänge und Stoffe zu berechnen um vor der Anwendung in der Praxis den Ablauf der chemischen Reaktionen genau voraussagen zu können.

Vorbemerkungen zu dem nachfolgenden Artikel:

Trotz der erheblichen Länge dieses Artikels haben wir uns entschlossen, ihn im Zusammenhang zu veröffentlichen. Die sehr interessante Problematik rechtfertigt unseren Entschluß. Wir hoffen damit, den Leser einen kleinen Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet geben zu können und wünschen, daß er sich von der Länge des Beitrages nicht abschrecken läßt.

Dr. K. Richter

Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig

Forschungsstelle Tierphysiologie Jena

Die Erregungsübertragung im Nervensystem

Es ist heute jedem einigermaßen aufgeklärten Menschen bekannt, daß in einem Telefonnetz zwischen den Teilnehmern und der Zentrale und zwischen den einzelnen Teilnehmern keine kontinuierlichen Verbindungen bestehen. Es sind sowohl konstruktiv als auch funktionell zahlreiche Schaltstellen eingebaut, so daß das gesamte Netz aus einer Vielzahl von Untereinheiten besteht. Die gleichen Verhältnisse liegen im gesamten Nervensystem vor. Jede einzelne Nervenzelle (= Neuron) bildet mit den Dendriten und Axonen eine solche morphologische und funktionelle Einheit, die von der benachbarten getrennt ist. An ganz spezifischen und hochorganisierten Stellen des Neurons sind sowohl morphologisch als auch funktionell ausgezeichnete Kommunikationsmöglichkeiten ausgebildet, an denen nach komplizierten Prinzipien Informationsübertragungen möglich sind. Derartige Kontaktstellen heißen Synapsen. Diese heute selbstverständliche Grundtatsache war am Ende des 19. Jahrhunderts Gegenstand lebhaftesten Meinungsstreites, in dessen Verlauf der Begriff der "Synapse" durch SHERRINGTON (1897) geschaffen wurde. Eine Klärung der damit verbundenen grundsätzlichen Problematik über Wesen und Funktion der Synapse war aber in den folgenden 50 Jahren auf Grund der zur Verfügung stehenden mangelhaften Untersuchungstechniken kaum möglich. Erst nach Einführung der Elektronenmikroskopie und der Mikroelektrophysiologie konnten echte Fortschritte erzielt werden. Heute ist die "Synaptologie" zum zentralen Gebiet bei der Bearbeitung der Fragen der Informationsaufnahme, -übertragung und -speicherung im Nervensystem geworden.

Das Problem der Erregungsübertragung an den Synapsen läßt sich am besten mit einem Experiment umreißen. An einem geeigneten Präparat einer solchen Synapse läßt sich zu beiden Seiten der Kontaktstelle (an der <u>präsynaptischen</u> und an der <u>postsynaptischen</u> Seite) mittels Mikroelektroden die elektrische Aktivität der Nerven registrieren (Abb. 1).

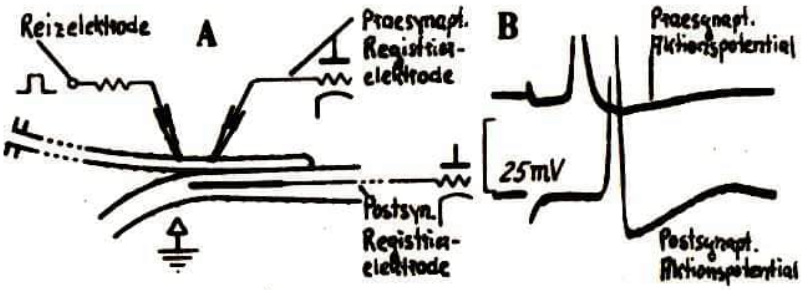


Abb. 1 A) Versuchsanordnung zur Registrierung prä- und postsynaptischer Potentiale an einer Synapse

B) Synaptische Verzögerung zwischen prä- und postsynaptischem Aktionspotential

Meist ist es dazu nötig, das präsynaptische Ende anzuregen. Diese Stimulation löst als nervöse Reaktion ein Aktionspotential auf der präsynaptischen Seite aus. Auf der postsynaptischen Seite erscheint das Aktionspotential mit einer geringen zeitlichen Verzögerung gegenüber dem Aktionspotential auf der präsynaptischen Seite. Diese synaptische Verzögerung ist Ausdruck der bei der Erregungsübertragung von der prä- auf die postsynaptische Seite ablaufenden Vorgänge. Sie beträgt im Zentralnervensystem 0,5 ms, im vegetativen Nervensystem 2-3 ms. Zur Klärung der während dieser Zeit ablaufenden Vorgänge ist es erforderlich, die Struktur der Synapse zu kennen.

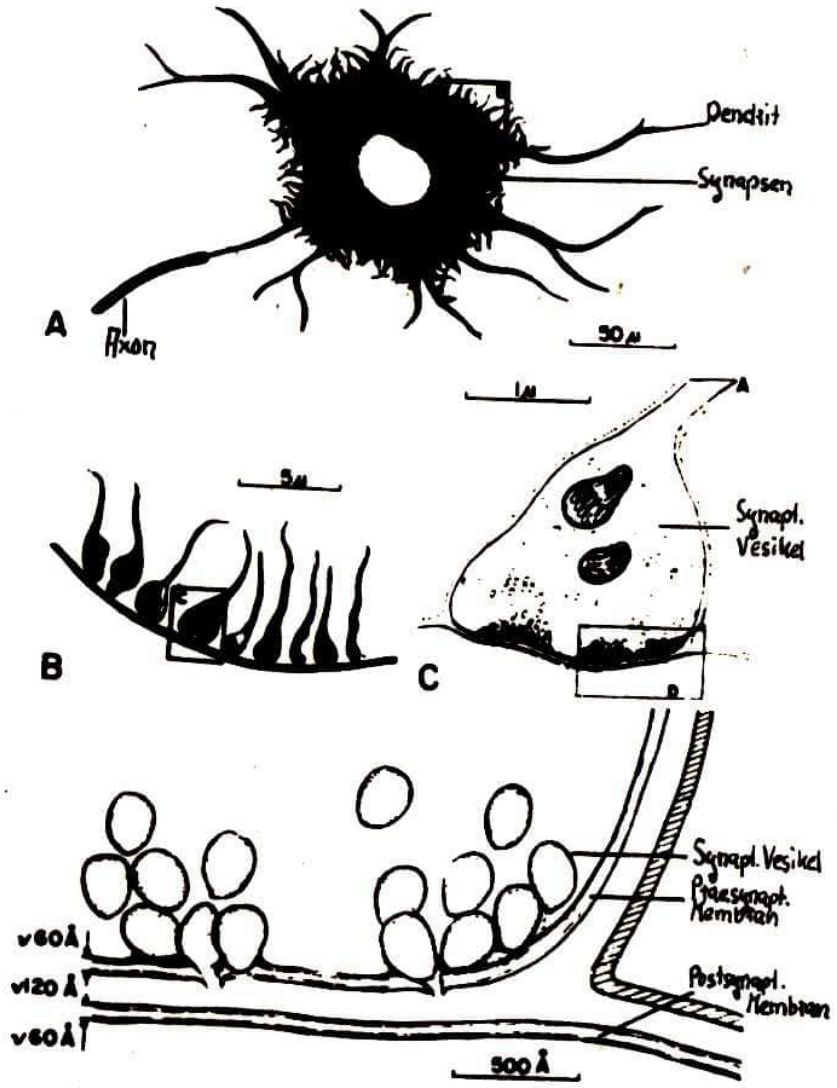


Abb. 2 Strukturen der Synapsen in verschiedenen Vergrößerungsstufen

Die Membran der in Kontakt tretenden Nerven nähern sich im Bereich einer Synapse bis auf eine Distanz von 100 bis 200 Å. Zu beiden Seiten dieses so entstehenden Spaltes bilden sowohl der präsynaptische als unter Umständen auch der postsynaptische Nerv häufig kolbenartige Auftreibungen. Innerhalb der präsynaptischen Auftreibung

sind bläschenförmige Einschlüsse, synaptische Vesikel, verschiedener Größenordnungen von 300 - 3000 Å z.T. diffus verteilt, z.T. aber auch in dichten Haufen an der präsynaptischen Membran konzentriert (Abb. 2). Starke Anhäufungen von Mitochondrien auf der präsynaptischen Seite deuten auf lebhafte Stoffwechseltätigkeit hin. Die postsynaptische Seite hat an besonderen Bildungen lediglich ein dichtes faseriges Netz direkt unter der postsynaptischen Membran aufzuweisen. Dieses subsynaptische Gewebe hat in der Aufsicht ringförmige Ausbildung. Dieser allgemeine Grundtyp der Synapse ist bei allen vorkommenden zahlreichen Spezialtypen und im gesamten Tierreich verwirklicht. Man findet solche Spezialformen z.B. in der Retina, wo auf engem Raum mehrere Nervenzellen in Kontakt treten müssen oder auch an den Nervenendplatten der Muskeln und in vegetativen Ganglien. In der Regel hat jedes Neuron eine sehr große Anzahl solcher Synapsen auf seiner Oberfläche und vor allem die Neurone des Zentralnervensystems sind völlig bedeckt mit Synapsen (Abb. 3).

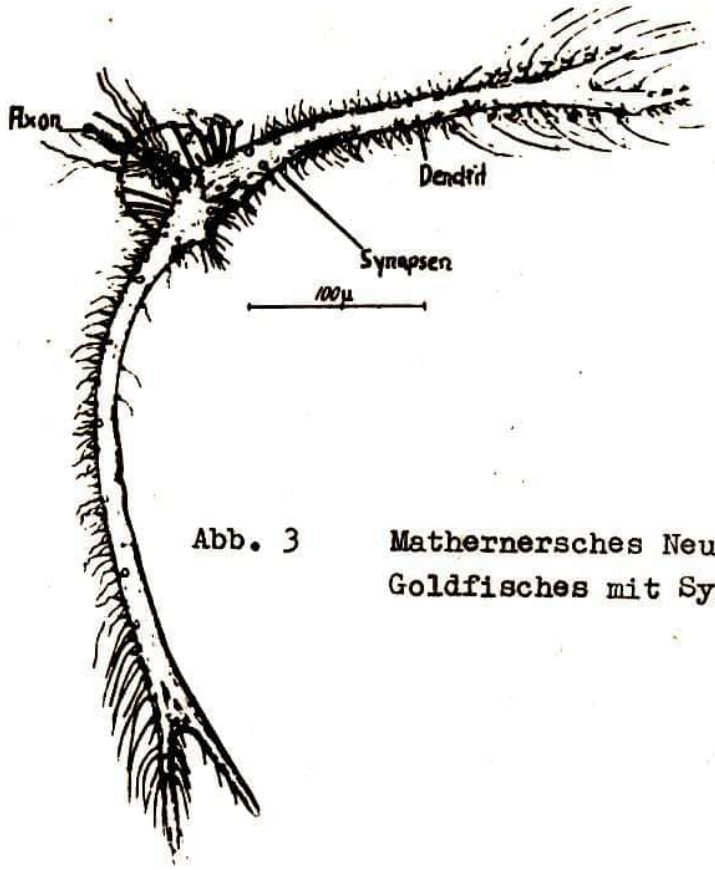
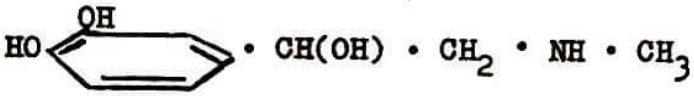


Abb. 3 Mathernersches Neuron aus dem Gehirn des Goldfisches mit Synapsen auf der Oberfläche

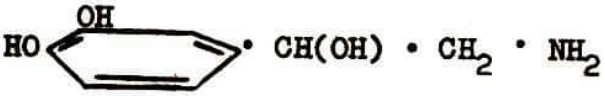
Die weitaus größte Zahl der vorkommenden Synapsen arbeitet nach dem Prinzip der chemischen Erregungsübertragung. Dazu sind Botenstoffe (Neurotransmitter) erforderlich, die in den bereits erwähnten synaptischen Vesikeln vorliegen. Die Produktionsorte für diese Substanzen liegen im Cytoplasma der Nervenzelle. In Vesikeln gespeichert, werden diese Substanzen in den präsynaptischen Bereich transportiert. Auf eine Nervenerregung, die in Form der bereits erwähnten Aktionspotentiale an der präsynaptischen Membran eintrifft, werden die Vesikel an der präsynaptischen Membran angehäuft und sie entleeren auf bisher noch nicht befriedigend geklärte Weise die in ihnen enthaltene Transmittersubstanz in den synaptischen Spalt. Die Substanz diffundiert durch den Spalt hindurch und bewirkt an der postsynaptischen Membran eine Veränderung der Permeabilität für einwertige Ionen (vor allem Na^+), wodurch eine Depolarisation der Membran stattfindet. Die Depolarisation gipfelt in einem fortgeleiteten Aktionspotential in dem postsynaptischen Nerven, womit die Erregungsübertragung ihren Abschluß gefunden hat. Dieser gesamte eben beschriebene Vorgang benötigt die als synaptische Verzögerung in Erscheinung tretende Zeit.

Die Transmittersubstanz wird sofort nach ihrer Wirkung von spezifischen hochaktiven Fermenten abgebaut. Außer solchen hier eben geschilderten Synapsen die Erregungen übertragen (exzitatorische Synapsen) gibt es auch solche, an denen eine im präsynaptischen Ende eintreffende Erregung im postsynaptischen Ende eine Hemmung auslöst (inhibitorische Synapse). Durch die Integration der Aktionen der beiden Synapsentypen in gemeinsame Funktionszusammenhänge ist eine sinnvolle Arbeit des gesamten Nervensystems gewährleistet. Als Transmitter sind eine Reihe verschiedener chemischer Verbindungen bekannt geworden.

$CH_3 \cdot CO \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 \cdot OH$ Acetylcholin

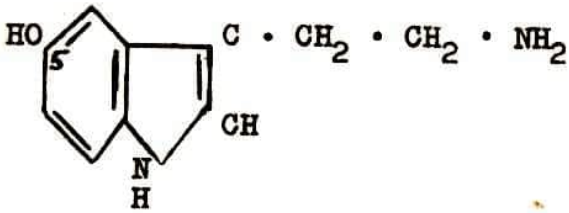


Adrenalin



Noradrenalin

$H_2N \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO_2H$ β -Aminobuttersäure



5-Hydroxytryptamin

Abb. 4

Fortsetzung nächste Seite

Wir bitten unsere Leser bis spätestens 31.12.1970 den Abonnementbetrag per Zahlkarte an uns zu entrichten oder auf das Konto 4472-39-2981 bei der Kreissparkasse Jena zu überweisen.

Wahrscheinlich existieren aber noch weit mehr als bisher bekannt sind. In allen motorischen Nervenfasern und in einem Teil von Nervenfasern des vegetativen Nervensystems wirkt Acetylcholin. Das Molekül ist relativ klein und demzufolge sind auch die Vesikel, die Acetylcholin enthalten, die kleinsten (Durchmesser 300 Å). Es wird von der im synaptischen Spalt vorliegenden Acetylcholinesterase inaktiviert. Interessanterweise kann der gleiche Transmitter Acetylcholin an bestimmten Synapsen aber auch eine inhibitorische Wirkung entfalten, was z.B. für Neurone im Zentralnervensystem der Schnecken typisch ist. Andere Transmitter sind z.B. Adrenalin, Noradrenalin und andere Katechinamine mit exzitatorischer Wirkung im vegetativen Nervensystem. Bei wirbellosen Tieren wirkt 5-Hydroxytryptamin (= 5-Ht, Serotonin, Enteramin) sowohl exzitatorisch als auch inhibitorisch. Ein allgemein vorkommender inhibitorischer Transmitter ist β - Aminobuttersäure.

Viele mit dem Problem der Erregungsübertragung zusammenhängende Fragen sind noch unaufgeklärt. Es wird im Weltmaßstab sehr intensiv auf diesem Gebiete gearbeitet und man wird in den nächsten Jahren noch viele wichtige Kenntnisse dazu erwarten können.

Flache Bildröhre

Eine flache "Bildröhre" wurde in Japan entwickelt:

Auf einer $BaTiO_3$-Schicht befindet sich eine Schicht aus ZnS. Auf beiden Schichten liegen mehrere durchsichtige Folien. Wird nun die Schicht im Schnittpunkt von 1 mm x 0,75 mm erregt, so leuchtet das ZnS schwach auf. Um diese "Bildröhre" anzusteuern sind allerdings 8600 Bauelemente erforderlich. Deshalb macht erst die Ausführung in integrierter Schaltungstechnik die serienmäßige Herstellung möglich.

Ergänzung zum Physikunterricht, 11. Klasse
G. Marquardt, 2. Studj.
W. Carius, 5. Studj.
Sektion Physik

Kinetische Gastheorie (Teil II)

Zur Wiederholung:

1. Wie lautet das Boyle-Mariottesche-Gesetz?
2. Was wird mit diesem Gesetz ausgesagt?
3. Für welche Gase ist es streng gültig?

Wichtige Begriffe:

Molwärme: Zur Erhöhung der Temperatur eines Mols eines Stoffes um 1 Grad nötige Energiemenge.

Mol: Stoffmenge, die etwa $6 \cdot 10^{23}$ gleichartige Moleküle enthält.

Freiheitsgrad: Allgemeine Bewegungsmöglichkeit im allgemeinsten Sinne eines physikalischen Systems.

Zahl der Freiheitsgrade: Zahl der unabhängigen Parameter, die nötig und hinreichend sind, um jede mögliche Veränderung, insbesondere der Energie, des gegebenen physikalischen Systems beschreiben zu können. Als Parameter können z. B. die physikalischen Größen: Lagekoordinaten, Impulskoordinaten, Druck, Temperatur, Spannung u. a. auftreten.

Festkörper: Stofflicher Körper, dessen atomare Bausteine in einer festen Ordnung in einem Kristallgitter angeordnet sind.

Im vorigen Artikel wurde das Boyle-Mariottesche-Gesetz hergeleitet. Heute wollen wir unsere damaligen Ergebnisse zur Bestimmung der Molwärmen von Gasen und Festkörpern verwenden.

Der Zusammenhang von Temperatur und mechanischer Energetik

Das Boyle-Mariottesche-Gesetz lautet:

$$\text{(I)} \quad pV = \frac{2}{3} N \frac{m}{2} \bar{v}^2$$

(Symbolik siehe vorigen Artikel)

Wir schreiben die Gleichung auf 1 Mol des Gases um:

$$\text{(2)} \quad pV_{mol} = \frac{2}{3} N_{mol} \frac{m}{2} \bar{v}^2 = \frac{2}{3} L \frac{m}{2} \bar{v}^2$$

Mit $N_{mol} = L \approx 6 \cdot 10^{23}$ Moleküle/Mol (L = Loschmidtsche Zahl)
Vergleich mit der allgemeinen Gasgleichung für ideale Gase:

(3) $pV_{mol} = RT$ (ideale Gasgleichung mit $R = 8{,}3 \cdot 10^7 \frac{erg}{Grad \cdot Mol}$ der allgemeinen Gaskonstante. Die linken Seiten der Gleichungen (2) und (3) sind gleich,
daraus folgt.:

(4) $$\boxed{\frac{m}{2} v^{-2} = \frac{3}{2} \frac{R}{L} T = \frac{3}{2} kT}$$

$k = \frac{R}{L} \approx 1{,}38 \cdot 10^{-16}$ erg/Grad; k = Boltzmannkonstante.

Dieses Ergenis fassen wir zu folgender Aussage zusammen:
Die mittlere kinetische Energie der Translation eines Gasmoleküls beträgt $\frac{3}{2} kT$ oder auf ein Mol bezogen ist $\frac{E_{kin}}{Mol} = \frac{3}{2} RT$. Bei Temperaturerhöhung eines Mols des idealen Gases um 1 Grad, muß man die Energie $\frac{3}{2} R$ zuführen, das heißt, $\frac{3}{2} R$ ist gleich der Molwärme des Gases bei konstanten Volumen, C_v genannt. Es ist üblich, in der Wärmetheorie mit besonderen Energieeinheiten zu rechnen:
$4{,}185 \cdot 10^7$ erg entsprechen einer Kalorie, der thermodynamischen Energieeinheit.
Wir erhalten als Resultat:

(5) $$\boxed{C_v = \frac{3}{2} R \approx 3 \cdot \frac{8{,}3}{2} \cdot 10^7 \frac{erg}{Grad \cdot Mol} \approx 3 \frac{cal}{Mol \cdot Grad}}$$

Vergleich mit experimentellen Ergebnissen

gem. Wert von $\left[\frac{cal}{Mol \cdot Grad}\right]$		Zahl der Freiheitsgr. Translat.	Rotat.	gesamt	theoretischer Wert
He	3,015	3	0	3	3
Ar	3,07	3	0	3	3
N_2	4,88	3	2	5	5
H_2	4,86	3	2	5	5
O_2	5,02	3	2	5	5
CO	4,97	3	2	5	5
CO_2	6,79	3	3	6	6 oder größer 6
N_2O	7,14	3	3	6	6 oder größer 6
NH_3	6,83	3	3	6	6 oder größer 6
CH_2	6,5	3	3	6	6 oder größer 6

Die Tabelle zeigt, daß die Voraussage nur für die einatomigen Gase zutrifft. Für zweiatomige Gase liegt der Wert von c_v um ca. 2 cal/Grad · Mol höher, für mehratomige Gase ist der Wert von c_v noch größer. Wir werden zur Deutung dieser Erscheinung einen weiteren Satz der Statistik benötigen.

Der Gleichverteilungssatz

Für unser Gasmodell (siehe Teil I) galt:

$$(4) \quad \frac{m}{2}\bar{v}^2 = \frac{3}{2}kT$$

$\bar{v}^2$ wird in seine kartesischen Komponenten zerlegt.
Es gilt dann:

$$\bar{v}^2 = \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2$$

Daraus folgt:

$$(7) \quad \boxed{\frac{m}{2}\bar{v}_x^2 = \frac{m}{2}\bar{v}_y^2 = \frac{m}{2}\bar{v}_z^2 = \frac{1}{3}\frac{m}{2}\bar{v}^2 = \frac{1}{2}kT}$$

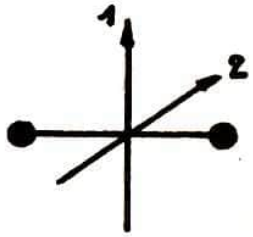
Die mittlere kinetische Energie pro Freiheitsgrad beträgt $\frac{1}{2}kT$.

Als Freiheitsgrad bezeichnet man einen frei wählearen physikalischen Parameter. Die Zahl der Freiheitsgrade der Translation für einen Massenpunkt im Raum ist gleich 3, zur Definition seiner Lage benötigt man 3 voneinander unabhängige Koordinaten, ein Punkt auf einer Ebene besitzt 2 Freiheitsgrade, nämlich eine x- und eine y-Koordinate. Den Begriff des Freiheitsgrades dehnen wir auch auf Rotations- und Schwingungsbewegungen aus. Diese Erweiterung wollen wir nicht beweisen, sie ist experimentell gesichert.

Die Molwärme der mehratomigen Gase

Ein ausgedehnter, starrer Körper besitzt nach dem obigen zusätzlich zu seinen Translationsfreiheitsgraden 3 Freiheitsgrade der Rotation. Zur Bestimmung der Molwärmen der Gase müssen also die Freiheitsgrade von Translation und Rotation abgezählt werden. Einem einatomigen Molekül schreiben wir keinen Rotationsfreiheitsgrad zu. Damit ist unser

richtiges Ergebnis von c_v für einatomige Gase bestätigt. Zweiatomigen Molekülen müssen wir 2 Rotationsfreiheitsgrade zuordnen. Ein zweiatomiges Molekül stellen wir uns



als eine Hantel vor. Die möglichen Rotationsachsen sind eingezeichnet, die Rotation um die Verbindungsachse der Moleküle gibt keinen Beitrag, da die zu dieser Achse senkrechte Ausdehnung ebenso klein ist, wie bei einem einzelnem Atom. Oder anders ausgedrückt: Das Trägheitsmoment des Moleküls zu dieser Verbindungsachse ist gegenüber den anderen Trägheitsmomenten gering.
Bei mehratomigen Molekülen kommt zusätzlich ein dritter Rotationsfreiheitsgrad hinzu. Das würde einen c_v-Wert von ca. 6 cal/Grad Mol ergeben. Neben Rotationsbewegungen und Translationen treten bei mehratomigen Molekülen immer zusätzlich noch Schwingungen der Molekülatome gegeneinander auf. Das verursacht höhere Werte von c_v, d. h. c_v 6 cal/Grad Mol. Eine Abschätzung des Beitrages der Schwingungsbewegung auf die Molwärme ist im Rahmen dieser einfachen Theorie nicht möglich.

Die Molwärme der Festkörper

Zum Abschluß noch die Anwendung dieser "Theorie" auf Festkörper. Im Festkörper schwingen die Atome im Kristallgitter um ihre Ruhelage. Sie haben 3 Freiheitsgrade der Translation, da sie in jeder beliebigen Richtung aus ihrem Ruhestand ausgelenkt werden können. Jedem Atom wird pro Freiheitsgrad die mittlere kinetische Energie $\frac{1}{2}$ kT zugeordnet. Das bedeutet, daß ein Atom insgesamt die mittlere kinetische Energie $\frac{3}{2}$ kT besitzt.
Bei einer Schwinung ist allgemein $\overline{E}_{kin} = \overline{E}_{pot}$ (siehe Aufgabe). Wenn dem Festkörper Energie zugeführt wird, so erhöht sich auch die mittlere potentielle Energie seiner Atome. Ein Atom hat die mittlere potentielle Energie $\frac{3}{2}$ kT. Somit erhalten wir für die mittlere Gesamtenergie pro Atom: $\overline{E}_{pot} = \overline{E}_{kin} = 2 \cdot \frac{3}{2}$ kT, bzw. für ein Mol = $\frac{6}{2}$ RT. Das ergibt eine Molwärme von 6 cal/Grad Mol, was sich wieder in guter Übereinstimmung

mit den experimentell beobachteten Werten befindet. Diese Aussage ist bekannt als Dulong-Petitsche-Regel.
Wir hoffen, daß Sie an diesem Artikel sehen konnten, mit welch einfachen und allgemeinen Überlegungen es möglich ist, doch recht weitgehende, spezielle Aussagen zu treffen.

Titelblatt:

Die Abbildung zeigt den Plan zu einer "Taschenbatterie", der von Volta (1745 - 1827) entworfen wurde.

Rückseite:

Die Gravierung stellt ein astronomisches Gerät (Äquatorial) dar, mit dessen Hilfe der Astronom, Mathematiker und Physiker Olaf Römer (1644 - 1710) wichtige Himmelsuntersuchungen anstellte. Nachdem die grundlegenden Erkenntnisse von Kopernikus und Kepler bekannt waren, wurde in der Astronomie die Ansicht vertreten, daß es nun nichts Wesentliches zu erforschen gäbe. Alles, was scheinbar noch zu tun bliebe, ist mehr oder weniger eine Überprüfungsarbeit, d.h. eine Geduldsarbeit hinsichtlich der Einzelheiten. Römer prüfte zum Beispiel die Richtigkeit der Keplerschen Gesetze hinsichtlich der Jupitermonde. Er trug mit Geduld und Regelmäßigkeit Tag für Tag und Jahr für Jahr sorgfältige Beobachtungen zusammen. Die Aufgabe wäre leicht zu lösen gewesen, wenn da nicht beim Durchgang der Jupitermonde durch den Schattenkegel dieses Planeten Unregelmäßigkeiten aufgetreten wären. Sehr bald kommt Römer zu der Überzeugung, daß diese Unregelmäßigkeiten nicht auf Irrtümern innerhalb der Beobachtung beruhen, sondern darin begründet sind, daß sich das Licht mit einer endlichen Geschwindigkeit im Raum ausbreitet. Er bestimmt die Geschwindigkeit schon ziemlich genau auf 300 000 km/sec.

Die Entdeckung der Lichtgeschwindigkeit ist für die Physik von immenser Bedeutung. Mit der Entwicklung der Quanten- und Relativitätstheorie erscheint die Lichtgeschwindigkeit als einer der "Grundfelsen" der Physik.

Übrigens verdanken wir Römer auch noch die Einführung des Meridiankreises in der Astronomie.

Kurz berichtet

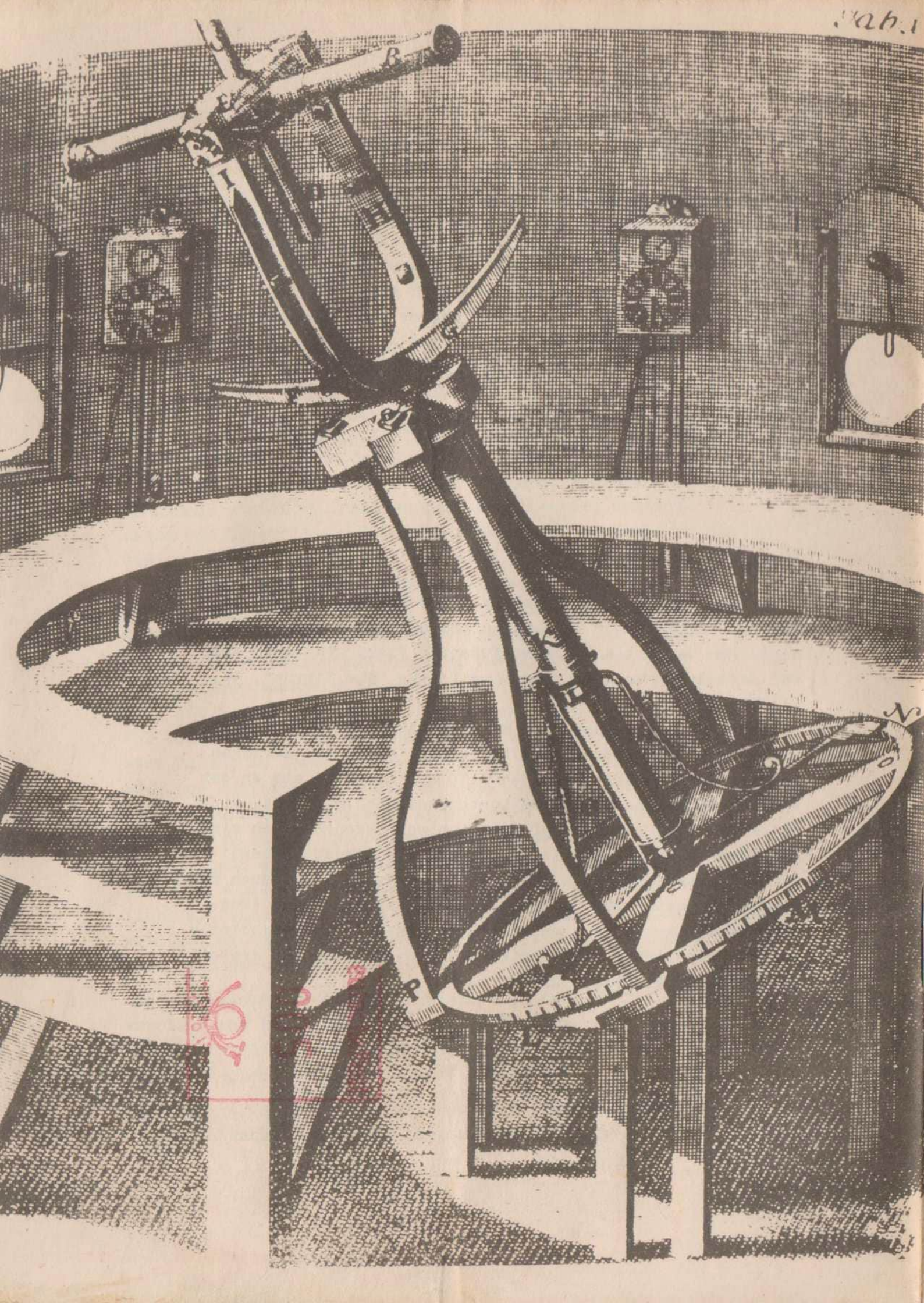
Raumsonde zu Kometen

Wie in Sterne und Weltraum, 9, 169 (1970), mitgeteilt wird, planen eine IIT- und eine ESRO-Gruppe Experimente, bei denen eine interplanetare Sonde in einen Kometen geschossen werden soll. Als Objekte wurden aus wissenschaftlichen und technischen Gesichtspunkten die beiden periodischen Kometen d-Arrest (Mission 1976) und Books 2 (Mission 1973) näher ins Auge gefaßt. Die Sonden sollen weitere Aufschlüsse über die Physik der Kometen und deren Wechselwirkung mit dem interplanetaren Plasma liefern.

Venus bewohnbar?

Sowjetische und amerikanische Wissenschaftler beschäftigen sich seit kurzer Zeit mit einem auf Ideen des amerikanischen Gelehrten C. Sagan fußenden Plan, die Venus für den Menschen bewohnbar zu machen (siehe "Die Sterne", 46, 143 (1970)).

Dazu müßten Raumtransporter mehrere tausend Tonnen Blaualgen in der Venus-Atmosphäre aussetzen. Unter den dortigen Bedingungen (Temperatur 400-500 °C und Druck 20 atm an der Oberfläche, Atmosphärenhauptbestandteil Kohlendioxid, auch Stickstoff und Wasserdampf merklich vorhanden) würden sich die Algen äußerst schnell vermehren. Sie würden Kohlendioxid und Wasserdampf in Sauerstoff umsetzen, wobei auch die Temperatur unter 100 °C sinkt. Gemäß Prof. Martynow (Moskau) müßte nach etwa tausend Jahren das meiste Kohlendioxid durch Sauerstoff ersetzt sein, und dann könnten die ersten Menschen auf die Venus übersiedeln.


A
B
E
F
I
P
N
O
R

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 3

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

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

Redaktion: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)
Dr. K. Jupe, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, J. Reiche, R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann.

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.
Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.
Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981
Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt **Seite**

Unterernährung 3
EDV (III) 5
Wir experimentieren 9
Laser 13
Acetylen 20
Marsmonde 23
Bohrsches Atommodell 25
Leserpost 29
impuls 68 — Lexikon 30
Neues auf dem Büchermarkt 31

Hoffmann, Hüber, Ernst / Sektion Biologie

Jede Sekunde stirbt heute auf der Erde ein Mensch an den Folgen der Unterernährung

Voraussetzung zum Verständnis dieses Artikels ist es, die Perspektive der Entwicklung der bestehenden Gesellschaften in einer Gesellschaft zu sehen, die von Unterdrückung und Ausbeutung befreit ist, die frei aller materiellen Sorgen lebt.

Im Folgenden soll der Versuch gemacht werden, einen Überblick über die Nahrungsgüterproduktion (NGP) und die im Zusammenhang mit dem Phänomen der "Bevölkerungsexplosion" auftretenden Schwierigkeiten zu geben.

Gehen wir davon aus, daß uns der Frieden durch gemeinsamen Kampf erhalten bleibt, verdoppelt sich die Zahl der Menschen in den letzten dreißig Jahren unseres Jahrtausends auf unserem Planeten. - Und die Zahl der Hungernden, heute schon 50% der Weltbevölkerung?

Gegenwärtig entfallen auf jeden Kopf der Menschheit 5 ha festes Land und 10 ha Wasserfläche. An sich eine beachtliche Zahl, nur werden von der Landfläche 0,4 ha je Kopf ackerbaulich genutzt, das sind 8%. Die Ausnutzung des Wassers zur NGP läßt noch mehr zu wünschen übrig.

Nun ist zwar etwas über die Quantität der Bodenausnutzung, nicht aber über deren Qualität gesagt worden. Von dieser oben erwähnten Ackerfläche werden noch heute rund 95% mit Geräten bearbeitet, wie sie vor 500 Jahren Mode waren. Die Erträge entsprechen den Methoden, sind also unzureichend. Etwas günstiger gestaltet sich dieses Verhältnis auf das Wasser bezogen, nur tragen Fische in den seltensten Fällen einen Sender auf dem Rücken, der ihre genauen Standortkoordinaten funkt.

Was damit gesagt werden soll ist nicht das, daß der Mensch keine Möglichkeit hat, die NGP zu steigern, auf gar keinen Fall. Nein, hätten nur unsere Ahnen die Hälfte des Geistes,

des Fleißes und des Kapitals auf die Fortentwicklung der Menschheit investiert, die sie zu deren Vernichtung verwendeten, der vor Jahrzehnten erreichte Zustand ist unsin seinen Ausmaßen heute nicht einmal im Traume vorstellbar.

Bleiben wir bei den Tatsachen!

Bei Einführung modernster, heute schon in den führenden Ländern angewendeten Techniken und bei voller Ausnutzung der ackerbaulich nutzbaren Oberfläche ließe sich die NGP theoretisch verachtzigfachen.

Wie groß kann erst die Steigerung der Produktion werden, wenn neue Techniken und neue Nahrungsquellen ausgenutzt werden? Andeutungsweise sein nur zielgerichtete Verbesserungen des Erbmaterials in Keimzellen, die zu völlig veränderten Ertragsverhältnissen bzw. sogar völlig neuen Arten führen können, oder die Herstellung von synthetischen Nahrungsmitteln auf der Basis dafür bisher nicht nutzbarer Rohstoffe durch Anwendung der Mikrobiologie, Biochemie und Biophysik und nicht zuletzt die Anwendung der Erkenntnisse der Raumfahrt genannt.

Wie hieß es Anfangs: Verdoppelt sich die Zahl der Menschen ... auf unserem Planeten. - Und die Zahl der Hungernden...?

Von den 8 Millionen Menschen, die in Bulgarien leben, sind 426 über 100 Jahre alt. Bulgarien steht damit an 1. Stelle in Europa mit der relativen Anzahl von Hundertjährigen. Diese kommen hauptsächlich von großen Familien mit 4 bis 9 Kindern. 58% der über 100-jährigen sind Frauen.

Dipl.-Phys. H.-D. lähnig

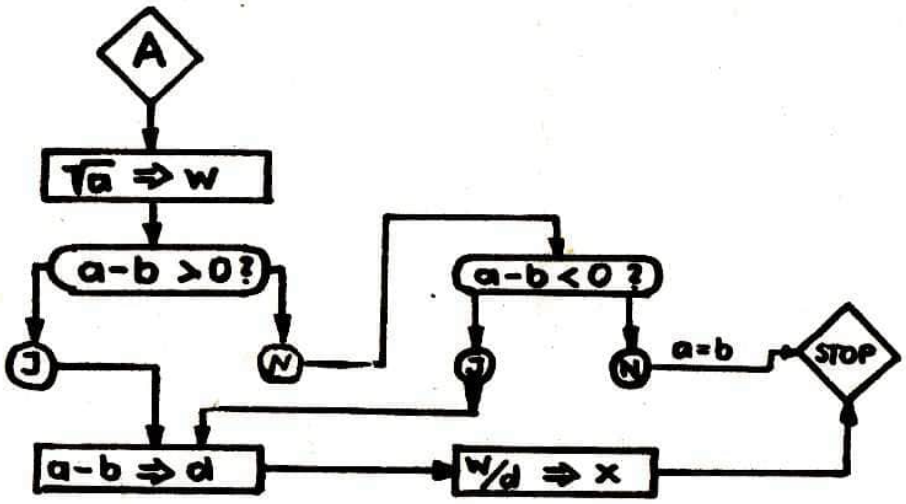
Elektronische Datenverarbeitung (Teil 3)

1. Na, da wollen wir mal . . .

sehen, ob Sie das Flußbild aus der gestellten Aufgabe im Teil 2 richtig aufgezeichnet haben.

Aufg.: $x = \frac{\sqrt{a}}{a-b}$ a, b beliebig

Das Flußbild kann z. B. wie folgt aussehen:



Wir mußten bei dieser Aufgabe nur darauf achten, daß nicht durch Null dividiert wird (a = b).

2. Die Eingabe von Programmen und Zahlen

Im letzten Teil wurde das Dualzahlensystem eingeführt, ohne eine eigentliche Begründung des Zweckes anzugeben. Wir werden in diesem und nächsten Teil verstehen lernen, warum ein Rechner mit Dualzahlen arbeiten kann. Zur Erinnerung: Das Rechenprogramm ist die Arbeitsanweisung für den Rechner. Alle Programmbefehle werden in einer bestimmten Weise verschlüsselt und auf einen Datenträger, z. B. eine Lochkarte oder einen Lochstreifen aufgebracht. Ein Loch würde ein L und "kein" Loch eine 0 darstellen.

Abb. 1 zeigt uns einen Ausschnitt aus einem Lochstreifen.

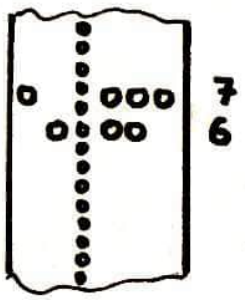


Abb. 1

Die erste Reihe stellt die Zahl 7 dar. Normalerweise hat so ein Lochstreifen 8 Bahnen (8 Kanäle), von denen uns zunächst nur die ersten vier (von rechts) interessieren sollen. Der Lochstreifen wird in den Lochstreifenleser eingegeben. Die in der Mitte eingezeichnete Perforierung ermöglicht den Vorschub ähnlich wie bei einem Film.
Im Lochstreifenleser wird der Lochstreifen dann abgetastet. Das kann auf verschiedene Art und Weise geschehen, z. B. durch Bürsten, die durch die Löcher durchgreifen und dadurch einen Kontakt auslösen können. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Lochstreifen (oder auch die Lochkarte) von der einen Seite aus zu beleuchten und auf der anderen Photozellen anzubringen, die bei jedem Loch einen Stromimpuls erzeugen.
Wir sehen also, daß das Binärzeichen "L" im Rechner durch "einen" und "O" durch "keinen" Stromimpuls dargestellt werden kann. Das ist ein Grund dafür, warum der Rechner mit Dualzahlen arbeitet.
Selbstverständlich gibt es noch andere Möglichkeiten der Eingabe, aber darauf soll später eingegangen werden. Wichtig ist, daß die Informationen stets in eine Folge von Stromimpulsen umgewandelt werden müssen, egal ob die Eingabe optisch, akustisch oder mechanisch erfolgte.

3. Der interne Transport

Im Rechner werden die von den Eingabegeräten kommenden Impulse standardisiert, das heißt, sie erhalten etwa die gleiche Form und Größe. Außerdem müssen sie von Zeit zu Zeit verstärkt werden, da j^ der Transport in den Leitungen nicht verlustlos erfolgt. So ein Stromimpuls ist rechteckförmig (Abb. 2) und hat bei "L" z. B. die Höhe von - 12 V, bei "O" ≈ + 0,3 V. Dadurch ist gewährleistet, daß "L" und "O" voneinander unterschieden werden kann.

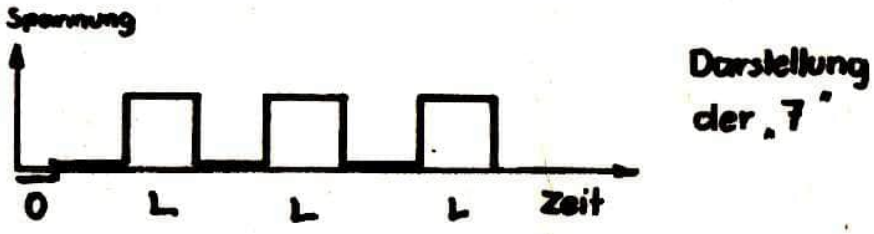


Abb. 2

Diese Impulse breiten sich selbstverständlich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Der Transport von Zahlen im Rechner dürfte daher kaum Zeit in Anspruch nehmen. Dem ist aber nicht so! Schnelle Rechner führen mehrere Millionen Rechenoperationen in der Sekunde (!) aus. Die zurückgelegten Transportwege sind dann in dieser Zeit viele Kilometer lang. Der Impuls legt aber in 10^{-9} sec. (1 nsec.) nur ≈ 30 cm zurück. Um solche hohe Rechengeschwindigkeiten zu erreichen, müssen aber die zu verarbeitenden Informationen so schnell wie möglich im Hauptspeicher gefunden und von dort z. B. in den eigentlich rechnenden Teil eines Rechners, (das Rechenwerk) transportiert und anschließend Ergebnisse wieder im Hauptspeicher abgespeichert werden. Daher entsteht die Forderung zur Erhöhung von Rechengeschwindigkeiten - Rechenautomaten so klein wie möglich zu bauen, um die Transportwege und die dadurch entstehenden Transportzeiten zu verkürzen.

Diese Forderung hat u. a. die Elektronik dazu bewegt, Bauelemente und ganze Baugruppen sehr klein zu bauen, sie zu miniaturisieren. Darauf soll aber später in einem gesonderten Artikel eingegangen werden.

4. Nachdem Sie sich ...

bereits 3 Artikel lang mit den Grundlagen der EDV beschäftigt haben, soll diese Mühe auch honoriert werden. Zwar können wir keine Zensuren austeilen (das wollen wir auch nicht!), dafür soll sie aber ein echter Computer-"Scherz" entlohnen.

Ein Rechner wird gefragt, welche von zwei Uhren wohl die bessere sei. Uhr A ist völlig kaputt und Uhr B geht pro Tag 6 Stunden vor. Der Computer rechnet und rechnet ... schließlich druckt er aus: Uhr A. Großes Rätselraten, wieso gerade Uhr A. Rückfrage an den Rechner. Antwort: Uhr B zeigt nur aller 2 Tage die richtige Uhrzeit an, Uhr A aber zweimal täglich!

Titelblatt

Erste Luftreise des Ballons von MONTGOLFIER (1740-1810).
MONTGOLFIER erzeugte Heißluft durch Verbrennen von Wolle und Stroh. Dadurch erhob sich der Ballon in die Lüfte. Am 19. September 1783 führte er dieses Experiment in Paris dem Königshaus und einer staunenden Menge vor. In der Gondel des Ballons befanden sich als erste Fluggäste ein Schaf, ein Hahn und eine Ente, die alle wohlbehalten und sanft wieder auf die Erde zurückkehrten.

Rückseite

Bildnis des KOPERNIKUS (1473-1543).
KOPERNIKUS schuf als Erster das heliozentrische Weltbild und damit wurde eine Revolution in der Astronomie und in der Physik eingeleitet.

Ergänzung zum Physikunterricht 11. Kl.

Helga lähnig
Lehrerstudentin, TH Karl-Marx-Stadt

Wir experimentieren

Wir wollen in diesem Artikel einen Versuch kennenlernen, dessen Geräte und Meßinstrumente Ihnen nicht unbekannt sind. Der Versuch, der aus dem Bereich der Wärmelehre gewählt wurde, eignet sich vorzüglich zum physikalischen Heimexperimentieren.

1. Theoretische Grundlagen

Der Begriff der Temperatur leitet sich aus der Sinneswahrnehmung ab. Er unterscheidet Zustände, die wir als warm oder kalt bezeichnen. Die physikalische Deutung des Temperaturbegriffes folgt aus den folgenden Eigenschaften der Materie: In allen Stoffen befinden sich die Moleküle im Zustand der Bewegung. Sie führen Schwingungen oder fortschreitende Bewegungen um Gleichgewichtslagen aus. Auf Grund dieser Bewegungszustände enthält jeder Körper eine bestimmte Energie, welche wir als Wärmemenge bezeichnen und die solange konstant bleibt, so lange sich die Temperatur nicht verändert.

Eine Temperaturerhöhung bewirkt eine Zunahme der inneren Energie. Die Maßeinheit für die Wärmemenge ist die Kalorie (cal). Das ist diejenige Wärmemenge, die benötigt wird, um 1g Wasser von 14,5°C auf 15,5°C zu erwärmen.

Um die Temperatur eines Körpers erhöhen zu können, muß ich ihm eine bestimmte ..... zuführen. (a)

Überlegen Sie, welchen Größen die Wärmemenge ΔQ proportional sein muß!

ΔQ ist proportional der ..... und der ....., also
$\Delta Q \sim$ ..... . (b)

Wie lautet demzufolge die Gleichung für die Wärmemenge ΔQ eines bestimmten Stoffes, wenn wir eine Proportionalitätskonstante c einführen?

$$= c \cdot \qquad (1)$$

c bezeichnet man als spezifische Wärme, die folgendermaßen angegeben wird:

$$c = \frac{cal}{g \cdot grd}$$

Schreiben Sie die spezifischen Wärmen für Wasser, Äthanol, Benzol und Silizium aus einem Tabellenbuch heraus!

Das Produkt aus spezifischer Wärme und Masse bezeichnet man als Wärmekapazität. Sie bedeutet die Anzahl von Kalorien, die man dem Körper zuführen muß, um seine Temperatur um $1^{o}C$ zu erhöhen.
Mit Hilfe unseres Versuches wollen wir die Wärmemenge ΔQ für eine bestimmte Temperaturdifferenz ΔT errechnen.

2. Versuch

2.1. Geräte und Meßinstrumente:

Gefäß mit Wasser, Thermometer, Uhr mit Sekundenzeiger, Tauchsieder.

<u>Gegebene Werte:</u>

$$m = 500\ cm^3$$

$$t_1 = 40\ sec \qquad c = 1\ \frac{cal}{g \cdot grd}$$

2.2. Versuchsdurchführung

Das Volumen, welches der Wassermenge im Gefäß entspricht, wird konstant gehalten. Die Anfangstemperatur T_o hat bei allen Messungen einen bestimmten Wert, z.B. $20^{o}C$. Mit Hilfe des Tauchsieders erwärmen wir das Wasser und lesen aller 40 sec die Temperatur T_1 ab. Zur Zeit t_1 lesen wir die Temperatur T_1, zur Zeit $2t_1$ die Temperatur T_2, usw., bei nt_1 die Temperatur T_n.

Haben Sie die Temperaturen n-mal abgelesen, so kühlen Sie das Wasser bis auf die Anfangstemperatur T_o ab. Die Ver-

suchsreihe beginnt von Neuem. Die Messungen führen wir insgesamt 5 mal aus und legen uns eine Tabelle mit den Meßergebnissen an.

Tabelle:

Versuch	T_1	T_2	...	T_n
1				
2				
3				
4				
5				

$\Delta T_1 = T_o - T_1$

$\Delta T_2 = T_o - T_2$ usw.

2.3. Auswertung der gewonnenen Ergebnisse:

Die Aufgabe besteht darin, die Wärmemenge ΔQ für Versuche 1 bis 5 stufenweise für die Temperaturdifferenzen ΔT_1, ΔT_2, ... ΔT_n auszurechnen. Sie erhalten praktisch n mal ΔQ je Versuch.

Wenn Sie ΔQ für z.B. t_1 ermitteln wollen, so müssen Sie 5 mal ΔQ ausrechnen und aus diesen 5 Ergebnissen den Mittelwert bilden. Sie werden feststellen, daß die ermittelten Werte voneinander abweichen. Damit Sie aber annähernd z.B. bei t_1 für ΔQ_{1-5} Versuch ein gutes Ergebnis erzielen, wollen wir Ihnen mittels der Fehlerrechnung zeigen, wie Sie den Mittelwert genauer als bisher errechnen können.

3. Die Fehlerrechnung:

Führt man eine Messung unter gleichen Bedingungen mehrmals durch, so wird man selten immer das gleiche Ergebnis erhalten. Die Resultate werden voneinander abweichen. Der wahre Wert ist meist unbekannt, das trifft für unser Beispiel zu, und es soll angenommen werden, daß dieser Sollwert S bekannt sei.

Die Meßwerte weichen vom Sollwert ab; sie sind mit einem Fehler behaftet.

$$\text{Fehler} = \text{Meßwert} - \text{Sollwert}$$

$$F = M - S \qquad (2)$$

Stellen Sie eine Beziehung zwischen M und S auf! Wann ist der Fehler positiv und wann negativ?
Wir unterscheiden zwischen systematischen und zufälligen Fehlern.

<u>Systematische Fehler</u> treten bei gleichen Meßbedingungen immer in gleicher Größe auf. Sie haben ihre Ursache meist in Fehlern der Meßgeräte oder der Meßanordnung.

<u>Zufällige Fehler</u> treten bei jeder Messung in verschiedener Größe auf. Sie sind subjektiv bedingt und werden z.B. durch ungenaues Ablesen verursacht.

Überlegen Sie, wo bei Ihrer Versuchsanordnung zufällige Fehler auftreten können!
Um den Einfluß zufälliger Fehler in Bezug auf die Bestimmung von ΔQ möglichst gering zu halten, nehmen Sie eine Meßreihe auf und bilden aus den einzelnen Meßwerten der Temperatur $T = M = X_i$ das arithmetische Mittel.
Für den Mittelwert gilt:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + \ldots + X_n)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n=5} X_i \qquad (3)$$

(n in unserem Beispiel 5)

Den gewonnenen Mittelwert $\bar{X}$ setzen Sie anstelle des Sollwertes S in (2) ein. Damit erhalten Sie als absoluten Fehler Δ_{Xi} [$\hat{=}$ F in (2)]

$$\Delta X_i = X_i - \bar{X} \; (i = 1,2 \ldots n) \qquad (2a)$$

Der wahre Wert der Temperatur wird durch die Größe des absoluten Fehlers beeinträchtigt.

Sie werden feststellen, daß ein Ergebnis um so zuverlässiger sein wird, je mehr Einzelmessungen dem Versuch zugrunde liegen. Führen Sie die Anzahl der Messungen sorgfältig aus, damit Sie einen annähernd genauen absoluten Fehler ermitteln können und überlegen Sie, wie man den Fehler pro Messung in Prozent angeben kann.
Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Experimentieren und Lösen der gestellten Aufgaben.

Ergänzung zum Physikunterricht 10./11.Kl.

G. Staupendahl, Forschungsstudent / Sektion Physik

Physikalische Grundlagen des Lasers

Im Hinblick darauf, daß in nächster Zeit mehrere Artikel über Anwendungen der Laser und Maser in Wissenschaft und Technik in "impuls 68" erscheinen werden, sollen hier noch einmal die wichtigsten physikalischen Grundlagen des Lasers erläutert werden. Wir lehnen uns dabei eng an den 1. Teil des Artikels "Laser und ihre Anwendungen" /Heft 1, 2. Jahrgang, (1968-69)_7 an und setzen einige Fakten aus dem Physikunterricht, insbesondere die Kenntnis des Bohrschen Atommodells und einiger Hauptbegriffe der Optik, voraus.

Wir wissen, daß der Laser eine Quelle elektromagnetischer Strahlung mit 4 bemerkenswerten Eigenschaften ist:

1.) hohe Kohärenz
2.) gute Monochromasie
3.) geringe Divergenz
4.) riesige Spitzenleistungen (bei Hochleistungslasern)

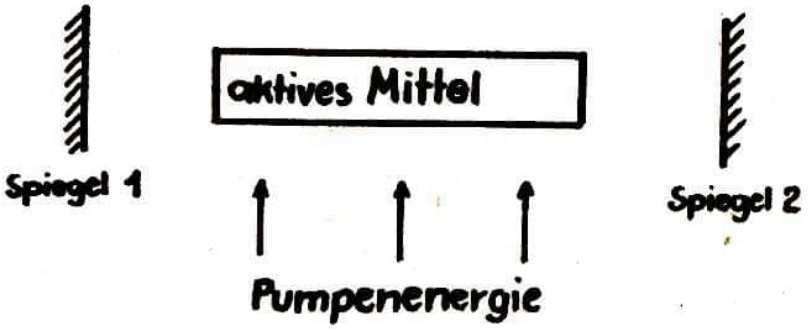


Abb. 1

Was sind nun die physikalischen Gründe dafür, daß so eine " "simple" Anordnung schon lange bekannter Bauelemente (Abb.1)

diese hervorragenden Eigenschaften besitzt, durch die sie für die gesamte Wissenschaft und Technik so außerordentlich große Bedeutung erlangte?

1. Grundbegriffe

1.1. Emission und Absorption elektromagnetischer Wellen

Bekanntlich existieren in einem Atom viele verschiedene Energieniveaus für die Elektronen. Wir wissen, daß elektromagnetische Strahlung ausgesandt wird, wenn ein Elektron von einem höheren zu einen tieferen Energieniveau übergeht. Ist die Energiedifferenz zwischen diesen Niveaus ΔE, so ist die Frequenz der ausgesandten Strahlung

(1) $$\nu = \frac{\Delta E}{h}$$ h = Plancksches Wirkungsquantum

1.1.1. Spontane Emission

Wir betrachten ein Atom, das ein Elektron in einem höheren Energiezustand besitzt. Außerdem soll dieses Atom nicht durch irgendwelche Störungen (z. B. elektromagnetische Strahlung) beeinflußt werden, es soll also von der Umwelt isoliert sein. Man kann nun quantentheoretisch berechnen, daß das Elektron nicht ewig im oberen Niveau bleibt, sondern irgendwann in den Grundzustand übergeht und dabei Licht der Frequenz $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ emittiert. Diese Erscheinung nennt man <u>spontane Emission.</u>

1.1.2. Übergangswahrscheinlichkeit

Man kann nicht sagen, wieviel Sekunden oder Minuten nach der Anregung eines bestimmten Atoms die spontane Emission erfolgt, sondern man kann nur angeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit dW dieser Übergang vom oberen Niveau n zum unteren Niveau m während eines bestimmten Zeitintervalls dt vor sich geht:

(2)
$$dW_{nm,\,spontan} = A_{nm}\,dt$$

A_{nm} ist der <u>Einsteinsche Übergangskoeffizient</u> für spontane Emission. Die mittlere Lebensdauer, d. h. die Zeitdauer, die ein Elektron im Mittel in höheren Energieniveaus bleibt, erhält man auf folgende Weise:

(3)

$$\tau_{nm} = \frac{1}{A_{nm}}$$

1.1.3. Absorption und induzierte Emission

Durch äußere Strahlung der Frequenz $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ können die Elektronen in das obere Niveau gehoben werden. Die Übergangswahrscheinlichkeit ist dabei

(4)

$$dW_{mn,Absorption} = \rho B_{mn} dt$$

ρ = Strahlungsdichte der einfallenden Strahlung

Durch elektromagnetische Wellen der gleichen Frequenz können aber auch Elektronenübergänge vom oberen zum unteren Niveau induziert werden bei einer Übergangswahrscheinlichkeit

(5) $$dW_{nm,induziert} = \rho B_{nm} dt$$

Man sieht, daß dieser Übergang, die <u>induzierte Emission,</u> ebenso wie die Absorption, von der Stärke der einfallenden Strahlung abhängt.
Bemerkenswert ist noch, daß oft $B_{mn} = B_{nm}$ gilt.

1.2. Besetzungsinversion

Wir betrachten eine sehr große Zahl N_o von Atomen oder Molekülen eines Stoffes bei normalen Temperaturen. Ohne äußere Einwirkungen stellt sich in dem Teilchensystem ein Gleichgewichtszustand ein, bei dem fast alle Teilchen im Grundzustand sind. Wieviele sich in bestimmten Energieniveaus befinden, wird durch die Boltzmann-Statistik angege-

ben. Die Zahl der Teilchen auf dem Energieniveau E ist proportional dem für die Physik außerordentlich wichtiger Ausdruck $e^{-\frac{E}{kT}}$

(6) $$N = N_0 e^{-\frac{E}{kT}}$$

Dabei bedeuten k die Boltzmannkonstante, T die absolute Temperatur und e die Eulersche Zahl (e = 2,718 ...)/siehe auch Heft 6, 3. Jahrgang (1969/70) "Die e-Funktionen und ihre physikalische Bedeutung"/.
Will man erreichen, daß ein bestimmtes höheres Niveau stark bevölkert wird, damit man dann durch induzierte Emission eine intensive Strahlung entsprechender Frequenz erhält, muß man dem Teilchensystem Energie zuführen, man muß "pumpen". Betrachten wir noch einmal Formel (6), so sehen wir, daß sich der Fall der Überbevölkerung eines oberen Niveaus, also eine Besetzungsinversion, formal ergibt, wenn man ein negatives T einsetzt. Dies ist dann die sogenannte "Inversionstemperatur".

2. Der Lasermechanismus

Wir betrachten Abb. 1 und nehmen an, daß wir bereits durch Energiezufuhr im aktiven Medium (z. B. einen Rubinstab) eine Besetzungsinversion erzielt haben (z. B. nach dem Schema der Abb. 2).

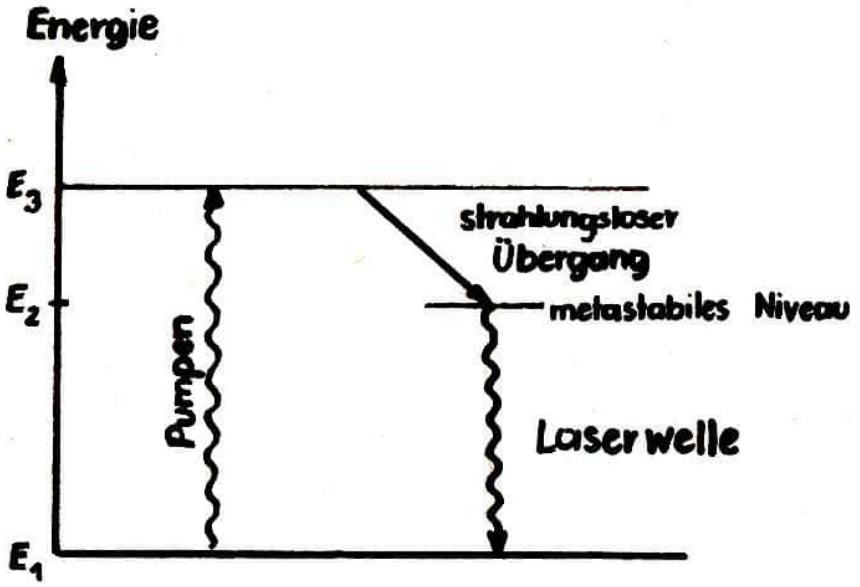


Abb. 2

Nun geht pro Zeiteinheit eine gewisse Anzahl von Teilchen durch spontane Emission von E_2 in den Grundzustand E_1 über und sendet entsprechende Strahlung aus. Ein kleiner Teil dieser Strahlung trifft senkrecht auf die Spiegel 1 und 2 und wird nun zwischen ihnen hin- und her reflektiert, da beide parallel zueinander stehen. Auf ihrem Weg durch den aktiven Stoff wechselwirkt die Strahlung mit den angeregten Teilchen und veranlaßt sie zu induzierter Emission. Dadurch wird ϱ größer und, wenn wir Gleichung (5) betrachten, dadurch wieder $W_{nm,induziert}$, ϱ wächst noch weiter usf.: Die Photonenzahl nimmt lawinenartig zu, der Laser "schwingt an". Nach kurzer Zeit stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen den Verlusten, d. h. vor allem dem Teil der Photonen, der durch den halbdurchlässigen Spiegel 2 "ausgekoppelt" wird, und dem Gewinn an Photonen durch Energiezufuhr und induzierte Emission ein. Aus diesem Mechanismus ist ersichtlich, daß praktisch die gesamte Laserstrahlung durch induzierte Emission entsteht, denn die weniger spontanen Übergänge fallen nicht ins Gewicht. Daraus ergeben sich aber schon ihre eingangs erwähnten Besonderheiten, denn für induzierte Emission gilt:

1.) Die Ausbreitungsrichtung der induzierten Welle entspricht genau der Ausbreitungsrichtung der einlaufenden Welle.
2.) Die Phase von einlaufender und induzierter Welle stehen in einer festen Beziehung zueinander.

Das bedeutet, daß die entstehende Strahlung durch die Wirkung des Resonators eine hohe Koharenz und eine geringe Divergenz besitzt.

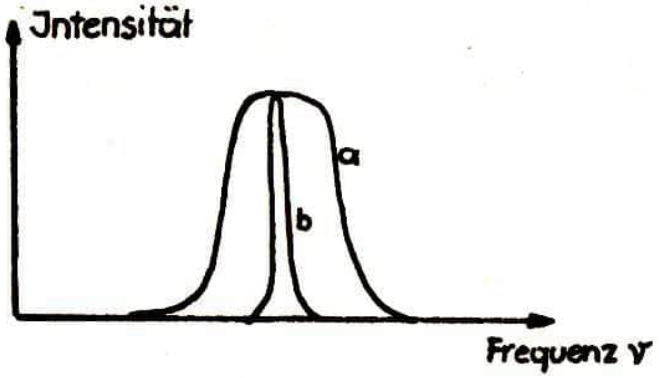
3. Linienbreite und Kohärenz

In den bisherigen Ausführungen wurde immer angenommen, daß die Energieniveaus, zwischen denen der Laserübergang stattfindet, einen ganz exakten, scharfen Wert besitzen. Dies ist aber in realen Stoffen nicht so: Erstens haben wir eine "natürliche" Unschärfe der Niveaus und zweitens wechselwirken die Atome oder Moleküle miteinander, und zwar umso stärker,

je größer ihre Dichte ist. Durch diese Wechselwirkungen werden die Energieniveaus verbreitet, relativ wenig bei dünnen Gasen und stark in Festkörpern, z. B. Rubin. Dadurch wird die abgegebene Strahlung im Spektrum nicht genau einer "Linie" $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ entsprechen, sondern sie ist etwas verbreitet, "verschmiert": $\nu \pm \delta\nu = \frac{\Delta E \pm \delta E}{h}$ wobei zu beachten ist, daß durch die Wärmebewegung der Teilchen, die an der ausgesandten Strahlung einen Dopplereffekt verursacht, außerdem noch eine Vergrößerung der Linienbreite entsteht.

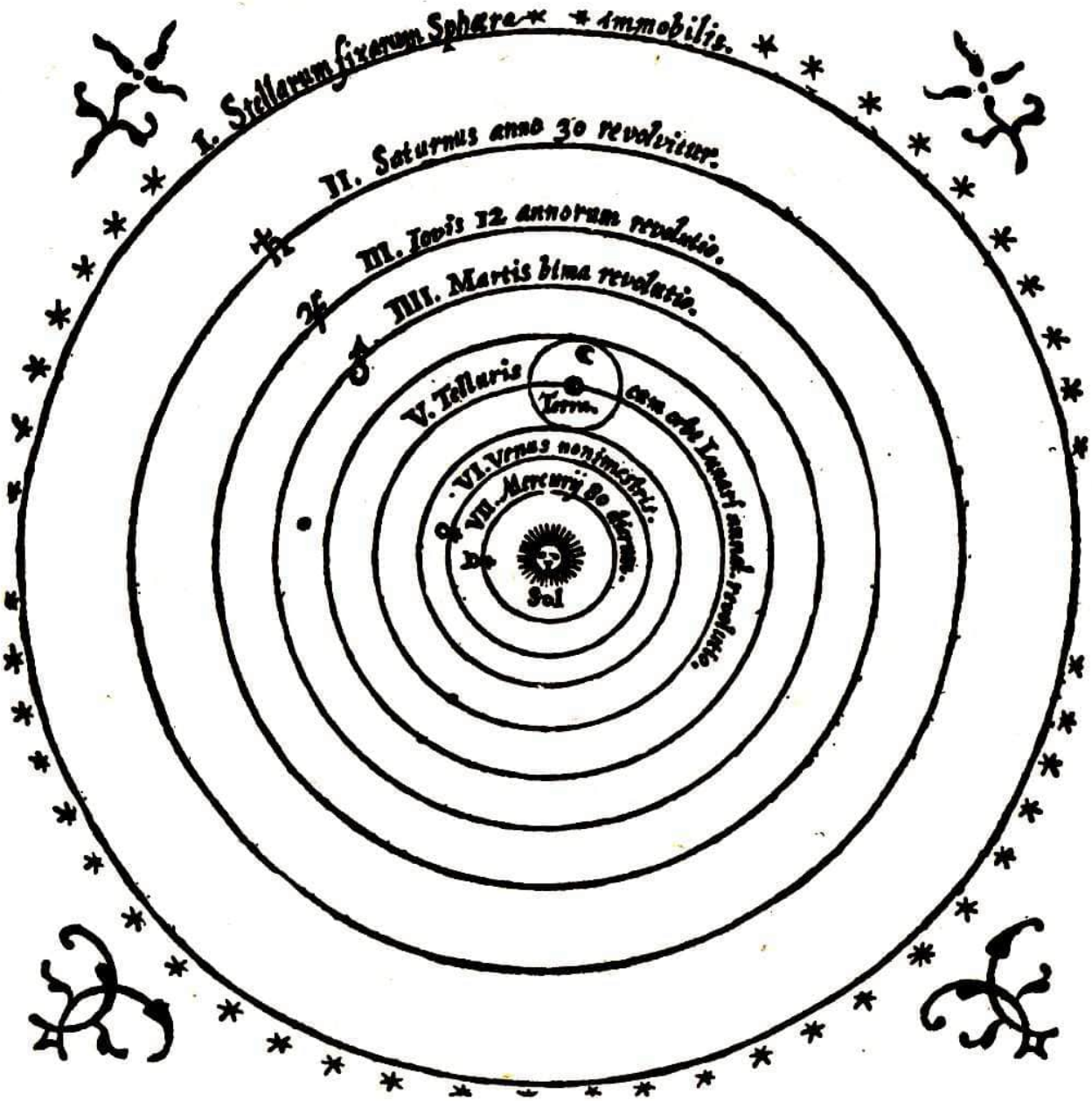
Für uns ist wichtig, daß die Kohärenzlänge einer Strahlung, das ist, anschaulich gesprochen, die Länge eines zusammenhängenden Wellenzuges, von der Linienbreite abhängt, und zwar umgekehrt proportional. Wir denken uns jetzt in Abb. 1 den Resonator weg und lassen das aktive Medium auf den Laserübergang strahlen. Wir erhalten eine Linienbreite, die der Kurve a in Abb. 3 entspricht.

Abb. 3



Setzen wir jetzt das aktive Medium in den Resonator, so erhalten wir eine bedeutend schärfere Linie (Abb. 3b), d. h. die Monochromasie wird stark verbessert und damit wegen des obigen Zusammenhanges, die Kohärenz. Die Resonatoreigenschaft, die dieser Effekt, den wir hier nicht näher erläutern können, verursacht, nennt man die "Güte".

30 anno ſuum complet circuitum. Poſt hunc Iupiter duodecennali revolutione mobilis. Deinde Mars, qui biennio circuit. Quartum in ordine annua revolutio locum obtinet, in quo terram cum orbe



Die Abbildung stellt einen Ausschnitt aus den Aufzeichnungen von KOPERNIKUS (1473-1543) dar. Es sind die Vorstellungen von KOPERNIKUS zum helivzentrischen Weltbild. Deutlich ist zu erkennen, daß er annahm, daß die Planeten sich auf Kreisbahnen bewegen, in deren Mittelpunkt die Sonne sich befindet. Weiterhin ist erkennbar, daß zur damaligen Zeit bereits 6 Planeten unseres Sonnensystems bekannt waren. Fernerhin wird kein Unterschied zwischen den inneren und äußeren Planeten gemacht.

Ergänzung zum Chemieunterricht 10. Kl.

W. Kotte
Sektion Chemie, 4. Studienjahr

Acetylen - seine Gewinnung und Reaktionsmöglichkeiten

Teil 1

1. Einleitung

Acetylen gehört zu den wichtigsten Ausgangsverbindungen der organisch-chemischen Industrie. Durch seine Dreifachbindung bieten sich die vielfältigsten Reaktionsmöglichkeiten. Diese Reaktionsmöglichkeiten finden ihren Niederschlag in dem 1936 von O. NICODEMUS aufgestellten Acetylenstammbaum.
Auf Grund der Gefährlichkeit des Acetylens wurden zunächst nur Reaktionen unter Normaldruck durchgeführt (z.B. Herstellung von Acetaldehyd und seiner Folgeprodukte).

Etwa um 1920 führte REPPE bahnbrechende Arbeiten mit Acetylen unter Druck durch. Diese Arbeiten führten auch zu einer Weiterentwicklung der technischen Apparaturen.
In den folgenden 20 Jahren entwickelte er 4 Synthesen ("REPPE-Synthesen"), die der Acetylenchemie einen neuen Aufschwung verliehen haben.

Unter den "REPPE-Synthesen" sind folgende Reaktionstypen zu verstehen:

(1) Vinylierung
(2) Äthinylierung
(3) Cyclisierung
(4) Carbonylierung

Durch diese Synthesen, die großtechnisch durchführbar sind, konnte der Anwendungsbereich des Acetylens wesentlich erweitert werden.

2. Gewinnung von Acetylen

Das klassische Verfahren zur Acetylengewinnung besteht in der Umsetzung von Calciumcarbid mit Wasser.

In der neueren Zeit stellt man Acetylen aus gesättigten Kohlenwasserstoffen her. Diese gesättigten Kohlenwasserstoffe werden von der Erdölchemie bereitgestellt.

2.1. Herstellung des Acetylens aus Calciumcarbid

Calciumcarbid entsteht bei der Reaktion von Kalk mit Kohlenstoff gemäß der Gleichung

$$CaO + 3\,C \longrightarrow CaC_2 + CO$$

Es handelt sich um eine endotherme Reaktion. Der Energiebedarf beträgt pro Mol Calciumcarbid 111,4 kcal.

Die Umsetzung von Kalk mit Koks erfolgt in einem Lichtbogenofen bei Temperaturen zwischen 1800 und 2200°C. Die Energieaufnahme eines solchen Ofens beträgt zwischen 25 und 40 MW.
Die Elektroden brennen beim Betrieb ab. Sie werden daher so gebaut, daß sie in den Ofen hineinbewegt werden können. Besonders geeignet sind dazu die "Söderberg-Elektroden". In einen Eisenblechzylinder wird eine Stampfmasse, bestehend aus Anthrazit, Koks, Teer und Pech, eingestampft. Um dem Abbrennen der Elektrode Rechnung zu tragen, wird die Masse ständig nachgesenkt und von oben neu eingestampft.
Das bei der Reaktion entstehende Kohlenmonoxid wird zur Zeit noch abgefackelt, obwohl man es einer sinnvollen und zweckmäßigen Weiterverarbeitung zuführen könnte.

Der Abstich des geschmolzenen Carbids erfolgt in Pfannen beziehungsweise Kühltrommeln. Beim Pfannenabstich muß jedoch das Carbid anschließend noch zerkleinert werden.

Zum Zwecke der Acetylenerzeugung muß das Calciumcarbid unter Stickstoff zerkleinert werden (Korngröße 0 ... 4 mm). Das Carbid wird schließlich mit Wasser versetzt und das entstehende Acetylen gegebenenfalls gereinigt.

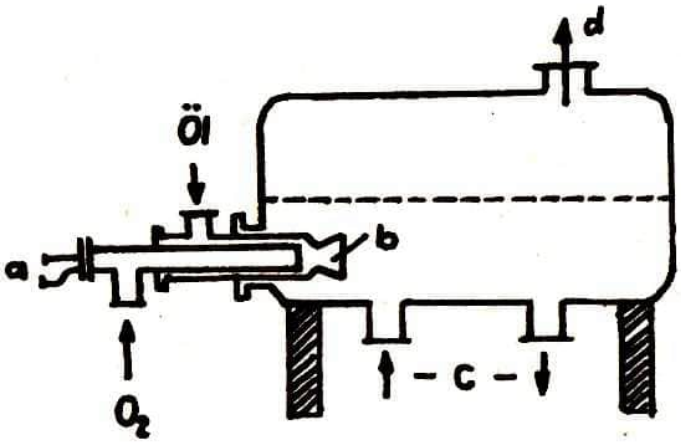
2.2. Herstellung des Acetylens aus gesättigten Kohlenwasserstoffen

Zur Herstellung von Acetylen ist praktisch jeder niedere Kohlenwasserstoff geeignet. (z.B. sowohl Methan als auch Leichtbenzin). Der Energiebedarf zur Herstellung einer Dreifachbindung ist bekanntlich sehr groß. Andererseits tritt bei extrem hohen Reaktionstemperaturen ein Zerfall des Acetylens ein.

Es ist daher erforderlich, eine solche Technologie zu haben, bei der die Verweilzeiten der Gase im Reaktor extrem klein gehalten werden können und eine schockartige Abkühlung der Endprodukte erfolgen kann.
Die Energie, die zur Herstellung einer Dreifachbindung notwendig ist, erreicht man auf den folgenden Wegen:

2.2.1. Partielle Verbrennung gesättigter Kohlenwasserstoffe unter Zumischung von Sauerstoff

Besonders bekannt ist das Tauchflammenverfahren. Eine mit Sauerstoff gespeiste Flamme taucht in einen Ölsumpf ein. Die Flamme hat an ihrer Oberfläche eine Temperatur von über 1500°C. In der Hitze wird das die Flamme umgebende Öl (Temperatur 200 ... 250°C) gecrackt. Durch die relativ niedrige Temperatur des Öles, welches im Kreislauf gefahren wird, verhindert man gleichzeitig einen Zerfall des gebildeten Acetylens.
Das Bild 1 zeigt einen Tauchflammenreaktor.



a = elektrische Zündvorrichtung
b = Reaktionsraum
c = Kreislauföl
d = Spaltgas

- Bild 1 -

2.2.2. Thermisches Cracken

Hierbei wird Wärme zugeführt, die von Hilfsbrennstoffen stammt. Dieses Verfahren wendet man vor allem dann an, wenn billige Kohlenwasserstoffe zur Verfügung stehen.

2.2.3. Elektrische Pyrolyse

Die Pyrolyse der gesättigten Kohlenwasserstoffe erfolgt hierbei im elektrischen Lichtbogen. Dieses Verfahren bietet folgende Vorteile:

(1) Man erreicht eine schnelle Erhitzung des Reaktionsgutes.

(2) Durch eine entsprechend hohe Strömgeschwindigkeit der Gase im Reaktor lassen sich kürzeste Verweilzeiten im Lichtbogen leicht realisieren.

Entdeckung der Marsmonde schon 1739?

Voltaire, wohl einer der größten Denker seiner Zeit, hat eine Vielzahl von Theaterstücken, philosophischen, historischen und naturwissenschaftlichen Abhandlungen hinterlassen. Er, der eigentlich Francais-Marie Arouet hieß und sich erst ab 1718 Voltaire nannte, kann zu den bedeutendsten geistigen Vorbereitern der französischen Revolution gezählt werden. 1694 in Paris geboren, war er die größte Zeit seines Lebens wegen seines freigeistigen Charakters und seiner schonungslosen Angriffe gegen die feudalabsolutistische Gesellschaftsformation Verfolgungen ausgesetzt. 1718 sperrte man ihn für Monate in die berüchtigte Bastille ein, mußte anschließend nach England flüchten und kehrte, von Zwischenaufenthalten abgesehen, erst 1778 wieder nach Paris zurück, wo er im selben Jahr starb.

Seine Schriften strahlen heute noch im gleichen Maße eine gehörige Portion Witz und Ironie aus, wie zu seiner Zeit. 1969 erschien im Aufbau-Verlag Berlin und Weimar eine köstliche Sammlung kleiner Romane Voltaires. So berichtet er z.B. in seiner naturphilosophischen Erzählung "Mikromegas" vom Zusammentreffen außerirdischer Lebewesen mit einigen Erdenbewohnern. Ein interessanter Auszug sei daraus angeführt: "Doch zurück zu unseren Reisenden. Nachdem sie den Jupiter verlassen hatten, durchquerten sie einen Raum von etwa hundert Millionen Meilen und kamen an dem Planeten Mars vorbei, der bekanntlich fünfmal kleiner ist als unsere kleine Erde. Sie gewahrten zwei Monde dieses Planeten, die bisher noch den Blicken unserer Astronomen entgangen sind. Ich weiß wohl, daß der Pater Castel gegen die Existenz dieser beiden Monde sogar recht ergötzlich schreiben wird, aber ich berufe mich auf diejenigen, die die Analogieschlüsse ziehen können. Diese wackeren Philosophen wissen wohl, wie schwer es dem von der Sonne so weit entfernten Mars fallen würde, ohne diese beiden Monde auszukommen ...." Diese kleine Abhandlung schrieb Voltaire im Jahre 1739. Sehen wir in einem entsprechenden Nachschlagewerk nach, müssen wir jedoch erstaunt feststellen, daß die beiden Marsmonde Phobos und Deimos erst 1877 von Hall entdeckt wurden! Immerhin haben diese Monde nur einen Durchmesser von 16 bzw. 8 km und sind damit die kleinsten der bisher bekannten Monde unserer Planeten.

Waren es nüchterne Überlegungen oder eine gefundene Gelegenheit, dem französischen Mathematiker und Physiker Louis-Bertrand Castel (1688-1757) auf diese Weise einen Seitenhieb zu verpassen?

Jä.

Lösungen zum Artikel „Wir experimentieren"

(a) Wärmemenge

(b) Masse, Temperaturdifferenz,
also

(4) $Q = c \cdot m \cdot T$

Ergänzung zum Physik/Chemieunterricht 9./10. Kl.

W. Günther

Sektion Chemie, 3. Studienjahr

Bohrsches Atommodell und Wasserstoffspektrum

Zu Beginn unseres Jahrhunderts lag eine Menge von Forschungsergebnissen über den Aufbau der Atome vor. Es war z. B. bekannt, daß der Atomkern einen Durchmesser von etwa 10^{-12} cm hat und daß der der Atome in der Größenordnung von 10^{-8} cm liegt. Man wußte über die Ladungsverhältnisse im Atom Bescheid, außerdem lag eine Reihe von Spektren vor.
Aus diesen und anderen Erkenntnissen entwickelte der englische Physiker Ernst RUTHERFORD ein Atommodell. Danach ähnelt das Atom einem Planetensystem: Der das Zentrum bildende Kern wird von den Elektronen wie die Sonne von den Planeten umkreist. Dabei besteht zwischen der Fliehkraft (des Elektrons) und der Coulombkraft ein Gleichgewicht, so daß gilt

$$\frac{m v^2}{r} - \frac{e \cdot Ze}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 0 \qquad (1)$$

(m ist die Elektronenmasse, v seine Geschwindigkeit, e die Elementarladung und Z die Kernladungszahl).

Dieses Modell läßt sich aber nicht mit der klassischen Elektrodynamik in Einklang bringen. Das den Kern umkreisende Elektron müßte, da man es als ein schwingendes System betrachten kann, laufend Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung aussenden. Dadurch würde das Elektron ständig an Geschwindigkeit verlieren und schließlich auf den Kern stürzen. Die bei diesem Prozess entstehende Strahlung muß ein kontinuierliches Spektrum liefern. Es konnte jedoch weder ein solches Spektrum noch die zu erwartende Instabilität der Atome beobachtet werden.

Im Jahre 1913 gelang es dem dänischen Physiker Niels BOHR, die Widersprüche im RUTHERFORDschen Modell zu überwinden

und eine theoretische Erklärung der Atomspektren zu geben. BOHR machte bestimmte prinzipielle Voraussetzungen (Postulate), die er zwar nicht physikalisch begründen konnte, deren Einführung sich aber als sehr zweckmäßig erwies:

1. Die Zahl der stabilen Bahnen, auf denen sich das Elektron bewegen kann, ist begrenzt. Es sind nur solche Bahnen möglich, bei denen der Bahndrehimpuls ein ganzzahliges Vielfaches von $\frac{h}{2\pi}$ ist.

$$m \cdot v \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi} \qquad (n = 1, 2, 3 \ldots)$$

(h ist die Plancksche Konstante)
Bewegt sich das Elektron auf einer derartigen Bahn, so strahlt es keine Energie ab, d. h., diese Bahn stellt einen stationären Zustand des Elektrons dar. Diese Zustände, die sich durch die Zahl n (und folglich durch ihre Energie) voneinander unterscheiden, nennt man auch Energieniveaus des Atoms.

2. Geht ein Elektron von einer Bahn auf eine höhere oder niedrigere über, so geschieht dies unter Absorption bzw. Emission von Energie. Die Frequenz der absorbierten oder emitierten Strahlung ergibt sich aus dem Energieunterschied der beiden Niveaus.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \cdot \gamma$$

(γ ist die Frequenz)

Mit Hilfe des BOHRschen Atommodells läßt sich das Spektrum des Wasserstoffatoms erklären. Das Wasserstoffatom besteht aus einem Proton, daß von einem Elektron umkreist wird und hat auf Grund seines einfachen Aufbaus ein unkompliziertes Spektrum.

Wie schon erwähnt, besteht zwischen Elektron und Kern ein Gleichgewicht, dergestalt, daß sich Fliehkraft und Coulombkraft gerade kompensieren. Geht nun das Elektron von einem Energieniveau auf ein anderes über, so muß sich nach Glei-

chung (1) der Radius der Umlaufbahn (und die Geschwindigkeit) ändern. Nach BOHR ergibt sich für den Radius

$$r = \frac{\varepsilon_0 \cdot h^2 \cdot n^2}{\pi \cdot Z \cdot e^2 \cdot m} \qquad (2)$$

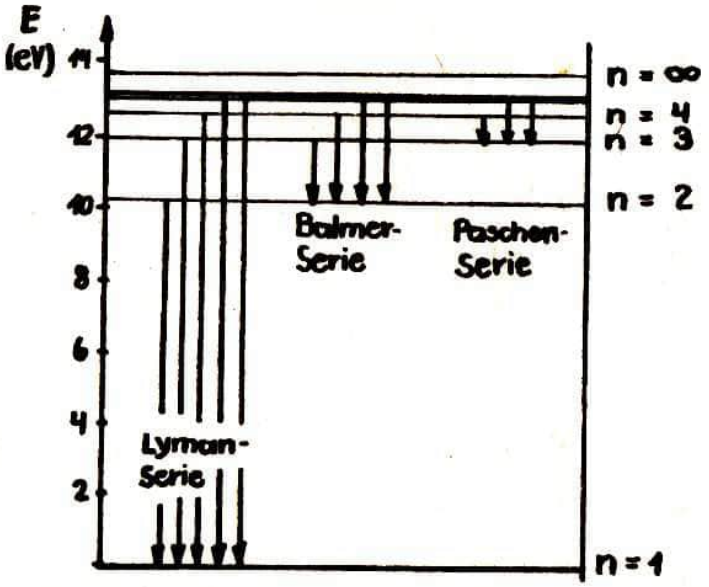
und für die Energie eines Niveaus

$$E = -\frac{Z^2 e^4 m}{8 \varepsilon_0^2 h^2 n^2} \qquad (3)$$

Da die Größen ε_0, h, Z, e, m und π Konstanten sind, hängen Radius und Energie nur von der Laufzahl n ab. Da die Größe n nur ganzzahlig auftritt, kann sich die Energie beim Übergang vom n auf das (n + 1). Niveau nur sprunghaft vergrößern (Quantelung).
Gleichung (3) gestaltet es, die Energie einzelner Niveaus zu berechnen, und nach dem 2. Postulat ist $\Delta E = h \cdot \gamma$, also kann man die Frequenzen für alle möglichen Übergänge berechnen.

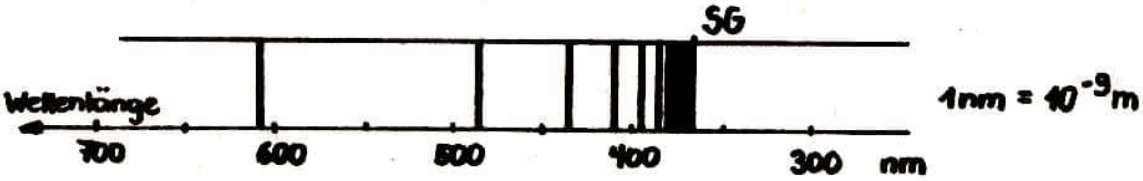
$$\Delta E = h \cdot \gamma = \frac{Z^2 e^4 m}{8 \varepsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Um die Entstehung des Spektrums zu verdeutlichen, stellt man sog. Termschemas auf. In diesen Diagrammen werden längs der Ordinate, auf der die Energie aufgetragen ist, die einzelnen Niveaus eingezeichnet. Für das H-Atom ergibt sich folgendes Termschema:



Die Energiewerte (s. Gleichung (3)) konvergieren, wenn n gegen ∞ geht, bei 13,59 eV (Ionisierungsenergie des Wasserstoffatoms).

Gehen nun Elektronen von zwei benachbarten Niveaus auf ein bestimmtes, tieferliegendes über, so liegen die Frequenzen der emitierten Strahlungen umso näher beieinander, je größer n und (n + 1) für die erwähnten benachbarten Niveaus sind. Auf diese Weise kann man sich die Entstehung der sog. Serien im Spektrum vorstellen (s. Abb.). Diese Serien sind dadurch charakterisiert, daß die Energiedifferenzen zwischen zwei Serien bedeutend größer sind als die innerhalb einer Serie. Im Spektrum sieht eine Serie folgendermaßen aus:



(Balmerserie des Wasserstoffatoms) SG = Seriengrenze

Im Wasserstoffspektrum treten mehrere Serien auf, die in verschiedenen spektralen Bereichen liegen: die Lyman-Serie im UV-Bereich, die Balmerserie im sichtbaren Teil, die Paschen-Serie im nahen Ultrarot, die Brackett-Serie und die Pfund-Serie im ferner Ultrarot.

Mit Hilfe der Bohrschen Theorie kann man neben dem Wasserstoffspektrum auch die Spektren solcher Systeme exakt beschreiben, die aus einem Z-fach positiv geladenen Kern und einem Elektron bestehen (z. B. He^{+}, Li^{2+}, Be^{3+} usw.). Um die Spektren von Mehrelektronensystemen genau zu erklären, bedarf es wesentlich umfangreicherer und komplizierterer Theorien.

Leserpost:

In diesem Artikel wollen wir auf die Frage eines unserer Leser eingehen, der wissen wollte:
"Welche Vorgänge führen zum Blattabfall im Herbst und welche Vorgänge verlaufen dabei im Blatt ab?"

Zuerst ist folgendes zu sagen. Wir unterscheiden im allgemeinen zwischen immergrünen und sommergrünen Pflanzen. Bei den immergrünen bleiben die Laubblätter über mehrere Vegetationsperioden erhalten, während sie bei den sommergrünen abgeworfen werden.

Was ist die Ursache für den jährlichen Abfall der Blätter? Die Blätter haben im Gegensatz zu dem Spross eine kurze Lebensdauer. Mit ihrer großen Oberfläche verdunsten sie ständig sehr viel Wasser. Im Winter kann es aus dem gefrorenen Boden nicht genügend ersetzt werden. Die Zellen der Blätter würden auf Grund des eingelagerten Wassers durch den Frost zerstört werden. Aber nicht nur die Zellen, sondern auch die Wasser zuführenden Gefäße, wie zum Beispiel Tracheen, Tracheiden. Deshalb wird durch starke Reduktion der traspirierenden Oberflächen ein wirksamer Transpirationsschutz erzielt und es kommt zum Abfall der Blätter.

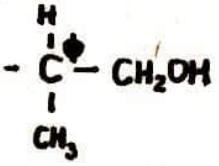
Welche Vorgänge spielen sich nun dabei im Blatt ab?
Nach Abbau und Abtransport der Inhaltsstoffe der Blätter, wird eine Schicht kleiner plasma- und stärkereicher Parenchymzellen quer durch die Basis des Blattstiels ausgebildet. Das noch lebende Blatt löst sich in der Trennzone durch Verschleimen der Mittellamellen. Die Zellen runden sich ab, was durch den Turgor bedingt ist und die Verbindung zu den Leitbahen reißt ab. Eine verkorkende Trennungsschicht bildet sich aus, die nach Abfall der Blätter als Blattnarben zu sehen ist und dann meist verholzt.
Blattabfall kann auch zu Beginn einer Trockenzeit, bei abnormen klimatischen Bedingungen, bei Pflanzenkrankheiten und bei Schädlingsbefall hervorgerufen werden.

„impuls 68"-Lexikon

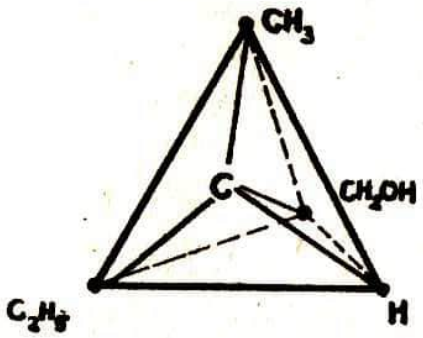
Racemate:

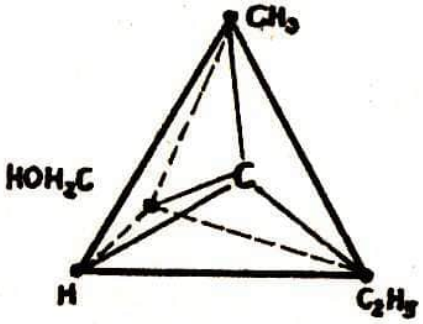
Sie findet man bei Verbindungen, die ein asymmetrisches Kohlenstoffatom besitzen. Die Atome oder Atomgruppen, die um das Kohlenstoffatom angeordnet sind, liegen nicht in einer Ebene, sondern sind tetraedrisch formiert. Stellt man ein solches Molekül räumlich dar, dann ergeben sich zwei isomere Formen:

z.B. 2 -Methylbutanol



✦ optisch aktives C-Atom





Diese beiden Formen lassen sich nicht miteinander in Dekkung bringen. Man spricht von optischen Antipoden, weil sie die Ebene des linear polarisierten Lichts zwar um den gleichen Betrag, aber in entgegengesetzter Richtung drehen.

Neben den beiden optischen Antipoden treten aber auch Gemische, die zu gleichen Teilen aus beiden Formen bestehen, auf. Sie werden Racemate genannt. Hier kompensieren sich die Links-, bzw. Rechtsdrehung und man kann keine optische Aktivität mehr feststellen.

Der Name racemisch wurde gewählt, weil dieser Effekt zuerst bei der Traubensäure = acidum racemicum gefunden wurde.

Neues auf dem Büchermarkt

Wir weisen heute auf ein Buch hin, dessen Erscheinen zwar schon drei Jahre zurückliegt, das aber sehr wertvoll ist. Eine Neuauflage ist angekündigt.

M. M a r v a n, Negative absolute Temperaturen
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft
Leipzig 1967
(66 Seiten, 10,50 M)

Dieses Buch führt bis an Probleme der modernen Thermodynamik heran, wobei Verbindungen zu anderen Gebieten (Maser, Laser) hergestellt werden. Dabei bleibt es leichtverständlich und erfordert nur elementare mathematische Hilfsmittel. Allderdings ist ein aktives Mitdenken des Lesers unerläßlich. Dieses Vordringen bis zu modernen Problemen ist möglich, indem die verwendeten Begriffe (z.B. Temperatur) sehr präzise und kritisch definiert und verwendet werden. Dabei werden viele Probleme deutlich, die bei oberflächlicher Betrachtung leicht übersehen werden.

Man gewinnt tiefere Einsichten in die physikalischen (nicht in die technischen) Probleme von Wärmekraftmaschinen und in die grundlegenden Gesetze (2. Hauptsatz der Wärmelehre).

Das Buch kann jedem interessierten Schüler sehr empfohlen werden, es ist etwa ab Ende der 9. Klasse lesbar.

NICOLAVS COPERNICVS TORNAEVS BORVSSVS MATHEMAT.
NAT. ANNO 1473 OB. 1543.

impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 4

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)
Dr. K. Jupe, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, J. Reiche, R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann.

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt

	Seite
EDV 4	3
Raman-Spektroskopie	7
Kosmische Strahlung	11
Acetylen	15
Längenmessungen mit Lasern	19
Quantenmechanik	22
Tunneleffekt	28
Wir experimentieren	29

V-14-6 6,5 5256 M 1570-70

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig

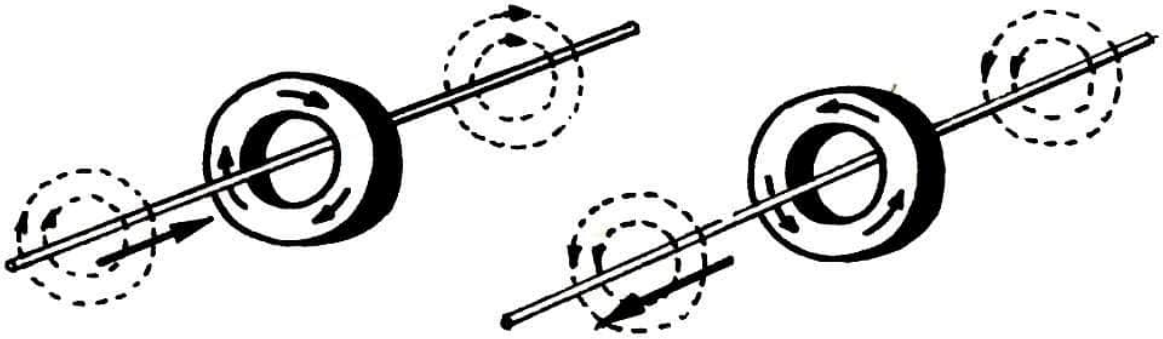
Einführung in die EDV (Teil 4)

1. Der Speicher

Der Speicher ist eines der Hauptteile einer Rechenanlage. In ihm können alle Informationen, dazu gehören auch die Programme, über längere Zeit hinweg aufbewahrt werden. In diesem Sinne sind Aufzeichnungen und Bücher die einfachsten Speicher. Da sie nur einmal die Information aufnehmen können, heißen sie Festspeicher. Dazu gehören auch die Lochkarte, das Lochband usw. Speicher, die immer wieder neue Informationen aufnehmen können, bezeichnet man als Arbeitsspeicher (siehe z. B. Magnetband des Tonbandgerätes). Mit dieser Gruppe von Speichern wollen wir uns im folgenden beschäftigen.

2. Physikalische Grundlagen

In Teil 2 wurde gesagt, daß ein Rechner nur das Dualzahlensystem "versteht". Im letzten Teil sahen wir, daß Dualzahlen auf eine einfache Weise in den Rechner eingegeben und in ihm transportiert werden können. Es erhebt sich jetzt zwangsläufig die Frage, nach welchem Prinzip die Speicherung erfolgt. Aus dem Physikunterricht ist bekannt, daß jeder stromdurchflossene Leiter von einem Magnetfeld umgeben ist. Führen wir den Leiter durch einen ringförmigen Ferrit - kern, so wird dieser in Abhängigkeit von der Stromrichtung im Leiter verschieden magnetisiert (siehe Abb. 1).

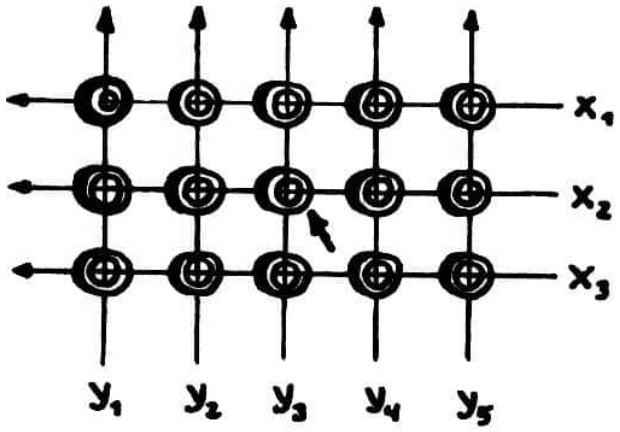


Magnetisierungsrichtung A Magnetisierungsrichtung B

Nach Abschalten des Stromes bleibt ein hoher Restmagnetismus im Ferritkern übrig, so daß die Magnetisierungsrichtung auch lange Zeit danach noch bestimmt werden kann. Die zwei unterschiedlichen Magnetisierungsrichtungen können zur Speicherung der Binärzeichen 0 und L verwendet werden. Wir wollen willkürlich annehmen, daß die Magnetisierungsrichtung A ein L und B eine 0 speichert. Durch einen genügend großen Strom in entgegengesetzte Richtung kann z. B. aus "A" der Zustand "B" erzeugt werden und umgekehrt.

3. Die Ferritkernspeichermatrix

Zur Speicherung von Informationen werden viele kleine Ferritkernringe zu einer sog. Matrix zusammengefaßt. Dazu werden sie hintereinander auf 2 Stromleitungen aufgefädelt, die senkrecht zueinander stehen.
Abb. 2



Um zum Beispiel den markierten Speicherkern anzusprechen, werden durch die Leitungen x_2 und y_3 gleichzeitig Stromimpulse durchgeschickt, so daß sich die entsprechende Magnetisierungsrichtung einstellt, führt nur eine der zwei Schreibleitungen durch den Ferritkern Strom, so reicht dieser nicht aus, um die Magnetisierungsrichtung zu ändern. Wegen der Gleichzeitigkeit (Koinzidenz) der stromführenden Leitungen beim Einschreiben wird dieser Vorgang Koin-

zidenzprinzip genannt.

4. Der Lesevorgang

Zum Erkennen des Speicherinhaltes wird eine dritte Leitung durch den Ferritkern geführt (Leseleitung). Durch die Schreibleitungen wird beim Lesevorgang eine "0" geschickt. Wir unterscheiden jetzt 2 Fälle

a) Der Ferritkern hatte "L" gespeichert

Dann wird durch das Einschreiben von "0" die Magnetisierungsrichtung geändert. Eine zeitliche Änderung des Magnetfeldes induziert aber in einem Leiter einen Strom (siehe Induktionsgesetz). Daher wird in der Leseleitung ein kurzzeitiger starker Stromimpuls hervorgerufen. Das "L" wurde erkannt!

b) Der Ferritkern hatte "0" gespeichert

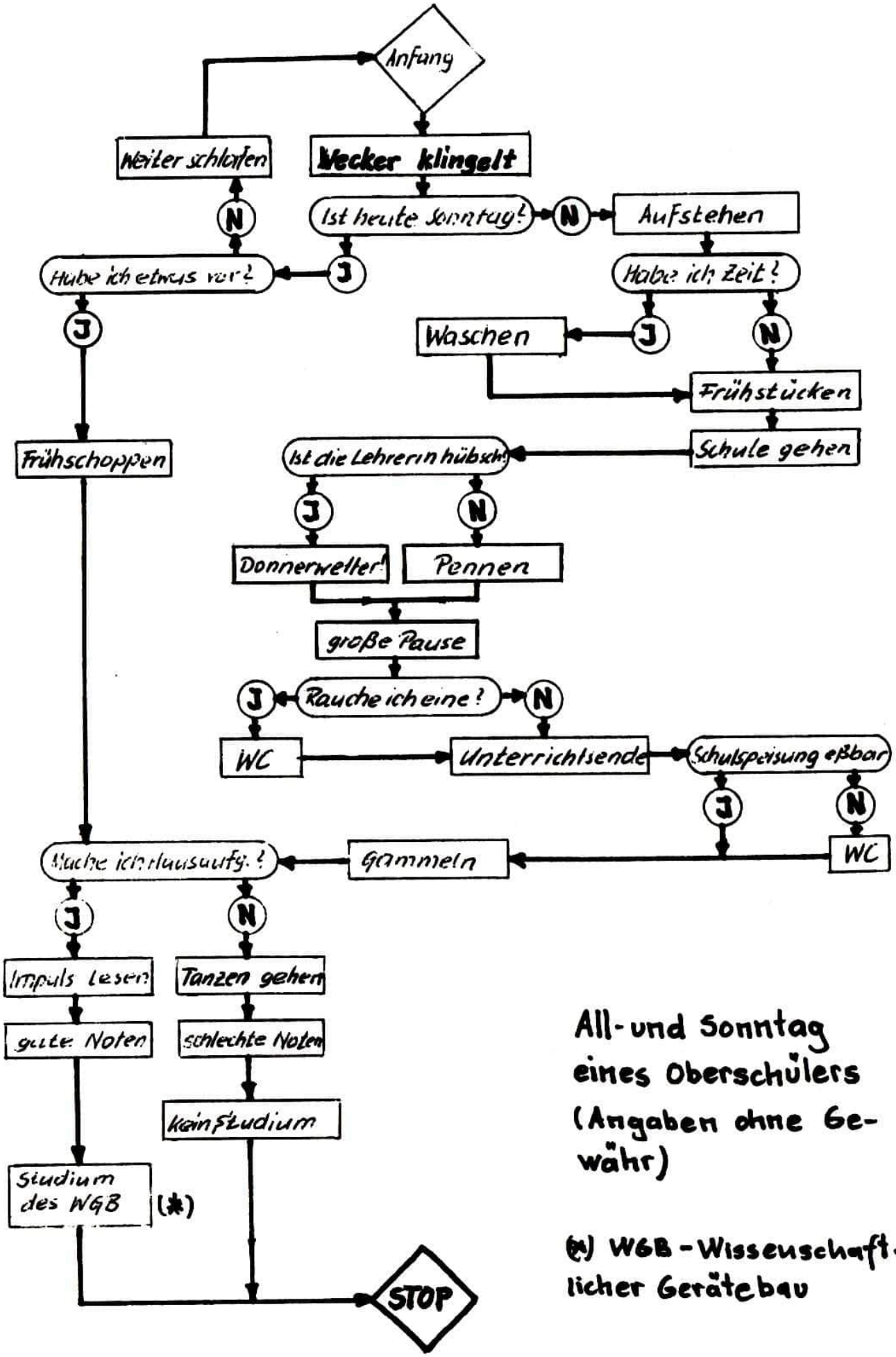
Dann ändert sich die Magnetisierungsrichtung nicht und es wird auch in der Leseleitung (fast) kein Stromimpuls induziert. (Die Schreibleitungen wirken sehr gering auf die Leseleitung) im Unterschied zu Fall a) wird die "0" erkannt.

Nach dem Lesevorgang wurde aber der Speicherinhalt gelöscht, da in jedem Fall eine "0" eingeschrieben wird. Da wir aber gerade von einem Speicher verlangen, daß dessen Inhalt beliebig oft lesbar ist, muß nach dem Lesevorgang der vorige Inhalt sofort wieder eingeschrieben werden. Der Lesevorgang ist also mit einem anschließenden Einschreiben gekoppelt. Dieser Zyklus nimmt selbstverständlich eine gewisse Zeit in Anspruch. Man nennt sie Zykluszeit.

Anhand der Zykluszeit kann u. a. festgestellt werden, ob es sich um einen "schnellen" oder "langsamen" Rechner handelt. Die Zykluszeiten liegen in der Größenordnung μ sec.

5. Kontrollfragen

1. Nach welchem Prinzip arbeitet ein Ferritkernspeicher?
2. Was ist ein Arbeitsspeicher?
3. Wie erfolgt der Lese-Schreib-Vorgang und was gibt die Zykluszeit an?



All- und Sonntag eines Oberschülers (Angaben ohne Gewähr)

(*) WGB - Wissenschaftlicher Gerätebau

Ergänzung 11. Klasse Physik-Chemieunterricht

G. Wächter, 5. Stj. Chemie
Diplomand

Die Raman-Spektroskopie

Schon im Jahre 1923, 5 Jahre vor der experimentellen Entdeckung des Raman-Effektes durch den indischen Physiker C.V. RAMAN, sagte SMEKAL auf Grund umfangreicher Betrachtungen der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie voraus, daß bei Bestrahlung einer Substanz mit monochromatischem Licht (Licht einer bestimmten Wellenlänge λ) im Spektrum des Streulichtes neben der Linie des Erregerlichtes noch nach größeren und kleineren Wellenlängen verschobene Linien auftreten müßten. Nachdem diese Linien 1928 von RAMAN tatsächlich nachgewiesen werden konnten, beschäftigten sich viele Wissenschaftler mit diesem Effekt. Die theoretische Erklärung und Beschreibung, die apparative Ausrüstung und experimentellen Methoden sowie die Anwendung und Ergebnisse sind unter dem Begriff Raman-Spektroskopie zusammengefaßt worden. RAMAN fand seinen Effekt bei Untersuchungen der Lichtstreuung an Flüssigkeiten. Kurze Zeit nach dieser Veröffentlichung fanden die sowjetischen Physiker MANDELSTAM und LANDSBERG den gleichen Effekt auch bei der Lichtstreuung an Kristallen. Schon aus den ersten Arbeiten auf diesem Gebiet war deutlich zu erkennen, daß die Zahl, Lage und Intensität der verschobenen Linien charakteristische Eigenschaften der Streusubstanz darstellen. Daraus ergibt sich unmittelbar die große Bedeutung des Ramaneffektes für die Analyse von organischen und anorganischen Stoffen. Da die Lage der Ramanlinien und deren Verschiedenheit von Substanz zu Substanz vom Aufbau des jeweiligen Moleküls abhängt, kann man weiterhin die große Bedeutung des Ramaneffektes für Fragen der Molekülstruktur der Schwingung der Atome eines Moleküls, sowie der Rotation des ganzen Moleküls ableiten.

Therapie des Ramaneffektes

Will man die Theorie des Ramaneffektes begreifen, so muß man vom Dualismus des Lichtes, d. h. der Tatsache ausgehen, daß das Licht sowohl Teilchen - als auch Wellencharakter trägt. Ausgehend davon unterscheidet man auch korpuskulare und wellenmechanische Theorien des Aufbaues der Atome. Die großen Züge der Erscheinung des RAMAN-Effektes können am besten mit der korpuskularen Theorie von SMEKAL beschrieben werden, die deshalb hier angeführt werden soll. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß für viele Probleme die wellenmechanische Deutung von weit größerer Bedeutung ist, es jedoch in diesem Rahmen zu weit führen würde, selbe eingehend zu erläutern.
Die korpuskulare Theorie geht davon aus, daß die Strahlung in Form von Lichtquanten der Energie $h \cdot \gamma$ (h = Plancksches Wirkungsquantum, γ = Frequenz) und die Elektronen als Teilchen vorliegen. Die Wechselwirkung von Licht und Materie stellt man sich als Stoßvorgang vor, indem ein Lichtquant der Energie $h \cdot \gamma_0$ auf ein Molekül der Masse M und der Geschwindigkeit v_0 auftrifft. Dieses befindet sich in einem Energiezustand E_K. Nach dem erfolgten Zusammenstoß seien die entsprechenden Größen γ, v und E_n. Laut Energiesatz besteht dann folgender Zusammenhang:

$$h \cdot \gamma_0 + \frac{M \cdot v_0^2}{2} + E_K = h \cdot \gamma + \frac{M \cdot v^2}{2} + E_n$$

Vergegenwärtigt man sich den Impulssatz, so ist leicht einzusehen, daß die kinetische Energie $\frac{M}{2} v^2$ in diesem Fall vernachlässigbar klein ist, da sich die Zahlenwerte für die Molekülmasse M und die Frequenz γ_0 des Lichtquants, welches im sichtbaren Bereich liegen soll, erheblich unterscheiden. Die Gleichung vereinfacht sich daher zu

$$h \cdot \gamma_0 + E_K = h \cdot \gamma + E_n$$

Die Frequenz des Streulichtes unterscheidet sich also von der Erregerfrequenz um die Verschiebung

$$\Delta\gamma = \gamma_0 - \gamma = \frac{E_n - E_K}{h} \equiv \gamma_{nK}$$

γ_{nK} stellt die Ramanverschiebung dar, wenn ein Molekül durch den Stoß mit einem Lichtquant von Energiezustand E_K in den Zustand E_n übergeht. Es sind drei Fälle möglich:

1. $\gamma_{nK} > 0 \rightsquigarrow E_n > E_K$

Das Molekül befindet sich nach dem Stoß in einem höheren Energiezustand, das Streulicht ist dementsprechend energiearmer, d. h. nach Rot verschoben (Stokesche Linien).

2. $\gamma_{nK} = 0 \rightsquigarrow E_n = E_K$

Der Stoß war rein elastisch, es tritt keine Verschiebung auf, die Frequenz des Erregerlichtes ist gleich der der Streustrahlung (klassische Rayleigh-Streuung).

3. $\gamma_{nK} < 0 \rightsquigarrow E_n < E_K$

Der Energiezustand des Moleküls ist nach dem Stoß niedriger. Das Molekül hat dem Lichtquant einen Teil seiner Energie mitgegeben, das Streulicht ist energiereicher, d. h. nach Blau verschoben (anti-STOKESCHE-Linien).

Apparative Durchführung

Zur Erregung des Spektrums werden vor allem Quecksilber-Niederdruckbrenner verwendet. Um eine bestimmte Wellenlänge auszusondern, bedient man sich besonderer Filter, die zwischen Brenner und Streurohr, in welchem sich die zu untersuchende Substanz befindet, eingeschaltet sind. Man benutzt vor allem die Linien bei einer Wellenlänge von 435,8 und 546,1 μm des Hg-Bogenspektrums. Außer Hg-Linien können jedoch auch

Helium- oder Natrium-Linien verwendet werden. In neuester Zeit werden mit Erfolg auch LASER als Lichtquellen eingesetzt. Das Streurohr besteht aus Glas oder Quarz. Die seitlich austretende Streustrahlung (in einem Winkel von 90° zur Einstrahlrichtung) wird nachdem sie einen Spektrographen oder Monochromator durchlaufen hat mittels einer Photoplatte oder photoelektrischer Bauelemente registriert. Da die Ramanlinien sehr intensitätsschwach sind, muß bei Registrierung mit Photoplatten oft mehrere Stunden belichtet werden.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Ramanspektroskopie eine wirksame Ergänzung der Emissions- und Absorptions-Molekülspektroskopie darstellt. Sie hat den Vorteil, daß man im sichtbaren und ultravioletten Spektralbereich arbeiten kann, daß man Substanzen in wässrigen Lösungen untersuchen kann, daß man mit geringsten Lösungsmengen auskommt, daß man Schwingungsfrequenzen erfassen kann, welche im Infrarotbereich inaktiv sind und somit nicht erfaßt werden und vieles mehr. Gerade durch den Einsatz von sehr lichtintensiven LASER-Lichtquellen wird die RAMAN-Spektroskopie bei der spektrochemischen Untersuchung von Molekülen und deren Eigenschaften neben der Emussions- und Absorptions-Molekülspektroskopie auch in Zukunft einen festen Platz einnehmen.

Literaturverzeichnis

I. Brandmüller und H. MOSER;"Einführung in die R-Spektroskopie".
Kohlrausch; "Praktische Physik", Band I

R. Brdicka; "Grundlagen der physikalischen Chemie"

G. Geppert; "Experimentelle Methoden der Molekülspektroskopie".

Ergänzung 9./12. Klasse Physikunterricht

U. Dillner - G. Heinze
1. Studienjahr Physik

Die kosmische Strahlung

Elektromagnetische Wellen, wie Licht und Radiowellen, sind nicht die einzige Strahlu gsart, die die Erde aus dem Weltall erreicht. Außer ihnen konnte in Erdnähe eine vielfältig zusammengesetzte Partikelstrahlung nachgewiesen werden, deren Teilchen außerordentlich hohe kinetische Energien besitzen. Ohne merkliche Schwächung durchdringt sie massive Abschirmungen und ist noch in großen Wassertiefen und im Erdinneren bis zu mehreren hundert Metern nachweisbar. Diese hochenergetische Strahlung nimmt mit der Höhe über dem Erdboden rasch zu - ein Beweis, daß ihre Quelle im Weltall liegt. Die Untersuchung jener kosmischen oder Höhenstrahlung bringt für viele Bereiche der Physik interessante experimentelle Möglichkeiten und theoretische Folgerungen.

Bezüglich der Zusammensetzung der kosmischen Strahlung unterscheidet man zwischen der Primärstrahlung und der in der Atmosphäre entstehenden Sekundärstrahlung. Die direkt aus dem Kosmos kommende Primärkomponente besteht aus Atomkernen, wie Experimente mit Stratosphärenballons und Raumsonden zeigten. Dabei entspricht die Häufigkeit der einzelnen Kerne der allgemeinen Verteilung der Elemente im Weltraum. Somit sind Protonen am weitaus häufigsten vertreten. In neuester Zeit wurden aber sogar Transurane nachgewiesen. Die Partikel der Primärstrahlung haben Energien von 10^9eV bis 10^{17}eV; am häufigsten treten Werte um $3 \cdot 10^{10}$eV auf. Die Energie von 10^{17}eV liegt etwa um den Faktor 10^{10} höher als die radioaktiver Strahlung. Die Energie eines fallenden Regentropfens und die einer schnell fahrenden D-Zug-Lokomotive stehen etwa im gleichen Verhältnis zueinander. Bei ihrem Eintritt in die Erdatmosphäre treten die Teilchen der Primärkomponente mit den Atomkernen der Luft in Wechselwirkung. Es entsteht die auf der Erde nachweisbare Sekundärkomponente. Von der Primärkomponente gelangt nur etwa 1/1000 zur Erdoberfläche. Dies folgt aus dem Absorptionsgesetz für schnelle Protonen $N = N_0 \, e^{-p/150}$ ($p \hat{=}$ Druck in mbar), wenn p = 1033 m bar (Meeresspiegelniveau) gesetzt wird.

Die Sekundärstrahlung besteht aus drei Bestandteilen: der harten, der weichen und der Nukleonenkomponente. Bei der Zertrümmerung der Atomkerne der Luft durch die hochenergetischen primären Partikel entstehen zunächst sekundäre Protonen, Neutronen und π-Mesonen hoher Energie. Diese Energie reicht aus, um weitere Kernzertrümmerungen hervorzurufen usw. Es vollzieht sich ein Kaskaden-Kernprozeß, wobei zahlreiche Sekundärteilchen die Energie der Primärteilchen übernehmen. Die π-Mesonen sind instabil und ein Teil von ihnen zerfällt nach folgendem Schema:

$\pi^0 \rightarrow 2\gamma$	$\pi^0 \hat{=}$ neutrales π-Meson
$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$	$\mu \hat{=}$ μ-Meson
$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}$	$\nu \hat{=}$ Neutrino $\bar{\nu} \hat{=}$ Antineutrino

Die nicht zerfallenen π-Mesonen bilden zusammen mit Protonen, Neutronen und Heliumkernen die Nukleonenkomponente der kosmischen Strahlung. Die aus dem π-Mesonenzerfall entstandenen μ-Mesonen zerfallen teilweise weiter:

$\mu^+ \rightarrow e^+ + \bar{\nu} + \nu$	$e^+ \hat{=}$ Positron
$\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu} + \nu$	$e^- \hat{=}$ Elektron

Die Elektron-Positron-Paare aus dieser Reaktion bilden zusammen mit Photonen die weiche Komponente der kosmischen Sekundärstrahlung. Ein beträchtlicher Teil der positiven Myonen gelangt jedoch bis zur Erdoberfläche und bildet die harte Komponente, während die nicht zerfallenen negativen Myonen schnell durch Atomkerne eingefangen werden. Da die Halbwertszeit T_0 der μ^+-Mesonen etwa 2, 15 μs beträgt, können sie nach den Vorstellungen der klassischen Physik nur eine Strecke von weniger als

$$T_0 \cdot C = 2 \cdot 10^{-6} s \cdot 3 \cdot 10^8 \, ms^{-1} = 600 \, m$$

zurücklegen; die gemessene Reichweite ist aber erheblich größer. Die Lösung des Widerspruchs ergibt sich aus der speziellen Relativitätstheorie, die damit eine glänzende Bestätigung fand. Sie besagt, daß die Zeit in rasch beweg-

ten Systemen ($v \approx c$) langsamer vergeht als in langsam bzw. „nicht" bewegten Systemen ($v \ll c$). Die Formel für diese Zeitdilatation

$$T = \frac{T_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

liefert die Beziehung zwischen den Zeiten in beiden Systemen. Die Halbwertszeit T der schnellfliegenden Myonen ist also erheblich größer, denn für $v \rightarrow c$ folgt $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 0$.

Was ist nun die Ursache der kosmischen Strahlung? Die hohen Energien und die räumliche Isotropie dieser Strahlung können bis heute nicht durch eine einheitliche Theorie erklärt werden. Die spektrale Zusammensetzung der primären Komponente läßt jedoch den Schluß zu, daß diese Strahlung von extremen Zuständen der Sternmaterie (z.B. Supernovaeausbrüchen) herrührt. Ihre äußerst hohen Energien (bis 10^{17}eV) können die Partikel nicht bei gewöhnlichen Kernprozessen erhalten, da die Zerstrahlung der schwersten Kerne höchstens 10^{11}eV ergibt. Sie müssen auf ihrem Wege also eine zusätzliche Beschleunigung erfahren. Das könnten z.B. schwache, aber räumlich ausgedehnte interstellare Magnetfelder, periodisch wechselnde Magnetfelder von Fixsternen (die die Teilchen nach dem Betatronprinzip beschleunigen) oder lokale Wirbelfelder auf Fixsternen, die von Plasmaausbrüchen herrühren, leisten. Eine eindeutige Entscheidung steht noch aus.

Zum Nachweis kosmischer Strahlung verwendet man nicht nur Ionisationskammern und Zählrohre, die nur Werte über Strahlungsintensitäten liefern, sondern auch Nebel- und Blasenkammern sowie Kernemulsionsplatten, die die Bahnen geladener Partikel sichtbar machen. Aus der Größe der Ablenkung in elektrischen oder magnetischen Feldern sind Rückschlüsse auf Masse oder Geschwindigkeit der Teilchen möglich. Ferner können z.B. in einer Kernemulsionsplatte Kernzertrümmerungen und Prozesse der Umwandlung von Elementarteilchen sichtbar gemacht werden. Mit diesen Methoden ist der experimentelle Nachweis theoretisch vorausgesagter - und die Entdeckung neuer - Elementarteilchen möglich. Das Positron und verschiedene Mesonen zum Beispiel

wurden erstmals in der kosmischen Strahlung gefunden.

Bei Experimenten mit Raumsonden wurde eine weitere Erscheinung entdeckt, die durch kosmische Strahlen und die Solarstrahlung bewirkt wird: die Strahlungsgürtel. Sie entstehen durch die Wechselwirkung eines Teils der Primärkomponente mit dem erdmagnetischen Feld. Die geladenen Teilchen bewegen sich infolge der Lorentzkraft $\mathfrak{F} = q(\mathfrak{v} \times \mathfrak{B})$ auf Schraubenbahnen längs der Feldlinien zu einem der Pole. Da das erdmagnetische Feld inhomogen und in Polnähe wesentlich stärker ist, verengen sich die Schraubenwindungen. Nach Energie- und Drehimpulserhaltungssatz muß in einem bestimmten Punkt eine "Reflexion" stattfinden - das Teilchen läuft zum anderen Pol; dort geschieht dasselbe usw. So ergeben sich mehrere Zonen stark erhöhter Teilchendichte, die man als Strahlungsgürtel bezeichnet. Ohne das erdmagnetische Feld wäre an der Erdoberfläche eine ungleich höhere Strahlungsintensität vorhanden, die jedes Leben unmöglich machen würde.

Abschließend sei bemerkt, daß die kosmische Strahlung auch unter anderen Aspekten zu Experimenten der Hochenergiephysik genutzt wird. Der Bau von Beschleunigern erfordert heute einen gewaltigen Aufwand, wobei die maximalen Energien der Höhenstrahlung noch nicht erreicht wurden. Andererseits sind aber mit Beschleunigern viel höherer Teilchendichten erzielbar, die Zahl der interessanten Ereignisse ist damit viel größer als bei Experimenten mit kosmischen Strahlen.

Ultraschall im Dienst der Medizin

Nach vielen Tierversuchen gelang es sowjetischen Wissenschaftlern, Knochenbrüche mit Ultraschall zu heilen. Hierbei werden die Knochen sozusagen "verschweißt". Das "Schweißmittel", ein besonderer Kunststoff wird auf den Knochen aufgetragen und die Bruchstelle an den Wellenleiter der Apparatur gelegt. Fünf bis sieben Tage nach der Operation bildet sich dann, wie aus den Untersuchungen hervorgeht, ein neues Knochengewebe.

Ergänzung 10. Klasse Chemieunterricht

W. Kotte
Sektion Chemie

Acetylen - seine Gewinnung und Reaktionsmöglichkeiten (Teil 2)

3. Reaktionen des Acetylens

Acetylen ist auf Grund der Dreifachbindung zu den mannigfaltigsten Reaktionen befähigt.
An dieser Stelle möchte ich nur auf die REPPE-Synthesen eingehen, weil die anderen Reaktionen in der Schule behandelt werden.

3.1 Vinylierung

Es handelt sich hierbei um Additionsreaktionen, bei denen die Dreifachbindung des Acetylens zu einer C = C-Doppelbindung aufgerichtet wird. Das angreifende Molekül muß über ein bewegliches Wasserstoffatom verfügen.

Beispiele:

$$HC \equiv CH + HCl \longrightarrow H_2C = CHCl \quad \text{Vinylchlorid}$$

$$HC \equiv CH + HCN \longrightarrow H_2C = CHCN \quad \text{Acrylnitril}$$

$$HC \equiv CH + R\text{-}OH \longrightarrow H_2C = CHOR \quad \text{Vinyläther}$$

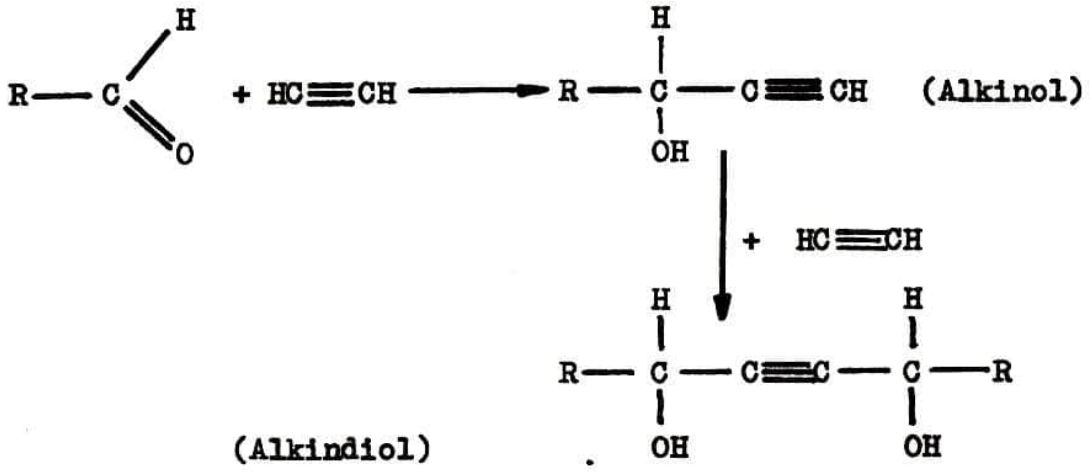
$$HC \equiv CH + CH_3COOH \longrightarrow H_2C = CHO_2CH_3 \quad \text{Vinylacetat}$$

(R = Alkyl)

Die entstehenden Vinylverbindungen können polymerisiert werden.

3.2 Äthinylierung

Es handelt sich um Reaktionen des Acetylens mit Aldehyden oder Ketonen, wobei die Dreifachbindung des Acetylens nicht angegriffen wird. (Substitutionsreaktionen)
Allgemein verläuft die Umsetzung wie folgt:

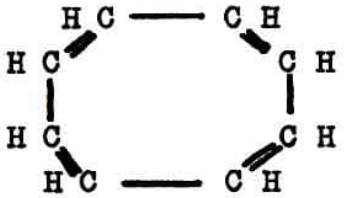


Diese Reaktionen werden in Gegenwart von Cu-Acetylid durchgeführt.

3.3 Cyclisierung

Die Trimerisierung erfolgt bei der Reaktion von Acetylen in Gegenwart von Ph_3 $PNi(CO)_3$ bei 60 - 70°C und 15 atü in Benzol.
Dabei entstehen 88 % Benzol
und 12 % Styrol

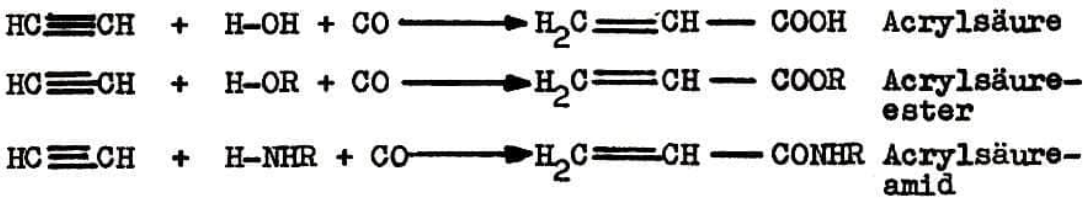
Die Tetramerisierung zum Cyclooctateraen erfolgt in THF unter Verwendung von Nickelcyanid als Katalysator.



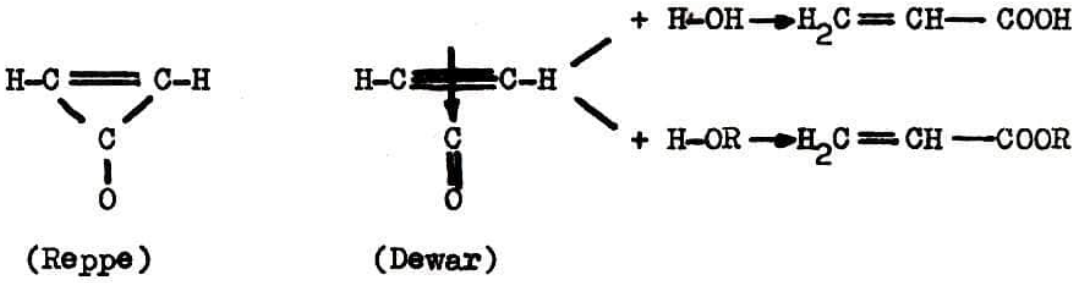
3.4 Carbonylierung

Man setzt Acetylen mit Kohlenmonoxid und Verbindung mit reaktionsfähigem Wasserstoff um.

Beispiele:



Nach REPPE entsteht bei diesen Reaktionen zunächst eine cyclische Oxoverbindung (aus dem Acetylen und dem Kohlenmonoxid) - nach DEWAR entsteht jedoch ein "π-Komplex", der sich unter dem Einfluß von Wasser, Alkohol usw. spaltet und Acrylsäure, Acrylsäureester usw. bildet.



Im Bild 2 sind noch einmal einige Reaktionen des Acetylens und seiner Derivate aufgeführt. (aus: Fodor, Organ. Chemie, Bd. 1, S. 471).

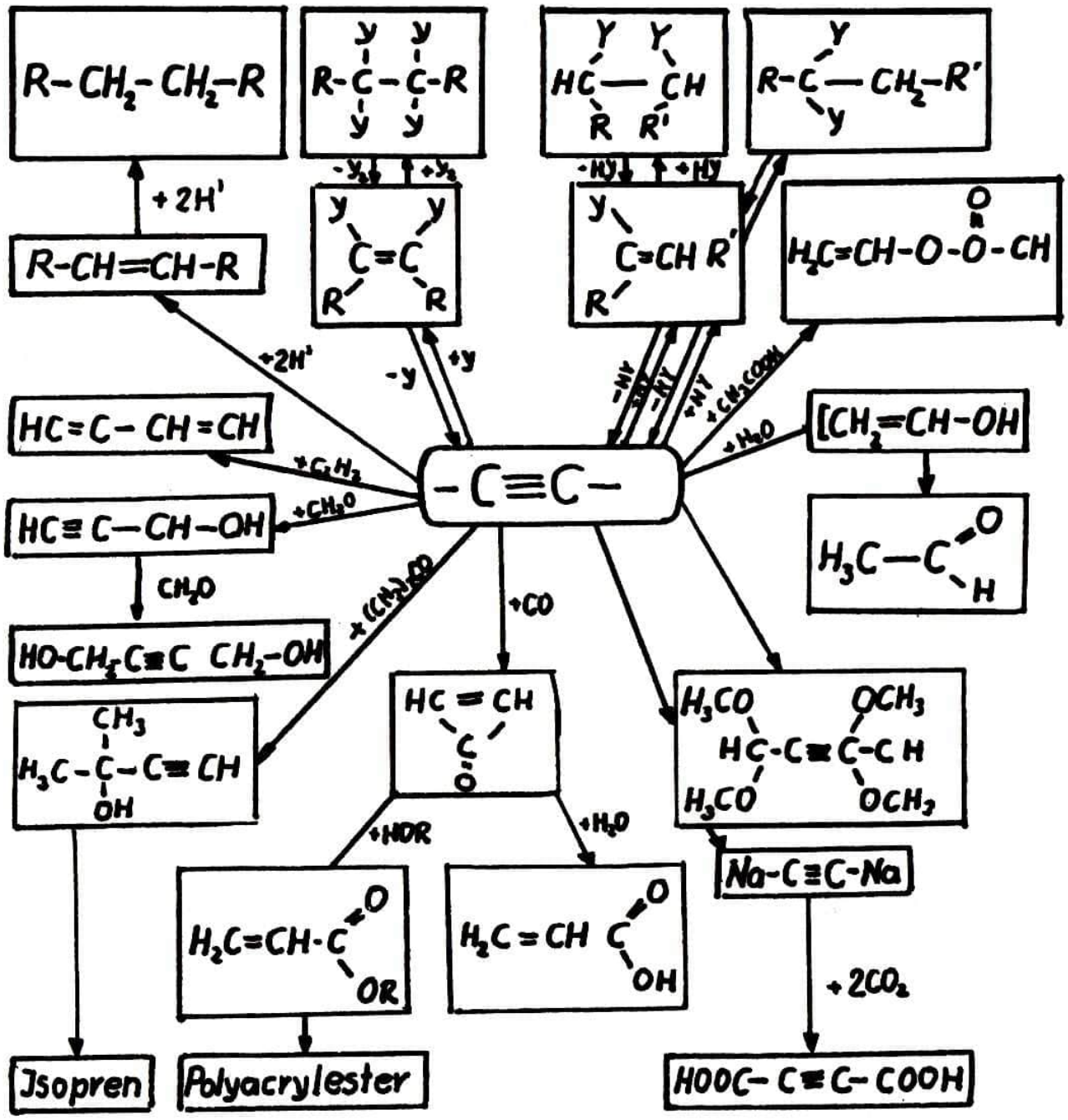
(siehe nächste Seite)

Titelblatt

Abriß eines Apparates von Newcomen (1663-1729) zur Trockenlegung von Schächten.
Die Newcomensche Maschine war das Ergebnis einer klugen Vereinigung bereits bekannter Elemente: Zylinder und Kolben, durch atmosphärischen Druck, in einem Kessel erzeugter Dampf, Dampfkondensierung durch kaltes Wasser. Diese Maschine basiert auf den Arbeiten des genialen Erfinders PAPINS (1647-1714).

Rückseite

Das Bild stellt das Luftballonexperiment MONTGOLFIERS (1740-1810) dar. (Siehe impuls Nr. 3, 4. Jahrgang).



- Bild 2 - Reaktionen der Dreifachbindung

Ergänzung 11. Klasse Physikunterricht

Dipl.-Phys. E. W. Breitbarth
VEB Carl Zeiss

Längenmessungen mit Lasern

Mit der Erfindung des Lasers ist eine Lichtquelle geschaffen worden, die sich von den herkömmlichen Lichtquellen in einigen Eigenschaften grundlegend unterscheidet. Die bewußte Ausnutzung dieser Eigenschaften führt zu neuen Lösungen von Problemen der Meßtechnik. Aus der Vielzahl der Möglichkeiten erwähnen wir einige Laser-Anwendungen bei Längenmessungen und gehen näher auf die Messung der Entfernung Erde-Mond ein.

Die erste außergewöhnliche Lasereigenschaft ist die große Kohärenz, die man bei geeignet aufgebauten Lasern erreichen kann. Mit solchen Lasern (frequenzstabilisierte Gaslaser) können Interferometer gebaut werden, bei denen die Wegdifferenz zwischen den Teilwellen bis zu einigen tausend Metern anwachsen kann. Solche Interferometer werden benutzt, um Änderungen der Wegdifferenz von Bruchteilen einer Wellenlänge ($\lambda < 10^{-6}$ m) zu messen. Im Einsatz sind solche Geräte zum Beispiel zur Messung tektonischer Verschiebungen von Felsmassiven (Wegdifferenz bis 2000 m, kleinste nachweisbare Verschiebung $\Delta l \approx 10^{-8}$ m) und als kommerzielles Gerät zur Längenmessung zum Beispiel an Werkzeugmaschinen und Koordinatenmeßtischen (Wegdifferenz bis 20 m, Auflösung $\Delta l = 0{,}1 \ldots 1 \quad 10^{-6}$ m).
Eine Möglichkeit, kleinste Längenänderungen, d. h. Verschiebungen von weniger als 10^{-10} m zu messen, ergibt sich aus dem Oszillatorcharakter des Lasers. Ein an den Laser geeignet angekoppelter optischer Resonator kann die Laserfrequenz zu seiner Eigenfrequenz "hinziehen", wenn seine Eigenfrequenz mit der des Lasers fast übereinstimmt (ganz analog zu einem elektronischen Rückkopplungsgenerator, dessen Frequenz auch von einem angekoppelten Schwingkreis beeinflußt wird). Änderungen des Spiegelabstandes im angekoppelten Resonator um

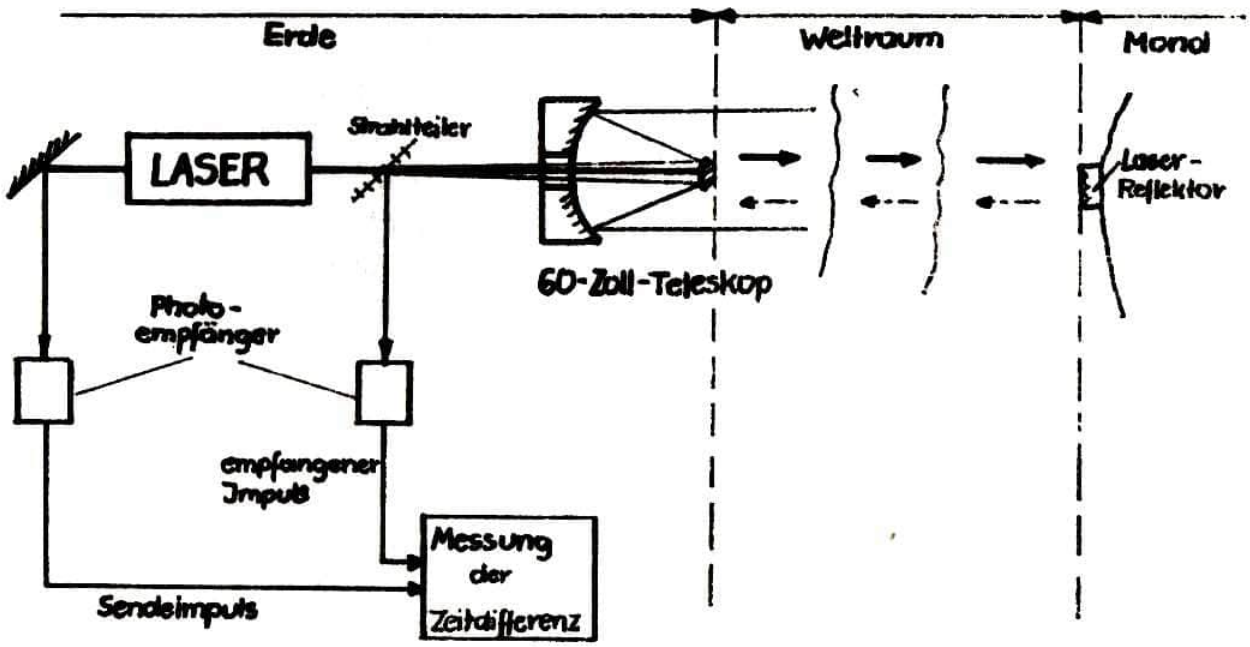
1 Å ändern die Laserfrequenz bei geeignetem Aufbau um einige kHz. Die Frequenzänderung ist ein Maß für die zu messende Längenänderung. Das Verfahren hat ein Auflösungsvermögen von 10^{-3} Å (10^{-3} Atomdurchmesser!).
Entfernungen von mehr als 1 km werden nach dem Echo-Verfahren gemessen. Ein Impuls aus einem "Riesenimpulslaser" (Festkörperlaser mit "Güteschaltung") wird am Zielobjekt reflektiert, die Zeit zwischen Emission und Empfang des Impulses dient zur Bestimmung des vom Licht zurückgelegten Weges:

$$s = (c_o/n) \cdot \Delta t$$

c_o - Vakuumlichtgeschwindigkeit
n - Brechzahl der Luft

Dieses Verfahren ist schon vor einigen Jahren zur Messung der Entfernung Erde-Mond benutzt worden. Der Laserstrahl wird in einem Teleskop aufgeweitet und parallelisiert und zum Mond geschickt. Trotz der geringen Divergenz des Lichtbündels hat der "beleuchtete" Fleck des Mondes einen Durchmesser von einigen Kilometern. Der ursprünglich 10^{-9} s lange Impuls des Laserlichtes wird von den verschiedenen Stellen der Mondoberfläche in alle möglichen Richtungen reflektiert, zur Erde zurück kommt eine ganze Folge von 10^{-9} s langen Impulsen, die zu einem einzigen Impuls von etwa 10^{-6} s Dauer verschmiert ist. Deshalb kann die Laufzeitmessung nicht genauer als 10^{-6} s sein, die Unsicherheit der Entfernungsmessung beträgt einige hundert Meter.
Eine wesentliche Steigerung der Meßgenauigkeit brachte der Laser-Reflektor, der im Laufe der Apollo-11-Mission auf dem Mond abgesetzt wurde. Dieser Reflektor besteht aus 100 Tripelprismen, die einen Lichtstrahl unabhängig vom Einfallswinkel parallel zu sich reflektieren. Die Zeit, die zur Reflektion am Reflektor benötigt wird (etwa 10^{-10} s), ist gegen die Impulsbreite (10^{-9} s) vernachlässigbar. Die Meßunsicherheit ergibt sich nur noch aus dem schwer zu erfassenden Einfluß der Erdatmosphäre und aus den Grenzen, die der Zeitdifferenzmessung gesetzt sind. Die Schwierigkeiten des Ex-

periments gehen daraus hervor, daß von 10^{20} zum Mond geschickten Photonen nur etwa 10 zum Empfänger zurückkommen. Dennoch beträgt die Unsicherheit der Entfernungsmessung Erde-Mond bei Benutzung des Laser-Reflektors nur etwa 15 cm. Die genaue Messung der Erde-Mond-Entfernung dient zunächst der genauen Bahnbestimmung des Mondes und gestattet, bestimmte Feinheiten in der Gravitationswechselwirkung zwischen Sonne, Erde und Mond zu messen, die wesentlich zum besseren Ver-
Aber auch ganz "irdische" Probleme können gelöst werden: die Messung der Kontinentaldrift und der Wanderung der Erdpole, die beide mit Massenverlagerungen im oberen Erdmantel zusammenhängen. Da diese Massenverlagerungen einen Zusammenhang mit der Entstehung von Erdbeben haben, könnten, so hofft man, die genauen Messungen der Polwanderung zu einer Vorhersage von Erdbeben führen.
Abschließend das Schema des Experimentes zur Bestimmung der Erde-Mond-Entfernung:



Ergänzung 11. Klasse Physikunterricht

Heinz-G. Walther
Forschungsstudent, Sektion Physik

Schlußfolgerungen aus der Quantenmechanik

Zur Beschreibung der physikalischen Welt benutzt der Physiker ein Gebäude aus Gleichungen und Formeln, dessen Fundament eine Reihe von Beziehungen bilden, die als wahr und richtig angenommen werden, das heißt, die experimentell nachprüfbar sind. Sofern diese Zusammenhänge die unmittelbar mit Hilfe unserer Sinnesorgane gewonnene Erfahrung widerspiegeln, erscheinen sie uns einleuchtend und "anschaulich". Auf diese Anschaulichkeit in der theoretischen Beschreibung muß man aber oft verzichten, wenn man Vorgänge untersucht, die keine Parallele in der uns direkt zugänglichen, erfaßbaren Umwelt haben.

In solchen Bereichen der physikalischen Welt, wie etwa in der Welt der Atome und Atombausteine oder im Bereich extrem schneller Bewegungsprozesse (relativistische Prozesse), gelten andere Grundbeziehungen zwischen den physikalisch meßbaren Größen, als zum Beispiel in der uns recht vertrauten klassischen Mechanik, von der wir wissen, daß sie auf den 3 Newton'schen Axiomen (siehe z. B. Lehrbuch der Physik, Kl. 9, S. 30) beruht.

Zur Beschreibung des Mikrokosmos, d. h. von Vorgängen, die sich in Gebieten mit der Größenordnung der Atomdurchmesser (10^{-10} m) abspielen, wurde seit Beginn unseres Jahrhunderts die <u>Quantenmechanik</u> entwickelt. Diese Theorie lehnt sich an das von BOHR aufgestellte Planetenmodell des Atoms an und erlaubt die qualitative und quantitative Deutung der vielen an Atomen und Atombausteinen durchgeführten Experimente. Aus diesen Experimenten wurde das anscheinend unvereinbare Ergebnis erhalten, daß sich die Atombausteine sowohl wie materielle Partikel als auch wie Wellenerscheinungen verhalten (siehe etwa Lehrbuch der Physik, Kl. 11,

S. 33). Die den Elektronen, Protonen ... zugeordnete Wellenlänge wurde von de BROGLIE bestimmt

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \qquad (1)$$

Dabei sind m und v Masse und Geschwindigkeit des entsprechenden Elementarteilchens und h ist das Planck'sche Wirkungsquantum.
Der Formalismus der Quantenmechanik, der das so "unanschauliche" gleichzeitige Vorhandensein von Partikel- und Welleneigenschaften bei einem Elementarteilchen (sogenannter Welle-Teilchen-Dualismus) erklären will, muß sowohl der Teilchen - als auch der Wellenbeschreibung gerecht werden. Daraus resultiert eine Beschränkung für das gleichzeitige Messen von Teilchen- und Wellengrößen an einem Objekt, die ihre Formulierung im Heisenbergschen Unbestimmtheitsprinzip findet. Dieses wollen wir am Spezialfall eines "auf einer Bahn kreisenden" Elektrons diskutieren:
Betrachten wir das Elektron als ein fixiertes Teilchen, so kann sein Aufenthaltsort x nur mit einem bestimmten Fehler Δx gemessen werden. Die dem Elektron nach (1) zugeordnete Wellenlänge λ können wir auch nur bis auf den Fehler $\Delta\lambda$ genau bestimmen. Das entspricht im Teilchenbild einem Fehler Δp bei der Messung des Elektronenimpulses $p_{el} = m_{el} \cdot v_{el}$
Rechnet man nach (1) diese Größe Δp aus, so gibt das Unbestimmtheitsprinzip das kleinste erreichbare Produkt der Meßfehler Δx und Δp an

$$\boxed{\Delta x \cdot \Delta p \geq h} \qquad (2)$$

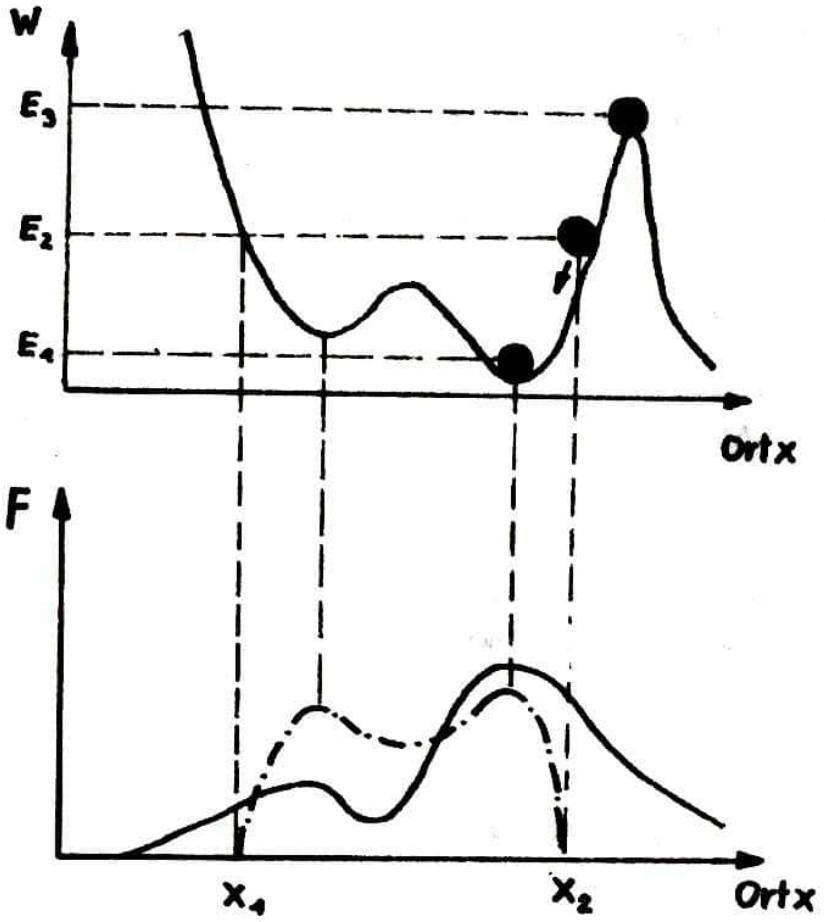
Hieraus folgt:

1. Elektron als lokalisiertes Teilchen angesehen:
   $\Delta x = 0 \rightsquigarrow \Delta p \rightarrow \infty$
   Dann ist der Teilchenimpuls völlig unbestimmt.
2. Elektron als Welle mit exakt meßbarer Wellenlänge betrachtet:
   $\Delta p = 0 \rightsquigarrow \Delta x \rightarrow \infty$
   Dann ist der Aufenthaltsort völlig unbestimmt.

Wenn es wegen (2) auch nicht möglich ist, ein Elementarteilchen im klassischen Sinn durch Aufenthaltsort und Teilchengeschwindigkeit bzw. -impuls zu beschreiben, so liefert die Quantenmechanik doch eine Aussage darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit man ein Teilchen an einem bestimmten Ort x und mit einer bestimmten Geschwindigkeit v antreffen kann.

Dazu muß man die Kräfte kennen, die am Ort x auf das Teilchen wirken, oder genauer die potentielle Energie (s. z. B. Lehrbuch der Physik, Kl. 9, S. 37 und Kl. 11, S.131), die das Teilchen am Ort x besitzt. Den Funktionsverlauf der potentiellen Energie W kann man sich als "Höhengebirge" veranschaulichen. Auf dieser Energie-"Berg- und-Tal-"Bahn kann das betrachtete Teilchen reibungsfrei abrollen. Die Höhe seines "Startpunktes" entspricht der Gesamtenergie des Teilchens (dabei ist die Gesamtenergie die Summe aller dem Teilchen zugehörigen Energieformen). Unter dem Einfluß der wirkenden Kräfte wird sich das Teilchen im Energiegebirge

Abb. 1

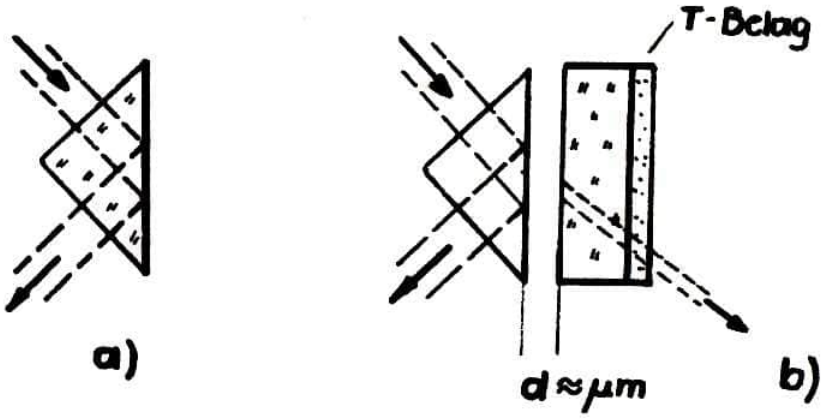


bewegen und mit der Wahrscheinlichkeit F am Ort x anzutreffen sein. Für die Eigenenergie E_2 des Teilchens ist F in Abb. 2 aufgezeichnet. Dabei gibt die gestrichelte Kurve das an einer klassischen "Berg-und-Tal-Bahn" zu erwartende und zu beobachtende Ergebnis. Die ausgezogene Kurve gibt das Ergebnis einer quantenmechanischen Rechnung wider. Es unterscheidet sich in wesentlichen Punkten:

1. Für das Teilchen sind nur bestimmte Energiewerte E zulässig (vergl. etwa Bohr'sches Atommodell-Termschema).
2. Im speziellen kann die Energie eines Teilchens nicht gleich der Energie der Talsohle sein (die Teilchenenergie E_1 in Abb. 1 ist also nicht erlaubt.
3. Die quantenmechanische Aufenthaltswahrscheinlichkeit ist stärker als die klassische vom Energiegebirge abhängig.
4. Man kann das Teilchen auch an anderen als klassisch zu erwartenden Stellen antreffen, z. B. jenseits von Energieschwellen (in Abb. 2 links von x_1 und noch ausgeprägter rechts von x_2)

Dieser sogenannte <u>Tunneleffekt</u> spielt eine wichtige Rolle bei der Deutung quantenmechanischer Effekte. An sich ist die Durchdringung einer Kraftfeldbarriere an die Welleneigenschaft eines Objektes geknüpft. Abb. 3 zeigt z. B. eine mögliche Anordnung zur Beobachtung des Tunneleffektes bei Licht.

Abb. 3



a) An der Hypothenusenfläche des Glasprismas erleidet der einfallende Lichtstrahl Totalreflexion (Lehrbuch der Physik, Kl. 10,S.89)

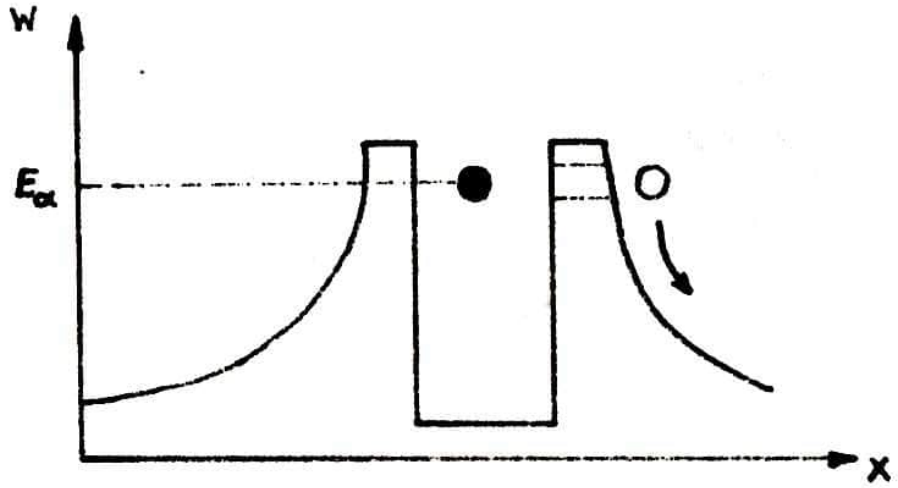
b) Wird eine Glasplatte bis auf einige µm an das Prisma herangebracht, so kann das Licht nach rechts aus dem Prisma austreten.

Aber auch an Atombausteinen kann wegen des quantenmechanischen Welle-Teilchen-Dualismus eine Durchtunnelung energetisch nicht zu überquerender Gebiete auftreten. Dieses soll in einigen wichtigen Erscheinungen gezeigt werden.

1. α-Zerfall

Man beobachtet, daß sich α-Teilchen aus dem Innern eines Atomkernes freimachen können, obwohl ihre Energie kleiner ist als zum Überwinden der starken Kernanziehungskräfte notwendig wäre.

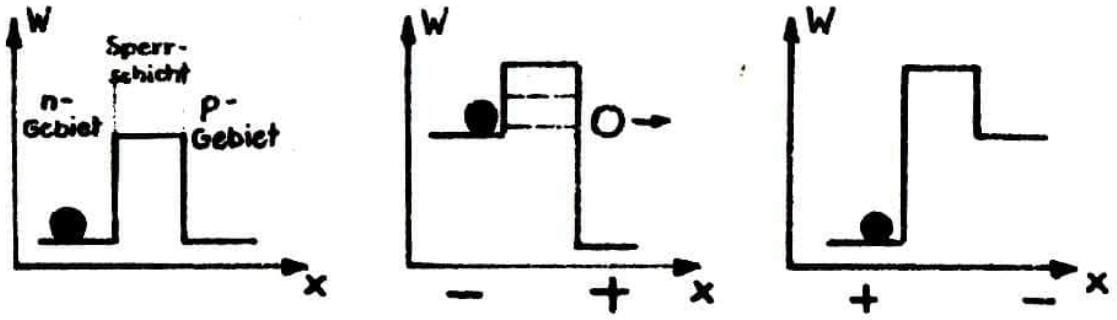
Erklärung: Durchtunnelung der hohen Energieschwelle (Abb. 4)



2. Tunneldiode

Die sich zwischen dem p- und dem n-Gebiet eines Halbleiters ausbildende Sperrschicht (vergl. Lehrbuch der

Physik, Kl. 9, S. 92) stellt eine Energiebarriere für die Leitungselektronen dar. Bei Anlegen einer geeignet gepolten Spannung an die Diode haben die Elektronen die Möglichkeit, die Energieschwelle zu durchtunneln. Es fließt damit ein Strom (Abb. 5).



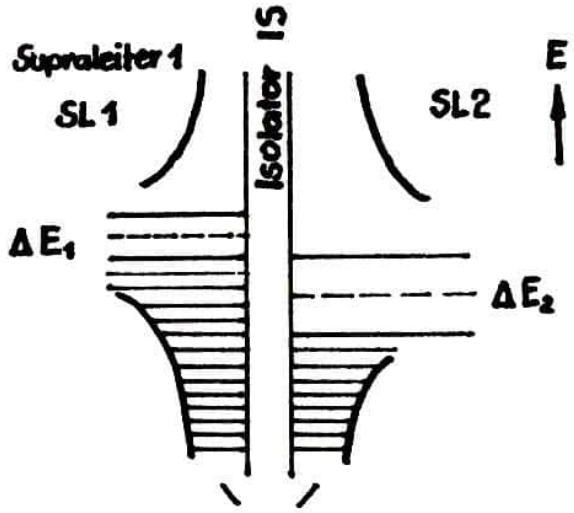
Spannung ausgeschaltet kein Stromfluß

Spannung eingeschaltet Strom fließt

Spannung eingeschaltet kein Stromfluß

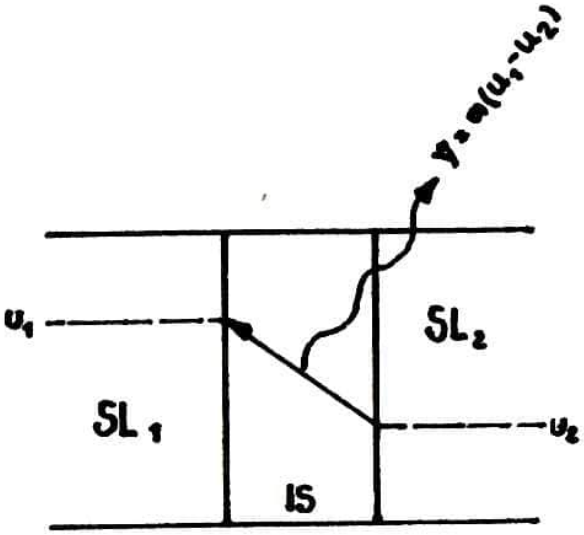
Auf eine ähnliche Erscheinung, nämlich die Durchtunnelung einer Isolaterschicht zwischen zwei Supraleitern (Josephson-Effekt) wird im "impuls 68" noch näher eingegangen.
Zum Schluß sei noch auf ein interessantes Buch von H. Lindner "Atomphysik" hingewiesen, das den behandelten Fragenkreis lebendig und leicht verständlich behandelt.

Skizzen für nachfolgenden Artikel:



Von Elektronen besetzte Zustände unterschiedlicher Energie

Skizze 1



Emission elektromagnetischer Strahlung

Skizze 2

Tunneleffekte bei Supraleitern

Schon im Bereich der Normalleiter kennen wir die Erscheinung, daß Ladungsträger Barrieren überwinden können, obwohl ihre Energie geringer ist, als es der Höhe der Barriere (des Potentialwalles) entspricht. Diese Ladungsträger **"tunneln"**. Dies ist ein Vorgang, für dessen Eintreten die Quantentheorie eine gewisse Wahrscheinlichkeit, die von Breite und Höhe des Walles sowie der Ladungsträgerenergie abhängt, angeben kann. Dieser Effekt ist auch möglich, wenn nicht Normalleiter, sondern ein Supraleiter und ein Normalleiter oder zwei Supraleiter durch eine Isolatorschicht ($d \leq 10^{-8}$ m) getrennt sind. Dabei müssen wir zwei Erscheinungen sorgfältig unterscheiden.
Erstens können, wie bei den Normalleitern geläufig, Einzel-Elektronen **tunneln**. Dabei müssen die Energielücken der beiden Supraleiter so gegeneinander verschoben sein, daß die untere Energielückengrenze des einen Supraleiters auf der Höhe der oberen Lückengrenze des anderen Supraleiters liegt (siehe Skizze 1). Prinzipiell neu und für Supraleiter charakteristisch ist aber die von dem amerikanischen Physiker JOSEPHSON 1962 theoretisch vorausgesagte Erscheinung, daß auch die Elektronenpaare, die die Träger des Suprastroms sind, **tunneln** können, wenn nur die Isolatorschichten genügend dünn (ca. 20 Å) sind. Diese Tatsache ist die Voraussetzung für den sogenannten Josephson-Effekt, von dessen zahlreichen Teilerscheinungen hier zwei angeführt werden sollen. Wenn der Elektronenpaar-Suprastrom eine gewisse Größe überschreitet, tritt an der durchtunnelten Isolatorschicht ein Spannungsabfall auf, der nur durch das Auftreten eines Widerstandes erklärbar ist. Folglich ist dieser noch supraleitende Zustand widerstandsbehaftet. Weil aber - vereinfacht gesagt - die Energie für alle Elektronenpaare eines Supraleiters konstant ist, muß die Energie, die die Paare beim Durchlaufen der Spannungs-

differenz im Isolator aufnehmen, wieder abgegeben werden. Dies geschieht in Form von Quanten elektromagnetischer Strahlung, für deren Frequenz $\nu = a \cdot U$ gilt (Skizze 2). (Hierbei ist $a = \frac{2e}{h}$ eine Konstante, 2 e die Ladung des Paares, h das Plancksche Wirkungsquantum. U die Spannungsdifferenz an der Isolatorschicht). Bei Spannungen bis zu einigen Millivolt, sind,wie man aus dieser Gleichung ersieht, Frequenzen von einigen hundert MHz möglich. Bedeutsam ist, daß diese Strahlung streng kohärent, d. h. phasengleich ist. - Auch die Effektumkehr wird beobachtet. Bei Einstrahlung von Quanten entsprechender Frequenz tritt eine Spannung längs der Tunnelschicht auf. Man beachte, daß die Existenz der Isolatorschicht diese Strahlungsbeeinflussung erst ermöglicht, da die Supraleiter selbst keine elektromagnetischen Felder eindringen lassen.

Auf der Basis dieser beiden Effekte sind hochempfindliche, selektive Empfänger (10^{-15} W) und Sender konstruierbar, deren Eigenschaften auf anderem Wege nur schwer oder garnicht erreichbar sind.

Wir experimentieren

Ermittlung des Schmelzdiagramms einer binären Mischung

Grundlagen:

Schmelzdiagramme binärer Systeme zeigen die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der festen bzw. flüssigen Phase an. Man unterscheidet grundsätzlich drei Typen von Schmelzdiagrammen:

1. **Neben einem reinen Stoff A tritt noch eine stöchiometrisch zusammengesetzte Verbindung auf.**
2. **In der festen Phase treten Mischkristalle auf.**
3. **Nur die reinen Stoffe A und B treten sowohl in der festen, als auch in der flüssigen Phase auf.**

Über die theoretischen Zusammenhänge dieses Versuches informiere man sich in einem Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Näser oder Erdicka)!

Versuchsdurchführung:

Es werden folgende Mischungen vorgeschlagen:

A	B
Naphthalin	Diphenylamin
Diphenylamin	Benzophenon
Naphthalin	Pikrinsäure

Man wählt folgende Zusammensetzungen der Mischungen:

A	B
90	10
80	20
70	30
60	40
50	50
40	60
30	70
20	80
10	90

Die Gemische werden jeweils in einer Reibschale gut verrieben und vermischt. Dann schmilzt man eine Probe in ein Schmelzpunktbestimmungsröhrchen ein.

Nun bringt man die Probe schon vor der eigentlichen Untersuchung im Schmelzpunktbestimmungsapparat zur Schmelze, nimmt sie dann aber schnell heraus und schreckt sie in einem mit kaltem Wasser gefüllten Becherglas ab. Es erfolgt die eigentliche Messung. Unter langsamen Erwärmen der Schmelzpunktbestimmungsapparatur beobachtet man genau den Beginn und das Ende des Schmelzvorganges. Beide Werte sind in eine Tabelle einzutragen. Außerdem sind noch die Schmelzpunkte der reinen Komponenten A und B zu bestimmen.

Die abgelesenen Temperaturen werden über den Gewichtsanteilen in einem Diagramm aufgetragen.

Man erhält somit das Schmelzdiagramm der entsprechenden Verbindungspaare.

Wir stellen vor!

WURZEL

Zeitschrift für Mathematik an Ober- und Spezialschulen

Seit Januar 1970 erscheint monatlich die Schülerzeitschrift "WURZEL", herausgegeben vom FDJ-Aktiv der Sektion Mathematik der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

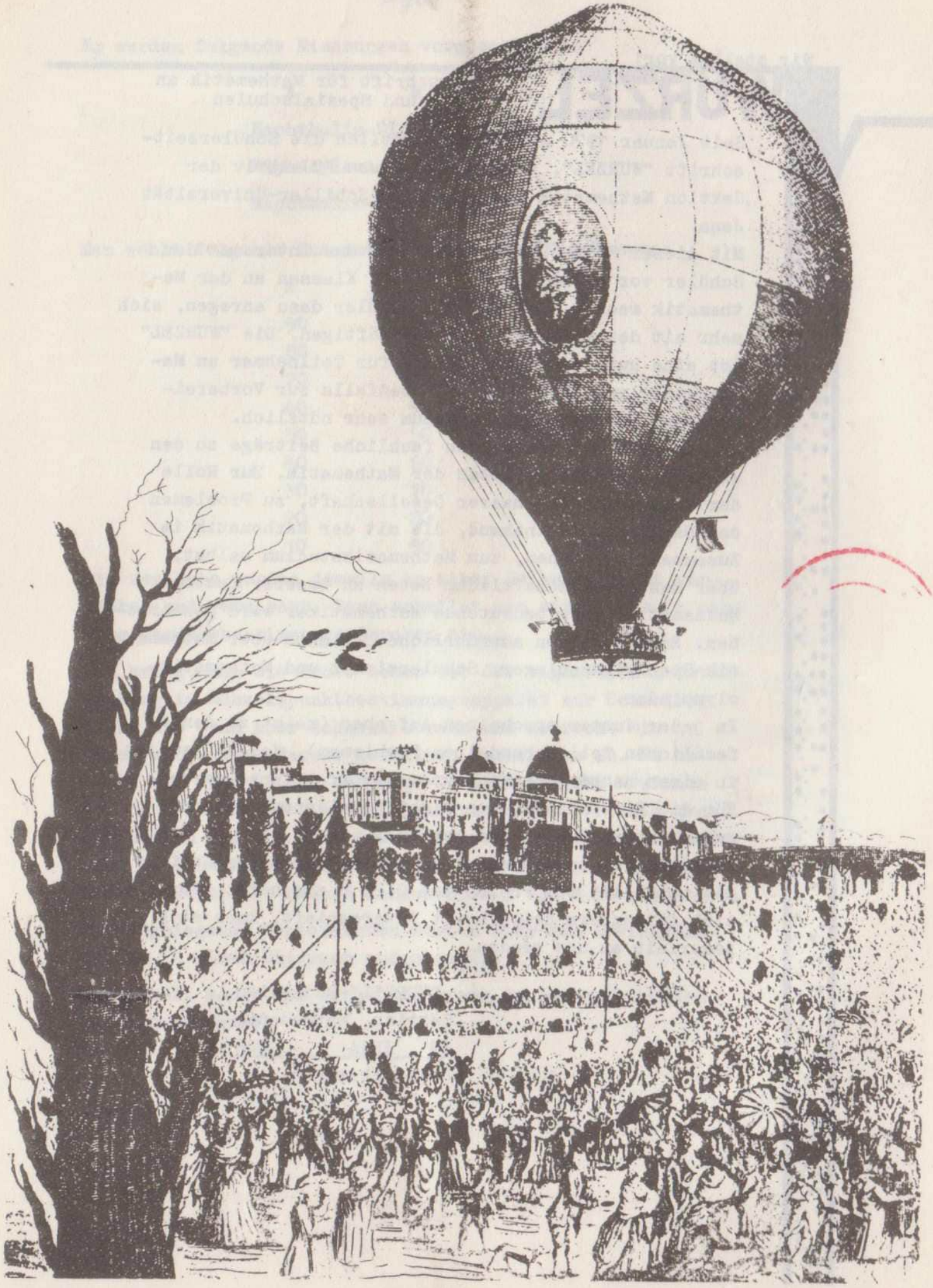
Mit dieser Zeitschrift wollen wir das Interesse der Schüler vor allem der 10. bis 12. Klassen an der Mathematik wecken und begabte Schüler dazu anregen, sich mehr mit der Mathematik zu beschäftigen. Die "WURZEL" ist eine gute Arbeitsgrundlage für Teilnehmer an Mathematikolympiaden. Sie ist ebenfalls zur Vorbereitung auf ein Mathematikstudium sehr nützlich.

In der "WURZEL" erscheinen fachliche Beiträge zu den einzelnen Spezialgebieten der Mathematik. Zur Rolle der Mathematik in unserer Gesellschaft, zu Problemen des Marxismus-Leninismus, die mit der Mathematik im Zusammenhang stehen, zum Mathematikstudium selbst, über das gesellschaftliche Leben an unserer Sektion Mathematik, über bedeutende Mathematiker wird geschrieben. Es erscheinen ausführliche Berichte über Mathematik-Spezialistenlager, Schülerzirkel und Mathematikolympiaden.

In jeder Nummer erscheinen Aufgaben (meist zu den im fachlichen Teil behandelten Problemen), deren Lösungen in einer nachfolgenden Nummer veröffentlicht werden. Für die Einsendungen von richtig gelösten Preisaufgaben werden Buchpreise vergeben.

All dies ist zu lesen auf 16 Seiten der Zeitschrift, die monatlich zum Preise von 0,20 M erscheint. Wer sich für unsere Zeitschrift interessiert, kann sich jederzeit an uns wenden.

"WURZEL"-Redaktion
Sektion Mathematik
69 JENA DDR
Helmholtzweg 1



impuls 68

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 5

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

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

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.
Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.
Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981
Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt

EDV (V)	3
Wissenschaft im Kreuzverhör	6
Genetischer Code (I)	12
Raum und Zeit	17
Einschlußverbindungen	23
Leserpost	27
impuls 68-Lexikon	28
Jenaer Physikertage	30

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig

Elektronische Datenverarbeitung (Teil 5)

Im fünften Teil wollen wir uns nochmals ganz der Mathematik widmen. Mit ihrer Hilfe sind wir dann in der Lage, die eigentlichen Rechenvorgänge in einer Datenverarbeitungsanlage zu verstehen.

1. Logische Funktionen

1.1. Negation

Wir stellen uns als erstes eine elektronische Schaltung vor, die folgende Eigenschaften hat. Sie besitzt nur einen Eingang (x) und einen Ausgang (y). Liegt an x <u>ein</u> Impuls an, so führt y <u>keinen,</u> liegt aber an x <u>kein</u> Stromimpuls an, so kann an y <u>einer</u> abgegriffen werden. Das Eingangssignal wird also durch diese Schaltung jeweils <u>negiert,</u> die Schaltung (oder Funktion) nennt man daher <u>Negator.</u> Der eigentliche elektronische Aufbau soll an dieser Stelle nicht interessieren. Wir benutzen daher eine symbolische Schreibweise (Abb. 1)

Abb. 1

Die Wertetabelle hat folgende Gestalt

x	y
C	L
L	C

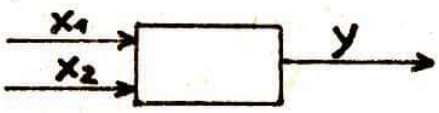
oder $\boxed{y = \bar{x}}$

<u>Schaltzeichen:</u>

1.2. Disjunktion

Wir stellen uns jetzt eine elektronische Schaltung mit <u>zwei</u> Eingängen (x_1, x_2) und <u>einem</u> Ausgang (y) vor. (Abb. 2)

Abb. 2



Wir wollen den umgekehrten Weg gehen und zuerst uns die Wertetabelle ansehen

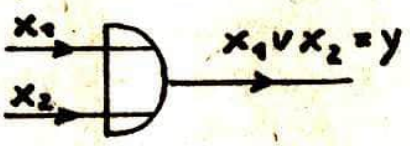
x_1	x_2	y
0	0	0
0	L	L
L	0	L
L	L	L

Aus ihr ist zu entnehmen, daß an y immer dann ein Impuls anliegt, wenn x_1 <u>oder</u> x_2 (oder) beide Eingänge mit einem Impuls beschickt werden. Daher nennt man diese Schaltung auch <u>ODER-Verknüpfung.</u> Folgende Schreibweise wird benutzt.

$$y = x_1 \vee x_2$$

($y = x_1$ <u>vereinigt</u> mit x_2). Die Symbole stammen aus der Mengenlehre und werden dort in allgemeinerer Form verwendet.

Schaltzeichen:



1.3. Konjuktion

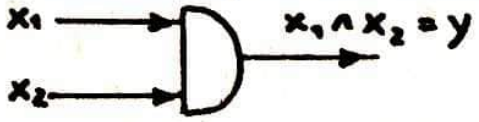
Die Wertetabelle für die Konjunktion sieht wie folgt aus:

x_1	x_2	y
0	0	0
0	L	0
L	0	0
L	L	L

Wir sehen, daß am Ausgang y nur dann ein Impuls gemessen werden kann, wenn x_1 <u>und</u> x_2 Strom führen. Daher kennzeichnet die Konjuktion den Zustand <u>"UND"</u>. Es wird folgend Schreibweise verwendet:

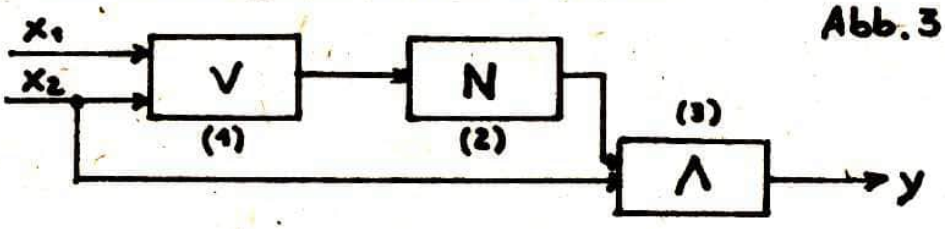
$$y = x_1 \wedge x_2$$

Mit Worten: $y = x_1$ <u>geschnitten</u> mit x_2. Zum Schluß wollen wir auch noch dafür das Schaltzeichen kennenlernen:



Natürlich wird die Einführung dieser 3 logischen Verknüpfungen zunächst etwas überflüssig erscheinen. Wir werden aber im nächsten Heft sehen, daß diese 3 Schaltungen es ermöglichen, in bestimmten Kombinationen z. B. Additionen von Dualzahlen auszuführen. Zur Festigung des neuerworbenen Wissens soll das nachfolgende Beispiel dienen.

Abb. 3

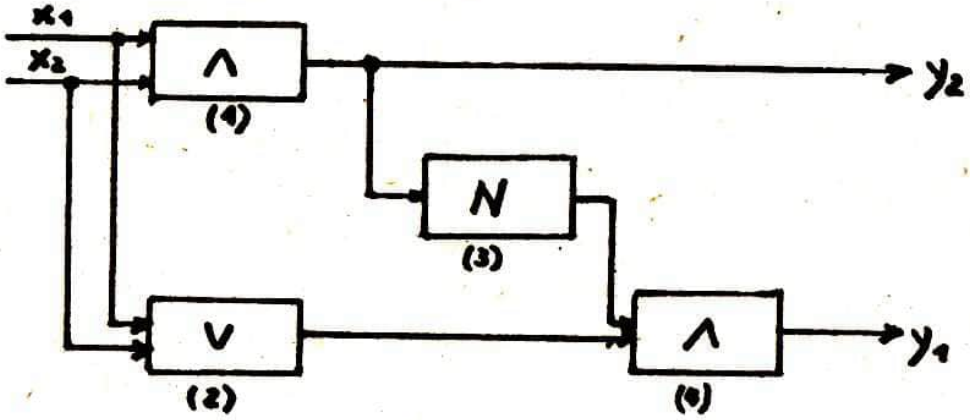


An x_1 und x_2 soll ein Impuls (also L) anliegen. Wie sieht y aus?

Erste Schaltung: L ∨ L = L. In die zweite Schaltung läuft L ein, aber 0 erscheint am Ausgang, da es eine Negatorschaltung ist. Am Eingang der dritten Schaltung liegt jetzt 0 aus (2) und L von x_2 an: 0 ∧ L = 0, y hat also den Wert 0.

2. Kontrollfrage

Wie sieht y_1 und y_2 für folgende Schaltung aus, wenn x_1 und x_2 = L sind.



Wissenschaft im Kreuzverhör

Wir wollen studieren. Was und wie können wir studieren? Was gibt es Neues in der Wissenschaft? Welche Einsatzmöglichkeiten haben wir als Absolventen?
"impuls 68" gibt Antwort, denn "impuls 68" ist für die Schüler da. Deshalb beginnen wir heute mit einer neuen Artikelserie, in der wir bekannte Wissenschaftler für unsere Leser über die obengenannten Problemkreise befragen. Zusätzlich werden wir regelmäßig Berichte aus Schulen bringen, an denen sich "impuls 68" über Stand und Niveau der Studienvorbereitung informiert hat. Wir fordern unsere Leser auf, aktiv mitzuarbeiten. Wir wollen Schwächen der Vorbereitung auf ein Studium ausmerzen und Lücken der Information schließen. Schreibt uns eure Meinung, schreibt uns, was ihr für Erfahrungen gesammelt habt.
Unser heutiges Interview wurde mit Herrn Prof. Lambrecht, Inhaber des Lehrstuhls für Astronomie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena geführt.

"impuls 68": Herr Professor, Sie waren Delegationsleiter einer Gruppe von DDR-Astronomen, die im August dieses Jahres an der Tagung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) in Brighton (GB) teilgenommen hat. Welche Aufgaben stehen vor dieser Organisation?

Prof. L.: Die IAU ist die Dachorganisation der Astronomen der ganzen Welt. Ihr gehören fast 50 Länder an, darunter auch die DDR. 1919 wurde die IAU aus dem Bedürfnis heraus nach engen internationalen Kontakten gegründet. Sie hat vor allem in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg einen großen Aufschwung genommen, und durch die Organisation von internationalen Symposien sehr befruchtend auf die Entwicklung unserer Wissenschaft eingewirkt. Es war von vornherein beabsichtigt und wurde auch konsequent durchgeführt, daß die Arbeit außerhalb dieser großen Tagungen, die alle 3 Jahre stattfinden, in den Kommissionen der IAU er-

folgt, die u. a. die Symposien und Kolloquien organisieren. In diesen Kommissionen arbeiten auch DDR-Astronomen mit. So z. B. gehören einige Mitarbeiter der Sternwarte Jena und ich der Kommission für Interstellare Materie an.

"impuls 68": Kam es auf dieser Tagung zur Konstituierung neuer Kommissionen?

Prof. L.: Es sind zwei neue Kommissionen gegründet worden. Da ist zunächst die Kommission für Kosmologie. Kosmologie ist die Wissenschaft vom Aufbau und der Entwicklung der Welt als Ganzes. Auch hier sind DDR-Astronomen vertreten. Die zweite Kommission beschäftigt sich mit der Astrophysik hoher Energien. Hierbei handelt es sich um Energien, wie sie z. T. bisher noch in keinem Laboratorium erzeugt werden können. Dieses Gebiet ist ein ganz wesentlicher Schwerpunkt astrophysikalischer Forschung.
In Brighton zeichnete sich deutlich eine immer stärkere Wechselwirkung zwischen der Astronomie, die ja seit Kepler natürlicherweise eine physikalische Wissenschaft ist, und der Physik ab. Im Weltall existieren ja bekanntlicherweise physikalische Bedingungen über so große Zeiträume, wie sie im irdischen Labor überhaupt nicht realisierbar sind. D.h., der Trend geht dahin, daß man immer mehr die physikalischen Prozesse der Entwicklung und Veränderung kosmischer Objekte untersucht.

"impuls 68": Herr Professor, hat es heutzutage in einer Industrieorientierten Forschung noch Sinn, auf einem Gebiet wie der Astronomie Investitionen zu machen, zumal für ein solch kleines Land wie die DDR, das doch gerade an zweckgebundener Forschung interessiert sein müßte?

Prof. L.: Das ist eine Frage, die man kaum vollständig mit ein paar Sätzen, wie es hier der Fall sein soll, beantworten kann. Zunächst läßt sich sagen, daß Investitionen auf diesem Gebiet grundsätzlich sinnvoll sind. Einfach aus dem Grund, weil sich die Astronomie durch ihre engen und sehr weitverzweigten Beziehungen zu vielen Nachbargebieten auf diese sehr befruchtend auswirkt. Der Zusammenhang mit

der Physik ist dabei, wie schon erwähnt besonders deutlich. Ich denke dabei besonders an die Plasmaphysik. Hier wäre eine praktische Anwendung in der technischen Realisierung durchaus denkbar.
Eine zweite hervorragende Rolle spielt die Astronomie bei der Gestaltung des wissenschaftlichen Weltbildes. So z. B. bei den Fragen nach dem Aufbau der Welt und ihrer objektiven Erkennbarkeit. Diese Fragen können nicht ohne die Astronomie beantwortet werden. Eine andere Frage ist, ob sich unser Land große Investitionen auf einem solchen Gebiet leisten kann. Das ist aber eine Frage, die zu beantworten ich nicht kompetent bin. Unsere Regierung hat in der Vergangenheit recht erhebliche Summen, in die Astronomie nur für instrumentelle Dinge investiert (z. B. besitzt das Karl-Schwarzschild-Observatorium in Tautenburg den größten Schmidt-Spiegel der Welt) und sagt heute mit Recht, daß sich diese Gelder erst einmal amortisieren müssen. Es gibt z. B. wichtige Gebiete der astrophysikalischen Forschung, wie die Radioastronomie, deren Anwendung derartige finanzielle Aufwendungen erfordert, daß dies für unser Land einfach nicht tragbar ist.
D. h., die Entwicklung der Astronomie wird zwar im Ganzen gefördert, aber größere Investitionen sind in den nächsten fünf bis zehn Jahren verständlicherweise nicht zu erwarten.

"impuls 68": Mit welcher Problematik beschäftigt sich Ihr Fachgebiet in der Gegenwart innerhalb der DDR?

Prof. L.: In Brighton hat sich gezeigt, daß wir mit unserer Konzeption der internationalen Entwicklung entsprechen. Es wird in der DDR auf drei eng zusammenhängenden Forschungsgebieten gearbeitet. Einmal auf dem Gebiet der Kosmologie, auf dem der extragalaktischen Forschung, also der Untersuchung der Sternsysteme außerhalb unserer Galaxis und schließlich auf dem Gebiet der Kosmogonie, der Entwicklung von Sternen und Sternsystemen mit dem wesentlichen Bestandteil der Erforschung der nichtstellaren Materie, aus

der die Sterne entstehen. Diese wird an unserer Universitätssternwarte bevorzugt betrieben. Die nichtstellare Materie ist physikalisch interessant, da es sich hierbei um ein hochverdünntes Plasma im Nichtgleichgewichtszustand bei Temperaturen handelt.

"impuls 68": Welche Entwicklung sehen Sie persönlich für Ihr Fachgebiet in der Zukunft? Tritt dabei eine Neuorientierung oder Spezialisierung ein? Welche wesentlich neuen Erkenntnisse sind Ihrer Meinung nach in den nachsten Jahren zu erwarten?

Prof. L.: Eine Spezialisierung im gesamten Fachgebiet sicher nicht, eine Neuorientierung auf alle Fälle. Neuorientierung in der Hinsicht, daß eine immer stärkere Hinwendung zur Hochenergiephysik und physikalischen Problemen der Entwicklung des Universums, bedingt durch den Forschungsgegenstand und die Forschungsmittel sich abzeichnet. Das, was wir als klassische Astronomie bezeichnen, tritt immer mehr in den Hintergrund. Dies wird allein schon durch die Entwicklung der Radioastronomie und der extraterrestrischen Forschung, wie sie heute durch die Satelliten u. ä. m. betrieben wird, sichtbar. Dazu gehört auch die Untersuchung der kosmischen Strahlung, oder der vor einigen Jahren entdeckten Röntgenstrahlung aus dem Weltall. D. h., man wendet sich immer mehr den ganz speziellen physikalischen Problemen zu, wenn sie bei der Entwicklung der kosmischen Objekte auftreten.

Die Spezialisierung ist eine Frage, die jedes Forscherkollektiv, jeder Forscher in der konkreten Situation selbständig entscheiden muß, wobei natürlich die Beziehungen zu den Nachbargebieten eine wichtige Rolle spielen.

Die Frage nach den neuen Entdeckungen ist eine Sache, die man nur mit Einschränkungen beantworten kann. Gerade in den letzten Jahren sind eine Reihe von Entdeckungen gemacht worden, die man nicht erwartet hatte.

Intensiv zuwenden wird man sich solchen Fragen, wie der Realisierung der verschiedenen Weltmodelle, oder der Frage nach der Sternentstehung und der Entstehung von Galaxien bzw.

Sternsystemen, sowie den ganzen physikalischen Vorgängen, die dabei ablaufen. Hier ist man noch sehr am Anfang. Dies sind meiner Meinung nach Gebiete, die in den nächsten Jahren im Vordergrund stehen werden. Man könnte noch viele Gebiete aufzählen, wie etwa die gesamte Neutrinoastronomie, die auch von der Physik her sehr im Anfang steht. Wir leben ja in einem "Neutrinomeer" und haben nur noch nicht die Möglichkeit diese in entsprechendem Umfange nachzuweisen. Hier muß mit ganz neuen Instrumenten gearbeitet werden, die äußerlich überhaupt nicht mehr mit den heute in der Astronomie üblichen Geräten vergleichbar sind.

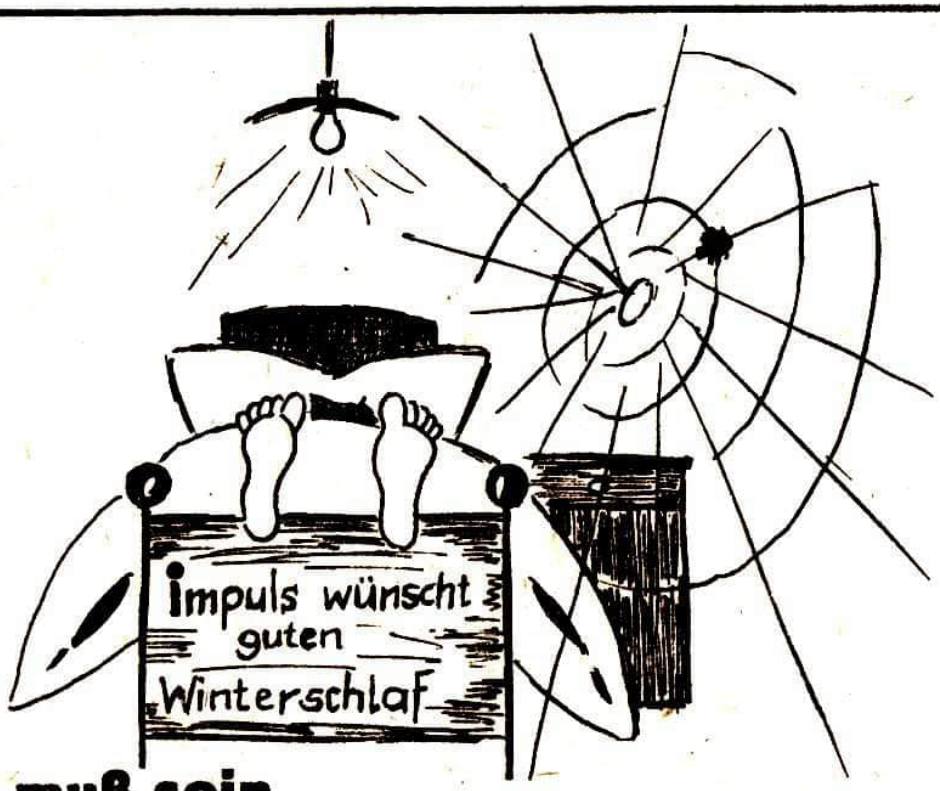
"impuls 68": Welche Ratschläge würden Sie einem Oberschüler geben, der Ihre Fachrichtung studieren möchte?

Prof. L.: Das ist eine Frage, durch die ich in eine gewisse Zwickmühle gerate. Ich habe natürlich den Wunsch, daß junge Leute, die sich für die Astronomie interessieren, zur Astronomie kommen, und das weitermachen, was wir angefangen haben. Auf der anderen Seite muß ich natürlich auch sagen, daß die Zahl der Studienplätze sehr beschränkt ist, und auch nach dem Studium hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten Schwierigkeiten entstehen können. Ich gebe den Rat nur dann, wenn es nicht nur eine romantische Neigung zur Beschäftigung mit den Sternen ist, und man schon ganz konkrete Vorstellungen hat, sich um ein Astronomiestudium zu bewerben. Dazu gehören natürlich auch, bei der strengen Auswahl, die wir treffen müssen, gute und sehr gute Leistungen in Mathematik, Physik und Chemie. Ebenso muß man sich darüber im Klaren sein, daß zwei Jahre Grundstudium auf dem Gebiet der Physik Vorbedingung sind, d. h., daß ein Astronom in erster Linie mindestens ein guter Physiker sein muß.

Als wichtigste Fremdsprache kommt immer mehr Englisch zur Bedeutung. Die "Fachsprache", so möchte ich beinahe sagen, ist Englisch. Auch die Kollegen aus der Sowjetunion veröffentlichen wichtige Arbeiten in Englisch. Die zweite wichtige Fremdsprache ist natürlich Russisch, da es von Vorteil ist, wichtige Arbeiten im Originaltext zu lesen.

Selbstverständlich gehört auch die Beherrschung der deutschen Sprache zu einem guten Astronomen.
Zum Abschluß möchte ich sagen, daß ich jedem Schüler, der sich für die Astronomie interessiert, den Rat gebe, diese Bemerkungen zu durchdenken, und seinen Entschluß mit allem Ernst zu überprüfen.

"impuls 68": Herr Professor, im Namen unserer Redaktion und unserer Leser möchten wir uns bei Ihnen sehr herzlich für das Interview bedanken.



Spaß muß sein

Professor M. war sehr genau und verlangte, daß Protokolle im Praktikum und nicht zu Hause angefertigt und ihm einzeln zum Testat vorgelegt wurden. Ein Student legte ihm jedoch fünf Protokolle auf einmal vor.

Prof. (sanft, wie ein Vulkan kurz vor dem Ausbruch):
"Wo haben Sie die Protokolle angefertigt?"

Stud.: "Zu Hause, Herr Professor".

Prof.: "Dann lassen Sie sie sich auch zu Hause testieren!"

Stud.: "Wann darf ich Herrn Professor erwarten?"

Der Professor war einen Moment sprachlos, dann sagte er nur, "Donnerwetter!" und testierte augenblicklich alle 5 Protokolle.

Ergänzungen zum Biologieunterricht 10. und 12. Kl.

Peter Ernst 5. Stdj. Sektion Biologie

Der genetische Code - der Schlüssel zum Leben (I)

Die derzeitig größten elektronischen Rechenanlagen sind nicht in der Lage, die Erbinformation einer einzigen lebenden Zelle zu speichern oder zu verarbeiten.

»Historisches« zum genetischen Code

Von ernstzunehmenden Wissenschaftlern wird heute davon gesprochen, daß die Biologie da steht, wo vor rund 50 Jahren die Physik vor Entdeckung der Kernspaltung stand. Diese Tatsache eröffnet ungeahnte Perspektiven. Der Segen für die Menschheit ist nicht abzusehen, ebenso der mögliche Schaden, der durch Mißbrauch entstehen kann. Um die Parabel fortzusetzen, wird es ein Hiroshima der Biologie geben?

Dieser Artikel soll dazu beitragen, Denkanregungen in Hinsicht auf die zu ziehenden Konsequenzen zu geben.

Bei der Entwicklung des Modells der DNS stellten WATSON und CRICK bereits 1953 die Hypothese auf, daß die genetische Information der Zelle durch die Anordnung der Nukleobasen auf dem DNS-Molekül codiert sein müsse. Auf Grund der in den folgenden Jahren einsetzenden Forschungstätigkeit konnte diese Theorie bestätigt werden.
Mit Hilfe moderner biologischer Forschungsmethoden gelang es Anfang der 60er Jahre mehreren Kollektiven gleichzeitig (NIRENBERG, KHORANA, HOLLEY; alle Nobelpreis 1968), die Bedeutung dieses genetischen Codes aufzuklären und ein sogenanntes Code-Lexikon aufzustellen.

Es gelang weiterhin, den genetischen Code in vitrio nachzubilden und arbeiten zu lassen. Gegenwärtig wird nun eine

Einflußnahme auf die Basenanordnung im DNS-Molekül zu erreichen versucht.

Informationsübertragung in der Biologie

Um die Problematik der Einflußnahme auf die Information im biologischen System zu zeigen, muß noch einmal der prinzipielle Aufbau des genetischen Codes erläutert werden.
Die DNS, Träger der genetischen Information setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen:

1. Desoxyribose
2. verschiedenen Nukleobasen
3. Phosphorsäureanhydrid

Desoxyribose und Phosphorsäureanhydrid bilden in alternierender Folge das sog. Rückgrat der DNS, während die Nukleobasen "in den Raum ragen". Diese Basen sind entweder Purine oder Pyrimidine, jeweils aber spezifisch an die Desoxyribose gebunden, so daß folgendes Bild zustandekommt:

○ Desoxyribose
△ Nukleobase
■ Phosphorsäureanhydrid

Die Anordnung der verschiedenen Nukleobasen in wechselnder Reihenfolge macht nun die Bedeutung des genetischen Codes aus. Entsprechend dieser Anordnung werden auf dem Weg über die Transskription und Translation die spezifischen Pordukte der Zelle gebildet. Dabei entsprechen drei Nukleobasen einer Aminosäure im Protein.
Will man diesen genetischen Code bzw. die damit verbundene Biosynthese verändern, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Veränderung der Anordnung der Nukleobasen
2. Veränderung von Transskriptions- bzw. Translationsprozeß
3. Einspeicherung bzw. Wegfall bestimmter zusätzlicher oder überflüssiger Information

In der Praxis wurden heute schon alle drei Methoden erprobt. Eine Veränderung der Basenanordnung kann durch künstlich gesteuerte Mutationseffekte (Basenaustausch, -wegfall, -einschub) erreicht werden. Veränderungen bei der Transskription bzw. Translation lassen sich durch Einsatz bestimmter Antibiotika und Enzyme hervorrufen. Eine Einspeicherung oder ein Wegfall von Information ist z. B. mit Hilfe von Phagen möglich.

Allerdings sind alle drei Methoden mehr oder weniger mit einem entscheidenden Mangel behaftet: Eine gezielte Veränderung des Erbmaterials auf eine Ausprägung im Phänotyp hin kann damit heute noch nicht erreicht werden. Zwar läßt sich zum Beispiel Cytosin durch Uracil ersetzen (s. unten), aber diese Reaktion geschieht gleichzeitig an allen oder mindestens mehreren Cytosinen. Ähnlich problematisch liegen die Verhältnisse auch bei den anderen Methoden.
Welch katastrophale Folgen dabei eine einzige Punktmutation haben kann, sei hier an einem Beispiel aufgeführt:
Im Mittelmeerraum tritt eine spezielle Form der Anämie auf, die Sichelzellenanämie, die dominant ausgeprägt schwerste gesundheitliche Schäden haben kann, die u. U. zum Tode führen. Bei dieser Sichelzellenanämie nun ist in Folge einer Punktmutation am Hämoglobinmolekül in der beta-Kette mit 146 Aminosäuren e i n e Aminosäure (Glutamins) gegen eine andere ausgetauscht (Valin). Die Folgen sind oben schon beschrieben.

Eine von dieser, sich auf molekularer Ebene abspielenden Übertragungsform von Information in der Biologie wurde nun auf völlig überraschende Weise gefunden.
Trainiert man einige Versuchstiere auf eine bestimmte Reaktion - beispielsweise Ratten auf Flucht in helle Boxen, untrainierte Ratten fliehen in dunkle - tötet sie, stellt einen speziellen Gehirnextrakt her und injeziert diesen

untrainierten Tieren, so zeigen diese bis zu 75 % das Verhalten trainierter Tiere. Diese Ergebnisse werden allerdings auch wieder auf molekulare Ebene zurückgeführt, man macht für diesen Lernübertragungsprozeß die RNS verantwortlich; über den Mechanismus herrscht zur Zeit jedoch noch Unklarheit.

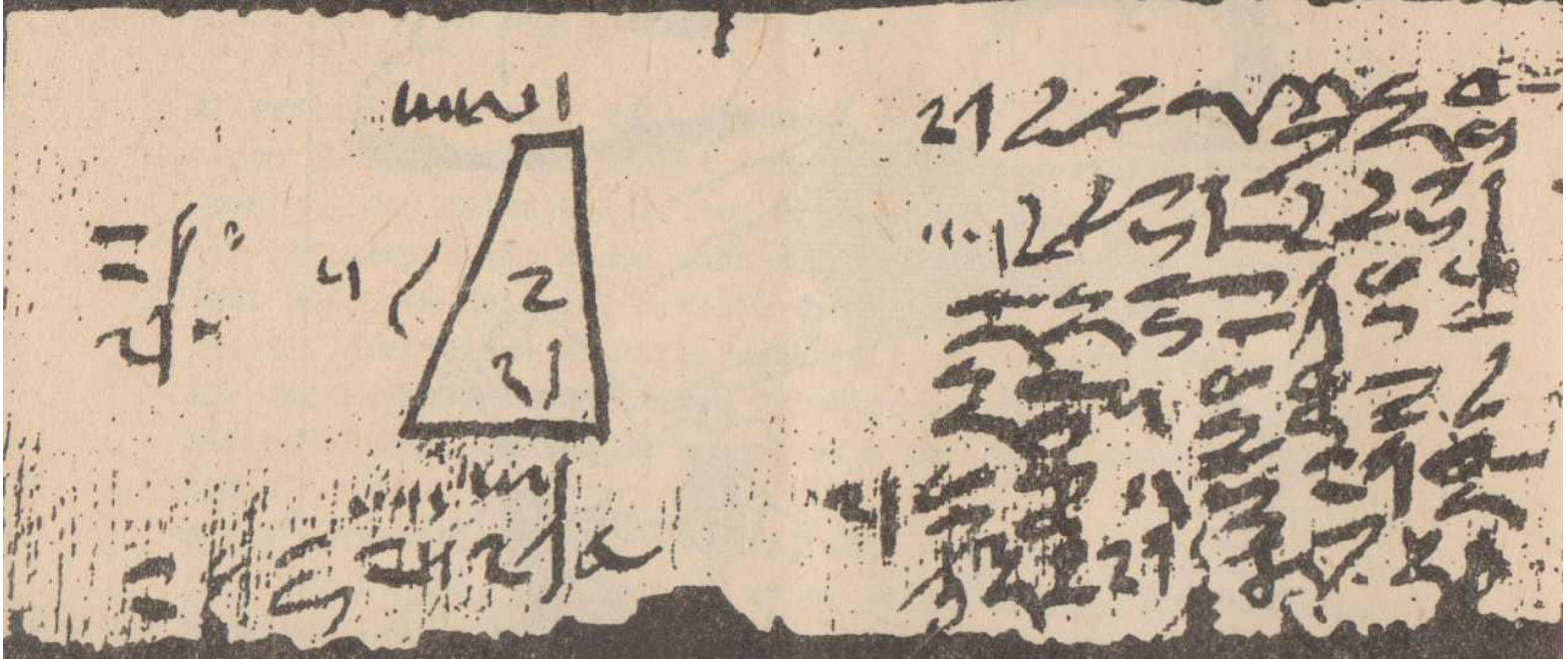
Der denkwürdige Versuch des Karl Friedrich Gauss im Jahre 1840 mit Hilfe der Winkelsumme des Dreiecks zwischen Inselsberg-Hoher Hagen - Brocken die Raumkrümmung nachzuweisen. Gauss konnte innerhalb der Fehlergrenze keine Abweichung von 180° feststellen. Dieser Versuch widerlegte jedoch nicht die Theorie von der Raumkrümmung, er mißlang nur deshalb, da das Dreieck zu klein war. Die relativistische Raumkrümmung kann eben erst im kosmischen Raum in Erscheinung treten.

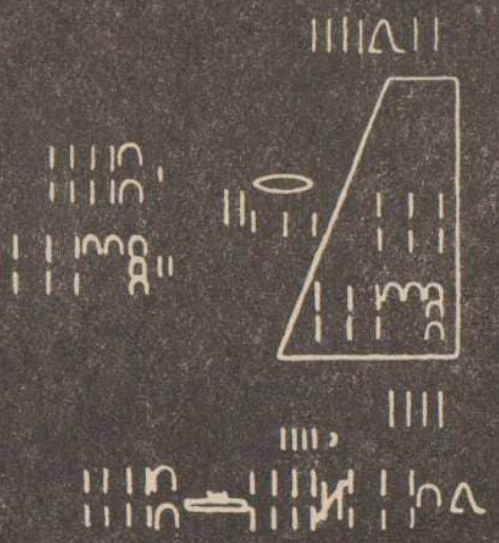
(Lindner "Physik im Kosmos")

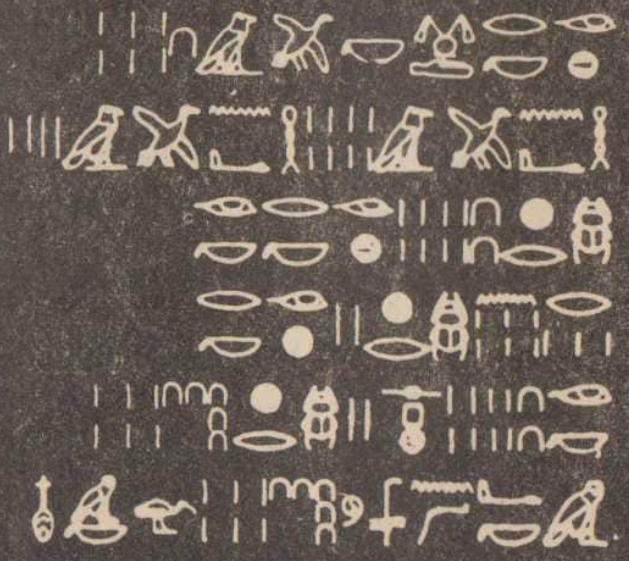
(Siehe Artikel: Vorstellungen über Raum u. Zeit)

Das Bild zeigt den Auszug eines Papyrus mit der Berechnung des Volumens eines Pyramidenstumpfes.

Im unteren Teil des Bildes ist die Umschrift in Hiero - glyphen angegeben.







Steffen Beyersdorfer
Oberschüler, 12. Klasse
EOS Grete-Unrein, Jena

Vorstellungen über Raum und Zeit

Die Erkenntnisse über Raum und Zeit entwickelten sich in der Antike im Zusammenhang mit der Herausbildung der Geometrie.
Der Grieche EUKLID (um 300 v. u. Z.) faßte die antiken Erkenntnisse in den später nach ihm benannten "Elementen Euklids" zusammen. Er beschrieb den Raum nach den allgemeinen täglichen Erfahrungen der Menschen. In seinem Raum gelten die grundlegenden geometrischen Gesetze, wie Strahlensatz, Sätze im Dreieck u. a. Er fordert für seinen Raum die Gültigkeit des Parallelenaxioms. Es besagt: Durch einen Punkt A, der außerhalb einer Geraden g liegt, gibt es nur eine Parallele zu g. Parallelen haben im Endlichen keinen Schnittpunkt, sie schneiden sich im Unendlichen. Der Raum Euklids ist unendlich.

DEMOKRIT (4. Jh. v. u. Z.) und ARISTOTELES (3. Jh. v. u. Z.) machten die ersten wesentlichen und materialistischen Aussagen über Raum und Zeit. Für beide existiert der Raum objektiv, also außerhalb und unabhängig von unserem Bewußtsein.
DEMOKRIT erkennt den Zusammenhang zwischen Raum und Materie sowie zwischen Zeit und Materie. Der Raum ist für ihn als Leere, in der sich die Atome bewegen, die Bedingung für die Bewegung der Atome. Die Zeit existiert auch nur im Zusammenhang mit der Bewegung der Atome.
Im Gegensatz zu ARISTOTELES, der den Weltraum als endlich betrachtet, sieht DEMOKRIT den Raum als unendlich an und die Zeit als objektiv und ewig.

Im Mittelalter wurde das Bild von der Welt geprägt durch das geozentrische System des PTOLEMÄUS (90-160 u. Z.), das

den Weltraum als endlich festlegt. Erst KOPERNIKUS (1473-1543), Giordano BRUNO (1548-1600) und GALILEI (1564-1642) vertreten wieder die Ansicht von der Unendlichkeit des Weltalls.

Isaac NEWTON (1643-1727) erkennt die objektive Existenz von Raum und Zeit an. Jedoch betrachtet er Raum und Zeit als voneinander unabhängig und unabhängig von der sich bewegenden Materie. Nach seiner Auffassung sind Raum und Zeit "absolut". Den Raum vergleicht NEWTON mit einem endlosen, von der Materie unabhängigen Kasten ohne Wände, in dem sich die Körper befinden und die Prozesse abspielen. NEWTON's Raum besitzt keine physikalischen, sondern nur geometrische Eigenschaften. Er ist dreidimensional. In ihm gelten die Gesetze der Euklidischen Geometrie. Die Metrik [1] seines absoluten Raumes ist überall gleich. Die absolute, von nichts abhängige Zeit ist für ihn reine Dauer. Sie verläuft gleichmäßig, ununterbrochen und gleichartig.
NEWTON's Vorstellungen vom absoluten Raum und von der absoluten Zeit herrschen in der Wissenschaft zwei Jahrhunderte - bis zur Entwicklung der Relativitätstheorie von Albert EINSTEIN - vor, obwohl schon Marx und Engels im 19. Jahrhundert die unserem heutigen Wissensstand entsprechenden Theorien von Raum und Zeit entwickelt hatten.
Die Newtonsche Theorie ist gültig für relativ langsame Bewegungen von Körpern (mit mittleren Massen) auf der Erde und für die Bewegung der Himmelskörper. In diesem speziellen Fall ist der Zusammenhang zwischen Raum, Zeit und Materie vernachlässigbar. Sie konnte also der Entwicklung der Gesetze der klassischen Mechanik dienen. Die Verabsolutierung dieser Theorie ist aber falsch.

Die Entwicklung der Raum-Zeit-Theorien ist durch den Kampf zwischen materialistischen und idealistischen philosophischen Richtungen gekennzeichnet. Die idealistische Auffas-

---

1) Ausdruck für den Abstand zweier Punkte im Raum

sung über Raum und Zeit erreicht ihren Höhepunkt bei KANT (1724-1804). KANT versteht den Raum als eine unserem Bewußtsein eigene, von der Erfahrung unabhängige Anschauungsform, nach der das erkennende Subjekt die Lage der Erscheinungen "ordnet". Er schlußfolgert, daß es in ihm nur eine, nämlich die Euklidische Geometrie gibt.

HEGEL (1770-1831) versucht wieder, die Newtonsche Trennung von Raum, Zeit und Materie zu überwinden. Er erklärt, die Materie sei eine Synthese aus Raum und Zeit und besitze deshalb zweitrangigen Charakter. Gegen diesen objektiv-idealistischen Standpunkt wendet sich FEUERBACH (1804-1872) in seiner materialistischen Kritik der Hegelschen Philosophie. Er sieht Raum und Zeit als objektive Existenzformen und Wesensbedingungen der Materie an.
Erst die Theorien von Marx und Engels über Raum und Zeit bekommen durch die Arbeiten Lobatschewskis und Riemanns im 19. Jahrhundert und durch die Relativitätstheorie EINSTEIN's zu Anfang des 20. Jahrhunderts eine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlage.
Das Vorhandensein einer einzigen, nämlich der Euklidischen Geometrie war eines der wichtigsten Argumente der idealistischen und metaphysischen Richtungen. Dieses Argument wird durch die Theorie vom gekrümmten Raum und durch die Schaffung der nichteuklidischen Geometrie durch den großen russischen Mathematiker LOBATSCHEWSKI (1792-1856) endgültig widerlegt. Sein Grundgedanke stellt sich etwa folgendermaßen dar: Die Eigenschaften des Raumes müssen nicht überall gleich sein. Es besteht die Möglichkeit ihrer Veränderung in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Materie.

LOBATSCHEWSKI führt den Begriff der Krümmung des Raumes als Maß der Abweichung der geometrischen Eigenschaften des gegebenen Raumes von denen des Euklidischen Raumes ein.
Es gibt danach 3 Räume mit konstanter Krümmung:

1. Euklidischer Raum mit Nullkrümmung,
   Winkelsumme im Dreieck gleich 180 °,
   Parallelenaxiom gilt nach der Festlegung von EUKLID.

2. Lobatschewski-Raum mit negativer Krümmung, Winkelsumme im Dreieck kleiner als 180 °; in diesem Raum heißt das Parallelenaxiom: Es gibt unendlich viele zu g parallele Geraden durch A.

Etwas später entwickelte der deutsche Mathematiker RIEMANN (1826-1866) die Vorstellung vom positiv gekrümmten Raum.

3. Riemannscher Raum mit positiver Krümmung, Winkelsumme im Dreieck größer als 180 °, Parallelenaxiom: Es gibt durch A keine Parallele zu g.

Der Euklidische und der Lobatschewski-Raum sind unendlich, der Riemannsche Raum ist endlich, aber unbegrenzt.

Die untrennbare Einheit von Materie, Raum und Zeit wurde konkret durch die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie von Albert EINSTEIN (1879-1955) mathematisch erfaßt. Die spezielle Relativitätstheorie besagt u. a., daß die Gleichzeitigkeit von Ereignissen nicht absolut, sondern relativ ist. Ereignisse, die in bezug auf ein materielles System, d. h. unter bestimmten Bewegungsbedingungen, gleichzeitig stattfinden, sind in bezug auf ein anderes materielles System unter anderen Bewegungsbedingungen nicht gleichzeitig.

EINSTEIN's Relativitätstheorie basiert auf der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Aus dieser fundamentalen Tatsache folgen mehrere wichtige Schlußfolgerungen:

1. Die Länge eines Körpers ist keine absolute Größe, sondern sie verändert sich mit seiner Bewegung in bezug auf andere Systeme. Je größer die Geschwindigkeit des Körpers, desto stärker seine Verkürzung.

2. Ebenso ist die Zeit eines Systems nicht absolut, sondern von der Bewegung des Systems relativ zu anderen Systemen abhängig. Je größer die Geschwindigkeit, desto langsamer verläuft die Eigenzeit.

3. Jedes materielle Ereignis läuft in einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Koordinatensystem ab.

Materielle Systeme existieren also in einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum. Aus diesen Tatsachen geht eindeutig der Zusammenhang von Raum, Zeit und Materie hervor.

In der allgemeinen Relativitätstheorie hat die Untersuchung des Gravitationsfeldes zu verschiedenen modellmäßigen Erkenntnissen über die Abhängigkeit von Raum und Zeit von der Materie geführt:

1. Die Krümmung des Raumes, der vorläufig rein mathematischen Weltmodelle, hängt von der durchschnittlichen Materiedichte ab. Versuche, eines der aufgestellten Weltmodelle mit Beobachtungen in Einklang zu bringen, führten bisher nicht zu eindeutigen Ergebnissen.

2. Mit der Stärke des Gravitationsfeldes verändert sich auch die Zeit. Je größer die Massen sind, je stärker also das Gravitationsfeld ist, desto langsamer verläuft die Zeit.

"Der von der Relativitätstheorie entdeckte organische Zusammenhang von Raum und Zeit mit der Materie, mit der Bewegung der Materie liefert einen neuen naturwissenschaftlichen Beweis für die objektive Realität von Raum und Zeit, für ihre Unabhängigkeit vom Bewußtsein, vom erkennenden Subjekt". [2] Damit wird gleichzeitig die subjektivistische Auffassung der in der modernen bürgerlichen Philosophie vertretenen Theorie, die Zeit sei von der Intuition, dem inneren Schöpferdrang der Menschen abhängig widerlegt.

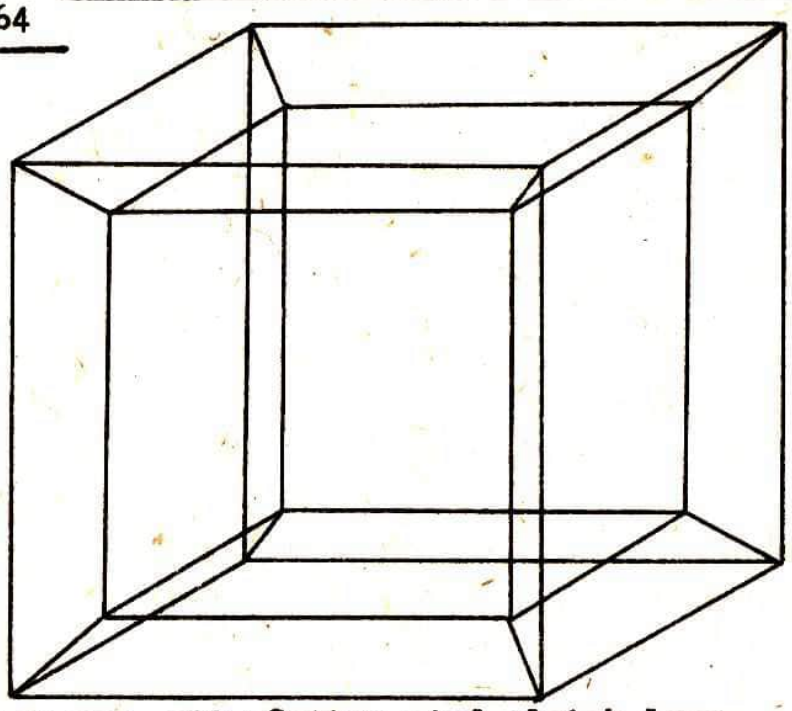
Die dialektisch-materialistische Raum-Zeit-Theorie, die den Zusammenhang zwischen der sich bewegenden Materie und Raum und Zeit klar darstellt, steht mit den Erkenntnissen der modernen Wissenschaft im Einklang. Raum und Zeit sind Existenzformen der Materie. Da die Materie qualitativ unerschöpflich ist, also in diesem Sinne unendlich, sind auch Raum und Zeit als ihre Existenzformen im philosophischen Sinne unendlich mannigfaltig. Selbst eine naturwissenschaftliche Erkenntnis der Zukunft, die die Existenz des geometrisch endlichen Riemannschen Raumes nachwiese, stünde dazu nicht im Widerspruch.

Literatur:

[1] Grundlagen der marxistischen Philosophie, Dietz Verlag Berlin, 1960

Marxistische Philosophie (Lehrbuch), Dietz Verlag Berlin, 1967

Philosophisches Wörterbuch, VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1964



Stellen Sie sich vor, alle Seiten sind gleich lang, alle Winkel 90° und der innere Würfel sei genau so groß wie der äußere - dann haben Sie die vierte Dimension verstanden!

W. Kotte
Sektion Chemie

Einschlußverbindungen

1. Einführung

Wenn man von einer chemischen Verbindung spricht, denkt man unmittelbar an chemische Bindungen (ionisch oder kovalent). Man kennt jedoch eine Reihe relativ beständiger Verbindungen, bei denen keine chemische Bindung zwischen den einzelnen Komponenten vorliegt. Der Zusammenhalt der Molekül-Gebilde wird durch zwischenmolekulare Wechselwirkungskräfte bewirkt. Es handelt sich hierbei um die Einschlußverbindungen oder Clathrate. (lat.: clathratus = durch Gitter geschützt, eingeschlossen).

Bereits DAVY und FARADAY untersuchten das "Chlorhydrat"- $Cl_2 \cdot 6\ H_2O$. Über die Natur dieses kristallinen Stoffes konnten sie noch keine Aussage machen. 1848 entdeckte WÖHLER das ebenfalls kristalline SO_2 - Hydrochinon-Clathrat. Erst mit der Einführung der Röntgenstrukturanalyse konnten verbindliche Aussagen über die Natur der Clathrate gemacht werden (KRATKY), 1936). Gegen 1950 wurde eine große Zahl neuer Einschlußverbindungen des Harnstoffs, des Thioharnstoffs - ja sogar des Wassers - entdeckt. Einige dieser Verbindungen haben in der letzten Zeit eine technische Bedeutung erlangt.

2. Zum Bau der Einschlußverbindungen

Ein wesentlicher Merkmal besteht darin, daß eine der am Bau der Clathrate beteiligten Komponenten in einer relativ offenen Struktur vorliegen muß. Damit ist die Voraussetzung geschaffen, daß darin Atome oder Moleküle eingeschlossen werden können. Man spricht daher auch vom "Wirtsgitter" und von den "Gastmolekülen". Wenn das Wirtsgitter Atome oder Moleküle aufnimmt, ändert es im allgemeinen seine Struktur nicht (Ausnahme s. unter 3.3.!) Eine Strukturänderung tritt nur dann auf, wenn die eingeschlossenen Atome oder Moleküle wieder entfernt werden.

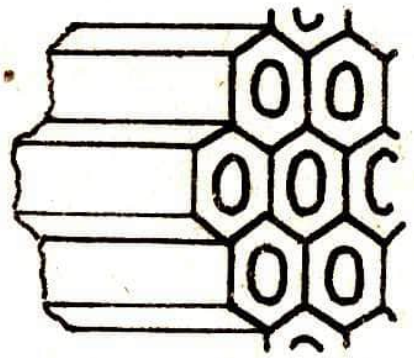
Das kann durch Temperaturerhöhung, Druckverminderung oder Lösungsmittel geschehen. Die Wirtsgitter lassen sich in folgenden drei Gruppen unterteilen

Typ	Vertreter
Kanal-Einschlußgitter	Harnstoff, Thioharnstoff, Amylose Zeolithe
Käfig-Einschlußgitter	Hydrochinon, Phenol, Wasser
Schicht-Einschlußgitter	Graphit, Zinkhydroxid

Die Art der bevorzugt eingeschlossenen Moleküle richtet sich nach der Gestalt der Moleküle in Bezug auf die Formen der Wirtsgitter.

3. Einige Beispiele für Einschlußverbindungen

3.1. Kanal-Einschlußverbindungen



Eine typische Verbindung mit einem Kanal-Einschlußgitter ist der Harnstoff. Auf Grund der Beschaffenheit dieses Gitters (s. Abb.) werden bevorzugt "schlanke" und lange Moleküle eingeschlossen. Diesen Effekt nutzt man beim Harnstoff aus, um Kohlenwasserstoffgemische zu trennen (z.B. Trennung der n-Alkane von den iso-Alkanen). Ganz analog verwendet man auch die Zeolithe als "Molsiebe" in der Erdölchemie.

Der Harnstoff besitzt auf Grund dieser Eigenschaften noch in der organischen Chemie eine gewisse Bedeutung bei der Trennung von Racematen. Dieses Trennverfahren wird so lange wiederholt, bis die optischen Antipoden in reiner Form vorliegen.

3.2. Käfig-Einschlußverbindungen

Wichtige Vertreter der Käfig-Einschlußverbindungen sind die "Gashydrate". Es treten Hydrate der Edelgase, der Chlors, des Schwefeldioxids, des Kohlendioxids sowie Hydrate einiger gesättigter und ungesättigter Kohlenwasserstoffe auf.

Die Struktur der Gashydrate wurde hauptsächlich durch STACKELBERG (1949-1952) aufgeklärt.

Man unterscheidet je nach Art der eingelagerten Stoffe 2 Gittertypen:

(1) Es liegen kubische Elementarzellen vor, welche von 46 H_2O-Molekülen gebildet werden. Diese umschließen 6 größere und 2 kleinere Hohlräume (Durchmesser 5,9 und 5,2 Å, 1 Å = 10^{-8}cm).

(2) Die Elementarzelle umfaßt 136 H_2O-Moleküle. Es werden 8 große und 16 kleine Hohlräume ausgebildet. (Durchmesser: 6,8 bzw. 4,8 Å)

Je nach Art der Besetzung der Hohlräume ergeben sich folgende Beispiele: $6\ Br_2 \cdot 46\ H_2O$ (oder $Br_2 \cdot 7\frac{2}{3}\ H_2O$)

$8\ CHCl_3 \cdot 136\ H_2O$ (oder $CHCl_3 \cdot 17\ H_2O$)

In der Technik wendet man zum Beispiel das Propanhydrat $C_3H_8 \cdot 17\ H_2O$, zur Entsalzung des Meerwassers an. Das Meerwasser wird zu diesem Zweck bei einer Temperatur von 8,5°C mit Propan behandelt. Die dabei anfallenden Kristalle (Propanhydrat) werden anschließend erwärmt. Neben dem salzfreien Wasser erhält man das Propan zurück, welches wieder in den Kreislauf zurückgegeben wird.

Die Wirkungsweise einiger Narkotika (Lachgas, Chloroform) soll nach einer Hypothese von L.PAULING auf die Bildung von Gashydraten in der Gehirnflüssigkeit zurückzuführen sein.

3.3. Schicht-Einschlußverbindungen des Graphits

Beim Graphit kennt man 2 Typen von Einschlußverbindungen:

(1) Beim Einschluß von Molekülen geht die gute elektrische Leitfähigkeit des Graphits verloren. ("Graphitoxid", "Graphitfluorid")

(2) Es entstehen elektrisch leitende Schichtgitterverbindungen. Diese können durch Einlagerung von K, Rb, Cs, Cl_2, Br_2, $FeCl_3$, UCl_4 oder MoO_3 entstehen.

Die Einlagerung von Atomen Molekülen ist hierbei nur durch die ausgeprägte Schichtstruktur des Graphits möglich. Durch die Einlagerung werden die Abstände der Schichten von 3,35 auf etwa 6 bis 8 Å vergrößert. Im Gegensatz zu den unter 3.1. und 3.2. aufgeführten Clathraten spielt bei diesem Typ von Einschlußverbindungen die chemische Bindung zwischen C-Atomen und Fremdatomen eine gewisse Rolle, auf die im Rahmen dieses Artikels nicht näher eingegangen werden kann.

Die vorangegangenen Ausführungen sollten Ihnen einen groben Überblick über die Einschlußverbindungen geben. Die hier aufgeführten Beispiele sind nicht die einzigen, die es gibt. Für den Fall, daß Sie sich näher mit diesem Problem beschäftigen wollen, möchte ich Ihnen noch einige Literaturstellen angeben:

Cotton/Wilkinson: Lehrbuch der anorganischen Chemie
Remy: Lehrbuch der anorganischen Chemie, Bd. 1
Zeitschrift: "Chemie in unserer Zeit", 3 (1969), Nr. 4

Leserpost

In diesem Heft wollen wir folgende interessante, das Fernsehen betreffende Frage unserer Leserin K. Seidel aus Langenwolschendorf beantworten:
"Wenn ich beim Fernsehen direkt auf den Bildschirm sehe, flackert das Bild nicht. Wenn ich aber in einem bestimmten Blickwinkel am Bildschirm vorbeisehe, flimmert es. Wird es in Glas (z. B. eines Schrankes) reflektiert, dann flackert es ebenfalls nicht .... Wie ist diese Erscheinung zu erklären?"

Unsere Antwort:
Bekanntlich werden dem Betrachter im Fernsehen und im Kino sehr schnell aufeinanderfolgende einzelne Bilder (beim Fernsehen 25 s^{-1}) gezeigt, die er unter normalen Bedingungen nicht getrennt wahrnehmen kann, sondern die zu einem kontinuierlichen Lichteindruck verschmelzen. Diejenige Bildfolgefrequenz, bei der die einzelnen Bilder gerade nicht mehr getrennt wahrgenommen werden, bei der das Bild also gerade nicht mehr flimmert, nennt man Verschmelzungsfrequenz. Diese ist im allgemeinen größer als 16 Hz; sie hängt aber von vielen Faktoren ab. Beispielsweise ist die Verschmelzungsfrequenz für die Netzhautperipherie höher als für die Netzhautgrube. Wenn man daher beim Fernsehen am Bildschirm vorbeisieht, wenn also das Bild auf peripheren Gebieten der Netzhaut abgebildet wird, dann kann es auf Grund der höheren Verschmelzungsfrquenz für die Netzhautperipherie flimmern, während es das bei direktem Betrachten nicht tut. Dieser Effekt hat nichts mit den Stäbchen der Netzhaut zu tun, sondern ist auf die Eigenschaften der Zäpfchen zurückzuführen. Allerdings sinkt die Verschmelzungsfrequenz für die peripheren Gebiete der Netzhaut bei längeren Reizperioden (einige Minuten) stark ab, und zwar noch unter den Wert der Verschmelzungsfrequenz für die Netzhautgrube. Bei längerem Vorbeisehen am Bildschirm muß daher das Flimmern des

Bildes allmählich verschwinden.

Weiterhin hängt die Verschmelzungsfrequenz auch von der Leuchtdichtedifferenz der beiden wechselnden Reize ab, d. h. von der Differenz der Helligkeiten in den Augenblicken, wo ein Bild gesendet wird, und den dazwischenliegenden Zeiten. Wenn das Fernsehbild von Glas reflektiert wird, sinkt die Helligkeitsdifferenz zwischen "Bild" und "Nicht-Bild", da keine hundertprozentige Reflexion stattfindet. Infolge der sinkenden Leuchtdichtedifferenz sinkt auch die Verschmelzungsfrequenz, und es wird am reflektierten Bild kein Flimmern wahrgenommen.

---

impuls LEXIKON

Was ist Ionometrie?

Wenn man die Struktur der Materie in atomaren Bereichen untersuchen will, ist man zum größten Teil auf indirekte Messungen angewiesen. Die wichtigsten dieser Art sind die Streuexperimente. Auf das zu untersuchende Streuobjekt wird ein Strahl von Teilchen (i. A. auch Wellen), deren physikalische Parameter (z. B. Energie, Impuls, Ladung, Spin, Anregungszustand) bekannt sind, geschossen. Durch die Wechselwirkung ändern sich diese Parameter; die Strahlteilchen enthalten also nach der Wechselwirkung eine Information über das Streuobjekt. Mit den gemessenen Ausgangsparametern kann man bei bekannter Wechselwirkung auf die Struktur des Objekts und umgekehrt schließen.
Bei amorphen (ungeordneten) Streuobjekten gibt es nur eine ausgezeichnete Richtung, die Strahlrichtung. Eine Drehung des Objekts ändert die Meßergebnisse nicht. Anders ist es, wenn man einen Einkristall benutzt. Durch seinen regelmäßigen Aufbau hat er selbst ausgezeichnete Richtungen. Die Parameter der gestreuten Teilchen hängen wesentlich von der Stellung des Kristalls zur Einschußrichtung ab. Mit

genau diesen Richtungseffekten beschäftigt sich die Ionometrie, wenn wir Ionen als Einschußteilchen voraussetzen. Die hierbei wesentlichen Effekte: Kanalleitung und Blokkierung wurden von Prof. Müller (Wissenschaft und Fortschritt 5, 6/1970) ausführlich beschrieben. Mit ihrer Hilfe kann man die Struktur des Gitters (Gittertyp) untersuchen, die Lage von Fremdatomen in der Elementarzelle bestimmen, Kristalle sehr genau orientieren, Oberflächen untersuchen usw.
Neben Kristalluntersuchungen möchte man durch Ionenbeschuß bestimmte Eigenschaften der Kristalle gezielt verändern. So kann man Halbleiter mit bestimmten Ionen dotieren, um die gewünschten p- oder n-leitenden Materialien zu erhalten. Das Problem liegt dabei darin, die Fremdionen genau auf Gitterplätze zu bekommen und dabei das Wirtsgitter so wenig wie möglich zu stören, weil nur so die entsprechenden elektrischen Eigenschaften entstehen. Weiterhin muß eine bestimmte vorgegebene räumliche Verteilung der Fremdionen erreicht werden. Dies erweist sich als wichtig für die Herstellung integrierter Schaltkreise.
Die theoretischen Probleme liegen in der Beschreibung der Ionenbewegung im Kristall. Die z. Z. existierenden Theorien reichen nicht aus, um Tiefenverteilungen der eingeschossenen Ionen oder die Veränderung des Gitters bei Ionenbeschuß oder den Einlagerungsort relativ zur Elementarzelle zu berechnen.
Sie sehen, die Ionometrie ist ein interessantes Arbeitsgebiet.

Titelblatt:

Das Titelbild enthält die Darstellung einer Bluttransfusion im 17. Jahrhundert. Nach damaliger Auffassung sollte die Blutübertragung entweder von Mensch zu Mensch oder von Schaf zu Mensch erfolgen.

Rückseite:

Darstellung von Mayahieroglyphen
Die Abbildung zeigt neben der Darstellung einer Gottheit Schriftzeichen und kalendarische Angaben (Punkte und Balken).

II. Jenaer Physikertage 1970

In der Zeit vom 6. bis 17. Juli 1970 wurde ein Spezialistenlager für Physik in Jena durchgeführt. Veranstalter war neben dem Bezirkskabinett für außerunterrichtliche Tätigkeit Gera und der Station "Junge Techniker" die Redaktion der Schülerzeitschrift "Impuls 68". Eine spezielle Arbeitsgruppe von Studenten bereitete dieses Lager vor. Spezialistenlager bedeutet jedoch nicht, daß nur "Spezialisten" anreisten. Eingeladen waren alle Schüler mit sehr guten bzw. guten Leistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern und in Staatsbürgerkunde aus den Bezirken Gera, Erfurt und Suhl. Von ihren Lehrern angesprochen, konnten sie sich für ein Mandat bewerben. Insgesamt nahmen 64 Schüler der 9. - 12. Klasse an den Physikertagen teil.
Die Konzeption lief darauf hinaus, neben der Vermittlung neuer Erkenntnisse auf physikalischem Gebiet die Schüler vor allem mit dem Hochschulbetrieb vertraut zu machen und damit für ein Studium, speziell ein Physikstudium zu werben. Die Vorlesungen, die von Professoren, Doktoren und anderen Angehörigen des Lehrkörpers gehalten wurden, hatten folgende Thematik:

- Entwicklungstendenzen der Physik. Bild des Industriephysikers.
- Die äußere Atomhülle (Feinstruktur- und Hyperfeinstrukturanalyse)
- Kernphysik (Kernreaktionen, Elementarteilchen)
- Relativitätstheorie (spezielle und allgemeine)
- Laser und ihre Anwendung (Nichtlineare Optik)
- Perpetua mobile (Thermodynamik)
- Holographie und Längenmeßtechnik
- Elektronik

Jeden Vormittag fand solch eine Vorlesung statt, danach folgte über das betreffende Gebiet ein Seminar, aus diesem Grund wurden die Teilnehmer in Seminargruppen eingeteilt. Die Seminare wurden von Studenten gehalten, hier wurden Unklarheiten der Vorlesung geklärt bzw. der Stoff vertieft.

Die Nachmittage und Abende waren mit kulturellen Veranstaltungen gefüllt oder standen den Teilnehmern als Freizeit zur Verfügung. Besonders zu erwähnen sei hier ein gemeinsamer Besuch mit Studenten im Studentenklub "Rosenkeller"

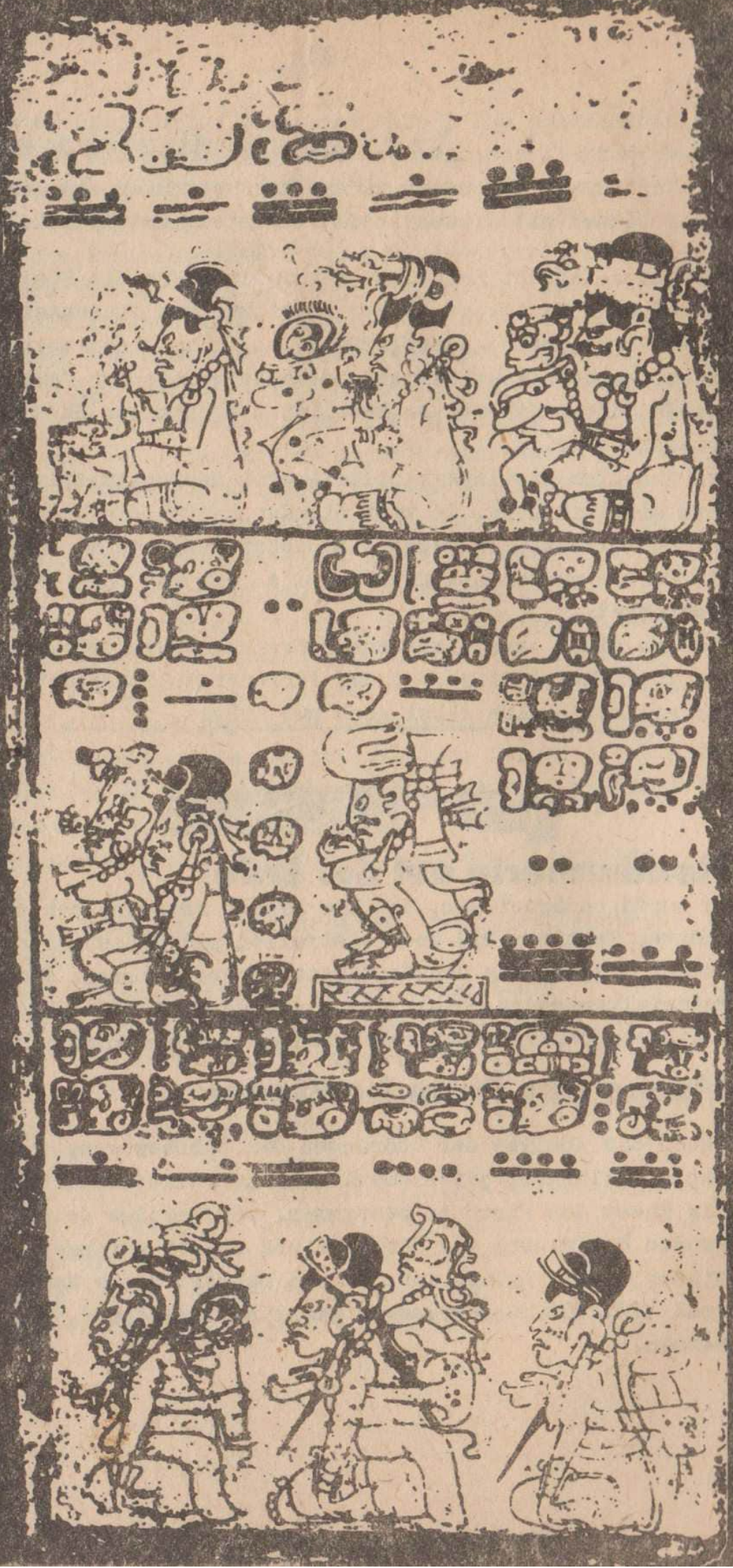
Besonders begrüßt wurde von den Teilnehmern die Möglichkeit zur eigenen Tätigkeit. Unter Anleitung von Studenten wurden Praktikumsversuche durchgeführt, z. B. im Elektronikpraktikum, wo den Praktikanten modernste Geräte zur Verfügung stehen, die Aufnahme von Kennlinien spezieller Halbleiterbauelemente u. a.
Den Abschluß des Lagers bildete eine Bestenermittlung in Form einer Klausur. In vier Stunden hatten die Teilnehmer je nach Altersstufe sechs bis sieben Aufgaben zu lösen. Die Besten wurden mit Preisen u. a. vom VEB Carl Zeiss ausgezeichnet.
Wie aus einer anschließenden Befragung hervorgeht, hat allen Teilnehmern diese Art der Feriengestaltung gefallen und sie haben sich dabei auch gut erholt.

Mondmaterie auf der Erde

Es wurde nachgewiesen, daß die bisher rätselhaften sogenannten Tektite, die über Australien und Südostasien verstreut liegen, aus dem Mondkrater Tycho stammen. Dieser Materialtransport könnte auf einem vor 700 000 Jahren stattgefundenen Meteoriteneinschlag auf den Mond beruhen.

Masse des Pluto bestimmt

Durch die Analyse der Störungen der Bahnbewegungen des Neptun gelang es jetzt amerikanischen Wissenschaftlern, die Masse des Pluto zu bestimmen, was infolge seiner großen Entfernung von der Erde und seiner geringen Größe bisher nicht möglich war. Danach beträgt seine Masse rund 1/1812000 Sonnenmassen, das sind ungefähr 0,18 Erdmassen.



impuls
68
Schülerzeitschrift für Physik,
Chemie und Biologie
4. Jahrgang (1970/71)
Heft 6

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.
Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.
Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981
Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt

	Seite
Liebe Leser	3
Stellung der Chemie	4
EDV (6)	6
Epidermis	10
Meßgrenzen (1)	13
Magnetismus	17
Sommerlager	22
Genetischer Code (2)	24
Schulen unter der Lupe	29

Liebe Leser

Wie wir bereits früher angekündigt hatten, wurde bisher zu wenig über das Chemiestudium informiert. An der Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde von einer studentischen Arbeitsgruppe ein Studienführer "Chemie" vorbereitet, der noch in diesem Halbjahr über Ihre EOS erhältlich sein wird. Wir erachten es als sinnvoll, aus diesem Studienführer in der Schülerzeitschrift "impuls 68" Auszüge, die eine ausreichende Information über das Chemiestudium und dessen Stellung im gesamtgesellschaftlichen System geben, zu veröffentlichen.

1. Stellung der Chemie im System Wissenschaft und Technik
2. Das Berufsbild des Diplomchemikers
3. Zum inhaltlichen und organisatorischen Ablauf des Chemiestudiums
4. Voraussetzungen zum erfolgreichen Beginn des Studiums
5. "Technologie" des Studierens
6. Stellung der FDJ im Studium
7. Zum Verhältnis Studenten/Lehrkörper

Darüberhinaus können Sie zum "Tag der offenen Tür" an der Sektion Chemie der FSU Informationsmaterial und selbstverständlich auch Auskünfte über die Redaktion erhalten.
Im heutigen Heft beginnen wir mit den ersten genannten Themen.

Die Redaktion

"impuls 68 "

Prof. Dr. Günther Drefahl
Sektion Chemie

Die Stellung der Chemie im System von Wissenschaft und Technik

Erstrangige Aufgabe der Chemie ist es, Wandlungsprozesse von Stoffen in allen ihren Parametern zu erforschen, neue Wege zu neuen Stoffen zu erkunden, die gewonnenen Erkenntnisse für produktionstechnische Belange zu nutzen und die Anwendung dieser Stoffe in allen Bereichen der Volkswirtschaft und der gesellschaftlichen Praxis vorzubereiten und durchzusetzen. Die Beherrschung dieser Prozesse erfordert das Eindringen in die Probleme der elementaren Prozesse und des Zusammenhanges von Struktur und Eigenschaften der Materie genauso, wie die Erarbeitung neuer technologischer Lösungen und volkswirtschaftlicher Zusammenhänge.
Die Chemie dringt dabei in praktisch alle Bereiche der industriellen Produktion ein, einerseits durch neue Stoffe, zum anderen aber auch durch neue Arbeitstechnologien hoher Effektivität. Wir sprechen von der Chemisierung der Volkswirtschaft und erfassen hierunter auch Zielstellungen, die mit der Entwicklung der Gesellschaft in unmittelbarem Zusammenhang stehen:

> Wie wird der Mensch wohnen, wie wird er sich kleiden, wie wird er sich gesund ernähren, aber auch, wie wird er seine Umwelt zu seinem Nutzen gestalten durch Reinhaltung der Luft, des Wassers, des Bodens usw.?

Man sieht hieraus die Weite des Anliegens dieser Wissenschaft, aber auch die Komplexität der Aufgabenstellung. Kennzeichnend hierfür ist die enge Bindung zu anderen Wissenschaftsdisziplinen, vor allem der Physik, Mathematik, Biologie und den technischen Wissenschaften sowie der Ökonomie, der Kybernetik und der Wissenschaftsorganisation.

Das Fundament, auf dem sich die Zusammenarbeit dieser Disziplinen in wirklich fruchtbarer Weise allein gestalten kann, ist das Wissen, das Verstehen und die Anwendung der wissenschaftlichen Theorie und Praxis des Marxismus-Leninismus. Naturwissenschaften, Technik und Gesellschaftswissenschaften haben heute keine isolierten Aufgabenstellungen mehr, sondern werden auf der Grundlage der marxistisch-leninistischen Theorie und Methodologie in einem kontinuierlichen Prozess zunehmender Integration sich zu höheren schöpferischen Potenzen und zu neuen Qualitäten entwickeln. Dieser Integrationsprozeß begründet zugleich einen Prozeß der Differenzierung der Wissenschaftsdisziplinen, der neue Wissenschaftsgebiete hervorbringt und neue Qualifikationsanforderungen aufstellt.

Zu gleicher Zeit gewinnt das Problem der internationalen Zusammenarbeit vor allem mit den sozialistischen Ländern, insbesondere der Sowjetunion, also einer auf den gegenseitigen Nutzen gerichteten Arbeitsteilung, ständig an Bedeutung. Dies gilt gerade für die Chemie, die in unserem Land einen entscheidenden Faktor unserer Volkswirtschaft darstellt, die darüberhinaus die Dynamik unserer gesamten wirtschaftlichen Entwicklung entscheidend fördert und im Gesamtsystem der Ökonomie unserer sozialistischen Bruderländer ihren Beitrag zu liefern hat zur Stärkung der Positionen des Friedens und des Sozialismus in der Auseinandersetzung mit dem Imperialismus.

Diese Tatsachen begründen die Ausbildungsziele eines jungen Chemikers, die Methodik des Lehrens und Lernens, sie begründen aber auch die hohen Anforderungen, die jeder Student an sich selbst stellen muß, um seine Persönlichkeit zur Position eines hochqualifizierten, allseitig gebildeten Fachmannes zu entwickeln, der aktiv seinen Platz in unserer sozialistischen Gesellschaft ausfüllt, für die die Wissenschaft zur entscheidenden Produktivkraft geworden ist und für die die Bildung und ständige Weiterbildung objektiv zu einem entscheidenden Bedürfniskomplex wird.

H.-D. lähnig
Diplom-Physiker
Sektion Physik

Einführung in die EDV (Teil 6)

1. Lösung der letzten Aufgabe

In Heft 5 war folgende Schaltung angegeben:

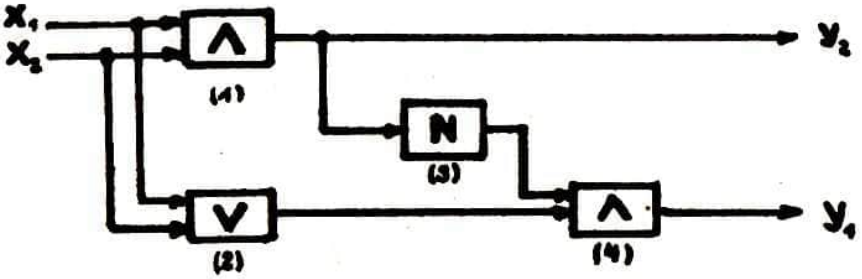


Abb. 1

An x_1 und x_2 sollte L anliegen. y_1 und y_2 hat dann folgende Funktionswerte:

(1) $L \wedge L = L$ Daraus folgt: $\underline{y_2 \mathrel{\hat{=}} L}$

(2) $L \vee L = L$

(3) $\overline{L} = 0$ und

(4) $0 \wedge L = 0$ $\underline{y_1 \mathrel{\hat{=}} 0}$

Die oben angegebene Schaltung wollen wir uns gut merken. Weiter unten kommen wir auf sie nochmals zurück.

2. Die Addition im Dualsystem

Zur Erinnerung wollen wir noch einmal festhalten:
In diesem Teil soll gezeigt werden, wie die Grundrechenoperationen in einem Rechner realisiert werden. Ein- und Ausgabe, Transport und Speicherung sind bereits erläutert worden. Da die Artikel nur eine Einführung in die EDV sind, soll nur die Addition näher betrachtet werden. Es gelten die einfachen Regeln:

$$0 + 0 = 0$$
$$0 + L = L$$
$$L + 0 = L$$
$$L + L = LO$$

Bei der Addition L + L bezeichnen wir <u>im Ergebnis</u> L als <u>Übertrag</u>, da es zur nächsten Stelle zugeschlagen wird. Die gleiche Rechnung soll nochmals eindrucksvoller aufgeschrieben werden, also:

$$\begin{array}{r} 1 \\ +\ 1 \\ \hline 2 \end{array} \quad \text{oder im Vierercode} \quad \begin{array}{l} 00\text{OL} \mathrel{\hat{=}} 1 \\ \underline{00\text{OL}} \mathrel{\hat{=}} 1 \\ 00\text{LO} \mathrel{\hat{=}} 2 \end{array} \quad \text{(siehe Heft 3)}$$

Ich behaupte nun, die anfangs angegebene Zeichnung ist eine einfache Additionsschaltung.

3. Die Additionsschaltung

Die Aufgabe lautet: L + L. Dieses Problem hatten wir schon gelöst, denn an x_1 und x_2 sollte L anliegen. y_2 entspricht dem Übertrag. Das Ergebnis für L + L = L0 liegt an y_1($\hat{=}$ 0) und y_2 ($\hat{=}$ L) an. Falls x_1 = 0 und x_2 = L kommt tatsächlich an y_2 = 0 und an y_1 = L heraus, wie jeder selbst nachrechnen kann. Jetzt wird auch verständlich, warum in Teil 5 zunächst erst die logischen Funktionen erklärt werden mußten. Wir merken uns:

> Mit Hilfe der 3 logischen Funktionen UND, ODER und Negation gelingt es, eine einfache Additionsschaltung zusammenzubauen.

Diese logischen Funktionen werden in der Praxis durch elektronische Bauelemente realisiert. Schaltungen dazu sind in zahlreichen Fachbüchern angegeben. Wir wollen darauf nicht näher eingehen.

Wir müssen uns noch merken, daß alle Rechenoperationen im Rechner im Prinzip durch Additionsschaltungen ausgeführt werden. Der nächste Abschnitt zeigt, wie einige Tricks die Addition (besonders größerer Zahlen) wesentlich verkürzen.

4. Die sequentielle Additionsschaltung

Mit der Schaltung in Abb. 1 läßt sich maximal 1 + 1 berechnen. Für größere Zahlen benötigen wir eine Schaltung mit mehreren Ein- und Ausgängen.

Der Aufwand vergrößert sich wesentlich. Hat dazu eine Zahl noch mehrere Stellen (z.B. 473), so kommen nochmals Ein- und Ausgänge hinzu. Aus diesem Grund wird die Addition in eine Folge (Sequenz) von Einzelschritten zerlegt und die Zwischenergebnisse kurzfristig gespeichert.

<u>Beispiel:</u> $7 + 8 + 2 + 5 = y = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$

$7 + 8 = x_1 + x_2 = z_1 = 15$ 1. Schritt

$z_1 + x_3 = 15 + 2 = z_2 = 17$ 2. Schritt

$z_2 + x_4 = 17 + 5 = \underline{\underline{z_3}} = 22 = \underline{\underline{y}}$ 3. Schritt

Die schematische Schaltung für diese sequentielle Addition zeigt Abb. 2 .

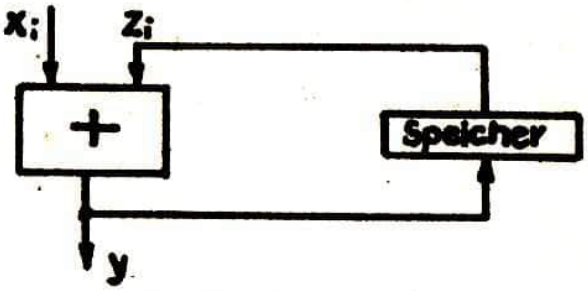


Abb. 2

Die Zwischenergebnisse werden jeweils im Speicher kurzfristig aufgehoben und die Addition wie in dem angegebenen Beispiel durchgeführt. Dadurch benötigt man für die Additionsschaltung nicht (in unserem Beispiel) 4 Eingänge (für x_1, x_2, x_3 und x_4), sondern <u>nur einen</u>, sowie den Ausgang des Zwischenspeichers. Für die Addition größerer Zahlen wird die "Leitungseinsparung" noch größer, allerdings dauert die Rechnung auch etwas länger. Der eben genannte Zwischenspeicher hat üblicherweise die Bezeichnung <u>Register</u>. Je nach der Verwendung der Register bekommen sie noch speziellere Namen z.B. Resultatregister (zur Aufnahme von Ergebnissen, die dann weiter verarbeitet

werden), Befehlsregister zur Aufnahme von Befehlen (siehe Teil 1 und 2) usw.

In Teil 3 hatten wir die Verschlüsselung der Zahlen von 0 bis 9 kennen gelernt. Dazu waren 4 Binärstellen erforderlich. Also müssen wir die Abb. 2 noch dahingehend erweitern, daß die Transportwege nicht aus einer Leitung, sondern aus 4 Leitungen bestehen. Da sich dadurch aber am Prinzip nichts ändert, kann auf sie verzichtet werden.

5. Zusammenfassung

Die Grundrechenoperationen lassen sich ihrem Prinzip nach auf die Addition zurückführen. Aus einer Kombination von 3 logischen Funktionen läßt sich eine Additionsschaltung aufbauen. Zur Vereinfachung werden Additionen in Sequenzen zerlegt und mit der in Abb. 2 dargestellten Schaltung ausgeführt.

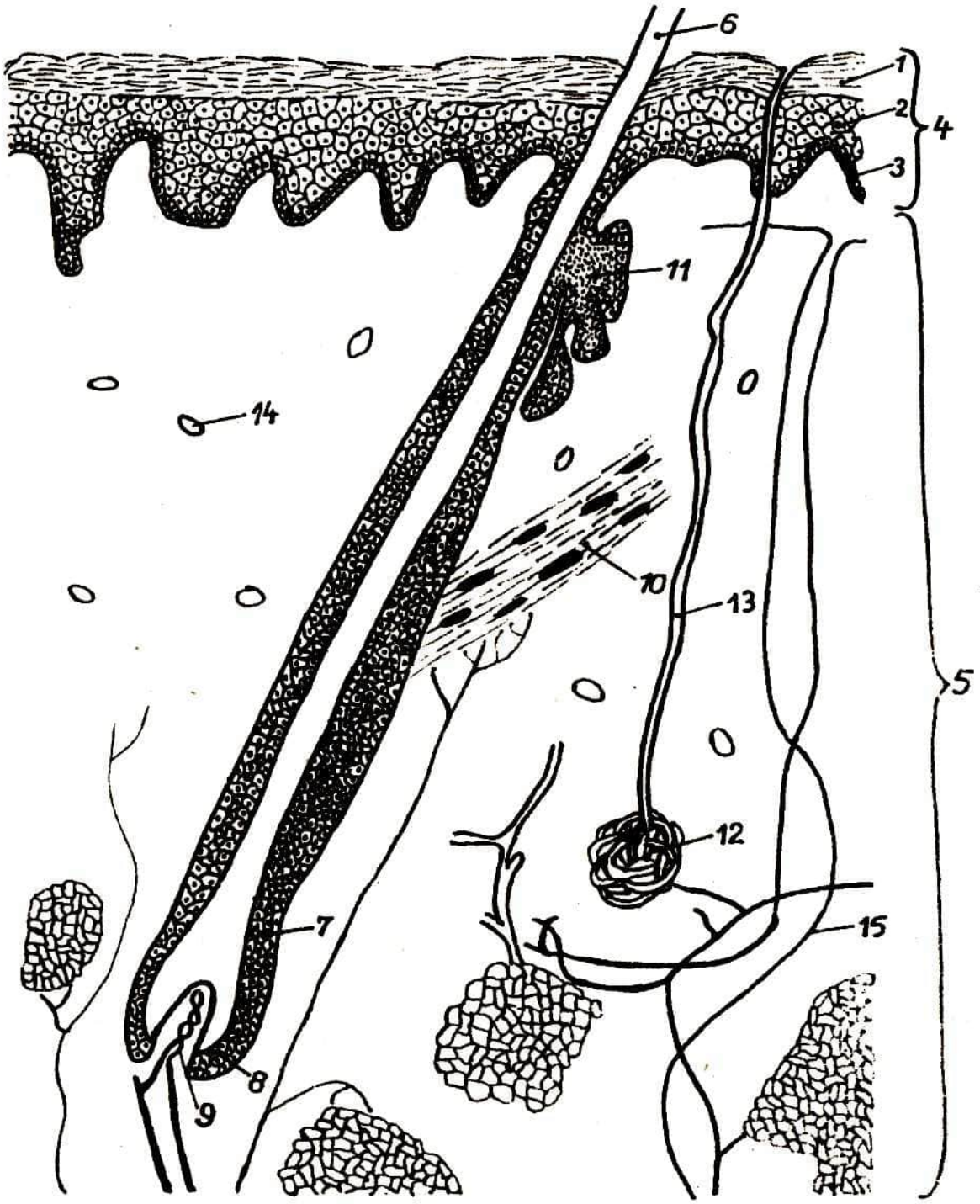
Öl aus Müll

Um der ständig wachsenden Müllawine der Großstädte zu begegnen, werden in den USA interessante Versuche unternommen, um dieser Gefahr Herr zu werden.
Für die Laboratoriumsversuche ging man von einem bereits vorsortierten und zerkleinerten Müll aus, der rund 40 % organisches Material und 60 % Wasser enthielt. In Autoklaven wurde dieses Produkt bei etwa 70 at und 380 °C mit Kohlenmonoxid umgesetzt. Im Verlauf von 20 min erhielt man eine schwarze, erdölähnliche Flüssigkeit (48 %) bis (52 %). Die Analyse ergab 79,6 % C, 9,5 % H, 1,9 % N, 0,13 % S und 8,9 % O. Auf Grund spektroskopischer Untersuchungen liegen hauptsächlich langkettige Paraffine vor, der Sauerstoff ist im wesentlichen in Carbonylgruppen gebunden. - Eine technische Verwertung des Prozesses ist jedoch frühestens in zwei Jahren möglich.
Angew. Chemie Heft 1, 1970, 82. Jahrgang

G. Becker
2. Stdj., Sektion Biologie

Epidermis

Die Oberhaut (Epidermis) entwickelt sich aus dem Ektoderm. Die Epidermis ist ein Epithelgewebe, das bedeutet, daß es Zellschichten sind, die eine Oberfläche bedecken oder einen Hohlraum im Körperinnern auskleiden. Sie können einschichtig oder mehrschichtig sein. Bei den Wirbellosen scheidet die Epidermis nach außen eine mehr oder weniger dicke Schutzschicht, die Kutikula ab. Bei den Wirbeltieren besteht die Haut aus 2 deutlich voneinander abgegrenzten Anteilen, und zwar aus der mehrschichtigen Oberhaut (Epidermis) und der bindegewebigen Lederhaut (Corium). Beide können auch zusammenfassend als Cutis bezeichnet werden. Das darunter liegende Unterhautbindegewebe (Subcutis), das durch seine Fähigkeit, Fett zu speichern, im Dienste des Wärmeschutzes steht und außerdem ein Fett- und Nahrungsdepot darstellt, vermittelt als Verschiebeschicht zwischen Haut und Muskulatur. An der Epidermis unterscheidet man allgemein eine basale Keimschicht und eine äußere Hornschicht. Die Keimschicht hat die Aufgabe, neue Zellen zu bilden, die nach außen geschoben werden, wobei sich diese unter Kern- und Plasmaverlust und Einlagerung von Hornsubstanz (Keratin) in verhornte, platte Zellen kleiner Schuppen umwandeln. Die obersten Lagen schilfern also dauernd als Schüppchen ab, besonders wenn ihr Zusammenhalt beim Waschen durch Seifenwasser gelockert wird. Die Hornschicht ist je nach ihrer mechanischen Beanspruchung verschieden dick. Die Oberhaut ist nicht von Blutgefäßen durchzogen. Einlagerungen sind z. B. Milch-, Schweiß- und Talgdrüsen, sowie Pigmente. Anhangsorgane sind z. B. Haare, Federn, Nägel, Krallen, Hufe, Gehörn, Geweih und Zähne. Beim erwachsenen Menschen von mittlerer Körpergröße bedeckt die Haut eine Fläche von etwa 1,6 m^2. Die Dicke der Epidermis ist an den verschiedenen Körperstellen sehr unterschiedlich, sie beträgt 0,05 - 4 mm.



Schnitt durch die Haut des Menschen

1 Stratum corneum
2 Stratum spinosum
3 Stratum germinativum
4 Epidermis
5 Corium
6 Haarschaft
7 Haarwurzel
8 Haarzwiebel
9 Haarpapille
10 Haarmuskel
11 Talgdrüse
12 Knäuel der Schweißdrüse
13 Schweißdrüsenausführungsgang
14 Blutgefäß
15 Nerv

Einige Bemerkungen noch zur Epidermis der Pflanzen!

Sie ist das wichtigste primäre Abschlußgewebe der Pflanzen, entstanden aus dem primären Meristem. Sie umgibt Sproß und Wurzel anfangs wie eine Hülle und ist im typischen Fall einschichtig. Ihre Zellen sind lückenlos. Plastiden fehlen meist. Die Außenwände der Epidermiszellen sind fast stets verdickt und außerdem von einem Kutinhäutchen (Kutikula) überzogen. Typische Ausbildungen der Epidermis sind Spaltöffnungen, Haare und z. T. auch die Emergenzen.

Spaltöffnungen: Bei Epidermen der Blätter und vielfach aller anderen oberirdischen grünen Teile der Pflanzen. Spaltöffnungen vermitteln Verbindung zwischen Außenluft und dem Interzellularsystem der Pflanzen.

Haare: Aus Meristemoiden der Epidermis. Sie bilden Schutz oder tragen zur Steigerung oder Herabsetzung der Transpiration bei.

Emergenzen: Gleiche Aufgabe wie die Haare. An Bildung sind aber Gewebeschichten unter der Epidermis liegend beteiligt. Die Epidermis bildet alle Begrenzungsschichten bei Pflanzenteilen.

Vorwort:

Mit der Artikelserie "Meßgrenzen in der Physik" wollen wir einen Einblick in prinzipielle "Schwierigkeiten" geben, die bei der direkten Wechselwirkung zwischen Mensch und Natur auftreten. Sie sind teilweise so grundlegend, daß sie an dieser Stelle nur angedeutet werden können. Die Probleme, die sich hinter dem Begriff "Meßgrenzen" verbergen, beschäftigen die Physiker (und nicht nur diese) in aller Welt, sie sind sozusagen ihr täglich Brot. In einer etwas zusammengefaßteren Form soll Euch, liebe Oberschüler, diese Problematik nochmals nahegebracht werden. Wir wollen Denkanregungen geben und hoffen, das physikalische Verständnis zu schulen. Vielleicht könnte auch im Staatsbürgerkunde-Unterricht als Ergänzung hierzu zu den Fragen nach der Erkennbarkeit der Welt (das sind ja teilweise auch Fragen der "Meßgrenzen" im weiteren Sinne) Stellung genommen werden. Auftretende Fragen und Diskussionsbemerkungen wollen wir gern beantworten bzw. veröffentlichen.

Die Redaktion

FDI-Gruppe Ionometrie
Sektion Physik

Meßgrenzen in der Physik (Teil I)

Über das Messen

Sinn und Ziel allen Messens ist die Kennzeichnung physikalischer Größen durch Zahlenwerte. Es erfolgt im allgemeinen ein Vergleichen mit einem Normal, entweder durch Anlegen eines Maßstabes oder Verwendung eines Meßgerätes mit eingebautem Normal. Nach dem Wirkungsprinzip unterscheidet man z. B. mechanische, optische, pneumatische oder elektrische Meßgeräte.

Wie gehen wir nun an eine Messung heran und welche Probleme treten dabei auf?
Wollen wir eine Messung durchführen, so müssen wir an die Natur Fragen in einer solchen Sprache stellen, die wir verstehen und besitzen. Die Mittel, die uns jedoch zur Auswahl bereitstehen, sind sehr begrenzt und größtenteils führen wir nur eine indirekte Messung aus, d. h. es müssen andere physikalische Effekte zur Messung herangezogen werden. Am Beispiel des Hitzdrahtstrommessers möchten wir das erläutern. Dieses Instrument kann als Strommesser für Gleich- und Wechselstrom benutzt werden. Durch die Stromwärme dehnt sich ein feiner Metalldraht aus, dessen Verlängerung mit Hilfe einer Feder auf einen Zeiger übertragen wird. Zur Strommessung benutzen wir hier drei verschiedene physikalische Effekte:

1. den der Erhitzung eines Widerstandsdrahtes bei Stromfluß,
2. den einer relativen Längenänderung bei einer Temperaturänderung,
3. den der Übertragung der Längenänderung durch ein Hebelsystem auf einen Zeiger.

Wir sehen, daß wir eine ganze Kette physikalischer Ereignisse durchlaufen müssen, um ein einziges Ereignis, in unserem Fall einen Strom, messen zu können.
Je mehr Kettenglieder nun bei einer Messung aneinandergereiht werden, umso ungenauer wird diese, denn jeder ausgenutzte Effekt zeigt bestimmte konstruktive und physikalische Grenzen. So entsteht bei dem zuerst aufgeführten Effekt eine gewisse Meßunsicherheit dadurch, daß die Wärmeabführung statistisch schwankt und z. B. durch klimatische Veränderungen stark beeinflußt wird. Natürlich können in der Praxis solche Beeinflussungen weitestgehend eliminiert werden. In vielen Fällen ist aber eine vollständige Beseitigung nicht möglich. Zweitens ist durch den Schmelzpunkt des Drahtes eine obere Grenze für die Messung gesetzt.
Bei jeder Messung müssen wir gewisse Voraussetzungen machen und Ungenauigkeiten müssen in Kauf genommen werden.

Meßgrenzen

Nachdem wir im vorigen Abschnitt bereits einige Grenzen, die sich bei einer Messung vor uns aufrichten, kennengelernt haben, wollen wir jetzt eine Einteilung derselben vornehmen.

1. <u>Psychologische Meßgrenzen</u>
   Sie entstehen durch den Einfluß der Meßperson auf das Meßergebnis. Es sind dies durch den Bau der Sinnesorgane (Auge, Ohr) bedingte Nachweisgrenzen.
2. <u>Konstruktive Grenzen</u>
   Hierzu gehören alle Grenzen des Gerätes, die durch Toleranzen bzw. Justierfehler hervorgerufen werden. Hierunter fallen auch Einflüsse, die durch eine teilweise Nichtbeherrschbarkeit von Meßkraft und Schwerkraft hervorgerufen werden und z. B. eine Verformung der Meßeinrichtung zur Folge haben.
3. Beeinflussung der Meßgenauigkeit durch die natürlichen physikalischen Grenzen und die Grenzen, die durch Umwelteinflüsse hervorgerufen werden.

Auf diese Einflüsse der Begrenzung einer Messung wollen wir im folgenden etwas näher eingehen.

Bei einer Messung tritt das auszumessende Signal S in ein Meßsystem ein. Hier erfolgt eine Vielfalt von Veränderungen am Signal S, so daß am Ausgang des Systems das Signal S' mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln identifiziert werden kann. Bei unserem Beispiel des Hitzdrahtinstrumentes würden wir unter S den im Leiter fließenden Strom verstehen und unter S' die erhaltene Information, den Ausschlag des Zeigers. Das erhaltene Signal S' entspricht nun jedoch nicht in jedem Fall dem Verlauf von S. Durch die in dem System auftretenden Veränderungen an dem eingegangenen Signal, die z. B. in einer additiven Überlagerung (Rauschen an Widerständen) bzw. in einer multiplikativen Veränderung (Filterung) bestehen können, tritt größtenteils ein Verlust von Information ein. An unserem Beispiel wollen wir das belegen.
Ein durch den Hitzdraht fließender Wechselstrom von 50 Hz erhitzt diesen. Der Draht dehnt sich aus auf eine konstante Länge unabhängig davon, in welcher Richtung der Strom fließt und welche Frequenz er hat.
Weiterhin tritt durch das System eine Verzögerung zwischen S und S' auf. Bei unserem Instrument zeigt sich das darin, daß der Zeiger nicht sofort nach dem Einschalten des Stromes ausschlägt. Es muß erst eine bestimmte Zeit vergehen, bis der Hitzdraht die der Stromstärke entsprechende Temperatur erreicht hat. Neben der Transformation des Signals durch das System tritt also außerdem ein Verlust von Information und eine Verzögerung auf.

Nachdem wir uns die Vorgänge, die in einer Meßeinrichtung auftreten, verdeutlicht haben und die Schwierigkeiten, die mit einer Messung verbunden sind in einigen Fällen kennenlernten, wollen wir uns zum Abschluß des ersten Artikels eine Aufstellung der Begrenzungen ansehen, über die wir in den folgenden drei Fortsetzungen berichten.

- Begrenzung durch statistische Schwankungen, die durch die Wärmebewegung hervorgerufen werden. (Rauschen in Widerständen)
- Begrenzung durch Filterwirkungen (Filterwirkung der Erdatmosphäre auf das elektromagnetische Spektrum)
- Begrenzung durch Nachlaufzeiten bzw. mechanische Trägheit
- Begrenzung durch die endliche Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen (Begrenzung des Auflösungsvermögens optischer Instrumente durch die endliche Wellenlänge des Lichtes)
- Begrenzung der Meßgenauigkeit in der Quantenmechanik (Heisenbergsche Unschärferelation) und Begrenzung der Messungen durch größte bzw. kleinste Größen. (Diese Grenzen werden durch die drei möglichen Grundgrößen - Lichtgeschwindigkeit c, Plancksches Wirkungsquantum h, und kleinste Länge l_o - bewirkt).

Liebe Leser!
Heute wollen wir Ihnen BODO vorstellen. BODO wird Sie durch die folgenden Hefte begleiten und mit Witz und Humor versuchen, i m p u l s 8 für Sie noch interessanter zu gestalten.

impuls

Aus einer Jahresarbeit im Fach Physik
Hans-Georg Wisniewski
Zeiss-Spezialschule, Kl. 11c

Grundlagen des Magnetismus

Es ist bekannt, daß jeder von einem elektrischen Strom durchflossene Leiter von einem magnetischen Feld umgeben ist. Aus dieser Tatsache kann man verallgemeinernd folgern, daß die Bewegung elektrischer Ladungen ein Magnetfeld hervorruft. Wird aber jedes magnetische Feld durch die die Bewegung elektrischer Ladungen verursacht? Der französische Physiker AMPÈRE (1775-1836) vermutete es, er glaubte, daß in Dauermagneten elektrische Ringstörme fließen. Die Forschung des 20. Jahrhunderts bestätigte seine Vermutung.

Zum Verständnis der magnetischen Eigenschaften der Stoffe sind folgende Tatsachen von großer Bedeutung:

a) Jedes Elektron hat ein magnetisches Moment, d. h. es ist von einem bestimmten Magnetfeld umgeben. Nimmt man nämlich nach der klassischen Vorstellung das Elektron als eine geladene Kugel an, so folgt aus deren Rotation (entspricht dem Elektronenspin) ein magnetisches Moment.

b) Die Elektronen erhalten durch ihre Bewegung im Atom ein zusätzliches magnetisches Moment, das von ihrem Bahndrehimpuls abhängig ist. Diese Ladungsbewegung entspricht der von AMPÈRE vermuteten Ringströmen.

c) In abgeschlossenen Orbitalen heben sich die magnetischen Momente gegenseitig auf. Abgeschlossene Orbitale haben folglich ohne Einwirkung äußerer Felder kein magnetisches Moment.

d) Das magnetische Verhalten der Stoffe wird nicht nur durch den Aufbau ihrer Atome bzw. Moleküle bestimmt, sondern auch sehr stark durch die Wechselwirkung zwischen ihnen; z. B. ist das magnetische Verhalten des gleichen Stoffes in Kristallform anders, als in einer Lösung.

Man unterscheidet je nach der Reaktion des Stoffes auf ein äußeres magnetisches Feld $\vec{H}$ verschiedene Arten des Magnetismus. Dieses Feld $\vec{H}$ erzeugt im Stoff eine im allgemeinen $\vec{H}$ proportionale makroskopische Magnetisierung $\vec{P}$

$$\vec{P} = \chi \cdot \vec{H}$$

Den Proportionalitätsfaktor χ nennt man magnetische Suszeptibilität. Man trifft nun folgende Einteilung:

1.) $\chi < 0$: Das induzierte magnetische Moment ist $\vec{H}$ entgegengerichtet. Man spricht vom <u>diamagnetischen</u> Verhalten.

2.) $\chi > 0$: Das induzierte magnetische Moment ist $\vec{H}$ gleichgerichtet. Man spricht vom <u>paramagnetischen</u> Verhalten.

2.a) $\chi > 1$: In diesem Fall spricht man vom <u>ferromagnetischen</u> Verhalten.

Während Dia- und Paramagnetismus ausgesprochene Atomeigenschaften sind und zu den schwachmagnetischen Erscheinungen gehören, ist der Ferromagnetismus eine Kristalleigenschaft; er gehört zu den starkmagnetischen Erscheinungen.

1. Diamagnetismus

Wirkt auf ein Elektron, das sich im Atom bewegt, ein äußeres Magnetfeld, so ist es den Gesetzmäßigkeiten der elektromagnetischen Induktion unterworfen. Entsprechend der Lenzschen Regel baut es ein Magnetfeld auf, das dem äußeren Magnetfeld entgegengerichtet ist, d. h. es zu schwächen sucht. Das ist aber gerade die für diamagnetische Stoffe charakteristische Wirkung, die $\chi < 0$ entspricht. Es ist klar, daß der Diamagnetismus nicht nur bei einigen Stoffen auftritt, sondern eine allgemeine Erscheinung aller Stoffe ist.

Der Diamagnetismus ist aber die magnetische Erscheinung, bei der die kleinsten magnetischen Momente und die klein-

sten magnetischen Felder auftreten. Diamagnetisch verhalten sich daher nur solche Stoffe, deren Atome bzw. Moleküle nur vollständig aufgefüllte Orbitale, d. h. keine magnetischen Momente, besitzen. Stärkere magnetische Erscheinungen überlagern und verdecken den Diamagnetismus völlig. Es sei hier noch eine Besonderheit diamagentischer Körper erwähnt. Längliche diamagnetische Körper stellen sich in einem äußeren magnetischen Feld senkrecht zu den Feldlinien, andere längliche Körper stellen sich jedoch stets parallel zu ihnen.

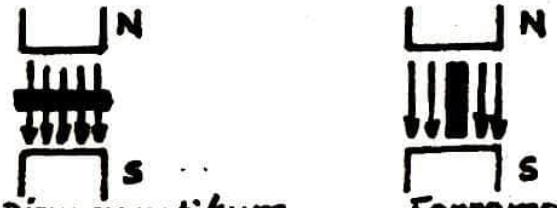


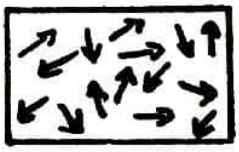
Abb. 1: Diamagnetikum Ferromagnetikum in einem äußeren magnetischen Feld

Diamagnetisch sind alle Edelgase sowie Stoffe wie Kupfer, Silber, Gold, Zink, Kadmium, Quecksilber, Blei, Antimon, Wismut, Wasser und viele organische Verbindungen.

2. Paramagnetismus

Stoffe, deren Atome bzw. Moleküle resultierende magnetische Momente besitzen, sind im allgemeinen paramagnetisch. In einem Paramagnetikum befinden sich die elementaren magnetischen Momente in einer chaotischen Unordnung, solange kein äußeres Magnetfeld auf sie einwirkt (Abb. 2).

Abb. 2: $H = 0$; $J = 0$



H... Stärke des äußeren Magnetfeldes

J... Magnetisierung des Körpers

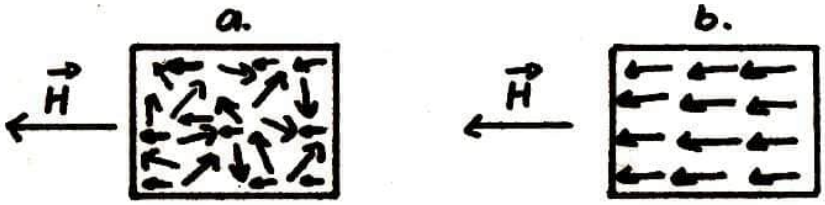
Die magnetischen Momente heben sich dabei gegenseitig auf.

Unter dem Einfluß äußerer Magnetfelder richten sich die elementaren magnetischen Momente nach diesen Feldern aus. Bei starken Magnetfeldern wird praktisch ein Sättigungszustand erreicht, wobei dann alle magnetischen Momente zu den Feldlinien des äußeren Magnetfeldes parallel stehen. Die Wärmeschwingungen wirken dieser Ausrichtung entgegen.

Abb. 3: Paramagnetikum im äußeren Magnetfeld

a) Vorzugsrichtung der magnetischen Momente vorhanden

b) Sättigungszustand erreicht



Die bei paramagnetischen Erscheinungen hervorgerufenen Erscheinungen sind bereits stärker als beim Diamagnetismus. Einige Vertreter der Paramagnetika sind Sauerstoff, Platin, Palladium, die Alkalimetalle, Magnesium, Kalzium, Aluminium, Chrom, Molybdän, Mangan, Uran usw.

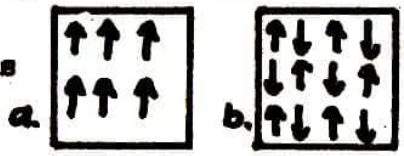
3. Ferromagnetismus

Alle ferromagnetischen Stoffe sind durch eine gemeinsame Eigenschaft gekennzeichnet. Sie besitzen nicht vollständig aufgefüllte Orbitale.

Ein einzelnes Atom dieser Stoffe ist jedoch noch nicht ferromagnetisch, denn der Ferromagnetismus kann nur im Kristallgitter auftreten; Ferromagnetische Stoffe müssen sich also im kristallinen Zustand befinden. Die Elektronenbahnen verschiedener Atome können sich dabei überlappen, die Elektronen sind nicht mehr an ein Atom gebunden.

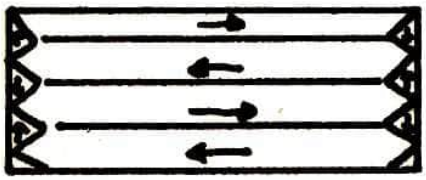
Diese Erscheinung wird als Austauschwechselwirkung bezeichnet. Die Austauschwechselwirkung ist die Ursache dafür, daß die magnetischen Spinmomente streng parallel oder antiparallel ausgerichtet werden, wodurch Ferromagnetismus bzw. Antiferromagnetismus entstehen.

Abb. 4: Schematische Darstellung der Spinmomente bei
a) Ferro- und
b) Antiferromagnetismus



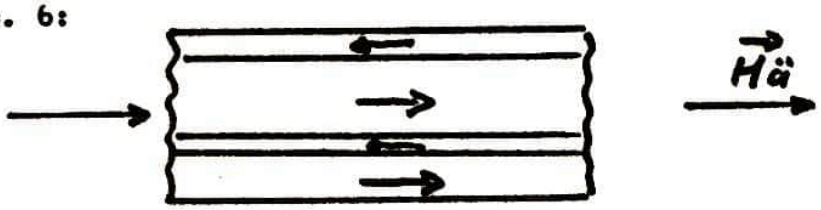
Obwohl also ferromagnetische Körper eine spontane Magnetisierung besitzen, sind sie im allgemeinen nicht von einem magnetischen Feld umgeben. Ein Magnetfeld tritt nur dann auf, wenn die Körper einem äußeren magnetischen Feld ausgesetzt waren. Zum Aufbau eines Magnetfeldes um den Körper ist Energie nötig, die dem Körper von außen zugeführt werden muß, sonst teilen sich ferromagnetische Körper in sogenannte Weißsche Bezirke, deren Magnetisierung entgegengesetzt ist und sich aufhebt.

Abb. 5: Weißsche Bezirke in einem ferromagnetischen Einkristall (Kristall mit homogener Struktur)



Befindet sich ein solcher Körper in einem äußeren Magnetfeld, so wachsen die Weißschen Bezirke, deren Magnetisierung mit dem äußeren Feld übereinstimmt, auf Kosten der andern, die schließlich ganz verschwinden.

Abb. 6:



Die wichtigsten ferromagnetischen Elemente sind Eisen, Kobalt und Nickel. Hinzu kommen die Seltenerdmetalle Dysprosium, Gadolinium, Terbium, Holmium, Erbium und Thullium.

Sommerlager »Junge Physiker« in Jena

Auf der Grundlage der in den Jahren 1969 und 70 gesammelten Erfahrungen bei der Durchführung des Sommerlagers "Junge Physiker" in Jena, wird auch im Sommer 1971 wieder ein Sommerlagerkursus stattfinden. Die Erfahrungen und Erkenntnisse, die bei der Durchführung des Lagers und aus nachfolgenden schriftlichen Umfragen unter den damaligen Teilnehmern gewonnen wurden, haben gezeigt, daß es eine sinnvolle und interessante Feriengestaltung ist.

Das Sommerlager im Juli 1971 soll in erweitertem Umfang stattfinden. Wir wollen diesmal außer den interessierten Schülern aus dem gesamten Thüringer Raum (Bezirke Erfurt, Gera, Suhl) auch Interessenten aus dem Bezirk Halle für zwei Wochen nach Jena einladen.
Die Delegierung zum Sommerlager erfolgt durch die EOS der Kreise über die Bezirksschulräte. Eine solche Auszeichnung kann natürlich nur den Schülern Zuteil werden, die sowohl in Physik als auch in den anderen Grundlagenfächern sehr gute Leistungen aufweisen. (Wir möchten an dieser Stelle wiederholt die delegierenden Schulen darauf hinweisen, die Teilnahmebedingungen, die demnächst mit der Ausschreibung versandt werden, strickt einzuhalten!).
Entsprechend dem Niveau der Veranstaltungen ist eine Teilnahme nur für physikinteressierte Schüler der 9., 10. und 11. Klassen der zum Abitur führenden Bildungseinrichtungen sinnvoll.

Neben Vorlesungen über interessante, an den Oberschulstoff anschließende Themen, in denen viele Experimente gezeigt

werden, besteht in diesem Jahr die Möglichkeit, daß die Teilnehmer in erweitertem Maße selbst verschiedene Experimente auf den Gebieten Mechanik, Optik, Elektrotechnik und Elektronik durchführen. Somit wird den Schülern die Möglichkeit gegeben, ihre Fähigkeiten und ihr Wissen auf dem Gebiet der Physik und angrenzenden Wissenschaften zu erweitern und einen Eindruck vom Leben an der Universität zu bekommen.
Weiterhin ist neben gemeinsamen kulturellen und aktuell-politischen Veranstaltungen mit Jenaer Studenten auch geplant, die Schüler mit den Sehenswürdigkeiten der Stadt Jena bekannt zu machen (z. B. Planetarium, optisches Museum u. a.). Ein abwechslungsreiches Kultur- und Sportprogramm sorgt für den notwendigen körperlichen Ausgleich am Nachmittag.
Den abschließenden Höhepunkt des Lagers stellt ein Leistungsvergleich in Form einer Abschlußklausur dar, der zur Ermittlung der besten Teilnehmer in den drei Altersklassen dient.
Sinn des Lagers ist es, den Schülern im Rahmen einer interessanten Feriengestaltung die Bedeutung der Physik bei der Durchsetzung der wissenschaftlich-technischen Revolution vor Augen zu führen und ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Physik zu vertiefen.

Das Lager wird von der Arbeitsgruppe Oberschülerakademie der Redaktion "impuls 68" in Zusammenarbeit mit der Station Junger Techniker Jena und dem Bezirkskabinett für außerunterrichtliche Tätigkeit Gera durchgeführt.
Interessenten können sich auch direkt an die Redaktion "impuls 68" (AG-OA), 69 Jena, Max-Wien-Platz 1, wenden, um weitere Einzelheiten zu erfahren.

P. Ernst
4. Stdj., Sektion Biologie

Der genetische Code - der Schlüssel zum Leben (2. Teil)

Diagnose: Veränderung des genetischen Codes

Wie im ersten Teil dargelegt, besteht die Möglichkeit, die zelluläre Information willkürlich zu verändern. Diese Tatsache besitzt zur Zeit allerdings noch akademischen Charakter. Realer und dringlicher sind die Gefahren, die durch unkontrollierte Veränderungen am menschlichen Genom mehr oder weniger spontan entstehen können.

Die mit dieser Tatsache im Zusammenhang stehende Problematik soll hier nur am Beispiel der bösartigen Geschwulstkrankheiten erläutert werden: Starb um 1900 noch jeder 30. Mensch an Krebs, so ist es heute bereits jeder fünfte!

Zum Verständnis der Zusammenhänge um die Krebserkrankung seien zwei Erläuterungen vorausgeschickt:

1.) Der gesunde menschliche Körper besitzt ein allgemeines Abwehrsystem (Immunapparat), das in der Lage ist, körperfremde Stoffe, Gewebe u.ä. zu erkennen und unschädlich zu machen. Der Zustand und die Leistungsfähigkeit des Immunapparates sind von vielerlei Umständen abhängig (Ernährungszustand, häufige Infektionen u.a.). Durch eine Allgemeinerkrankung des Körpers wird in unserem Falle auch die Leistung des Immunapparates herabgesetzt, was sich durch besondere Anfälligkeit für Infektionskrankheiten bemerkbar machen kann.

2.) Im menschlichen Körper finden täglich rund 10^{11} Zellteilungen statt. Das bedeutet bei einer durchschnittlichen Mutationsrate von $10^5 \ldots 10^6$ Mutationen je Zelle je Teilung, daß in unserem Organismus täglich rund 10^5 Mutationen stattfinden. Ein beträchtlicher Prozentsatz der mutierten Zellen erweist sich als nicht lebensfähig und stirbt also von allein ab. Eine andere Anzahl von

Zellen sind mutiert aber lebensfähig, teilen sich jedoch mit normaler Teilungsrate weiter. Eine relativ geringe Zahl von Zellen erfährt jedoch eine malignine (krebsartige) Mutation, was sich in unnormaler Stoffwechselleistung (Krebsgärung) und Verlust des Stopsignals für die Zellteilung bemerkbar macht, diese Zellen teilen sich mit einer Teilungsrate weiter, die der embryonaler Zellen entspricht.

Besitzt der Körper einen intakten und leistungsfähigen Immunapparat, so werden die veränderten Zellstrukturen als solcher erkannt und vernichtet. Ist jedoch in Folge einer Erkrankung die Leistung des Abwehrsystems herabgesetzt oder gar nicht mehr vorhanden, so ist dies nicht der Fall und es können sich solche Mutationen manifestieren und zum Karzinom auswachsen. Außerdem kommt es zur Abschwemmung maligniner Zellen durch die Lymphe und zur Festsetzung in den Lymphknoten, was die Entwicklung von Metastasen (Tochtergeschwülsten) zur Folge hat.

Allgemein kann man sagen, daß die Krebserkrankung "nur" eine vollkommene Störung der Biosynthese der Zellen, verbunden mit ungehemmter Teilungsaktivität, darstellt. Diese Störung kann prinzipiell durch drei molekularbiologische Veränderungen verursacht werden:

1. Durch Veränderung der Nukleotidsequenz auf der DNS (Punktmutation, Basenwegfall bzw. -einschub)

2. Durch Mutation an Repressor- bzw. Operatorgenen der Zellen, daraus resultiert ein teilweiser Ausfall der Regulationsmechanismen

3. Es erfolgt eine Maskierung bestimmter DNS-Abschnitte der Zellen, was zu einer Verhinderung der Transskription und somit der Enzymbildung führt (Ergebnis s.o.).

Als Folge der oben dargelegten Fakten erhebt sich die Frage, wie es zu solch beträchtlicher Steigerung der Krebserkrankgungen kommen kann. Die Ursachen dafür sind mannigfaltig.

Betrachten wir erst einmal aus biologisch-medizinischer Sicht die kanzerogenen Noxen, so lassen sich drei Gruppen erkennen: Chemische, physikalische und biologische.

Chemisch wirksame Substanzen mit krebserzeugender Wirkung wurden schon früh entdeckt: 18./19. Jahrhundert. Gegenwärtig sind über 500 verschiedene wirksame STRUKTUREN bekannt. Ihr Spektrum reicht vom Metallion bis zum hochmolekularen Eiweiß. Physikalische Wirksamkeit ist z.B. von energiereichen Strahlen (UV-, Röntgen-, Infrarot-), der Festkörperwirkung von Implantaten und vom photodynamischen Effekt bekannt. In biologischer Hinsicht kommen onkogene Viren (ca. 40 verschiedene) in Betracht. Sie erzeugen bei Versuchstieren die meisten Spontantumore. Diese Viren besitzen unterschiedlichste morphologische Strukturen, Größe, Nukleinsäure (DNS, RNS). Man kann sagen, daß jeder Virustyp von onkogenen Viren vertreten wird.

Sehen wir die starke Ausbreitung der Krebserkrankungen unter den aufgeführten Aspekten, so ist unter Vergegenwärtigung der Lage in den am meisten betroffenen Ländern, das sind in der Regel die modernen Industrienationen, die Zivilisation mit ihren Folgeerscheinungen ist als Ursache Nr. 1 erkennbar.

Der unmittelbare Zusammenhang zwischen steigendem Tabakkonsum und Erhöhung der Krebserkrankgungen der Atmungsorgane ist schon mehrfach dargelegt worden. Aber auch zwischen Luftverunreinigung und Krebs, Siedlungsdichte in den Städten und Krebs, Erhöhung der Lebenserwartung und Krebs, Genuß unnatürlicher Nahrungsmittel und Krebs usw. usf. bestehen unmittelbare Beziehungen.

In jüngster Zeit wurden Mechanismen entdeckt, nach denen unter physiologischen Bedingungen Mutationen durch ein Sulfat induziert werden. Bedenklich dabei stimmt, daß Schwefelverbindungen den Hauptbestandteil der Industrieabgase bilden. So werden davon in den USA z.B. jährlich 150 000 ... 300 000 t allein von KFZ ausgestoßen, oder es regnen in Schweden jährlich eine Million t Schwefelsäure ab.

Die Schwierigkeit des Krebsproblems wird zusätzlich noch dadurch erhöht, daß es bis heute nicht gelungen ist, ein "Heilmittel gegen Krebs" zu entwickeln. Das heißt, daß bisher noch keine Substanz, Methode u.ä. entwickelt werden konnte, die malignine Entartungen wieder normalisiert bzw. den Immunapparat des Körpers aktiviert (s.o.). Alle modernen Behandlungen haben heute zum Ziel, die Geschwulst aus dem Körper zu entfernen (möglichst vor der Metastasenbildung), bzw. ihr Wachstum zum größten Teil zu hemmen. Wichtigstes Kriterium für gute Behandlungsaussichten muß also eine möglichst frühzeitige Erkennung der Entartung sein.

Die heutige Forschung für die Krebsbekämpfung geht prinzipiell in zwei Richtungen:

1. Wissenschaftlich-technische Beherrschung des maligninen Wachstums
2. Erkennen und Ausschalten kanzerogener Noxen

Während es zur wissenschaftlich-technischen Beherrschbarkeit des Krebsproblems noch ein weiter Weg ist, beginnt bereits die Ursachenforschung Früchte zu tragen (es treten heute durch moderne Arbeitsschutzbestimmungen kaum noch sogenannte Berufskrebse auf). Eine endgültige Lösung der Krebsproblematik ist allerdings nur von biologischer Seite zu erwarten.

Ausblick

Die vorliegenden Artikel sollten versuchen, einen kleinen Einblick in die Bedeutung des genetischen Codes, die Wichtigkeit seiner Beherrschung im Interesse der Menschheit zu geben.

Wenn es früher oder später gelingt, die wissenschaftliche Beherrschung des menschlichen Genoms zu erreichen, was nur eine Frage der Zeit ist, so ist die Verantwortung für die gesamte menschliche Gesellschaft riesengroß. Bis zu diesem Zeitpunkt muß der Mensch reif sein, die Beherrschung seines Geschicks in die eigene Hand zu nehmen und entstehende Gefahren abzuwenden, daß nicht eine "Jubelschrei über irgendeine neue Errungenschaft von einem universalen Entsetzensschrei beantwortet" wird, wie Brechts Galilei sagt. Ein Mißbrauch darf und wird nicht stattfinden, denn damit stände die Existenz des menschlichen Lebens auf unserem Planeten auf dem Spiele.

Wichtigstes Ziel muß also letztlich die Entwicklung der moralischen und somit gesellschaftlichen Verantwortung sein, die die wissenschaftlichen Erkenntnisse ausschließlich zum Wohle der Menschheit anwendet.

Titelblatt

Die Vorderseite unseres Heftes zeigt das Modell einer synthetischen Faser.Die Eigenschaften synthetischer Fasern können auf der Grundlage,kleine Moleküle zu Makromolekülen zu vereinigen,vielfältig variierte werden.Die nach Verstreckung in einer synthetischen Faser vorhandenen geordnet-kristallinen und ungeordnet - amorphen Bereiche veranschaulicht dieses Modell,in welchem jede Kabelader einem Makromolekül entspricht.Es läßt die in den Kristalliten parallel gelagerten Molekülabschnitte erkennen,die von amorphen Bereichen mit Aufbauschungen ungeordneter Molekülteile abgelöst werden.

E. Heuschkel

Schulen unter die Lupe genommen

Erfahrungsgemäß ergeben sich für viele Oberschüler beim Übergang von der Schule zur Universität einige Schwierigkeiten. Die Ursachen dafür aufzudecken und Vorschläge zur Erleichterung des Überganges zu machen, ist das Anliegen unserer Artikelserie, die wir nach Aussprachen in verschiedenen erweiterten Oberschulen unserer Republik gestalten. Die Ergebnisse dieser Aussprachen und Diskussionen werden wir regelmäßig veröffentlichen und, so hoffen wir, gemeinsam mit unseren Lesern analysieren. Wir erwarten also Eure Meinung und Eure Vorschläge.

Der erste Artikel dieser Serie wurde nach einer Aussprache mit Schülern der erweiterten Oberschule Zeulenroda, im Bezirk Gera, gestaltet.

An dieser Schule herrscht ein reges Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht. 40% der Schüler wollen nach dem Abschluß des Abiturs ein Studium auf naturwissenschaftlichem Gebiet aufnehmen. Reicht das aus ? ?

Die Schule fördert dieses Interesse insofern, als sie sehr viel Wert auf eine gründliche mathematische Ausbildung legt. Das ist richtig und zu begrüßen, denn eine gute Ausbildung im Fach Mathematik legt den Grundstein für die exakte Durchdringung der anderen Fachgebiete.

Auf mathematischem Gebiet wird an dieser Schule auch viel für die Weiterbildung talentierter Schüler getan. Es existiert eine Arbeitsgemeinschaft für Mathematik, die auch vom Rat des Kreises stark unterstützt wird. So wird jedes Jahr in den Sommerferien ein Fortbildungslehrgang in Johanngeorgenstadt/Erzgeb. durchgeführt. Aber in den anderen Fächern gibt es diese Förderung nicht. In Physik z.B. wird diese den Betrieben überlassen, in denen die Schüler zeitweilig eine Ausbildung

erhalten. Hier existieren Arbeitsgemeinschaften, die sich mit Kristallstrukturen, mit Arbeiten am Katodenstrahloszillografen und allgemein mit Elektronik befassen. Diese Arbeitsgemeinschaften laufen jedoch ohne Unterstützung durch die Schule. Dort ist die Weiterbildung talentierter Schüler erst in den neuen Lehrplänen (!!) in Form des fakultativen Unterrichtes vorgesehen.

Das ist unserer Meinung nach auf keinen Fall genug, denn die Schule muß den Grundstein legen für die Spitzenleistungen unserer jungen Wissenschaftler. Sie ist somit mitverantwortlich für das rasche Anwachsen der gesellschaftlichen Produktivkräfte. Was würde z.B. geschehen, wenn diese neuen Lehrpläne nicht auf der Tagesordnung stehen würden ... ??! Wir müssen uns, insbesondere unsere Lehrer, darüber klar werden, daß unsere Talente so effektiv und optimal wie möglich genutzt und gefördert werden. Unser Vorschlag: wäre es nicht möglich, parallel zum Fortbildungslehrgang in Mathematik, ähnliches in den anderen Fächern zu schaffen.

Auch die Verbindung zwischen Staatsbürgerkundeunterricht und naturwissenschaftlichem Unterricht ist noch nicht genügend entwickelt. Hier werden zwar Versuche gemacht, aber sie scheitern in den Anfängen, so z.B. am Zeitproblem. Auch hier glauben wir, müßte doch eine Lösung im Kollektiv mit Lehrern und Schülern gefunden werden. Die Schüler müssen in die Lage versetzt werden, ihr erworbenes Wissen anwenden zu können. Dazu gehört auch und vor allem die Anwendung des Marxismus-Leninismus auf konkrete Probleme der Naturwissenschaften und der Gesellschaft.

In der Schule herrscht noch ein recht unklares Bild über den späteren Einsatz der Studenten. "impuls 68" wird auch hier versuchen, Unklarheiten zu beseitigen,

und den Übergang zu erleichtern. Damit ist es jedoch auf keinen Fall getan. Im Gegenteil, wir sind der Meinung, daß auch die Schule versuchen muß, engen Kontakt zur Universität herzustellen, z.B. über ehemalige Absolventen.

Ein anderes Problem ist die Überwindung der Anfangsschwierigkeiten. Die Schüler müssen sich an einen neuen Arbeitsrhytmus gewöhnen und viel mehr selbständig arbeiten. Deshalb begrüßen wir es, daß in Zeulenroda im Fach Deutsch ein Anfang gemacht wurde. Wie steht es nun mit den anderen Fächern?
Auch hier kann ein besserer Kontakt zur Universität nützlich sein.

Liebe Leser, wir hoffen, Eure Probleme damit angesprochen zu haben. Schreibt uns Eure Meinung und Vorschläge. Beratet Euch mit Euren Lehrern, wie wir die Vorbereitung auf das Studium verbessern können.

Wieder einmal hat uns der Druckfehlerteufel einige gehörige Streiche gespielt, von denen wir die wichtigsten berichtigen müssen:

Heft 3 - Laserartikel:

Abb. 1 "Pumpenergie" statt "Pumpenenergie";

"wenigen spontanen" (S. 17, Zeile 19) statt "weniger spontanen"; "verbreitert"(S.18,Z. 2 und 6) statt"verbreitet"; "auf dem Laserübergang" (S.18,Z.16) statt "auf den Laserübergang"; "die diesen Effekt" (S.18, vorletzte Zeile) statt "die dieser Effekt".
Heft 4, S. 8, 1. Zeile muß es heißen "Theorie des Ramaneffektes"; Seite 8, Zeile 24-28 haben sich fachliche Fehler eingeschlichen: Einmal ist der Satz: ..., da sich die Zahlenwerte für die Molekülmasse M und die Frequenz ν des Lichtquants, welche im sichtbaren Bereich liegen soll, erheblich unterscheiden ... natürlich Unsinn. Man kann eine Frequenz niemals mit einer Masse vergleichen;

zum anderen: kann man die kinetischen Energien des Moleküls vor dem Stoß $\frac{m}{2}v_0^2$ und nach dem Stoß $\frac{m}{2}v^2$ nicht vernachlässigen, weil sie klein sind gegen $h\nu_0$ oder $h\nu$. Die kinetischen Energien können durchaus in die Größenordnung der Energien des Lichtquants gelangen. - Die Gleichung auf Seite 8 läßt sich aus folgendem Grund vereinfachen. Die kinetischen Energien der Molekel vor und nach dem Stoß ändern sich praktisch nicht. Es ist

$$\frac{m}{2}v_0^2 \approx \frac{m}{2}v^2$$

Das bedeutet, sie heben sich in der Gleichung gegenseitig auf.

Hier zeigen wir wieder eine unserer mittelalterlichen Darstellungen zu Problemen der Naturwissenschaft und Weltanschauung. Unser Rückseite zeigt eine alchimistische Auffassung des Weltbildes. Im Mittelpunkt steht der Kosmosmensch, der den Makrokosmos verkörpert. Das große Dreieck, das er trägt, symbolisiert die Welt der Dinge. In dieser Darstellung aus der Spätzeit der Alchimie sind noch Spuren antiker Materieauffassung in der Symbolik zu finden. Der große Stern mit dem Zentrum im Kopf des Kosmosmenschen hat sieben Strahlen, sinnbildlich für: Blei, Zinn, Eisen, Gold, Kupfer, Quecksilber und Silber. Die Kreise zeigen in symbolischen Bildern die verschiedenen alchimistischen Stationen der Materie auf dem Weg zum Gold.

ABRAHAMI MVNTINGII,

MEDICINÆ AC BOTANICES, IN CELEBERRIMA ACADEMIA GRONINGANA, (*dum vivebat*) PROFESSORIS

PHOTOGRAPHIA VARIOSA,

ARBO[illegible]VM ICONES, DVCENTIS ET [illegible]RAGINTA QVINQVE TABVLIS AD VIVVM DELINEATIS A[illegible]TIF[illegible]CISIS.

Varias earum denominationes, La[illegible]alicas, Germanicas, Belgicas, aliasque, [illegible]uthoribus, priscis ac neoter[illegible]

collegit & adjecit

FRANCISCVS KIGGELAER,

Botanophilus.

PARS PRIMA.

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 7

Amstelodami / *Lugduni Batavorum* {Apud FRANCISCVM HALMAM, / PETRVM VANDER Aa, } Bibliopol.

ANNO MDCCII.

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt **Seite**

EDV (7) 3

Additives 6

Antimaterie 12

Antikörper 16

Wissenschaft im Kreuzverhör 20

Berufsbild des Chemikers 24

Leserpost 27

Büchermarkt 30

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig
Sektion Physik

Einführung in die EDV (Teil 7)

In den bis jetzt erschienenen Teilen lernten wir den Grundaufbau einer Datenverarbeitungsanlage kennen. Zu den einzelnen Baugruppen gehören:

- Die Ein- und Ausgabegeräte verschiedener Art.
- Der Hauptspeicher, der die Aufgabe hat, Programme, Zahlen und Ergebnisse zu speichern .
- Das Rechenwerk, welches in der Grundkonzeption aus Additionsschaltungen aufgebaut ist und die eigentlichen Rechnungen ausführt.

Es fehlen noch einige Baugruppen, die im folgenden erwähnt werden. Zunächst soll jedoch die prinzipielle Struktur einer EDVA genannt werden.

1. Zentraleinheit und periphere Geräte

Die Baugruppen, welche zum unmittelbaren Aufbau einer EDVA gehören, werden unter dem Begriff - Zentraleinheit - zusammengefaßt. Dazu gehören:

- Hauptspeicher
- Rechenwerk
- Steuerwerk

Aufgaben und Funktion von Hauptspeicher und Rechenwerk wurden bereits erläutert. Das Steuerwerk, der Name sagt es schon, steuert und überwacht alle Arbeitsvorgänge im Rechner, koordiniert den Einsatz der verschiedenen Baugruppen und ist Bindeglied zwischen ihnen. Dabei ist es Aufgabe des Steuerwerkes, Einzelbefehle aus dem Hauptspeicher zu entnehmen, sie zu entschlüsseln und die Abarbeitung der Befehle zu veranlassen.
Zu den peripheren Einheiten gehören die Geräte für die Ein- und Ausgabe. Für zahlreiche Zwecke wäre somit die Rechenanlage komplett (hinzu käme noch der Bedientisch und Geräte

für die Stromversorgung). Allerdings ist bei einem Großteil von Aufgabenstellungen diese Rechenanlage nicht imstande, sie zu bewältigen. Das wäre dann der Fall, wenn eine Vielzahl von Daten verarbeitet werden muß. (Was ja das eigentliche Kennzeichen der Datenverarbeitung ist). Der Hauptspeicher hat in der Regel etwa 40.000 Speicherplätze. Bei z.B. statistischen Auswertungen (siehe Volks-, Berufs- und Wohnraumzählung 1971) fallen einige Millionen zu verwertender Daten an. Aus diesem Grund haben fast alle Rechner noch Zusatzspeicher, die je nach Bedarf verwendet werden. Solche Zusatzspeicher gehören ebenfalls zu den peripheren Geräten. Es können u.a.

- Ferritkernspeicher
- Magnettrommelspeicher oder
- Magnetbandspeicher

sein. Der Magnetbandspeicher funktioniert etwa genau so wie ein Magnettonbandgerät, nur das hier nicht Sprache oder Musik, sondern Binärzeichen "aufgesprochen" werden. Magnetbänder für EDVA sind etwa 750 m lang und können darauf rund 10 Millionen Zeichen speichern. Allerdings ist die Zugriffszeit auch sehr groß und liegt etwa bei Sekunden bis Minuten. Das ist relativ leicht dadurch zu erklären, weil beim Suchen einer eingespeicherten Information ungünstigenfalls das ganze Magnetband "abgefragt" werden muß. Trotzdem haben Magnetbandspeicher nicht zu unterschätzende Vorteile. Dazu gehören relativ geringe Herstellungskosten und die Auswechselbarkeit des Informationsträgers Magnetband. Magnetbandkonserven können beliebig lange unter geringem Raumbedarf aufbewahrt werden, so daß sie zu jeder Zeit wieder verwendet werden können. An den Robotron 300 können z.B. maximal 8 Magnetbandspeichergeräte angeschlossen werden, davon können 6 während der Abarbeitung eines Programmes angesteuert werden.

2. Zusammenfassung

Mit diesem Teil schließt die Einführung in den prinzipiellen Aufbau einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage ab. Die nächsten Abschnitte beschäftigen sich mit Einsatzmöglichkeiten und Entwicklungstendenzen. Im Zusammenhang sind nochmals die wichtigsten Begriffe genannt, die eingeführt wurden:

Analogrechner
Digitalrechner
Adresse
Programm
Befehl
Flußbild
Speicherplatz
Dualzahlensystem
Binärzeichen
Tetrade
UND, ODER, Negation
Festspeicher, Arbeitsspeicher
Ferritkernspeicher
Koinzidenzprinzip
Lesen und Schreiben

Datenträger
Lochkarte, -streifen
Hauptspeicher
Rechenwerk
Steuerwerk
Miniaturisierung
Additionsschaltung
Register
Zentraleinheit
periphere Einheiten
Magnetbandspeicher
Zykluszeit
Zugriffszeit

Vorbemerkungen zum nachfolgenden Artikel:

Der folgende Artikel fordert sicherlich wegen seiner Länge einige Konzentration. Wir glauben aber, da es sich um einen Übersichtsartikel handelt, daß der Leser trotzdem "bei der Stange "bleibt. Mindestens die motorsportinteressierten Leser wird sicherlich interessieren, welche chemischen Stoffe zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Benzin verwendet werden. Also, trotz der Länge nochmals viel Spaß beim Lesen.

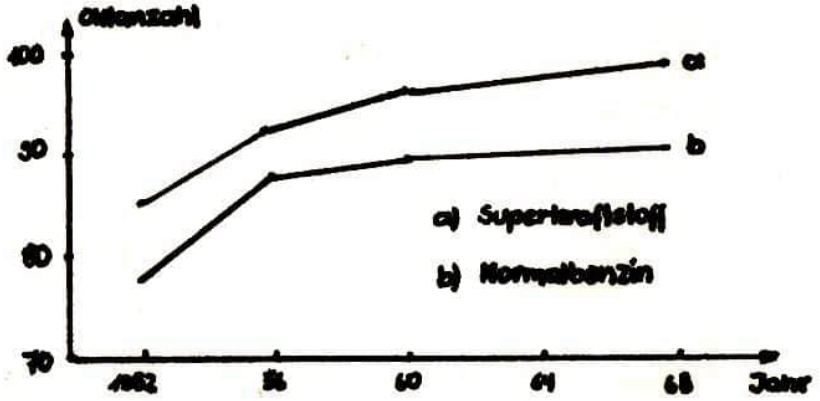
Wolfgang Kotte
Sektion Chemie

Additives für Otto-Kraftstoffe

1. Einleitung

Über die Herstellung von Benzin berichtete vor einiger Zeit K.-H. Mann in dieser Zeitschrift. Die auf unterschiedliche Art und Weise hergestellten Benzine besitzen noch nicht die Eigenschaften, die man von einem guten Kraftstoff erwartet, anders gesagt: der Gebrauchswert ist gering. Aus diesem Grunde setzt man dem Benzin noch sogenannte "Additives" hinzu. Das sind Zusatzstoffe, die bereits in sehr kleinen Konzentrationen die Eigenschaften des Benzins verändern.
Im folgenden werde ich einen kleinen Überblick über die verschiedenen Klassen dieser Additives geben.

2. Antiklopfmittel



Ein Maß für die Klopffestigkeit eines Benzins ist seine Oktanzahl. Im nebenstehenden Diagramm ist der Anstieg der Klopffestigkeit von Benzinen während der letzten Jahre angegeben.

Die Klopffestigkeit kann einmal durch Zusatz von Aromaten bzw. Alkoholen heraufgesetzt werden. Dem gegenüber stehen die "Antiklopfmittel" im eigentlichen Sinne, die schon

in kleinsten Konzentrationen wirksam werden. (Bei Bleitetraäthyl zum Beispiel 1 Molekül Antiklopfmittel auf 65000 Moleküle Kraftstoff-Luft-Gemisch).
Als Antiklopfmittel setzt man entweder metallorganische Verbindungen oder Arylamine ein.

Name der Verbindung	"Wirkstoffkonzentration" (in %)
Bleitetraäthyl	0,06
Bleitetramethyl	0,06
Äthyltrimethylblei	0,06
Diäthylselen	0,50
N-Methylanilin	1,50
m-Xylidin	4,50

In der Tabelle ist nur eine kleine Auswahl der für die Erhöhung der Klopffestigkeit in Frage kommenden Additives angeführt. Die besten Wirkungen zeigen die bleiorganischen Verbindungen. Andere Zusätze, wie z. B. Eisenpentacarbonyl, $Fe(CO)_5$, konnten sich nicht durchsetzen. (Bei der Anwendung von Eisenpentacarbonyl entsteht äußerst schwerflüchtiges Eisenoxid, welches sich im Zylinder absetzt). Die Antiklopfmittel greifen nun in den Chemismus der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches ein. Sie bewirken einen raschen Abbruch möglicher Kettenreaktionen. Der Wirkungsmechanismus sei am Beispiel des Bleitetraäthyls erklärt: Bei 380 °C zerfällt das Bleitetraäthyl in Äthylradikale und Blei. Das Blei setzt sich bei den hohen Verbrennungstemperaturen sofort in Bleioxid um. Dieses Bleioxid vermag nun seinerseits Radikale zu binden und somit eine Kettenreaktion zum Abbruch zu bringen. Die Antiklopfwirkung scheint besonders in der Desaktivierung von OH- und HO_2-Radikalen zu bestehen.
Wie wirkt man nun der Ablagerung von benzinunlöslichen Bleiverbindungen entgegen? Man setzt dem Benzin chlorierte bzw. bromierte Kohlenwasserstoffe zu. Das daraus gebildete Bleichlorid bzw. Bleibromid hat einen niedrigeren Siedepunkt als Bleioxid und kann somit mit den Verbrennungsgsgasen abgehen.

3. Ignition-Control-Additives

Durch selbst geringfügige Bleioxid-Ablagerungen im Verbrennungsraum wird dieser erheblich verkleinert. An den Elektroden entstehen mit dem Bleioxid unter der reduzierenden Wirkung von Kohlenstoff niedrigschmelzende Eutektika (Kurzschluß möglich!), auf den Isolatoren bilden sich stromleitende Verbindungen. Diese Ablagerungen können durch Zusatz der Ignition-Control-Additives verhindert werden. Die gebräuchlichste Substanz ist das Trikresylphosphat, welche Bleioxid und Blei in Bleiphosphat umwandelt.

4. Oxydationsinhibitoren

Bei der Lagerung von Benzin über einen langen Zeitraum hinweg spielen sich unter der Einwirkung von Luftsauerstoff Autoxydationsprozesse ab. Besonders neigen Olefine, Diolefine und sogar Aromaten dazu, die man andererseits wegen ihrer hohen Oktanzahlen nicht durch eine Selektivraffination entfernen will.

Die Autoxydation verläuft etwa nach dem folgenden Schema:

Radikalbildung: $R^1\text{-}H \longrightarrow R^1\cdot$ (Radikal) $(+H\cdot)$

Kettenreaktion: $R^1\cdot + O_2 \longrightarrow R^1O_2\cdot$ (Peroxylradikal)

$R^1O_2\cdot + R^2\text{-}H \longrightarrow R^1OOH$ (Hydroperoxyd) $+ R^2\cdot$

$R^2\cdot + \ldots$ (analog $R^1\cdot$)

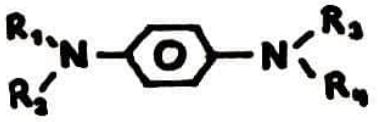
(R = Alkyl)

Diese Kettenreaktion kann durch folgende Substanzen weitestgehend unterdrückt werden:

a) N-alkyl- oder N-arylsubstituiertes Phenylendiamin

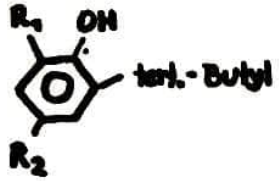
b) Alkylsubstituierte Phenole

zu a)



R = Alkyl, Aryl, H

zu b)



R = Alkyl

Diese Additives greifen wie folgt in die Kettenreaktion ein und bringen sie somit zum Stillstand:

ROO (Peroxyl-radikal)	+ A-H (Inhibitor-molekül)	⟶	ROOH ("stabiles" Hydroperoxyd)	+ A (Inhi-bitorradi-kal)

Die Inhibitorradikale reagieren ihrerseits weiter:

Mögliche Reaktionen A + A ⟶ A-A (stabil)
oder A + ROOO ⟶ ROOA (stabil)

Der auf das Peroxylradikal übertragene Wasserstoff stammt bei den phenolischen Inhibitoren von der OH-Gruppe und bei den Aminen von der Aminogruppierung. Aminoverbindungen können weiterhin über Komlexbildung mit der Peroxylradikalen reagieren.

5. Metalldeaktivatoren

Metallspuren, besonders Spuren von Kupfer, wirken katalytisch auf Autoxydationsreaktionen ein. Diese müssen daher entfernt - das heißt "deaktiviert" - werden.
Das folgende Schema gibt die Reaktionsmöglichkeiten des Kupfers wieder:

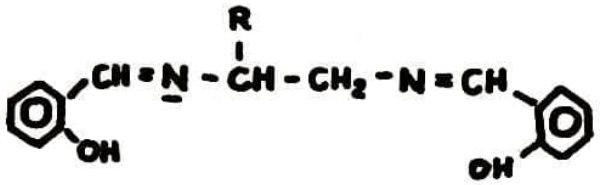
$Cu + \text{Peroxyd} \longrightarrow Cu^{++}$

$Cu^{++} + \text{reduzierendes Agens} \longrightarrow Cu^{+}$

$Cu^{+} + ROOH \longrightarrow Cu^{++} + RO + OH^{-}$

(Radikal, welches seinerseits an der Kettenreaktion "teilnimmt").

Als Metalldeaktivatoren wendet man daher solche Substanzen an, die mit den Kupferionen neutrale, katalytisch inaktive Komplexe bildet. Schiff'sche Basen sind beispielsweise solche Komplexbildner:



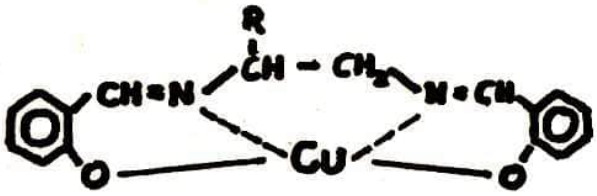
a) R = H

"N.N'-Disalicylidenäthylendiamin"

b) R = CH_3

"N.N'-Disalicylidenpropylendiamin"

Diese Verbindungen bilden mit dem Kupfer einen folgenden Komplex und deaktivieren es somit:



6. Vereisungsverhinderer (Antiicing-Additives)

Wenn bei einer Außentemperatur von 3-8 °C und etwa 75 % Luftfeuchtigkeit Kraftstoff verdampft wird, können sich die Vergaserteile bis unter 0 °C abkühlen. Dabei kommt es zur Eisbildung an der Drosselklappe des Vergasers. Man kennt im Prinzip 4 Typen von Vereisungsverhinderern:

a) einwertige niedrige Alkohole (Äthanol, Isopropanol)

b) Glycole (Hexylenglycol, Dipropylenglycol)

c) Dimethylformamid

d) oberflächenaktive Stoffe

a bis c bewirken eine Gefrierpunktserniedrigung des Wassers. Oberflächenaktive Stoffe bilden Filme auf den Vergaserwandungen, der Drosselklappe und den Düsen, so daß ein Anhaften des Eises verhindert wird. Von diesen Additives ist recht wenig bekannt - sie haben bis jetzt auch noch keine technische Bedeutung erlangt.

Nicht nur Otto-Kraftstoffen, sondern auch Dieselkraftstoffen, Schmierstoffen, Metallbearbeitungsmitteln und Heizölen setzt man Additives zu. Sie können sich darüber in dem Buch "Additives" (Autorenkollektiv, Reihe "Kleine Erdölbibliothek, Leipzig 1966) informieren.

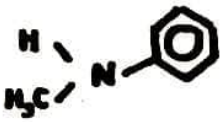
Einen interessanten Bericht über Kraftstoffzusätze gibt

G. Heilmann in der Zeitschrift "Chemie in unserer Zeit", 4 (1970), Heft 2, S. 45 ff.

Erläuterungen zum Text

Bleitetraäthyl: Es handelt sich um eine bleiorganische Verbindung (Blei-Kohlenstoff-Bindung!). Formel: $Pb(C_2H_5)_4$.

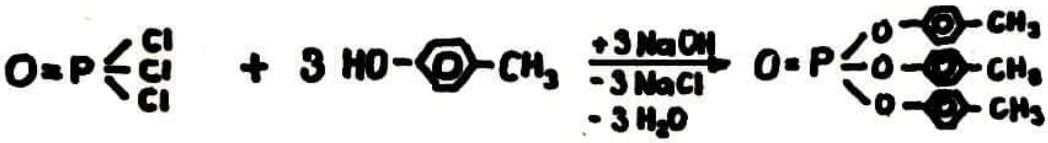
N-Methylanilin: Anilin, bei dem ein Wasserstoffatom der Aminogruppe durch Methyl substituiert ist.



m-Xylidin: Diese Verbindung leitet sich vom m-Xylol ab.

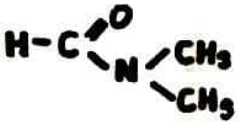
Trikresylphosphat:

Darstellung:



Phosphoryl-chlorid — Kresol — Trikresylphosphat

Dimethylformamid: N.N'-Dimethylderivat des "Ameisensäure-amids"



Schiff'sche Basen: Sie entstehen bei der Reaktion von Aldehyden mit Aminen (Kondensationsreaktion)

Beispiel:

Salicylaldehyd — Propylen-diamin — N.N'-Disalicyli-denpropylendiamin.

E. Heumann
Forschungsstudent
Sektion Physik

Antimaterie! - Antiwelten?

Im Jahre 1930 sagte der theoretische Physiker DIRAC als Gegenstück des Elektrons das Positron voraus. Drei Jahre später wurde dieses Antiteilchen von ANDERSON in der kosmischen Strahlung nachgewiesen. Damit kam eine Lawine von Vermutungen ins Rollen, die Naturwissenschaftler und Philosophen in gleicher Weise beunruhigen und faszinieren, da es vom Antiteilchen nur ein kleiner Schritt zum Antiatom, vielleicht sogar zu einer Antiwelt ist.
Nun aber etwas zum Begriff Antimaterie. Seit der fundamentalen Entdeckung Einsteins ist bekannt, daß Materie und Strahlung zwei Energieformen sind, die unter bestimmten Bedingungen ausgewechselt werden können. Dieser Übergang vollzieht sich überall dort, wo Materie und Strahlung wechselwirken, sowohl im Universum als auch in den großen Teilchenbeschleunigern. Gelangt z. B. energiereiche Gammastrahlung in das Kraftfeld eines Atoms, kann aus ihr ein Teilchenpaar nämlich ein Elektron und ein Positron entstehen. Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung dieser sogenannten "Paarerzeugung", die in großen Kernforschungszentren mit Nebel- oder Blasenkammer beobachtet werden kann. Die "gabelförmige" Spur wird durch ein elektrisches Feld bewirkt, in dem Elektron und Positron nach unterschiedlichen Richtungen abgelenkt werden.

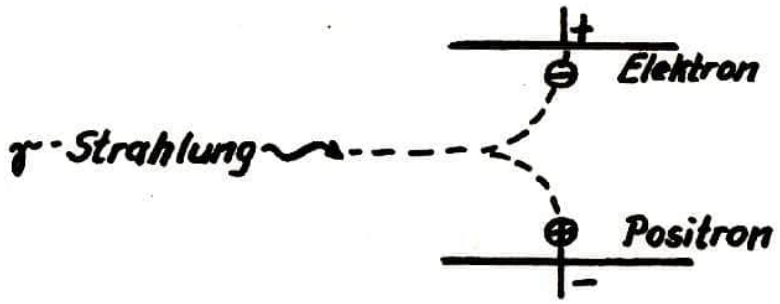


Abb. 1 Schematische Darstellung der Erzeugung von Elektron und Positron beim "Abbremsen" von energiereicher Gammastrahlung durch das Kraftfeld eines Atoms

Im Gegensatz zum Elektron trägt das Positron eine positive Elementarladung. Das Bemerkenswerte aber ist, daß beim Zusammentreffen eines Positrons und eines Elektrons beide augenblicklich in einem Energieausbruch erlöschen. Die Materie des Elektrons verträgt sich also nicht mit der Materie des Positrons, die deshalb Antimaterie genannt wird.
Nach der Entdeckung des Positrons folgte ein systematisches Suchen nach anderen Antiteilchen und mit der Zeit stellte sich heraus, daß zu jedem Teilchen ein entsprechendes Gegenstück existiert (z. B. Proton-Antiproton, Neutron-Antineutron usw.).
Aus Antiteilchen lassen sich nun Antiatome bilden. Betrachten wir das am Beispiel des einfachsten Atoms, des Wasserstoffatoms. Es besteht im wesentlichen aus einem positiv geladenen Proton (dem Atomkern), das ein gleichstark, aber negativ geladenes Elektron in einer komplizierten Umlaufbahn gefesselt hält. Entsprechend erhält man aus der Kombination eines negativ geladenen Antiprotons mit einem positiv geladenen Positron ein Antiwasserstoffatom, das sich in fast jeder Beziehung wie ein gewöhnliches Wasserstoffatom verhält. z. B. wird es im angeregten Zustand das gleiche Linienspektrum zeigen.
Prinzipiell kann man also aus Antiprotonen, Antineutronen und Positronen alle Elemente des Periodensystems aufbauen. Diese Elemente können in einer "Antiwelt" genauso Träger des Lebens sein, wie es die chemischen Elemente unserer Welt sind. Schon vor einigen Jahren gelang es sowjetischen und amerikanischen Wissenschaftlern Kerne des Antiheliums mit Teilchenbeschleunigern zu erzeugen und nachzuweisen.
Es liegt also die Frage nahe, ob es nicht einen Teil des Universums gibt, dessen Materie aus Antiteilchen aufgebaut ist und der damit dem "Spiegelbild" unserer normalen Materie entspricht. Doch bis jetzt ist noch nicht bekannt, wie man Antimaterie im All entdecken könnte. Sollte sie existieren, so müßte man aus Symmetriegründen annehmen, daß es davon genau soviel wie Materie gibt. Aber kein System aus Materie kann neben einem System aus Antimaterie bestehen, da sich beide in einem ungeheuren Energieblitz auslöschen würden.

Nehmen wir aber trotzdem einmal an, daß das Universum zur einen Hälfte aus Materie und zur anderen aus Antimaterie bestehe. Dann drängen sich sofort zwei Fragen auf.

1. Welche Entwicklungsprozesse haben dazu beigetragen, ein solches Universum entstehen zu lassen, und wie war es möglich, daß Materie und Antimaterie voneinander getrennt wurden?
2. Welche Prozesse vermeiden den vernichtenden Zusammenprall?

Zur Beantwortung der ersten Frage existieren gewisse Vorstellungen und Theorien, deren exakte Erläuterung hier zu weit führen würde. Trotzdem sollen einige Grundzüge der Theorie des schwedischen Physikers Oskar KLEIN genannt werden. KLEIN nimmt als Anfangsstadium eine sehr stark verdünnte Wolke aus ionisiertem Gas an, deren Materie man "Ambiplasma" nennt, da sie sowohl aus Materie als auch aus Antimaterie besteht. In diesem unvorstellbar verdünnten Zustand (angenommen etwa ein Teilchen auf eine Million Kubikmeter) war es quasi unmöglich, daß Teilchen und Antiteilchen zu einem vernichtenden Zusammenstoß kommen konnten. Im Laufe der Zeit verdichtete sich die Wolke unter der Schwerkraftwirkung ihrer Bestandteile. Mit zunehmender Verdichtung wurden die Zusammenstöße immer häufiger und bei jedem Zusammenstoß von Teilchen und Antiteilchen wurde elektromagnetische Energie, Strahlung, frei. Schließlich wurde der Strahlungsdruck so hoch, daß er die Gravitationskräfte überstieg und die Wolke mit all ihren Galaxien, die sich inzwischen gebildet hatten, wieder auseinandertreiben konnte. Es entstand ein sich ständig ausdehnendes Universum.
Wahrscheinlich haben magnetische Felder und elektrische Ströme dazu geführt, daß sich Antiteilchen an den einen und Teilchen an den anderen Stellen angereichert haben. Das ist aber zunächst nur eine Vermutung, die durch weitere Forschungsergebnisse bestätigt oder widerlegt werden muß.
Die Lösung der zweiten Frage wollen wir an einem simplen Beispiel studieren, das sicher schon jeder einmal in der

Praxis beobachtet hat. Verspritzt man nämlich einige Tropfen kaltes Wasser auf eine rotglühende Herdplatte so verdampfen diese nicht - wie man eigentlich erwarten würde - explosionsartig, sondern beginnen über die Platte zu tanzen und können es dort einige Minuten lang aushalten. Der Grund dafür ist folgender. Beim Aufprall der Wassertropfen auf die glühendheiße Platte verdampft ein Teil des Wassers blitzartig. Dadurch entsteht zwischen Platte und Tropfen ein Dampffilm, der die Tropfen von der Hitze abschirmt und sie zugleich wie auf einem "Luftkissen" schweben läßt. Dieses nach Leidenfrost benannte Phänomen hilft uns bei der Beantwortung der zweiten Frage. Warum sollte nicht auch zwischen astronomischen Objekten aus Materie und Antimaterie eine solche dünne und "heiße" Trennschicht entstehen können. Diese Schicht kann wie ein schützender "Vorhang" zwischen Materie und Antimaterie wirken.
Ob die wirklichen Verhältnisse tatsächlich diesen Vorstellungen entsprechen, ist heute noch sehr fraglich. Das Problem des "Ambiplasmas" (also der Entstehung des Universums), des "Leidenfrostvorhanges" und der Antimaterie überhaupt wird in der nächsten Jahrzehnten Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten sein. Eines aber ist sicher; eines Tages (wahrscheinlich schon im nächsten Jahrzehnt) wird den Wissenschaftlern die Isolierung von Antimaterie gelingen. Damit würden der Menschheit neue Energiequellen unvorstellbaren Ausmaßes zur Verfügung stehen.

Titelblatt

Unser Titelbild zeigt die Tielseite einer im Jahre 1702 erschienenen Pflanzenbeschreibung von Abraham Munting. Wie derzeit üblich, wurden die zahlreichen Abbildungen dieses Werkes in Latein beschrieben.

Rückseite

Diese frühe Darstellung wissenschaftlicher Tätigkeit aus dem "Rumphi Herbarium Amboinus" zeigt einen Gelehrten bei der Bestimmung von Meerestierchen.

Dr. M. Eckert
wiss. Oberassistent
an der Sektion Biologie

Antikörper - Detektive in unserem Körper

Was verstehen wir unter erworbener Immunität?

Antikörper sind Eiweiße des Blutserums, genauer Gammaglobuline, die in den lymphatischen Organen des Körpers von den Plasmazellen gebildet werden, wenn hochmolekulare Fremdsubstanzen - sogenannte Antigene - in den Organismus gelangt sind. Antigene sind im Normalfall vor allem Krankheitserreger (Viren, Bakterien) bzw. ihre Stoffwechselprodukte. Bei Bluttransfusionen oder Organtransplantationen können jedoch auch körperfremde Eiweiße in den Organismus übertragen werden, die eine Antikörperbildung auslösen. Antikörper neutralisieren die schädliche Wirkung von Antigenen, indem sie sich mit ihnen zu einem Antigen-Antikörperkomplex verbinden. Durch die Antikörpersynthese erwirbt sich der Organismus einen spezifischen Schutz. Wir bezeichnen dieses Phänomen als erworbene Immunität. Es ist bekannt, daß man z. B. nach überstandenen Masern einer Neuinfektion gegenüber immun geworden ist. Dieser Schutz bleibt u. U. das ganze Leben lang erhalten. Wenn wir von einem spezifischen Schutz sprechen, so bedeutet das, Antikörpereiweiße reagieren nur mit solchen Substanzen, die ihre Bildung ausgelöst haben. Das Erstaunliche ist, daß der Organismus nicht nur Antikörper gegen natürliche Stoffe zu produzieren in der Lage ist, sondern auch gegen in der Natur nicht existierende, im chemischen Laboratorium synthetisierte, künstliche Verbindungen. Antikörper besitzen nun die Fähigkeit, in der Art von Detektiven, unter tausenden Molekülen das passende Antigen herauszufinden und es unschädlich zu machen.

Auseinandersetzung zwischen Detektiv und Forscher

Die Forscher setzen sich seit ungefähr 70 Jahren intensiv auseinander mit diesen eigenwilligen Eiweißmolekülen. Immer wieder spielte die Frage eine Rolle; wie weit geht der „kriminalistische Spürsinn" der Antikörpermoleküle? Der bekannte Nobelpreistrager und Entdecker der menschlichen Blutgruppen, LANDSTEINER, führte hierzu bereits vor rund 60 Jahren klug ausgedachte Experimente durch. Er schuf sich halbkünstliche Antigene, die sich in ihrer molekularen Struktur nur sehr wenig unterscheiden. Hühnereialbumin, Hauptbestandteil des Weißeies vom Huhn, koppelte er mit Anilin bzw. wenig veränderten Anilinderivaten wie z. B. Aminobenzolsäure (Abb. 1 und 2).

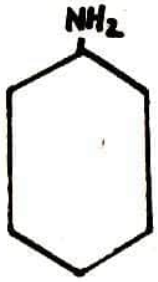


Abb. 1: Anilin

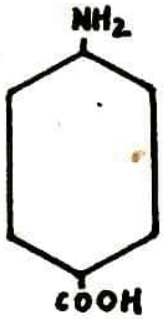


Abb. 2: Aminobenzolsäure

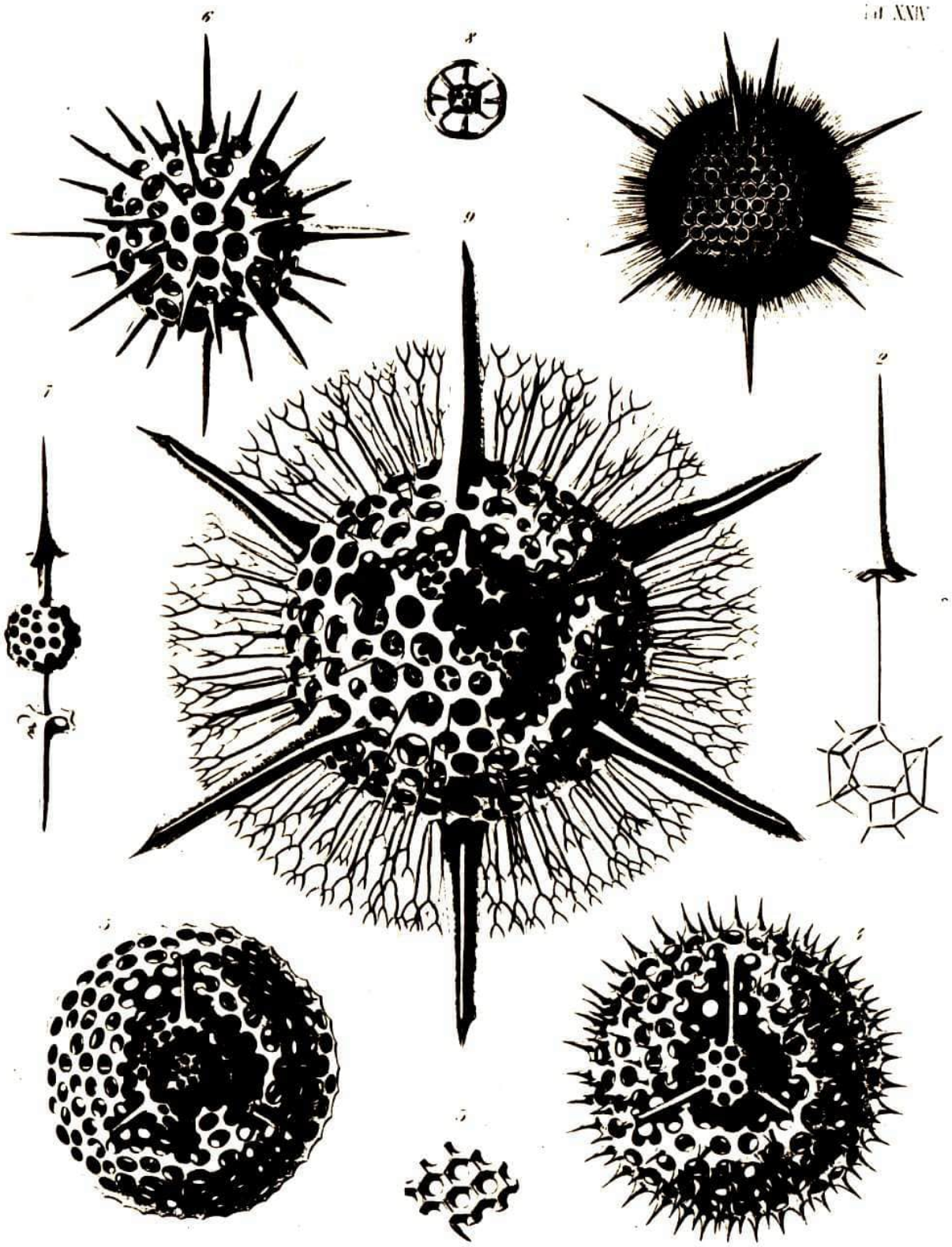
Einige Milligramm dieser beiden Substanzen injizierte er mehrmals in Kaninchen, um in diesen Versuchstieren die Antikörperbildung anzuregen. Die Kaninchen werden dann entblutet, und man kann mit diesen sogenannten Anti-Seren eine Antigen-Antikörperreaktion durchführen, die uns erlaubt festzustellen, ob Antikörper gegen eine der injizierten Verbindungen gebildet worden sind. Der „kriminalistische Spürsinn" geht tatsächlich so weit, daß die Antikörper den Unterschied zwischen Hühnereialbumin-Anilin und Hühnereialbumin-Aminobenzoesäure zu erkennen in der Lage sind. Die beiden großen Moleküle sind voneinander <u>nur</u> durch <u>eine</u> COOH-Gruppe unterschieden (s. Abb.).
Es reagieren die Antikörper der Seren nur mit dem Antigen, das ihre Bildung ausgelöst hat. Man könnte auch sagen, die

Antikörper sind an bestimmte Antigene angepaßt. Diese Erscheinung, daß in unserem Organismus spezifische Eiweiße gebildet werden können, die durch ihren molekularen Aufbau auf eine Information aus der Umwelt (Antigenmolekül) eine spezifische Antwort (gebildetes Antikörpermolekül) geben können, verdient ein sehr allgemeines biologisches Interesse. Es handelt sich dabei um regulatorische Vorgänge, deren Aufklärung uns wahrscheinlich neue, bisher wenig bekannte Prinzipien der Steuerung von Lebensvorgängen erkennen lassen würde. Ähnliche Phänomene sind uns aus dem Zentralnervensystem bekannt. Spezifische Reize lösen im Nervensystem spezifische Antworten aus.
Abgesehen von der großen medizinischen Bedeutung, die die Antikörper besitzen, gewinnt die Aufklärung der Struktur der Antikörper, aus der zahlreiche Rückschlüsse auf deren Bildungsweise und spezifische Funktion möglich sind, immer stärker an Interesse. Seit den 50-er Jahren arbeiten mehrere große Forscherkollektive besonders in den USA, England und Australien an einer genauen Analyse der Aminosäuresequenz (-aufeinanderfolge) der Antikörper. Den raschen Fortschritten, die diese Forschungen erfahren haben, verdanken wir bereits heute grundsätzliche Kenntnisse über das Antikörpermolekül und seine Entstehungsgeschichte. Eine genaue Kenntnis der molekularen Struktur und Bildungsweise der Antikörper wird uns in Zukunft in die Lage versetzen, ganz gezielt in die Abwehrmechanismen des Körpers eingreifen zu können, was für die Medizin von außerordentlicher Bedeutung ist, und auch wesentlich neue Einsichten erbringen über noch weitgehend unbekannte biologische Regulationsvorgänge.

Das letzte...

aus der Biologie:

"Ich habe ihren Hahn überfahren, aber ich bin selbstverständlich bereit, ihn ihnen zu ersetzen."
"In Ordnung. Dann erwarten wir sie morgen früh um 4.00 Uhr zum Krähen."



Dieser Kupferstich zeigt eine Darstellung von Radiolarien (Rizopodia radiolaria),entnommen dem Werk des großen Biologen Haeckel.
"Die Radiolarien-eine Monografie"Berlin 1862

„Wissenschaft im Kreuzverhör"

Im Oktober 1970 erschien im Urania Verlag das Buch "Zellen - Bausteine des Lebens", auf das wir bereits im Heft 8 des 3. Jahrganges hingewiesen haben. Wir nahmen dieses Ereignis als Anlaß zu einem Gespräch mit dem Autor, Herrn Dr. Füller.

Impuls: Wie würden Sie die gegenwärtige Entwicklungsphase der Cytologie einschätzen?

Dr. Füller: Seit 20 Jahren kann man von einer neuen Ära der Cytologie sprechen. Durch die Anwendung der Elektronenmikroskopie ist die Erforschung des molekularen Bereiches der Zellen und ihrer Ultrastruktur möglich geworden. Indem moderne chemische und physikalische Methoden zur Untersuchung herangezogen werden, gelangt man von einer mehr deskriptiven Arbeit zu einer kausalanalytischen Forschungsweise. Von zentralem Interesse sind momentan unter anderem Probleme der Zelldifferenzierung. Die Fragestellung erfolgt dabei aus physiologischer, entwicklungsphysiologischer, genetischer oder kybernetischer Sicht.

Impuls: Wie wird sich die Cytologie in den nächsten Jahren weiterentwickeln, und welche neuen Erkenntnisse sind zu erwarten?

Dr. Füller: Im Mittelpunkt werden allgemeine Probleme der Cytologie stehen, an deren Lösung mit Hilfe der Erkenntnisse der Nachbardisziplinen gearbeitet wird. Bei dem heutigen Forschungstempo ist täglich mit neuen Ergebnissen zu rechnen. Als ein Beispiel aktueller Forschungsprobleme erwähnte ich bereits die Frage der Zelldifferenzierung, die eng mit der Problematik der Genregulation zusammenhängt. Auf diesem Gebiet können wir in den nächsten Jahren wesentliche Erkenntnisse erwarten.

Impuls: In welcher Beziehung steht die Cytologie zu anderen Wissenschaftszweigen?

Dr. Füller: Die Cytologie ist eng mit der Biochemie, Biophysik und Molekulargenetik verbunden. Sie wird in zunehmendem Maße kybernetische Gesichtspunkte berücksichtigen.

Impuls: Welche Stellung hat die Cytologie innerhalb der Fachrichtung Biologie, und wie erfolgt die Ausbildung zum Cytologen?

Dr. Füller: Die Cytologie ist eine Grundlagendisziplin der Biologie und bildet eine Brücke zwischen solchen Einzeldisziplinen wie Zoologie, Botanik und Mikrobiologie. Ein Spezialstudium für das Fach gibt es zur Zeit nicht. Der Zugang zur Cytologie erfolgt über ein Biologie- oder Medizinstudium. Fast jedes biologische und medizinische Institut befaßt sich auch mit cytologischen Fragen.

Impuls: Gibt es innerhalb der Cytologie noch Spezialrichtungen?

Dr. Füller: Mit der gewaltigen Vermehrung unseres Wissens haben sich auch in der Cytologie während der letzten Jahrzehnte zahlreiche spezielle Arbeitsgebiete herausgebildet. Dabei kann man vielleicht eine mehr morphologische und eine mehr physiologische Richtung unterscheiden. Allerdings darf man bei einer solchen Trennung die Zusammenhänge von Struktur und Funktion der biologischen Objekte nicht übersehen. Nur dann ist eine richtige Interpretation der Untersuchungsergebnisse möglich.

Impuls: Im Oktober 1970 erschien von Ihnen das Buch "Zellen - Bausteine des Lebens". Was war der Anlaß für die Entstehung dieses Werkes?

Dr. Füller: Das Buch ist Teil einer populärwissenschaftlichen Reihe des Urania Verlages. In dieser Reihe erschienen bereits von Raths/Biewald "Tiere im Experiment" und von Ulrich "Tierphysiologie". Es sollen aktuelle Themen in geeigneter Form einem großen Leserkreis zugänglich gemacht werden.

Impuls: Was ist das Anliegen Ihres Buches?

Dr. Füller: Das Buch soll eine allgemein verständliche Darstellung der Cytologie bringen. In ihm werden die Probleme des Faches komplex dargestellt, d.h. es werden zoologische, botanische, biochemische, biophysikalische und molekulargenetische Aspekte berücksichtigt. Durch Darstellung der Methodik soll das Interesse an Fragen der Naturwissenschaft geweckt und das Verständnis der Ergebnisse erleichtert werden. Ich hoffe, daß damit auch der Laie einen Einblick in das Leben der Wissenschaft erhält.

Impuls: Für welchen Leserkreis ist das Buch besonders geeignet?

Dr. Füller: Das Buch wendet sich an alle interessierten Laien. Da der Biologieunterricht der Oberschulen heute bereits auf einem hohen Niveau steht, ist es auch für den Oberschüler als Ergänzungsliteratur sehr gut geeignet. Aber Biologiestudenten, besonders Lehrerstudenten, können es sicherlich ebenfalls mit Gewinn lesen.

Impuls: Gibt es innerhalb der DDR bereits ein entsprechendes Buch?

Dr. Füller: Bis jetzt gibt es bei uns noch kein Buch, in dem die Cytologie in dieser Art zusammenfassend und allgemeinverständlich dargestellt wird.

Impuls: Wie lange wird solch ein Werk bei dem heutigen Entwicklungstempo aktuell sein?

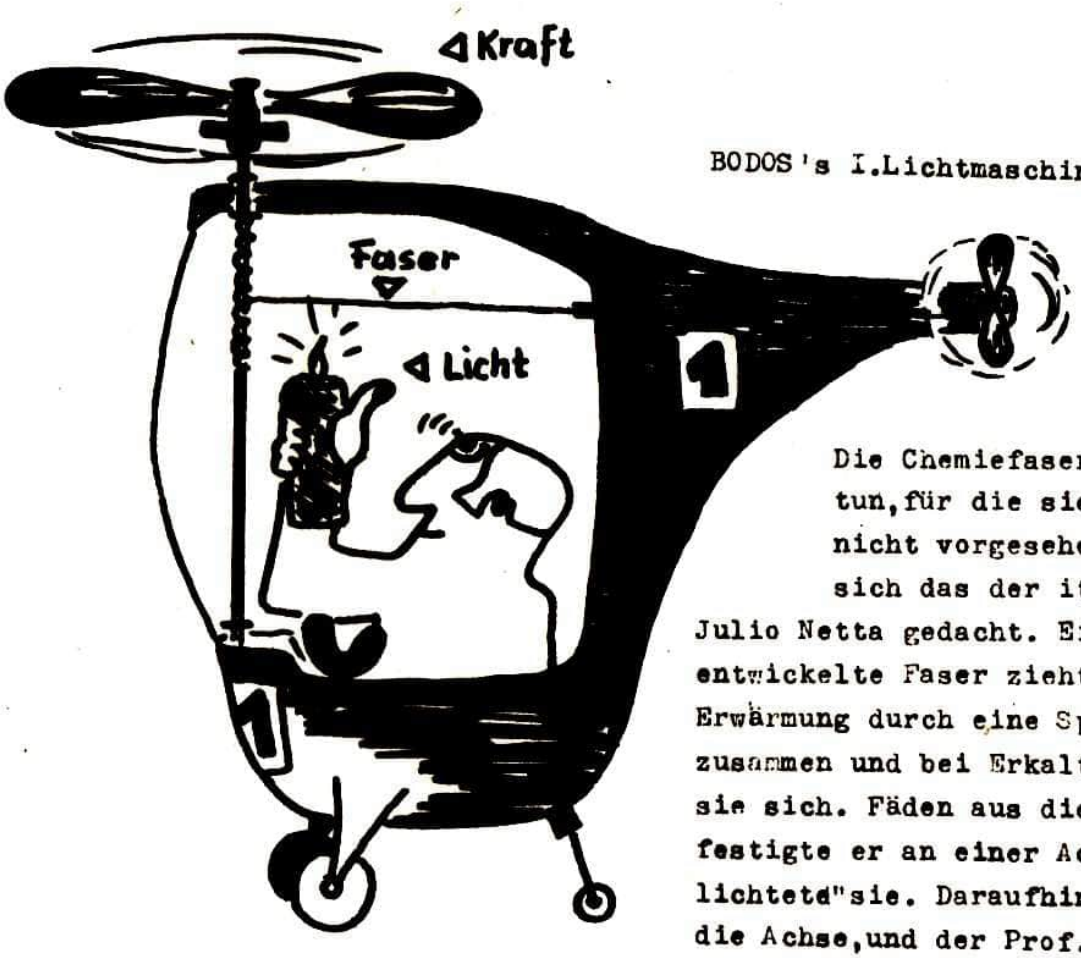
Dr. Füller: Jedes Buch dieser Art ist am Tag seines Erscheinens in manchen Fakten bereits überholt bzw. lückenhaft. Das hängt mit der relativ langen Vorbereitungs- und Druckzeit zusammen. Trotzdem wurde versucht, die modernsten Ergebnisse, soweit es technisch und im Rahmen des Buches möglich war, darzustellen.

Impuls: Wann ist eine Neuauflage des Buches zu erwarten, und welche Veränderungen sind dafür geplant?

Dr. Füller: Ich würde mich selbstverständlich freuen, wenn recht bald eine zweite Auflage erforderlich wäre. In ihr sollen nach Möglichkeit die spezialisierten Zelltypen und die Problematik der Stofftransporte ausführlicher abgehandelt werden. Da der Umfang des Buches begrenzt war, konnten einige Fragen nur kurz angerissen werden. Für die zweite Auflage wird außerdem eine Erweiterung der Textabbildungen angestrebt. Es wäre also eine Vergrößerung im Umfang zu erwarten.

Impuls: Wir danken Ihnen für das interessante Gespräch und wünschen weiterhin viel Erfolg bei Ihrer Arbeit.

(Das Gespräch führte M. Hüber, Sektion Biologie)



BODOS's I.Lichtmaschinenhelikopter

Die Chemiefaser soll Dinge tun, für die sie eigentlich nicht vorgesehen ist. So hat sich das der ital. Prof. Julio Netta gedacht. Eine von ihm entwickelte Faser zieht sich bei Erwärmung durch eine Speziallampe zusammen und bei Erkaltung entspannt sie sich. Fäden aus dieser Faser befestigte er an einer Achse und "belichtete" sie. Daraufhin drehte sich die Achse, und der Prof. verkündete die Geburtsstunde des ersten Lichtmotors.

Joachim Gottschaldt
Fo-Student | Sektion Chemie

Berufsbild des Chemikers

Der Begriff "Chemie" als der Zweig der Naturwissenschaften, der sich mit den stofflichen Eigenschaften und Veränderungen der Materie durch Synthese, Analyse und Umwandlung von Molekülen befaßt, beinhaltet, daß sich die Arbeitsgebiete des Chemikers über alle Zweige der Volkswirtschaft erstrecken. Im Rahmen der Chemisierung strukturbestimmender Industriezweige der DDR wird für den Einsatz der Hochschulabsolventen in Chemie auf folgende Komplexe orientiert:

Chemische, physikalische, medizinische, landwirtschaftliche und biologische Forschungseinrichtungen der Universitäten und Akademien, des Gesundheitswesens - als Assistenten, Aspiranten, wissenschaftliche Mitarbeiter;

Produktion, Forschung und Entwicklung der chemischen Industrie;

Großforschungszentren, die einmal die Zusammenarbeit zwischen den Industriekombinaten und den Universitäten und Akademien koordinieren, sowie andererseits eine eigene Forschung haben;

Zentrale Stellen für Dokumentation und Information wissenschaftlicher Literatur und chemisches Patentwesen;

Wissenschaftlicher Gerätebau, Elektronik, Halbleitertechnik; (vor allem mit einem Fach- bzw. Spezialstudium in Glaschemie und physikalisch-chemischer Meßtechnik).

Staatliche Organe der Wissenschaftsorganisation, Planung und Prognose.

Darüber hinaus erwachsen dem Chemiker auch interessante Aufgaben in der Technik und in staatlichen Einrichtungen in Form von Problemen der Vorbeugung und Bekämpfung der Umweltverschmutzung, des Korrosionsschutzes, der Textilveredelung usw., um noch einige Betätigungsfelder aufzuzeigen.

Chemisierung der Volkswirtschaft heißt, chemische Methoden und Verfahren in allen Bereichen anzuwenden. Die Nachfrage nach Chemikern ist deshalb gegenwärtig beträchtlich und wird laut Prognose weiterhin steigen. Ich weise auf die Ausführungen zur 14. ZK-Tagung hin, wonach für die nahe Zukunft 36% aller Hoch- und Fachschulkader für den Aufbau und die Funktion leistungsfähiger Großforschungszentren benötigt werden.

Trotz der Vielgestaltigkeit der Einsatzmöglichkeiten werden doch für den Absolventen allgemeingültige Forderungen gestellt. Untersuchungen ergaben, daß ein beträchtlicher Teil des Nationaleinkommens der DDR durch die chemische Industrie erwirtschaftet wird. Das verpflichtet zu einem hohen Verantwortungsbewußtsein des Chemikers bei der konsequenten Verwirklichung des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes.

Die Fähigkeit und Freude zur schöpferischen, wissenschaftlichen Arbeit im Kollektiv und eine verantwortungsbewußte sozialistische Erziehungs- und Leitungstätigkeit kristallisieren sich als die wichtigsten Anforderungen der Praxis an den Absolventen heraus. Das bedingt für ihn eine ständige Auseinandersetzung mit den neuesten Erkenntnissen in Wissenschaft, Technik, Ökonomie und Gesellschaft, und damit verbunden mit aktuellen politisch-ideologischen Problemen. Der Hochschulabsolvent hat mit der fundierten, anwendungsbereiten Kenntnis seines Spezialgebietes und dem politisch-ideologischen Wissen die Konsequenzen für seine weiteren Forschungen zu ziehen. Der Chemiker muß auch um die Grundlagen angrenzender Fachdisziplinen wissen, um sich mit deren Fachleuten verständigen und deren Erkenntnisse in die chemische Forschung und Entwicklung hineintragen zu können. Nur in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit wird er gestellte Aufgaben lösen können.

Die Arbeit mit dem Menschen ist daher tägliche Notwendigkeit. Er muß eine sozialistische Persönlichkeit darstellen, die sich im Prozeß des Fachstudiums, gekoppelt mit der Aneignung von Kenntnissen des Marxismus-Leninismus, im bewußten Auftreten gegenüber seinen Mitmenschen herausbildet. Jeder Absolvent wird in der Praxis mit Fragen der Steigerung der Arbeitsproduktivität, der Durchführung von Rationalisierungs- und Automatisierungsvorhaben, der Verbesserung der Qualität von Erzeugnissen, usw. konfrontiert werden. Zu diesen Problemen wird er schöpferisch mit seinem Wissen beitragen und bei seinen Kollegen ein bewußtes Streben nach Lösung der Dinge induzieren.

Es ist also eine falsche Einstellung, wenn der Schüler bzw. der Student "nicht-chemische" Fächer, wie Physik und Mathematik als eine zusätzliche, überflüssige Belastung ansieht!

Die Ausbildung für Diplomchemiker an der Sektion Chemie der Universität Jena trägt diesen Anforderungen Rechnung. Der Student wird hier mit dem Grundwissen ausgerüstet, das ihn zu einer schnellen Einarbeitung in den erwähnten Einsatzgebieten befähigt. Naturwissenschaften, Sprachen und Gesellschaftswissenschaften bilden im Ausbildungsprogramm eine Einheit! "Ziel ist es, sozialistische wissenschaftlich-technisch und gesellschaftlich hochqualifizierte Kader zu erhalten, auf die sich unser Staat verlassen kann." (ND vom 14. 12. 1970).
(Durch die Tätigkeit in der Volkswirtschaft und eine postgraduale Weiterbildung an der Hochschule entwickelt er sich zum Spezialisten.) Diplomchemiker zu sein bedeutet, vielgestaltige, interessante und verantwortungsvolle Arbeitsmöglichkeiten mit Zukunftscharakter zu haben. Berufschancen bestehen in breitem Umfang.

Leserpost

Liebe „impuls"-Leser!

Heute möchten wir eine Anfrage beantworten, die besonders die Schüler der elften Klassen angeht. Aber auch die anderen Klassenstufen sind an dieser Frage sicher interessiert. Wegen ihrer Wichtigkeit erstreckt sich die Rubrik "Leserpost" heute ausnahmsweise über einen etwas größeren Raum.

S. Klockau aus Bautzen fragte uns nach den Studienmöglichkeiten und -voraussetzungen an der Universität Jena; sie möchte Physik studieren. Wir wollen wegen des allgemeinen Interesses an diesem Themenkomplex noch über den Studienablauf und die Einsatzmöglichkeiten für in Jena ausgebildete Physiker berichten, soweit das in diesem Rahmen möglich ist.

Voraussetzung für die Aufnahme eines Direktstudiums an der FSU ist die Erlangung der Hochschulreife, d.h. der erfolgreiche Abschluß der 12. Klasse einer EOS oder einer entsprechenden Bildungseinrichtung. Für ein Physikstudium sollte der Bewerber mindestens gute Noten in Physik, Mathematik und Staatsbürgerkunde aufweisen sowie in zwei Fremdsprachen fundierte Grundkenntnisse haben. Vom Bewerber wird weiterhin eine positive gesellschaftlich-politische Haltung und die Bereitschaft erwartet, das Studium bestmöglich durchzuführen.

Die Bewerbungen (Aufnahmeanträge) sind bis zum 25. 7. des der Studienaufnahme vorausgehenden Jahres beim Direktorat für Erziehung und Ausbildung der FSU einzureichen. Eine Aufnahmeprüfung findet nicht statt.

Zur Vorbereitung auf das Physikstudium schon während der Schulzeit gibt es verschiedene Möglichkeiten. Neben den "Tagen der offenen Tür" an den Hochschulen sollten an den Orten, wo dies möglich ist, die wissen-

schaftlich-praktische Arbeit in den Schülerzirkeln genutzt werden. Besonders zu empfehlen zur Vorbereitung auf ein Physikstudium sind aber das Lesen der physikalischen und mathematischen Artikel in den einzelnen Heften der vorliegenden Zeitschrift und das Durcharbeiten des von der Sektion Physik in Jena zusammengestellten Vorbereitungsmaterials von etwa 60 Seiten, das der Wiederholung und Vertiefung des Schulstoffes dient, teilprogrammiert ist und auch Übungsaufgaben enthält. Dieses Lehrmaterial ist von der Sektion Physik in Jena, nunmehr aber auch von jeder anderen Universität, die Physiker ausbildet, zu erhalten. Bewerber an der FSU erhalten die Materialien automatisch.

Das normale Physikstudium dauert insgesamt vier Jahre. Es gliedert sich in zwei große Teilbereiche, nämlich das Grundstudium (1. und 2. Stdj.) und das Fachstudium (3. und 4. Stdj.).. Das Grundstudium umfaßt neben Lehrveranstaltungen in Marxismus-Leninismus (1. Stdj.), Politischer Ökonomie (2. Stdj.), zwei Fremdsprachen und Sport eine Ausbildung in Mathematik und Allgemeiner Physik sowie Praktika und wissenschaftlich-produktive Tätigkeit in Studentengruppen (besonders im 2. Stdj.). Nach dem 2. Stdj. ist ein Wechsel der Hochschule möglich. Im Fachstudium wird die fachbezogene Ausbildung fortgesetzt mit einem Vorlesungskomplex zur Struktur der Materie, einem Praktikum zur Quantenphysik und (nach dem 3. Stdj.) einem Berufspraktikum. Daneben wird der Student im Wissenschaftlichen Sozialismus (3. Stdj.) und in Marxistisch-Leninistischer Organisationswissenschaft (4. Stdj.) ausgebildet und hat im 3. Stdj. noch am Sport teilzunehmen. Das Fachstudium soll u.a. besonders Kenntnisse vermitteln, die für den wissenschaftlichen Gerätebau von Bedeutung sind. Dazu wären als wichtigste Themenkomplexe, die auch für die Forschung an der Sektion Physik bestehen, zu nennen: physikalische

Optik, theoretische und experimentelle Festkörperphysik und physikalische Meßprinzipien; außerdem relativistische Physik und Astrophysik. Trotzdem ist das Studium aber so angelegt, daß Physiker mit einem breiten Grundwissen ausgebildet werden, die sich schnell in die verschiedensten speziellen Bereiche einarbeiten können - kurz gesagt: das Ausbildungsziel sind vielseitig einsetzbare Physiker.

Nach dem 4. Stdj. findet das Staatsexamen (Hauptprüfung) statt, nach dessen erfolgreicher Absolvierung man "Physiker" mit Hochschulabschluß geworden ist. Gute Studenten können ein Diplom-Verfahren beantragen. Sie müssen dann in der Zeit von einem Jahr (4. Stdj.) eine Diplom-Arbeit anfertigen und schließen mit dem ersten akademischen Grad "Diplom-Physiker" ab. Sehr guten und gesellschaftlich besonders aktiven Studenten kann ein Forschungsstudium gewährt werden. Der Forschungsstudent hat innerhalb von drei Jahren eine Doktorarbeit anzufertigen und beendet sein Studium nach insgesamt sechs Jahren mit der Promotion.

Die meisten Absolventen haben die Möglichkeit, im VEB Carl Zeiss Jena oder an der Sektion Physik in Jena eingesetzt zu werden. Im folgenden seien die wichtigsten Einsatzmöglichkeiten im einzelnen zusammengestellt:
Erkundungsforschung;
anwendungsorientierte Grundlagenforschung und angewandte Querschnittsforschung;
Mitarbeit in wissenschaftspolitischen Entscheidungen für Forschung und Entwicklung, Wissenschaftsprognose;
Entwicklung von Produktionserzeugnissen und angewandte Forschung als Vorlauf der Entwicklung;

Verfahrensforschung und physikintensive Technologie;
leitende Mitarbeit der physikintensiven Produktion;
Projektierung;
wissenschaftlich-technischer Kundendienst;
Prüfung und Kontrolle;
Information, Dokumentation und Fachbibliothekswesen;
Patentwesen.

Weitere Informationen können dem Studienführer der FSU entnommen werden. Außerdem stehen wir gern für weitere Anfragen zur Verfügung.

* BÜCHERMARKT *

Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper sind Gegenstand eines schwierigen Gebietes der Astrophysik - der Kosmogonie.

Infolge des im allgemeinen extrem langsamen Verlaufs kosmischer Entwicklungsprozesse ist die astrophysikalische Forschung darauf angewiesen, allein aus dem heute beobachtbaren Zustand der Himmelskörper auf ihr "Leben" zu schließen. Alle Ergebnisse dieses jungen Wissenschaftszweiges sind daher gegenwärtig noch bestenfalls wissenschaftliche Hypothesen, nicht zuletzt auch, weil sie unmittelbar von der Richtigkeit großer Bereiche physikalischer und astronomischer Erkenntnis abhängen.

Eine erste Einführung in Entwicklungsfragen der Sterne, unseres Planetensystems und in Ansätze einer Kosmogonie der Sternsysteme gibt in ausführlicher Weise das im Urania-Verlag erschienene Buch von Dr. Christian F r i e d e m a n n

D A S W E L T A L L

Eine moderne Kosmogonie
224 Seiten; 6.80 M .

Hervorzuheben sind die weitgehende Berücksichtigung neuester Entdeckungen, die schöne Gegenüberstellung des heutigen Wissensstandes mit älteren Hypothesen sowie die klare Herausstellung der zahlreichen noch bestehenden Probleme.

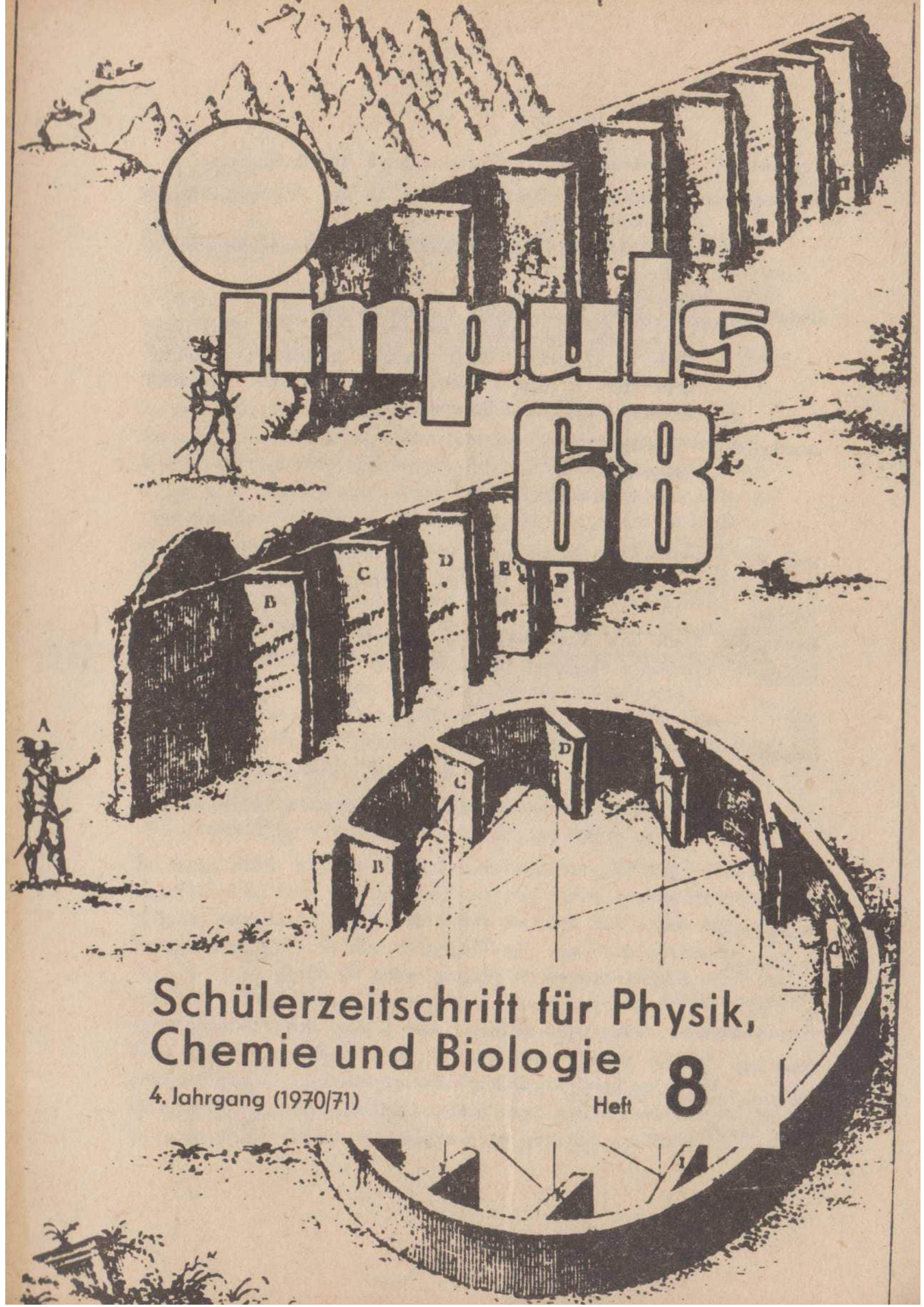
- z.Z. wird in der UdSSR an einer echten Weltspitzenleistung gearbeitet. Es handelt sich um den Bau eines Beschleunigers für Protonen-Antiprotonen-Strahlen. Bisher wurde von den Wissenschaftlern angenommen, daß die Erzeugung intensiver Antiprotonen-Strahlen nicht möglich sei. Man rechnet damit, daß die Teilchenenergie je Strahlenbündel des neuen Beschleunigers $25 \cdot 10^9$ Elektronenvolt betragen wird. Dadurch wird es möglich sein, alle bisher bekannten Elementarteilchen zu erzeugen und wahrscheinlich zahlreiche neue zu entdecken. Außerdem hoffen die sowjetischen Wissenschaftler alle Antikerne des Periodensystems herstellen zu können. Bekanntlich existieren ja zu den Elementarteilchen Elektron und Proton entsprechende Antiteilchen mit gleichen Eigenschaften, aber entgegengesetzter Ladung (Positron, Antiproton). Damit ist es möglich, ebenfalls Atome aufzubauen.

- z.Z. befindet sich in der Sowjetunion eine Turbine mit einer Kapazität von 500 MW in der Projektion. Das wird die größte Turbine sein, die jemals in einem Atomkraftwerk zum Einsatz gekommen ist. Bereits 1971 soll sie betriebsfähig sein. In diesem Zusammenhang ist der Bau eines Atomkraftwerkes für 1000 MW vorgesehen. Wie Berechnungen sowjetischer Wissenschaftler gezeigt haben, ist dann die Stromproduktion <u>billiger</u> als bei Wärmekraftwerken.

- In der Sowjetunion gibt es zur Zeit 8 Atomkraftwerke. Vier weitere werden demnächst hinzukommen. Davon befinden sich 2 jenseits des Polarkreises auf Tschukotka und auf der Halbinsel Kola.

EFFIGIES
GEORGII EVERHARDI RUMPHII, HANOVIENSIS ÆTAT. LXVIII.

Cœcus habens oculos tam quam mentis acutos,
Et nemo melius detegat aut videat:
Ut modestus hic vultu est Germanus origine, totus
Cuique fide et calamo: extemporaneum dicit opus.
ex tempore pesuit



Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71)

Heft 8

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.
Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.
Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981
Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt

	Seite
EDV (8)	3
Chemiestudium in Jena	7
Meßgrenzen	12
Der Pollen	17
Pollenmorphologie	18
Pollenanalyse	19
Neutrinos	24
Oberschulen unter der Lupe	26
Liebe Leser	29

H.-D. Iähnig
Dipl.-Physiker

Elektronische Datenverarbeitung - Teil 8

In den Teilen 1 bis 7 lernten wir die Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung kennen. In den noch verbleibenden 3 Teilen soll auf Einsatzgebiete, Bedeutung und Entwicklungsrichtungen der Rechentechnik eingegangen werden.

In den letzten Jahren haben sich die Einsatzgebiete für Rechner, insbesondere elektronische Datenverarbeitungsanlagen, sprunghaft vergrößert. Viele Probleme konnten überhaupt erst durch den Einsatz der modernen Rechentechnik gelöst werden. Wurden am Anfang hauptsächlich nur wissenschaftliche Berechnungen durchgeführt, so gibt es heute wohl kaum noch ein Gebiet, auf dem nicht versucht wird, Elektronenrechner einzusetzen bzw. bereits erfolgreich Probleme bearbeitet wurden. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten lassen sich etwa in 2 Hauptrichtungen unterteilen.

- Entwicklung neuer komplexer Rechensysteme und Lösung aller Folgeprobleme (wie z.B. neue Technologien für die Herstellung von elektronischen Bauelementen usw., Hardware)
- Einsatzforschung, Erschließung neuer Einsatzgebiete, Erstellung von Komplexlösungen (Software).

Es zeigt sich, daß in einem immer stärkeren Maße die wissenschaftlichen Potenzen auf den zweiten Punkt konzentriert werden, was natürlich nicht bedeutet, daß der erste dadurch vernachlässigt wird. Ein Beispiel soll das verdeutlichen. Wenn es sich nicht um prinzipielle Neuentwicklungen handelt, kann für die (Weiter-) Entwicklung eines Rechners eine Entwicklungszeit von etwa 2 bis 3 Jahren angenommen werden. Etwa die gleiche Zeit wird für die Aufstellung und Erprobung großer Rechenprogramme benötigt. Wenn auch der personelle und materielle Aufwand noch nicht gleichzusetzen ist, so zeigt doch die Tendenz eine gewisse Annäherung.

Bevor auf einige Einsatzgebiete näher eingegangen werden soll, müssen einige Begriffe noch geklärt werden. In den vorangegangenen Abschnitten wurden wiederholt die Worte Computer, elektronischer Rechner oder elektronische Datenverarbeitungsanlage verwendet. Verschiedene Begriffe für die gleiche Sache? Nicht ganz! Es gibt zwar in der Rechentechnik noch keine einheitliche Terminologie, jedoch zeichnet sich eine gewisse Begriffstrennung ab. Die zwei Haupteinsatzgebiete für Rechner liegen im

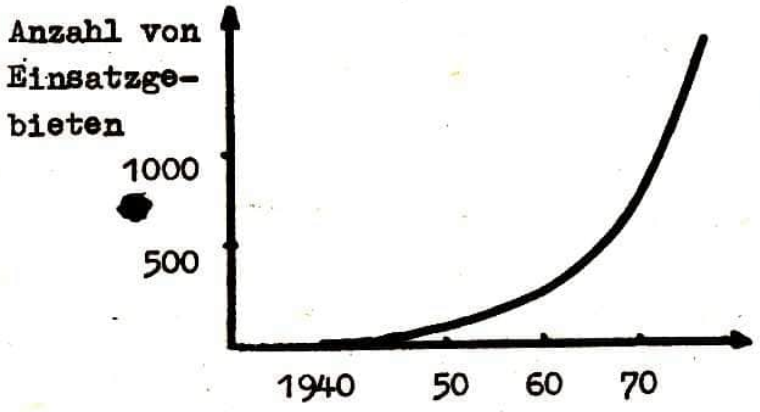
- wissenschaftlichen Bereich und in
- der Datenverarbeitung .

Während es im wissenschaftlichen Bereich im wesentlichen darauf ankommt, mit wenigen Daten, z.B. Meßergebnisse, komplizierte mathematische Berechnungen durchzuführen, liegen die Verhältnisse in der Datenverarbeitung gerade umgekehrt. Es müssen viele Daten mit relativ einfachen mathematischen Verfahren ausgewertet werden. Diese unterschiedliche Aufgabenstellung findet ihren Niederschlag in verschiedenen Konstruktionsarten von Rechnern. Eine Rechenanlage für überwiegend wissenschaftliche Aufgaben benötigt einen relativ kleinen Speicher, dafür aber sehr schnelle Rechenzeiten. Es hat sich eingebürgert, diese Art von Rechner als Computer zu bezeichnen. Bei der Datenverarbeitung werden große Speicherkapazitäten mit schnellen Zugriffszeiten benötigt. Die Rechengeschwindigkeit braucht dafür nicht "schnell" sein. Natürlich ist eine strenge Trennung zwischen den zwei Einsatzgebieten kaum möglich, so daß sich die Begriffe auch gegenseitig verwischen. Zum Teil ist es auch so, daß die Rechenanlagen vom Hersteller bereits für beide Einsatzgebiete ausgelegt sind.

Wegen der enorm hohen Rechengeschwindigkeiten und der bereits sehr großen Ein- und Ausgabegeschwindigkeiten benötigt die eigentliche Datenverarbeitung etwa nur noch 10 % des Zeitaufwandes. Mit 50 % kann für die Datenerfassung und 40 % für die Datenaufbereitung gerechnet werden. Im folgenden sollen einige Haupteinsatzgebiete für elektronische Rechenanlagen genannt werden.

- Sie werden eingesetzt als Leitungsinstrument bei der Planung, Lenkung, Optimierung und Kontrolle ökonomischer Prozesse.
- Sie dienen zur Realisierung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bei der Sicherung des wissenschaftlichen Vorlaufs insbesondere in sozialistischen Großforschungszentren.
- Sie finden Anwendung bei der schnellen Auswertung extrem vieler Meßergebnisse und statistische Informationen.
- Rechenanlagen übernehmen Routinearbeiten besonders in den Bereichen der Verwaltung, des Bank- und Finanzwesens, der Dokumentation und Informationsspeicherung.
- Sie überwachen ganze Produktionsprozesse, optimieren und lenken selbständig Produktionsabläufe und übernehmen Sicherungsaufgaben bei schnell und gefährlich ablaufenden Prozessen.
- Sie dienen der Simulation von verschiedensten Vorgängen aus fast allen Wissensbereichen und sind somit ein notwendiges Instrument der Entscheidungsfindung (nicht nur im ökonomischen Bereich).

Es zeigt sich, daß heute elektronische Rechenanlagen in weit über 1000 Anwendungsgebieten Einsatz finden. Diese Zahl ist besonders im letzten Jahrzehnt sprunghaft angestiegen. Die Abbildung gibt etwa die Entwicklungstendenz der Anzahl von Einsatzgebieten wieder.



Verfolgt man die Kurve weiter nach oben, so ist für die nächsten Jahre eine wahre Explosion von Anwendungsmöglichkeiten zu erwarten. Da sich außerdem in den nächsten Jahren die technischen Möglichkeiten gewaltig vergrößern werden, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß der Trend sich fortsetzt. Besonders im Bereich der Ökonomie, in der Industrie, im Handel, und Bankwesen, sind z.Z. nach internationalen Schätzungen etwa 55 % bis 60 % der Rechenanlagen eingesetzt.

In den letzten Jahren widmeten Partei und Regierung dem Einsatz der EDV in unserer Volkswirtschaftgrößtes Interesse. Zahlreiche wichtige Dokumente belegen das und es vergeht kein Tag, an dem nicht in unseren Publikationsorganen im Zusammenhang mit der elektronischen Datenverarbeitung von der Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution gesprochen wird. Beides ist untrennbar miteinander verbunden. Die vollständige Durchsetzung des ökonomischen Systems des Sozialismus läßt sich nur mit Hilfe modernster Rechentechnik realisieren. Mit altherkömmlichen Mitteln der Informationsgewinnung, -verarbeitung und -speicherung läßt sich das ökonomische System des Sozialismus in der DDR nicht mehr meistern! Der komplexe Einsatz der Rechentechnik ist nicht nur Sache einiger Spezialisten. Die Auswirkungen auf den gesamten Produktionsprozeß und darüberhinaus sind so immanent, daß früher oder später jeder in irgendeiner Form mit diesen Problemen konfrontiert wird. Aus diesem Grunde erachten wir es als wichtig, daß bereits den Oberschülern elementare Kenntnisse der EDV vermittelt werden.

- Im November 1870 entdeckte der Berliner Arzt Dr. C. Westphal, daß ein Reflex ausgelöst würde, wenn man einer sitzenden Person mit einem Hämmerchen kurz unter das Knie schlägt. Westphal konnte bereits feststellen, daß das Ausbleiben des Reflexes Rückschlüsse auf Schäden im Nervensystem zuläßt.

Doz. Dr. W. Seidel
Sektion Chemie
Bereich Erziehung und Ausbildung

Das Chemiestudium an der Friedrich-Schiller -Universität Jena - Inhalt und Organisation

Die Chemie gehört zweifellos zu den Wissenschaften, die das Leben des modernen Menschen in hohem Maße mitbestimmen. Die Chemisierung der Volkswirtschaft wird als ein wesentliches Charakteristikum der wissenschaftlich-technischen Revolution angesehen. Deshalb ist es für uns eine vordringliche Aufgabe, entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen für den Aufbau einer hochproduktiven Chemiewirtschaft zu sorgen. Ausgehend von dieser Zielstellung und entsprechend den modernen Entwicklungstendenzen des Wissenschaftsgebietes Chemie selbst wurde in den letzten beiden Jahren ein neues Studienplansystem für das Chemiestudium erarbeitet.

Die neuen Ausbildungspläne stellen die Erziehung zum prozeß- und systemorientierten Denken in den Mittelpunkt. Dazu gehört, den künftigen Chemikern vor allem auch physikalische, mathematische, ökonomische und wissenschaftsorganisatorische Kenntnisse zu vermitteln, um ihn zu der objektiv notwendigen interdisziplinären Zusammenarbeit mit den Vertretern anderer Wissenschaftsgebiete zu befähigen.

An der Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena werden Studenten für das Grundstudium Chemie und für die Fachstudienrichtungen Synthesechemie und Theoretische Chemie immatrikuliert.
Das Chemiestudium umfaßt 4 Jahre, wobei das 2-jährige Grundstudium an allen Universitäten nach einheitlichen Plänen durchgeführt wird. Das 2-jährige Fachstudium trägt jedoch sektionsspezifische Merkmale vor allem hinsichtlich der Art und Gestaltung der Forschungstätigkeit der Studenten.
Gemäß den heutigen Anforderungen, Chemiker für besondere Einsatzgebiete auszubilden, ergibt sich für Jena die Besonderheit, daß in den Fachstudiengängen Absolventen sowohl für die chemische Industrie als auch für die Glas- und elektronische Bauelementeindustrie ausgebildet werden.

Als Voraussetzungen für die Aufnahme eines Chemiestudiums sind ein gutes Verständnis für gesellschaftswissenschaftliche Zusammenhänge, solide mathematisch-naturwissenschaftliche Grundkenntnisse und eine dem Grad der Schulbildung entsprechende Beherrschung der Sprachen Russisch und möglichst Englisch zu betrachten. Gesellschaftswissenschaften, Naturwissenschaften und Sprachen bilden eine Einheit im Studium und Beruf des Chemikers.

Das Grundstudium vermittelt die allgemeine mathematisch-naturwissenschaftliche, insbesondere chemische, und gesellschaftswissenschaftliche Basis für das anschließende Fach- und Forschungsstudium. Fachwissenschaftlich beinhaltet es somit die Vermittlung der mathematischen, physikalisch-stofflichen und arbeitstechnischen Grundlagen der Chemie, die durch folgende Lehrveranstaltungen vermittelt werden:

- Marxismus-Leninismus
  Philosophie, politische Ökonomie
- Allgemeine Chemie
  Struktur- und Bindung (Atome, Moleküle, aggreg. Systeme, Methoden der Strukturaufklärung, Laboratoriumspraxis)
  Chemische Thermodynamik
  (Reaktionstypen, chem. Analyse, Praktikum)
  Chemische Gleichgewichte
  Kinetik, Reaktionsmechanismen
  Ablauf chemischer Reaktionen (Reaktivität und Syntheseprinzipien, Praktikum)
- Physik
- Mathematik (mit EDV)
- Obligat. Fremdsprachenausbildung
  Russisch, Englisch
- Hochschulsport

Der Ablauf des Grundstudiensystems entspricht damit der Hauptaufgabe des Chemikers, den Aufbau, die Eigenschaften

und die Umwandlungsmöglichkeiten der Stoffe zu untersuchen. Dabei lernt der Student die Fragen zu beantworten, ob, warum, wie und in welchem Umfang Stoffe miteinander reagieren können.

Durch die enge Verbindung zu seinen Betreuern lernt der Student in dieser Zeit auch die Forschungsgebiete der Sektion kennen und wird im Rahmen der wissenschaftlich-produktiven Tätigkeit, die ein wesentliches Element der Ausbildung darstellt, in die Arbeit der Forschungskollektive einbezogen. Neben den Vorlesungen stehen dem Studenten besonders die Seminare, Kolloquien und Konsultationen für wissenschaftliche Diskussionen zur Verfügung. Hier wird die Wirksamkeit und der Erfolg des Studiums durch die Aktivität des Studenten selbst bestimmt.
Das Selbststudium wird durch spezielle Lehrmaterialien angeleitet und durch rationelle Lernmethoden (programmiertes Lernmaterial, audio-visuelle Methoden u.a.) unterstützt. Das auf das Grundstudium aufbauende Fachstudium wird in erster Linie durch die Anforderungscharakteristiken für die Fachstudienrichtungen bestimmt.
Hauptaufgabe des Theoretischen Chemikers ist es, die Eigenschaften und die Reaktivität der Stoffe quantitativ zu messen, auszuwerten und durch Abstraktion auf immer weniger Grundbeziehungen zurückzuführen. Dabei kommen durch ihn vor allem Methoden mit hohem meßtechnischen und theoretischen Aufwand zum Einsatz. Er entwickelt dabei die Theorien der Chemie weiter und erhöht ihre mathematische Beherrschung und vorausschauende Aussagekraft. Damit untersützt er die Arbeit des Synthesechemikers, der die gezielte Synthese neuer Stoffe mit definierten und speziellen Eigenschaften oder die ständige Verbesserung bereits bekannter Syntheseverfahren anstrebt. Bei ihm überwiegen die experimentellen Fähigkeiten zur Beherrschung synthetisch-präparativer Prozesse und der Charakterisierung der Stoffe.
Das Fachstudium dient somit neben einer vertieften und differenzierten Weiterbildung in den Haupt- und Spezialgebieten der Chemie vor allem der Vermittlung besonderer experimenteller, meßtechnischer und theoretischer Arbeits-

methoden, wie sie für die Forschungsarbeit unbedingt nötig sind.

Die Synthese- und Theoretischen Chemiker erwerben ihr Wissen auf folgenden Hauptgebieten:

Marxismus-Leninismus (beide Fachstudienrichtungen)

- Wissenschaftlicher Sozialismus
- Marx.-leninistische Organisationswissenschaft
- Sozialistische Betriebswirtschaft
- Kybernetik (EDV)

Synthesechemie

- Stoffumwandelnde Prozesse
- Reaktionstheorie
- Strukturchemie (Strukturanalyse durch moderne Meßmethoden, Stofftrennung u.a.)
- Polymerchemie
- Festkörperchemie
- Glaschemie
- Technische Chemie (mit Betriebspraktikum)

Theoretische Chemie

- Grundlagen der theoretischen Physik und Quantentheorie
- Quantenchemie
- Reaktivität und Kinetik
- Thermodynamik
- Statistische Theorie der Materie
- Instrumentelle Meßmethoden
- Technische Chemie

Weitere Spezialvorlesungen führen die Studenten in die Grundlagen und neuesten Erkenntnisse der Forschungsgebiete ein, wobei insbesondere die vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen Forschung und technischer Anwendung herausgestellt werden.

Im Praktikum "Meßmethoden" werden die Studenten mit modernen Großgeräten der Sektion vertraut gemacht und lernen die zweckmäßigsten Methoden und deren Einsatz bei der Lösung chemischer Probleme kennen. Während des Fachstudiums werden die Studenten durchgängig in die sozialistische Gemeinschaftsarbeit der Forschungsgruppen einbezogen. Der Höhepunkt ihrer wissenschaftlich-produktiven Tätigkeit

ist die Anfertigung einer Diplomarbeit. Grund- und Fachstudium werden mit den Hauptprüfungen in den Grundlagen- bzw. Spezialfächern abgeschlossen.

Nach 4 Jahren beendet der Chemiestudent mit dem akademischen Grad Diplom-Chemiker sein Studium oder setzt es in einem 3-jährigen Forschungsstudium bis zur Promotion fort.

Im Heft 5 veröffentlichten wir einen Artikel von St. Beyersdorfer über: "Vorstellungen über Raum und Zeit". Dazu schrieb uns Prof. Dr. E. Schmutzer, Sektion Physik, Jena

Es ist sehr anerkennenswert, wenn sich bereits Schüler mit philosophischen Grundfragen über Raum und Zeit befassen. Da das Eindringen in diese Materie ein intensives Studium erfordert, das insbesondere mit einer langen mathematischen Ausbildung verbunden ist, besteht jedoch die Gefahr, das verschiedene Fragen nicht richtig gesehen und beurteilt werden.

"impuls 68" stellt eine weit verbreitete Schülerzeitschrift dar. Es ist deshalb wichtig, daß aufgetretene Irrtümer korrigiert werden.

In dem obigen Artikel wird die Situation um die nichteuklidische Geometrie nicht richtig dargestellt. Abgesehen davon, daß der Anteil von Gauß und der Ungarn Bolyai nicht erwähnt wird, wird der Riemannsche Raum mit einem Raum positiver Krümmung in Verbindung gebracht. Das ist falsch, denn der Begriff der Riemannschen Geometrie ist nicht an die Festlegung eines Krümmungsvorzeichens gebunden, sondern er ist ein Oberbegriff, dem alle drei Krümmungsverhältnisse (negativ, null, positiv) zugeordnet sind. Leider ist dieser Fehler in unserer philosophischen Literatur sehr verbreitet, die als Quelle benutzt wurde.

Die unserem heutigen Wissensstand entsprechende Theorie von Raum und Zeit und damit die Verknüpfung der Raum-Zeit-Krümmung mit dem Energie-Impuls-Tensor der Materie stammt erst von Einstein (1915) .

R. Mörstedt, U. Dröschler
Sektion Physik/V. Studj.

Meßgrenzen bei elektrischen Messungen

Mit diesem Artikel möchten wir die Problematik der Meßgrenzen anhand von einigen Darstellungen erweitern. Dazu werden einige Beispiele aus der Elektronik erläutert. Bei diesen Messungen wird die Signalgröße im Meßsystem verändert. Es treten also Veränderungen vom "wahren" Meßwert auf. Bei sehr genauen Messungen muß man die Einflüsse der Meßapparatur kennen. Sind sie bekannt, so kann man mit Hilfe eines mathematischen Formalismus die tatsächliche Signalgröße ermitteln.
In der Elektronik unterscheidet man zwischen additiven Veränderungen (Rauschen) und multiplikativen, die Filtereigenschaften haben. Unter Rauschen wird die Addition von statistisch auftretenden Spannungs- oder Stromschwankungen zur Signalgröße (z. B. eine Spannung, ein Strom) verstanden. Das dabei auftretende Verhältnis von Signalgröße zu Störgröße, die durch das Rauschen hervorgerufen wird, gibt Auskunft über die Güte der Meßapparatur.

$$\frac{S}{R} = \frac{\text{Signalgröße}}{\text{Störgröße}} = \frac{N_S}{N_R}$$

Dabei sind N_S und N_R die Leistungen der Signalgröße bzw. der Störgröße. Man sieht also aus diesem Signal-Rausch-Verhalten, daß bei einer Störgröße, die sehr klein wird, ein für die Messung günstiges Verhältnis erzielt wird. Wir kennen mehrere spezielle Rauscharten, die natürlich hier nicht alle im einzelnen besprochen werden können.

1.1. Thermisches Rauschen

Die Elektronen, die sich durch einen Widerstand bewegen, haben eine bestimmte thermische Energie, die

im Mittel mit den Gesetzen der Statistik bestimmt werden kann. Diese Bewegung ist jedoch nicht ganz gleichmäßig, da die Geschwindigkeit eine charakteristische Verteilung aufweist. Es treten also am Widerstand noch zusätzlich kleine Spannungsschwankungen, die dem Signal überlagert sind und es so verändern. Folgende grafische Darstellung läßt sich aufstellen:

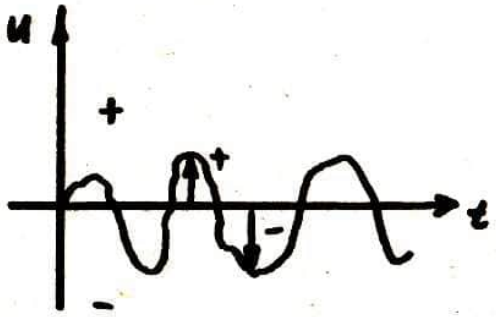


Abb. 1

Wenn man nun über eine große Zeitspanne die Spannungsschwankung mittelt, so sieht man, daß die Schwankungen sich aufheben (wegen des unterschiedlichen Vorzeichens).

Da im Normalfall eine Messung stets über eine bestimmte Zeit erfolgt, überlagert sich stets die Spannungsschwankung der Signalspannung. Zur Bestimmung des mittleren Rausch-Spannungs-Quadrates wird die sogenannte Nyquist-Formel verwendet:

$$\boxed{\overline{U^2} = 4\,kTR\,\Delta\nu}$$

Hier bedeuten k die Boltzmann-Konstante, T die absolute Temperatur, R der ohmsche Widerstand und $\Delta\nu$ das Frequenzintervall, in dem gearbeitet wird.
Wir sahen, daß $\overline{U}$ (lies: U gemittelt) über große Zeitabschnitte 0 ergibt, $\overline{U^2}$ (lies: $\overline{U}^2$ gemittelt) aber ungleich 0 ist. Wie läßt sich nun dieser scheinbare Widerspruch lösen? Wir schauen noch einmal zur Abb. 1 und quadrieren die Funktion U(t) in jedem Punkt t und erhalten folgendes Bild:

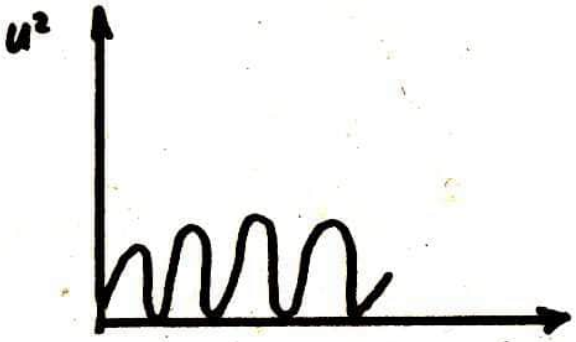


Abb. 2

Anschließend mittelt man diese Funktion $U^2(t)$ zu jedem Zeitpunkt. Dann kommt man auf die Nyquist-Formel. Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes kann die Spannungsschwankung natürlich auch in eine Stromschwankung umgerechnet werden:

$$\overline{U^2} = \overline{I^2} \cdot R^2 \quad \text{und somit folgt:}$$

$$\overline{I^2} = \frac{4\,kT\Delta\nu}{R}$$

(R = const.)

1.2. Funkelrauschen

Dieser Effekt wird an der Oberfläche eines Widerstandes infolge unterschiedlicher Struktur und unterschiedlicher Leitfähigkeit hervorgerufen. Er tritt besonders bei Halbleitern, Kohleschichtwiderständen, dünnen Metallschichten und Röhren mit Oxid-Katoden auf.

Das mittlere Rauschspannungsquadrat wird hier durch die Gleichung

$$\overline{U^2} = k \cdot \frac{I}{\nu} \Delta\nu \qquad \text{bestimmt,}$$

wobei I die Stromstärke, ν die Frequenz, $\Delta\nu$ das Frequenzintervall und K eine von den verschiedenen Widerständen abhängige Materialkonstante ist.

Man kann nun noch weitere Rauscharten aufführen, was jedoch den Rahmen dieses Artikels überschreiten würde. Für besonders Interessierte sei noch mitgeteilt, daß es noch ein Dunkelrauschen gibt, das z. B. bei Fotozellen Zählrohren und Sekundär-Elektronen-Vervielfachern auftritt. Weiterhin kennen wir noch ein Stromverteilungsrauschen in Mehrgitterröhren und ein Schrotrauschen in Widerständen und in Röhren.

2. Multiplikative Veränderungen (Filtereigenschaften)

Jedes Meßgerät besitzt Filtereigenschaften. D. h., daß es nur einen endlichen Frequenzbereich überstreicht und außerhalb dieser systemeigenen Grenzwerte nicht genutzt werden kann. Die Abhängigkeit der Größe des Ausgangssignales von der Frequenz bei konstanter Größe des Eingangssignales nennt man Frequenzgang des Gerätes, der eine wichtige multiplikative Veränderung darstellt.

Am Beispiel eines normalen Niederfrequenzverstärkers, der als Meßverstärker eingesetzt werden soll, wollen wir die wichtigsten Zusammenhänge erklären. An den Eingang des Verstärkers legen wir die kleine zu messende Wechselspannung $\tilde{U}_e$ und am Ausgang messen wir mit einem Wechselspannungsmeßgerät das verstärkte Signal $\tilde{U}_a$. Nun definieren wir die Spannungsverstärkung α_e:

$$\alpha_e = \frac{\tilde{U}_a}{\tilde{U}_e}$$

Danach können wir das Meßgerät eichen, so daß wir direkt die Eingangsspannung ablesen können. Nun halten wir $\tilde{U}_e$-konstant und erhöhen die Frequenz von 0Hz an. Wir werden feststellen, daß $\tilde{U}_a$ bei 0Hz Null beträgt, kontinuierlich steigt, bei beispielsweise 50 Hz den erwarteten Wert erreicht, dann bis z. B. 15 kHz nahezu konstant bleibt und danach wieder langsam auf 0 abfällt.

Dieses Experiment zeigt, daß die Verstärkung eine Funktion der Frequenz ist (Frequenzgang des Verstärkers) und nur über einen bestimmten Bereich konstant bleibt. Man definiert die obere und die untere Grenzfrequenz, bei denen die Ausgangsspannung den $\frac{1}{\sqrt{2}}$. Teil des Wertes in der Mitte des Übertragungsbereiches oder des Maximums beträgt.

Die untere Grenzfrequenz des NF-Verstärkers hängt im wesentlichen von der Kapazität der Koppelkondensatoren und der Kondensatoren in der Katoden- bzw. Emitter-RC-Kombination ab. Man kann die untere Grenzfrequenz verringern, indem man diese Kondensatoren vergrößert.
Die obere Grenzfrequenz hängt in erster Linie von Schaltkapazitäten (z. B. Kapazität zwischen Leitungszügen) und den Röhren - bzw. Transistorkapazitäten (Kapazität zwischen Anoden und Gitter usw.) ab. Um die obere Grenzfrequenz zu erhöhen, halte man die Schaltkapazitäten gering und benutze Röhren bzw. Transistoren mit geringen Eigenkapazitäten. Außerdem sind noch spezielle schaltungstechnische Möglichkeiten vorhanden.

Solche Filtereigenschaften treten bei jedem denkbaren physikalischen System auf. Einige Beispiele sollen das noch zeigen. Der Widerstand eines normalen Leiters wird bei hohen Frequenzen, bedingt durch Skin-Effekt, größer. Das Absorptionsvermögen einer normalen Glasscheibe nimmt bei kurzwelligem Licht zu, so daß der UV-Bereich absorbiert wird. Diese Reihe von Beispielen ließe sich beliebig fortsetzen.

Das letzte . . . aus der Physik

"Ich möchte auf einem Esel reiten", drängte klein Erna im Zoo. "Nimm doch das Kind auf die Schulter, Bruno", rief die Mutter, "damit wir endlich Ruhe haben."

Der Pollen

In den Staubblättern der Blüten wird der Blütenstaub oder Pollen gebildet, indem aus diploiden Mutterzellen durch Meiose je 4 Pollenkörner entstehen. Der Pollen verschiedener Pflanzen unterscheidet sich oft recht beträchtlich voneinander.
Am auffälligsten sind Unterschiede in der Größe des Pollens. Die kleinsten Pollenkörner kommen beim Vergißmeinnicht vor mit 6 - 8 µ (1 µ = 1 tausendstel mm), zu den größten zählen die des Kürbis mit ca. 170 µ (also fast 0,2 mm). Das ist ein Volumenunterschied von 1:200000!

Die Pollenkörner gelangen bei der Bestäubung durch Insekten oder Luftströmungen auf die Narben der Fruchtblätter. Hier "keimen" sie, d. h. sie treiben einen Pollenschlauch, der durch den Griffel zur Eizelle wächst und diese befruchtet. Während eines bestimmten Stadiums ihres Daseins sind also die Pollenkörner nur durch ihre Wand vor Umwelteinflüssen, wie Austrocknung oder Benetzung durch Regen, geschützt. Diese Wand besteht in ihrem äußeren Teil (Exine) aus Sporopollenin, einer sehr widerstandsfähigen hochpolymeren zyklischen Verbindung. Diese Exine ist so unterschiedlich gebaut, daß sie zum Gegenstand eines eigenen Wissenschaftszweiges, der Palynologie, wurde. Ihre Außenschicht besteht hauptsächlich aus Stäbchen, Warzen, Keulen, Stacheln oder Netzwerken. In der Exine sind Stellen ausgespart, die das Herauswachsen des Pollenschlauches ermöglichen. Diese "Keimstellen" oder Aperturen können als längliche Falten (Colpi), runde Poren (Pori) oder Falten mit Poren (Colpori) auftreten. Man bezeichnet die entsprechenden Pollenkörner dann als colpat, porat oder colporat. Diese Aperturen sind bei den einzelnen Pollenkörnern in unterschiedlicher Zahl (am häufigsten 1, 3, 6 und mehr als 10) vorhanden

und können entlang einer Äquatorlinie oder gleichmäßig über die Oberfläche verteilt vorkommen.

Pollenmorphologie und Systematik

Für die Systematik der Blütenpflanzen ergeben sich durch die Palynologie große Möglichkeiten. So konnte man einzelne Gattungen, die man auf Grund anderer Merkmale nur schwer im System des Pflanzenreichs unterbringen konnte, durch ihre Pollen einzelnen Familien zuordnen, andere Gattungen wurden durch ihren Pollen als Angehörige anderer Familien erkannt. Bei einzelnen Familien kann der Pollen so verschiedenartig sein, daß er neben anderen Merkmalen zur Begründung von Untergruppen dienen kann (z. B. bei den Liliengewächsen, Nelkengewächsen, Windengewächsen, Lippenblütlern und Korbblütlern). Auch zur Begründung von Gattungstrennungen wurde der Pollen schon oft hinzugezogen (z. B. Abtrennung der Gattung Buchweizen von der Gattung Knöterich). Für einzelne Merkmale des Pollens konnten merkmalsphylogenetische Reihen (ähnlich der Reihe der Pferdefüße) aufgestellt werden, die zur Festlegung der Entwicklungshöhe bestimmter Gattungen und Arten wichtige Hinweise liefern. Aus ihnen geht z.B. hervor, daß colpate Pollen primitiver als porate Pollen mit wenigen Aperturen primitiver als mit vielen und solche mit gleichmäßig entlang des Pollenäquators verteilten Aperturen primitiver als mit gleichmäßig auf der Pollenoberfläche verteilten sind.
Man kann dies alles in der Feststellung zusammenfassen, daß dem Biologen durch die Pollenmorphologie ein weiterer Bereich zur Verfügung steht, in dem er Homologien und Analogien erkennen kann und der ihm zur weiteren Festigung der vergleichenden Morphologie als Beweismaterial für die Abstammungslehre und als Mittel zu ihrer weiteren Erforschung dienen kann.

Pollenanalyse

Die Anwendung der Ergebnisse der Palynologie in der Pflanzensystematik, der Medizin (Heuschnupfenforschung), der Lebensmittelchemie (Honiguntersuchungen) und sogar in der Kriminalistik beruht darauf, daß man durch die Pollenuntersuchung die Familie, Gattung und in seteneren Fällen auch die Art der Pflanze bestimmen kann, von der die Pollenkörner stammen. Die Bestimmbarkeit und die Tatsache, daß der Pollen durch die äußerst große Widerstandsfähigkeit seiner Exine über Jahrtausende haltbar ist, bilden die Grundlage einer weiteren Forschungsrichtung - der Pollenanalytik. Die Pollenanalyse gehört zu den wichtigsten Methoden der historischen Forschungen im Rahmen der Pflanzengeographie. Ihre Ergebnisse sind wertvoll für zahlreiche andere Wissenschaftsbereiche (Geologie, Bodenkunde, Geographie, Klimatologie, Forstwirtschaft, Vorgeschichte).

Jährlich gelangen Pollenkörner der in der Umgebung stehenden Pflanzen auf Mooroberflächen und werden vom ständig wachsenden Moos "begraben". So werden von Jahr zu Jahr, von Jahrhundert zu Jahrhundert Pollen und Sporen in den Mooren konserviert. In jeder beliebigen Schicht ist der "Pollenregen" und damit ein repräsentatives Spektrum des Pflanzenkleides zu der bestimmten Zeit enthalten. Zur Erfassung der Veränderungen benötigt man also nur Probenmaterial aus den verschiedenen Tiefen eines Moores (Bodenprofil). Dieses muß in bestimmter Weise aufbereitet werden (Behandlung mit Säuren, KOH, Zentrifugieren), um die Pflanzenreste und mineralischen Bestandteile zu zerstören und abzutrennen und die Pollen anzureichern. Unter dem Mikroskop werden in Präparaten die einzelnen Pollentypen ausgezählt. In ihrem prozentualen Anteil ergeben sich das Pollenspektrum der Probe aus der bestimmten Tiefe. Die Zusammenstellung aller Spektren eines Profils in einem Koordinatensystem ergibt ein Pollendiagramm. Aus den Pollenspektren und Pollendiagrammen sind Aussagen möglich über die Wald-, Vegetations- und

Landschaftsgeschichte, über die Pflanzenwelt vergangener Epochen (insbesondere des Tertiärs, der Späteiszeit und der Nacheiszeit), über die Lebensbedingungen und Umweltverhältnisse der Menschen früherer Besiedlungsabschnitte, über die Auswirkungen von Klima und Mensch auf Pflanzenwelt und Landschaft, zur Datierung oder Lage vorgeschichtlicher oder geologischer Funde und Ablagerungen.

impuls LEXIKON

Aflatoxin

Aflatoxin sind Mycotoxine (giftiges Stoffwechselprodukt bei Pilzen). Sie rufen ein Krankheitsbild, die Mycotoxikose hervor. Die Entdeckung erfolgte 1960, als in englischen Geflügelfarmen mehr als 100.000 Truthühner an einer unbekannten Krankheit starben. Die toten Tiere wiesen schwere Schädigungen und Blutungen in der Leber auf. Sie waren mit verschimmelten Erdnußmehl gefüttert worden. Daraus isolierten Forscher in kristalliner Form als Gift das Stoffwechselprodukt des Schimmelpilzes Aspergillus flavus, genannt "Aflatoxin".

Die Hauptsymptome der Aflatoxin-Vergiftung sind tiefgreifende Leberschädigungen, Blutungen und Gewebszerstörung. Die Schädigungen treten bei Tieren und Menschen, aber auch bei Pflanzen und Mikroorganismen auf! Sie sind krebserregend, besonders Leberkrebs.

Auch Reis, Marzipan, verschiedene Nußarten, Brot usw. können von Schimmelpilzen befallen werden, die diese gefährlichen Gifte produzieren. Es ist deshalb unbedingt erforderlich, verschimmelte Nahrungsmittel sofort zu entfernen.

Das letzte . . . aus der Physik

Zwei Angler treffen sich. Sagt der eine: "Habe neulich erst Einsteins Relativitätstheorie gelesen. Ist ja unwahrscheinlich interessant. Mußt du auch mal lesen. "Ach, ich warte" sagt der andere "bis der Film kommt!"

Adì 7. di Gennaio 1610 Giove si vedeva col cannone con
3. stelle fisse così * * * delle quali sola il corniolino
minore si vedeva. così * à h. 8. apparivano così * * * era dritto
Diretto et non retrogrado come dicono i calculatori.
Adì 9. in ruogo. à h. 10. si vedeva così * * * ciò è con
quanto si può più accurata si che la centrovarsi quanto si può vedere
Adì 11. era la mezza guisa * * * et la stella più vicina
à Giove era più mezza dell'altra, et minima all'altra
dove che i altre sere erano le dette stelle apparite tutte tre
di egual grandezza et tra di loro equalmente distante: dal che
apparve intorno a Giove 3. altre stelle erranti invisibili ad
ogni uno sino à questo tempo.

Notizen von Galilei über seine epochemachende Entdeckung der Jupitermonde.
(Zeilenlänge im Original 17 cm.)

Die Entstehung des Echos (Titelblatt)

Unsere Darstellung zeigt eine Anordnung zur experimentellen Untersuchung des Phänomens "Echo". Bekanntlich breiten sich Schallwellen bei 0° C in Stoffen unterschiedlicher Dichte mit verschiedener Geschwindigkeit aus (in Luft zum Beispiel mit 332 m/sec). Hierbei breiten sie sich in Gasen und Flüssigkeiten als Longitudinal- (Kompressionswellen) aus. In Festkörpern treten daneben auch Transversal- oder Scherungswellen auf. Im Vakuum kann sich eine Schallwelle auf Grund des fehlenden "Mediums" nicht ausbreiten. In unserer Darstellung befindet sich die Schallquelle gegenüber in bestimmter, aus dem Titelbild ersichtlicher Anordnung von Mauern, die, entsprechend der Reflexionseigenschaft fester Körper die Schallwellen zurückwerfen.

(Darstellung aus "Weltall und Menschheit", Hans Kraemer)

Zeitgenössische Darstellung eines alchimistischen Laboratoriums im 16. Jahrhundert (Rückseite)

Als Alchemie bezeichnen wir gewöhnlich die vorwissenschaftliche Periode der Chemie. Ihre Bedeutung und Entstehung ist eng verbunden mit der stetigen Entwicklung der Produktivkräfte seit dem Verlassen des urgesellschaftlichen Stadiums der Menschheit. Bereits die antiken Völker schufen Produktionsverfahren zur Herstellung und Umwandlung verschiedenster Stoffe, deren theoretische Grundlagen in der Alchemie belegt wurden. Neben ihren philosophisch-weltanschaulichen Wechselwirkungen (Theorien über den Aufbau der Materie und der Umwandlung ihrer Bestandteile) hatte sie vor allem praktische Auswirkungen. Das uns am meisten bekannte Bestreben mittelalterlicher Alchemisten, Edelmetalle durch "chemische" Stoffumwandlungen zu erzeugen, resultiert aus der im Feudalismus ablaufenden Ablösung der Natural- durch die Geldrente. Die Alchemie lieferte bedeutende Beiträge in der Experimentier- und Verfahrenstechnik. Sie wurde mit zunehmender wissenschaftlicher Durchdringung von der Chemie verdrängt.

Notizen von Galilei über seine epochemachende Entdeckung der Iupitermonde

Der Jupiter ist ein äußerer Planet unseres Sonnensystems. Er bewegt sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 13,1 km/s im mittleren Abstand zur Sonne von 5,2 AE in 11,86 Jahren um die Sonne. Er ist nach der Sonne der größte Körper unseres Sonnensystems (318 Erdmassen). Seine starke Abplattung resultiert aus der sehr schnellen Rotation (ca. 10 Stunden pro Periode). Der Planet wird von 12 Monden umkreist, deren teilweise Entdeckung durch den italienischen Gelehrten Galileo Galilei sich epochebestimmend auswirkte. Durch die Entdeckung der "Medice"ischen Gestirne im Jahre 1610 wurde nämlich ein grundlegender Beitrag zur Erschütterung des derzeit von der katholischen Kirche vertretenen, wissenschaftsfeindlichen geozentrischen Weltbildes geliefert.

(astronomische Angaben: siehe "Meyers Neues Lexikon")

Ungefährer Wortlaut der Übersetzung der Notizen von Galilei über eine epochemachende Entdeckung der Iupitermonde

"Am 7. Januar 1610 sah man mit dem Fernrohr Jupiter mit 3 Fixsternen folgendermaßen, von denen keiner ohne Fernrohr zu sehen war. Am 8. erschien Jupiter so und war mithin rechtläufig und nicht retrograd, wie die Vorausberechner angeben .... Am 10. sah man ihn so, d.h. also in Konjunktion mit dem westlichsten, so daß er ihn, wie man sieht, verdeckte. Am 11. zeigte er sich in folgender Weise, und der dem Jupiter am nächsten stehende Stern war um die Hälfte kleiner als der andere und sehr nahe dem anderen an der Stelle, wo an den vorhergehenden Abenden besagte Sterne erschienen waren, alle drei von gleicher Größe und gleich weit voneinander entfernt, so daß mithin drei andere Wandelsterne um Jupiter herum zu existieren scheinen, die bisher für jedermann unsichtbar waren."

Zur Ergänzung muß gesagt werden, daß Galileis unvollkommenes Fernrohr derzeit den 4. Jupitermond nicht auflösen konnte.

H. E. Fröhlich

Zu wenig Neutrinos?

Die Kernfusionsreaktionen im Sterninneren (pp- und CNO-Zyklus) erzeugen neben elektromagnetischer und "normaler" Korpuskularstrahlung auch große Mengen an Neutrinos (ν_e), die die dichten Schichten der Sterne fast ungehindert durchqueren, ohne mit der Sternmaterie in Wechselwirkung zu treten, wie das bei der elektromagnetischen und korpuskularen Komponente der Fall ist. Durch Beobachtung dieser Neutrinostrahlung sollte es also möglich sein, direkte und somit unverfälschte Informationen aus dem bisher unbeobachtbaren Sterninneren zu gewinnen und die in den letzten Jahren entwickelten Modellvorstellungen über Sternaufbau und -entwicklung experimentell zu prüfen. Außerdem werden durch die Neutrinos Energien aus dem Sterninneren transportiert, das sich entsprechend abkühlt, und vielleicht wird durch diesen Energieverlust die weitere Entwicklung eines Sterns entscheidend beeinflußt. Die Beobachtung stellarer Neutrinos wäre also von doppeltem Interesse.

Bei der mittleren freien Weglänge dieser sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Teilchen in Materie der Dichte ϱ ($g \cdot cm^{-3}$) von $\sim 10^{20}$, ist die Einfangwahrscheinlichkeit eines Neutrinos durch die vergleichsweise winzigen Meßanordnungen der Experimentalphysik äußerst gering. Daß DAVIS, HARMER und HOFFMAN (Brookhaven National Laboratory) trotzdem der Nachweis solarer Neutrinos gelang, ist der großen Teilchendichte von 10^{11} cm^{-2} s^{-1} in Erdentfernung zu danken. Ihr "Neutrinoteleskop" beruht auf der von PONTECORVO und ALVAREZ angegebenen Nachweisreaktion

$$^{37}Cl + \nu_e \longrightarrow {}^{37}Ar + e^- \quad - 0{,}814 \text{ MeV}$$

Mit einer Halbwertszeit von 35,1 Tagen zerfällt ^{37}Ar unter Aussendung eines β-Teilchens, das registriert

wird, wieder in Chlor. DAVIS und Mitarbeiter setzten 400 000 l Perchloräthylen (C_2Cl_4) einmal 48 und zum anderen 110 Tage der Neutrinostrahlung der Sonne aus. Zum Schutz vor Fremdreaktionen durch die kosmische Strahlung fand das Experiment in einem Schacht in 1,6 km Tiefe statt. Die gesamte Anlage war zudem noch mit einer Wasserschicht umgeben, die Protonen absorbierte, die auch in solcher Tiefe noch durch Sekundärreaktionen von Mesonen der kosmischen Strahlung im Fels erzeugt werden. Da die Einfangwahrscheinlichkeit für hochenergetische Neutrinos ($\geq$ 0,814 MeV) pro Cl^{37}-Kern lediglich in der Größenordnung 10^{-36} ... 10^{-35} s^{-1} liegt, in den 400 000 l C_2Cl_4 aber nur $2 \cdot 10^{30}$ Cl^{37}-Atome vorhanden sind, durfte man in einigen Tagen eine Reaktion erwarten. Die wenigen Ar^{37}-Kerne wurden nach dem "Belichten" mittels Helium ausgewaschen und in zwei Kühlfallen einmal von C_2Cl_4 (-40°C) und durch Verflüssigung (-195°C) von Helium befreit. Nach dem Abtrennen von Kr^{85}, das ähnlich zerfällt und die Messung stören würde, konnte das Argongas mit den wenigen instabilen Kernen einem Proportionalzählrohr zugeführt werden, das den β-Zerfall registrierte. Das Ergebnis: der von der Theorie (BAHCALL) geforderte Neutrinofluß von $\geq 5 \cdot 10^6$ cm^{-2} s^{-1} für hochenergetische Neutrinos konnte nur etwa zur Hälfte bestätigt werden. Besonders die Gruppe um BAHCALL glaubt, den theoretischen Wert durch verfeinerte Rechnungen weiter drücken zu können. Andererseits gibt die Diskrepanz zwischen Theorie und Beobachtung, sollte sie sich in weiteren Experimenten bestätigen, Anlaß, die heutigen Vorstellungen vom Sonneninneren neu zu überdenken. Fest steht bereits, daß der CNO-Zyklus nicht mehr als 9% der Gesamtenergie stellt, da sonst ein viel höherer Neutrinofluß nachzuweisen wäre.

Oberschulen unter der Lupe

Mit diesem Bericht wollen wir unsere Artikelserie fortsetzen, die sich mit der Vorbereitung der Oberschüler auf deren Studium von seiten der Schule beschäftigt. Besonders interessierte uns dabei der Stand in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern.
Wir besuchten deshalb die Erweiterte R. Becher Oberschule Jena und fanden dort eine sehr aufgeschlossene Atmosphäre in einer der 11. Klassen vor.
Bereits der erste Eindruck von dieser Schule bewies, daß hier der Fachunterricht in modern und zweckmäßig eingerichteten Räumen durchgeführt wird und somit schon eine gewisse Grundlage für ein gutes Verständnis des Stoffes und reges Interesse am Unterricht gegeben ist. Dies bestätigten auch die Schüler selbst, die ihren Fachunterricht als durchaus zeitgemäß und gut bezeichneten. Stets werden sie zu selbständigem Arbeiten und zum Erkennen wichtiger Zusammenhänge des Lehrstoffes angeregt und angeleitet. Diese Fähigkeiten sind für einen künftigen Studenten das A und O seines Lernprozesses und deshalb in der Schule so früh als möglich herauszubilden.
In diesem Zusammenhang erwähnten auch die Schüler die glückliche Verbindung und Integration fachlicher und philosophischer Probleme; wird doch erst durch die Verknüpfung von Naturwissenschaft und Philosophie das materialistische Weltbild eines Schülers entwickelt bzw. vertieft.
Aus den oben angeführten Tatsahen ist das relativ hohe Interesse an naturwissenschaftlichen Studienrichtungen, es lag in der befragten Klasse etwas unter der Hälfte aller Schüler, nur zu verständlich.
Umso verwunderlicher ist es deshalb, daß eine Werbung für diese Studienrichtungen an der R. Becher EOS nicht im gebührenden Maße betrieben wird, sondern vielmehr eine recht einseitige Orientierung auf Pädagogik, Offizierslaufbahn und ähnliches stattfindet. Wer aber soll junge

Lehrerstudenten heranbilden oder die WTR meistern, werden nicht genügend wissenschaftliche Kader der Ausbildung an Universitäten zugeleitet. Sicher, wir benötigen dringend viele Lehrer, müssen aber auch gleichzeitig a l l e strukturbestimmenden Fachrichtungen den Schülern nahebringen.
Ebenso beklagte man, nicht zur Genüge aus dem allgemeinen Studienführer über das spezielle Studienfach unterrichtet zu werden, so daß engere Verbindungen zwischen Schule und künftiger Bildungseinrichtung (z. B. Tage der offenen Tür auch an Universitäten anderer Städte) erwünscht sind. Zur Zeit entsteht eine bilaterale Verbindung zwischen dieser EOS und der Friedrich-Schiller-Universität, speziell der Sektion Physik, die aber durchaus noch auf weitere Fachgebiete wie Chemie oder Biologie ausgedehnt werden sollte. Gleichzeitig müßte aber auch nach den Wünschen vieler Schüler die umfassende Information über Studienmöglichkeiten und Studienablauf bereits in den Klassenstufen 9 und 10 einsetzen. Hier sieht "impuls 68" in Zusammenarbeit mit den Schulen einen Weg, aktiver als bisher an der unmittelbaren Studienberatung teilzunehmen.
Eine noch zu erwähnente löbliche Einrichtung an der R. Becher EOS Jena, sind Arbeitsgemeinschaften in verschiedenen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, die zur Zeit noch innerschulische Einrichtungen sind und wahrscheinlich effektiver arbeiten könnten, wäre eine Unterstützung von seiten der Universität möglich. Dazu ist es aber notwendig, daß die Universität von derartigen Vorhaben unterrichtet wird und die Klärung dieser Anliegen nicht dem Zufall unserer Aussprache überlassen bleibt.
Im Zusammenhang mit den Arbeitsgemeinschaften an der EOS verwunderte uns die Aussage der Schüler von r-Klassen, daß ihnen nicht die Möglichkeit gegeben wird, aktiv an AGs der Schule teilzunehmen, obwohl auch in diesen Klassen das Interesse an naturwissenschaftlichen Studienrichtungen recht hoch ist. Daraus resultiert zwangsläufig die rein individuelle Betätigung auf Gebieten des künftigen Studiums, ohne offizielle Förderung.

Es wurde von der Klasse an dieser Stelle sehr richtig auf die Wirksamkeit unserer Zeitschrift hingewiesen, die durch größere Stoffbezogenheit ihrer Artikel erhöht werden könne.
Diese Forderung kann sicher nicht bei allen Themen (man denke nur an Probleme der Laser- oder Plasmatheorie) realisiert werden, es wird sich aber eine diesbezügliche Prüfung in Frage kommender Artikel lohnen. Die Wirksamkeit von "impuls 68" könnte aber auch bedeutend durch eine höhere Leserrate in den Schulen gesteigert werden. Dies gilt auch für die R. Becher EOS.
Abschließend sei noch daran erinnert, daß jede Meinung, Kritik und jeder Vorschlag zu unserer Zeitschrift dankend entgegengenommen und bearbeitet wird. Vielleicht trägt diese Artikelserie, die besonders jene, in der schwierigen Phase der Berufswahl stehenden Oberschüler interessieren sollte, zur besseren Zusammenarbeit von Schule und künftiger Bildungsstätte, der Universität oder Hochschule, bei.

Mit der Sicherheit, aus der Zusammenkunft mit Schülern der Erweiterten R.Becher Oberschule Jena wichtige Impulse für unsere weitere Arbeit gewonnen und anregend auf viele Leser der Zeitschrift "impuls 68" gewirkt zu haben, sehen wir der Fortsetzung dieser Serie optimistisch entgegen.

Liebe Leser

Unlängst erhielten wir einen mit dem 1. 4. 1971 datierten Brief unseres Lesers A. Pril, welcher uns dahingehend kritisierte, daß unsere Fachartikel nicht verständlich genug sind. Nun schlägt ja so eine Meinung bei uns wie eine Bombe ein, alldieweil wir davon noch nichts geahnt hatten. Die darauf flugs einberufene operative Redaktionssitzung brachte es an den Tag: Die Artikel werden deshalb nicht verstanden, weil sie nicht verstanden werden oder anders gesagt: Weil z.B. die Physik halt nicht mehr so volkstümlich ist, wie sie es einmal war. Die leidigen Fremdwörter und Fachausdrücke können uns das Leben wirklich schwer machen. Aus diesem Grunde wurde die geniale Idee geboren, unsere Fachartikel in einer leicht verständlichen Sprache zu veröffentlichen, z.B. in sächsisch. Das versteht fast jeder und ist Balsam für den strapazierten Geist. Nun können wir natürlich nicht gleich ein Faß aufmachen und jeden Artikel in sächsisch bringen, sondern wir müssen erst unsere liebe Leserschar testen, ob es auch ankommt. Auf die beifälligen Briefe und Blumenspenden sind wir schon sehr gespannt. Sicher wird die Zeit nicht lange dauern, bis daß "impuls 68" als erste Schülerzeitschrift der Welt in sächsisch erscheint. Das fetzt, was?

Als Einstimmung veröffentlichen wir heute einen Artikel über das Gewitter mit der Überschrift: "Was isn eijentlich los wens bumsd?"

Forbemergung

Bumse duds öfter mal. Mor brauch nur dran denge, wenn so ä Diesenglibbr übern Himmel semmeld, da ganns ganz scheen schebbre. Aber das Fenomen wolln mer mal heude lings liege lasse, denn es gibt Effegde, wo mr schon forher wisse dud, daß es bald bumse wird. De Nadur is ja in ihren Middeln nisch wählerisch un so hadse sich under anderem ä Gewidder ausgedachd, um uns zu erschregge. "imbuls" wollde nadierlich mehr drieber wisse un frachde deshalb den sischer allen Läsern begannden Wissenschafdler Dogdor Lirpa aus Leibzsch.

imbuls: Herr Dogdor, jedor hads im Sommer beschdimd schon ä mal grachen gehörd, awer was so eischendlich los is, nischd genaues wees mr nich, schdimds?

Dogdor Lirpa: Da hamse Rechd! So ä Gewiddr is ä gomblezierdes Ding. Un de Fachweld is sich eichendlich noch gar nich so rechd einisch, wies fungdionierd. Ene Dese möschdsch ä mal näher under de Lube nähm.

imbuls: Se wolln jedsd beschdimmd off de Wasserfallelegdrizidädsdeorie anschbieln, gä?

Dogdor L: Genau, diese Deorie is ziemlich einfach zu gabieren. Wenn im Sommer warme Lufd hochdonnrd, dann jibds Reibung midde Lufdmolegüln, genn se mr folgen?

imbuls: Nu freilich.

Dogdor L: Also, von den grosen Regendrobfen werden glidsegleene Deilchen von dr Oberfläsche abgerissen, die infolge dr Reibung negadif geladn sin. Diese gleenen Dingr gönn, weil se leichd sin, noch weider uffschdeichen, während das mid den verbleibenden grosen Möbeln nich so gud ged.

imbuls: Ich gan mr schon denge, wies jedst weidergehd.

Dogdor L: Nu isses ja ooch nich mr schweer zu erraden. Durch de Ladungsdrennung, de negadif geladnen Deilchen sin oben, de andren unden, endschdehd ä Schbannungsgefälle. Wenns zu gros wird, schbringd ä Funge über, den mr mid Blidz bezeichne dun.
Wennsch noch mal zusammefasse darf: Warme Lufd schdeicht off, weil se leischder is als gäldere, dabei reim sisch de Molegüle und auserdem dridd ne obenbeschriemne Ladungsdrennung off, das is alles.

imbuls: Nu häd mr abr noch gern ä bischen übern Blids gehörd.

Dogdor L: No, soä Blids gann zwee bis drei Gilomeder lang sein, mansche reischen sogar bisande fufzsch Gilomeder ran. Aber dafir is so ä Ding och nisch schdarg, velleischd zehn bis zwanzsch Zendemeder. Gewaldsche

Schdromschdärgen dun da herrsche, fon enischen dausend bis zu eenhunderddausend Amber. Noch erschdaunlischer is filleischd, daso ä Blids nur eene zehn bis hunderdmilliondsdel Segunde dauert.

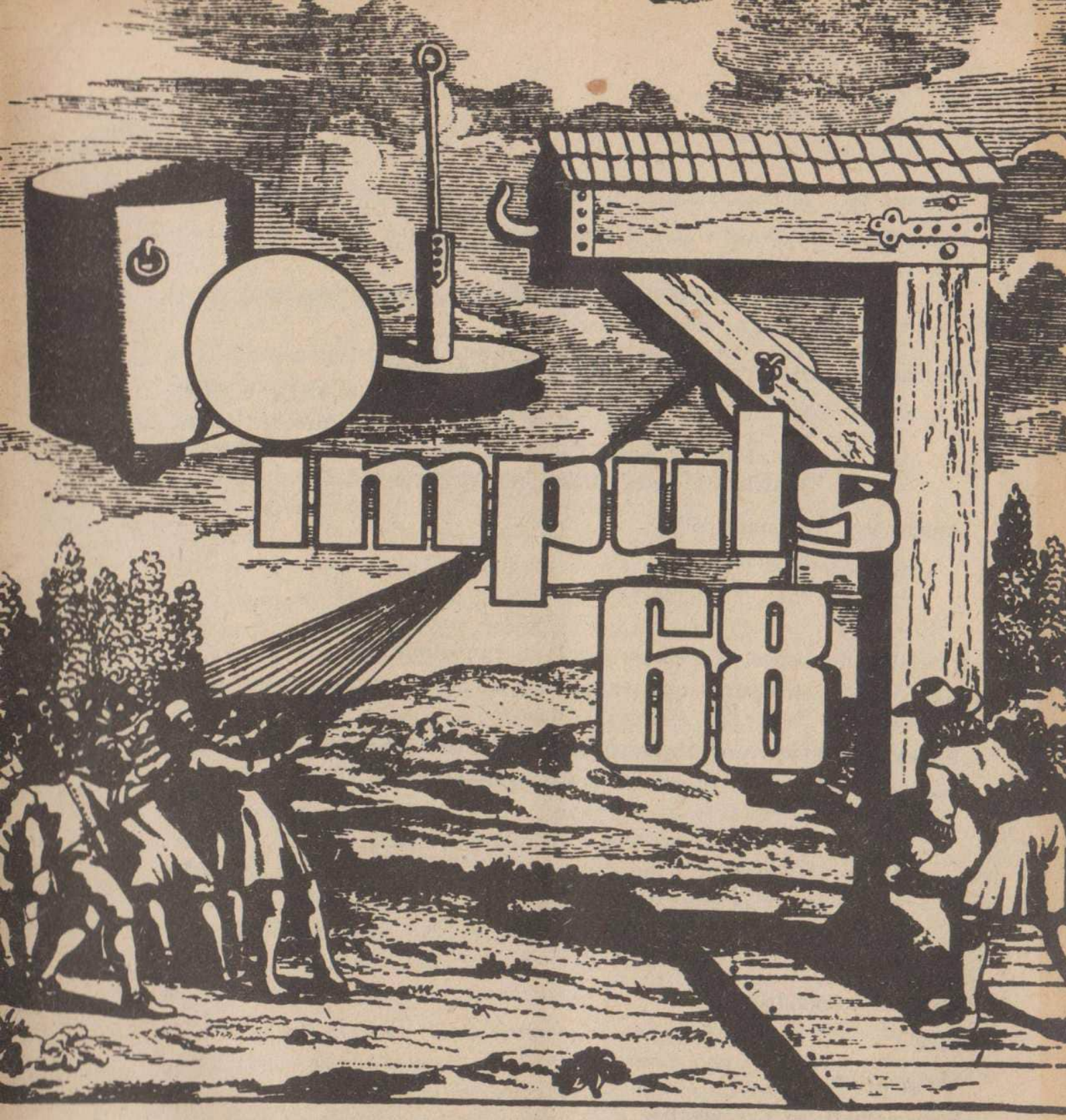
imbuls: Nu wismer eschendlisch schon allerhand übr ä Gewidder. Daher möschdsch zum Schlus ne heigle Frache steln. Gibds Gugelblidse?

Dogdor L: Nu, es gibd fiele Leude, die so ä Gugelblids gesehn ham wolln. So rischdsch is das alles noch nischd bewiesn. Isch, zum Beischbiel, hab noch geen Glüg gehabd. Wemmer andern glom dürfen, so had dr Gugelblids ä Durschmesser fon rund funfunzwanzsch Zendemedern, soll abr manchmal ooch nur haselnusgros sin. De Lebensdaur bedräschd nur Bruchdeile von Segunden, dann dridd das Biesd midä Gnall von dr Biehne ab. Meer wessch zur Zeid dazu och noch nisch zu sagen. Aber ich hoffe, das dursch umfangreische Forschungen in dän nächsden Jarn Lischd hindr das Geheimnis gommd. Das wäre seer scheen.

imbuls: Herr Dogdor, fieln Dang och im Nam unsrer Läser for das Inderju. Mir ham sischerlisch widder allerhand zulern gönn. Falls de Läsr noch weidre Frachen ham, gönse sischerlich schreiben.

Dogdor L: Nu freilisch! Isch will gerne jede Frache beandworde, wenn ichs gann. Dän Imbulsleuden möschdsch weiderhin viel Erfolsch und Schbas mid ihrer Zeidschrifd wünsche.

Die DNS eines jeden menschlichen Chromosomens hat eine durchschnittliche Länge von 20 mm. Reiht man die DNS aller menschlichen Chromosomen aneinander, so ergibt das die stattliche Länge von rund 92 cm für das gesamte Genom (per).



Guerickes Versuche über den Druck der atmosphärischen Luft

Nach Otto von Guericke's „Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio", Amsterdam 1672

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 9

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.
Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.
Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981
Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt **Seite**

Wissenschaftspolitik 3
EDV 8
Meßgrenzen 10
Wissenschaft im Kreuzverhör 15
Kooperation mit der SU 19
Das Forschungsstudium 23
Frühjahrsmesse 26
impuls-Lexikon 29
Vorbereitungslehrgang 30

Dr. phil. habil H. Klügl

Sektion Philosophie und Geschichte

Wissenschaftspolitik und Partei

Die Wissenschaft hat in unserem Jahrhundert eine immer größer werdende strategische Bedeutung in der Klassenauseinandersetzung erhalten. Sie ist als wichtiger ideologischer und ökonomischer Machtfaktor zu einer entscheidenden Waffe in der Auseinandersetzung um Krieg und Frieden zwischen Imperialismus und Sozialismus geworden. Die SED hat in den 25 Jahren ihres Bestehens der Entwicklung der Wissenschaft eine große Bedeutung zugemessen und sich für ihre großzügige Förderung eingesetzt. Nach der Zerschlagung des Faschismus mußten wir bekanntlich auch hinsichtlich der Wissenschaftsentwicklung, der Umwandlung ihres Klasseninhalts und ihrer Klassenfunktion völlig neu beginnen. Gegenwärtig durchdringt die Wissenschaft alle Bereiche unseres gesellschaftlichen Lebens, ist sie fest in die von der Arbeiterklasse zu lösenden gesellschaftlichen Gesamtaufgaben eingegliedert und von gesamtgesellschaftlichen Interessen unserer sozialistischen Gesellschaft determiniert. Seit der 3. Hochschulreform und der Akademiereform wird die Wissenschaft noch umfassender in den gesamtgesellschaftlichen Reproduktionsprozeß einbezogen, werden die Wissenschaftspotentiale in qualitativer und quantitativer Hinsicht weiterentwickelt und auf gesellschaftlich bedeutsame Vorhaben konzentriert.

Große revolutionäre Veränderungen waren seit Beginn der Neuzeit stets durch eine tiefe Verbundenheit der revolutionären Volksmassen mit der Wissenschaft und der Philosophie gekennzeichnet. Denn die der Wissenschaft innewohnenden Möglichkeiten, dem Humanismus, dem Frieden und Fortschritt zu dienen, können nur von revolutionären Bewegungen und Klassen erkannt und genutzt werden. Noch nie war die Beziehung zwischen der Wissenschaft und einer progressiven geschichtlichen Bewegung jedoch so eng wie zwischen der Arbeiterklasse, ihrer revolutionären Partei und der Wissenschaft. Ist doch der Marxismus-

Leninismus selbst das Resultat des fortschrittlichen wissenschaftlichen Denkens der Menschheit und die theoretische Lehre des Sozialismus, wie Lenin in "Was tun?" feststellte, als natürliches und unvermeidliches Ergebnis der Ideenentwicklung der revolutionären sozialistischen Intelligenz entstanden.

Im Gegensatz dazu führte der Widerspruch zwischen den objektiven Bedürfnissen der Entwicklung der Wissenschaft und den Gesetzmäßigkeiten des Spätkapitalismus z.B. im faschistischen Deutschland zum völligen Niedergang der Wissenschaft, zur Zerstörung ihrer gesellschaftlichen Entwicklungsbedingungen. Die Wissenschaft hat gegenwärtig eine Entwicklungsstufe erreicht, wo ihr hoher Vergesellschaftungsgrad immer unvereinbarer mit den ökonomischen Grundlagen des Kapitalismus wird.

Nach der Zerschlagung des Faschismus stand vor der revolutionären Vorhut der Arbeiterklasse die Aufgabe, die elementarsten materiellen und geistigen Voraussetzungen für das Aufblühen der Wissenschaft zu schaffen. Auf dem Vereinigungsparteitag setzte sich die SED in ihrem "Manifest an das deutsche Volk" das Ziel, die deutsche Kultur zu erneuern, alles Hohe und Schöne des deutschen Geisteslebens zu fördern, alle Bildungsprivilegien aufzuheben und die freie Entfaltung der Wissenschaft zu ermöglichen. Diesem Ziel diente die Überwindung der von der Bourgeoisie erzeugten künstlichen Gegensätze zwischen der klassenmäßig bereits im Kapitalismus objektiv den Arbeitern nahestehenden Schicht der Intelligenz und die Herstellung eines festen Bündnisses zwischen Arbeiterklasse und Intelligenz. Die SED orientierte auf die Förderung aller zum Hochschulstudium Talentierten und Begabten aus dem werktätigen Volk, das bisher von den Universitäten und Hochschulen nahezu völlig ausgeschlossen war.

Mit dem Beginn des Aufbaus des Sozialismus konnte sich durch die konsequente marxistisch-leninistische Wissenschaftspolitik unserer Partei das Bündnis zwischen Arbeiterklasse und Intelligenz weiter festigen, wurde verstärkt damit begonnen, die fortschrittlichen Kräfte der Intelligenz für die Partei

der Arbeiterklasse zu gewinnen und massenhaft eine neue mit den Ideen des Marxismus-Leninismus tief verwurzelte sozialistische Intelligenz aus den Reihen der Arbeiter und Bauern heranzubilden.

Das Ergebnis der nunmehr 25 Jahre erfolgreich praktizierten marxistisch-leninistischen Wissenschaftsstrategie der SED läßt sich an einigen wenigen Zahlen veranschaulichen. Auf je 10.000 Menschen kamen 1951 an den Hochschulen 17,2 Studierende; 1968 dagegen 64,7. An den Hochschulen wurden 1949 16.000, 1951 31.000, und 1969 123.000 Studenten ausgebildet. Rechnet man zu den 56 Hochschulen die Studierenden der größtenteils neu entstandenen fast 200 Fachschulen hinzu, so werden gegenwärtig insgesamt 273.000 Studenten ausgebildet, von denen über die Hälfte Kinder von Arbeitern und Bauern sind. Mit ihren Ausgaben für Bildungszwecke, die 1969 5 Milliarden betrugen, steht die DDR, pro Kopf der Bevölkerung gerechnet, an vorderster Stelle der Welt.

Im Prozeß der stürmischen Entwicklung des Arbeiter- und Bauernstudiums und der Qualifizierung Hunderttausender Arbeiter und Bauern wurde der die Wissenschaft und die gesellschaftliche Entwicklung hemmende, für den Kapitalismus aber typische Widerspruch, zwischen dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt und dem niedrigen Bildungsniveau der Bevölkerung weitgehend aufgehoben. Jeder zehnte Berufstätige hatte 1969 in der sozialistischen Wirtschaft bereits einen Hoch- und Fachschulabschluß. Jeder vierte Bürger der DDR nimmt gegenwärtig an einer der vielen Formen der Weiterbildung teil. Damit vollzieht sich ein Prozeß der massenhaften Herausbildung schöpferisch-geistig arbeitender Menschen in der Produktion und somit der Prozeß der Herausbildung einer gebildeten sozialistischen Nation in Deutschland.

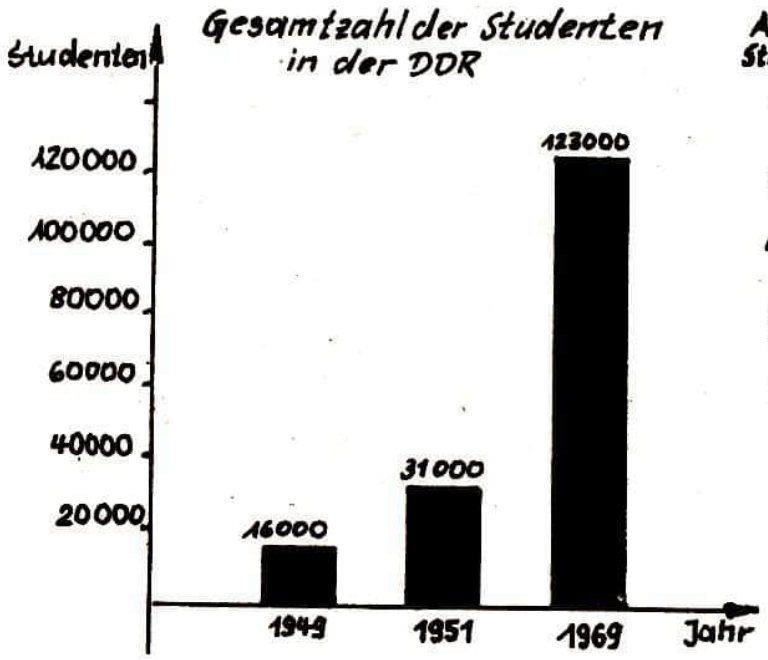
Immer größere Teile der Arbeiter nehmen als Rationalisateren, Erfinder, Leitungskader und Mitarbeiter in den Großforschungszentren der Industrie eine führende Position in der Produktionsforschung, der Entwicklung und angewandten Forschung ein. Sie

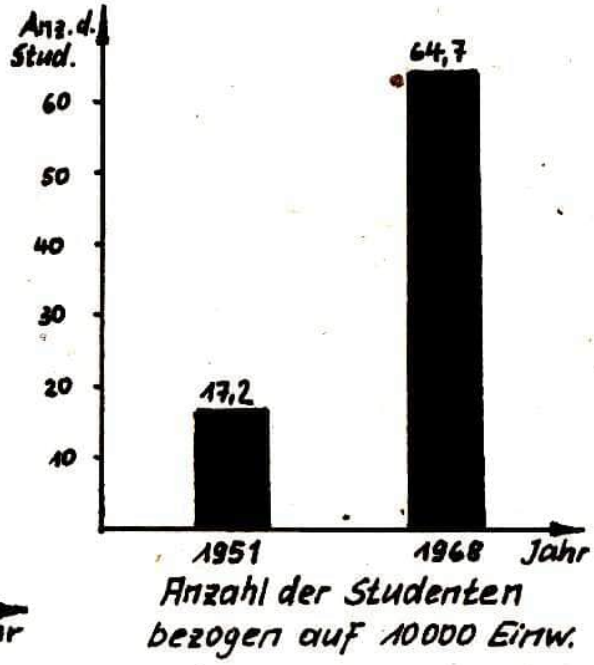
stehen im engen Kontakt mit den Wissenschaftlern an den Universitäten und Akademien und schließen so die Kette zwischen Erkundungs-, Grundlagen- und angewandter Forschung, Entwicklung und Produktion. In der dadurch bewirkten systematischen Einbeziehung der Wissenschaft in den gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß offenbart sich die tiefe Volksverbundenheit der Wissenschaft und der Intelligenz im Sozialismus, die selbst ihre Kräfte aus dem Volke schöpft und ausschließlich dem Volke dient. Zugleich bestätigt sich damit auch die Erkenntnis, daß die soziale Umwälzung die Voraussetzung für die Humanisierung der Wissenschaft, für ihre gesamtgesellschaftlich revolutionierende Wirksamkeit ist.

Die SED ist in ihrer Wissenschaftspolitik stets davon ausgegangen, daß eine über den Parteien, Klassen und Systemen stehende autonome Wissenschaft eine Illusion ist, daß mit der Entwicklung der Wissenschaft nicht die Klassen und Systeme zusammenwachsen, sondern die Wissenschaft immer umfassender und gezielter in die sich verschärfende Klassenauseinandersetzung einbezogen wird. Inhalt und Funktion der Wissenschaft grenzen sich in den beiden unversöhnlich gegenüberstehenden Gesellschaftssystemen immer mehr voneinander ab, weil es keine wertneutrale, ideologie- und systemdifferente Wissenschaft geben kann und die im Imperialismus die Wissenschaft beherrschende Monopolbourgeoisie, diese immer mehr in den Dienst der gesellschaftlichen Stagnation und des Antihumanismus bis zur Vorbereitung der massenhaften Vernichtung des Lebens stellt.

Unter dem Aspekt der Verhinderung dieser die Menschheit bedrohenden Gefahr durch die allseitige Stärkung des Sozialismus müssen gegenwärtig auch die Bemühungen unserer Partei und Regierung gesehen werden, mit der 3. Hochschulreform und Akademiereform grundlegende Veränderungen und Höchstleistungen in Forschung, Lehre und Erziehung herbeizuführen, die Effektivität der wissenschaftlichen Arbeit zu erhöhen und den Forschungs- und Bildungsvorlauf zur Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution unter den Bedingungen des entwickelten

gesellschaftlichen Systems des Sozialismus zu sichern. Dazu benötigen wir, wie Walter Ulbricht auf dem 15. Plenum ausführte, schöpferische sozialistische Persönlichkeiten mit hohem Ideenreichtum, die kühn neue Wege in der wissenschaftlichen Arbeit beschreiten. Deshalb ist die Vertiefung der Wissenschaftskooperation mit der Sowjetunion, die weitere Einbeziehung der Wissenschaft in den gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß zur Stärkung der ideologischen und ökonomischen Machtposition des Sozialismus, die Ausbildung klassenbewußter Absolventen, für die die schöpferische sozialistische Arbeit ein Lebensbedürfnis ist, die kollektive Ideenfindung, die tiefgründige Aneigung des Marxismus-Leninismus und der theoretischen und methodologischen Grundlagen des Faches der Klassenauftrag aller Wissenschaftler und Studenten zur allseitigen Stärkung unserer Republik.





Das letzte . . .

aus der Biologie:

Bäcker: "Junge, was starrst du mich so an?"
Junge: "Mutti schickt mich her, ich soll gucken, ob sie Schweinsohren haben."

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig

Sektion Physik

Elektronische Datenverarbeitung (Teil 9)

Im letzten Teil hatten wir einige Beispiele der Anwendung der EDV in der Wirtschaft kennengelernt. Es wurde festgestellt, daß nur der Einsatz modernster Rechentechnik uns es in den nächsten Jahren ermöglichen wird, die ökonomischen Probleme (und nicht nur diese) beim umfassenden Aufbau des Sozialismus zu meistern. Im Bereich Ökonomie wird also die EDV in den nächsten Jahren ihr hauptsächliches Einsatzgebiet finden. Allerdings spricht man eigentlich erst ab etwa 1960 von Datenverarbeitung. Zuvor wurden die ersten Rechner und Computergenerationen hauptsächlich zur Berechnung wissenschaftlicher Aufgaben eingesetzt. Sie waren daher auch entsprechend der Aufgabenstellung konstruiert. Inzwischen hat sich, wie bereits gesagt, das Haupteinsatzgebiet wesentlich verschoben, was nicht bedeutet, daß der Einsatz von Rechnern im naturwissenschaftlichen Bereich unbedeutend ist. Ganz im Gegenteil. So kann man z.B. mit Recht behaupten, daß der derzeitige Stand in der Weltraumfahrt nur durch die Anwendung schneller Rechner erreicht werden konnte. Es läßt sich sehr schwer sagen, welcher Bereich mehr vom anderen profitierte - Weltraumfahrt oder Rechentechnik. Beide bilden in ihren Entwicklungsbestrebungen eine untrennbare Einheit.

Aber auch auf anderen Gebieten konnten große wissenschaftliche Leistungen mit Unterstützung der Rechentechnik erzielt werden.

In der Kernphysik fallen bei Experimenten viele Tausend, ja sogar Millionen fotografischer Aufnahmen an, auf denen die Spuren verschiedener Elementarteilchen festgehalten sind. Aus den Bahnspuren kann man z.B. die Energie und die Lebensdauer des entsprechenden Teilchens berechnen und auf weitere physikalische Eigenschaften schließen. Nun ist die Auswertung allerdings sehr mühevoll, weil bei der Großzahl von Aufnahmen nur einige wesentlich neue Informationen enthalten, z.B. Informationen über die Eigenschaften eines noch nicht bekannten

Teilchens. Der Computer kann hier wesentliche Routinearbeiten übernehmen. Die Fotoplatten werden durch Fotozellen abgetastet, die entsprechenden Werte der Bahnspuren dem Rechner übermittelt, der sofort daraus alle wichtigen physikalischen Parameter berechnet. Auf diese Weise konnten bereits schon neue Elementarteilchen entdeckt werden.

Röntgenstrahlen werden zur Untersuchung komplizierter organischer Moleküle eingesetzt. Dabei werden sie, bedingt durch die Struktur des Moleküls, in charakteristischer Weise gebeugt. Die Beugungsbilder können auf Filmen registriert werden. Aus den sogenannten Reflexen lassen sich dann durch Berechnungen die Molekülstrukturen bestimmen. Das ist allerdings sehr zeitaufwendig, da aus einer zweidimensionalen Abbildung (Film) auf eine räumliche Struktur geschlossen werden muß. Es sind Methoden entwickelt worden, welche die langwierigen "manuellen" Auswertungen durch den Einsatz eines Rechners nicht mehr nötig machen. Die Röntgenstrahlreflexe werden nach Intensität und Lage analysiert, die Ergebnisse sofort einem Rechner zugeführt, der daraus die Molekülstruktur berechnet, es in verschiedenen Ansichten auszeichnet bzw. auf einem Fernsehschirm abbildet oder nur die entsprechenden Zahlenwerte ausdruckt. Damit war es z.B. möglich, Modelle von Proteinmolekülen bildlich darzustellen. Das Molekül konnte auf den Bildschirm "gedreht" werden, so daß eine Betrachtung von allen Seiten möglich war. Der Tag wird sicherlich nicht mehr fern sein, daß ein Wissenschaftler vor einem Bildschirm mit Hilfe des Computers Moleküle und deren Atomanordnungen wie durch ein Mikroskop betrachtet.

Die bildliche Darstellung von Rechenergebnissen wird in den nächsten Jahren kolossal an Bedeutung gewinnen. Die Ursachen liegen vor allem in einer einfachen Handhabung der Ergebnisse, ihre sofortige "anschauliche" Auswertung und der Tatsache, daß Rechenfehler, bedingt durch z.B. falsches Programmieren, sofort gesehen werden können.

Ergänzung zum Physikunterricht 10./11. Klasse

Dipl.-Phys. W. Wesch

Meßgrenzen III
Meßgrenzen bei optischen Untersuchungen

Im ersten Teil dieser Artikelserie wurde dargelegt, daß durch ein beliebiges Meßsystem ein Signal S so verfälscht wird, daß am Ausgang des Systems ein Signal S' gemessen wird. Wir wollen nun annehmen, daß das Signal S eine elektromagnetische Welle, speziell eine Lichtwelle, ist. Das Meßsystem ist demzufolge ein optisches System.

An dem folgenden Beispiel soll erläutert werden, auf welche Weise eine Lichtwelle durch ein optisches System verändert wird. Wir nehmen an, daß von einer punktförmigen Lichtquelle Licht in die Eintrittsöffnung des optischen Systems fällt. Die Lichtquelle sei dabei ein Fixstern. Wegen der großen Entfernung zwischen Meßsystem und Lichtquelle kann angenommen werden, daß das auftreffende Licht nahezu parallel ist.

Der Stern werde mit einem astronomischen Fernrohr betrachtet. Die parallelen Lichtstrahlen werden in der Brennebene des Objektivs fokussiert und mit dem Okular, d.h. mit einer Lupe, betrachtet. Nach den Gesetzen der geometrischen Optik müßte in der Brennebene des Objektivs ein scharfes Bild der Lichtquelle entstehen. Auf Grund der Wellennatur des Lichtes erhalten wir jedoch, selbst unter der Annahme, daß durch die Objektivlinse keine Abbildungsfehler auftreten, kein scharfes Bild der Lichtquelle. Ursache dafür ist die <u>Beugung</u> des Lichtes, die an der Eintrittsöffnung auftritt, und die statt des scharfen Bildpunktes ein sogenanntes <u>Beugungsscheibchen</u> liefert.

Die Abb. 1 verdeutlicht diesen Effekt. Auf eine Linse fällt paralleles Licht, das hinter der Linse auf einen im Abstand f (Brennweite) angebrachten Schirm fällt.

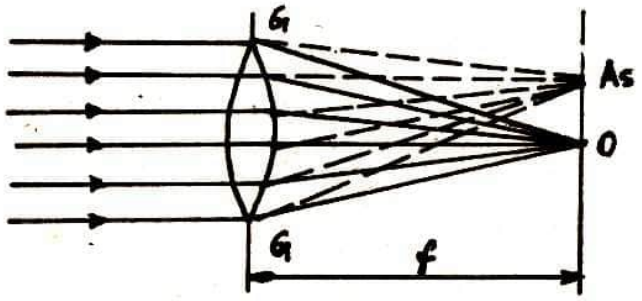


Abb. 1: Beugungsbilder der Objektivfassung

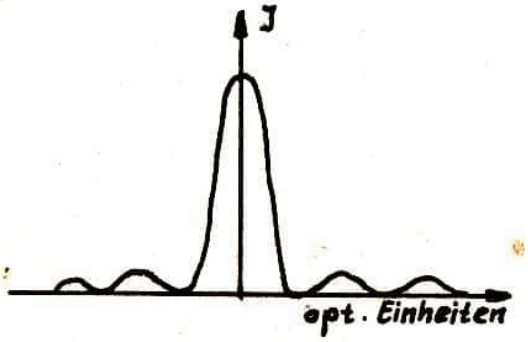


Abb. 2: Intensitätsverteilung

In dem seitlich von O gelegenen Punkt A_s treffen Lichtwellen von verschiedener Phase zusammen, die Lichtmaxima und Lichtminima erzeugen können. In Abb. 2 ist die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes vereinfacht in der Ebene dargestellt. Durch Drehung um die Ordinatenachse erhält man die vollständige Verteilung.

Aus der Theorie der Beugung von parallelem Licht an kreisförmigen Öffnungen erhält man für den Radius des ersten dunklen Beugungsringes $\delta = 0{,}61 \cdot \frac{f \cdot \lambda}{\varrho}$, wenn f die Brennweite der Linse und ϱ der Radius der Linsenfassung ist. Statt des in der Strahlenoptik zu erwartenden Punktes entsteht also ein Beugungsscheibchen, dessen Helligkeit von der Mitte nach dem Rand zu abnimmt und das außerdem von konzentrischen Ringen umgeben ist. Der Durchmesser des Beugungsscheibchens beträgt $1{,}22 \cdot \lambda : \frac{\varrho}{f}$.

Will man nun zwei unter einem kleinen Winkel erscheinende Gegenstände, z.B. einen Doppelstern, noch getrennt wahrnehmen, so spielt dabei verständlicherweise die Beugung eine große Rolle. Die Möglichkeit, zwei nahe beieinander stehende Sterne getrennt wahrzunehmen, hängt nämlich davon ab, ob die beiden Beugungsscheibchen sich in der Brennebene des Objektivs überdecken. Das hängt einmal vom Winkel ab, den die von den Sternen ausgehenden Lichtbündel miteinander bilden, und zum anderen von der Größe der Beugungsscheibchen. Diese sind, nach den obigen Angaben, um so kleiner, je größer der Radius ϱ der Linse und je kleiner die Brennweite f und die Lichtwellenlänge λ sind. Die beiden Bilder können dann voneinander getrennt werden, wenn das ringförmige Helligkeitsmaximum des einen Beugungsbildes in den ersten dunklen Ring des zweiten

Die äußersten Strahlen des abgebeugten Parallelstrahlenbündels haben dann einen Gangunterschied von $\frac{3}{2}\lambda$. Analog kann man sich die Bildung der nächsten Minima und Maxima überlegen. Insgesamt erhält man als Bedingung für die Entstehung von Helligkeitsmaxima und -minima die Beziehung

$$\boxed{a \sin \alpha = k \frac{\lambda}{2}} \quad .$$

Dabei ist k eine ganze Zahl und a die Spaltbreite. Die Beugungsmaxima nehmen jedoch an Intensität ab, da für ihre Entstehung immer nur der k-te Teil des gesamten Strahlenbündels zur Wirksamkeit kommt (siehe Abb. 2).

Durch ähnliche Überlegungen kann die Bedingung für Beugung an einem Beugungsgitter hergeleitet werden.

Zum Schluß sollen noch einige Angaben über Auflösungsvermögen verschiedener optischer Geräte gemacht werden.

1. Astronomisches Fernrohr:

Wie schon angedeutet, nimmt mit steigendem Objektivdurchmesser das Auflösungsvermögen zu. Der kleinste Winkelabstand zweier Sterne, die noch getrennt wahrgenommen werden können, ist $\varepsilon = \frac{116''}{d}$, wenn d der Objektivdurchmesser in mm ist. Der Kehrwert $\frac{d}{116''}$ ist ein Maß für das Auflösungsvermögen.

Mit zunehmenden Objektivdurchmesser nimmt außerdem die Helligkeit des abgebildeten Objektes zu. Um keine zu große sphärische Aberration zu erzeugen, darf das Objektiv nicht zu stark gekrümmt sein, d.h. seine Brennweite muß sehr groß sein.
Die größten Fernrohre haben folgende Durchmesser und Brennweiten:

Yokes-Observatorium Williams Bay: USA	f = 19 m,	d = 102 cm
Lick-Sternwarte in Kalifornien	f = 18 m,	d = 91 cm
Photographischer Refraktor, Potsdam	f = 12 m,	d = 80 cm
Refraktor Babelsberg	f = 10,5 m,	d = 65 cm .

2. *Spektralapparate:*

Bei physikalischen Untersuchungen entsteht oft das Problem, Lichtwellen, deren Wellenlängen sich nur um sehr kleine Beträge unterscheiden, zu trennen.
Auch das Auflösungsvermögen der dazu verwendeten Spektralapparate wird durch die Beugung begrenzt.
Ist der Wellenlängenunterschied $d\lambda$ und die mittlere Wellenlänge der Strahlenarten λ, so wird $\frac{\lambda}{d\lambda}$ als Auflösungsvermögen des Spektralapparates bezeichnet. Ein Auflösungsvermögen von 100000 beispielsweise bedeutet, daß Lichtwellen, die sich um $\frac{1}{100000}$ ihrer Wellenlänge unterscheiden, noch als verschieden erkannt werden können.

Wissenschaft im Kreuzverhör

Heute war "impuls 68" in Dresden zu Gast bei Herrn Prof. Dr. Manfred von Ardenne. Das von ihm geleitete und seinen Namen tragende Institut hat besonders in jüngster Zeit durch die Forschungen auf medizinisch-physikalischem Gebiet die Fachwelt aufhorchen lassen. Um so natürlicher, daß wir in unserem Bemühen um aktuelle Information für unsere Leser, unser Augenmerk gerade auf dieses Gebiet gelenkt haben.

„impuls 68":
Herr Professor von Ardenne, mit welcher Problematik beschäftigt sich Ihr Institut gegenwärtig, und welche Ergebnisse erwarten Sie im Jahre 1971?

Prof. von Ardenne:
Ich möchte auf diese Frage so antworten, daß ich speziell den Forschungsbereich in Betracht ziehe, den wir gegenwärtig in der Medizin mit besonderer Intensität bearbeiten. Gerade diese medizinischen Forschungen haben ja ziemlich allgemeines Interesse aus naheliegenden Gründen.

Im Jahre 1971 wird mit zunehmender Klarheit erkennbar werden, in welchem Grade den Krebskranken durch unsere Dresdener "Krebs-Mehrschrittherapie" praktisch geholfen werden kann. An der Gestaltung dieser hochselektiven Therapie arbeiten wir bereits seit fast 10 Jahren.

Über diese Frage hinaus werden uns Forschungen zu der kürzlich in Experimenten erprobten Krebs-Mehrschrittprophylaxe beschäftigen. Das ist eine Methode, bei deren Anwendung es in hohem Grade wahrscheinlich ist, daß man überhaupt nicht erst am Krebs erkrankt. Über die speziellen Einzelheiten dieser Forschungen berichten wir zusammenfassend in der zweiten Auflage des Buches "Theoretische und experimentelle Grundlagen der Krebs-Mehrschrittherapie", die in wenigen Monaten erscheint.

Weiterhin werden uns im Jahre 1971 sehr stark Forschungen zur O_2-Mehrschrittherapie", wie wir sie genannte haben, beschäftigen.

Den beiden genannten Themen liegen Entdeckungen des vergangenen Jahres zu Grunde, welche uns zeigten, daß die gesundheitsfördernde Wirkung des Sauerstoffs eminent gesteigert werden kann, wenn man den Sauerstoffanteil in der Atemluft über längere Zeit, z.B. 30 Stunden etwa verdoppelt, und dabei gleichzeitig Pharmaka gibt, welche die Sauerstoffnutzung in den Geweben stark heraufsetzen.

Dieses Mehrschrittvorgehen, dessen wissenschaftliche Begründung wir in verschiedenen in Druck befindlichen Arbeiten geben, dürfte schnell zu einem elementaren Behandlungsverfahren der Medizin für überraschend vielseitige Einsatzbereiche werden.

Liegen doch schon Beobachtungen vor, und gegenwärtig arbeiten wir an der statistischen Sicherung dieser Beobachtungen, daß durch die "O_2-Mehrschrittherapie" Zustände vor Eintritt einer Krebserkrankung sich zurückbilden, und daß eine teilweise Entschlackung der Blutgefäße, insbesondere bei älteren Menschen stattfindet. Das bedeutet also, daß wir die Hoffnung haben, auf diesem Wege sklerotische Zustände im Gefäßsystem, die ja besonders den älteren Menschen in seinem gesundheitlichen Status verschlechtern, abzubauen.

Ein spezielles Anwendungsgebiet der neuen Therapie wird die Behandlung von Sauerstoffmangelkrankheiten sein. Mit ihrer Hilfe wird es gelingen die Abnahme der Lungenleistung bei höherem Lebensalter, mit ihren schweren Folgeerscheinungen, zeitweilig zu kompensieren.

Ein weiteres Anwendungsfeld dürfte die Milderung von bedrohlichen Entzündungskrankheiten, z.B. Kinderlähmung, in der akuten Phase sein. Die gleiche Maßnahmekombination wirkt wie das "Auftanken" von Herz-Kreislaufreserven. Dieses "Auftanken" sollte schnell zum Allgemeingut der Medizin werden, vor voraussehbaren schweren Belastungen wie Operationen, Geburten usw.

Bei dieser hier kurz geschilderten Situation sehen wir mit außergewöhnlichen Erwartungen in das Jahr 1971. Unterstützt durch das Ministerium für Gesundheitswesen der DDR und durch eine große Zahl medizinischer Partner, werden wir 1971 die Möglichkeiten und Grenzen der genannten neuen Wege zu erkunden versuchen.

„impuls 68":
Herr Professor von Ardenne, welche Ratschläge würden Sie einem Oberschüler geben, der noch nicht weiß, was er studieren möchte?

Beugungsbildes fällt. Das Auflösungsvermögen ist definiert als der reziproke Wert des kleinsten Sehwinkels zweier weit entfernter, noch getrennt wahrnehmbarer Punkte. Es wird vergrößert, wenn die Öffnung des Objektivs vergrößert wird. Durch eine Okularvergrößerung kann das Auflösungsvermögen nicht erhöht werden, man erhält in diesem Falle nur eine sogenannte "leere Vergrößerung", die keine weitere Information liefert.

Wir haben an dem Beispiel gesehen, wie die Beugung die Messungen mit optischen Instrumenten begrenzt. Zum näheren Verständnis dieses Phänomens wollen wir die Vorgänge bei der Beugung im Spalt noch einmal ins Gedächtnis zurückrufen.

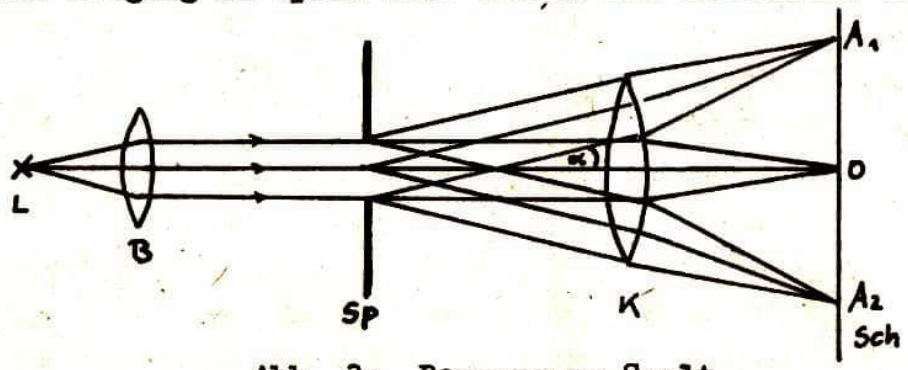


Abb. 3: Beugung am Spalt

Von einer punktförmigen Lichtquelle L, die im Brennpunkt einer Linse B aufgestellt ist, fällt Licht auf die Linse B. Durch die Linse werden die Brennpunktstrahlen zu Parallelstrahlen, die nun auf den Spalt auftreffen. Die nicht abgebeugten Strahlen werden von einer Linse K im Punkt O auf dem Schirm Sch vereinigt. Von den nach allen Richtungen abgebeugten Strahlen werden die jeweils parallel zueinander, z.B. in einer Richtung α vom Spalt ausgehend, verlaufenden zusammengefaßt. Sie werden durch die Linse K in den Punkten A_1 und A_2 auf dem Schirm vereinigt. Wir erhalten auf diese Weise ein sogenanntes Interferenzbild des Spaltes.

Die Beugungserscheinungen kann man sich beispielsweise mit Hilfe des Huygensschen Prinzips erklären. Danach kann in jeder Welle jeder Punkt als Mittelpunkt eines neuen Elementarwellen-

systems angesehen werden. Die sich aus den Elementarwellen ergebende Welle ist mit der ursprünglichen Welle identisch.

Man kann nun jeden in der Öffnung des Spalts liegenden Punkt als Ausgangspunkt eines Wellensystems ansehen. Auf dem Schirm entsteht zunächst dort ein Lichtmaximum, wo die auf der Spaltöffnung errichtete Mittelsenkrechte den Schirm trifft, da alle hier auftreffenden Strahlen dieselbe Phase haben.

Wir denken uns um die den Spalt bildende Punktreihe XY in der Mitte M in zwei Teile zerlegt. Als willkürliche Anzahl der Erregungszentren nehmen wir 100 an. Dann entsteht auf dem Schirm hinter dem Spalt dort ein dunkler Streifen, wo die vom ersten (x) und S1. Wellenzentrum(M) ausgehenden Lichtwellen sich auslöschen. Das geschieht dann, wenn der Gangunterschied zwischen den von diesen Punkten ausgehenden Wellen $\frac{\lambda}{2}$ beträgt (Abb. 4a). Dann beträgt auch der Gangunterschied zwischen den vom 2. und 52., 3. und 53. usw. Punkten ausgehenden Wellen $\frac{\lambda}{2}$. Das erste Lichtminimum entsteht also unter demjenigen Beugungswinkel, unter dem die äußersten Strahlen des abgebeugten Strahlenbündels einen Gangunterschied von einer Wellenlänge haben. Denkt man sich den Spalt in drei gleiche Teile aufgeteilt, dann liegt das erste seitliche Maximum bei einem solchen Beugungswinkel, daß die Strahlen, die von jedem Punkt des ersten Drittels ausgehen, sich mit den von jedem Punkt des zweiten Drittels ausgehenden Strahlen auslöschen, also einen Phasenunterschied von einer halben Wellenlänge haben (Abb. 4b). Dann bleibt noch die gesamte Lichtmenge unausgelöscht übrig, die vom letzten Drittel der Punktreihe ausgehen.

Abb. 4: Zerlegung des durch den Spalt gehenden Bündels für das erste Minimum (a), erste Maximum (b)

Prof. von Ardenne:
Ich sehe noch, gerade bestärkt durch unsere jüngsten Forschungsergebnisse, eine eminente Entwicklung auf dem Grenzgebiet zwischen Medizin und den anderen exakten Naturwissenschaften Physik, Mathematik, Chemie usw., voraus. Ich würde also z.B. raten, daß talentierte junge Menschen sich dem Studium dieser genannten Fachsparten annehmen. Ungewöhnlich wäre vielleicht die Erwartung, daß der Student mehrere Gebiete gründlich studiert, also Medizin und die exakten Naturwissenschaften. Aber es ist ja heute so, daß an den Grenzen zwischen den Fachgebieten das Neue mit besonderer Wahrscheinlichkeit heranwächst.

„impuls 68":
Herr Professor von Ardenne, wie sollte dann Ihrer Meinung nach die Hochschulausbildung für eine derartige interdisziplinäre Forschung gestaltet werden?

Prof. von Ardenne:
Ich glaube der richtige Weg besteht darin, daß man zunächst, sagen wir 4 Semester, ein außerordentlich intensives Studium der Grundlagen absolviert.
Nach diesen zwei Jahren sollte dann mit einer Spezialisierung begonnen werden. Am besten in der Form, daß man an konkreten Forschungsaufgaben weiterstudiert, und sich an diesen Aufgaben spezialisiert. Das ist ja auch in der 3. Hochschulreform so vorgesehen, in der Form des sogenannten Forschungsstudiums.

Natürlich muß man sich davor hüten, daß man allzu sehr spezialisiert wird. Ich sagte ja gerade, daß an der Nahtstelle zwischen verschiedenen Fachsparten das Neue entsteht. D.h. man sollte eigentlich eben mehrere Fachgebiete in einem gewissen Grade übersehen. Man muß also den richtigen Kompromiß finden zwischen Spezialisierung in Richtung auf die gestellten Aufgaben hin und einem breiten Studium der wesentlichen Dinge der beteiligten Fachgebiete.

„impuls 68":
Herr Professor von Ardenne, im Namen der Redaktion und im Namen unserer Leser möchten wir uns ganz herzlich für das Interview bedanken.

B. Schubert, 5. Stdj.

Sektion Biologie

Die Bedeutung der Kooperation mit der UdSSR auf dem Gebiet der Biologie

Bei der Kooperation geht es in erster Linie um die Erweiterung und Vertiefung der wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Zusammenarbeit mit der Sowjetunion, der VR Polen, der CSSR und anderen sozialistischen Ländern. Die Zusammenarbeit mit der Sowjetunion geht über die Lösung einzelner Produktions- und Forschungsarbeiten bereits hinaus.

Bei der Gestaltung der Kooperationsbeziehungen geht es um ökonomisch begründete Auswahlkriterien für die Aufnahme von Kooperationsbeziehungen und um die Qualifizierung des Systems der vertraglichen Beziehungen zwischen den Kooperationspartnern.

Die Schaffung von Zentren mit komplexem Charakter, insbesondere komplexer Großforschungszentren, ist noch im Entstehen. Der Erfahrungsaustausch mit der Sowjetunion, die schon derartige Großforschungszentren besitzen und über genügend Erfahrungen verfügt, ist für unsere Volkswirtschaft sehr nützlich. Beispiele für die Zusammenarbeit auf biologischem Gebiet wären das Großforschungszentrum für biologische Forschung der AdW in Puschtschino in der Sowjetunion. Hier haben sich verschiedene Institute zusammengeschlossen, wie das Institut für Biophysik Biochemie, Physiologie der Mikroorganismen, Institut für Eiweiße, Institut für Photosynthese und das Spezialkonstruktionsbüro für biologische Forschungsgeräte.

Eine weitere verstärkte Zusammenarbeit liegt in der medizinischen Forschung. So überträgt die Neurochirurgische Klinik der Leipziger Karl-Marx-Universität wichtige biologische Meßwerte von Herzmuskel- und Hirnströmen per Funk und Draht an eine Moskauer Spezialklinik. Das Institut für Impfstoff- und Serumprüfung und das Zentrallabor für Grippe-

viren Berlin-Pankow, das Institut für Immunologie und das Impfstoffwerk Berlin-Oberschöneweide haben enge Beziehungen mit sowjetischen Instituten und führenden Wissenschaftlern auf dem Gebiet der Virologie und Immunologie. Weitere Möglichkeiten liegen auf dem Gebiet der Hals-Nasen-Ohren-Erkrankungen, der Transplantation von Organen und Geweben, der klinischen Biochemie und Labordiagnostik und der Gesundheitseinrichtung.

So, wie auf dem biologischen Gebiet liegen auch auf anderen Gebieten unserer Wirtschaft Kooperationsbeziehungen mit den sozialistischen Ländern vor, die immer mehr zu einer objektiven Notwendigkeit werden.

Otto von Guerickes „Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio"

Der Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke (1602-1686) auf den die 1. Konstruktion des Barometers, die Bestimmung der Elastizität, der Dichte und des absoluten Gewichtes der Luft zurückgeht, begann in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Experimente Torricellis und Pascals über den Luftdruck fortzusetzen. Obwohl er in einer Zeit, die infolge der herrschenden politischen Umstände der Förderung der Wissenschaft wenig günstig war, seine Versuche anstellte, kam er zu hervorragenden Ergebnissen.

Guericke faßte sie in seinem einzigen Werk "Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio" zusammen, daß, verziert mit prächtigen Kupferstichen, 1672 in Amsterdam erschien. Durch seine, für die damalige Zeit, ungeheure Verbreitung trug es viel dazu bei, die wissenschaftlichen Forschungen Guerickes in weiten Kreisen bekannt zu machen.

In seinem Buch, das sich neben einigen anderen Gebieten hauptsächlich mit der Streitfrage über die Existenz eines luftleeren Raumes auseinandersetzt, beschrieb Guericke physikalische Experimente, die auch heute noch als grundlegend gelten.

Unser Titelblatt zeigt einen Versuch, der den Druck der Luft nachweist. An einen luftleer gepumpten Ballon befestigte Guericke einen Zylinder, in dessen Boden ein Kolben luftdicht eingepaßt war. An diesem Kolben befanden sich 40-50 Schnüre, so daß eben so viel Personen daran ziehen konnten. Diese zogen den Kolben in die Höhe, sobald aber der Hahn, der den Zylinder mit dem Ballon verband, geöffnet wurde, preßte die äußere Luft den Kolben mit solcher Kraft in den Zylinder, daß die Personen es nicht verhindern konnten.
Die Rückseite des Heftes zeigt einen Versuch, der zur ersten funktionierenden Luftpumpe der Welt führte, die von Guericke um 1650 entwickelte und die zu einem unerläßlichen Werkzeug für die folgende Entwicklung der Wissenschaft und Technik wurde. Guericke versuchte ein mit Wasser gefülltes Faß mittels einer Handfeuerspritze leerzupumpen, um so einen luftleeren Raum zu gewinnen. Man brachte aber nur wenig Wasser heraus. Statt dessen wurde Guericke durch ein Geräusch aufmerksam aufmerksam gemacht, daß Luft durch die Fugen des Fasses eindrang. Er setzte daraufhin ein kleineres in ein größeres Faß, füllte beide mit Wasser und wiederholte den Versuch aber auch diesmal ohne Erfolg. Nicht abgeschreckt durch das Mißlingen , wiederholte er das Experiment noch einmal in vollkommen abgeänderter Versuchsanordnung. Auf eine kupferne Blase, mit einer kurzen, mit einem Hahn versehenen Röhre, kam die Feuerspritze, inzwischen auch mit einem Hahn versehen . Dieser mußte immer dann geöffnet werden, sooft der Kolben der Pumpe nach innen gedrückt wurde, so daß die aus der Blase gezogene Luft entweichen konnte. Die so konstruierte Luftpumpe funktionierte ausgezeichnet und war für Guericke die Grundlage für seine anderen Entdeckungen.

Das letzte . . .

aus der Biologie:

Zwei Raupen sonnten sich und blickten einem Schmetterling nach. "Erstaunlich, nicht wahr?" sagte die eine. "Mag sein", gab die andere zu "aber keine zehn Pferde kriegen mich je in so ein Ding rein!"

Die untenstehende Abbildung zeigt ein von Guericke konstruierten Manometer zur Dichtebestimmung der Luft. Er bestand aus einer luftleergepumpten Kugel, die am Ende eines Waagebalkens hing und durch Gewichte, die am anderen Ende der Kugel hingen, ausbalanziert wurde. Da die Kugel so viel von ihrem Gewicht verlor wie das Gewicht des von ihr verdrängten Luftvolumens betrug, so konnte er genau feststellen, ob die Luft an einem bestimmten Ort dichter oder dünner war. Ebenfalls stellte er mit dieser Waage das absolute Gewicht der Luft erstmalig fest, indem er die Kugel einmal ohne und einmal mit Luft wog. Aus der Differenz berechnete er das Gewicht der Luft. Er erkannte aber auch gleichzeitig, daß sich das Gewicht mit der Dichte ändern wird.

R. Bergmann

Forschungsstudent

Sektion Chemie

Das Forschungsstudium

Über das allgemeine Ziel und die Aufgaben des Forschungsstudiums heißt es in der "Anordnung über das Forschungsstudium" (GBl. II/54, S. 410) vom 1. Juni 1970:

"Das Forschungsstudium ist die grundlegende Ausbildungsform für die Heranbildung des promovierten wissenschaftlichen Nachwuchses für Wissenschaft und Praxis, insbesondere für die Hochschulen, wissenschaftlichen Akademien und die sozialistischen Großforschungszentren. Im Forschungsstudium sind durch zielstrebige Auswahl und frühzeitige Förderung die gesellschaftlich und fachlich besonders befähigten Studenten nach Abschluß der Hauptprüfung zu qualifizieren.

Die Hauptaufgabe des Forschungsstudiums ist es, wissenschaftlich hochqualifizierte sozialistische Kader auszubilden und zu erziehen, die durch ihre parteiliche und bewußte schöpferische Arbeit für die umfassende Stärkung des Sozialismus wirken."

Das Forschungsstudium dauert in der Regel drei Jahre und schließt mit dem Erwerb des akademischen Grades "Doktor eines Wissenschaftszweiges" ab. Um nach erfolgreich abgelegter Hauptprüfung in das Forschungsstudium aufgenommen zu werden (im allgemeinen nach 3½ Studienjahren), müssen die Studenten folgende Anforderungen erfüllen:

- vorbildliche Leistungen in allen Studienfächern, besonders im Fach Marxismus-Leninismus
- Fähigkeiten zur selbständigen Aneignung und schöpferischen Verarbeitung der notwendigen neuesten Erkenntnisse und der wissenschaftlichen Arbeitsmethoden
- sehr gute Leistungen im wissenschaftlich-produktiven Studium und der wissenschaftlichen Arbeit verbunden mit Interesse für Lehr- und Forschungstätigkeit

- aktive gesellschaftliche Tätigkeit und eigenverantwortliche Mitarbeit bei der Lösung gesellschaftlicher Aufgaben
- feste und parteiliche Haltung zu allen Fragen des studentischen Zusammenlebens und Vertreten eines klaren Standpunktes in den Diskussionen der Seminargruppen.

Die Aufnahme in das Forschungsstudium wird durch den Rektor der Universität vorgenommen, dem die Vorschläge vom Sektionsdirektor unterbreitet werden.

Der Forschungsstudent ist vollwertiges Mitglied der Arbeitskollektive und wird durch den Leiter der Forschungsgruppe oder einen beauftragten wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Nach Abschluß seiner Ausbildung muß er befähigt sein, wissenschaftliche Arbeit planen, leiten und organisieren und im Kollektiv arbeiten zu können. Dem Forschungsstudenten wird die Möglichkeit gegeben, sich an Weiterbildungsveranstaltungen der Sektion (und auch der Universität) zu beteiligen und für seine Ausbildung erforderliche Lehrveranstaltungen zu besuchen. Die marxistisch-leninistische Weiterbildung erfolgt hauptsächlich in seminaristischer Form mit dem Ziel, die im Grund- und Fachstudium gewonnenen Kenntnisse wesentlich zu vertiefen und zu erweitern.

Die Vervollkommnung der Sprachkenntnisse erfolgt in der Regel in zwei Fremdsprachen - Russisch und Englisch, wobei in einer Fremdsprache die Sprachkundigenprüfung III (3 Semester intensiver Lehrgang) erfolgreich abzulegen ist.

Um für die Dauer des Forschungsstudiums einen gezielten, planmäßigen Arbeitsablauf zu gewährleisten, hat der Forschungsstudent einen Arbeitsplan auszuarbeiten, der vom Leiter des Forschungskollektivs zu bestätigen ist und über dessen Erfüllung der Forschungsstudent seinem Arbeitskollektiv rechenschaftspflichtig ist.

Als materielle Unterstützung erhält jeder Forschungsstudent ein Grundstipendium von monatlich 300,-- M im ersten, 350,-- M im zweiten und 400,-- M im dritten Ausbildungsjahr. Darüberhinaus können an 10 % der Forschungsstudenten Leistungsstipendien bis zu 150,-- M und an 20 % bis zu 75,-- M gezahlt werden.

Die Aufnahme in das Forschungsstudium ist eine hohe Auszeichnung, und jeder Student sollte sich durch hervorragende Arbeitsleistungen und hohen persönlichen Einsatz ihrer würdig erweisen.

Zum Schmunzeln!

Genußreiche Vorlesung

August Wilhelm von Hofmann brachte in seinen Vorlesungen mancherlei scherzhaftes Beiwerk zum Vorschein ...
Bei der Behandlung der Ester, die u. a. Aromastoffe von Süßigkeiten darstellen, ließ er einen Teller mit Bonbons herumgehen. Der Teller leerte sich zusehends, so daß die weiter hinten Sitzenden ihrer Befürchtung, daß sie leer ausgehen würden, nach altem Brauch mit Nachdruck durch Scharren mit den Füßen Ausdruck verliehen. Hofmann zeigte jedoch auf einen Reserveteller mit Bonbons und meinte: "Es sind noch viele da".
Als er jedoch die Apfelsäure behandelte, ließ er einige unreife Äpfel durch die Reihen wandern, wobei der Teller gefüllt zurückkam. Darauf Hofmann vorwurfsvoll: "Aber weshalb bedienen sich denn die Herren nicht?"

Unsichtbar

Rutherford demonstrierte in einer Vorlesung die Zerfallserscheinungen des Radiums. Bald leuchtete der Zinksulfidschirm auf, bald wurde er dunkel.
"Sie sehen jetzt", sagte Rutherford, "daß Sie nichts sehen! Und warum Sie nichts sehen, das werden Sie gleich sehen!"

E. Heuschkel/G. Dobritz

Sektion Physik, 3. Stdj.

„impuls 68" berichtet von der LM 71 Leipziger Frühjahrsmesse 1971

In der Zeit vom 14.3.-23.3.71 fand die diesjährige Frühjahrsmesse in Leipzig statt.
Seit Jahren wird die Leipziger Messe in Übereinstimmung mit den Erfordernissen der wissenschaftlich-technischen Revolution zielstrebig entwickelt.

Die Zeit, in der die Messe ausschließlich den Wirtschaftlern und Kaufleuten vorbehalten war, ist längst vorbei. Heute sind zu diesen Besuchern die Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker aus aller Welt hinzugekommen, die sich über den neuesten Stand auf ihrem Fachgebiet informieren, Erfahrungen austauschen und Anregungen für ihre eigene Arbeit suchen.

Eine besonders wichtige Neuerung ist die Zusammenfassung des Angebots der Datenverarbeitungstechnik und des wissenschaftlichen Gerätebaus.

Der Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution stehen heute Erzeugnisse in kompletten Systemeinheiten im Mittelpunkt der Forschung und Entwicklung.
Wie sich gerade auf der diesjährigen Messe zeigte, besitzt in diesem Zusammenhang der wissenschaftliche Gerätebau eine besonders große Bedeutung.
Dies sah man deutlich an der Komplexausstellung des VEB Carl Zeiss Jena, der erstmalig nach Anwendungsgebieten in der Produktion und praxisbezogenen Problemlösungen gegliederte Exponate zeigte.
Das Angebot von Gerätesystemen bzw. Problemlösungen sollte die Benutzung der Zeiss-Geräte als Rationalisierungsmittel in strukturbestimmenden Wirtschaftsbereichen demonstrieren und aufzeigen, daß mit der Nutzung dieser anwendungsorientierten komplexen Gerätesysteme eine hohe Zuwachsrate der Effektivität in diesen Bereichen erreicht werden kann. Bei der Betrachtung der Ausstellungsfläche des VEB Carl Zeiss konnte man deutliche Beweise dafür finden.

So wurden komplexe Gerätesysteme für die chemische Forschung und Produktion, Problemlösungen für die Leicht- und Buntmetallurgie und für die Chemiefaserproduktion ausgestellt.

Unter Problemlösung für Leicht- und Buntmetallurgie versteht man unter anderem die Rationalisierung der Werkstoffprüfung und der mineralogischen Rohstoffausbeutung durch komplette gerätetechnische Systeme sowie der Automatisierung von Routineprozessen.

Von großer Wichtigkeit für die Lösung oben erwähnter Aufgabenstellungen ist das Vorhandensein universeller Speicheranlagen, mit deren Hilfe es möglich ist, die gewonnenen Daten möglichst dicht und schnell abrufefähig zu speichern.

Auch hier ist der VEB Carl Zeiss mit einem Spitzengerät, dem Magnetbandspeicher ZMB 51 vertreten.
Dieses Gerät ist anschließbar an alle größeren EDV-Anlagen der sogenannten dritten Generation, die auf Grundlage integrierte Schaltkreise arbeiten. Er zeichnet sich durch eine kompakte Bauweise, eine hohe Aufzeichnungsdichte sowie eine hohe Bandgeschwindigkeit aus.

Durch ein derartiges Gerät ist leicht eine Verflechtung von EDV und Erzeugnissen des wissenschaftlichen Gerätebaus möglich, wie dies auf der Messe ausdrücklich von den Kombinaten Carl Zeiss Jena und Robotron Dresden betont wurde.

Weiterhin ist in diesem Zusammenhang eine Automatisierung des Datenerfassungs- und verarbeitungsprozesses durch den unmittelbaren Anschluß von Zeiss-Geräten an den Prozeßrechner PR 2100 des Robotron-Kombinates zu erreichen.

Es sind im besonderen zwei Neuentwicklungen des VEB Carl Zeiss, die sich für diese Verbindung gut eignen.
Dabei handelt es sich um den Meßprojektor MP 320 und ein digitales Werkzeugmikroskop.
Beide Geräte zeichnen sich durch objektive Meßwerterfassung (Ablesen an Meßtrommeln entfällt) und durch universellen Einsatzbereich aus.

Besonders wichtig dürfte der Meßprojektor für die Mikroelektronik sein, da er ein vielfach vergrößertes, verzerrungsfreies Bild des Meßobjektes zur unmittelbaren Betrachtung ohne Hilfsgeräte liefert.

Die Entwicklung derartiger Gerätesysteme erfordert aber ein immer umfassenderes und exakteres Wissen auf allen Gebieten der modernen Technik und Naturwissenschaft. Dabei muß die Ausbildung der künftigen Wissenschaftler und Techniker von vornherein nach den modernsten Methoden erfolgen.

Auch hier bietet sich die Elektronik in den verschiedensten Varianten geradezu an. Dabei kann die elektronische Datenverarbeitung einen erheblichen Teil der täglichen Routinearbeit des Lehrkörpers erledigen, kann den Lehrstoff darbieten, festigen helfen und schließlich zu einer objektiven Leistungskontrolle beitragen. Weiterhin kann sie selbst Gegenstand des Unterrichts sein. So konnte man bereits ein neues zweckmäßiges Lehr- und Übungsgerät zur Demonstration der internen Vorgänge eines elektronischen Rechners und zur Veranschaulichung von logischen Verknüpfungen in Automaten auf der diesjährigen Frühjahrsmesse begutachten.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß der Trend zu immer engerer Verschmelzung vieler, ehemals nicht verwandter Industriezweige mit dem Ziel der Gestaltung von Problemlösungen in allen Zweigen der Wirtschaft die Frühjahrsmesse 1971 beherrschte.

Bei einer psychotherapeutischen Behandlung von Patienten mit Elektroschock wurde durch Zufall festgestellt, daß nach einer solchen Behandlung eine Zunahme der Leukozyten (weiße Blutkörperchen - die Polizei des Organismus) erfolgt. Diese z. T. beträchtliche Erhöhung (50 ... 100 %) verbessert die Heilungsaussichten bei Infektionskrankheiten wesentlich und kann unter Umständen lebensrettend für den Patienten sein. Der Mechanismus der spontanen Leukozytenvermehrung ist noch unklar. (per)

Immunität

Unter Immunität versteht man die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen das Eindringen und die Ansiedlung von Krankheitserregern.

Die Immunität kann natürlich (angeboren) oder im Verlaufe des Lebens erworben werden. Die natürliche Immunität wird durch innere "Schutzvorrichtungen" des Körpers hervorgerufen. Dabei spielt die Phagozytose, mit ihren Fahigkeiten, Infektionserreger aufzunehmen und zu vernichten, eine besondere Rolle. Verschiedene Infektionskrankheiten verleihen dem Menschen dauernden Schutz gegen erneuten Krankheitsbefall.

Man unterscheidet aktive und passive Immunisierung (Immunität).

Bei der aktiven Immunisierung wird die Bildung von Antikörpern durch die Zuführung abgeschwächter Antigene erreicht. Der Organismus muß aktiv Antikörper gegen diese Antigene bilden. Die Antikörper treten in der Form von Prazipitine, Agglutinine, Bakteriolysine auf. Ein Beispiel dafür ist die Schutzimpfung. Bei ihr können die Erreger im lebenden, abgeschwächten oder abgetöteten Zustand benutzt werden, z. B. Pockenschutzimpfung. Durch die künstliche Immunisierung kann man Schutz gegen Infekt- und Toxineinwirkung erreichen. Die Verabreichung der Antigene kann sukultan (unter die Haut), oder intramuskulär aber auch peroral in Form von Tabletten erfolgen (z. B. bei Typhus oder Ruhr).

Bei der passiven Immunisierung wird ein sog. Immunserum welches aus dem Blut, von mit Krankheitserregern eingeimpften Tieren gewonnen wird eingegeben. Es ist gegen bestimmte Antigene gerichtet. Der Organismus beteiligt sich nicht an der Bildung von Antikörpern (Schutzstoffen).

Vorbereitungslehrgang zum Physikstudium

Die III. Hochschulreform setzt neue Maßstäbe an den Inhalt, die Methode und die Effektivität von Erziehung und Ausbildung an den Universitäten. Eine wirksame Durchführung der Hochschulreform erfordert unter anderem auch, eine gute Zusammenarbeit zwischen der Universität und der EOS zu verwirklichen, d. h. das einheitliche sozialistische Bildungssystem zu praktizieren.
Unsere Arbeitsgruppe hat sich deshalb vorgenommen, an dieser Nahtstelle anzusetzen, eine intensive Studienvorbereitung schon während der Oberschulzeit zu ermöglichen.
Wenn der Studienbeginn näherrückt, dann tun sich vor den Bewerbern bestimmte Fragen auf:
Wie groß ist die Aufgabe, die auf mich zukommt? Was für Verhältnisse werde ich an der Universität antreffen?
Kann ich vor Beginn des Studiums noch etwas tun, um Lükken zu beseitigen? Auf diese und ähnliche Fragen versuchen wir in unserem Vorbereitungslehrgang eine Antwort zu geben. Der Lehrgang stellt eine Anregung zur Wiederholung des Oberschulstoffes dar und gibt einen Einblick in die gestellten Anforderungen zu Beginn des Studiums.
Weiterhin wurde von unserer Gruppe wichtiger und bekannter Stoff aus Mathematik und Physik überblicksmäßig dargestellt. Darüber hinaus bieten wir auch für die meisten Bewerber neues Wissen (z. B.: komplexe Zahlen), das ohnehin in der ersten Zeit auf die Studenten zukommt.
Zu den letzten Teilen haben wir Aufgaben gestellt, deren Schwierigkeitsgrad etwa den ersten Studienwochen entspricht. Diese Aufgaben werden von den in Jena angenommenen Bewerbern an uns eingeschickt und von uns ausgewertet. Diese Bewertung wird von den Betreuerassistenten im ersten Studienjahr mit berücksichtigt.
Der Vorbereitungslehrgang wurde von zehn Studenten und zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern der Sektion Physik ausgearbeitet. Wir haben uns dabei auf die Auswertung

zweier bereits erschienener gestützt.
Der Vorbereitungslehrgang zum Physikstudium (58 Seiten in Heftform) kann von jedem Interessenten bestellt werden. Nach Einzahlung von 1,-- M auf das Konto von "impuls Vorbereitungslehrgang" bei der Sparkasse Jena (4472-31-3331) schicken wir ein Exemplar zu.

★ BÜCHERMARKT ★

Der Fachbuchverlag Leipzig gibt eine Reihe von Nachschlagebüchern für Grundlagenfächer heraus. Der Band "Chemie" ist vor allem den Oberschülern sehr zu empfehlen. Hier findet der Schüler in kurzer Form die wichtigsten Grundlagen. Das Nachschlagebuch stellt kein Lehrbuch dar, aber es ist so angelegt, daß man auf bestimmte Fragestellungen die entsprechenden Antworten erhält und es oft nicht mehr nötig ist, sich in entsprechenden Lehrbüchern tiefer zu informieren.

Im Anhang des Buches befinden sich zahlreiche Tabellen, sowie ein Periodensystem der Elemente, so daß es auch möglich ist, dieses Nachschlagewerk im Schullaboratorium zu verwenden.

Der Band "Chemie" ist für 11,50 M im Fachbuchhandel erhältlich.

Geochemie hilft Erdöl suchen

Da in Erdöl- und Gas-Lagerstätten vorkommende flüchtige Kohlenwasserstoffe in großen Zeiträumen bis an die Erdoberfläche gelangen können, kann man diese Lagerstätten jetzt mit geochemischen Methoden finden, was eine gute Ergänzung zu den bisher verwendeten geophysikalischen Verfahren darstellt.

Schülerzeitschrift für Physik, Chemie und Biologie

4. Jahrgang (1970/71) Heft 10

„impuls 68“: Monatszeitschrift für Schüler der 9. bis 12. Klassen

Herausgeber: FDJ-Aktiv der Sektion Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sozialistisches Studentenkollektiv, Hervorragendes Jugendkollektiv der DDR

Redaktion: **Dipl.-Phys. H.-D. Jähnig (Chefredakteur)**
Dr. K. Juge, Dipl.-Chem. I. Pfaff, N. Feistauer, D. Gröll, Dipl.-Phys. W. Dänhardt, W.-D. Zimmer, Dipl.-Phys. J. Reiche, Dipl.-Phys. R. Rost, J. Kleinschmidt, K.-H. Mann (Chemie), P. Atrat (Chemie), B. Schubert (Biologie)

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

Erscheint monatlich (September bis Juni) zum Preise von 0,40 M.

Aus technischen Gründen bitten wir um Sammelbestellungen an unsere Adresse.

Bankkonto: Stadt- und Kreissparkasse Jena 4472—39—2981

Lizenz-Nr. 1570 beim Presseamt des Ministerrates der DDR

Inhalt **Seite**

Liebe Leser	3
Forschung in der Chemie	5
EDV	10
Meßgrenzen	12
Grenzen der Materie	13
Was ist Biochemie?	18
Regelvorgänge am Kernreaktor	21
Kautschuk	25
Wir experimentieren	29

Liebe Leser

Mit dem letzten Heft des 4. Jahrganges wollen wir kurz Rückschau auf die geleistete Arbeit halten. "impuls 68" ist bereits an vielen Schulen zu einem wichtigen Hilfsmittel im naturwissenschaftlichen Unterricht geworden - das sagen zahlreiche Briefe aus, die uns zugegangen sind. Unsere Zeitschrift wird viel gelobt, aber leider zu wenig kritisiert. Wir verstehen darunter Wünsche, Hinweise u.ä. unserer Leser, und hier insbesondere der Lehrer, zu Fragen des Inhaltes und der Gestaltung. Wir sind selbst der Meinung, daß "impuls 68" im Rahmen der Möglichkeiten noch wirksamer werden kann. Im 5. Jahrgang werden einige Erfahrungen diesbezüglich ihren Niederschlag finden - trotzdem - nochmals die Bitte an alle Leser, uns in unseren Bemühungen durch entsprechende Hinweise und berechtigte Kritiken zu unterstützen.

In einigen Fällen waren Unstimmigkeiten bei der Belieferung zu verzeichnen. Wir bedauern das natürlich sehr. Leider ist in diesem Fall "menschliches Versagen" nicht immer auszuschalten. "impuls 68" ist eine gesellschaftliche Gemeinschaftsarbeit von Studenten und jungen Wissenschaftlern. Für Artikel werden z.B. keine Honorare gezahlt. Die umfangreiche Arbeit geht auf Kosten der ohnehin knapp bemessenen Freizeit. Wir tun es natürlich gern, aber in diesem Zusammenhang sind die aufgetretenen kleinen Pannen sicherlich zu entschuldigen.

Wir wollen keine Vorschußlorbeeren vergeben, aber wir glauben, daß der 5. Jahrgang von der Anlage her sehr interessant und vielgestaltig wird. Hier eine kleine Kostprobe:

Zur Unterstützung des naturwissenschaftlichen Unterrichtes (Physik, Chemie, Biologie), der wissenschaftlich-praktischen Arbeit und der Arbeitsgemeinschaften erscheinen Artikel unter den Komplexthemen

Achten Sie auf Seite 4

- Wechselwirkung: Strahlung mit Materie
- Festkörperphysik
- Mikrobiologie

Dazu kommen noch Artikel zu neuesten Forschungsergebnissen, aktuellen Forschungsrichtungen, Studieninformationen, spezielle Artikel zur Vertiefung und Ergänzung des Schulstoffes, Probleme aus Philosophie und Gesellschaftswissenschaft usw.

Weiterhin sind die ständigen Rubriken:

- Wir experimentieren
- Leserpost
- "impuls"-Lexikon
- Wissenschaft im Kreuzverhör
- Schulen unter der Lupe
- Büchermarkt, Wissenswertes

vorgesehen. Wir hoffen, etwa den Wünschen und Vorstellungen der Leser zu entsprechen und würden uns freuen, Sie auch im nächsten Schuljahr als Leser begrüßen zu können.
Wir wünschen allen Lesern einen erfolgreichen Abschluß des Schuljahres 1970/71, frohe Ferien und einen guten Start im neuen Schuljahr bzw. in der Berufsausbildung.

"impuls 68" - Kollektiv

Achtung Abonnenten!

Wir möchten Sie darauf hinweisen, daß Änderungen in der Bestellung bis zum 30. 9. 1971 bei uns eingegangen sein müssen. Falls dies nicht geschieht, werden die Bestellungen des 4. Jahrganges automatisch übernommen. Wegen der sehr stark gestiegenen Nachfrage (wir konnten z.B. später eingegangene Bestellungen für den 4. Jahrgang nicht mehr voll berücksichtigen) bitten wir, den Termin nach Möglichkeit im eigenen Interesse einzuhalten. Gleichzeitig möchten wir bitten, für unsere Zeitschrift in den neu beginnenden 9. Klassen zu werben. Auf Wunsch schicken wir Werbematerial zu. Vielen Dank im Voraus.

" impuls 68 "

Prof. Dr. H. Dunken

- Direktor für Forschung an der Sektion Chemie -

Forschungstätigkeit an der Sektion Chemie

1. Aufgabe der Forschung

Von Forschung wird heute sehr viel gesprochen und geschrieben, von der Forschung wird für Gegenwart und Zukunft unserer Gesellschaft viel erwartet. Funk, Fernsehen, Presse, Bücher und Zeitschriften sorgen für die Verbreitung von aktuellen Forschungsergebnissen aller Gebiete in verständlicher Form. Jedermann glaubt deshalb zu wissen, was Forschung sei. Die häufige Verwechslung von Forschung und Entwicklung spricht jedoch eher dafür, daß keine allgemeine Klarheit über das Wesen der Forschung herrscht.

Forschen ist das systematische Suchen nach noch u n b e k a n n t e n Dingen, Tatsachen, Daten und Gesetzmäßigkeiten. Das Forschungsziel in der Chemie ist immer noch die Synthese neuer Stoffe, die Ermittlung von deren Struktur und Eigenschaften und die Aufklärung der Elementarprozesse bei der Synthese. Aber auch die Erhöhung des Gebrauchswertes bekannter Stoffe und Stoffkombinationen kann oft nur auf dem Wege der Forschung erreicht werden. Im Hinblick auf die Erweiterung des Angebotes an Werk- und Wirkstoffen ist in zunehmendem Maße nicht mehr die Synthese als solche das Hauptziel chemischen Forschens, sondern die Synthese von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften. Das setzt die Vervollständigung unserer Kenntnisse über den Zusammenhang von Struktur und Eigenschaften voraus.

Forschen muß und kann erlernt werden. Auch erfolgreiches Forschen kann gelehrt und erlernt werden. Das Besondere an der Forschungsarbeit in einer Hoch-

schulsektion ist, daß sie sowohl brauchbare und dazu möglichst wertvolle Forschungsergebnisse zu liefern als auch der Erziehung und Ausbildung der Studenten zu dienen hat. Unsere Forschungsarbeiten (z. B. Diplom- und Doktorarbeiten) müssen also immer zwei "Forschungsergebnisse" haben: neue Erkenntnisse und neue Forscher, wobei aber die "neuen Forscher", nämlich die Absolventen, noch einiges mehr gelernt haben müssen als nur das Forschen.

Um den Anforderungen an das Gesamtsystem einer Sektion entsprechen zu können, muß die Forschung einer Sektion als Teilsystem folgenden Bedingungen genügen:

1. Das Forschungsgebiet in seiner Aufteilung in Einzelthemen muß wissenschaftlich und wirtschaftlich bedeutsam sein, d.h., es muß den Schwerpunktrichtungen sowohl der Entwicklung der betreffenden Wissenschaftsdisziplinen als auch der geplanten wirtschaftlichen Entwicklung Rechnung tragen.

2. Die Organisation der Forschung und die damit zusammenhängende Struktur der Sektion muß einer modernen sozialistischen Wissenschaftsorganisation entsprechen.

3. Die Forschung muß erfolgreich sein, d.h., ihre Ergebnisse müssen unter unseren Bedingungen Anerkennung finden.

Zu den ersten beiden Punkten soll anschließend noch mehr gesagt werden. Zu dem dritten Punkt kann auf eine stattliche Reihe von Höchstleistungen bis hin zu Pionier- und Spitzenleistungen verwiesen werden, welche in der Sektion Chemie erbracht worden sind. Von anderen Auszeichnungen und Anerkennungen abgesehen, sind drei Nationalpreise an Angehörige der Sektion vergeben worden.

2. Die Forschungsthematik

Es ist selbstverständlich, daß eine Sektion ihre Kräfte zur Bearbeitung einer gemeinsamen Thematik zusammenfaßt.

Eine solche Thematik muß den Ergebnissen der Prognosen über die Entwicklung von Wissenschaft, Wirtschaft und Technik entsprechen. Es müssen aber auch an einer Sektion die Voraussetzungen zur erfolgreichen und zügigen Bearbeitung einer solchen Thematik vorhanden sein. D.h., es muß bei der Auswahl einer Sektionsthematik berücksichtigt werden, welche Erfahrungen auf Spezialgebieten, welche Ausrüstungen vorhanden oder beschaffbar sind und welche personellen Qualitäten gegeben sind.

An unserer Sektion waren diese Voraussetzungen auf den Gebieten: Koordinationschemie, Chemie der Polymeren, Glaschemie, Oberflächenchemie, Quantenchemie sowie generell auf dem Gebiet des Zusammenhanges von Struktur und Eigenschaften fester Körper gegeben.

Die Sektion Chemie der Friedrich-Schiller-Universität arbeitet deshalb über

> "Bildungsprozesse, Struktur und Eigenschaften von Festkörpern mit photo-optisch-elektronischen Eigenschaften" .

Die Spezialisierung auf die genannten Eigenschaften erfolgte im Hinblick auf die Forderungen des wissenschaftlichen Gerätebaues und der elektronischen Industrie sowie der Chemisierung der Volkswirtschaft überhaupt. Die Mitarbeit der Studenten an dieser Forschungsthematik schließt auf Grund der Breite der Ausbildung im Grundstudium und im Fachstudium und in Anbetracht der allgemeinen Bedeutung der in unserer Forschungsarbeit verwendeten Methoden nicht den Einsatz in anderen Industriezweigen aus.

Da diese Thematik sehr weit gefaßt ist, ist die Formulierung von Teilthemen notwendig. Das ist gleichbedeutend mit der Bildung von kleineren effektiv arbeitenden Forschungsgruppen. Die Festlegung der Teilthemen und die entsprechende Strukturierung der Sektion ist ein Problem der Wissenschaftsorganisation.

An unserer Sektion ist der folgende Katalog von Bedingungen aufgestellt worden, denen die Themen der Forschungsgruppen genügen müssen.

1. Die Gruppenthemen müssen den Zusammenschluß bzw. die Tendenz zum Zusammenwachsen innerhalb der Sektion erkennen lassen.
2. Die Teilthemen müssen eine echte Erkenntniszunahme der betreffenden Spezialdisziplin gestatten.
3. Die Gruppenthemen müssen in Anbetracht der gesetzlichen Pflicht zur Auftragsbindung an die Industrie begründete Aussicht haben, von den Vertragspartnern akzeptiert und damit finanziert zu werden.
4. Die Gruppenthemen müssen die Möglichkeit zur Mitwirkung an der Erzielung eines wissenschaftlich-technischen Vorsprunges im Weltmaßstab erkennen lassen.
5. Die Gruppenthemen sollen dadurch, daß sie die Kooperation mit den Auftraggebern, mit anderen Sektionen oder mit Instituten des In- und Auslandes ermöglichen, den Forschungsradius der Sektion vergrößern.
6. Die Gruppenthemen müssen den Ansprüchen genügen, welche an die Sektionsforschung für die bestmögliche Erziehung und Ausbildung zu stellen sind.

3. Organisation der Forschung

Für die gesamte Arbeit der Sektion und damit auch für die Forschungsarbeit ist der Sektionsdirektor verantwortlich. Bei der Wahrnehmung seiner Verantwortung für die Forschung wird er von seinem Stellvertreter für die Forschung mit einem wissenschaftlichen Sekretär und einer Sachbearbeiterin unterstützt.

Die Forschungsgruppenleiter führen in regelmäßigen Abständen gemeinsame Beratungen durch, auf denen alle die Forschung inhaltlich und organisatorisch betreffenden Fragen behandelt werden. Dazu gehören auch Fragen, die sich aus der Zusammenarbeit mit den Großforschungs-

zentren, aus den staatlichen Direktiven, aus der internationalen Zusammenarbeit, aus der fachlichen Weiterbildung der Mitarbeiter usw. ergeben. Die Forschungsgruppenleiter ihrerseits führen regelmäßig Arbeitsgruppenbesprechungen mit den Mitgliedern ihrer Forschungsgruppen, d.h. auch mit ihren Studenten, durch.

4. Die Studenten in der Forschung

Die Studenten sind vom ersten Tage ihres Studiums an Angehörige der Sektion. Diese Angehörigkeit kann eigentlich nur als Mitgliedschaft in den Forschungsgruppen wahrgenommen werden. Im Grundstudium, in den ersten zwei Studienjahren, wäre das allerdings nur eine recht formale Mitgliedschaft. Nichtsdestoweniger haben die Studenten im Grundstudium die Möglichkeit und das Recht, sich an die Forschungsgruppenleiter zu wenden und sich sowohl mit ihren fachlichen als auch allgemeinen Problemen beraten und sich über die Arbeit in den Forschungsgruppen informieren zu lassen. Als eigene "Forschungsaufgabe" sollten sie das Grundstudium selber auffassen, d.h. sie sollten die Erarbeitung der Inhalte des Grundstudiums wie die Erforschung von etwas ihnen Unbekanntem durchführen.

Im Fachstudium, vom dritten Studienjahr ab, schließen sich die Studenten den Forschungsgruppen an. Auch deshalb sollten sie sich während des Grundstudiums in den Forschungsgruppen umsehen, damit bei der Aufteilung der Diplomanden und Forschungsstudenten die persönlichen Interessen der Studenten berücksichtigt werden können. Während im dritten Studienjahr die Forschungsgruppen mehr beratend und betreuend beim Fachstudium tätig werden, sind vom vierten Studienjahr ab die Studenten aktive Vollmitglieder der Forschungsgruppen. Sie werden damit in die Forschungsplanung und -finanzierung einbezogen und bilden etwa ein Drittel der gesamten Forschungskapazität der Sektion.

EDV

Dipl.-Phys. H.-D. Iähnig

Elektronische Datenverarbeitung (Teil 10)

Zum Schluß der Serie "Einführung in die EDV" soll auf einige Entwicklungstendenzen eingegangen werden. An die Rechentechnik und Computer werden in den nächsten Jahren folgende Anforderungen gestellt:

- Sie müssen 100 bis 1000 mal schneller arbeiten
- Die Speicherkapazität muß sich wesentlich vergrößern
- Der Raumbedarf wird kleiner
- Billigere Herstellung, geringere Wartungs- und Bedienungskosten
- Entwicklung von im beschränkten Maße "lernfähigen" Computern
- Verbesserung des Dialoges "Mensch-Computer", direkte Verständigung
- Entwicklung prinzipiell neuer Ein- und Ausgabeverfahren.

Mit diesen Forderungen sind auch gleichzeitig die Forschungs- und Entwicklungsgebiete abgesteckt. Zu den einzelnen Punkten gibt es bereits brauchbare Lösungsansätze, die aber aus Platzgründen hier nicht genannt werden können. Allerdings sollen einige Zahlen die gegenwärtigen Entwicklungsgrenzen abstecken.

Die Maßeinheit der Information ist bit. Das Wissen der gesamten Menschheit umfaßt heute etwa 10^{20} bit. Würde man zur Speicherung dieses Wissens einen nach dem gegenwärtigen Stand der Technik üblichen Ferritkernprogrammspeicher verwenden, hätte dieser eine Speicherfläche von $\approx$ 10.000 km^2 (gemeint ist die Fläche der Ferritkernspeichermatrizen). Ein DNS-Molekül kann dagegen eine Milliarde bit in 10^{-6} mm^3 speichern. Mit dieser Informationsdichte ließe sich unser heutiges Wissen in 100 cm^3, das ist etwa die Größe eines Weinglases, unterbringen. Daran ist zu erkennen, daß die Natur uns in Bezug auf Speicherdichten noch sehr weit voraus ist. Aber nicht nur bei den Speicherelementen, sondern auch bei der Größe der aktiven Bauelemente geht uns die Natur mit gutem Beispiel voran. Im Gehirn kommen auf 1 cm^3

etwa eine Milliarde Neutronen. Bei den Festkörperschaltkreisen schafft man es z.Z. auf etwa 1000 Bauelemente pro cm^3. Das ist natürlich schon ungeheuer viel, aber wir sehen, daß damit bei Weitem noch nicht die untere Grenze erreicht ist. Das Gehirn läßt überhaupt noch einige andere interessante Vergleiche zu. Würde man das Gehirn mit elektronischen Bauelementen versuchen nachzubauen, so brauchte allein für die Verdrahtung der einzelnen Teile ein Mann rund 35.000 Jahre bei Tag- und Nachtarbeit. Dieser Gehirnrechner würde nach unserem heutigen Stand der Technik ca. 1MW verbrauchen (Gehirn $\approx$ 10W). Der Gehirnrechner umfaßt das Volumen von 45 x 15 x 15 m.

In einigem ist die Technik der Natur allerdings bereits überlegen. Die Rechengeschwindigkeiten sind bedeutend höher. Der Zeitbedarf für eine logische Verknüpfung liegt beim Rechner in der Größenordnung 10^{-6} - 10^{-4} sec, beim Menschen 0,01 - 0,1 sec. Für die Ein- und Ausgabe von Informationen benötigt der Mensch etwa 1 sec für 15 bit, der Rechner 100 - 10^6 bit/sec.

Der Nutzen des Einsatzes der Rechentechnik läßt sich am besten an der Gegenüberstellung der Kosten für eine Rechenoperation ermessen. Der Mensch benötigt mit Papier, Bleistift und Überprüfung des Ergebnisses durchschnittlich 200 sec (oder 0,25 M). Mit einer Handrechenmaschine kommt er schon auf ca. 20 sec (oder 2,5 Pf). Ein Rechner mittlerer Größe und nicht allzu hoher Rechengeschwindigkeit schafft es in 0,0015 sec (oder 0,005 Pf).

Damit wollen wir die Artikelserie abschließen. Besonders im letzten Teil konnten einige Probleme nur ganz kurz angerissen werden. Sollten noch bestimmte Wünsche bezüglich einer detailierteren Information zu einzelnen Gebieten bestehen, bitten wir Sie, uns diese mitzuteilen, damit im nächsten Jahrgang von "impuls 68" darauf eingegangen werden kann.

G. Schinkel

Meßgrenzen IV: Meßgrenzen in der Mechanik

Die meisten physikalischen Meßverfahren können nicht unmittelbar ausgeführt werden, sondern es bedarf einer ein- oder mehrfachen Umwandlung der Meßgröße in verschiedene Energieformen. Da die Mehrzahl der physikalischen Messungen im Endeffekt durch Ablesen von Zeigerinstrumenten, Zählwerken, Skalen u.a. vorgenommen wird, stellt die letzte Umwandlungsstufe meistens eine Umwandlung der Meßgröße in mechanische Energie dar. Im letzten Artikel dieser Serie wurde darauf hingewiesen, daß der elektrischen Verstärkung von Signalen durch Rauschvorgänge Grenzen gesetzt sind. Analoges gilt auch in der Mechanik. Die Wärmebewegung der Moleküle, Brownsche Bewegung genannt, hat nicht nur elektrische Auswirkungen, sondern, bedingt durch die träge Masse der Teilchen, auch mechanische. Beispielsweise macht sich diese Bewegung in einem Spiegelgalvanometer mit einem an dünnen Quarzfäden aufgehangenen Spiegelchen von $1mm^2$ Fläche in der Weise bemerkbar, daß bei einem Skalenabstand von 1,5 m Schwankungen des Lichtfleckes von einigen Zentimetern auftreten. Man erhält also durch eine Verlängerung des Lichtzeigers keine größere Meßgenauigkeit.

Auch einer Meßwertverstärkung durch mechanische Übersetzungen, wie z.B. Getriebe, sind durch Reibungsvorgänge und andere Effekte Grenzen gesetzt. Eine weitere Meßgrenze ist den mechanischen Meßgeräten, die oft Federsysteme enthalten (z.B. Rückstellfedern) durch das Auftreten von Hysteresverlusten eigen. Als Hysteresis bezeichnet man den Effekt, daß sich beim Überstreichen eines Meßbereiches in steigender und fallender Weise unterschiedliche Meßwerte ergeben, die dann in graphischer Darstellung die sogenannte Hysteresisschleife ergeben.

Aus den obengenannten Tatsachen kann man ersehen, daß einer Steigerung der Meßgenauigkeit von mechanischen Meßgeräten physikalische Grenzen gesetzt sind, die auch durch höchste technische Entwicklung nicht überschritten werden können.

Ergänzung zum Physikunterricht 9. Klasse

E. Heumann

Sektion Physik

Vorstoß zur Grenze der Materie

Im ersten Drittel unseres Jahrhunderts begann eine unerwartete Erweiterung des Periodensystems der Elemente. Zu den natürlich vorkommenden Elementen gesellten sich dreizehn ausschließlich künstlich hergestellte, die komplizierter als Uran aufgebaut sind und Transurane genannt werden. Sie sind im allgemeinen sehr instabil und zerfallen radioaktiv in andere Elemente.

Uran ist das kompliziertesta aufgebaute Element, das noch natürlich vorkommt. Alle Transurane müssen künstlich und vom Uran ausgehend aufgebaut werden. Die Entdeckung der ersten Transurane und die ständige Suche nach weiteren von ihnen stellt ein eigenes, im Grunde genommen atemberaubendes Kapitel wissenschaftlicher Forschung dar. Bevor wir aber dazu kommen, müssen wir uns mit einigen Definitionen vertraut machen. Atome bauen sich in ihrem Kern aus Protonen und Neutronen auf und sind von einer Elektronenwolke umgeben. Die Zahl der Elektronen entspricht der Protonenzahl (Kernladungszahl) des Kerns, da jedes Proton die gleiche, aber positive Ladung wie ein Elektron besitzt. Die Elektronenzahl eines Atoms bestimmt seine chemischen Eigenschaften. Ein Atom mit einem Elektron als Hülle verhält sich wie ein Wasserstoffatom, eines mit 92 Elektronen wie Uran. Nach der Protonenzahl werden die Elemente im Periodensystem eingeordnet, d. h. der Begriff "Ordnungszahl" ist mit der Protonenzahl (Kernladungszahl) identisch. Trotz gleicher Protonen- bzw. Elektronenzahl und damit identischer chemischer Eigenschaften können sich Atome ein und desselben Elements durch unterschiedliche Neutronenzahl in ihrem Kerngefüge unterscheiden. Es können also verschiedene Isotope auftreten. Zum Beispiel haben alle Uran-Isotope 92 Protonen; Uran-235 hat aber 143, Uran-238 indessen 146 Neutronen. Die Zahlen 235 und 238 bezeichnen die Massenzahl (Summe der Protonen und

Neutronen) des Atoms. Wir wollen uns nun damit beschäftigen, wie man die Massenzahl und ganz speziell die Protonenzahl eines chemischen Elements manipulieren, also ein Element in ein anderes Isotop desselben oder in ein neues Element umwandeln kann. Schon lange ist der alte Alchimistentraum, Gold künstlich herzustellen, in Erfüllung gegangen. Dieses Gold wäre aber mit natürlichem Gold nicht aufzuwiegen.
Wie Uran und einige andere natürliche Elemente sind auch alle Transurane instabil. Die starke Zusammenballung von Protonen und Neutronen in ihrem Kerngefüge hat das Bestreben sich aufzulösen und in leichtere, stabilere Kerne überzugehen. Das geschieht unter Abstrahlung von Zerfallsenergie, die als radioaktive Strahlung bezeichnet wird. Die Lebensdauer eines radioaktiven Elements wird durch seine Halbwertszeit bestimmt. So hat z. B. das Transuran Californium-252 eine Halbwertszeit von zweieinhalb Jahren, d. h., daß von einem Gramm nach zweieinhalb Jahren nur noch ein halbes Gramm unverändert vorliegt, nach weiteren zweieinhalb Jahren nur noch ein Viertelgramm, usw.
(Abb. 1).

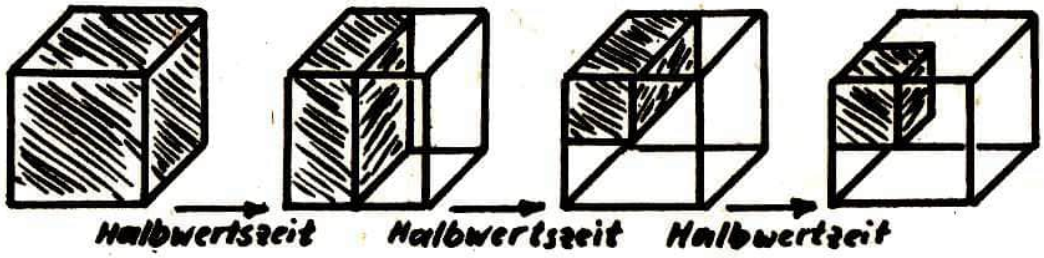


Abb. 1 Schema zur Veranschaulichung der Halbwertszeit

Die Entdeckung des radioaktiven Zerfalls und der Kernspaltung sind unmittelbar mit den Anfängen der Transuranforschung verbunden. Der amerikanische Physiker Mc Millan fand 1940, daß nach der Bestrahlung von Uransalz mit Neutronen zwei Substanzen mit Halbwertszeiten von 23 Minuten und etwa 2,3 Tagen zurückbleiben. Die 23-Minuten-Aktivität war schon zuvor vom Uranisotop 239 bekannt. Mc Millan zog folgende

richtige Schlußfolgerung: Das Uran-238 war während der Bestrahlung in Uran-239 übergegangen, das sich durch sogenannten β -Zerfall mit 23 Minuten Halbwertszeit umwandelt. Beim β -Zerfall geht im Atomkern ein Neutron in ein Proton unter Aussendung eines Elektrons über. Dadurch erhöht sich die Ordnungszahl des Atomkerns um eine Einheit. Durch diese Wandlung war also aus Uran-239 das Transuran Neptunium-239 mit der Ordnungszahl 93 entstanden (Abb. 2).

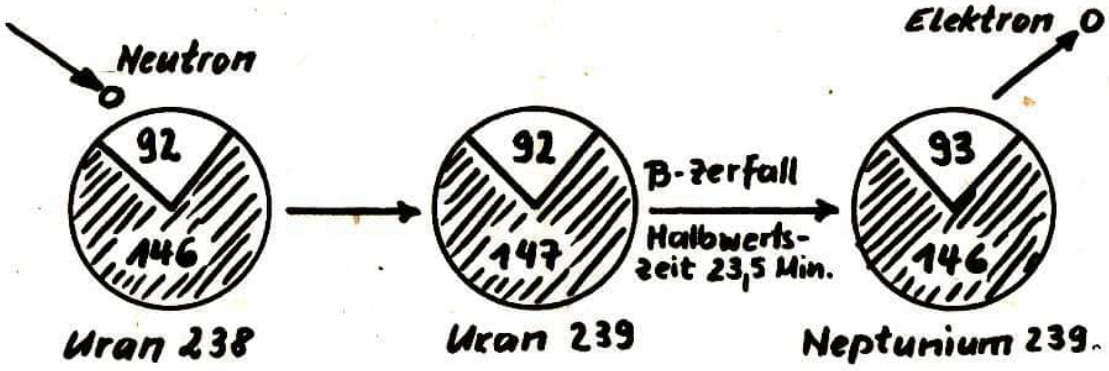


Abb. 2 Neutroneneinfang mit anschließendem β -Zerfall

Ein weiterer β -Zerfall erhöhte die Ordnungszahl auf 94; es entstand das Element Plutonium-239. Dieser Prozeß des Neutroneneinfangs mit anschließendem β -Zerfall des neutronenreichen Isotops in ein Atom des nächsthöheren Elements wird heute zur Darstellung der Elemente bis zur Ordnungszahl 100, dem Fermium benutzt. Es ist auch praktisch der einzige Weg, über den sich wägbare Mengen dieser Elemente darstellen lassen. Die Elemente Neptunium, Plutonium, Americium und Curium fallen in jedem Kernreaktor in mehr oder weniger großen Mengen an, während die Transcuriumelemente keine Abfallprodukte der Kerntechnik mehr sind. Zu ihrer Gewinnung ist ein eingenes Forschungsprogramm erforderlich. Zur Darstellung von Californium z. B. bestrahlt man Plutonium so lange, bis es durch mehrfachen Neutroneneinfang und dazwischenliegende β -

Zerfälle kurzlebiger Zwischenprodukte in Californium-252 übergeht. Aus einem Kilogramm Plutonium erhält man maximal drei Gramm Californium. Außerdem dauert es etwa fünf Jahre, bis aus dem Plutonium die ersten Mikrogrammengen Californium zur Verfügung stehen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die amerikanische Atomenergiebehörde den Preis für ein Gramm Californium auf eine Milliarde Dollar festsetzte.
Zur Gewinnung von Einsteinium und Fermium Ordnungszahlen 99 und 100 wird reines Californium weiter mit Neutronen bestrahlt. Die Ausbeuten sind dabei noch geringer, so daß bis heute nur Mikrogrammengen Einsteinium und unwägbare Mengen Fermium zur Verfügung stehen. Aus einem Kilogramm Plutonium läßt sich vielleicht ein Mikrogramm des langlebigen Fermiumisotops 257 erhalten.
Zur Darstellung der Elemente, die schwerer als Fermium sind, ist man auf Kernreaktionen angewiesen. Man bringt dazu geeignete Ionen in einem Beschleuniger auf hohe Energien und läßt sie dann auf Uran oder andere schwere Kerne einwirken. Die hohe Energie der beschleunigten Teilchen ist notwendig, um die Abstoßung der positiv geladenen Atomkerne zu überwinden und eine Verschmelzung zum Endkern zu erreichen. Die Kernladungszahl des gebildeten Elements setzt sich bei solchen Reaktionen, die unter Aussendung von Neutronen verlaufen, additiv aus den Kernladungszahlen des Ausgangsmaterials und des beschleunigten Ions zusammen. Zum Beispiel erhält man, ausgehend vom Uran (Ordnungszahl 92), durch Beschuß mit Neon-Ionen (Ordnungszahl 10) direkt Isotope des Nobeliums (Ordnungszahl 102) (Abb. 3).

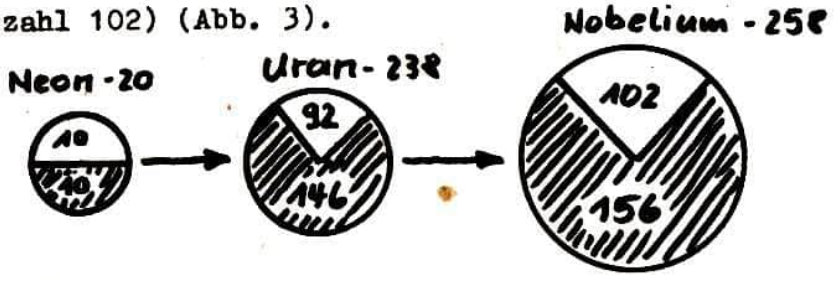


Abb. 3 Schematische Darstellung einer Kernverschmelzungsreaktion

Die Ausbeute der derartigen Reaktionen ist jedoch sehr gering, so daß sich im allgemeinen nur wenige oder gar nur vereinzelte Atome aufbauen lassen.
Ähnliche Kernverschmelzungen führten in jüngster Zeit zum Nachweis einiger Atome der Elemente 103, 104 und 105 (Lawrencium, Kurchatovium und Hahnium).
Angesichts des enormen materiellen Aufwandes, der heute notwendig ist, um unvorstellbar geringe Mengen neuer Elemente darzustellen und nachzuweisen, die außerdem im allgemeinen sehr kurzlebig sind, fragt man sich, ob diese Forschungsarbeit nicht nur einem Selbstzweck dient. Dem ist aber nicht so. Wissenschaftler haben errechnet, daß gewisse superschwere Elemente wie z. B. die Elemente 114 und 164 gegenüber einem Selbstzerfall durch Spaltung praktisch stabil sind, und andere wie z. B. die Elemente 108 und 110 Halbwertszeiten von etwa 100 Millionen Jahren haben müßten. Nach Möglichkeiten der Darstellung solcher superschwerer Atomkerne wird heute gesucht. Außerdem hofft man, eines Tages zur Grenze der stofflichen Welt vorstoßen zu können. Die Grenze des Aufbaus chemischer Elemente dürfte nach heutiger Kenntnis beim Element 200 und der Massenzahl - dem "Atomgewicht" - 500 liegen. In der Gegend des Elements 200 wird auch die Grenze der Elementstabilität überhaupt erwartet. Die hohe Zahl der Protonen im Atomkern wird hier ein Zusammenbrechen der innersten Elektronenbahnen und den Einfang dieser Elektronen durch den Atomkern bewirken. Hier findet das Periodensystem der Elemente dann seinen Abschluß.

Das letzte . . .
aus der Physik:

"Was möchten sie lieber sein, Physiker oder Cholerakrank?"
"Natürlich Cholerakrank!"
" - - ?"
"Jeder Physiker muß einmal sterben, von den Cholerakranken tun es aber nur rund 30%!"

Bio

S. Reißmann

Sektion Biologie

Was ist Biochemie?

Die exakte Bestimmung des Gegenstandes einer Wissenschaft und ihrer Stellung im Gefüge aller Wissenschaften ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheint. Man könnte einfach formulieren: Biochemie ist alles, was in biochemischen Zeitschriften veröffentlicht wird. Für einen "Nicht-Biochemiker" ist dieser Hinweis natürlich unsinnig.
Für das Verständnis einer Wissenschaft sind Kenntnisse über ihre Geschichte von großer Bedeutung. Jede Wissenschaft leitet sich von Bedürfnissen der menschlichen Gesellschaft ab. Unbewußt wurden biochemische Prozesse schon im Altertum zur Bereitung alkoholischer Getränke, zur Behandlung von Krankheiten und in der Landwirtschaft ausgenutzt. Viele Wissenschaftler, die nicht ahnen konnten, daß sie heute zu den Begründern der Biochemie gezählt werden, haben chemische Zusammensetzungen der Pflanzen und Tiere untersucht, haben den Gärungsprozeß erforscht und neue Arzneimittel entwikkelt. Zu den Wissenschaftlern, die durch wegweisende Arbeiten die Entwicklung der Biochemie bestimmt haben, gehören unter anderem Paracelsus, Berzelius, Liebig, Pasteur, E. Fischer und Warburg.

Womit beschäftigt sich die moderne Biochemie?

Sie erforscht die Zusammensetzung der Organismen und ihrer Stoffwechselprodukte. Sie untersucht das Schicksal der Bestandteile von Organismen, d. h. deren Entstehung und vielfältige Verwandlungen. Dabei bedient sich die Biochemie besonderer Arbeitstechniken, die bei der Anwendung chemischer und physikalischer Methoden auf biologische Probleme entwickelt worden sind.
Entsprechend den unterschiedlichen Aufgabenstellungen kann man die Biochemie in eine <u>Naturstoffchemie</u> (Struktur-

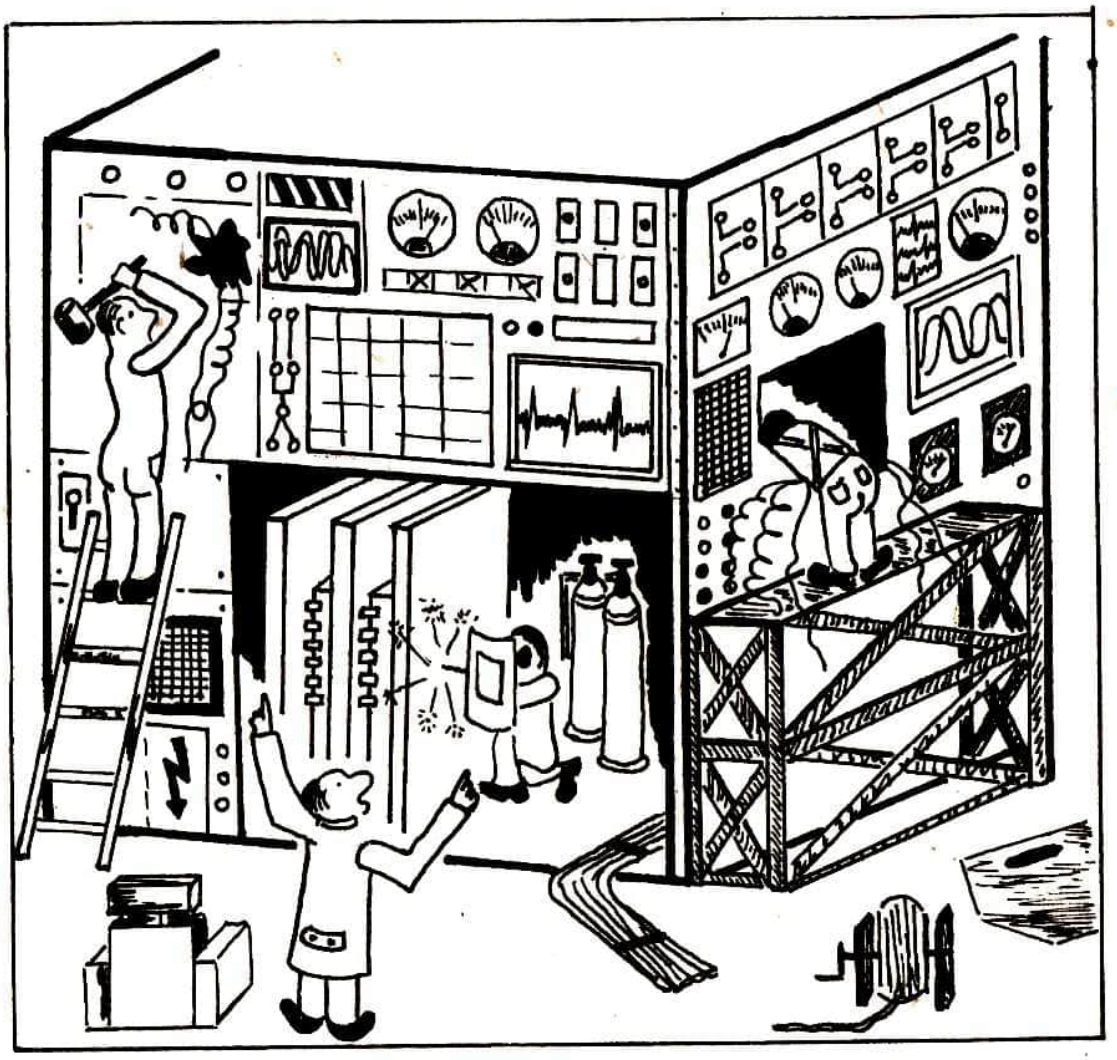
aufklärung und Synthese von Naturstoffen) und eine Dynamische Biochemie (Untersuchung der Umwandlungsprozesse im lebenden System unterteilen.
Da die Biochemie an der Grenze zwischen den klassischen Wissenschaftsdisziplinen Chemie und Biologie entstanden ist, wird sie als Grenzwissenschaft bezeichnet.

Das Schema gibt die Stellung der Biochemie unter den anderen Wissensgebieten wieder. Es ist noch unvollständig, weil eine Anzahl von Wissenschaften wie die Pharmazie, Pharmakologie, Nahrungsmittelchemie und andere die Biochemie berührende Gebiete nicht eingezeichnet sind.
Aus dem Schema läßt sich auch eine von ihrer speziellen Anwendung abgeleitete Einteilung der Biochemie in die Biochemie der Pflanzen, der Tiere, Medizinische Biochemie, Mikrobielle Biochemie und andere Richtungen ableiten.

Die Entwicklung der Wissenschaften vollzieht sich auf solchen Grenzgebieten wie der Biochemie besonders rasch. So ist es auch zu verstehn, daß in den letzten Jahren sehr viele Nobelpreise an Biochemiker vergeben wurden. In der biologischen Forschung werden heute zu über 60 % biochemische und biophysikalische Untersuchungsmethoden angewandt.

Die Biochemie arbeitet auch in anderer Hinsicht auf einem Grenzgebiet, sie forscht auf dem Gebiet zwischen unbelebter und belebter Materie. Ständig wird der Biochemiker mit Fragen nach dem Wesen des Lebens konfrontiert. Die Entdeckungen der Biochemie, von der Harnstoffsynthese Wöhlers bis zur chemischen Synthese von Eiweißen sind daher von großer philosophischer Bedeutung. Sie haben den dialekti-

schen Materialismus bestätigt und zur Zurückdrängung des Vitalismus beigetragen.
Die Entwicklung der Biochemie wird dazu beitragen, die Grundprobleme der Biologie (Vererbung, Wachstum, Altern) durch Klärung der molekularen Wirkungsmechanismen zu lösen und damit die Entwicklung maßgeschneiderter Arzneimittel, die gesunde Ernährung der Menschheit und die umfassende industrielle Nutzung biochemischer Erkenntnisse ermöglichen.



Physikstudent zu seinem Betreuer: Herr Doktor, geht das Ding nun eigendlich mit Gleich- oder Wechselstrom?

Ergänzung zum Physikunterricht 9./12. Klasse

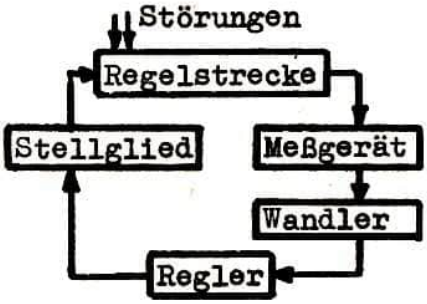
R. Förster T. Marold Sektion Physik I. Studienjahr

Regelungsvorgänge am Beispiel des Kernreaktors

1. Bedeutung und Wirkungsweise der Regelung

In der Zeit der wissenschaftlich-technischen Revolution ist es notwendig, quantitativ neue Produktionsverfahren zu entwickeln. Viele, heute angewendete, technologische Verfahren werden erst durch Regelprozesse ermöglicht. Beim Regelungsprozeß kommt es darauf an, viele unterschiedliche Prozeßparameter in kürzester Zeit einer bestimmten Zielstellung entsprechend zu koordinieren. Regelkreise haben eine geringe zeitliche Trägheit. Auf Grund ihrer hohen Betriebssicherheit kann auf die Anwesenheit von Menschen verzichtet werden, und somit wird menschliche Arbeitszeit eingespart. Die Notwendigkeit von Regelungen zeigt sich nicht nur in der Technik, sondern auch in vielen anderen Gebieten, wobei oft mehrere Regelkreise miteinander verknüpft sind.

Ein Regelvorgang liegt immer in Form eines Regelkreises vor. Wirkt auf den zu regelnden Prozeß, der allgemein als Regelstrecke bezeichnet wird, eine Störung ein, so ändern sich die den Prozeß charakterisierenden Parameter. Diese Parameter werden ständig gemessen und in speziellen Meßwandlern in ein für den Regler verständliches Signal umgeformt. Dieses Signal wird mit dem anzustrebenden Wert verglichen. Kommt es zu Abweichungen, so gibt der Regler an das Stellglied ein Signal.



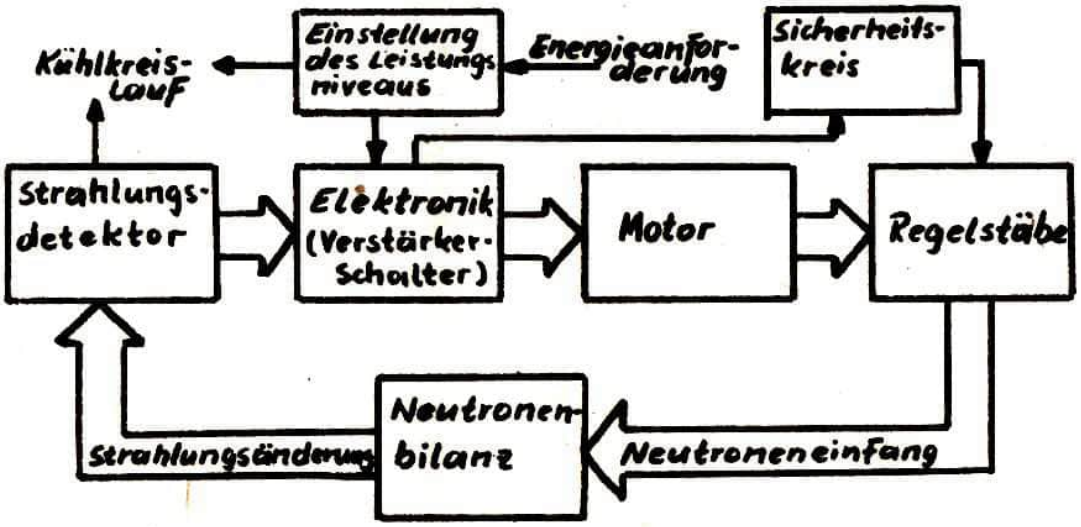
Das Stellglied ist ein Mechanismus, der so auf die Regelstrecke einwirkt, daß die Wirkungen der Störung kompensiert werden. Das Stellglied ist in seiner Wirkungsweise der Regelstrecke angepaßt. Eine Vorstufe der Regelung ist die Steuerung. Sie unterscheidet sich von der Regelung durch das Fehlen der Rückkopplung.

2. Die Notwendigkeit der Regelung im Kernreaktor

Die Energie wird im Reaktor durch Kernspaltung freigesetzt. Die bei der Kernspaltung "nebenbei" entstehenden Neutronen sind ihrerseits in der Lage, weitere Atomkerne zur Spaltung anzuregen. Zur Gewährleistung einer stabilen Arbeit des Reaktors ist es notwendig, den Neutronenfluß ständig konstant zu halten. Die Reaktion kommt zum Stillstand, wenn zu wenig Neutronen vorhanden sind. Bei Neutronenüberschuß werden ständig mehr Kerne gespalten, der Reaktor "geht durch". Durch unterschiedliche Temperatur, unterschiedlichen Brennstoffzustand und andere Faktoren würde der Neutronenfluß ständig schwanken; die Folgen wären katastrophal. Folglich muß der Neutronenfluß geregelt werden. Außerdem müssen noch andere Vorgänge wie Kühlung, Brennstoffnachfuhr, Anlaßvorgang geregelt werden. Die Regelung des Neutronenflusses ist jedoch der wichtigste Regelvorgang im Reaktor.

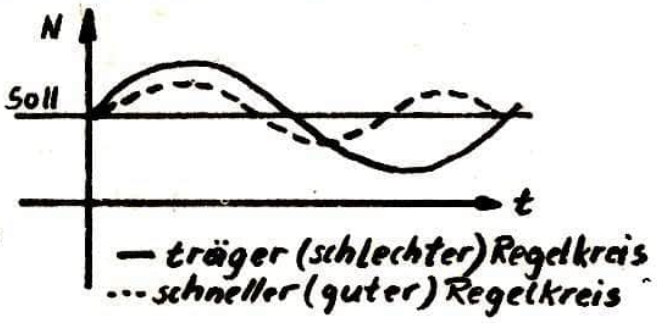
3. Die Regelung des Neutronenflusses im Kernreaktor

Das wesentliche soll zunächst in einem Blockschaltbild gezeigt werden, wobei der Hauptkreis hervorgehoben wird.



Durch Materialien, die sehr stark Neutronen einfangen, wie zum Beispiel Kadmium, kann der Neutronenfluß verändert werden. Im Reaktor befinden sich Kadmiumstäbe, die mit einem

Motor in den Reaktor eingefahren werden können. Jede Änderung der Neutronenbilanz ruft eine Veränderung des Stromes im Strahlungsdetektor hervor. Dieser Strom wird verstärkt, und mit dem eingestellten Leistungsniveau (Sollwert) verglichen. Bei Neutronenüberschuß wird der Motor eingeschaltet, und fährt die Regelstäbe ein Stück in den Reaktor hinein. Der Detektor registriert den verringerten Neutronenfluß; der Motor wird wieder ausgeschaltet. Der Regelprozeß funktioniert nur bei optimalen aufeinander abgestimmten Regeleinrichtungen. Ein hochempfindlicher Detektor ist bei zu trägem Motor wirkungslos; der Reaktor würde zerstört werden, bevor der Motor anläuft. Umgekehrt ist auch ein schnell ansprechender Motor unsinnig, wenn ein unempfindlicher Detektor eine Gefahr erst dann anzeigt, wenn es zu ihrer Beseitigung schon zu spät ist. In der Praxis wird also die Neutronendichte (da der Regelkreis immer eine gewisse Trägheit hat) um den Sollwert schwanken.

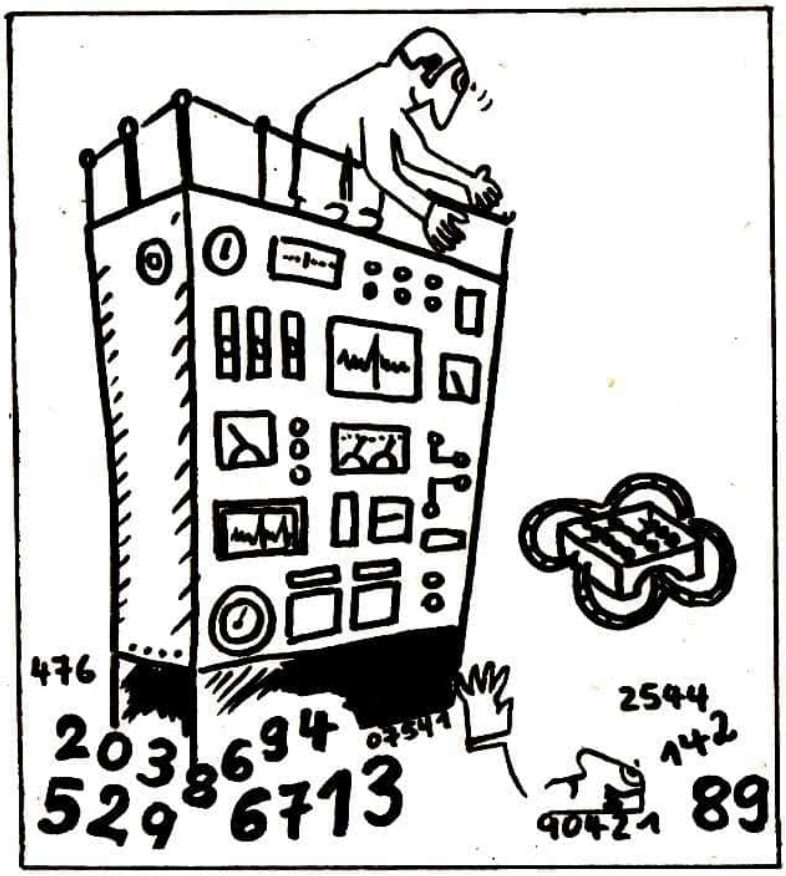


Um ein schnelles Eingreifen bei sehr starkem Anstieg des Neutronenflusses zu gewährleisten, ist ein Sicherheitskreis eingebaut. Wenn der Detektor eine Gefahrensituation anzeigt, oder jemand auf den "Notknopf" drückt, werden die Regelstäbe von ihren Halterungen gelöst und fallen in den Reaktor hinein. Die Reaktion wird augenblicklich unterbrochen. Interessant ist die Frage; was passiert, wenn man sämtliche Regelstäbe aus dem Reaktor entfernt? Hier wirkt in manchen Reaktortypen ein rein physikalischer Regelkreis. Durch die sofortige starke Erwärmung werden die Neutronen zu schnell, der Wirkungsquerschnitt für Neutroneneinfang sinkt. Infolge der thermischen Ausdehnung des Reaktorkerns verringert sich die Dichte des Spaltmaterials; die Reaktion wird gestoppt. Ein solcher Reaktor ist in gewissem Sinne ein selbstregelndes System, er kann nicht explodieren! Daß der Reaktor in einem solchen Falle durch die große Wärmefrei-

setzung schmilzt, mußte ein Techniker in den USA erfahren, der an einem Versuchsreaktor die Regelstäbe versehentlich ausgefahren hatte. Auch als bei einem Experiment vor einigen Jahren in den USA sämtliche Stäbe aus dem Reaktor herausgeschossen wurden, gab es keine Kernexplosion.

4. Schlußbemerkungen

Einmal eingestellt, arbeitet der Regelkreis selbständig. Der Mensch übt nur eine Kontrollfunktion aus, wobei er die Möglichkeit hat, einzugreifen. Der Mensch ist in der Lage, die kompliziertesten Entscheidungen zu treffen, aber er trifft sie z.B. für den Reaktor nicht schnell genug. Regelkreise nehmen dem Menschen die zeitraubende Kleinarbeit ab und halten ihn frei für wichtige Entscheidungen, die er keinem Regelkreis überlassen kann.



ohne Worte

Dipl.-Phys. H. Lorenz
VEB Kombinat Elbit

Kautschuk aus physikalischer Sicht

Kautschuk ist ein hochpolymerer Kohlenwasserstoff, der Doppelbindungen enthält.
Der Naturkautschuk wird aus dem Latex einiger tropischer und nichttropischer Gewächse gewonnen. Der synthetische Kautschuk ist, wie der Name es sagt, ein synthetisches Erzeugnis, das in seinem chemischen Aufbau oder in seinen physikalisch-chemischen Eigenschaften dem Naturkautschuk ähnlich ist.

1. Latex

1.1 Die Struktur des Latex

Latex stellt ein komplexes kolloides System dar, in dem das Serum das Dispersionsmittel und die Kautschukpartikel die disperse Phase bilden.
Bei einem pH-Wert von 4,7 sind die Latexpartikel elektrisch neutral. Ist der pH-Wert größer als 4,7, sind die Partikel negativ und ist er kleiner als 4,7, sind sie positiv geladen.

Weiterhin ist die Oberfläche der Teilchen mit einer Proteinschicht umgeben. Da diese Proteide stark hydrophyl sind, besitzen sie eine Hydrationsschicht.

1.2 Koagulation des Latex

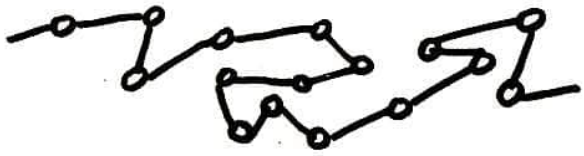
Unter der Koagulation von Latex versteht man das Zusammenballen der Kautschukteilchen im Latex. Dieses Zusammenballen wird durch die elektrische Ladung und die Hydrationsschicht der Teilchen verhindert.
Will man koagulieren, muß man entweder durch Zugabe von Säure, meist wird 1% Essigsäure benutzt, einen pH-Wert von 4,7 erreichen, d.h. die Teilchen elektrisch neutralisieren, oder die Hydrationsschicht zerstören. Die Dehydralisation kann mit 96%igem Alkohol durchgeführt werden.

2. Kautschuk

Kautschuk besitzt gegenüber anderen in der Natur vorkommenden Stoffen als auffälligste Eigenschaft eine bemerkenswerte Elastizität. Diese Eigenschaft ist durch seine Struktur bedingt.

2.1 Struktur

In einer niedermolekularen Flüssigkeit stellt man sich die Moleküle idealisiert als Kugeln vor, die frei beweglich sind. Will man bei Polymeren an dem Kugelmodell festhalten, so sind diese Kugeln nicht mehr frei beweglich, da jedes Molekül durch chemische Bindung mit zwei Nachbarmolekülen verbunden ist. Durch die Bindung wird ein bestimmter Abstand zwischen den Kugeln, aber keine Richtung, festgelegt.



Die so entstandenen Molekülketten, an deren Enden Moleküle mit nur einer Bindung auftreten, haben eine unterschiedliche Länge. Kautschuk besitzt demzufolge kein einheitliches Molekulargewicht, sondern weist eine Molekulargewichtsverteilung auf. Das Molekulargewicht liegt bei unendlicher Verdünnung zwischen 200000 und 300000 bei einer Länge der Molekülketten von etwa 25000 Å ($1\ Å = 10^{-10}$ m) im gestreckten Zustand.
In einzelnen Fällen können bei Rohkautschuk neben der Ein- und Zweifachkopplung auch Drei- und Mehrfachkopplungen auftreten, wodurch molekulare Netze entstehen.

2.2 Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften hochpolymerer Stoffe werden durch die Art der Substituenten im monomeren Molekül, durch die Kettenlänge des polymeren Moleküls und durch die Art und Größe der Mikro- und Makro-Brownschen Bewegung bestimmt.

Die Mikro-Brownsche Bewegung entsteht durch die freie Drehbarkeit um die (C-C)-Achsen innerhalb des Moleküls. Die Makro-Brownsche Bewegung hat ihre Ursache in der Bewegung der Kettenmoleküle gegeneinander.

2.2.1 Plastizität und Elastizität

Läßt man auf einen Körper eine äußere Kraft einwirken, so kommt es zu einer Formänderung. Nimmt er nach Beendigung der Wirkung die ursprüngliche Gestalt wieder an, so spricht man von Elastizität. Nimmt er die ursprüngliche Form nicht wieder an, so besitzt er neben seiner Elastizität noch eine Plastizität.

Das Verhalten von Kautschuk oder dessen Vulkanisaten ist hochelastisch, wenn die Mikro-Brownschen Bewegungen groß und die Makro-Brownschen Bewegungen verschwindend klein sind. Sind sowohl die Mikro- als auch die Makro-Brownschen Bewegungen groß, so ist das Verhalten plastisch.

2.2.2 Kristallisation

Wird ein Kautschukstreifen mit großer Geschwindigkeit gedehnt, so kann man eine Erwärmung des Kautschuks feststellen. Bei anschließender schneller Entspannung tritt eine Abkühlung ein. Dieses Phänomen wird als Gough-Joule Effekt bezeichnet. die auftretende Wärme wird durch Kristallisation erklärt.
Die sich in Knäuelgestalt befindlichen Moleküle werden beim Dehnen in einen geordneten Zustand überführt. Dadurch geraten einzelne Moleküle so eng aneinander, daß zwischen ihnen Valenzkräfte wirksam werden können, und sich ein Kristallgitter niedriger Ordnung ausbildet. Die freiwerdende Kristallisationswärme wird durch die Erwärmung beobachtet.

2.3 Vulkanisation

Der wesentlichste Vorgang der Vulkanisation ist eine Vernetzung der Makromoleküle, in deren Verlauf die im

Kautschuk vorliegenden Fadenmoleküle durch Valenzbrücken zu einem Netzwerk verknüpft werden. Eine weitere Verfestigung des Netzwerkes wird durch gegenseitiges Umschlingen (dynamische Haftpunkte) der Fadenmoleküle erreicht.
Durch die Vulkanisation wird der Kautschuk aus einem vorwiegend plastischen Zustand in einen vorherrschend hochelastischen überführt.

Unser Titelblatt

Das Titelblatt zeigt den Titelkupfer Guerickes Werk:"Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio"Amsterdam 1672 (Siehe auch Heft 9)

Unsere Rückseite

Chemisches Laboratorium von Michael K ü s s e l aus dem Jahre 1603. Die Alchemie wurde infolge immer größerer Nachfrage nach chemischen Präparaten durch die Chemie abgelöst. Im Gegensatz zu den "reinen" Alchemisten, die sich aus allen möglichen "Ständen" rekrutierten, befaßten sich vor allem medizinisch durchgebildete Chemiker mit ihrer Herstellung.

Zum Schmunzeln

Im Berliner Kolloquium hatten einmal Einstein und Nernst eine heftige Diskussion mit schroff gegensätzlichen Meinungen. Als einige Wochen später über die gleiche Frage diskutiert wurde, erwies es sich, daß Einstein sich der Meinung Nernsts wesentlich genähert hatte. "Aber Herr Kollege Einstein", sagte Nernst darauf "Sie sagen ja heute genau das Gegenteil von dem, was Sie vor einigen Wochen gesagt haben!" Hierauf Einstein lächelnd: "Aber Herr Kollege, was kann ich dafür, daß der liebe Gott die Welt nicht so gemacht hat, wie ich es mir vor 4 Wochen vorstellte."

Strommessung am p-n-Übergang

Im Physikunterricht der 10. Klasse lernten Sie einige physikalische Erscheinungen kennen, die am p-n-Übergang einer Halbleiterdiode auftreten. Begriffe wie Eigenleitung, p-Leitung, n-Leitung sind Ihnen sicher bekannt. Ansonsten müssen Sie sich im Lehrbuch der 10. Klasse oder bei Ihrem Physiklehrer darüber informieren. Um Ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet noch zu vertiefen, möchten wir Ihnen ein Experiment vorschlagen, das Sie selbst im Praktikum Ihrer Schule aufbauen und durchführen können.
Die Aufgabe besteht darin, den Strom, der durch die Diode fließt, in Abhängigkeit von der angelegten Spannung einmal in Durchlaßrichtung und ein anderes Mal in Sperrichtung, zu messen. Die Messung dieser Strom-Spannungs-Kennlinie soll bei verschiedenen Temperaturen vorgenommen werden.

Aufbau des Experimentes

Zur Durchführung des Experimentes benötigen Sie:

1. Ein Schulstromversorgungsgerät (Gleichspannung)
2. Eine Halbleiterdiode

In einem Katalog können Sie sich über die Kenndaten der jeweiligen Diode informieren. Für die Halbleiterdiode GY 110 möchten wir Ihnen diese Daten angeben.

Spannungsbereich:	0 ... 24 V
Temperaturbereich:	20 ... 75 °C

Strom in Durchlaßrichtung maximal 1 A. Damit diese Stromstärke nicht überschritten wird, sollte in dem Diodenkreis ein Schutzwiederstand oder eine 1 A-Sicherung eingeschaltet werden. Die maximalen Werte dürfen nie überschritten werden!
In Sperrichtung können Sie mit diesem Diodentyp einen Strom von ungefähr 200 µA erwarten (24 V, 25 °C).

3. Ein µA-Meter (zum Messen des Sperrstromes)
4. Einen Spannungsmesser
5. Einen Strommesser bis 1 A (zum Messen des Durchlaßstromes)

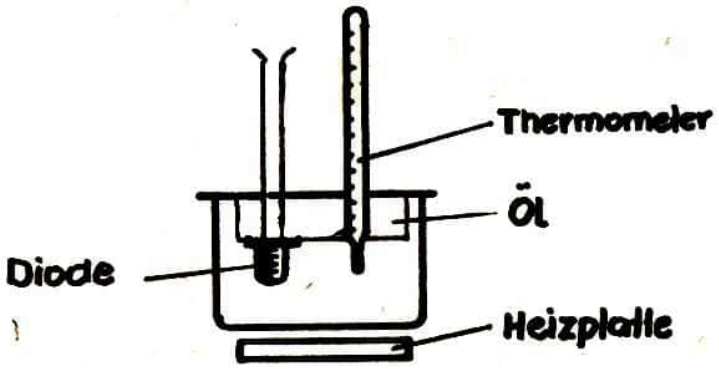
Informieren Sie sich bei Ihrem Lehrer über die Innenwiderstände ihrer Meßinstrumente!

6. Einen Behälter mit Öl

Das Ölgefäß sollte groß sein, damit Ihre Anlage eine möglichst hohe Wärmekapazität besitzt. Das wirkt sich positiv auf die Temperaturkonstanz aus.

7. Ein Thermometer
8. Bunsenbrenner oder Heizplatte

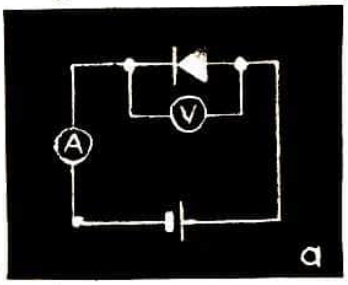
Schematischer Aufbau:

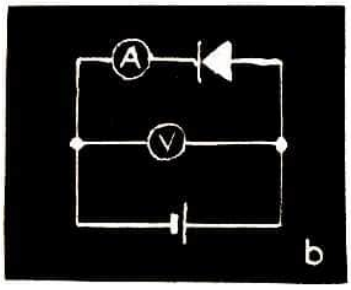


Durchführung des Experimentes

Die Halbleiterdiode wird in das Ölbad getaucht und mit der Spannungsquelle verbunden. Für 15 verschiedene Spannungen wird der Strom in Sperrichtung und in Durchlaßrichtung gemessen. Diese Messung soll bei 5 verschiedenen Temperaturen zwischen 20 °C und 75 °C vorgenommen werden.
Beim Anschluß Ihrer Meßinstrumente müssen Sie folgendes beachten: Jedes Meßinstrument hat einen eigenen Innenwiderstand. Es ist so, daß der Innenwiderstand eines Strommessers klein ist gegen den Innenwiderstand eines Spannungsmessers.
In Durchlaßrichtung ist der Widerstand der Halbleiterdiode sehr klein. Er ist viel kleiner, als der Innenwiderstand Ihres Voltmeters, kann aber in der Größenordnung des Innenwiderstandes Ihres Amperemeters liegen. Dies bedeutet, daß bei falschem Anschluß der Instrumente der Spannungs-

abfall am Strommesser ihre Spannungsmessung verfälscht. In Sperrichtung ist der Widerstand der Halbleiterdiode sehr groß. Er ist viel größer als der Innenwiderstand Ihres Strommessers, kann aber in der Größenordnung des Innenwiderstandes Ihres Voltmeters liegen. Dies bedeutet, daß bei falschem Anschluß Ihrer Instrumente Ihre Strommessung verfälscht wird, weil ein Teil des Stromes über das Voltmeter fließt. Eines der folgenden Schaltbilder ist richtig für die Messung in Sperrichtung, das andere ist richtig für die Messung in Durchlaßrichtung.





Überlegen Sie genau, welche Schaltung Sie für die Sperrstrommessung und welche für die Durchlaßstrommessung verwenden!

Auswertung

Zeichnen Sie die Strom-Spannungskennlinien
1) in Durchlaßrichtung bei 5 Temperaturen
2) in Sperrichtung bei 5 Temperaturen

Diskutieren Sie zusammen mit Ihrem Lehrer die Ergebnisse! Überlegen Sie sich, warum mit zunehmender Temperatur der Durchlaßstrom und auch der Sperrstrom wachsen!

Das Fernseh-Bild am Nagel an der Wand

Forschern ist es gelungen, flüssige Kristalle herzustellen, die auch bei Zimmertemperatur flüssig bleiben. Beim Anlegen eines elektrischen Feldes geben diese Kristalle diffuses Licht ab. Es ist denkbar, diese kristalline Flüssigkeit durch ein elektrisches Feld anzuregen und zu steuern. So könnte ein Bild entstehen, ein Fernsehbild. Der Fernseher am Nagel an der Wand - vielleicht morgen schon eine Selbstverständlichkeit für jedermann.

Schwartzer schatz: schwachdas Gemüs:: Gibacht, das es nicht werde bös::