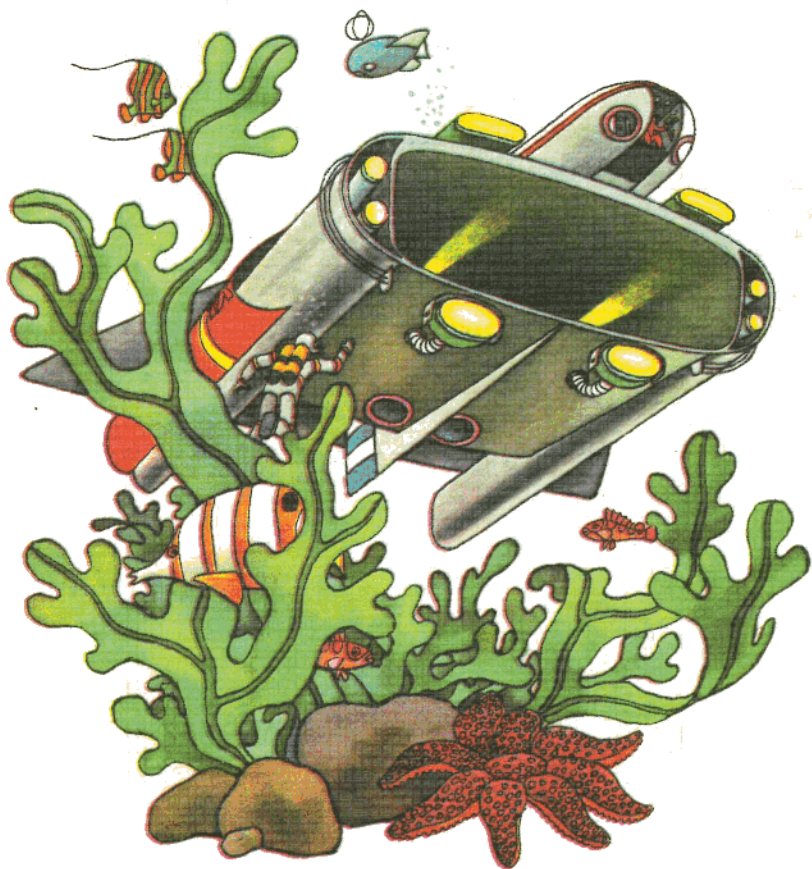


Karl Böhm
Schauplatz Zukunft

REGEN
BOGEN
REIHE



Regenbogenreihe

Karl Böhm

Schauplatz Zukunft

Blick in die Welt von morgen

Illustrationen von

Rainer Flieger, Heinz Handschick, Thomas Schallnau,
Klaus Segner/Gruppe 4, Günter Wongel



Der Kinderbuchverlag Berlin

Ausflug ins Morgen

Der Traum vom Schlaraffenland

Stellt euch so eine Welt vor: Die Häuser, klein und niedrig, sind aus Marzipan gebaut und mit Zuckerbrezeln oder Plätzchen gedeckt. Aus den Brunnen sprudelt edler Wein, der die Rinnsteine füllt. Die laublosen Bäume hängen voll von köstlichsten Früchten, geräucherten Würsten und Schinken. Auf den kuchenbelegten Straßen tummeln sich Schweine, die schon fertig zubereitet sind; Messer und Gabeln tragen sie gastfreundlich im knusprigen Speck mit sich. Durch die Lüfte schwirren gebratene Tauben, bereit, sich in jeden aufgerissenen Mund zu stürzen. Und wenn es regnet, dann nicht Wasser, sondern Sauerkraut und Bratwürste.

Die Bewohner dieser kalorienreichen Wunderwelt (Schlaraffen = Genießer, Faulenzer) liegen träge herum. Sie schlafen und essen. Das ist ihr Leben. Ihr Speisezettel und die Mengen, die sie verdrücken, entsetzen jeden Arzt von heute, der darum besorgt ist, daß wir uns vernünftig ernähren. Zu seinem Trost ist das Schlaraffenland nirgends zu finden. Es ist ein uralter Traum, gesponnen von Menschen, die immer hungern und schwer arbeiten mußten. Das bessere Leben in ihrer Phantasie gipfelte daher in unbeschränkter Fülle und Freizeit, in der sie ausruhen und sich die Bäuche vollschlagen wollten.

Es gab auch andere Träume, die sich mit einem derart prallen und im Grunde ungesunden Genießen nicht begnügten. Sie errichteten Zukunftswelten, in denen die Menschen fleißig arbeiten, aber auch teilhaben an dem Reichtum, den sie schaffen. Der Gelehrte Sir Thomas

Morus (Minister des englischen Königs Heinrich VIII. „Blaubart“, der ihn 1535 hinrichten ließ) betitelte daher sein Werk über einen sozial gerechten Staat folgerichtig „Utopia“ (Land Nirgendwo). Seither nennt man solche Ideen von schönen, aber unwirklichen Gemeinwesen allgemein Utopien.

Sie fanden (und finden) stets ein lebhaft interessiertes Publikum. Das ist verständlich. Denn die Menschen denken und träumen. Und die Frage „Was wird morgen sein?“ beschäftigte die Gemüter seit eh und je.

Kann man in den Sternen lesen?

Früher suchten viele eine Antwort auf ihre Fragen an das Morgen bei Wahrsagern (Hellsehern) und Astrologen (Sterndeutern). Zum Orakel (Stätte der Weissagung) pilgerten schon im Altertum die Menschen, um sich einen Rat für wichtige Entscheidungen zu holen. Selbst Alexander der Große soll das damals berühmteste Orakel von Delphi befragt haben. Wallenstein, der kaiserliche Oberfeldherr im Dreißigjährigen Krieg, hörte auf seinen Leibastrologen Seni – von dem er allerdings nichts davon erfuhr, daß er ermordet werden sollte. Und noch in neuester Zeit schleichen sich manche westliche Prominente im Schutz der Nacht zum Hexenquartier irgendeiner hochgelobten Pythia (Wahrsagerin), um dort zu erfahren, was sie trotz ihrer Macht auf andere Weise offenbar nicht herausbekommen: nämlich wie es mit der Politik weitergehen soll oder wird.

Wenn Sterne Geheimnisse verraten, dann entreißen sie ihnen die Wissenschaftler, die Astronomen und Raumfahrer. Diese Aussagen aber betreffen ausschließlich die

Natur, keinesfalls das Schicksal einzelner Erdbewohner. Was sein wird, ist durch nüchterne Denk- und Planarbeit zu ermitteln und zu bestimmen.

Auch wenn es um ein Stück persönlicher Zukunft geht, muß man Umstände berücksichtigen, die außerhalb der eigenen Person liegen. Keiner lebt und wirkt für sich allein!

Nicht Wünsche und Träume allein können Vorstellungen von den Zielen wecken, die man anstrebt. Maßgebend ist, daß sie in die Sprache der Wirklichkeit übersetzt werden, in Absichten, Pläne, gangbare Schritte und entsprechende Handlungen.

Die Zukunft wächst unter unseren Händen, von Tag zu Tag, von Jahr zu Jahr.

Sie beruht auf den heute gegebenen Möglichkeiten und wird zu dem, was wir daraus machen. Sie wird also gestaltet. Sie vorauszusehen ist nur dann möglich, wenn diese Gestaltung bewußt, zielstrebig und planvoll erfolgt, nicht dem „blinden Walten der Geschicke“ überlassen bleibt.

Hier scheiden sich die Geister; genauer gesagt: die Gesellschaftsordnungen und die sozialistische Prognostik (Wissenschaft von der Vorhersage) von der kapitalistischen Futurologie (Wissenschaft von der Zukunft).

In dem einen Fall handelt es sich tatsächlich um eine Wissenschaft. Sie beruht auf dem wissenschaftlichen Sozialismus, der die Gesetze der gesellschaftlichen Entwicklung erforscht hat und anwendet, wobei er die verfügbaren Mittel und Kräfte gezielt einsetzt. (Das ist so ähnlich – nur viel komplizierter – wie bei einem Chemiker, der genau vorhersagen kann, was bei einem chemischen Prozeß vor sich geht und entsteht. Denn er kennt die Naturgesetze, die dabei wirken, und wendet die ent-

sprechenden Reagenzien in der richtigen Weise an. Daraus ergeben sich langfristige Pläne, die auf Jahre im voraus festlegen, was werden soll, und damit gleichzeitig vorhersagen, was sein wird. Und zwar für das gesamte Gefüge der Volkswirtschaft, für das Leben der ganzen Gesellschaft.

Im anderen Fall handelt es sich um einen modernen Aufguß der uralten Prophetie, garniert mit Computern und imponierenden neuen Schlagworten. Die Gesetze der gesellschaftlichen Entwicklung werden nicht zugrunde gelegt, ja geleugnet. Im Mittelpunkt steht nicht der Mensch, sondern der Profit. Und die Macht des Kapitals zu erhalten, rangiert weit vor dem Wohl des Volkes. Das Ergebnis: ein heilloses Durch- und Nebeneinander, ja Gegeneinander von „Trends“ (Grundrichtungen des weiteren Geschehens) und fragwürdige Vorhersagen, die sich oft widersprechen und die sich von Jahr zu Jahr ändern. Auf solchen Grundlagen und mit solchen Zielen kommt eben keine vernünftige oder gar menschengemäße Gestaltung der Zukunft zustande. Also auch keine gültige Vorhersage.

Wegbereiter der Welt von morgen

„O Jahrhundert! O Wissenschaften! Es ist eine Lust zu leben!“ jubelte der berühmte Humanist Ulrich von Hutten in einem Brief, den er (1518) an einen gelehrten Nürnberger Patrizier schrieb. Es war die Zeit der Renaissance, der Wiedergeburt der antiken Kunst und Wissenschaft nach der langen geistigen Nacht des Mittelalters.

Allein es war für Leute seines Schlags ganz und gar keine Lust, zu leben. Als Hutten (1523) auf der idyllischen Insel Ufenau im Bodensee starb, war er müde von unaufhör-

lichen Kämpfen gegen die finsternen Mächte der Reaktion, verfolgt, bettelarm und völlig vereinsamt. Mit den Wissenschaften war es damals noch nicht weit her. Zwar war das große Erbe der Antike wiederentdeckt und zu neuem Leben erweckt. Aber dieses Leben beschränkte sich in Deutschland zu Beginn des 16. Jahrhunderts auf wenige stille Studierstuben und auf Universitäten, an denen die Scholaren wenig für das Leben lernten, um so mehr für die eigene Gelehrsamkeit. Forschung wurde kaum betrieben. Und mit der Produktion hatte die Wissenschaft so gut wie nichts zu tun. Die arbeitenden Menschen mußten ohne ihre Hilfe auskommen.

Erst als die Industrialisierung einsetzte, nahm die Wissenschaft einen unerhörten Aufschwung. Daß sie sich in die Arena der Arbeit begab, um dort den Kampf für den technischen Fortschritt zu führen, bekam ihr ausgezeichnet. Der Baum der Wissenschaft trieb immer neue Zweige, die Früchte in Fülle hervorbrachten. Das meiste davon erntete die Produktion, die sich in dieser historisch kurzen Zeitspanne technologisch vollkommen verwandelte.

Heute ist die Wissenschaft zum Schrittmacher der Produktion geworden. Nicht ein Gebiet der Arbeit könnte auf ihre Mitwirkung verzichten. Ob es darum geht, neue Medikamente, Farben, Kunststoffe oder Düngemittel zu entwickeln oder Großbauten zu errichten, den glatten Ablauf der Fertigung in einer Fabrik zu organisieren oder Raumschiffe ins All zu entsenden: überall steht die Wissenschaft Pate. Und sie wächst dabei unaufhörlich – an Inhalt, Umfang und Bedeutung.

Durch die Wissenschaft haben sich die Menschen mächtige Mittel geschaffen, die es ihnen ermöglichen, Mengen von

Gütern zu erzeugen und den Erdball nach ihren Bedürfnissen umzugestalten – wenn diese Mittel menschengemäß genutzt werden.

Das Energiewarenhaus der Erde

Der Riese als Diener

In vielen Märchen gibt es Riesen mit gewaltigen Kräften. Als die Menschen noch auf ihre eigenen Muskeln angewiesen waren, spannen sie gern solche Märchen. Bärenkräfte – das wäre schon etwas. Und gar Riesenkräfte! Da streckt ein Faustschlag das gefährlichste Raubtier nieder, und ein Axthieb fällt den dicksten Stamm.

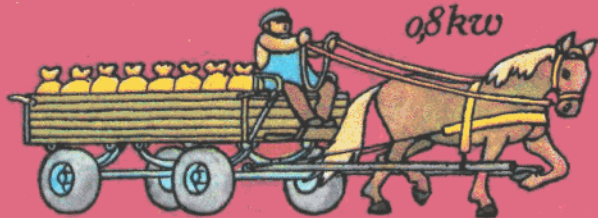
So weit, so gut. Betrachten wir uns aber die Sache einmal näher, bleibt selbst vom stärksten Riesen der Märchen nicht viel übrig, was uns staunen machen könnte. Was die menschlichen Muskeln auf längere Dauer leisten, entspricht etwa $1/25$ Kilowatt. Damit könnte man eine 40-Watt-Lampe oder ein Radio speisen. Der Elefant, das mächtigste Landtier, bringt es schon auf etwa 2,5 Kilowatt. Damit ließen sich alle Leuchten und elektrischen Geräte eines normalen Haushalts versorgen. Ein Trabant leistet mit seinen 28 PS immerhin schon fast 21 Kilowatt. Unser neuer Kraftwerksgigant Boxberg aber bringt 3 000 000 (drei Millionen) Kilowatt. . . Wo bleibt da selbst der stärkste Riese? Im efeuberankten Märchenmuseum. Viele Arbeiter

Die Leistung der Muskeln von Menschen und Tieren würden für den Antrieb der modernen Maschinerien bei weitem nicht mehr ausreichen. Technische Kraftanlagen (Turbinen, Motoren usw.) liefern ein Vieltausendfaches an Energie

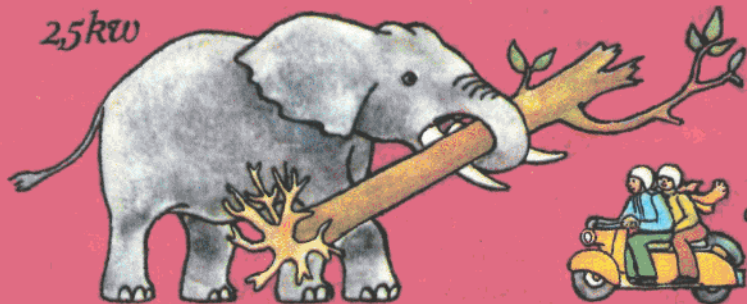
0,04kw



0,8kw



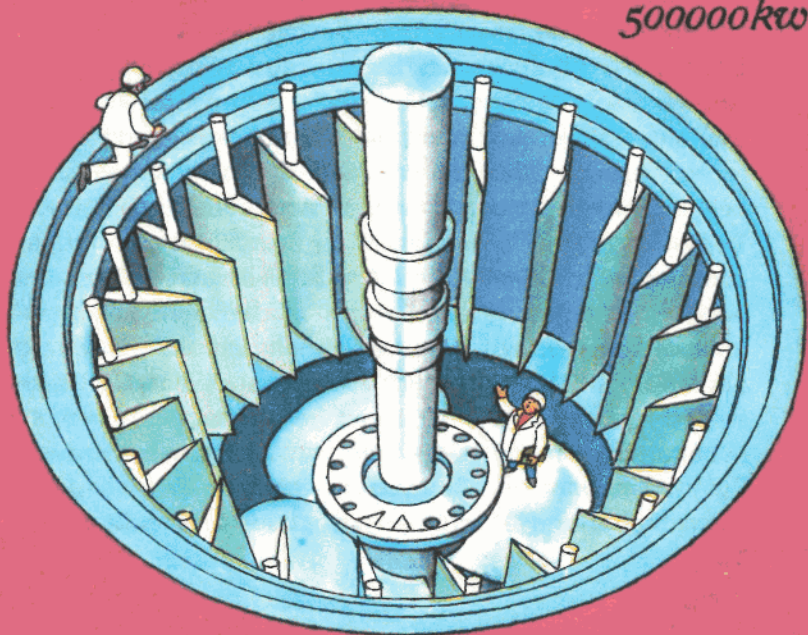
2,5kw



8kw



500000kw



in modernen Fabriken mit hohem Energieeinsatz gebieten heute über Maschinensysteme, die Hunderte, ja Tausende von Kilowatt beanspruchen. Das wären vergleichsweise Zehntausende von „Menschenstärken“.

Ihr seht also: Wäre der Mensch auf seine Muskeln oder die seiner Haustiere angewiesen geblieben, hätte er es mit der Technik nicht weit gebracht. Alle Maschinen – Drehautomaten und Stanzen, Fahrzeuge und Kräne – hätten gar nicht erst entstehen können, wenn – ja, wenn nicht die *Kraftmaschinen* dazugekommen wären. Das war zunächst (vor etwa 200 Jahren) die Dampfmaschine. Dann (vor rund 100 Jahren) der Verbrennungsmotor und vor allem der Dynamo (Generator). Mit ihnen hielt die „Fremdenergie“ Einzug in die Welt der Produktion und verwandelte sie von Grund auf. Denn sie ermöglichte, die mechanische Kraft – in erster Linie die des fallenden Wassers – und die chemische Energie der Brennstoffe (Kohlen, Erdöl, dann auch Erdgas) für den Antrieb von *Arbeitsmaschinen* aller Art in großem Maßstab einzusetzen. Mit ihr erzeugen und bewegen die Arbeiter wachsende Mengen von Gütern. Diese Energie, die keinen Muskeln entstammt, treibt Verkehrsmittel mit Tausenden von „Pferdestärken“ an, beleuchtet Wohnungen und Städte mit der Helligkeit von Millionen Kerzen. Sie wirkt in den gigantischen Retorten der chemischen Industrie, verrichtet schwere Landarbeit, befeuert die Kessel der Heizwerke und bewältigt alle Lasten an den Großbaustellen. Oft nur von *einer* Hand geschaltet, verrichtet sie Arbeiten, die in der Vergangenheit – etwa beim Bau der Pyramiden oder der Chinesischen Mauer – durch ganze Heerscharen von Sklaven bewältigt werden mußten.

Flüssige Brennstoffe (das Petroleum mit seinen Abkömmlingen) werden vorwiegend zum Antrieb von Fahr- und Flugzeugen verwendet; als Treibstoff also. Die festen Brennstoffe (Kohlen) dagegen dienen hauptsächlich zur Erzeugung von Wärme – auch in den sogenannten Wärmekraftwerken, die heute noch den Löwenanteil an Elektroenergie beisteuern. Der Rest des Aufkommens an Strom stammt fast ganz aus den Wasserkraftwerken. Andere Lieferanten fallen nicht oder noch kaum ins Gewicht.

Die Elektrizität hat sich in unserem Jahrhundert als Hauptform der Gebrauchsenergie durchgesetzt. Sie hat viele Vorzüge:

- Sie ist absolut sauber und am leichtesten verwendbar – vom Haushalt bis zum Stahlwerk.
- Sie läßt sich einfach und beliebig fein verteilen.
- Sie kann – vermittels Leitungen – überallhin transportiert werden, wo sie benötigt wird. Die dabei auftretenden Verluste kann man weiter verringern. Aber man muß sie in Kauf nehmen. Schließlich sind bei jeder Beförderung von Energieträgern – Kohlentransporte – gewisse Verluste unvermeidlich.

Deshalb geht man immer mehr dazu über, andere Energieträger – Brennstoffe, Wasserkraft – zur Stromerzeugung heranzuziehen. Die Zeit der Mühle am rauschenden Bach zum Beispiel ist vorbei. Trumpf ist das Wasserkraftwerk, das die Elektromotoren auch der Mühlen speist. Die Erzeugung von Elektroenergie steigt daher weit rascher als die anderer Energieformen.

Wenn von Energieerzeugung die Rede ist, handelt es sich in Wirklichkeit stets darum, daß eine Energieform in eine andere überführt wird. In den Wärmekraftwerken etwa

wird die in den Brennstoffen chemisch gebundene Energie auf dem Weg über Dampf in Elektrizität verwandelt. Auch hier treten, wie bei jeder Energieumwandlung, Verluste auf, die man ständig zu senken versucht. Mit Erfolg! Die ersten Dampfmaschinen verbrauchten für – umgerechnet – eine Kilowattstunde noch über 30 Kilogramm bester Steinkohle. In den modernsten Wärmekraftwerken erzeugt man damit rund 100 Kilowattstunden.

Seht euch nur einmal um, zu Hause oder unterwegs, und stellt euch vor, plötzlich wäre alle Energie verschwunden, die nicht Muskeln entstammt! Dann begreift ihr, was die fremde Energie, besonders die elektrische, in unserem Leben bedeutet. Nicht ohne Grund bezeichnet man sie als das Blut der Wirtschaft. Jedes bedeutende Mehr an Rohstoffen, Maschinen und Gütern aller Art, an Leistungen im Verkehr oder Handel, Wohnungen und Komfort erfordert auch einen erhöhten Einsatz von Energie.

Deshalb ist es für jedes Land so wichtig, rechtzeitig neue Energiequellen zu erschließen, damit der gesteigerte Bedarf von morgen gedeckt werden kann. Doch da gibt es beträchtliche Unterschiede. Einmal von Natur aus: Nicht jedes Land verfügt über reiche Schatzkammern voller Energieträger – Kohle, Erdöl und Erdgas, Wassergefälle und anderes mehr. Zum anderen spielt auch die Gesellschaftsordnung eine erhebliche Rolle.

In den kapitalistischen Ländern verläuft das Wachstum der Wirtschaft schwankend. Nicht selten werden bei lebenswichtigen Waren Produktion und Absatz absichtlich gedrosselt, um die Preise künstlich hochzuhalten oder Konkurrenten aus dem Feld zu schlagen. So geschah es kürzlich in den USA, die in eigenen und fremden Gebieten

überreiche Energiequellen besitzen und trotzdem in eine Energiekrise gerieten, das heißt hineingesteuert wurden. In den sozialistischen Ländern wächst die Wirtschaft stetig. Die entsprechenden Zahlen darüber sind für einen längeren Zeitraum in den Plänen festgelegt; auch die damit abgestimmten Kennziffern für den Energiebedarf.

Die DDR ist nicht gerade reich an Energiequellen. Wie decken wir unseren steigenden Bedarf in der Zukunft?

Gewiß, unser Land ist unter seiner schönen Oberfläche mit Bodenschätzen nicht gerade reich ausgestattet. Hochwertige Kohle und Erdöl finden sich nur in geringen Mengen. Die Förderung von Erdgas steigt zwar an – auf über 11 Milliarden Kubikmeter im Jahre 1975. Das ist erfreulich, aber nicht genug.

Kraftvoll fließende Ströme, die wir anzapfen könnten, fehlen ebenfalls. Von Sonne und Wind haben wir nichts zu erwarten; jedenfalls keine verwertbaren Energien. Und was die Natur unserem Boden versagt hat, das schenkt uns keine gute Fee.

Was wir reichlich haben, ist Braunkohle. Mehr als ein Drittel aller Braunkohle, die auf der Welt gefördert wird, entfällt auf die DDR. Sie wird hauptsächlich für die Kraftwerke und als Briketts zum Heizen der Wohnungen verwendet. Reichlich bedeutet aber noch lange nicht: für alle Zeiten ausreichend. Zwar werden neue Lager erschlossen. Sie sind jedoch keineswegs unerschöpflich und werden ziemlich rasch ausgebeutet. Wälder wachsen zwar immer wieder nach; Kohle dagegen nicht.

Freilich ist die DDR nicht auf sich allein angewiesen. Sie hat gute und starke Freunde: die sozialistischen Bruder-

länder, vor allem die Sowjetunion mit ihren reichen Beständen – und ihrer Hilfsbereitschaft. In diesem Bund ist es so: Was der eine nicht hat (oder baut), liefert ein anderer, der es hat (oder baut). Diese enge Zusammenarbeit (Kooperation) im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) bewährt sich auch in der Energetik. Seit 1963 besteht die Pipeline (Rohrleitung) „Freundschaft“. Durch sie pulst pausenlos ein Strom von Öl, das in der Sowjetunion gefördert wird. An die 80 Millionen Tonnen Erdöl hat die DDR bisher auf diesem 4000 Kilometer langen Weg erhalten.

Dieses Öl ist vielseitig verwendbar. Nur zum kleineren Teil wird es verfeuert. Vorwiegend wird es als Rohstoff in unserer chemischen Industrie zu zahllosen Produkten verarbeitet: von Benzin und Heizöl bis zu Fasern für hauchfeine Damenstrümpfe oder bauschige Pullover.

Damit erhalten wir einen gewaltigen Zuschuß zu unserer Versorgung mit Energie und wichtige Ausgangsstoffe für unsere Chemie. Die Beförderung durch die Pipeline ist – verglichen etwa mit Transporten in Tanks – billig, so daß ein zweiter Strang der „Freundschaft“ gebaut wurde. Seine Pumpen sind bereits 1974 in Gang gesetzt worden. Dazu kommt die 5000 Kilometer lange Gasleitung „Nordlicht“, die 1973 ihren Betrieb aufnahm. Sie befördert jährlich 4 Milliarden Kubikmeter hochwertiges Erdgas aus der Sowjetunion zu uns.

Ungeheure Mengen von Elektroenergie strömen tagaus,

Durch die mächtigen Rohrleitungen der Pipeline „Freundschaft“ und der Gasleitung „Nordlicht“ strömen jährlich viele Millionen Kubikmeter Erdöl und Milliarden Kubikmeter Erdgas aus Sibirien in die europäischen sozialistischen Länder



Ventspils

Polozk

Moskau

Schwedt

Płock

1. Strang

2. Strang in Betrieb

Bratislava

Szécszalombatta

Borsbna

UdSSR

Polen

Ungarische VR

tagein in dem Verbundnetz „Mir“ (Frieden). Seine hochragenden Stahlmastketten verbinden die europäischen sozialistischen Länder untereinander und mit der Sowjetunion. Dort haben sie Anschluß an das weitverzweigte Verbundnetz, das die ganze Sowjetunion westlich des Urals überspannt. Dadurch ist es möglich, in einem Gebiet von mehr als einer Million Quadratkilometern (etwa zehnmal die Fläche der DDR) mit 180 Millionen Einwohnern das Energieaufkommen dem Bedarf besser anzupassen: Überschüsse aus dem einen Gebiet werden in ein anderes geleitet, wo gerade mehr benötigt wird. Diese weitgespannten Energienetze aus Röhren und Masten sind mächtige Lebensadern für unsere gesamte Wirtschaft.

Energiequelle Sonne

Die Sonne strahlt uns ständig ungeheure Wärmemengen zu. Kann man diese nicht einfach einfangen – sozusagen als geschenkte Energie?

Tatsächlich stammen alle herkömmlichen Energiequellen, die man bisher abschöpfte, irgendwie von der Sonne, dem Urquell allen Lebens:

- Die Muskeln, die ihre Kraft aus der Nahrung beziehen. Diese wieder geht letztlich auf die Photosynthese in den grünen Pflanzen zurück. Muskeln sind für Mensch und Tier buchstäblich lebenswichtig. Auf der Rangliste der Nutzenergien sind sie nicht mehr verzeichnet.
- Das Holz, das heute allerdings nur noch in rückständigen Gegenden als Heizmaterial Energie liefert.
- Die Kohlen, vom Torf bis zum Anthrazit. Sie sind aus abgestorbenen Pflanzen im Laufe von Jahrmillionen entstanden und wachsen nicht mehr nach.

- Das Erdöl und Erdgas, wofür sinngemäß das gleiche gilt.
- Die Wasserkraft, die durch den großen Kreislauf Verdunstung – Regen ständig nachgespeist wird.
- Der Wind – einer der ersten und heute schwächsten energetischen Helfer der Menschen.

Dazu kommen die Gezeiten – Ebbe und Flut. Sie werden vorwiegend durch die Bewegung des Mondes verursacht, sind also eigentlich keine Sonnenkinder.

Gar nicht sonnenbefeuert ist ein Energielieferant, der erst in jüngster Zeit entdeckt wurde, in Zukunft jedoch die Hauptrolle spielen wird: die Kerne der Atome. (Näheres darüber findet ihr im nächsten Kapitel.)

Wie aber kann man den Sonnenschein direkt einfangen und als Energiequelle gebrauchen? Technisch ist das kein Problem.

Längst gibt es Anlagen, die mit Hohlspiegeln die Strahlen sammeln und damit Kleinkraftwerke betreiben.

Andere Sonnenbatterien wandeln den einfallenden Sonnenschein ohne Umwege in Elektroenergie um.

Alle diese Sonnennutzer weisen jedoch ganz bescheidene Leistungen auf. Die größten unter ihnen bringen es auf einige Kilowatt – trotz ansehnlicher Ausmaße! Tausende von ihnen wären nötig, um die Kapazität eines der neuen Kraftwerkriesen wie unser Boxberg, Vetschau oder Hagenwerder (sämtlich Braunkohlenverbraucher) oder gar der sowjetischen Giganten von Wärme- oder Wasserkraftwerken zu erreichen.

Einige wesentliche Nachteile setzen dem Großeinsatz von Sonnenkraftwerken ziemlich enge Grenzen:

- Ihre Anlage ist aufwendig, gemessen an ihrer Leistung.

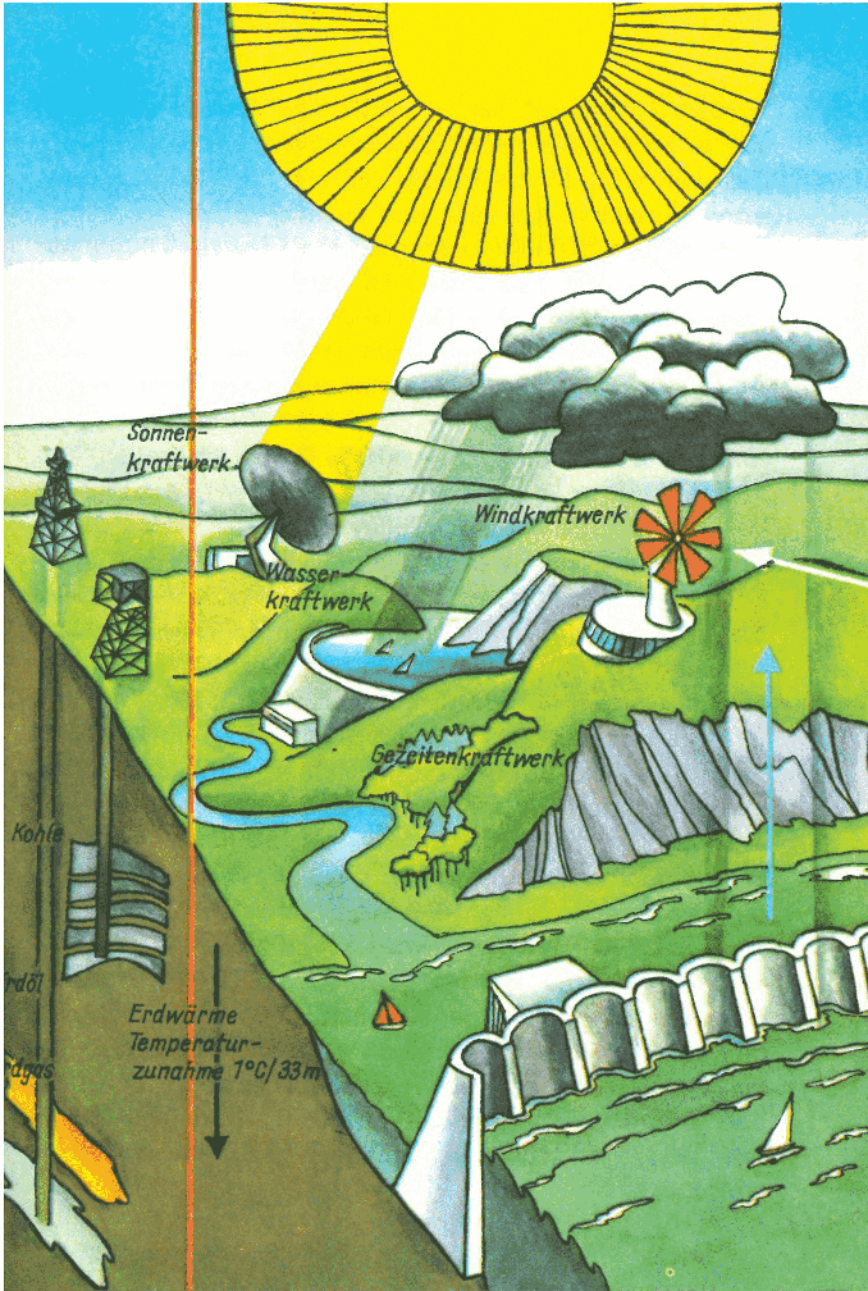
- Sie sind auf beständigen kräftigen Sonnenschein angewiesen.
- Wenn ihre Kapazität einigermaßen bedeutend sein soll, beanspruchen sie ausgedehnte Flächen, die dann für jede andere Verwendung (Landwirtschaft, Siedlungsraum) ausfallen.

Deshalb sind Sonnenkraftwerke in keiner Liste der Energielieferanten der Zukunft anzutreffen; dazu fallen ihre möglichen Leistungen denn doch zuwenig ins Gewicht. Vorzufinden sind sie fast ausschließlich in sonnenglühenden Wüsten, wo sie Wasser für eine Oase pumpen oder Strom für eine Station spenden. Wichtig sind sie außerdem für kosmische Unternehmungen – etwa für die Energieversorgung von Raumstationen; aber auch nur im sonnen nahen Bereich.

Daß es noch in diesem Jahrhundert auf dem Mond Kraftwerke geben wird, die von der Sonne gespeist werden, ist so gut wie sicher. Doch sie werden ausschließlich für den Energiebedarf der Mondstation und ihrer Bewohner arbeiten.

An einen Transport von Energie zur Erde ist nicht zu denken, selbst wenn die – zur Zeit noch völlig offene – Frage einer drahtlosen Leitung Mond–Erde einmal gelöst sein sollte. Denn die Anlage von Sonnenkraftwerken auf dem Mond käme unvergleichlich teurer zu stehen als jeder beliebige andere Kraftwerksbau auf der Erde: Gezeitenkraftwerke etwa oder der Stau oder die Umlenkung großer Ströme.

In dem von der Sonne versorgten Energiewarenhaus der Erde gibt es Bestände, die sich erschöpfen: Kohlen, Erdöl und Erdgas. Andere werden immer wieder neu aufgefüllt



Sonnen-
kraftwerk

Windkraftwerk

Wasser
kraftwerk

Gezeitenkraftwerk

Kohle

Erdöl

Erdgas

Erdwärme
Temperatur-
zunahme 1°C/33m

*Werden wir einmal über so viel Energie verfügen,
daß es nicht mehr heißt „Strom sparen!“?*

Das wird wohl in absehbarer Zeit nicht der Fall sein. Mit jeder Kilowattstunde läßt sich vielerlei anfangen: einige Brote backen, zehn Kilogramm Zement oder vier Kilogramm Papier herstellen, Stoff für zwei Kleider weben oder ein Zimmer heizen – und vieles andere mehr. Der Bedarf besonders an Elektroenergie nimmt rasch und unaufhaltsam zu – nicht zuletzt für die Verschönerung und Erleichterung des Lebens: 1960 verbrauchten die Haushalte unserer Republik noch 7 Prozent (= 40 000 Gigawattstunden) des Aufkommens an Elektroenergie; 1970 waren es bereits über 10 Prozent (= fast 70 000 Gigawattstunden). Und dieser Anteil wächst schneller als die Erzeugung!

Energie ist also kostbar, auch wenn sie bei uns billig ist. Sie vergeuden, das heißt nutzlos verbrauchen, ist Verschwendung von Kraft, mit der man produzieren, fahren, beleuchten, heizen oder Geräte betreiben kann.

Es ist verständlich, daß sich der Blick der Zukunftsforscher besorgt auf die Rubrik Energie richtet. Denn der Bedarf verdoppelt sich alle Jahrzehnte. Und diese Zunahme wird sich über das Jahr 2000 hinaus fortsetzen.

Woher nehmen? ist die Frage. Es liegt auf der Hand, daß die gewohnten Quellen den Ansprüchen nicht mehr gewachsen sind – entweder weil sie zu dünn rieseln oder weil sie bald versiegen werden.

Das *Holz* kommt energetisch nicht mehr in Betracht. Es gibt zuwenig her. Und es ist als Rohstoff – besonders für die Papiererzeugung – so wertvoll, daß es sogar für Möbel oder Bauten immer weniger verwendet wird.

Der *Wind* ist schwer einzufangen und unzuverlässig.

Für ihn gilt, was bereits über die Sonnenkraftwerke gesagt wurde: für sehr begrenzte Zwecke in dafür günstigen Lagen ganz brauchbar; für die Versorgung im Großen unbedeutend.

Bessere Aussichten bietet die *Erdwärme*. Bekanntlich steigt die Temperatur der Tiefe zu um 3 Grad je 100 Meter – durchschnittlich! An manchen Stellen braucht man jedoch nicht erst einige 1000 Meter tief zu bohren, um eine technisch verwertbare Temperaturdifferenz zu erreichen. Da steigt die Wärme aus der Unterwelt empor: bei *Vulkanen* und Geysiren, in Form von Dampf, heißen Gasen und Wassern. Wenn von Vulkankraftwerken die Rede ist, handelt es sich stets um Anlagen, die diese Fontänen einfangen. Die enormen Energien, die bei Vulkanausbrüchen umgesetzt werden, sind energetisch nicht zu fassen. Ebenso wenig lassen sich die Uргewalten eines Erdbebens oder eines blitzreichen Gewitters dienstbar machen.

Übrigens erstrecken sich unter den Schollen der Festländer zahlreiche ausgedehnte *Heißwasserspeicher*. Das wenigste davon ist erkundet. Das meiste unter dem Boden Sibiriens, der eine wahre Fundgrube für die Geologen darstellt. Dort wurden ganze Ozeane von Heißwasser entdeckt. Einer von ihnen reicht vom Ural bis zum Jenissei und von den Steppen Kasachstans bis zum eisbedeckten Nordsaum Sibiriens; er weist Temperaturen von 40 bis 160 Grad Celsius auf. Diese Riesenboiler sind relativ leicht anzupfen.

An *Wasserkraft* hat unser Globus ein Vielfaches von dem zu bieten, was bislang genutzt wird. Mitteleuropa verfügt zwar über keine nennenswerten Reserven daran. Aber in Asien, Afrika und auf dem amerikanischen Doppelkonti-

nent strömen und stürmen gewaltige Wassermassen talwärts. Allerdings meist in Gebieten, die noch zuwenig erschlossen sind, um als Großverbraucher von Energie aufzutreten. Lediglich in den Weiten Sibiriens wird die Sache so angepackt, wie es dem sozialistischen Planen und Wirtschaften entspricht. Dort wird Zug um Zug als eine Einheit geschaffen:

- das energetische Zentrum,
- Förderanlagen für Rohstofflager,
- industrielle und landwirtschaftliche Großbetriebe, und nicht zuletzt
- neue Städte mit allem, was an Verkehrs-, Versorgungs- und Bildungseinrichtungen dazu gehört.

Eine derartig großzügige und weitgreifende Erschließung, die immer reichere Arbeits- und Lebensmöglichkeiten für alle bietet, hat der Kapitalismus in seiner ganzen Geschichte nicht aufzuweisen. Sie ist beispielhaft für die Entwicklung auch in anderen wasserkraftreichen Ländern – besonders der jungen Nationalstaaten –, wenn sie den sozialistischen Weg beschreiten.

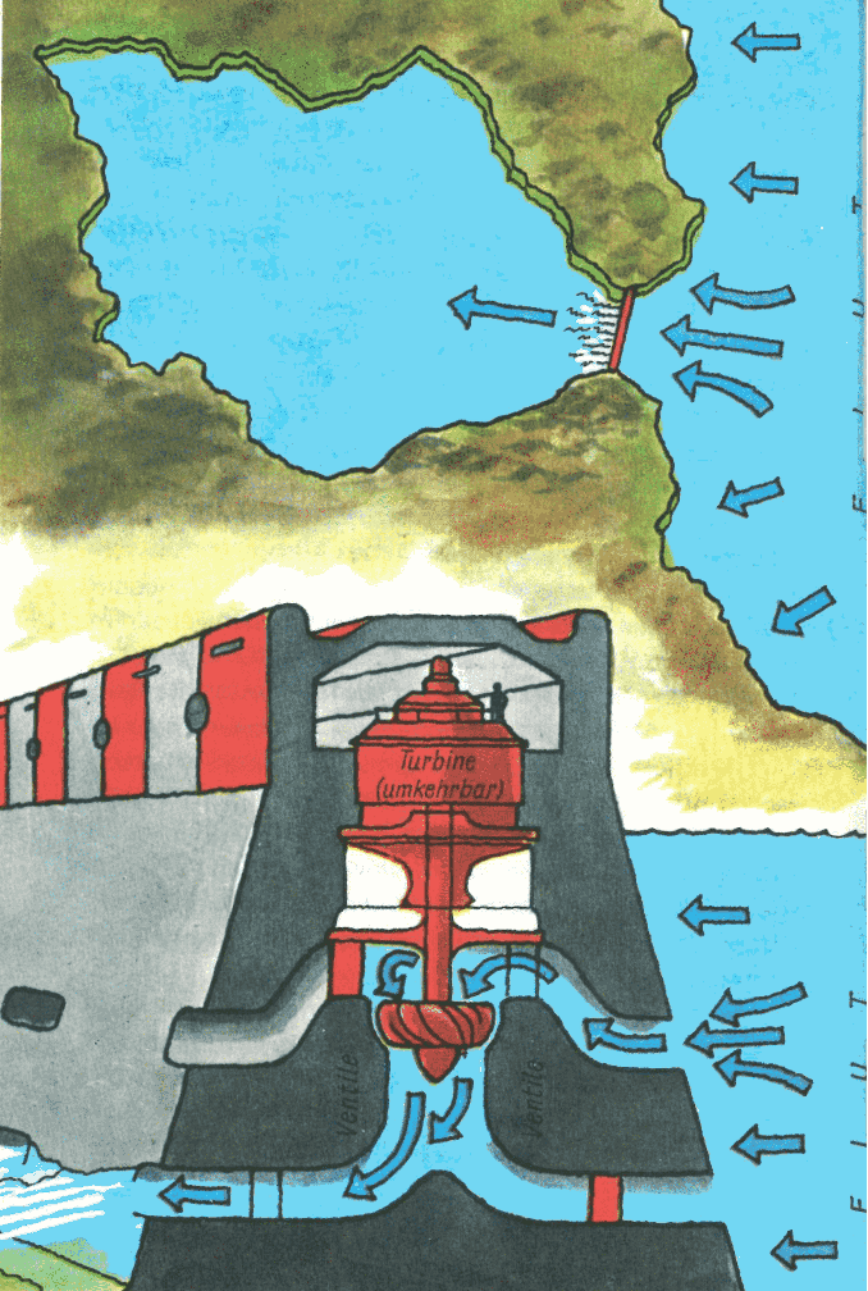
Bedeutung haben immer noch die fossilen *Brennstoffe*: Kohlen, Erdöl und Erdgas. Ihre Vorräte sind vermutlich um ein Mehrfaches größer, als man bisher annahm; besonders wenn man die submarinen Lager hinzurechnet. (Siehe dazu das Kapitel „Die blaue Schatzkammer“.) Doch sie sind nicht unerschöpflich und werden zudem nicht nachgeliefert. Dem rasch steigenden Energiebedarf wären sie nicht lange genug gewachsen. Außerdem werden sie ja auch von anderer Seite zunehmend beansprucht: von der chemischen Industrie, die alles mögliche daraus herstellt. Trotzdem werden in den nächsten Jahrzehnten

die modernen Wärmekraftwerke in Betrieb bleiben und sogar neue errichtet werden müssen.

Was bleibt noch als Energiequelle von Rang und Format? Dafür gibt es verschiedene Projekte: zum Beispiel das *Gezeitenkraftwerk*. Es nutzt den Unterschied des Wasserstands bei Ebbe und Flut. (Dieser Tidenhub muß allerdings mindestens 10 Meter betragen, um energetisch verwertbar zu sein.) Umkehrbare Turbinen in engen Buchten werden vom Seewasser angetrieben, wenn es bei Flut landeinwärts und bei Ebbe meerwärts strömt. Die ersten Kraftwerke dieser Art arbeiten seit Jahren: bei St. Malo an der französischen Atlantikküste und an den sowjetischen Gestaden der Barentssee. Vier weitere befinden sich ebenfalls an den nördlichen Küsten der Sowjetunion im Bau. Natürlich kann man sie nicht an jedem Strand errichten. Aber es gibt an allen Kontinenten Tausende von Kilometern felsiger Küsten, die sich dafür eignen.

Mit anderen Projekten will man die Meeresströmungen nutzen, in denen ja stündlich viele Millionen Tonnen Wasser trifton. Durch Dämme größten Ausmaßes lassen sich an günstigen Stellen (vor allem Meerengen) solche Ströme verstärken und lenken. Derartige Großanlagen können meist nicht von einem einzelnen Land oder gar einem Privatunternehmen verwirklicht werden. Sie erfordern die friedliche Zusammenarbeit aller anliegenden Staaten.

Alles in allem weisen die Schatzkammern unserer Erde unerwartet reiche und vielseitige Energiereserven auf. Sie müssen nur richtig und zum Wohl der Völker genutzt werden. Freilich sind sie sämtlich begrenzt oder erschöpfbar. Außerdem sind sie ungleich verteilt. Das setzte die Suche



nach einer neuen, unerschöpflichen und überall verfügbaren Energiequelle auf die Tagesordnung. Sie wurde vor einigen Jahrzehnten entdeckt: die Kernenergie, die aus dem Innern der Atome kommt.

Der Zwerg als Riese

Vorstoß in die Welt des Unsichtbaren

Als die Menschen sich des Feuers bemächtigten, das als Blitz „vom Himmel fiel“, ahnten sie nichts von der weittragenden Bedeutung dieser Neuheit. Etwas mehr Wärme und Behagen zog in ihre dumpfen Höhlen ein. Sie gewannen ein bißchen mehr Schutz gegen wilde Tiere – und die Möglichkeit, ihre Speisen zuzubereiten oder vor allzu schnellem Verderb zu bewahren.

Hunderttausende von Jahren vergingen, ehe sie den flammenden Helfer auch technisch nutzten: zum Hartbrennen von Tongefäßen und Ziegeln. Und weitere Jahrtausende verrannen, bis sie daraufkamen, daß man mit Feuer auch Metalle schmelzen und bearbeiten kann. So richtig in den Dienst ihrer Arbeit stellten sie es jedoch erst vor etwa 200 Jahren, als die Dampfmaschine ihren Siegeszug antrat.

Noch keine 80 Jahre ist es her, daß die Forscher – als erster der französische Physiker Becquerel, 1896 – auf die Energie des Atoms stießen, mit der sie allerdings energetisch zunächst noch nichts anzufangen wußten.

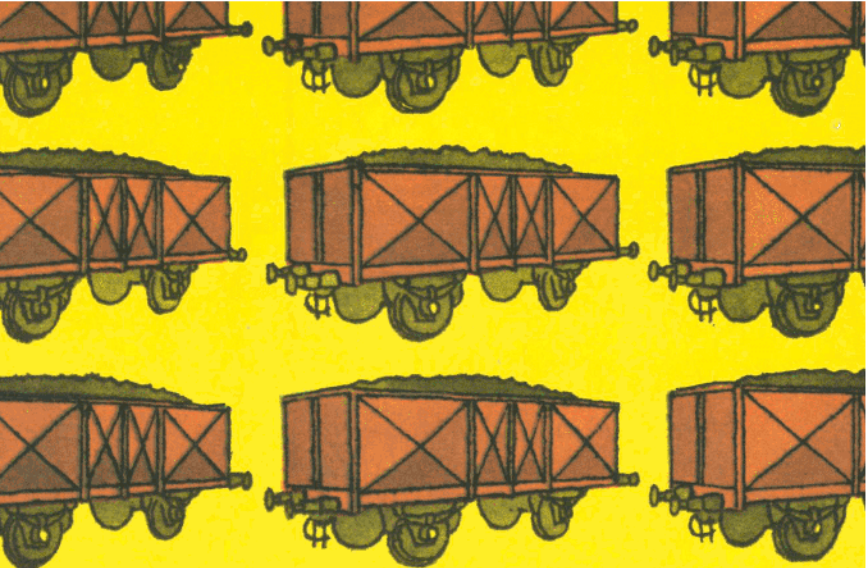
Gezeitenkraftwerke, die das Hin und Her von Ebbe und Flut für die Gewinnung von Elektroenergie nutzen, haben eine große Zukunft

Dieses Atom, „das Unteilbare“, hatte zuerst als kleinster Baustein der Grundstoffe (Elemente) gegolten. Nun kam man dahinter, daß es aus noch kleineren Bestandteilen zusammengesetzt sein müsse. Denn einige Substanzen (Uran, Radium) zerfallen von selbst, wobei sie sich in andere Elemente verwandeln und äußerst energiereiche Strahlen aussenden. Inzwischen kennt man viele solcher radioaktiver Stoffe. Die meisten von ihnen kommen in der Natur nicht vor; sie werden künstlich hergestellt.

Obwohl damals noch keine Not an Energieträgern herrschte, widmeten sich die Physiker vieler Länder dieser neuen Entdeckung, die sofort als wissenschaftliche Sensation ersten Ranges und als bedeutungsvoll erkannt wurde. Binnen weniger Jahrzehnte war der Aufbau der Atome so weit erforscht, daß man wußte: Das Atom besteht aus einem elektrisch positiv geladenen Kern, um den in „weiter Entfernung“ eine Hülle aus negativ geladenen Elektronen kreist. Der Kern wiederum ist aus Protonen (positiv) und Neutronen (neutral) aufgebaut. Man nennt diese Teilchen auch Nukleonen. Zerfällt der Kern, entstehen mehrere kleinere Atome, und einige Neutronen mit einem Teil der „Bindekräfte“, die den Kern zusammenhielten, werden abgestrahlt.

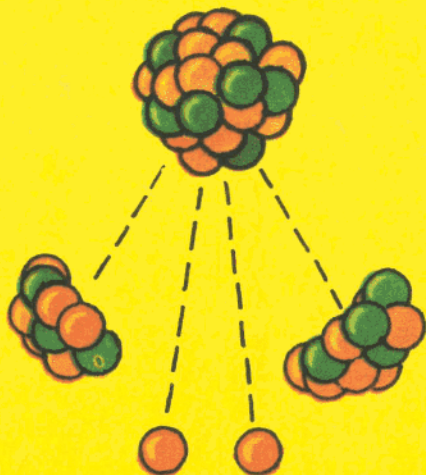
Man stellte zunächst fest: Der Zerfall erfolgt selbsttätig; und nichts vermochte diesen Vorgang zu beeinflussen, etwa zu beschleunigen oder abzubremesen. Schließlich

Haushoch überlegene Kern-„Brennstoffe“: Die gleiche Energiemenge, die man beim Verfeuern von 2700 Tonnen (= 2700000000 Gramm) Steinkohle erhält, gewinnt man aus 1000 Gramm Uran, das gespalten wird. Oder aus 110 Gramm schwerem Wasserstoff (Deuterium), dessen Kerne vereinigt werden



Verbrennung Steinkohle

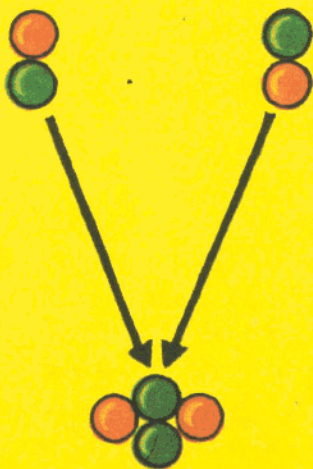
125 Waggon = 2 700 000 000 g



Atomspaltung

Uran 235

1000 g



Atomfusion

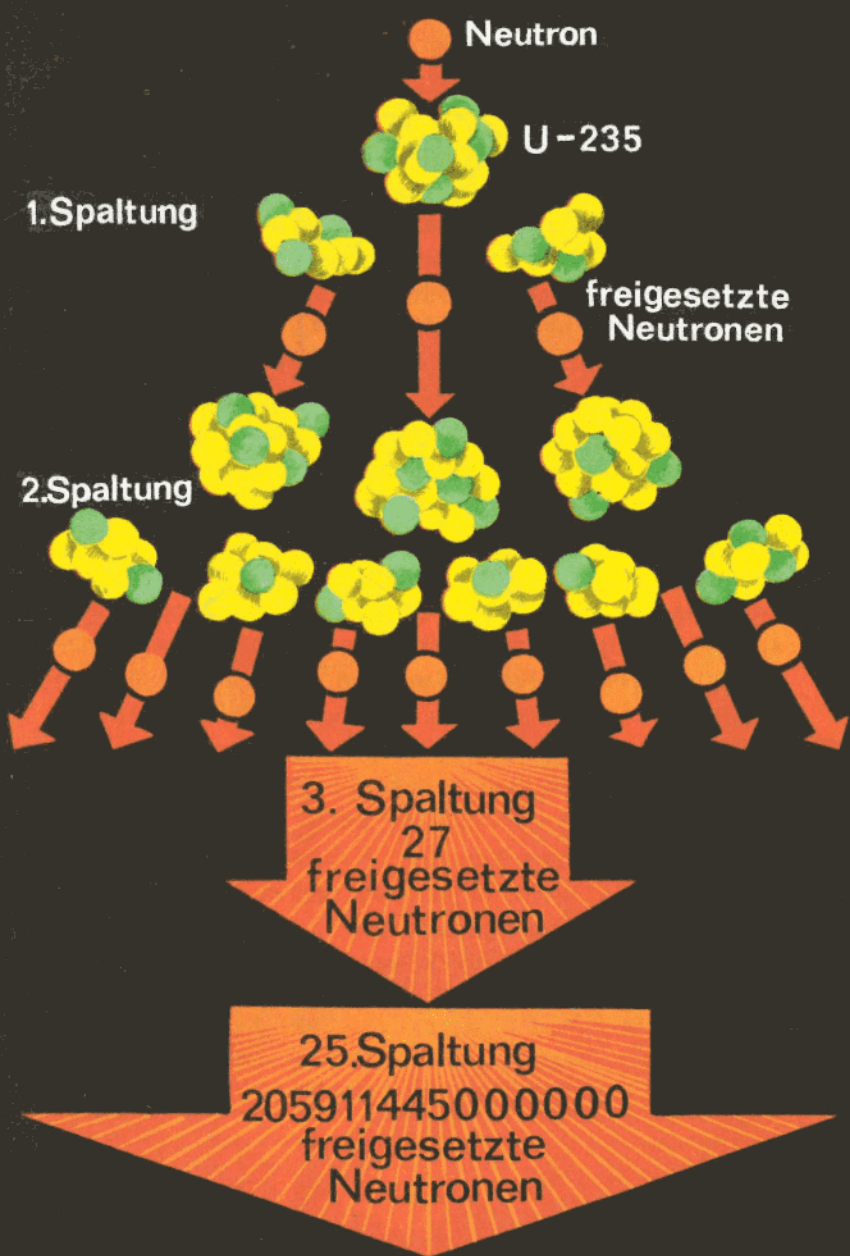
Deuterium

110 g

gelang es (1938) dem deutschen Chemiker Otto Hahn, stabile (also nicht radioaktive) Atome durch „Beschuß“ mit schnell fliegenden Neutronen aus zerfallenden Atomen künstlich zu spalten. Diese Entdeckung lieferte den Schlüssel zu den unerschöpflichen Vorräten der Kernenergie, die in der Natur bisher verborgen schlummerten. Diese Energie ist ganz anderer Herkunft und Größe als die altvertraute Verbrennungsenergie. Beim Verbrennen handelt es sich um eine *chemische* Umsetzung: Atome des Brennstoffes gehen mit den Sauerstoffatomen eine neue Verbindung (Oxid) ein; Wasserstoff verbrennt zu Wasser, Kohlenstoff zu Kohlendioxid. Dabei werden Bindekräfte zwischen den Atomen frei; sie treten als Licht und Wärme auf. Bei der Kernspaltung dagegen handelt es sich um einen *physikalischen* Vorgang. Es bildet sich nicht eine andere Kombination von Atomen, die selbst unverändert bleiben, sondern es entstehen ganz andere Atome. Und freigesetzt werden Bindekräfte zwischen den Kernbausteinen, also aus dem Innern der gespaltenen Atome. Diese Kräfte sind enorm. Bei der Spaltung eines Uranatoms zum Beispiel betragen sie rund das Dreißigmillionenfache von dem, was ein Kohlenstoffatom abgibt, wenn es verbrennt.

Um aus der Enge des Laboratoriums in die Weite der großen technischen Praxis vorzudringen, mußte man jetzt dafür sorgen, daß der Beschuß mit Neutronen als ständiger Prozeß selbsttätig verlief: als Kettenreaktion, bei der die Zahl der „herausbombardierten“ Neutronen nicht kleiner

Lawinengleich erfaßt die Kettenreaktion in Bruchteilen von Sekunden immer mehr Atomkerne und spaltet sie. Dabei werden märchenhafte Energiemengen frei



wird. Allerdings auch nicht größer! Denn dann schwillt der Atombrand an – infolge der ungeheuren Geschwindigkeit des Spaltvorganges explosionsartig. Voraussetzung ist freilich, daß eine bestimmte Menge Spaltmaterial überschritten ist, die man „kritische Masse“ nennt.

Der Weg von Hahns Entdeckung der Atomspaltung bis zu ihrer Anwendung war erstaunlich kurz. Bereits im August 1945 wurde die neue übermächtige Kraft der Menschheit bekannt: in Gestalt zweier Atombomben, die von der USA-Luftwaffe auf die beiden dichtbesiedelten japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki abgeworfen wurden. Ergebnisse: einige Hunderttausend Todesopfer sofort, viele Tausende später; zwei restlos vernichtete Großstädte.

Doch es gab auch einen andern Weg, die Atomenergie anzuwenden. 1954 wurde in Obninsk bei Moskau das erste Kernkraftwerk der Welt in Gang gesetzt. Sein Herzstück ist ein Reaktor, in dem eine ausreichende Menge spaltbaren Materials einen ständigen Fluß von freien Neutronen unterhält. Einschiebbare Stäbe von Neutronenschluckern sorgen dafür, daß der Prozeß des Zerfalls gerade in Gang gehalten wird. Ließe er nach, müßte er rasch zum Stillstand kommen. Nähme er zu, würde die Kettenreaktion lawinenartig anschwellen und die ganze Anlage in die Luft fliegen.

Dicke Wände aus Beton, Wasser oder anderen Stoffen gewährleisten den notwendigen Schutz gegen eine radio-

Ein „normales“ Kernkraftwerk besteht in der Hauptsache aus dem Reaktor („Atommeiler“) mit den erforderlichen Einrichtungen für die Kontrolle des Spaltvorganges und den Strahlenschutz, sowie einem Dampfkraftwerk, das die freigesetzte Wärme in Elektroenergie umwandelt

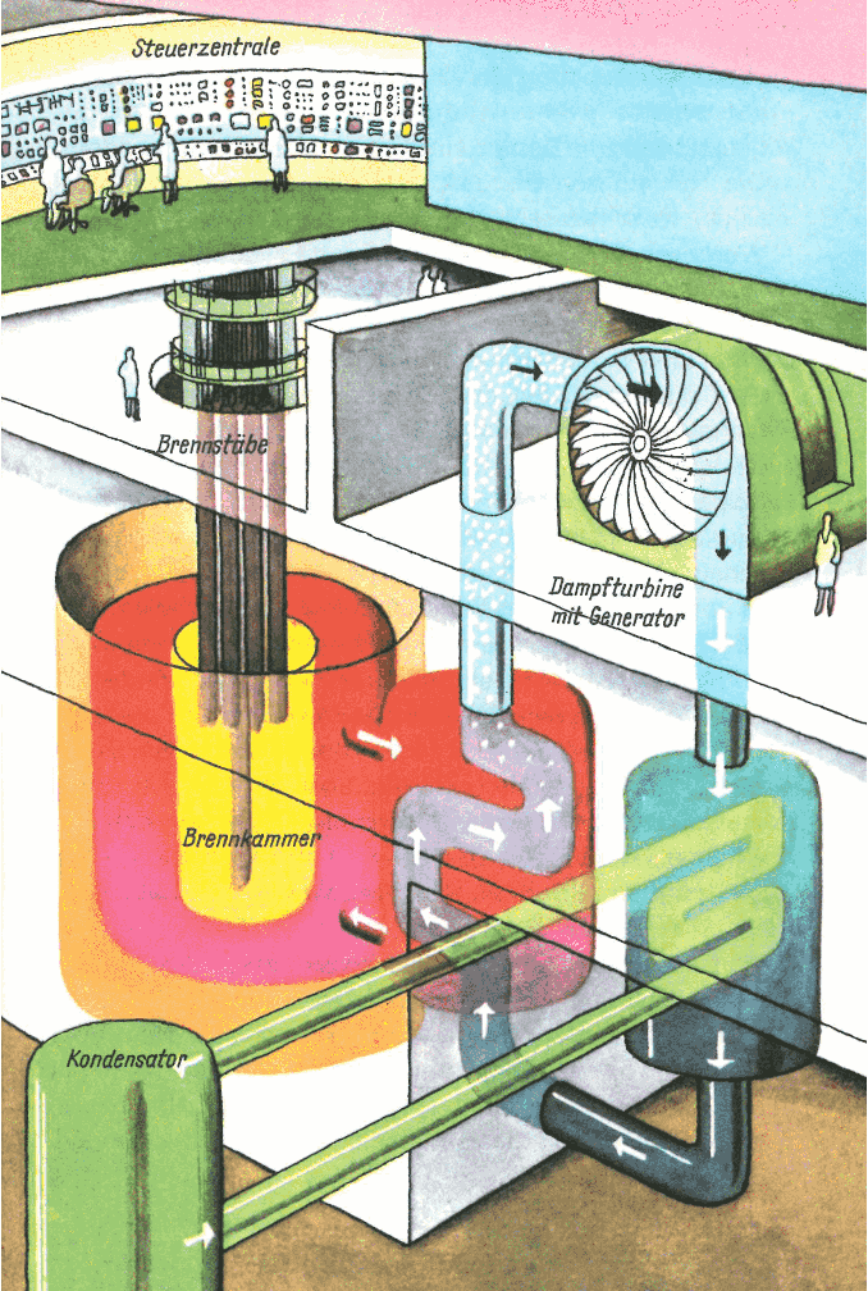
Steuerzentrale

Brennstäbe

Brennkammer

Dampfturbine
mit Generator

Kondensator



aktive Verseuchung der Umwelt. Die im Reaktor laufend entstehende Wärme wird über geeignete Kühlmittel abgeleitet und zum Betrieb eines Heizkraftwerks verwendet.

Der Neuling von Obninsk hat inzwischen zahlreiche Geschwister erhalten. Sein größter Bruder arbeitet in Nowo-Woronesh. Er bringt 1 500 Megawatt Leistung, gehört also schon zu den Giganten unter den Kraftwerken.

Den Kernkraftwerken gehört die energetische Zukunft. Man kann sie fast überall errichten. Ihr Bedarf an Brennstoff ist so gering, daß er alle paar Jahre mit einem Flugzeug herangebracht werden kann. (Vergleichbare Wärmekraftwerke würden täglich lange Kohlenzüge benötigen.) Die Kosten je Kilowattstunde werden laufend gesenkt; bald wird die Atomenergie die meisten Konkurrenten auch wirtschaftlich aus dem Felde geschlagen haben.

Man rechnet damit, daß bis 1975 in rund 20 Ländern über 200 Kernkraftwerke mit einer Kapazität von insgesamt 130 000 Megawatt als normale Energielieferanten in Betrieb sein werden. Die Zahl der Reaktoren für Forschung und spezielle Zwecke – zum Beispiel Schiffsantriebe – wird mehrfach höher sein. In unserer Republik sollen etwa ab 1980 die Kernkraftwerke den jährlichen Zuwachs an Energieerzeugung übernehmen und in den folgenden Jahrzehnten allmählich die Wärmekraftwerke ersetzen.

Was hat es mit den Schnellen Brütern auf sich?

Schnelle Brüter sind Atomreaktoren, die ebenfalls auf der *Kernspaltung* beruhen. Sie brüten schnelle Neutronen aus – und zwar in einem nicht spaltbaren Material, das sie wie ein Mantel (Brutzone) umgibt. Ihr hauptsächlichster Vorzug besteht darin, daß sie mit einer ein-

maligen Ladung von Spaltstoffen (meist einer Mischung von Uran 235 und Plutonium, einem künstlichen Neutronen-Fabrikanten) stabiles Uran 238 oder Thorium radioaktiv machen. Diese „Wunderöfen“ liefern also Energie und gleichzeitig mehr Atombrennstoff, als sie selbst verbrauchen.

Dadurch erweitern sie die Vorratslager an Betriebsstoff für Kernkraftwerke um ein Vielhundertfaches. Das natürliche Uran enthält nämlich nur 0,7 Prozent radioaktives Uran 235; über 99 Prozent stellt das stabile Uran 238, das im Schnellbrüter zum Strahler wird. Thorium – ein silberglänzendes Schwermetall – kommt zwar häufig vor, ist aber stabil. Es wird gleichfalls zum atomaren Brennstoff umgebrütet. Damit ist auf weite Sicht der Nachschub für jeden möglichen Bedarf an solchen Stoffen gesichert.

Schnelle Brutreaktoren für Forschung und Versuche gibt es bereits in mehreren Ländern. Doch nur in der Sowjetunion, auf der Halbinsel Mangyschlak an den Ufern der Kaspis, arbeitet seit Jahren ein Schnellbrüter als Großkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 350 Megawatt. Ein Teil der dort erzeugten Energie wird dazu benutzt, täglich 120 000 Kubikmeter Seewasser zu entsalzen, das die umliegenden Kulturen bewässert. Im Ural wurde 1969 der Grundstein zu einem Schnellbrüter-Kraftwerk gelegt, das sogar 600 Megawatt leisten wird. Weitere Prototypen (Musteranlagen) werden entwickelt. Ende der siebziger, Anfang der achtziger Jahre werden Schnelle Brüter überall die nun schon ehrwürdigen Typen der Kernkraftwerke ergänzen oder ablösen.

Unternehmen Kernfusion

Worum handelt es sich bei der sogenannten Wasserstoffenergie?

Der Ausdruck Wasserstoffenergie ist zwar verbreitet, aber – wie so oft – ungenau. Die Schweißflamme aus Knallgas (Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch) ist ja auch Wasserstoffenergie. Nur entstammt sie eben der Verbrennung des Wasserstoffs – einer chemischen Umsetzung also.

Gemeint ist gewöhnlich jene Art von Atomenergie, die nicht der Spaltung schwerer, sondern der Verschmelzung (Fusion) leichter Atomkerne entspringt. Deshalb nennt man sie richtiger Fusionskernenergie. Sie ist noch einmal vielfach größer als die durch Kernspaltung gewonnenen Kräfte. Ausgangsstoffe sind die „schweren“ (aber immer noch relativ leichten) Abarten des gewöhnlichen Wasserstoffs, der nur ein Neutron im Kern aufweist: das Deuterium (zwei Neutronen) und das Tritium (drei Neutronen). Sie finden sich in Spuren – 150 Gramm auf eine Tonne – in jedem normalen Wasser und können daraus gewonnen werden.

Unter bestimmten Bedingungen, zu denen Temperaturen von vielen Millionen Grad und sehr hohe Drücke gehören, verschmelzen die Kerne des schweren Wasserstoffs zu Heliumkernen. Dabei werden riesige Energiemengen frei. Dieser Prozeß vollzieht sich seit ewigen Zeiten in den Sonnen. Er ist das Geheimnis ihrer schier unerschöpflichen Kraft, mit der sie Jahrmilliarden hindurch in jeder Sekunde viele Quadrillionen Terawattstunden in den Weltraum strahlen.

Auf der Erde ist es bisher noch nicht gelungen, diesen Vorgang so nachzuahmen, daß er unter Kontrolle bleibt und

36

energetisch nutzbar ist. Aber es wird in vielen Ländern eifrig nach dieser Möglichkeit geforscht. Gelangt das „Unternehmen Kernfusion“ ans Ziel – was in diesem Jahrhundert wohl kaum noch der Fall sein wird –, gibt es für eine sozialistisch-kommunistische Menschheit auch in fernen Zeiten keine Energiesorgen mehr.

Was sind „radioaktive Spürhunde“?

In Wirklichkeit sind diese „Hunde“ radioaktive Atome, die in irgendeinen Körper oder Gegenstand eingeschleust werden, um dort etwas zu erkunden. Alle Stoffe, die von Natur aus von selbst zerfallen – wie das Radium oder das Uran 235 – oder künstlich radioaktiv gemacht werden, senden bekanntlich Neutronen aus. Diese Strahlung läßt sich durch verschiedene Mittel – Geigerzähler, Leuchtschirme und anderes mehr – nachweisen und zählen beziehungsweise messen, bis zum einzelnen Einschlag.

Es sind äußerst geringe Mengen von Atomenergie, die da zum Zuge kommen. Was sie als vielseitige und unbestechliche Kundschafter melden, ist jedoch oft sehr aufschlußreich und wertvoll. Da die radioaktiven Isotope ihren „normalen“ Brüdern chemisch völlig gleichen, lassen sie sich wie diese und mit diesen verwenden. Menschen, Tiere und Pflanzen können sie mit ihrer gewöhnlichen Nahrung zu sich nehmen. Mit ihrer Strahlung machen sie sich unausgesetzt bemerkbar. So läßt sich ihr Weg durch den Organismus laufend verfolgen. Dadurch kann man den Stoffwechsel erforschen oder Krankheitsherde feststellen, die Wirkung von Medikamenten untersuchen oder Düngemittel testen.

Strahler dienen auch zu technischen Prüfungen. In win-

zigen Spuren dem Metall eines Werkstücks beigemischt, verraten sie, wie weit der Abrieb einer Achse etwa oder der Verschleiß eines Lagers fortschreiten, ohne daß die Maschine angehalten oder gar zerlegt werden muß.

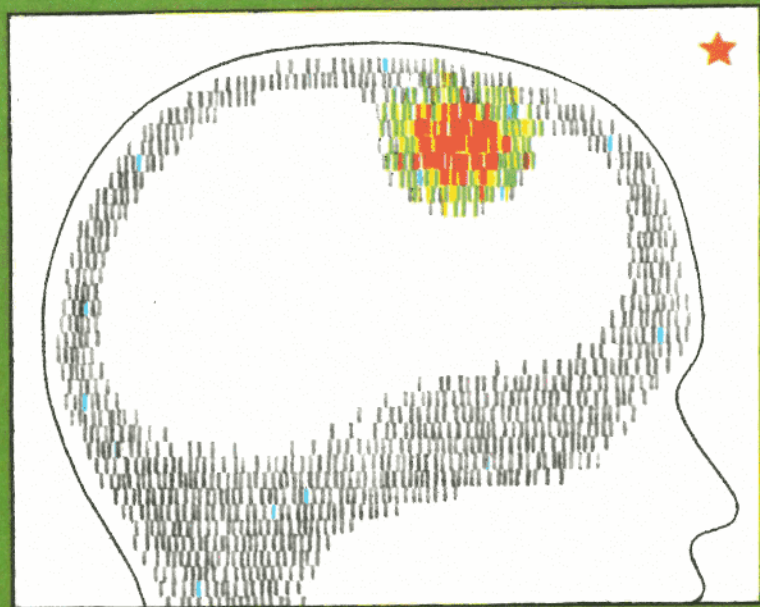
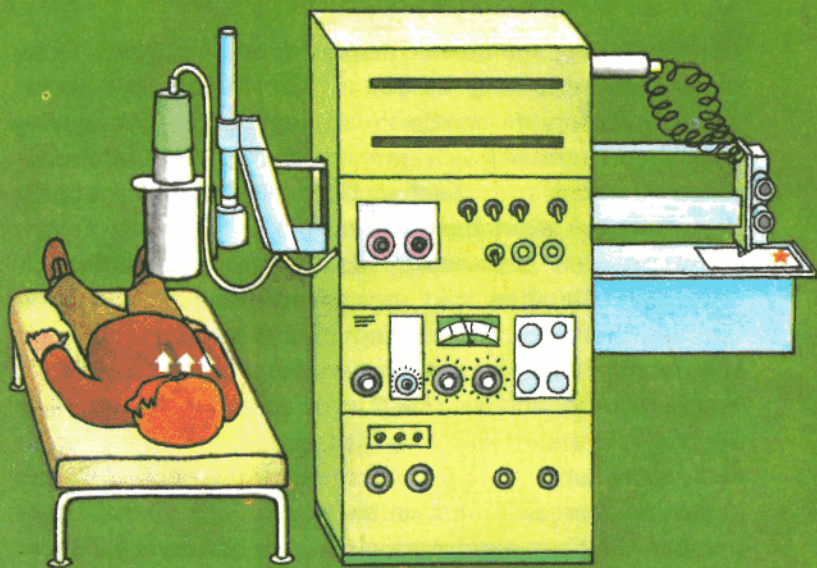
Übrigens kann man mit radioaktiven Isotopen auch chemische oder biologische Vorgänge gezielt beeinflussen. Ihre Strahlen begünstigen unter bestimmten Umständen zum Beispiel das Vernetzen jener langen Ketten von Riesenmolekülen, aus denen viele der künstlichen Werkstoffe (Plaste, synthetische Fasern usw.) bestehen. Oder sie verstärken erwünschte Eigenschaften solcher Materialien: Weichheit, Dehnbarkeit, Reißfestigkeit. . . Sie helfen Feldfrüchte keimfrei halten, begünstigen das Wachstum, reichern die Pflanzen mit Zucker oder Stärke an.

Unsere Kenntnisse über den gezielten Einsatz solcher Wirkungen der Strahler stehen noch ganz am Anfang. Trotzdem werden sie schon heute vieltausendfach mit steigendem Erfolg angewandt. Und es ist keine Frage, daß sie in ungeahnter Weise unsere Möglichkeiten erweitern, behutsam forschend und formend in die feinsten Gebilde des Lebens und der Technik einzudringen.

Die zwei Gesichter des Atomkerns

Es ist klar, daß sich die gewaltigen Energien, die bei der Spaltung oder Fusion von Atomkernen frei werden, auch als Waffe eignen, wenn sie verdichtet und stoßweise abgegeben werden.

Radioaktive Isotope („strahlende Abarten“) chemischer Elemente können in bestimmte Organe eingeschleust werden. Ihre durchdringende Strahlung verrät den Weg, den sie durch den Organismus nehmen, sowie den Ort, an dem sie sich ansammeln



Das geschah schon bei den ersten Atombomben von 1945, die auf Kernspaltung beruhten. Ihre Ladung aus radioaktivem Plutonium wurde im Augenblick der Auslösung zu einer Kettenreaktion veranlaßt, die in Sekundenbruchteilen zu einem gigantischen Glutball führte. Die Bombe detonierte mit einer Gewalt, die 20000 1-Tonnen-Trotyl-Bomben – den schwersten des zweiten Weltkrieges – entsprach. Die obere Wirkungsgrenze dieser Art von Bomben liegt heute (und überhaupt) bei etwa 500 000.

Wie nicht anders zu erwarten, weisen die „Wasserstoffbomben“, die auf der Kernfusion beruhen, noch ganz andere Wirkungen auf. Die Kernverschmelzung energetisch zu meistern ist zwar noch nicht gelungen. Aber als explosiver Vorgang wird sie beherrscht. Die Wasserstoffbomben sind mit einer normalen Atombombe als Zünder versehen. Sie sorgt beim Auslösen für die erforderlichen Höchsttemperaturen und -drücke. Die bisher erprobten Wasserstoffbomben lagen wirkungsgemäß zwischen drei und fünfzig Millionen Tonnen Trotyl. Sie entfesselten Gewalten, als ob 2500 Hiroshimabomben auf einen Schlag explodierten. Seitdem mißt man die Sprengwirkung von Kernbomben nach Megatonnen, das sind Millionen Tonnen Trotyl.

Die ungeheuerliche Sprengkraft solcher Super-Bomben, von denen einige genügen, um ganze Länder zu verwüsten, ist nur eine ihrer gefährlichen Wirkungen. Eine andere sind der immense Lichtblitz und die Hitzewelle, die dabei auftreten. Sie genügen, um auf Dutzende von Kilometern im Umkreis alles Brennbare in Flammen aufgehen zu lassen.

Am weitesten reicht allerdings eine tückische Folge, die

40

sich obendrein kaum vorher berechnen läßt: die radioaktive Strahlung. Die Detonation einer mittleren H-Bombe verwandelt Millionen Tonnen von Materialien – Luft, Erdreich, Wasser, Bauwerke, Lebewesen – in tödlich strahlende Gase und Feinstaub. Je nach Windrichtung und -stärke werden diese Substanzen über Hunderte von Kilometern hinweg verbreitet, wobei sie alles nicht geschützte Leben auslöschen und weite Landstriche meist für lange Zeit unbewohnbar machen. Diese Seite des Verderbens läßt sich sogar verstärken, indem man die H-Bombe mit einem dicken Mantel aus Kobalt umgibt und sie so zur K-Bombe macht. Der Mantel wird zu Kobalt 60 zerstäubt – dem gefährlichsten radioaktiven Strahler, den man kennt. Selbst die Amerikaner wagten es nicht, diese K-Bombe jemals zu erproben. Wo immer das geschehen wäre, hätte die Verseuchung der oberen Atmosphäre auch die USA selbst unberechenbar gefährdet.

Weil schon Versuche mit H-Bomben selbst in entlegensten Gegenden auch bewohnte Gebiete bedrohen und insgesamt die Lufthülle der Erde mehr und mehr verseuchen, ist es so wichtig, alle Kernbombentests einzustellen.

Jede Medaille hat bekanntlich ihre Kehrseite. Jeder wissenschaftliche Fortschritt bedeutet nicht nur, daß neue Möglichkeiten für Arbeit und Leben erschlossen werden. Er kann auch, in falschen Händen, für menschenfeindliche Zwecke mißbraucht, Unheil für die Völker in sich tragen.

Wie keine andere große Entdeckung hat gerade die Kernenergie dieses Doppelgesicht von Anfang an augenfällig gezeigt. Unendlich weit und fruchtbar ist das Feld ihrer friedlichen Anwendungen. Unerschöpflicher Quell von Energien, mit denen sich kühne technische Vorhaben ver-

wirklichen lassen: Wüsten bewässert werden, Städte beleuchtet und beheizt werden, sich die Welt der Maschinen verwandelt, grandiose Bauten entstehen können, vollkommene Verkehrssysteme aufgebaut werden, die schwere körperliche Arbeit für den Menschen entfallen kann. Dazu einen Überfluß an Nutzenergie, wie er nur mit Hilfe des winzigen Riesen Atom erreichbar ist. Selbst seine explosiven Kräfte können friedlichen Zielen dienen: Zum Beispiel zu großlinigen Korrekturen unseres Globus durch gezielte Sprengung großer Kanalbetten und Seebecken etwa; oder zum Durchbruch hindernder Felsbarrieren.

Aber nicht zufällig hat die Atomenergie den Schauplatz als Mittel der massenhaften Vernichtung von Leben und Werten betreten. Denn sie befand sich in den Händen des mächtigsten imperialistischen Staates. Und die Bomben fielen auf Hiroshima und Nagasaki nicht, um den Krieg zu beenden, sondern um den Nachkrieg gewaltsam zu gewinnen – für die Interessen der Dollar-Milliardäre und gegen das sozialistische Lager, gegen den sozialen menschlichen Fortschritt überhaupt.

Tatsächlich benutzten die Mächtigen der USA die Atom-bombe als Mittel einer erpresserischen Weltpolitik, die man ironisch als Atom-Diplomatie bezeichnete. Solange sie glaubten, allein über diese schreckliche Waffe zu verfügen, spielten sie gern mit dem Finger am Abzug, ständig „am Rande des Krieges“ marschierend. Und wer weiß, was aus der Welt geworden wäre, wenn die Sowjetunion nicht alsbald noch stärkere Kernwaffen vorgestellt hätte, unüberhörbar zur Vernunft und Mäßigung mahnend. Sie wurde zum Schrittmacher auch auf allen Gebieten der friedlichen Nutzung des Atoms.

Der goldene Zauberstab

Von der Hexenküche zum Großlabor

In der Geschichte der Menschheit gibt es viele Anfänge: den Beginn des Waffengebrauchs etwa oder das Aufkommen des Rades, die Geburt der Wissenschaft oder der Kunst. Die Geschichte der Technik zum Beispiel setzte in grauer Vorzeit ein, als die Menschen anfangen, Werkzeuge zu benutzen, um mit ihrer Hilfe bessere Werkzeuge oder andere Dinge herzustellen.

Das Material, das sie dazu verwendeten, ihren Werkstoff also, entnahmen sie der Natur. Und sie bearbeiteten ihn lediglich auf mechanische Weise: durch Schleifen, Bohren, Hämmern, Schneiden... Der Stoff selbst blieb dabei unverändert; er wurde nur verformt.

Die Geschichte der Chemie beginnt wesentlich später. Ihre Geburtsstunde schlug vor einigen Jahrtausenden, als die Menschen daraufkamen, Metalle und Glas zu schmelzen, Farben zu verwenden, Keramik zu brennen, zu emaillieren, zu glasieren, zu härten. Dabei wurden die verwendeten Stoffe innerlich verändert, chemisch umgewandelt. Das geschah jedoch, ohne daß die Menschen wußten, was da eigentlich erfolgte und worauf es beruhte. Sie handelten ganz empirisch, auf Grund praktischer Erfahrungen, die von Generation zu Generation weitergegeben wurden und dabei nur sehr langsam wuchsen.

Als Wissenschaft erblickte die Chemie das Licht der Welt in düsteren Kellern und Hinterstuben: in den „Hexenküchen“ der Alchemisten. Das waren Leute, die mit Beschwörungen und Kräutlein, Feuer und scharfen Säften und vielerlei Stoffen den Stein der Weisen suchten. Der

sollte nicht nur alle Krankheiten heilen und ewiges Leben schenken, sondern vor allem jedes Material, das er berührte, in Gold verwandeln. Diesen wundertätigen Stein fanden sie freilich nie. Und Gold gewannen sie auch keines; jedenfalls nicht aus ihren Retorten und Schmelztiegeln. Doch brachten sie manchmal ganz nützliche neue Stoffe zustande – ein Mann namens Böttger (1709) zum Beispiel das Porzellan, worauf sich die erste europäische Porzellan-Manufaktur in Meißen (1710) gründete.

In dieser Zeit gelang auch mancher tiefere Einblick in die geheimnisvollen Vorgänge, die zu chemischen Umwandlungen führten. Aus der empirischen Handwerkelei und blinden Probiererei erwuchs allmählich eine neue Wissenschaft: die Chemie. Dazu trug ein anderer alter Zweig am Baum der Erkenntnis nicht wenig bei: die Heilkunde, die schon immer auf der Suche nach wirksamen Arzneien war.

Der stärkste Anstoß für den Vormarsch der Chemie kam freilich von der Technik. Die maschinelle Produktion kam mit den naturgelieferten Werkstoffen nicht mehr aus. Sie verlangte nicht nur mehr Materialien, sondern auch andere, die bestimmte „unnatürliche“ Eigenschaften aufwiesen: etwa besondere Härte (Spezialstähle), hohe Dehnbarkeit (Gummi), geringes Gewicht (Leichtmetalle), Isolierfähigkeit, Farbfestigkeit und anderes mehr.

Der Anbruch des Maschinenzeitalters leitete also gleichzeitig den Aufstieg der modernen chemischen Industrie ein.

Die Hexenküchen der Alchemisten waren noch vor ein paar Jahrhunderten die von Geheimnissen umwitterten Stätten der „chemischen Forschung“, die nach Goldmacherei, Lebenswassern und wundertätigen Arzneien strebte. Von Wissenschaft konnte da noch keine Rede sein



Der Weg zum Werkstoff nach Maß, der alle Eigenschaften besitzt, die für eine bestimmte Verwendung erforderlich sind, wurde freilich erst in unserem Jahrhundert eröffnet. Und den eigentlichen Siegeszug auf ihm trat die Chemie sogar erst um die Mitte dieses Jahrhunderts an: vor allem mit den Plasten, so daß man schlechthin von Plastchemie spricht, wenn man das ganze neu erschlossene Wunderreich meint.

Schaut euch nur einmal aufmerksam um – unterwegs, zu Hause, in der Schule und in den Schränken! Was da alles nicht mehr der Natur, sondern den riesigen Retorten der Chemie entstammt: der pflegeleichte Fußbodenbelag, der schier unverwüstliche Schaumlederbezug, die Wandverkleidung, die Tischplatte und sogar ganze Möbelstücke, die Gehäuse von Radio und Uhr, viele Wannen und Schüsseln, die Vorhänge und fast alles, was wir anziehen. Stellt euch vor, daß alles, was aus künstlichen Werkstoffen hergestellt ist, sich plötzlich in nichts auflösen würde. Vieles von dem, was da verschwände, könnte man aus anderem Material gar nicht machen – jedenfalls nicht so einfach, billig und massenhaft.

Das ist nämlich einer der großen Vorteile der Plaste und ihrer jungen Retortengeschwister: Sie ermöglichen der Produktion, erheblich günstigere Verfahren anzuwenden. Man kann sie oft in einem Arbeitsgang fix und fertig gießen oder pressen. Sie brauchen nicht erst aufwendig verformt, gedreht, gefeilt, geschliffen, geglättet zu werden. Beim Formen der Werkstücke wird in der metallverarbeiten-

Die „Hexenküchen“ der modernen Chemie erzeugen in ihren komplizierten und ausgedehnten Anlagen eine unübersehbare Fülle von Stoffen, die es in der Natur meist nicht gibt



den Industrie rund ein Drittel des eingesetzten Materials zerspannt; in der plastverarbeitenden Industrie dagegen nur ein Fünfzigstel! Im Maschinenbau sinkt bei Verwendung von Plasten anstelle von Metallen die Bearbeitungszeit auf ein Achtel bis ein Drittel. Außerdem kann man Plaste färben, weich oder hart machen, mit Metallen beschichten, durch Einbetten von Glasfasern oder Geweben versteifen. Man kann sie zu feinsten Fäden und federleichten, reißfesten Geweben verarbeiten, zu hauchdünnen Häuten auswalzen oder zu großen Platten gießen. Durch Einquirlen von Gasen oder chemischen Zusätzen kann man sie „schäumen“, in grob- oder feinporige weiche Schwämme oder harte Blöcke verwandeln, die sich schneiden, bohren, fräsen, sägen und nageln lassen – wie Holz, nur viel leichter. Dabei sind sie unbrennbar, weitgehend unempfindlich gegen Säuren, Fäulnis, Wasser und andere zerstörende Einflüsse. Daher kommt es ja, daß moderne Gewebe im Faden nicht verschmutzen, so bequem zu waschen und meist auch bügelfrei – pflegeleicht – sind; daß andererseits Plastabfälle im Müll nicht verrotten und daher schwer abzubauen sind.

Kurz: Diese neuen Werkstoffe sind außerordentlich vielseitig, besonders wenn man sie mit anderen Materialien kombiniert.

Was wir von ihnen bei unserer Umschau im Alltag bemerken, ist jedoch nur der kleinere Teil ihrer Rolle – sozusagen die Spitze des Eisberges. Das Feld ihres Einsatzes erstreckt sich heute schon viel weiter, als die meisten von

Kunststoffe aus den „Retorten“ der chemischen Industrie erobern sich noch in diesem Jahrhundert den ersten Platz in der Rangliste der Werkstoffe

Kunststoffe in der DDR (in tausend Tonnen)

1975

1970

1965

1960

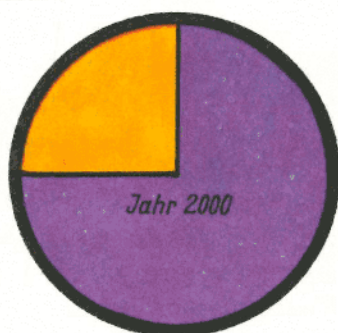
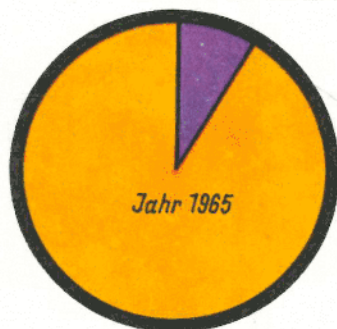
200

310

490

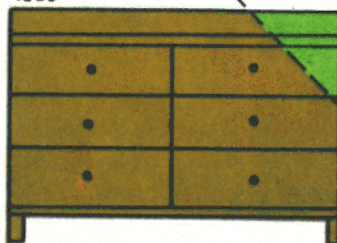
850 - 900

Anteil der Kunststoffe an den Werkstoffen



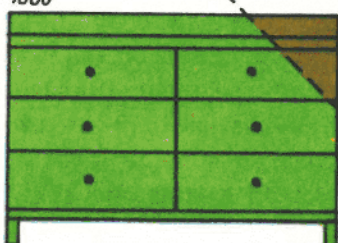
Kunststoffe in der Möbelherstellung

1950



Holz

1980



Kunststoff

uns überblicken können. In der Technik, im Maschinen- und Gerätebau, in der Medizin und im Bauwesen und vielen anderen Bereichen werden Kunststoffe massenhaft verwendet. Von der Dachrinne bis zum Straßenbelag stecken sie überall in unseren Bauten. Vom buchstäblich unerschütterlichen Fundament bis zum wartungsfreien Achslager durchsetzen sie die Maschinenhallen. Ob als Isolierstoff oder Kunstleder, ob als Dichtung oder Sicherheitsglas, ob als feuerfeste Verkleidung oder Federelement: die neuen Materialien passen sich erhöhten Ansprüchen an und eröffnen neue Wege. Viele Erfolge der modernen Wissenschaft – wie die Raumfahrt etwa – wären ohne diese jungen Helfer aus den Hexenküchen der chemischen Industrie gar nicht oder nur sehr begrenzt möglich. Die Lunochod zum Beispiel fahren mit Lagern aus selbstschmierenden Plasten. Schmieröle wären auf dem Mond unbrauchbar.

Die Technik braucht die Kunststoffe. Denn sie geben ihr die Möglichkeit, neue Lösungen zu finden und höhere Leistungen zu erbringen. Sie fährt, sozusagen, in einer Plastikkarosserie auf einer Autobahn, die mit Schaumstoff belegt ist, in die Zukunft.

Was sind Kunststoffe?

Ursprünglich verstand man darunter künstliche Ersatzstoffe für natürliche Materialien, die zu knapp oder für den Massenbedarf zu teuer waren: Galalith etwa (für Elfenbein), Zelluloid, Kunstseide und Kunstleder (alter Art). Ihnen haftete der Hauch von billiger Minderwertigkeit an.

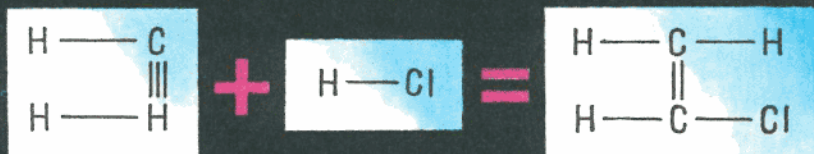
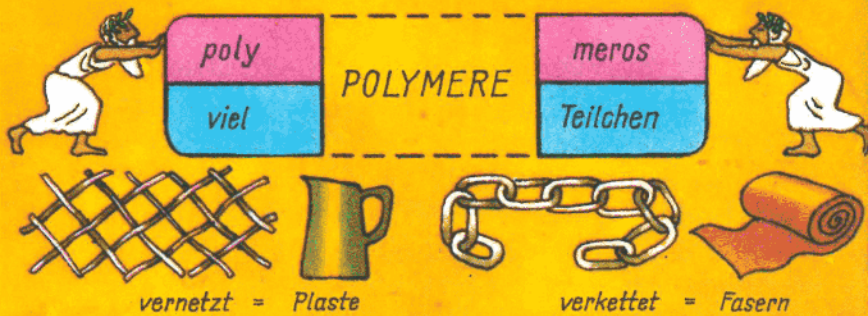
Deshalb scheute man in Fachkreisen davor zurück, den Namen Kunststoffe auch den neuen, künstlichen Werk-

stoffen zu geben, die so viel versprochen und noch mehr hielten. Trotzdem hat sich der Begriff Kunststoff durchgesetzt – freilich ohne Geringschätzung, sondern mit der Bewunderung, die diese Stoffe verdienen!

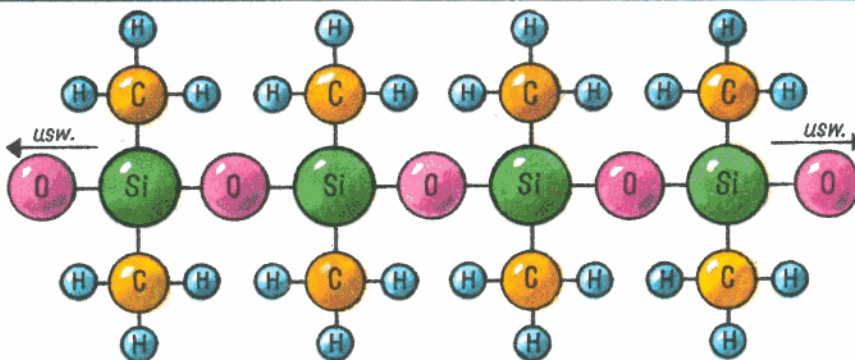
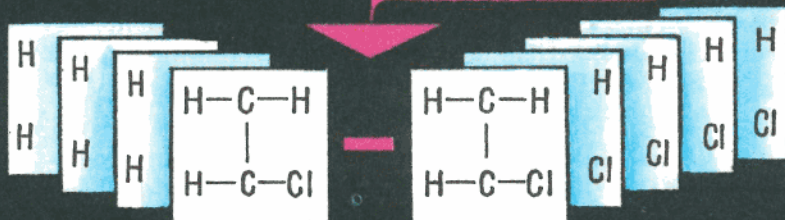
Heute bezeichnet man damit die sogenannten Polymere. Das sind organische Verbindungen aus der Familie der Kohlenwasserstoffe, aufgebaut aus Riesenmolekülgruppen. An sich schon große Moleküle mit Tausenden von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen – wie sie zum Beispiel die Zellulose aufweist – werden durch chemische Bindungen miteinander verkettet (Fasern) oder vernetzt (Plaste) zu Gebilden, die in der atomaren Welt des Winzigen als wahre Riesen gelten müssen.

Ihre „Eltern“ sind unscheinbar: Kohle, Kalk, Kochsalz und Wasser. Oder Erdöl und Erdgas, die vorteilhafter sind, weil ergiebiger und billiger. Deshalb streben wir den Ausbau der Petrolchemie mit Hilfe der sowjetischen Lieferungen vorrangig an.

Stark nach vorn drängen neuerdings Polymere, deren molekulares Skelett anstelle der Kohlenstoffatome entweder Silikon- oder Fluoratom aufweisen: Silikone und Fluorplaste und -elaste. Besonders die Silikone verfügen über eine Reihe hervorragender Eigenschaften, wie sie kein anderer Kunststoff besitzt. So sind sie in hohem Maße wasserabstoßend und unempfindlich gegen extreme Temperaturen; sie trotzen der Kälte im Kosmos ebenso wie der Gluthölle einer Wüste etwa. Ihre wichtigsten Grundstoffe – Silizium (Sand) und Sauerstoff (Luft) – sind unbeschränkt verfügbar.



Polymerisation



Strukturformel der Silikone

Reichen die natürlichen Werkstoffe nicht mehr aus?

Ganz gewiß nicht – und in Zukunft noch weniger. Denn der Verbrauch aller Stoffe steigt unaufhörlich an. Nicht nur deshalb, weil die Menschheit zunimmt, sondern noch mehr aus dem einfachen Grund, weil auch der Pro-Kopf-Konsum in vielen Ländern, besonders den sozialistischen, ansteigt. Was heute oder gar morgen an Bauten, Straßen, technischen Geräten und Anlagen, Maschinen, Möbeln, Kleidung jährlich produziert wird, hätte bei unseren Urgroßeltern für Jahrzehnte ausreichen müssen.

So viele Schafe könnte man kaum halten, wie Wolle benötigt wird. So schonungslos darf man die Forste gar nicht kahlschlagen, daß man genügend Bau- und Möbelholz erhielte. Ganz abgesehen davon, daß Holz auch für andere Zwecke – vor allem für Papier – zunehmend benötigt wird. An vielen Orten würden selbst die Metalle und sogar die Steine knapp: Man kann sie ja nicht beliebig weit transportieren, ohne daß sie zu teuer werden. Manche Rohstoffe müßten also schon heute, andere in absehbarer Zeit aus anderen Quellen ergänzt werden.

Das ist aber nur die eine, die mengenmäßige Seite des Werkstoffproblems. Die andere, wichtigere ist die der Beschaffenheit, mit der wir uns bereits befaßten. Denken wir nur an die Tatsache, daß viele der Plaste fester als Stahl, aber leichter als Kork sind. Daraus ergeben sich unübersehbare Möglichkeiten: höher und weiter zu bauen, leichtere und schnellere Maschinen zu konstruieren, in die Tiefe der Ozeane und in die Fernen des Alls vorzudringen.

Zu Riesenmolekülen vereint sind die Grundbestandteile der modernen „polymeren“ Kunststoffe

Kann man aus Plasten Häuser gießen?

Jeder hat schon Gebäude aus Plasten gesehen: Aufblasbare Hallen oder die mattglänzenden langen Gewächshäuser aus dünnen Folien. Sie sind im Handumdrehen errichtet und benötigen nur bescheidene Stützen, erfüllen aber ihren Zweck oft besser als ihre massiven, schwerfälligen Vorgänger. Diese Gebäude sind meist aus einzelnen Segmenten zusammengeklebt oder -geschweißt. Sie in einem Stück zu gießen wäre zwar möglich, aber unpraktisch.

Bungalows und andere Kleinhäuser, deren Skelett samt Wänden und Leitungen als Einheit gegossen werden, gibt es bereits. Aber darum geht es gar nicht. Wichtig ist, daß man Häuser fast ganz aus Plastteilen zusammensetzen kann. Die Wände bestehen aus dünnen Außenschichten, deren Zwischenräume mit Schaumplast ausgefüllt werden. Sie sind, vom Fußboden bis zur Decke, mit PVC-Folie verkleidet und brauchen weder Anstrich noch Tapete noch Fußbodenbelag. Für Türen, Fensterrahmen und Treppen wird Glasfaserplast verwendet. Als Scheiben dient Piacryl. Selbstverständlich sind auch Badewannen, Wasch- und Spülbecken, Rohre und Armaturen aus Plasten. (Ganz zu schweigen von der Einrichtung!) Das Haus wiegt kaum mehr als eine massive Ziegelwand alten Stils mit vergleichbarer Schall- und Wärmeisolierung.

Später einmal wird man den Rohbau solcher Kleinhäuser in Fabriken aus einem Guß herstellen – als Raumzellen, die am Montageplatz zu größeren Gebäuden zusammengefügt werden. Dann wird das Bauen noch weit schneller erfolgen und stärker mechanisiert sein als heute selbst bei der Großblockbauweise.

Einstweilen sind solche Schaumhäuser noch Traumhäuser, obwohl bereits 1970 in der Sowjetunion 100 000 Quadratmeter Wohnfläche auf diese Weise fertiggestellt wurden. (1975 werden Wohnhäuser mit 1 800 000 Quadratmetern in Raumzellenbauweise errichtet.) Für den Masseneinsatz stehen die benötigten Kunststoffe einfach noch nicht ausreichend zur Verfügung. Das ändert sich jedoch rasch: Die Erzeugung von Plasten zum Beispiel verdoppelt sich ungefähr alle 5 Jahre!

Gewiß kann keine Rede davon sein, daß mit dem Aufstieg der Kunststoffe die herkömmlichen Werkstoffe nun auf einmal überflüssig geworden wären: Steine und Erden, Glas, Metalle, Holz, Leder, Naturfasern . . . Manche von ihnen scheiden als technische Werkstoffe aus dem Rennen aus: Holz und Leder zum Beispiel. Andere treten zurück: Naturfasern etwa. Metalle dagegen, darunter solche, die vor 100 Jahren noch unbekannt oder unbeachtet waren, werden immer vielseitiger verwendbar – in Legierungen oder mit chemischen Zusätzen. Ähnliches gilt für das gute alte Glas. Sie bleiben also unentbehrliche Farben auf der Palette der Werkstoffe.

Was sich verändert, das sind die Anteile auf dieser Palette; die Schwerpunkte verschieben sich. Immer größeren Raum beanspruchen die Kunststoffe, deren Zahl rasch wächst. Vor 20 Jahren war dieser Platz noch sehr bescheiden, in Prozenten kaum faßbar. In 20 Jahren aber wird er dem der Metalle schon nahekommen und bald darüber hinausreichen.

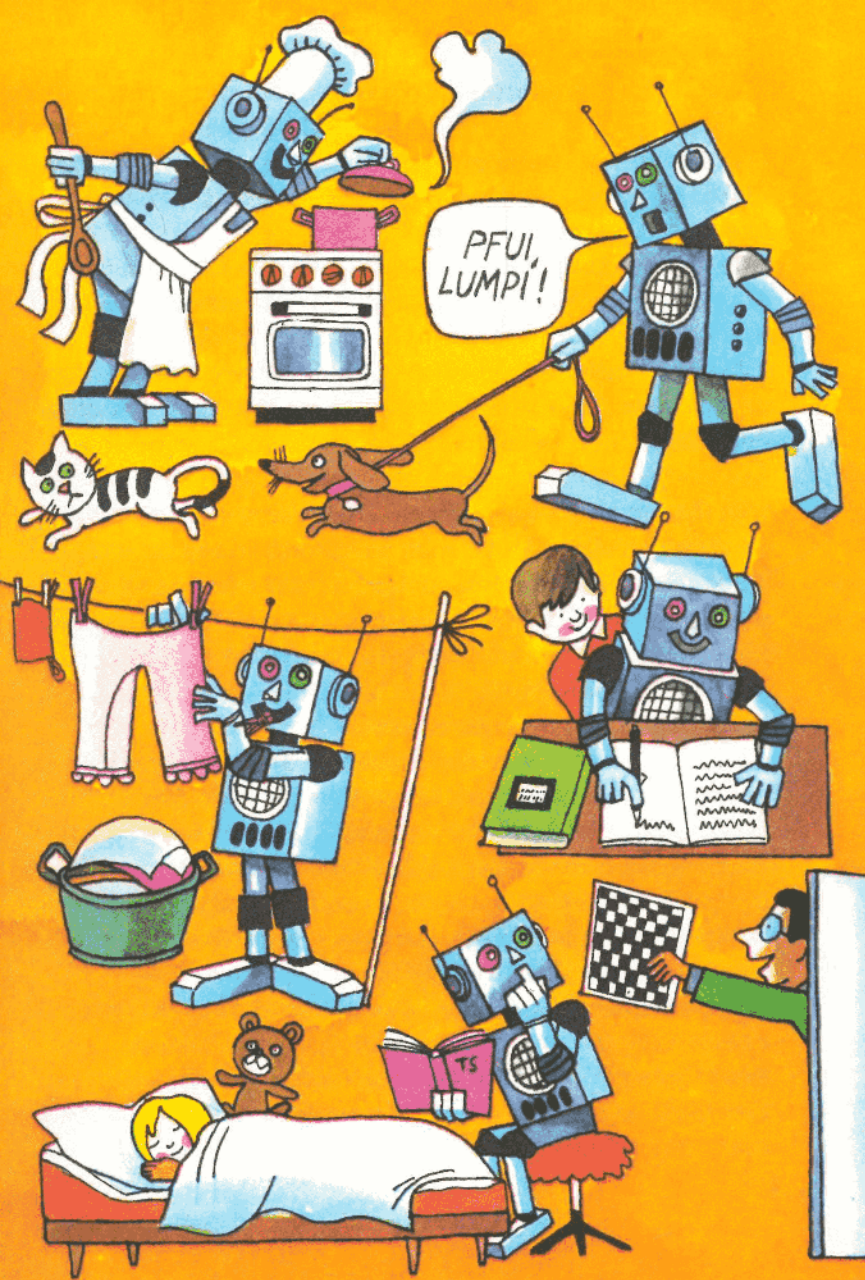
Das wird nicht nur die Erzeugnisse, sondern auch die Technologien der Produktion revolutionieren. Vom Übergang zum (arbeitssparenden) Gießen und spanlosen

Verformen war die Rede. Ein weiteres Beispiel: die Textilfabrikation. Bis jetzt werden die Fasern – auch die polymeren – bekanntlich zu Fäden versponnen, aus denen Stoffe gewebt werden. Diese schneidet man dann zurecht und vernäht sie zu fertigen Stücken (Kleidung oder Wäsche). Morgen wird man den künstlichen Textilrohstoff durch Formgießen oder -Aufsprühen unmittelbar in das fertige Kleidungsstück verwandeln.

Bei allen technischen Konstruktionen mußte man früher fragen: Was läßt der vorhandene Werkstoff zu? Wie weit reichen seine Eigenschaften (Härte, Dehnbarkeit, Wichte, Leitfähigkeit usw.)? Morgen wird man bei jeder neuen Entwicklung bestimmen können, welche Eigenschaften die benötigten Materialien aufweisen müssen – und bestellt sie oder läßt sie anfertigen, wenn sie noch nicht verfügbar sind. Der viel erwähnte Werkstoff nach Maß ist in Griffweite gerückt.

Das ist in der Tat ein umwälzender Wandel in der Beherrschung der Natur durch den Menschen – hier auf dem grundlegenden Gebiet der Versorgung mit Werkstoffen. Er stellt allerdings Aufgaben, die Mittel und Möglichkeiten eines einzelnen Landes oder gar Unternehmens erheblich überfordern. Dazu ist das systematische arbeitsteilige Zusammenwirken vieler Partner notwendig – wie es zur Zeit nur im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) der sozialistischen Länder gesichert ist, in dem gerade der Sektor Chemie stark beachtet und gefördert wird.

Menschenähnliche Roboter als „Mädchen für alles“ haben keine Zukunftsaussichten – weder im Haushalt noch in der Produktion



Automaten in Menschenhand

Der Einzug der Roboter

Es knackt ein wenig, wenn Adolar durch das Zimmer stetzt, um den Tisch zu decken.

„Du könntest dir wieder einmal die Gelenke schmieren“, sagt die Frau des Hauses tadelnd und zieht die Nase kraus.

„Jawohl“, antwortet Adolar fügsam.

„Daß er das immer wieder vergißt!“ bemerkt der Hausherr verdrossen und löst den Blick widerwillig vom Raum-Stereo-Farbfernseher. „Ich glaube“, fügt er hinzu, „wir müssen ihn endlich zur fälligen Durchsicht schicken. Seine Speicher scheinen nicht mehr ganz in Ordnung zu sein.“

Adolar schlurft schweigend hinaus in die Küche. Er greift sich eine Flasche mit bernsteinfarbiger Flüssigkeit und nimmt einen tüchtigen Schluck. Das schmeckt aber mal wieder! Er verdreht die leicht glasigen Augen. Nun kann er wieder laufen wie geschmiert.

Adolar ist ein Roboter, ein Maschinenmensch, speziell für den Haushalt konstruiert. Er ist eine tüchtige Stütze, eine wahre Perle. Er kocht und wäscht, führt den Hund aus und bringt die Kinder zu Bett. Sogar ihre Schularbeiten macht er, wenn sie keine Lust dazu haben. Abends spielt er mit ihrem Vater Schach oder springt er beim Skat ein, wenn Not am dritten Mann ist.

Er ist einfach unbezahlbar, was gut paßt, weil er ohnehin keinen Lohn erhält und auch nicht zu essen braucht – von einem gelegentlichen Aufladen seiner Batterie abgesehen.

Wer lacht da? In vielen Köpfen geistern solche Roboter als zukünftiger Gipfel der Automatentechnik. Man begegnet

ihnen in utopischen Geschichten. In der Wirklichkeit werden sie keine Rolle spielen. Denn die Entwicklung der Automaten geht ganz andere Wege.

Begonnen hat sie mit den ersten elektronischen Rechenmaschinen (Computern) vor etwa dreißig Jahren. Das sind Geräte, die um ein Vielfaches schneller rechnen können, als alle bis dahin bekannten (mechanischen oder elektrischen) Rechenmaschinen, die wiederum erheblich schneller mit Zahlen umgehen können als Menschen. Aus Angaben (Daten), die man ihnen „einspeist“, ermitteln sie nach vorgegebenen Regeln blitzschnell die Ergebnisse, die im „Programm“ gefordert werden.

Zum Beispiel fragen wir so einen „Prozeß-Rechner“: Wie kommt man am raschesten von Berlin nach Warwick bei Brisbane (Australien)? Unser elektronischer Freund – nebenbei: er sieht aus wie eine Waschmaschine, keineswegs wie ein Mensch – hat alle Fahr- und Flugpläne „im Kopf“ und gibt fast sofort die richtige Auskunft. Gewiß könnte man auch selbst nachschlagen und kombinieren und suchen. Aber das wäre eine Heidenarbeit.

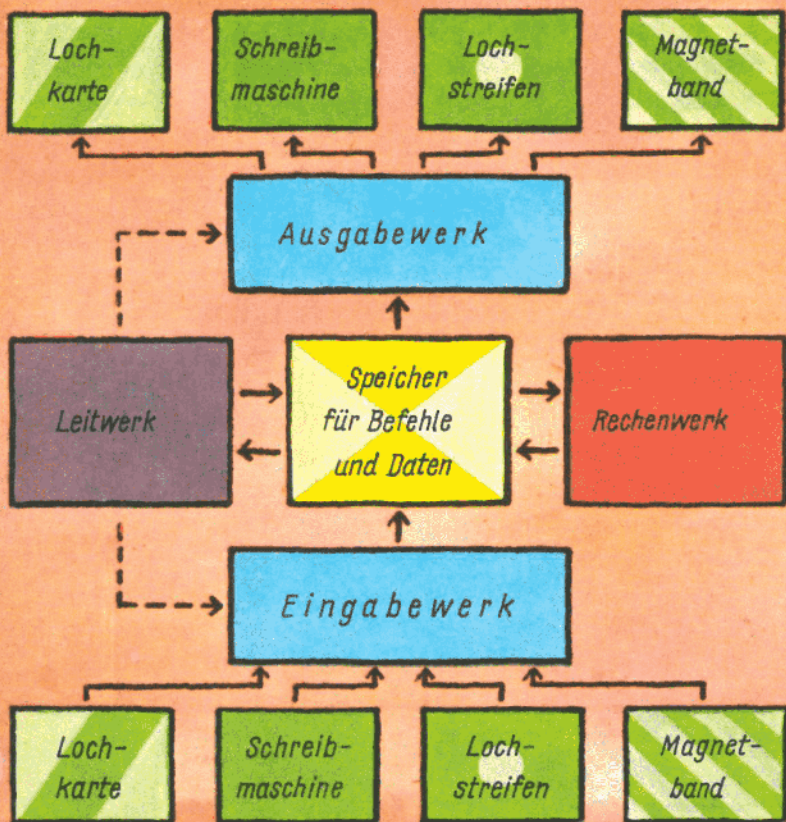
Oder: Wie muß eine Tragfläche gewinkelt sein, damit bestimmte Flugwerte erzielt werden? Das auszurechnen, beanspruchte früher ein Dutzend Aerodynamiker und viele Versuche. Der Spezialrechner erledigt das im Handumdrehen. Besonders kompliziert und zeitraubend ist bekanntlich das Berechnen der Bahnen kosmischer Flugkörper. Das würde auf herkömmliche Weise viel mehr Zeit erfordern, als – bei diesen Geschwindigkeiten! – für Bahnkorrekturen zur Verfügung steht. Deshalb wäre der Raumflug ohne Computer gar nicht möglich.

Solche Aufgaben sind zwar mathematisch ziemlich an-

spruchsvoll und umfangreich, sonst aber geradezu einfach im Vergleich zu denen, die man den elektronischen Rechenmaschinen häufig stellt. Da sind oft Tausende von Faktoren, die aufeinander einwirken, und Millionen von Einzelheiten ständig zu beachten, zu verarbeiten und für „Entscheidungen“ auszuwerten, die oft unverzüglich zu treffen sind. In einem automatisierten Großbetrieb etwa muß das ganze Fertigungsprogramm in Form entsprechender Steuerimpulse (Befehle) den Maschinen zugeteilt werden, die einzustellen und deren Arbeiten laufend zu regeln sind. Die EDVA (elektronische Datenverarbeitungsanlage) des Werks muß gleichzeitig für den notwendigen Materialfluß sorgen, die innerbetrieblichen Transporte lenken, die Erzeugnisse kontrollieren, Nachbestellungen rechtzeitig anfordern, die Kosten abrechnen und vieles andere mehr – bis zur Berechnung der Löhne und Steuerabzüge. Das Ganze bildet ein äußerst kompliziertes Netzwerk von Vorgängen verschiedenster Art, in dem die Rechenzentrale alles richtig abstimmen und in Gang halten muß. Dabei arbeitet sie nicht selbst; sie dreht kein Rad und bewegt kein Werkstück; das besorgen die Maschinen und ihre Antriebsmotore. Aber sie berechnet alles genau und gibt die erforderlichen Regel- und Steuerkommandos, schaltet ein oder aus und wirft – über angeschlossene Schreibgeräte – laufend eine Unmenge von Zahlen und Berichten aus.

Alle Aufgaben, Regeln und Ergebnisse verwahrt der Com-

Die EDVA (elektronische Daten-Verarbeitungs-Anlage) verarbeitet die von verschiedenen Informationsträgern eingespeisten Angaben (Daten) im Computer und liefert die fertigen Ergebnisse ablesbar oder abhörbar an die Ausgabegeräte



puter in seinem „Gedächtnis“, seinen Speichern. Dort sind auch alle Daten festgehalten, mit denen er im Laufe der Zeit „gefüttert“ wurde. Das kann der Inhalt ganzer Bibliotheken samt Formelsammlungen sein: bis zu Milliarden von Angaben (bit). Aus diesem Berg von Wissen gibt er in Sekundenschnelle jede gewünschte Auskunft, wählt bestimmte Fakten aus und stellt sie zusammen. Kurz: Er ergänzt, ordnet und verarbeitet seine „Kenntnisse“ ganz nach Wunsch der Benützer.

Dank dieser „Fähigkeiten“ ist der Elektronenrechner in sehr kurzer Zeit ein unerhört vielseitiger Helfer des Menschen geworden. Wenn einst die Werkzeugmaschinen die handwerklichen Leistungen des Menschen steigerten, die Kraftmaschinen die Energie der Muskeln vervielfachten, greifen nun die neuen Rechengерäte im Bereich der geistigen Tätigkeit ein: Sie nehmen uns geistige Routinearbeiten ab und erweitern unsere Möglichkeiten, umfangreiche Denkaufgaben zu lösen, in vielfältiger Weise und in unermeßlichem Grade.

Können Rechenautomaten alles?

Die Frage stellen heißt sie verneinen. Denn natürlich können auch die größten, leistungsfähigsten Computer nicht alles. So können sie zum Beispiel nicht denken, nicht einmal lesen und schreiben. Sie können nur ungeheuer schnell rechnen. (Die neuesten Großgeräte bewältigen einige Millionen Rechenoperationen in der Sekunde!) Deshalb muß jede Aufgabe und Angabe vorher in die

Auf allen Gebieten der Arbeit – auch der geistigen – können die Computer die Menschen entscheidend entlasten und unterstützen

Bildungswesen,
programmierter
Unterricht
Lernmaschinen

Staatliche
Planung und Kontrolle
in allen
Bereichen

Technologie,
Arbeits-
vorbereitung
Konstruktion

Wissenschaft-
liche
Forschung

Verkehr
und
Transport

Statistik

Medizin

Prognostische
Forschungen

Information
und
Dokumentation

Versicherungs-
wesen



Sprache der Mathematik, in Zahlen und Formeln übersetzt werden. Ebenso müssen die Ergebnisse in verständliche Sprache oder Schrift rückübersetzt werden. Das besorgen spezielle Geräte, die an der Eingabe (input) und Ausgabe (output) angeschlossen sind.

Auch die „Dolmetscher“ unter den Rechengeräten, von deren erstaunlichen Künsten wir oft lesen, können kein Wort Russisch, Deutsch oder Englisch, obwohl sie recht flott übersetzen. Tatsächlich ermitteln sie aus den eingespeisten mathematischen Zeichen solche mit andrer Bedeutung. Die Verwandlung von Wörtern der einen Sprache in Zeichen und der Zeichen in Wörter der andern Sprache erfolgt in den Hilfsgeräten.

Wegen der Schnelligkeit, mit der die Rechenmaschinen eine große Menge von Informationen (Daten) verarbeiten, überblicken und auswählen, können sie jedoch zu vielen Zwecken dienen – nicht nur als Rechen- und Steuerzentrale in automatisierten Industriebetrieben. Sie helfen in der Forschung langwierige Versuche und Sucharbeiten abkürzen. Sie weisen nach, was an Kenntnissen über zu bearbeitende Probleme bereits vorliegt, und ersparen dadurch Doppelarbeit und Zeitverluste. Sie helfen dem Arzt, aus der wachsenden Fülle von erkennbaren Krankheitsmerkmalen und verfügbaren Heilmitteln, die er kaum noch überblicken kann, das Richtige schnell herausfinden. Sie helfen den zentralen Stellen für Planung und Leitung der Volkswirtschaft die unübersehbare Flut anfallender Zahlen ordnen, koordinieren und die notwendigen Folgerungen daraus ziehen. In Moskau zum Beispiel wurde 1971 das Hauptrechenzentrum der Stadtverwaltung in Betrieb genommen. Es überwacht und koordiniert die Arbeit der

zahlreichen automatisierten Leitungssysteme der gesamten Moskauer Wirtschaft – eine Aufgabe, die mit andern Mitteln allmählich unlösbar geworden wäre.

Man könnte ein Buch füllen allein mit den Beispielen für den erfolgreichen und nutzbringenden Einsatz der Computer in fast allen Bereichen unseres Lebens.

Werden uns die Roboter eines Tages ersetzen?

Der „Aufstand der Roboter“, der die Macht der Menschen stürzt, spukt als Schreckgespenst in zahlreichen Zukunftsgeschichten der kapitalistischen Welt. Angst vor der Technik soll hervorgerufen werden. Technik als eine dämonische Macht, die sich verselbständigt und den Menschen bedroht. Mißbrauch der Wissenschaft für den Profit? Soziale Unsicherheit, Armut und Hunger, Elendsviertel und sogar Völkermord als Folge der kapitalistischen Ausbeutung und Profitgier? Aber nicht doch! Daran ist nur die teuflische Technik schuld, die gegen ihre Herren aufbegehrt!

Wer aber gibt denn den Bombenfliegern die Mordbefehle? Wer verdient an Vernichtung und Zerstörung? Nicht die Maschinen! Diese klare Tatsache soll durch die Gruselstory von der bösen, unberechenbaren Technik verschleiert werden, von der die Rebellion der Roboter nichts als eine neue Version ist.

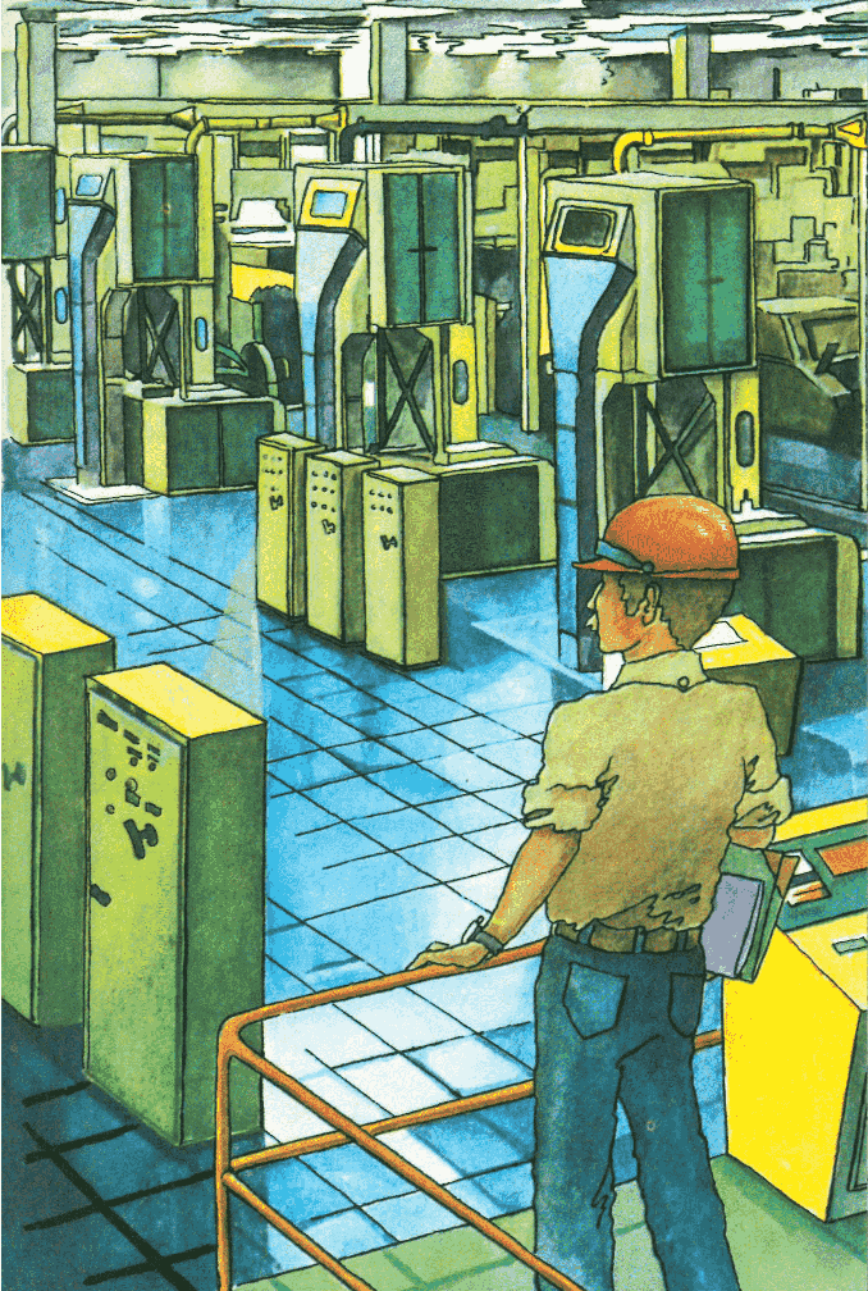
Es wird auch später keine automatisierte Maschinerie geben, die sich selbst ersinnt, baut, entwickelt, Aufgaben stellt und regiert. Zweifellos werden Rechenautomaten viel mehr Aufgaben übernehmen als heute. Doch damit sind und werden sie keine Lebewesen, die obendrein menschlich denken und fühlen können. Sie existieren und

funktionieren lediglich als – freilich sehr hoch entwickelte – Werkzeuge der Menschen. Sie unterstützen die geistige Arbeit entscheidend, indem sie umfangreiche Aufgaben lösen und den Menschen davon entlasten. Dadurch gewinnt er mehr Zeit für schöpferische Tätigkeiten – von der Erziehung bis zur wissenschaftlichen Forschung, von der Krankenpflege bis zum künstlerischen Schaffen. Diese Tätigkeiten nehmen zu und erfordern immer mehr unmittelbare Arbeit von Menschen. Und wenn dabei auch Automaten als Helfer herangezogen werden können: Das Wesentliche an diesem Wirken kann man ihnen nicht übertragen.

Wie überall wird auch bei den Automaten die Entwicklung nicht im Heute verharren, sondern rasch fortschreiten. Sie stehen ja erst am Anfang ihrer Bahn, die buchstäblich zu den Sternen führt. Aber noch mehr gibt es auf der Erde für sie zu tun. Vor allem in der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion, im Verkehrs- und Bauwesen werden sie die Fähigkeit des Menschen, in seiner Hand die Leitung mächtiger Maschinerien und umfangreicher Prozesse zu vereinen, ungemein erhöhen.

Als weittragendster Zug der Rationalisierung wird die sozialistische Automatisierung die Ergiebigkeit der menschlichen Arbeit in ungeahnte Höhen heben helfen. So wird sie wesentlich dazu beitragen, daß die sozialistische Gesellschaft durch ihre Arbeit immer reicher und schöner leben wird.

Am Steuerpult automatisierter Betriebe stehen die Computer. Die Menschen, als Schöpfer dieser „Zaubermaschinen“, stellen ihnen die Aufgaben und kontrollieren das Ganze



Patente des Lebens

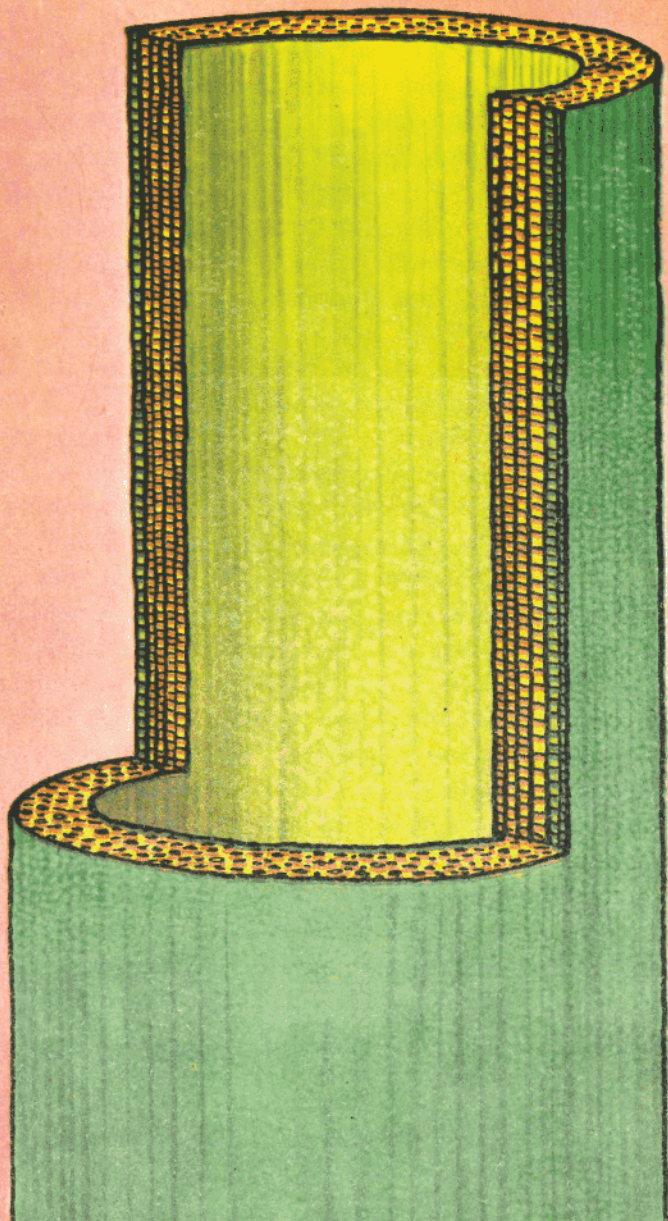
Lehrmeisterin Natur

Ein Gittermast, der sich ein paar 100 Meter emporreckt, oder der Fernsehturm in Berlin – das sind großartige Bauwerke. Was aber käme heraus, wenn man die Maße eines Getreidehalms ins Große übersetzt? Stellen wir uns einen Halm von 500 Meter Höhe vor. Dann weist der Schaft unten einen Durchmesser von knapp 2 Metern auf. Und die Wandung eine Dicke von 20 Zentimetern. Sie besteht zur Hauptsache aus Luft. Denn die eigentlichen Wände sind noch viel dünner. Dazwischen sorgen sinnreiche Verstreibungen für die erforderliche Festigkeit. Deshalb würde dieser Wunderturm etwa 100 Tonnen wiegen. An seiner schlanken Spitze aber trägt er einen Kolben, der – vergleichsweise – 500 Tonnen auf die Waage bringt!

Stellen wir uns eine Hummel in 500facher Vergrößerung vor. Dieser lebendige „Apparat“ fliegt frei durch die Luft – an ziemlich kleinen, zarten Flügeln, die von Muskelmotoren rasend schnell bewegt werden.

Getreidehalm und Hummel sind nur zwei von ungezählten „technischen“ Meisterwerken, mit denen die Natur aufwartet. Alle Lebewesen, auch die niedrigsten, weisen Bauformen und Organe auf, die verblüffend einfach beschaffen sind. Dabei arbeiten sie äußerst zuverlässig und kommen mit einem erstaunlich geringen Aufwand an Material und Energie aus. Um nur einige Beispiele zu erwähnen:

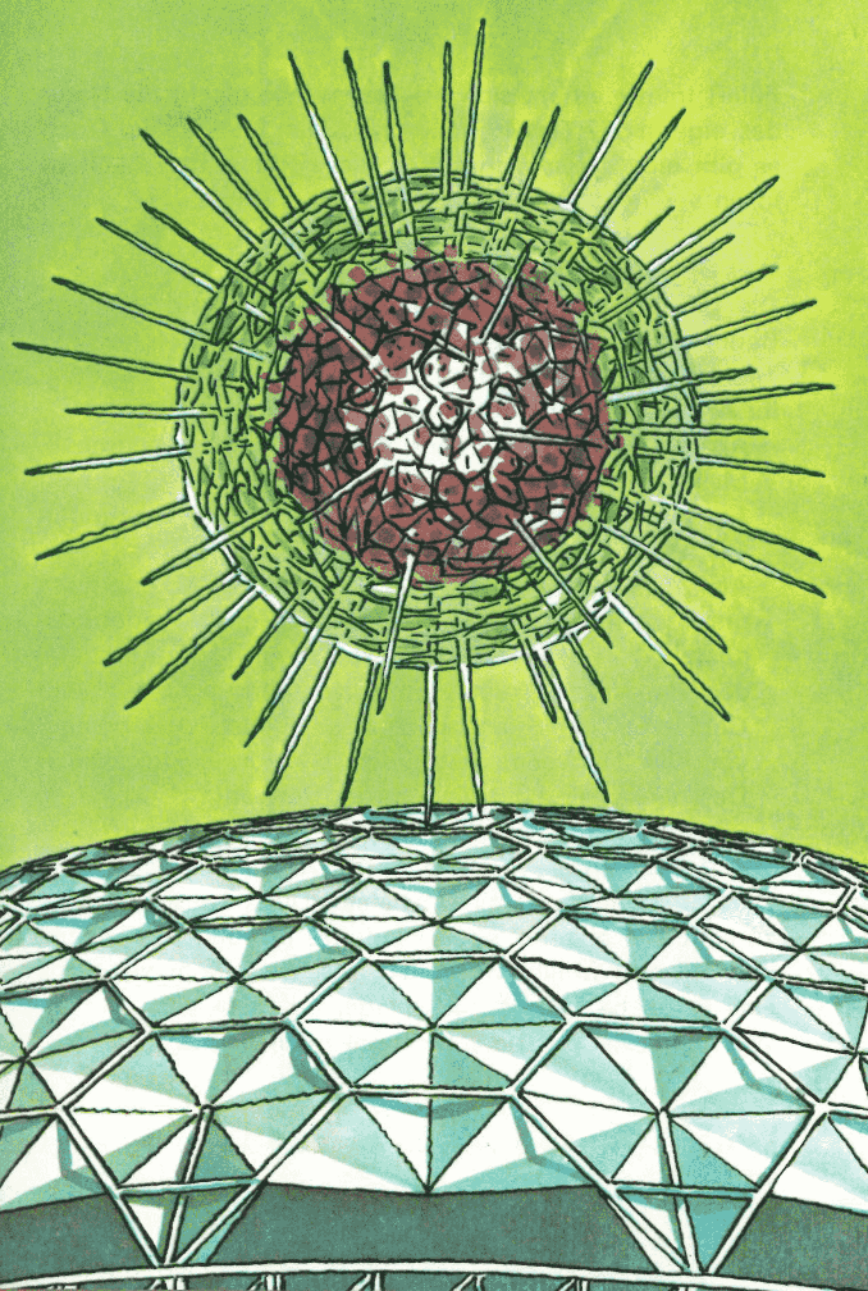
Das Bauwunder Grashalm kommt mit denkbar geringem Aufwand an Material und Ausmaßen aus – und ist dabei erstaunlich fest und elastisch



- Das fast kreisrunde Blatt der Victoria regia – jene berühmte Wasserpflanze im Gebiet des Amazonas, die nur eine Nacht blüht – erreicht einen Durchmesser von 2 Metern. Es ist sehr feingliedrig, dabei stabil: Man kann es mit 50 und mehr Kilogramm belasten, ohne daß es merklich verformt oder gar unter Wasser gedrückt wird.
- Zugvögel finden über Entfernungen von Tausenden von Kilometern traumhaft sicher zu ihrem alten Nistplatz zurück – ohne Radar, Bodenstationen, Funk und andere technische Hilfen.
- Klapperschlangen bemerken Schwankungen der Temperatur um Tausendstel Grad. Hunde wittern winzige Spuren von Duftstoffen und können bis zu einer halben Million Gerüche unterscheiden. Manche Quallen spüren das Aufkommen eines Sturms 10 bis 15 Stunden vorher.
- Glühwürmchen erzeugen ihr „kaltes Licht“, indem sie die aufgewandte Energie zu fast 100 Prozent verwerten. (Normale Glühlampen wandeln nur 4, Leuchtstoffröhren 10 Prozent der Elektroenergie in Licht um.)
- Das menschliche Gehirn enthält auf einem Raum von etwa eineinhalb Kubikdezimetern an die 15 Milliarden Neuronen (Nervenzellen). Es verbraucht bei „vollem Betrieb“ ungefähr 10 Watt bioelektrischer Energie – etwa soviel wie eine schwache Glühlampe. Ein moderner Computer würde bei der gleichen Zahl von Bauelementen einen Saal füllen und zu seinem Betrieb die Leistung eines Großkraftwerks beanspruchen.

Eine bescheidene Aufzählung aus einer unübersehbaren

Als Muster für superleichte Kuppeln aus Aluminium und Glas können Radiolarien (einzellige Strahlentierchen) dienen



Fülle! Immer erhebt sich die Frage: Wie macht die Natur das eigentlich? Das ist meist noch ein Geheimnis. Doch es gibt eine Wissenschaft, die diese Rätsel beharrlich zu lösen versucht: die Bionik.

Was bedeutet Bionik?

Die Bionik ist einer der jüngsten Zweige am gewaltigen Baum der Wissenschaft. Ihr Name ist aus *Biologie* und *Technik* zusammengesetzt.

Ihr Arbeitsgebiet ist ebenso ausgedehnt wie vielseitig.

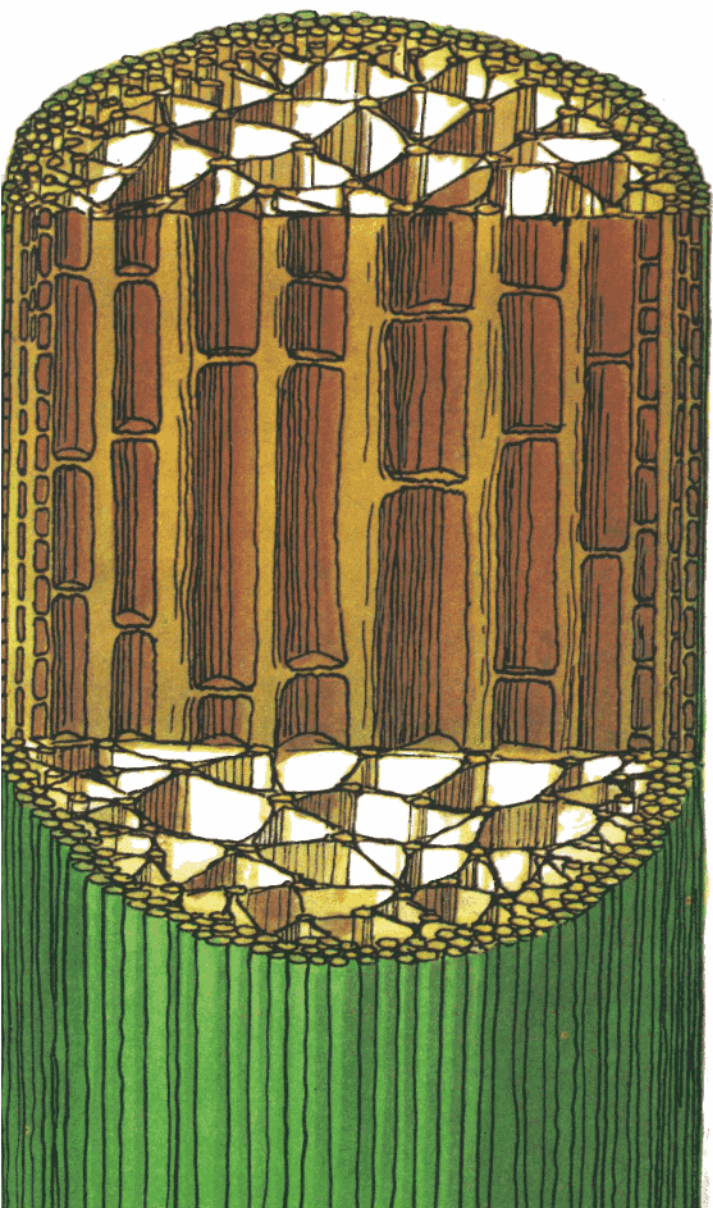
- Als *biologische* Bionik erforscht sie die Konstruktionen, Materialien und Vorgänge des Lebens. Sie sucht also Antworten auf die Frage: Wie kommen solche Leistungen zustande?
- Als *technische* Bionik macht sie diese Erkenntnisse praktisch anwendbar. Sie sucht also nach Wegen, die ebenso zweckmäßigen wie sparsamen „Erfindungen“ der Natur in der Technik zu nutzen. Und zwar auf allen Gebieten: vom Hochbau bis zur chemischen Industrie, von der Flugzeugkonstruktion bis zur elektronischen Datenverarbeitung (EDV) in der Verwaltung.

Wie findet sich die Fledermaus im Dunkeln zurecht?

Die Fledermaus findet sich im tiefsten Dunkel ausgezeichnet zurecht. Sie erkennt jedes Hindernis im Flug und weicht ihm auf den Millimeter genau aus. Außerdem erjagt sie eine stattliche Menge nachtfligender Insekten.

Wie macht sie das nur? Sie sieht doch nichts.

Der Maisstengel gilt heute noch als unerreichtes Vorbild für Turmbauer



Nun, das ist ganz einfach: Sie „arbeitet“ mit einem Ultraschall-Echolot. Ein simples „Gerät“ in ihrem Kehlkopf sendet ständig sehr kräftige Tonstöße aus – freilich mit einer Wellenlänge, die zwar das menschliche Ohr nicht wahrnehmen kann, wohl aber das der Fledermaus. Treffen die Ultraschallwellen auf einen Körper, werden sie zurückgeworfen und von einer „Antenne“ aufgefangen. So erfährt die Fledermaus im Bruchteil von Sekunden alles, was sie wissen muß: Größe, Art, Flugrichtung und Geschwindigkeit ihrer Beute – und natürlich auch Hindernisse, denen sie ausweichen muß. (Ähnlich reagieren ja auch wir auf die Lichtsignale, die unser Auge aufnimmt.) Interessant ist, daß sich manche der Beuteinsekten auf die technischen Tricks ihrer Feinde eingestellt haben. Einige Arten von Nachtfaltern besitzen eine „Mini-Antenne“, die sich in ihrem Gehörgang befindet und nur aus drei Nervenfasern besteht. Damit können sie die Ultraschallwellen der Fledermäuse empfangen und rechtzeitig die Flucht ergreifen. . . .

Sind Delphine „Menschen des Meeres“?

Über die Delphine ist in den letzten Jahren viel geschrieben worden. Dabei wurde manchmal manches übertrieben. So wies man zum Beispiel häufig darauf hin, daß sie über ein Gehirn verfügen, das größer und obendrein reicher an Windungen ist als das menschliche. Daraus schloß man, daß der Delphin eigentlich bildungsfähiger

Das Ultraschall-Echolot der Fledermaus ermöglicht es diesem fliegenden Säugetier, sich im Dunkel sicher zurechtzufinden und seine Beute aufzuspüren

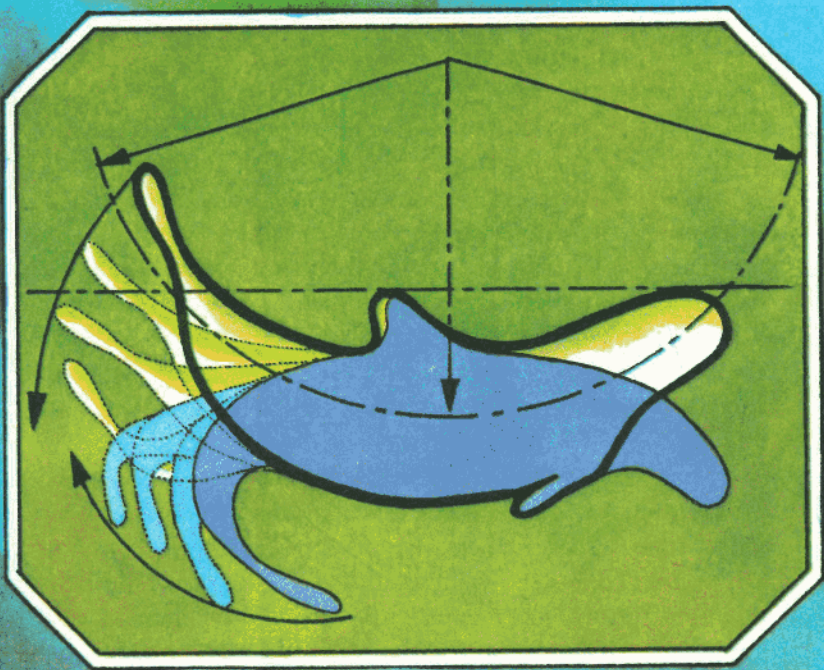


als der Mensch sein müsse. Es komme lediglich darauf an, seine bedeutenden geistigen Anlagen zu entwickeln.

Tatsächlich sind Delphine gesellig lebende, muntere Tiere mit einer für Wasserbewohner ungewöhnlichen Intelligenz. (Bekanntlich sind sie ja auch – wie alle Wale – keine Fische, sondern Säugetiere, die sich dem Leben im Wasser vollendet angepaßt haben.) So verständigen sie sich untereinander durch unterschiedliche Laute, haben also eine Art „Sprache“. Sie besitzen eine Ultraschall-„Anlage“, die ähnlich funktioniert wie die der Fledermäuse, jedoch erheblich leistungsfähiger ist. Mit ihr können sie sowohl ganz nahe wie kilometerweit entfernte Körper orten und genau zwischen Fischschwärmen, Tangen oder Beutetieren unterscheiden. Menschenscheu ist ihnen fremd. Eher sind sie zutraulich. Und sie lassen sich leicht dressieren, wobei ein angeborener Spieltrieb mitwirkt.

Doch nicht wegen liebenswerter Eigenschaften ist der Delphin plötzlich so interessant geworden. Vielmehr hat die Bionik sich seiner bemächtigt. Denn er weist eine ganze Reihe verlockender „Patente“ auf, die zu erforschen sich lohnt. Da ist einmal seine bereits erwähnte Ultraschall-Ortung. Dann die Frage, warum er mit 80 bis 100 Kilometern in der Stunde doppelt so schnell schwimmt, als es nach unseren Vorstellungen seinen Kräften entspricht. Sein Schwimmstil lieferte bereits Anregungen für eine neue Art von Schiffsantrieben. Außerdem weist seine Haut eine Eigenschaft auf, die bisher völlig unbekannt

Die Bewegungen und der Körper des Delphins geben den Schiffsbauern – und nicht nur ihnen – viele wertvolle Anregungen



war: Sie verhindert das Entstehen bremsender Wirbel und wirkt dadurch beschleunigend. Gelingt es, die Delphinhaut nachzuahmen, kann man damit Schiffe außen oder Rohrleitungen innen verkleiden. Dadurch verringert sich der Widerstand, das führt zu höheren Leistungen bei gleichem Energieaufwand.

Der Delphin ist also in der Tat nicht nur ein liebenswürdiges, sondern auch aufschlußreiches und wertvolles Tier. Deshalb hat die Sowjetunion die Jagd auf Delphine schon vor Jahren auf allen Meeren eingestellt. Für die Forschung ist der muntere Geselle weit interessanter denn als Lieferant von Tran und Fleisch.

Bei der „Navy“, der Kriegsmarine der USA, dagegen steht der Delphin aus anderen Gründen hoch im Kurs. Dort versucht man seine Fähigkeiten auszunützen, um ihn als „lebendes Torpedo“ zu dressieren. So soll er feindliche U-Boote oder Kampfschwimmer aufspüren und durch mitgeführte Sprengladungen in die Luft jagen – sich selbst natürlich auch. . .

Die Natur übertreffen!

Die Forscher haben der Natur viele ihrer Geheimnisse entrissen – von den unergründlichen Tiefen des Weltalls bis in das feinste Gefüge der lebenden Zelle. Und die Techniker haben es verstanden, die Ergebnisse in der Industrie und Landwirtschaft für unser Leben nutzbar zu machen. Längst kann keine Rede mehr davon sein, daß wir auf das angewiesen wären, was die Natur fertig

Die „Patente“ der Natur zu studieren und für die Technik nutzbar zu machen ist die Hauptaufgabe der Bionik



liefert. Die Zahl der chemischen Verbindungen zum Beispiel, die wir kennen und künstlich herstellen können, beträgt schon bald eine Million. Aber nur ein Bruchteil davon kommt in der Natur vor. Ähnlich verhält es sich mit den radioaktiven Isotopen.

Die Natur jedoch verfügt über eine unübersehbare Fülle von „Verfahren“, „Bauweisen“ und biologischen „Geräten“, die so einfach und zweckentsprechend sind, daß sie als technische Spitzenleistung gelten können. Sie bildeten sich in einem Milliarden von Jahren währenden Prozeß der Anpassung heraus: Die anpassungsfähigen Lebensformen setzten sich durch, die anderen gingen zugrunde. Solche Zeiten stehen der menschlichen Technik nicht zur Verfügung. Sie kann sich auch einen derartigen Verschleiß nicht leisten, der ja den Grundsätzen der Menschlichkeit auf Schritt und Tritt widerspräche.

Gerade deshalb ist es wichtig, daß wir unsere Technik möglichst schnell um jene „Patente“ ergänzen, die von der Natur hervorgebracht wurden. Menschenwürdig genutzt, werden die Entdeckungen der Bionik Wesentliches zur technischen Gestaltung unserer Zukunft beisteuern.

Abenteuer Raumfahrt

Der Vorstoß ins All

Die erste Eisenbahn auf deutschem Boden (1835) tuckerte bereits brav ihre Strecke zwischen Nürnberg und Fürth hin und her, da erhoben in der fernen Hauptstadt des Königreichs Bayern, in München, wackere Gelehrte

80

warnend ihre Stimme: So etwas wie diese Teufelsbahn könne einfach nicht gut gehen. Bei dieser enormen Geschwindigkeit (15 Kilometer in der Stunde) komme es bei den unglücklichen Fahrgästen zu gefährlichem Blutandrang im Kopf; und die Passanten müßten angesichts des vorüberrasenden Ungetüms von Schwindel erfaßt werden.

Der Sprung von der Postkutsche zur Dampfbahn war für diese biedereren Bayern einfach zu groß.

Unvergleichlich größer war der Sprung, mit dem sich der Mensch von der Erde erhob, um sich den Luftraum zu erschließen. Als die Brüder Wright (1903) die ersten Motorflüge erfolgreich ausführten, hagelte es Beweise dafür, daß man mit einer Maschine, die schwerer als Luft ist, niemals fliegen könne – was die Luftfahrt bekanntlich nicht daran hinderte, binnen weniger Jahrzehnte ihre Verkehrslinien über Kontinente und Ozeane zu ziehen. Heute werden dabei Maschinen eingesetzt, die mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit fliegen und Dutzende Tonnen Last befördern.

Wieder ein halbes Jahrhundert später übersprang der erfinderische Mensch – mit Sputnik I, (1957) – eine Schranke, die für absolut unüberwindbar gegolten hatte: Er überwand die Schwerkraft der Erde in einem Maße, daß er in den Weltraum vorstoßen und bald die ersten Raumreisenden ins All entsenden konnte. Dabei sind Geschwindigkeiten von Zehntausenden Kilometern in der Stunde Voraussetzung. Und die Triebwerke der Raumkörper entwickeln Schubkräfte, die der Leistung von Zehntausenden von PKWs entsprechen – auf ein paar Kubikmetern Raum! Was vorher nur wenige Fachleute für möglich gehalten

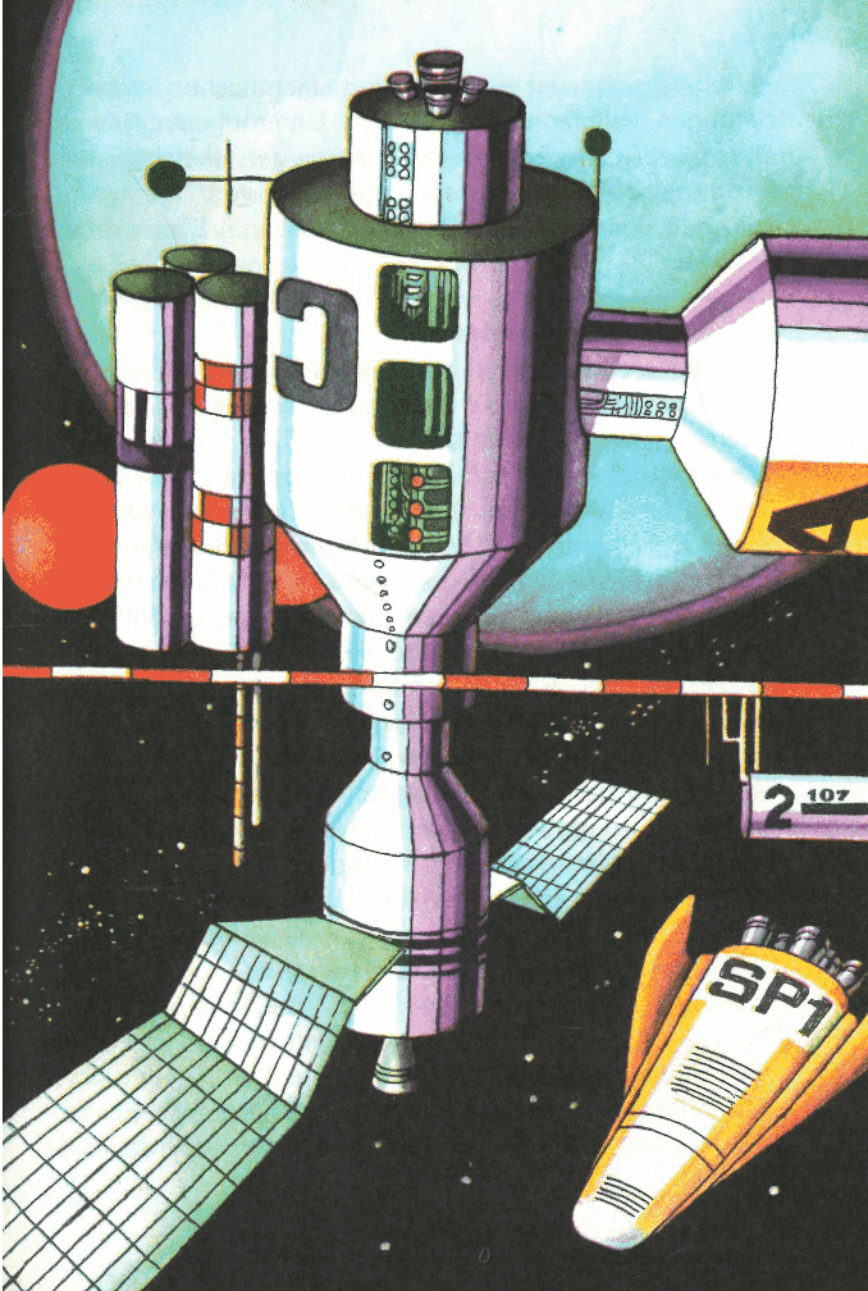
und vorausberechnet hatten, wurde weltweit sichtbare Wirklichkeit. Und siehe da: Niemand bezweifelte dieses Ereignis, obwohl es einem Wunder glich. Der Glaube an den technischen Fortschritt war offenbar allgemein verbreitet.

Was nicht bedeutet, daß jeder begriff, worauf dieser gewaltige sprunghafte Fortschritt beruhte! In vielen Köpfen spukte die Vorstellung vom Schuß, der den Flugkörper mit entsprechend hoher Anfangsgeschwindigkeit fortschleudert. Noch der bekannte französische Schriftsteller Jules Verne schickte seine Mondfahrer mit Hilfe einer Riesenskanone auf die weite Reise. Die Armen! Sie wären beim Abschuß durch den ungeheuren Andruck völlig plattgedrückt worden. Oder die Vorstellung von der Luftschraube, die den Flugkörper vorwärts zieht – wozu allerdings Luft unentbehrlich ist. Der Antrieb, der den Raumkörper ins All trägt, ist die Rakete. Sie arbeitet nach dem Rückstoßprinzip. Sie beschleunigt während des Flugs, so daß sich der Andruck in erträglichen Grenzen halten läßt. Und sie bedarf nicht der Luft, so daß Raketenantriebswerke auch im luftleeren Raum arbeiten können.

Dieses an sich einfache Prinzip lieferte den Schlüssel, der das Tor ins All öffnete. Theoretisch begründet und für die Zwecke der Raumfahrt dienlich gemacht wurde es zuerst durch den russisch-sowjetischen Mathematiker K. E. Ziolkowski (1857–1935). Er wird daher allgemein als „Vater der Raumfahrt“ bezeichnet.

Um Ausflüge ins All zu ermöglichen, mußten und müssen

Orbitalstationen, die unsere Erde umkreisen, dienen dazu, nicht nur das All, sondern auch unseren Planeten erheblich gründlicher zu erforschen, als das bisher möglich war



zahlreiche wissenschaftliche und technische Spitzenleistungen vollbracht werden. Das Unternehmen Raumfahrt wurde zum anspruchsvollsten und vielseitigsten Forschungsobjekt, an dem Hunderte von Instituten, Tausende von Betrieben, Zehntausende von Spezialisten mitwirken.

Was will der Mann im Mond?

Kann der Mond wirtschaftlich genutzt werden? Werden wir Brennstoffe, Metalle und andere Bodenschätze von anderen Gestirnen holen?

So merkwürdig es klingt: Ziel der Reisen ins All ist letztlich unsere Erde. Genauer gesagt: die Menschheit und ihr Leben auf der Erde. Alle Mühen und Gefahren der Raumfahrt werden bewältigt, um unseren eigenen Planeten besser kennenzulernen und uns besser auf ihm einzurichten.

Der Nutzen der Raumfahrt, nach dem so oft gefragt wird, beruht vor allem auf folgenden Tatsachen:

- Unsere Erde ist ein Teil des Sonnensystems. Auf dem Mond und den Nachbarplaneten können wir neue Erkenntnisse über den Ursprung, die Entwicklung und die Beschaffenheit der Erde gewinnen und viele Rätsel lösen, die hier noch offen sind.
- Bemannte ständige Satelliten (Orbitalstationen) bieten als Laboratorien einige ideale Bedingungen, wie sie auf der Erde nicht erreichbar sind (Tiefsttemperaturen, Vakuum, Schwerelosigkeit, störungsfreie astronomische Beobachtung und so weiter).
- Nachrichtensatelliten vermitteln als Reflexstationen Funk- und Fernsehempfang rund um die Erde. Sie

dienen der Navigation von Schiffen und Flugzeugen als Festpunkte.

- Wettersatelliten ermöglichen eine lückenlose Beobachtung der Vorgänge in der Erdatmosphäre, damit eine sicherere Wettervorhersage, das rechtzeitige Erkennen von Unwettern und anderes mehr.
- Andere Speziatsatelliten vermessen und kartographieren den Erdball – genauer, als es vom Boden aus möglich wäre. Sie geben Aufschluß über die Verteilung der Lagerstätten und Wasserreservoirs unter der Erdoberfläche. Sie verraten, wie die Vegetationsformen (Wald, Sumpf- und Dürregebiete) verbreitet sind, wo die Grenzen der Klimazonen verlaufen, wann die Gletscherschmelze eintritt und vieles andere mehr.
- Nicht zuletzt: Die Raumforschung übernahm die Rolle eines Schrittmachers der wissenschaftlich-technischen Entwicklung. Sie fordert und erbringt ständig eine Fülle neuester Ergebnisse auf vielen Gebieten – von der Lösung technischer Probleme bis zum Spezialwerkstoff.

Eine *wirtschaftliche* Nutzung des Mondes oder anderer Gestirne wäre sinnlos. Selbst wenn man dort wertvollste Gesteine oder Erze fände – sie kämen uns weit teurer zu stehen, als wenn wir sie auf der Erde förderten. Was immer der Mond an Schätzen (Metallen, Baustoffen, Energien) aufbringen mag – das alles wird den Männern im Mond dazu dienen, ihre Station auszubauen und ihr Leben dort zu erhalten.

Denn eine solche Station wird es geben, noch in diesem Jahrhundert. Und sie wird mit der Zeit beträchtliche Ausmaße annehmen, weil die *wissenschaftliche* Nutzung des Mondes bedeutend sein wird. Er wird schließlich eine

ganze Stadt von Instituten, Laboratorien und Observatorien aufweisen. Dazu gehört natürlich eine wachsende Zahl von Mitarbeitern, die längere Zeit dort zubringen; also Arbeitsräume, Unterkünfte, Küche, Klub und sogar Grünanlagen benötigen.

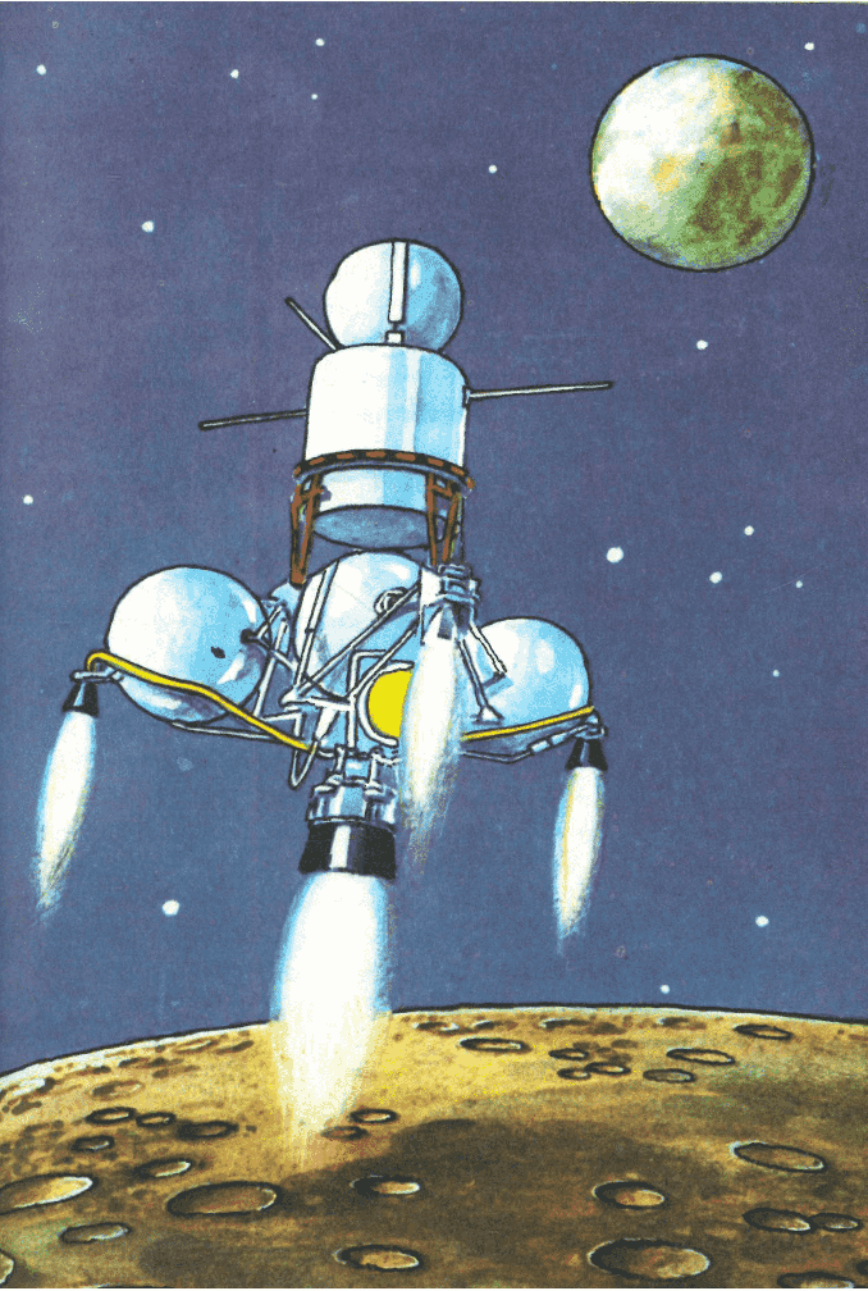
Außerdem wird der Mond als Zwischenbahnhof, Trainingslager, Steuerzentrale, Werkstatt, Tankstelle und Umschlagplatz für Raumschiffe dienen, die weiterführende Reisen unternehmen oder davon zurückkehren.

Wird man bald Schulausflüge nach dem Mond unternehmen können?

In diesem Jahrhundert gewiß nicht mehr. Und auch im nächsten wird man so bald nicht daran denken können. Denn auf vorerst unabsehbare Zeit ist und bleibt eine Mondfahrt ein außerordentlich kostspieliges und nicht ungefährliches Unternehmen. Einen Menschen samt Ausrüstung zum Mond und zurück zu befördern ist wahrscheinlich noch lange teurer als die Weltreise eines Ozeanriesen mit ein paar tausend Fahrgästen an Bord. Den Mond betreten werden also nur sorgfältig ausgesuchte und ausgebildete Experten, die dort unbedingt gebraucht werden. Doch wir werden Besuche des Mondes und noch viel abenteuerlichere Raumreisen miterleben: am Bildschirm, zu Hause auf der Erde.

Alle Raumreisen werden sich zunächst auf unser Sonnensystem beschränken. Sie werden in der Hauptsache unbemannt stattfinden. Vergessen wir nicht, daß selbst die

Auf den Heimweg zur Erde startet eine automatische Mondsonde, nachdem sie ihre Forschungsaufgaben erfüllt hat

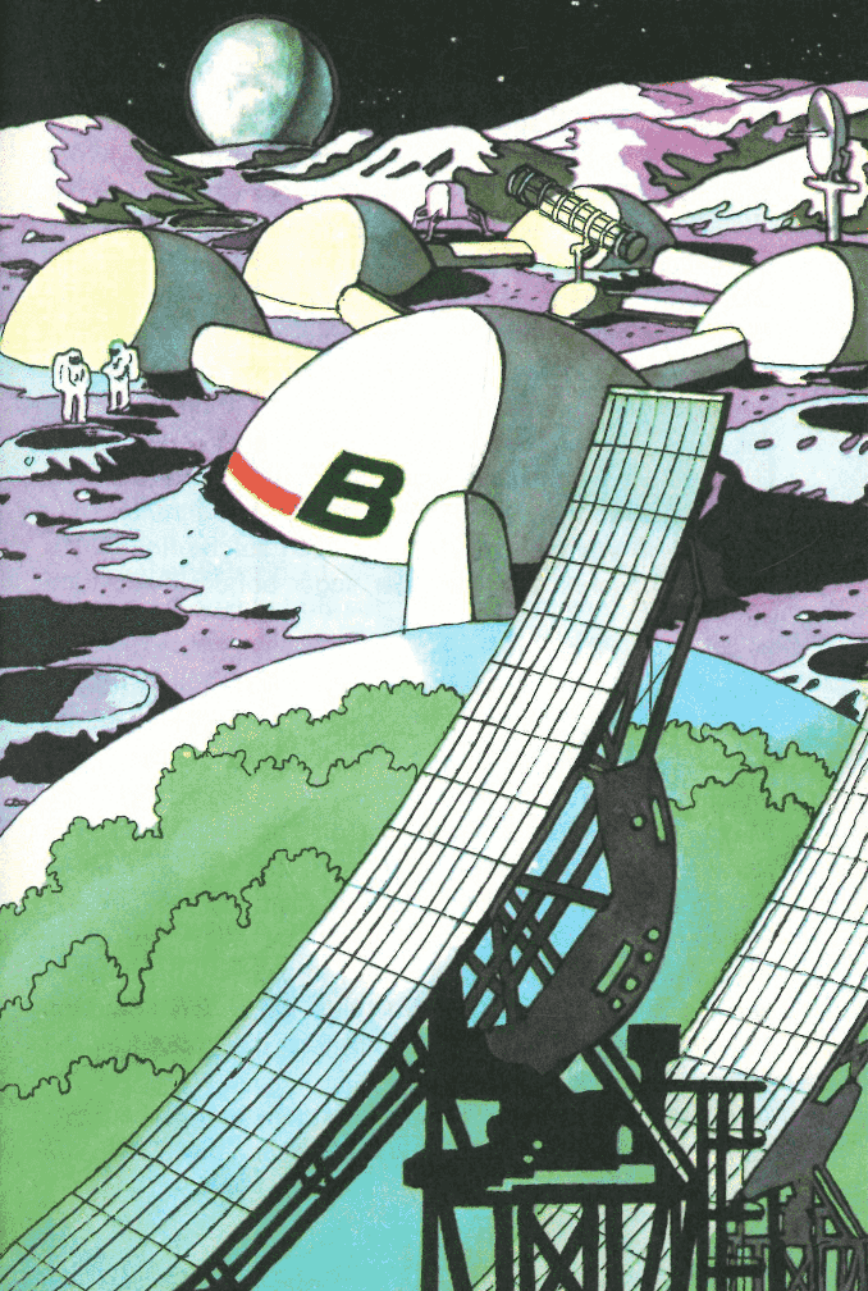


erdnächsten Planeten (Mars, Venus und Merkur) mindestens hundertmal so weit entfernt sind wie der Mond. Bemannte Reisen zu ihnen erfordern höchst umfangreiche Ausrüstungen. Denn man muß für den Lebensunterhalt, für die Sicherheit und die Rückkehr der Besatzung sorgen, die jahrelang unterwegs wäre. Die erforderlichen Raumschiffe wären vielhundertfach größer als die bis jetzt entsandten Sonden; sie könnten vorerst noch gar nicht gebaut und ausgerüstet werden. Dazu kommen die Gefahren solcher Reisen, die wir heute noch nicht genügend eingrenzen können.

Deshalb werden vorerst Automaten den erdnächsten Teil unseres Sonnensystems erforschen. Sie werden auch mit den extremen Bedingungen besser fertig, die auf den besuchten Gestirnen zu erwarten sind.

Raumreisen, die über die Grenzen unseres Systems hinausführen, kommen vorläufig überhaupt nicht in Betracht. Der nächste Fixstern (Sonne), Proxima Centauri, steht in einer Entfernung von 4,3 Lichtjahren. Das sind rund 40 Billionen (40 000 000 000 000) Kilometer, also hundertmillionenmal die Distanz Erde–Mond! Solche Weiten meistern wir in absehbarer Zeit nicht, auch nicht mit Raumsonden, die Funkverbindung mit der Erde halten. Sogar Funk- oder Lichtsignale wären Jahre unterwegs. Überdies wissen wir noch gar nicht, ob der Proxima Centauri überhaupt Planeten aufweist; ob ein Besuch also sinnvoll wäre. Denn Sonnen besucht man nicht!

Ständige bemannte Stationen auf dem Mond, die sich mit Sonnenenergie, mit Nahrung und vielem anderen selbst versorgen, werden schon bald Wirklichkeit werden



Gibt es Leben auf anderen Planeten?

Zweifellos! Die Frage ist nur: Welche Planeten sind gemeint? Auf den Planeten unserer Sonne werden wir wohl nirgends Leben antreffen; allenfalls auf dem Mars vielleicht niedere Formen. Das werden wir bald genauer wissen.

Bedenken wir aber: Allein unsere Galaxis (Milchstraße) – eine von unzählbar vielen Sternhaufen – weist etwa 150 Milliarden Sonnen auf. Viele davon werden Planeten besitzen. Davon werden gewiß die wenigsten solche Bedingungen aufweisen, daß auf ihnen – ähnlich wie auf der Erde – Leben entstehen und sich entwickeln kann. Doch selbst wenn diese lebensgünstigen Planeten noch so selten sind, muß ihre Zahl im ganzen beträchtlich sein. Und gewiß werden sich darunter auch solche finden, die eine der unseren ähnliche oder sogar höhere Zivilisation aufweisen.

Freilich, die Weite des Raums und die relative Seltenheit bewohnter Welten lassen darauf schließen, wie unwahrscheinlich es ist, daß sich Vertreter solcher Zivilisationen jemals treffen oder verständigen können. Immerhin – ausgeschlossen ist es nicht.

Mit der Raumfahrt hat der Mensch die Fesseln der irdischen Schwerkraft abgeworfen und sich Zugang zu andern Gestirnen verschafft. Damit hat er nicht nur seinen Gesichtskreis wesentlich erweitert. Er hat dabei vor allem neue Mittel entwickelt und neue Möglichkeiten erschlossen, die dem Leben auf der Erde vielfältig zugute kommen. Der Zeit der geographischen folgt jetzt die große Zeit der kosmischen Entdeckungen.

Wie jeder bedeutende wissenschaftlich-technische Fortschritt in unserer Zeit trägt auch dieser „den Dolch im 90

Gewande“: Die wunderbaren neuen Errungenschaften sind nicht schlechthin gut für die Menschheit. Sie können auch gegen das Wohl und das Leben der Völker mißbraucht werden. „Eroberung des Mondes“, um ihn als Startplatz für Kampfaketen zu benützen und von ihm aus die Welt zu beherrschen? Superbomben als Satelliten, die man jederzeit auf die Lebenszentren des Gegners lenken kann? Orbitalstationen als „kosmische Spitzel“? Gibt es solche Vorstellungen?

Leider! Maßgebliche Leute in den USA machen kein Hehl daraus, daß sie die Raumforschung auch zu dem Zweck betreiben und finanzieren, um ihre militaristischen Pläne zu fördern und sich die Erde vom All aus untertan zu machen.

Glücklicherweise geht es nicht mehr nach ihrem Kopf – dank der Sowjetunion vor allem. Doch wird hier wieder eines klar: Wie alle Riesenkinde der modernen Wissenschaft pocht auch die Raumfahrt kräftig an die morschen Grundfesten überholter Verhältnisse. Den Welt- raum erkunden und die Erde aus dem All erforschen – das ist eine Aufgabe, die am besten von den Nationen gemeinsam zu lösen ist. Und zwar zum Wohl der Menschen, die auf der Erde leben und die Frieden und Fortschritt brauchen, um besser und sicher leben zu können. In dieser Richtung gibt es ja bereits beachtliche Fortschritte der friedlichen Zusammenarbeit, ohne die das „Abenteuer Raumfahrt“ auf die Dauer nicht erfolgreich wäre.

Die blaue Schatzkammer

*Wiege des Lebens einst –
reichstes Vorratslager heute*

Aus dem Meer kam das Leben. Als das Festland entstanden war, wurde es von Tieren und Pflanzen, die dem Wasser entstammten, erobert und mit ungeheurer Lebenskraft besiedelt. Dabei entstand eine große Vielfalt von Formen des Lebens. An ihrer Spitze trat schließlich der Mensch hervor – das am höchsten entwickelte „Kind der Natur“.

Lange Zeit hindurch wußte der Mensch mit dem Meer allerdings nicht viel anzufangen. Er hatte sich ganz auf dem Festland eingerichtet. Gewiß betrieb man schon in früherer Zeit Fischfang an Küsten und Inseln. Mancherorts wurden auch Stoffe aus dem Meerwasser gewonnen – auf ganz einfache Weise: Kochsalz etwa, durch Eindampfen des Wassers in flachen Strandbecken; oder Jod, aus der Asche bestimmter Algen. Gemessen an dem, was das feste Land zum Lebensunterhalt beitrug, fiel das alles jedoch wenig ins Gewicht.

In geschichtlicher Zeit begann man das Meer für den Verkehr zu nutzen. Die gebrechlichen Ruderboote und Segler hielten sich dabei möglichst dicht in Küstennähe. Von wenigen frühen Ausnahmen abgesehen, wagte man noch nicht, den offenen Ozean zu überqueren. Solche Reisen kamen erst mit der Entdeckungsfahrt des Christoph Kolumbus (1492) auf – als gefährliche Abenteuer! Das

Die blaue Schatzkammer der Meere zu öffnen wird immer wichtiger – schon heute, erst recht morgen. Ihr dienen nicht nur Forschungsschiffe, sondern auch ständige Stationen als Stützpunkte der Taucher in der Tiefe



wurde erst mit dem Aufkommen des Dampfschiffs im vorigen Jahrhundert anders.

Mit ihm wurde auch der Hochseefischerei der Weg eröffnet, der seitdem steil aufwärts führte. Wobei man nicht vergessen darf: Dazu gehört auch die Möglichkeit, die Seefische auf ihrer langen Reise ins Hinterland frisch zu halten. Moderne Geräte der Navigation, hochseegängige Fangschiffe, schnelle Transportmittel, „Kühlketten“ – wie stets mußten auch hier viele neue Dinge zusammen-spielen, um neue Wege gangbar zu machen.

Heute scheint sich der Mensch auf seine Urwiege zu besinnen.

Sie ist gewaltig:

- Über sieben Zehntel (71 Prozent) der Erdoberfläche sind von Meeren bedeckt. Das sind rund 362 Millionen Quadratkilometer = 3350mal die Fläche der DDR. (Das Modewort vom „Blauen Kontinent“ untertreibt also. Denn dieser wasserbedeckte „Kontinent“ ist mehr als doppelt so groß wie alle andern zusammen!)
- Der Wasserinhalt der Meere beträgt 1 400 Millionen Kubikkilometer. In Kubikmeter (Tonnen) umgerechnet ergibt das eine 14 mit 17 Nullen.

Das sind gewiß sehr eindrucksvolle Zahlen. Aber der Mensch ist darüber hinausgewachsen, sich vor solchen Flächen und Massen zu fürchten. Wo immer er will, überquert er das blaue Riesenreich, dringt in seine Tiefen ein und erforscht seine Geheimnisse. Das geschieht in stei-

Nahrung aus dem Fangnetz: Die Ausbeute an „Wassertieren“ für die menschliche Ernährung stieg in unserem Jahrhundert sprunghaft an. Trotzdem macht sie erst einen Bruchteil des möglichen Ertrags aus



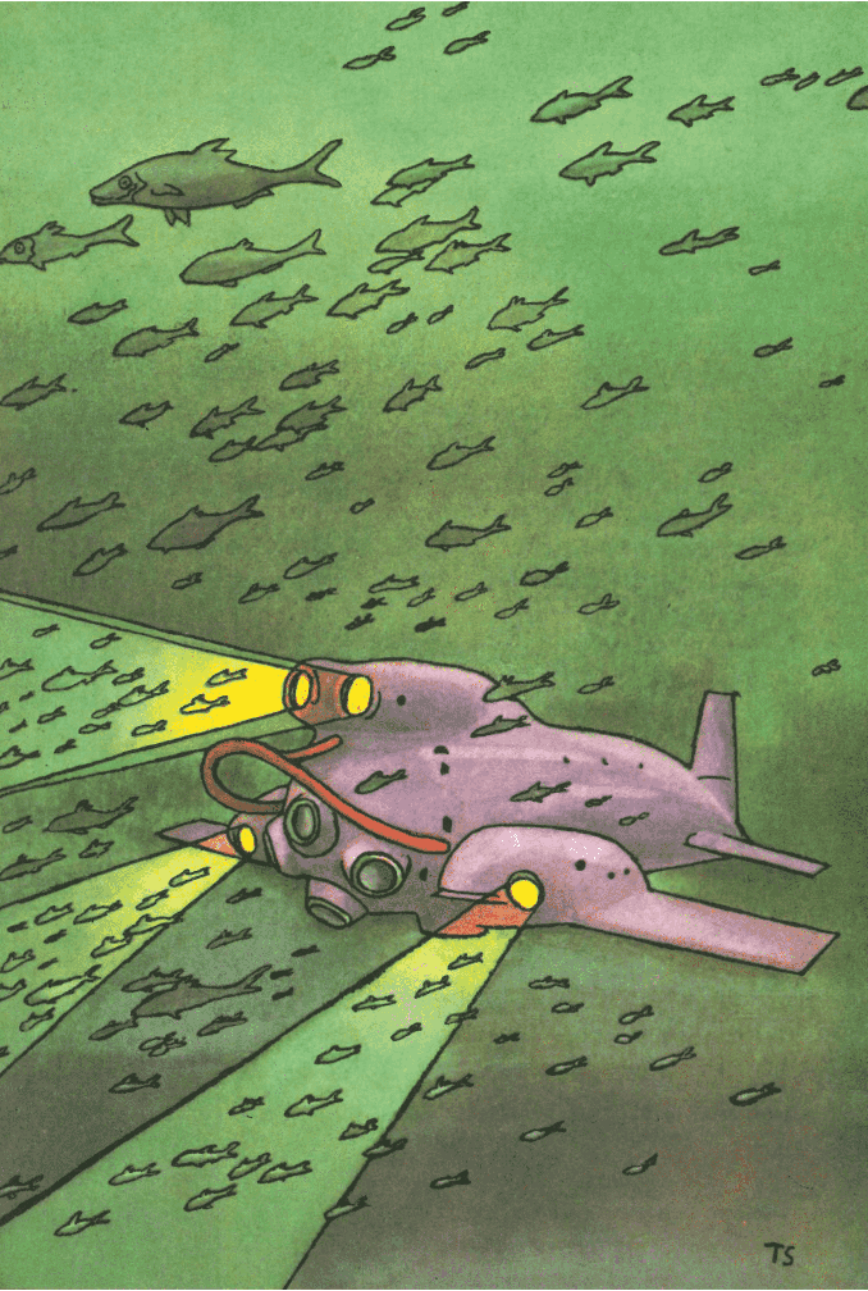
gendem Maße. Denn diese gewaltige „Schatulle“ ist bis zum Rand mit Reichtümern gefüllt, die für uns immer kostbarer werden.

Brot von blauen Fluren

„Gastmahl des Meeres“ heißt eine beliebte Art von Gaststätten. Auf ihren Speisekarten stehen nur Gerichte aus Fischen und anderen Bewohnern der Meere. Die Vielfalt ist beachtlich. Trotzdem bieten sie nur einen ganz bescheidenen Ausschnitt aus der wirklichen Speisekarte des Meeres. Von den etwa 30 000 bis 40 000 Fischarten, die bisher bekannt sind, ist ein großer Teil eßbar. Tausende Arten werden gefangen, und Hunderte gehören zu den Massenfischen des Marktes. Dazu kommen Krebse, Muscheln und vielerlei anderes Meeresgetier, das der menschlichen Ernährung dient oder dienen kann. Vieles davon gelangt auf Umwegen in unsern Magen; es wird als Fischmehl an Landtiere verfüttert.

Hering und geräucherte Makrele, Ölsardinen und Heilbuttfilet, Krabben und Kaviar und ein paar Dutzend andere Erzeugnisse aus Fischen sind meist alles, was man sich als Nahrung aus dem Meer vorstellt. Allein: Gastgeber Ozean hat weit mehr anzubieten als Tiere – und seien es noch so viele. Auch seine Pflanzenwelt ist ungeheuer groß, reichhaltig und nahrhaft. Der Vorrat an Algen – vom mikroskopisch kleinen Plankton bis zu den Riesenbäumen der Tange – ist praktisch unerschöpflich. Ihr Bestand und ihr jährlicher Zuwachs übertreffen den aller Landpflanzen

Der sowjetische Unterwassergleiter „Bathyplan“ bei der Erkundung von Fischschwärmen in 200 Metern Tiefe



bei weitem. Ihr Lebensraum ist nicht nur an Fläche mehrfach größer. Er reicht außerdem mehrere hundert Meter hinab. Überdies kennt er keine Unbilden der Witterung, weder Dürre noch Hagelschlag. Viele Algenarten enthalten mehr Eiweiß und andere Nährstoffe als Pflanzen auf festem Boden.

Es ist nun schon einige Jahrzehnte her, daß in Japan ein merkwürdiges Diner stattfand. Die zahlreichen Gäste genossen eine großartige Folge von schmackhaften Speisen, die sämtlich – von der Schildkrötensuppe bis zur Fruchtcreme – aus Algen hergestellt waren.

Solche Zaubereien bereiten den modernen Nahrungsmittelforschern kein Kopfzerbrechen mehr. Es geht nur um die Ausgangsstoffe. Die Meere bergen sie in Fülle. Und sie sind obendrein leicht abzuernten. Natürlich wird man im Großen nicht den kostspieligen Weg der Verwandlung wählen, den die Veranstalter jenes Gala-Diners damals einschlugen. Viel billiger sind Algen als Gemüse, Salate oder Viehfutter zu verwerten. Daß sie auch vielseitig verwendbare Rohstoffe für die Industrie liefern, sei hier am Rande erwähnt.

Die biologischen Reichtümer der Meere werden noch längst nicht ausgeschöpft. Und wo es geschieht, erfolgt es eigentlich auf der Stufe der Jäger und Sammler, die suchen und erbeuten, was die Natur von selbst hervorbringt. Man kann auch eine Stufe höher steigen, zu den Ackerbauern und Viehzüchtern, und das Meer bewirtschaften. Farmen im Meer für den Unterwasseranbau von Grünfutter und die

Eine submarine Mähmaschine beim Abernten der kostbaren Tangkulturen auf „Plantagen“ unter Wasser



Aufzucht von Speisefischen sind in flachen Strandseen und Buchten ziemlich leicht anzulegen. Gegen die offene See sind sie mit Netzen abgeschirmt. Durch zusätzliche Düngung des Wassers wird der Algenwuchs stark gefördert.

Die Erträge sind erstaunlich hoch; sie betragen ein Mehrfaches dessen, was sich aus vergleichbaren Flächen auf dem Land herausholen läßt. Versuchsanlagen dieser Art gibt es bereits in der Sowjetunion (an der Barentssee) und in Japan: Landwirtschaft unter Wasser!

Wann diese Möglichkeiten erheblich stärker als bisher genutzt werden, hängt vor allem von der Notwendigkeit ab. Noch weist das Festland bedeutende Reserven auf: Knapp ein Zehntel der Landflächen wird bisher land- und forstwirtschaftlich bearbeitet, davon der größte Teil auf urväterliche Weise. Wo das der Fall ist, lassen sich die Erträge durch die Anwendung moderner Mittel und Verfahren vervielfachen; dazu bedarf es keiner Wunder. Viele Länder – in Afrika, in Lateinamerika, in Asien – verfügen über genug fruchtbare Böden, um darauf mehr ernten zu können, als die hungernde Bevölkerung zum Sattwerden braucht. Wenn dort trotzdem noch furchtbarer Mangel an Lebensmitteln herrscht, liegt das nicht an der Natur. Die Landwirtschaft ist durch lang andauernde koloniale Mißwirtschaft niedergehalten worden und zurückgeblieben. Wenn diese Länder ihre Freiheit erringen und echte Hilfe erhalten, werden sie mit Hunger und Not rasch fertig werden. Dafür gibt es eine wachsende Zahl von Beispielen – wie etwa Ägypten.

Auch ohne ozeanische Speisekammern brauchte es also keinen Hunger zu geben.

Der goldene Ozean

Kennt ihr die abenteuerliche Geschichte „Die Schatzinsel“ von Robert Louis Stevenson? Darin geht es um den kostbaren Schatz eines berühmten Seeräubers. Ehe er zum Teufel fuhr – was bekanntlich das Los aller Piraten war –, vergrub er die zusammengeraubten Kleinodien und Dukaten auf einer einsamen Insel mitten im Ozean. Dort werden sie nach einem vergilbten Plan gesucht und nach vielen Fährnissen auch gefunden.

Solcher Schatzgeschichten gibt es viele. Die meisten von ihnen sind erfunden – mit oder ohne vergilbten Plan. Dafür aber gibt es weit mehr goldene Schätze, die im Meer versanken, als irgend jemand weiß. Phönizische Küstensegler, griechische Trieren, spanische Goldtransporter, gewöhnliche Handelsschiffe, die in den Kriegen unseres Jahrhunderts den Torpedos der U-Boote zum Opfer fielen – sie nahmen viele tausend Tonnen des begehrten gelben Metalls mit in die Tiefe.

Doch das ist nichts im Vergleich zu der Menge des Goldes, das die blauen Fluten gelöst enthalten. Ihr werdet kaum erraten, wieviel das ist: etwa acht Millionen Tonnen! An Silber findet sich das Zwanzigfache vor; ungefähr die gleiche Menge Kobalt. Der Gehalt an Nickel, Uran und andern seltenen Metallen beläuft sich bereits auf Milliarden Tonnen. Das ist weit mehr, als die bisher erkundeten Lager auf dem Festland aufzuweisen haben.

Aber das alles ist eben gelöst – in wahren Ozeanen von Wasser. Und das bedeutet: nur in Spuren enthalten. Es herauszuholen, käme vorläufig noch teurer zu stehen, als die Ausbeute wert ist. Schon zeichnen sich allerdings Wege ab, auf denen man zu höheren Konzentrationen

dieser Spuren gelangt: durch bestimmte Stoffe (Ionen-austauscher) und sogar Organismen (Algen, Bakterien). So ist es wahrscheinlich, daß in absehbarer Zeit viele der Metalle, die im Meerwasser gelöst sind, gewonnen werden können.

Einen Teil dieser Arbeit scheint uns die Natur selbst bereits abgenommen zu haben. Auf dem Grund der Meere liegen massenhaft merkwürdige Knollen und Körner, die sogenannten Eisen-Mangan-Konkretionen. Ihr Ursprung ist noch nicht geklärt. Jedenfalls bestehen sie durchweg aus Metallen – hauptsächlich Mangan und Eisen, aber auch Kobalt, Nickel, Kupfer und sogar Silber in nennenswerten Anteilen. Es handelt sich also um hochwertige Erze. Ihre Gesamtmenge wird auf Tausende Milliarden Tonnen geschätzt. Wenn es gelingt, diesen Bestand anzupapfen – vermutlich durch Absaugen –, dann ist das mehr wert als alle versunkenen Schätze zusammen-genommen.

Was sich an Erdschätzen unterhalb des Meeresgrundes verbirgt, ist noch nicht annähernd erkundet. Man nimmt an, daß es ein Mehrfaches dessen ausmacht, was unter den Festländern lagert. Natürlich ist es technisch schwierig, an die vermuteten Bestände heranzukommen. Das ist jedoch lediglich eine Frage der Zeit – und der Anstrengungen, die unternommen werden.

Der Anfang ist längst gemacht. Im Vordergrund des Interesses stehen Erdöl und Erdgas. Heute wird bereits in zahlreichen Ländern in küstennahen Bereichen von 16 Meeres-

R II saugt hochwertige Erzknollen und fruchtbaren Schlamm vom Meeresgrund



gebieten Öl gefördert, in 40 nach Öl geforscht. Überall wandern die Bohrtürme vom Land seewärts. Und noch kann niemand sagen, wie weit sich allein diese bereits angebrochenen Lagerstätten hinziehen. Schwimmende Bohrinseln spüren dem begehrten schwarzen Gold inzwischen weiter draußen nach.

Aber auch Erzlager unter dem Meeresboden werden erschlossen. Mehr als zehn Länder verfügen bereits über erste Anlagen und Spezialschiffe, mit denen Metalle, aber auch Apatit (Phosphor), und vieles andere mehr – sogar Diamanten – aus submarinen Lagern gewonnen werden. Der Bergbau auf dem Grund der Meere ist in Gang gekommen. Und man kann voraussagen, daß er in nicht allzuferner Zukunft den festländischen fühlbar ergänzen wird. Lange bevor von einer Erschöpfung der kontinentalen Lager ernsthaft die Rede sein kann, wird die blaue Schatzkammer voll erschlossen sein.

Zu Lande, zu Wasser und in der Luft

Eine Reise um die Erde

Mister Phileas Fogg, ein ehrenwerter Gentleman aus London, blickte auf seine Taschenuhr. Sie war aus Gold und ging genau. An diesem milden Oktoberabend des Jahres 1872 zeigte sie gerade auf acht Uhr fünf.

Fogg verließ sein gemütliches Haus in der Saville Road, als ob er – wie gewohnt – nur zu seinem Klub spaziere. Tatsächlich aber begab er sich auf eine unerhörte Reise. In seiner Begleitung befand sich sein treuer Diener Passeport, der lediglich eine ehrwürdige Ledertasche

schleppte. Sie barg alles, was die beiden kühnen Touristen für ihre weite Fahrt benötigten: ein bißchen Wäsche, ein stattliches Bündel von englischen Pfundnoten sowie ein dickes Kursbuch, in dem sämtliche Bahn- und Dampferverbindungen der Welt verzeichnet standen. (Die damals schon unvermeidliche Zahnbürste trug Mister Fogg vermutlich in der Westentasche.)

Als er wieder die Treppe zu seiner Haustür emporstieg, waren genau 80 Tage vergangen. In dieser Zeit hatte er mit Passeport unter vielerlei Abenteuern den Erdball umrundet: auf Schienen und Schiffen und dem Rücken aller gängigen Reittiere, zu denen sogar ein Elefant zählte. Damit hatte er eine bedeutende Wette gewonnen – woran außer ihm selbst niemand geglaubt hatte; am wenigsten die Geographen und andere Fachleute.

Und sie hätten recht gehabt! Phileas Fogg hat nie gelebt und schon deshalb seine phantastische Reise nie unternommen. Er ist eine Erfindung des Schriftstellers Jules Verne (1828–1905), der zahlreiche unglaubliche Geschichten ersann. Eine „Reise um die Welt in 80 Tagen“ hätte damals niemand geschafft – und hätte er zehnmal so viel Geld dafür eingesetzt wie Mister Fogg!

Heute nun, genau ein Jahrhundert nach Phileas Fogg's wundersamer Reise, wäre es keineswegs erstaunlich, die Welt in einem Tag zu umrunden. Mit einer TU-144, der zur Zeit schnellsten Passagier-Maschine, wäre das sogar in etwa 10 Stunden zu machen – die Zwischenlandungen nicht gerechnet. Interkontinentalraketen bewältigen die Aufgabe noch schneller. Der erste Mensch im All, Jurij Gagarin, umzog in seinem „Sojus“ den Globus in eineinhalb Stunden.

Das sind nicht die einzigen Veränderungen. Das Netz der Verkehrslinien spannt sich heute engmaschiger und zugleich weitreichender um den ganzen Erdball. Neue Verkehrsmittel kamen zu den herkömmlichen. Und die Zahl der Fahrzeuge – die oft nicht einmal mehr Räder benötigen – ist unermesslich angewachsen. Wo noch vor hundert Jahren einzelne Postkutschen gemächlich dahinrollten, fahren heute auf breiten Straßen schnelle Autos und gleiten auf glänzenden Schienen lange Züge voller Menschen und Güter.

Selbst der Himmel darüber wurde als Verkehrsraum erschlossen. Mit Maschinen, von denen manche schneller sind als der Schall, werden auf Hunderten von Fluglinien jährlich Milliarden von Flugkilometern zurückgelegt. Und es gibt keinen Punkt der Erde, den man heute mit Flugzeugen nicht erreichen könnte. Dieser Aufschwung des Verkehrs ist nicht etwa darauf zurückzuführen, daß die Menschen sich gerne schnell bewegen oder in die Luft erheben möchten. Den Anstoß dazu gab vielmehr die Wirtschaft. In den letzten 100 Jahren schwoll die Produktion rasch an. Die Waren wurden nicht mehr in ein und derselben Werkstatt hergestellt, sondern in verschiedenen Fabriken, die oft weit voneinander entfernt lagen. Der Handel wuchs oft über die Grenzen der Länder und sogar der Kontinente hinaus. Die Arbeiter großer Werke strömten täglich aus weitem Umkreis zusammen.

Es galt also, bedeutende Mengen von Gütern aller Art und viele Menschen zu transportieren, über zunehmende Entfernungen hinweg. Diese Aufgabe war mit Postkutschen nicht zu bewältigen. Dazu brauchte man sehr viele und sehr schnelle Maschinen.

So entfaltet sich auch der moderne Verkehr, der zum Unterschied von früher drei „Stockwerke“ aufweist: Unter der Erde (oder dem Wasserspiegel), auf der Erde (oder dem Wasser) und in der Luft; wenn man will: sogar über dem Luftraum der Erde.

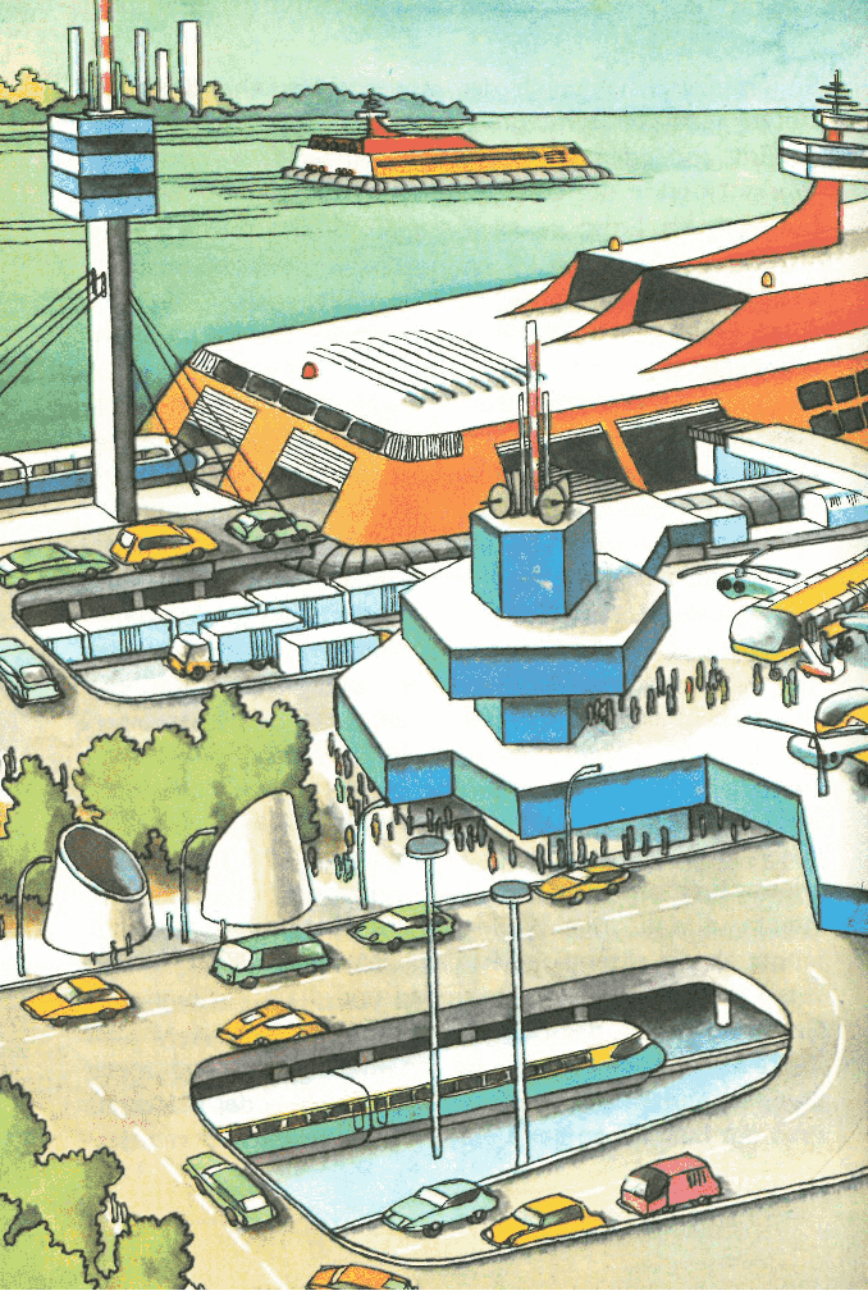
Droht ein Verkehrschaos?

Diese Frage taucht überall auf, wo man über die Zukunft des Verkehrs spricht.

Eigentlich ist das schon keine Frage mehr, sondern eine Tatsache: In vielen Gebieten drohen chaotische Zustände nicht mehr – da herrschen sie bereits, so in der BRD. Auf Autobahnen und Landstraßen stauen sich zu bestimmten Stunden die Fahrzeuge, vom kleinen „Käfer“ bis zum vielachsigen Lastzug. In diesem Dickicht von Blech führt jedes Auffahren auf den Vordermann leicht zu Massenumfällen mit kilometerlangen Schlangen von Wagen, die in den Strudel des Verderbens mit hineingezogen werden. In den Zentren der Großstädte kommt man häufig mit vier Rädern (und vielen PS) langsamer voran als auf den eigenen zwei Beinen.

Viele der internationalen Flughäfen sind überlastet. Luftriesen kreisen oft lange auf Wartebahnen, ehe sie Lande-erlaubnis erhalten. Oder sie liegen auf den Pisten, ehe sie starten dürfen. Die Wartezeiten sind häufig erheblich länger als die eigentliche Flugzeit. Was nützt es da schon, wenn die Motoren stärker werden und die Flugzeuge die Geschwindigkeit des Schalls übertreffen?

Zur zeitraubenden Überfüllung von Straßen und Lufträumen kommen andere Gefahren: Durch die Abgase der Motoren wird die Luft zunehmend vergiftet; durch ihren Krach die



unentbehrliche Ruhe der Bewohner gestört. Allein in der BRD verpesten jährlich fast 20 Millionen Autos aller Art mit über 5 Millionen Tonnen Kohlenoxiden und bedeutenden Mengen anderer gefährlicher Abgase die Luft. Ihr Lärm macht das Wohnen in den Ballungszentren zur Qual. (Das Dröhnen schwerer Motoren auf Flugpisten kommt dazu. Denn viele Flugplätze liegen dicht bei Städten.) Dazu kommt der Unfalltod. 1971 erlagen über 18000 Verkehrsteilnehmer den Unfällen; mehr als eine halbe Million wurden verletzt.

Das sind Zahlen und Zustände, die erschrecken lassen. Kann man aber den modernen Verkehr abschaffen und zur Postkutsche zurückkehren? Im Gegenteil: Er wird noch schneller und dichter werden, insgesamt mehr leisten müssen als heute!

Ein amerikanischer Fachmann hat ausgerechnet, daß die jungen Menschen von heute in ihrem Leben 40- bis 50mal so viele Kilometer zurücklegen werden wie ihre Väter. Er hätte ebensogut 30- oder 100mal sagen können. So genau kann man das ohnehin nicht berechnen. Sicher ist nur, daß in den kommenden Jahrzehnten viel mehr Menschen (und Güter) weit mehr reisen werden als in den vergangenen.

Die eigentliche Frage lautet also: Wie kann man damit fertig werden – auf vernünftige, menschengemäße Weise? Ohne Chaos, ohne erhöhte Gefahren, sondern mit mehr Nutzen und Bequemlichkeit für alle Beteiligten!

Verkehrsknotenpunkt am Hafen mit Auto- und Eisenbahnfähre, Schnellbahnhof und Landedeck für die Zubringerhubschrauber, die den Verkehr mit der nächsten Großstadt unterhalten

Jedem sein eigenes Auto?

Oder gar so viele „fahrbare Untersätze“, wie er besitzen möchte? Womöglich noch ein eigenes Flugzeug und Motorboot dazu. . . Manche stellen sich das so vor – für später. Wenn im Kommunismus doch jeder haben kann, was und so viel er nur mag. . . ? Träumen wir ruhig einmal davon; aber prüfen wir unsere Träume, ob sie zu verwirklichen oder überhaupt sinnvoll wären.

In unserer Republik hätten wir beispielsweise zwanzigmal so viele Fahrzeuge wie jetzt. Dazu jede Menge Motorboote, Flugzeuge – schöne, kleine, schnelle! Und sonst noch manches. Wo sollten sie denn alle fahren, fliegen oder über die Wellen brausen? Wo parken, landen, wassern? Wer sollte sie herstellen, unterhalten, warten? Das ergäbe tatsächlich ein Chaos, keinen Verkehr von morgen.

Das Besitzstreben nach eigenen Fahrzeugen wird in den kapitalistischen Ländern von den Autofabrikanten, Tankstellenfirmen und anderen Interessenten unterstützt. Jeder soll sich ein eigenes Auto halten – auch wenn er es gar nicht braucht.

Da ist es dann nicht verwunderlich, wenn jeder sein eigenes Auto haben muß, um etwas zu gelten. Und wenn das großzügigste Straßennetz immer wieder zu eng wird und an chronischer Verstopfung leidet. Und wenn die schnellsten Wagen wie Schnecken kriechen. „Wir werden Autos verkaufen – und wenn sie Stoßstange an Stoßstange stehen, statt zu fahren!“ bekennen die mächtigen Automobilkonzerne ganz offen.

Deshalb ist es kein Zufall, daß der gefürchtete „Moloch

Tunnel verkürzen und „glätten“ die Fahrstrecken – auch unter Wasser

110



Verkehr“ besonders dort sein blutiges Haupt erhebt, wo man ihn geradezu züchtet: in den Hochburgen des Profits. Dort gibt es auch die schlimmsten Formen des „entfesselten“ Verkehrs: von der rücksichtslosen Raserei bis zum chaotischen Zusammenbruch der Verkehrsströme gerade dann, wenn sie am glattesten fließen sollten.

Natürlich sind wir nicht gegen das eigene Auto. Es wird, im Gegenteil, alles Mögliche getan, die Wünsche danach besser zu erfüllen und seinen Unterhalt zu erleichtern. Seine Zahl steigt daher auch rasch an. Aber wir vergöttern es nicht. Und wir erkennen auch die Grenzen, die seiner Verwendung und seinem Nutzen gezogen sind. Sie liegen ungefähr dort, wo es sich aus einem Diener in einen Feind des Menschen zu verwandeln droht.

Wird im Jahr 2000 der Wartburg noch modern sein?

Als hübscher Oldtimer – gewiß. Aber nicht als Wagen, den man in Massen erzeugt und gebraucht. Das wird zu dieser Zeit keines der Modelle von heute mehr sein können.

Nicht nur aus modischen Gründen! Die Technik schreitet schnell fort. Und gerade im Automobilbau gibt es Gründe dafür, einen tiefen Schnitt vorzunehmen und sich etwas völlig Neues einfallen zu lassen. Der Hubkolbenmotor ist immerhin bald ein Jahrhundert alt. Er ist inzwischen oft verbessert worden. Über eine Schwelle kommt er jedoch ebensowenig hinaus wie sein Nachfolger, der Drehkolbenmotor: Ihre Abgase sind giftig, und sie machen zuviel Lärm. Beide Nachteile kann man zwar eindämmen, jedoch nie ganz beseitigen. Auf die Dauer werden sie unerträglich – bei der rasch wachsenden Zahl von Fahrzeugen. Doch damit sind wir schon bei der nächsten Frage.

Wie wird das Auto der Zukunft aussehen?

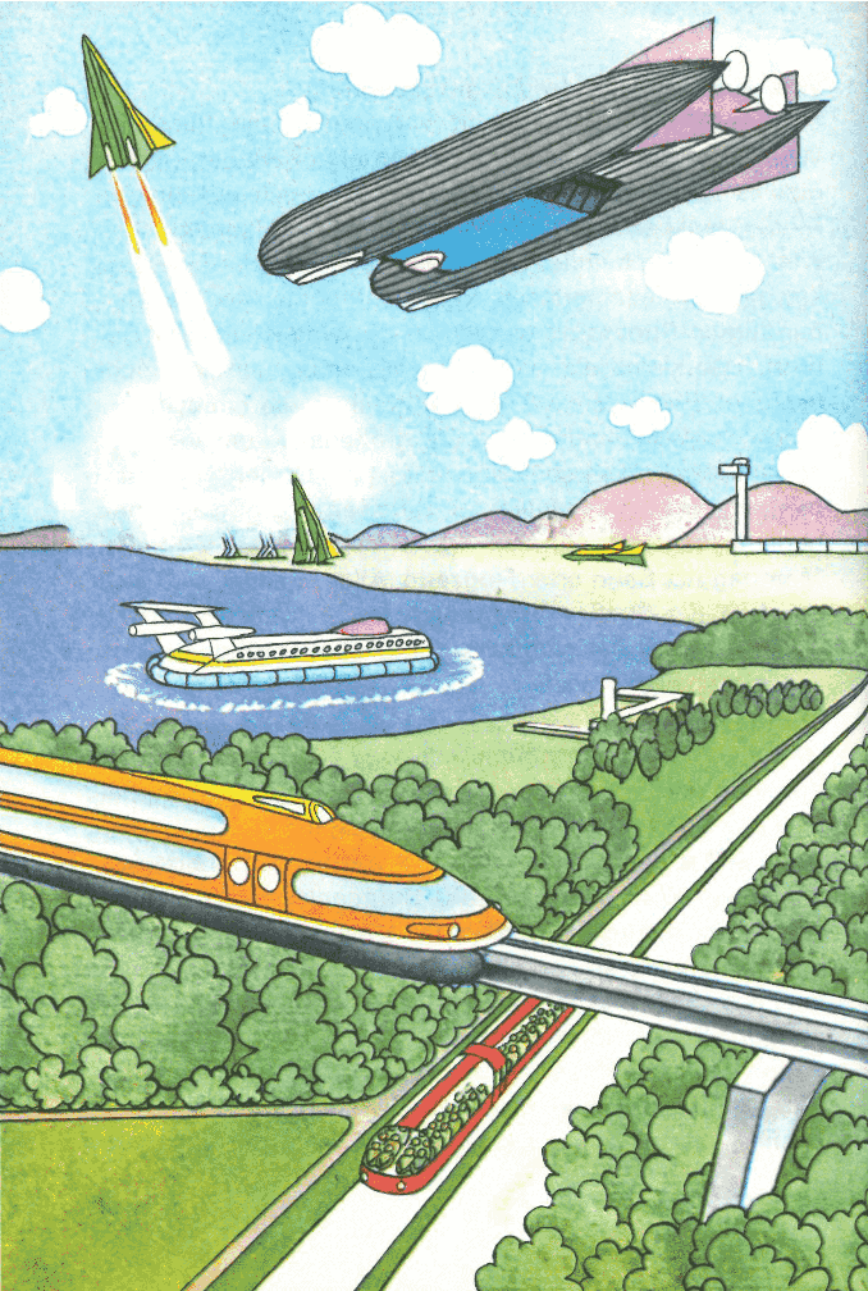
Das Auto von morgen wird vorwiegend mit flüssigem Wasserstoff oder elektrisch angetrieben werden. Dafür gibt es schon zahlreiche Entwürfe, die noch mit einigen Kinderkrankheiten fertig werden müssen. Auf Hauptstrecken wird es wahrscheinlich unterirdische elektrische Leitplancken geben. Die fahrerlosen Wagen entnehmen von dort den benötigten Strom und werden an das eingestellte Ziel geführt. Das kleine eigene Auto wäre dafür natürlich nicht geeignet. Besonders auf weiten Strecken und hauptstädtischen Straßen benutzt man die größeren Kurswagen der öffentlichen Verkehrsbetriebe. Das ist viel besser – sicherer, bequemer und dabei billiger. Für Reisen in größere Fernen bedient man sich natürlich meist nicht mehr der Straße. Man benutzt Bahn oder Flugzeug. Alles in allem wird sich das Bild der Straßen, überhaupt des Verkehrs im letzten Viertel unseres Jahrhunderts gründlicher verändern als in den ersten drei Vierteln.

Ist die „gute alte Eisenbahn“ überholt?

Vorläufig wird die Eisenbahn ein wichtiges Verkehrsmittel bleiben. Überholt ist allenfalls ihr Tempo.

Doch selbst darin ist sie noch zu erstaunlichen Steigerungen fähig. Züge, die 150–200 Stundenkilometer fahren, sind schon heute keine Seltenheit mehr. In der Sowjetunion und anderen verkehrsreichen Ländern arbeitet man bereits an Bahnen, die es auf 500–600 Kilometer pro Stunde bringen. Doch schon werden andere entworfen, die fast doppelt so schnell sein könnten.

Mit der „guten alten Eisenbahn“ haben solche Superbahnen natürlich nicht mehr viel Ähnlichkeit. Manche



sollen auf einer einzigen Schiene hoch über den Dächern, andere durch Röhren unter der Erde brausen. Ihre Formen erinnern eher an moderne Großflugzeuge oder Raketen als an herkömmliche Eisenbahnen. Angetrieben werden sie längst nicht mehr mit Dampf, sondern mit Diesel- oder Elektromotoren, die ungewöhnliche Kräfte und Bauarten aufweisen.

So bleibt die Bahn für den Verkehr von Personen und Gütern unentbehrlich – auf nahen wie auf weiten Strecken, in der Stadt wie über Land. Denn sie ist im Betrieb billig, sicher, sauber, schnell und bequem – und wird es immer mehr. Für bestimmte Aufgaben – im Berufsverkehr zum Beispiel, oder im Güterfernverkehr – sind ihre Leistungen unschlagbar. Deshalb werden auch in unserer Republik bedeutende Mittel aufgewendet, um die Bahn besser auszunützen: Neue Stadtschnellbahnen werden in den nächsten Jahren gebaut (so in Berlin, Leipzig, Rostock, Magdeburg, Halle und Dresden), weitere Fernstrecken elektrifiziert.

Ihr seht schon: „Schneller!“ ist nicht die einzige Forderung, die an den Verkehr von heute und morgen gestellt wird. Das ist auch nicht die einzige Eigenschaft, die ihn vom gestrigen Verkehr unterscheidet. Er muß auch sicherer, sauberer und bequemer werden.

Und das, obwohl die Verkehrsdichte unaufhörlich zunimmt! Wo im Jahre 1900 eine Tonne transportiert wurde, müssen in unserer Zeit hundert Tonnen bewegt werden; wo eine Person reiste, sind hundert unterwegs. Die Leistungen des

Die ganze Vielfalt der Verkehrsmittel sorgt in zweckmäßig abgestimmtem Zusammenspiel für die beste Verbindung zu nahen und fernen Zielen

Verkehrs müssen ständig erhöht werden, weil sonst der Puls der Wirtschaft stockt, statt schneller zu schlagen; und die allgemeine Beweglichkeit erlahmt, statt beschleunigt zu werden.

Die Technik liefert dem Verkehr das nötige Rüstzeug. Alte Verkehrsmittel wurden neuzeitlichen Ansprüchen angepaßt und dabei bis zur Unkenntlichkeit verändert; neue wurden entwickelt und bewähren sich bereits im Einsatz oder stehen noch auf den Reißbrettern der Ingenieure:

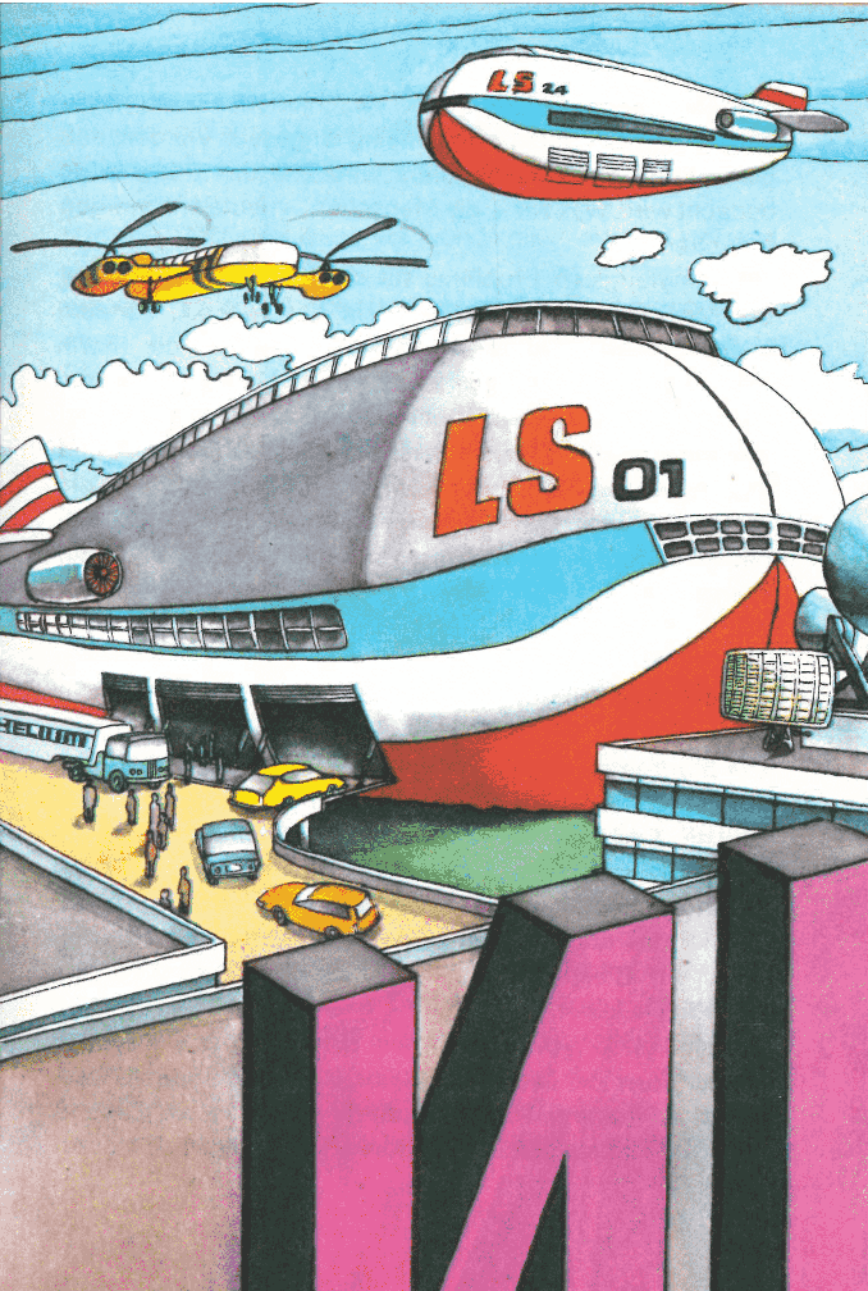
- vom senkrecht startenden Flugzeug bis zur interkontinentalen Postrakete;
- vom wendigen Elektromobil für die Innenstadt bis zum automatisch gesteuerten „Sicherheits-Auto“;
- vom Einschienen-Blitzzug bis zum Untergrundzug, der durch eine „Fahrröhre“ gesaugt wird;
- vom Luftkissenschiff bis zum Unterwassertransporter.

Neue Formen des Transports revolutionieren den Güterverkehr:

- vor allem die Pipeline – die „Rohr-Linie“, durch die Flüssigkeiten (Erdöl, Milch), Gase und auch breiartige Stoffe selbst über weite Entfernungen gepumpt werden;
- und der Container – der große genormte Behälter, in dem die Güter ohne zeitraubendes Umpacken in Waggon, Schiff, Auto und Flugzeug umgeladen werden können.

Aber Verkehr ist weit mehr als Technik. Dazu gehört auch die Organisation des Verkehrswesens als Ganzes, das

Luftschiffe werden wieder modern! (Wenn auch nicht mehr in Gestalt der ehrwürdigen Zeppeline.) Sie sind zwar langsamer, aber billiger und geräumiger als Flugzeuge



richtige Zusammenspiel seiner verschiedenen Teile. Dazu gehört, daß alle Mittel zweckmäßig eingesetzt werden, daß die Zukunft gut vorausgeplant wird und daß dabei wohl bedacht wird, was wir – die Menschen – heute und morgen brauchen.

Die schwierigsten Probleme für die weitere Entwicklung des Verkehrs liegen aber nicht in der Technik, sondern in den gesellschaftlichen Verhältnissen: in der Form des Eigentums, in der staatlichen Lenkung, in der Zielsetzung. Selbstverständlich ist auch die Entwicklung des sozialistischen Verkehrswesens in Zukunft anstrengend und schwierig. Doch da sorgen alle Beteiligten – vom verantwortlichen Ministerium bis zum einzelnen Verkehrsbetrieb dafür, daß Hindernisse beseitigt werden und „der Wagen rollt“.

Städte und Dörfer

Die Stadt von morgen

„Wat dem een sin Uhl, ist dem andern sin Nachtigall“, seufzte Emil und drosselte seine Kofferheule auf eine gemäßigttere Phonzahl. Er hätte gerne den ganzen Strand beschallt. Andere wollten lieber das Meer rauschen hören. „So ist das nun mal“, stellte Freund Anton mit philosophischem Gleichmut fest. „Die Geschmäcker sind verschieden – leider!“

Das sind sie ja nun wirklich. Wer das prüfen will, frage nur einmal unter der lieben Verwandtschaft und anderen Zeitgenossen herum: „Wie stellst du dir eine Stadt der Zukunft vor?“ Er wird sein blaues Wunder erleben. Denn da blättert

er ein Buch voll bunter Bilder auf, von denen keines dem anderen gleicht. So viel Fläche hat unsere Republik gar nicht, daß alle diese persönlichen Traumstädte darauf Platz fänden.

Der eine stellt sie sich so vor: von Wolkenkratzern starrend wie der Rachen eines Hais von Zähnen. Dazwischen wimmelt es von Autos, Bahnen und Hubschraubern, die einen beinahe bis zum Fernsehsessel bringen. Kein Blätterrauschen, kein Vogelsang stört die Majestät der geballten großstädtischen Technik.

Der andere wieder malt sie Grün in Grün, in das hübsche Häuschen eingebettet sind. Nur im Zentrum, da gibt es immer einen großen Platz mit hohen Gebäuden, alle überragt vom Warenhaus, in dem man so recht nach Herzenslust einkaufen kann. Dorthin begibt man sich, wenn man in die Stadt geht – obwohl man doch in der Stadt wohnt!

Ein dritter hat es mit dem Sport – mehr als wir alle zusammen. Folgerichtig liegt inmitten seiner Traumstadt ein olympiafähiges Stadion, umgeben von prachtvollen Turn- und Schwimmhallen. Wohnhäuser? Ach ja, da findet sich schon Platz irgendwo zwischen Aschenbahnen und Sportplätzen. Betriebe? Wozu denn das – in einer Zukunftsstadt? Arbeiten werden ohnehin meist die Roboter. Und dafür gibt es ja auch Fabrikstädte. Alles an seinem richtigen Ort, streng getrennt!

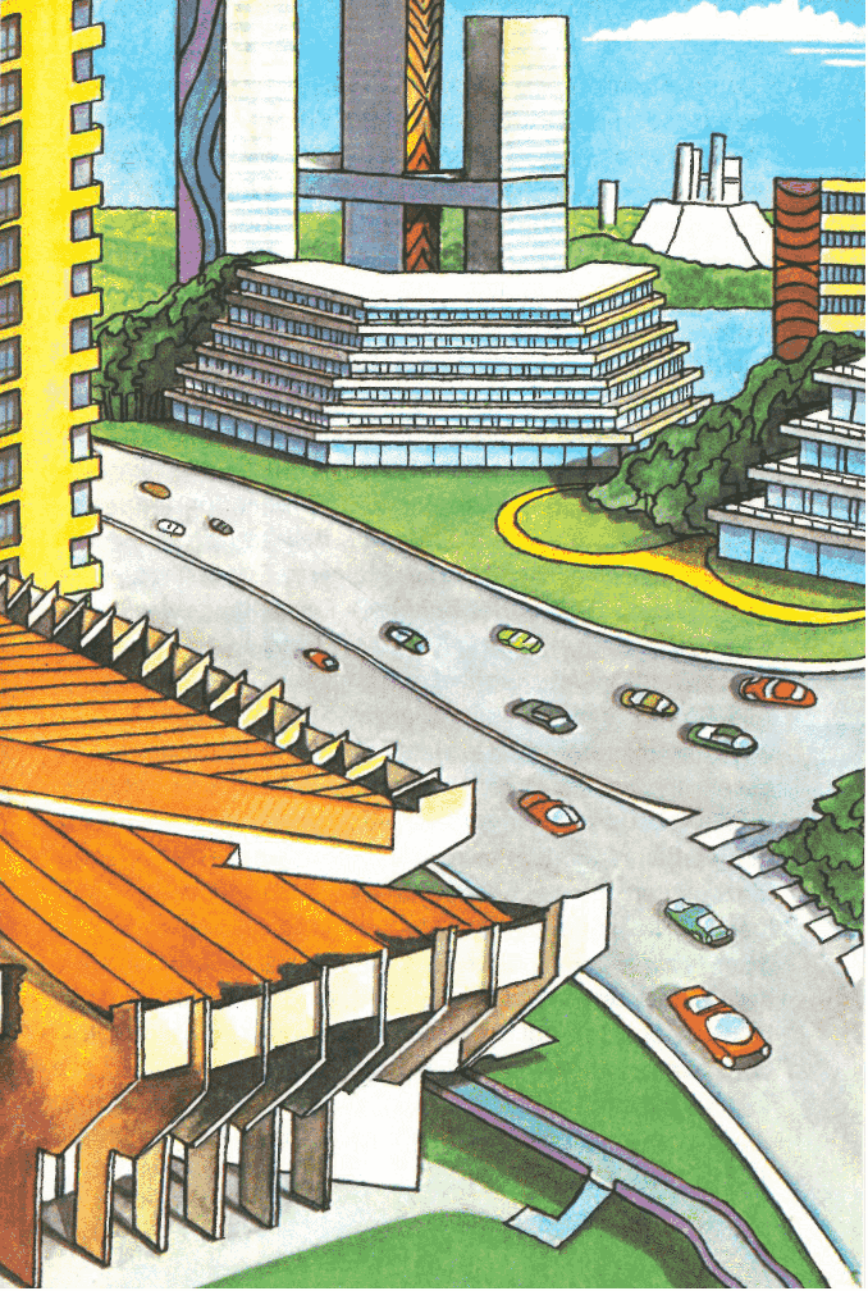
Solche und ähnliche Antworten werdet ihr bei eurer Umfrage zu hören bekommen. Und ihr merkt bald: So kann das gar nicht gut gehen! Bei einer Sache, die viele zusammen genießen oder ertragen müssen, kann sich zwar jeder wünschen, was er will; aber er kann es nicht haben, wie er will. Das ist so beim privaten Strandfunk. Und das ist erst

recht so bei einer derart wichtigen, vielschichtigen Einrichtung wie unserer Stadt von morgen.

Als Stadt ist sie Lebens- und Wohnraum für eine große Zahl von Menschen. Sie weist Bauten auf, die gemeinsam genutzt werden: Schulen, Bibliotheken, Theater, Museen, Kinos usw., Dienst- und Bürogebäude, Einrichtungen für den Verkehr und für die Versorgung (vom Laden bis zum Warenhaus, von Dienstleistungsbetrieben bis zum Hotel), Sportstadien und Bäder, Krankenhäuser und vieles andere mehr. Und dazu, natürlich als Hauptsache: Wohnhäuser, große und kleine. Und Betriebe – weil die Menschen ja nicht nur in Schulen und Kindergärten, Büros und Kliniken, im Handel und Verkehr arbeiten. Gerade die Arbeit ist es doch, die sie an diesem Ort zusammengeführt hat und eine Stadt entstehen ließ.

Das alles muß zweckmäßig geordnet sein. Wenn auch nicht so, wie das in den mittelalterlichen Städten üblich war, wo die Bewohner nach ihren Berufen verteilt wohnten. Oder in den kapitalistischen Städten, wo die stillen Reviere der Reichen durch Zonen des Mittelstandes von den Quartieren der Armen und den Slums, den ausgesprochenen Elendsvierteln, wie durch Mauern getrennt waren (und heute noch sind). Auch nicht so streng nach Funktion, wie sich manche das vorstellen: hier die Wohngebiete, dort die Betriebe, da die Schulstadt oder das Büroviertel oder das Einkaufszentrum. Manches wird zwangsläufig zentral liegen und den Stadtkern bilden: die repräsentativen

Städte von morgen können – was die Bauformen betrifft – dank der neuzeitlichen Baustoffe und -techniken sehr bunt gestaltet sein. Keinesfalls werden sie enge Straßenschluchten und Mangel an Grünflächen aufweisen



Bauten etwa, Theater und Museen, die Universität, die bedeutendsten Hotels und Gaststätten, die größten Warenhäuser und Spezialgeschäfte, wichtige Dienstgebäude. . . . Anderes wird ebenso zwingend mehr an der Peripherie angesiedelt sein: weitläufige Sportstätten zum Beispiel, das Klinikum, der Flughafen, aber auch alle größeren Industriebetriebe. Doch dürfen sie andererseits nicht so weit entfernt sein, daß die Verbindung mit ihnen unlösbar Verkehrsprobleme aufwirft.

Dazwischen liegen die eigentlichen Wohnviertel. Keines von ihnen kann ohne bestimmte Einrichtungen bleiben, die man sozusagen neben der Haustür braucht und die sich daher nicht zentralisieren lassen: Schulen und Kindergärten, Einkaufsmöglichkeiten für den täglichen Bedarf und Gaststätten, Spiel- und kleinere Sportplätze. Und Grünanlagen! Selbst das schönste Erholungsgebiet in der Nähe der Stadt ersetzt nicht die grüne Lunge, die das ganze Stadtgebiet durchsetzen muß.

Alle Bauten und Anlagen, die das Stadtbild prägen, sind im Generalbebauungsplan enthalten. An ihm haben alle gesellschaftlichen Organisationen und Fachleute – Architekten, Landschaftsgestalter, Verkehrsexperten usw. – mitgearbeitet. Er legt alle Grundzüge und wesentlichen Einzelheiten für die Gestaltung der Stadt auf weite Sicht fest. (Eine Stadt baut man ja nicht in ein paar Jahren für ein paar Jahre!) Er ist bei uns die verbindliche Grundlage für den Aufbau neuer und den Umbau alter Städte und Viertel. Und er ist ganz auf die Interessen und Bedürfnisse der Einwohner von heute und morgen zugeschnitten.

Wohnblock oder Eigenheim?

Diese alte Frage ist eigentlich falsch – wie so viele „Entweder-Oder“. Es müßte heißen: Wohnblock und Einzelhaus. (Ob das Einzelhaus persönliches Eigentum ist oder einer Genossenschaft oder dem Volk gehört, spielt städtebaulich keine Rolle.) In diesem Sinne ist diese Frage bei uns auch entschieden: Wir bauen Wohnblöcke und fördern den Bau von Einzelhäusern (eigen oder nicht).

Dem großen Mietshaus gebührt natürlich der Löwenanteil am Wohnungsbau. Es bildet den Kern der städtischen, mit der Zeit auch der ländlichen Siedlungen. Einzelhäuser und Bungalows machen keine Stadt aus – und mögen sie noch so zahlreich sein. In aufgelockerten Zwischenräumen und in den Randgebieten dagegen findet das Familienhaus durchaus seinen Platz. In der Regel wird es, obwohl Einzelhaus, keineswegs vereinzelt, für sich, sondern als Reihenhause errichtet werden. Das ist zweckmäßiger, einfacher und billiger. Darauf aber kommt es an. Denn gefördert wird ja nicht der Bau von Luxusvillen für Reiche, sondern von Heimen für werktätige Familien. Auf diese Weise wird gesichert, daß möglichst viele Menschen ein Heim erhalten.

Können wir Wolkenkratzerstädte bauen?

Können – schon. Aber wozu?

Die moderne Technik, im Verein mit den neuen Werkstoffen, ermöglicht es heute auch den Baumeistern, alles zu übertreffen, was ihre Vorgänger zustande brachten. Schweres Mauerwerk entfällt. Große Bauteile aus Leichtmetallen und Schaumplasten werden an Stahlskeletten oder Betongleitkernen angehängt und zu Gebäuden zusammengefügt,

die fast beliebig hoch und weitläufig sein können. Es gibt bereits durchgerechnete Pläne für Häuser, die Hunderte, ja Tausende von Metern emporsteigen und eine ganze Stadt – samt Schulen und Geschäften, Bädern und sogar Gärten – in sich bergen.

Aber diese Häuser wären sehr teuer, weit teurer als eine gewöhnliche Stadt mit gleicher Einwohnerzahl. Und da fragt es sich schon: Wozu soll man sie dann errichten? Die viel beschworene Raumnot jedenfalls zwingt uns in absehbarer Zeit nicht zu derart aufwendigen Lösungen.

Und nun gleich ganze Städte von solchen Giganten, die tatsächlich „die Wolken kratzen“ könnten (wie das die Fernsehtürme bereits tun)! Soll damit das berühmte Manhattan, die schmutzige Seele New Yorks, deren Schluchten keine Sonne kennen, übertroffen werden? Wenn wir einmal aus irgendwelchen Gründen wirklich solche Einhausstädte bauen sollten, dann einzeln, inmitten weiter Grünflächen; keinesfalls in enger Häufung.

Anders steht es damit in Ländern, in denen der Boden Privateigentum und Gegenstand gewinnbringender Spekulationen ist. Dort treibt der Wucher die Bodenpreise in den Ballungszentren phantastisch hoch. Entsprechend phantastisch hoch und geballt wird gebaut – oder doch projiziert. Doch das ergibt keine Stadt für die Menschen, die darin wohnen, sondern für die Spekulanten, die davon leben. Wie überall und immer ist auch hier der Profit ein Feind der Menschlichkeit.

Stadt oder Land?

Unbestreitbar ist seit langem eine Neigung zur Urbanisierung, zur Verstädterung festzustellen. Sie wirkte sich

124

so aus, daß die Bevölkerung in den Städten zunahm, auf dem Lande jedoch zurückging. (Allein von 1950 bis 1960 stieg in der Welt die Zahl der Städter um fast die Hälfte. In der Sowjetunion betrug ihr Anteil 1926 an der gesamten Bevölkerung noch 18 Prozent; heute liegt er bei 57 Prozent, für das Jahr 2000 nimmt man 72 Prozent an. In unserer Republik leben zur Zeit 61 Prozent in Städten; um 2000 sollen es 80 Prozent sein.)

Natürlich ist dieser Zug in die Stadt nicht nur durch die Sehnsucht nach der Stadt hervorgerufen worden. Die rasch wachsende Industrie zog schon im vorigen Jahrhundert riesige Scharen von Arbeitskräften an – meist vom Land. So dürftig und rechtlos wie in der Landwirtschaft war die Lage der Arbeiter nicht einmal in der Industrie – wo sie schon hart genug war. Die Städte wurden (und werden) größer und zahlreicher.

Auch heute vergrößern sich unsere Städte. Arbeits- und Studienplatz liegen meist in größeren Orten. Das Leben in der Stadt ist auch bei uns noch vielseitiger und reicher als auf dem Dorf. Doch was die Statistik über die Verteilung der Bevölkerung ausweist und Prognosen vorhersagen, ist nicht nur auf den Lockruf der Stadt zurückzuführen. Auch Landgemeinden wachsen und zählen schließlich als Stadt.

Noch in anderer Hinsicht kann man feststellen, daß das Dorf „verstädtert“: Es gleicht sich immer mehr der Stadt an, was die Arbeit, das Wohnen, die Versorgung, das gesamte Leben betrifft. Bekanntlich verschwinden auf dem Weg zum Kommunismus die wesentlichen Unterschiede zwischen Stadt und Land. Dieser Wandel ist in vollem Gange und überall spürbar. Alles, was in den modernen

städtischen Wohnvierteln vorzufinden ist, wird bald auch jedes (größere) Dorf aufweisen: bequeme Wohnungen mit Bad und Fernheizung, Kaufhalle und Schnellgaststätte, Klub und Kino, Kindergarten und Bibliothek, Sportplatz und Freibad. Was örtlich zwangsläufig fehlt – Theater, Hochschule, Spezialgeschäft –, ist in der nächsten Stadt leicht erreichbar.

Umgekehrt werden solche Züge, die bisher das Leben auf dem Lande auszeichneten – ruhiges Wohnen in guter Luft mit viel Natur ringsum –, mehr und mehr auch in der Stadt anzutreffen sein. Dann macht es nichts mehr aus, ob man in der Stadt oder auf dem Lande zu Hause ist und arbeitet. Der Wechsel vom Dorf zur Stadt (und umgekehrt) wird lediglich berufsbedingt sein.

Wie also wird unsere Stadt der Zukunft aussehen?

Von der Technik her ist alles, was man sich nur vorstellen kann, möglich.

Man kann neue Städte als gigantische Türme – wie bereits beschrieben – oder in Form riesiger Bälle oder Pilze hoch über die Erde emporsteigen lassen. Man kann sie an tragenden Stahlgerippen aufgelockert in die Luft hängen, viele Etagen über den alten Städten, die man gar nicht erst abzureißen braucht. Man kann sie im ewigen Eis errichten, als geschlossene Kuppel oder Halle mit eigenem Mikroklima. Man kann sie auch unter der Erde anlegen oder wie umgestülpte Bienenkörbe ins Meer tauchen. Den Ein-

In Siedlungen im Reiche des „ewigen“ Eises (polare Regionen) wird man ebenso komfortabel wohnen, leben und arbeiten können wie in milden Klimazonen. Selbst für bestes „Mikro-Klima“ ist gesorgt. Freibäder, Parks und Gärten sind selbstverständlich



wohnen wird es an nichts fehlen. Sie werden sogar mehr Sonnenschein genießen und frisches Grün sehen und bessere Luft atmen und mehr Ruhe haben als die Bewohner der kapitalistischen Metropolen, die unter Abgasen, Staub und Lärm immer mehr leiden.

Für solche ungewöhnlichen Gebilde gibt es, wie gesagt, bereits fertig ausgearbeitete Pläne. Sie auszuführen, erfordert allerdings enorme Mittel; und diese Wohnwunder dann zu unterhalten, ungeheure Energiemengen. Daran scheitert vorläufig ihre Verwirklichung.

Unter kapitalistischen Bedingungen wären die Mieten nur für reiche Leute erschwinglich. Und im Sozialismus wird man derart kostspielige Bauten nur errichten, wenn man sie braucht – etwa als Bergarbeiterunterkunft im hohen Norden.

Das Antlitz unserer Städte wird also nicht von der Sucht nach technischen Experimenten geprägt. Die Bedürfnisse und Interessen der Menschen sind das Maß aller Dinge – und werden in dem Rahmen erfüllt, den die materiellen Kräfte abstecken. Es wäre sinnlos, Milliarden für Wunderwerke zu verpulvern, wenn man mit den gleichen Mitteln ganze Stadtviertel bauen kann, in denen es sich schön und komfortabel wohnen läßt.

Die sozialistischen Städte entstehen in einem unaufhörlich fortschreitenden Prozeß. Deshalb kann man von keiner Stadt sagen: Das ist die Stadt der Zukunft. Was man aber feststellen kann, ist dies: Hier wächst die Stadt der Zukunft empor. Ihre wesentlichen Züge sind bereits erkennbar. Sie wird ausgebaut, weiter verschönert und vervollkommenet. Was heute noch nicht ist, wird morgen sein, weil wir alle daran mitwirken und daran teilhaben.

Vom Traum zur Wirklichkeit

Der Tunnel durch den Reisbrei

Erinnert ihr euch an das Schlaraffenland, mit dem dieses Buch begann? Auf den ersten Blick wirkt es ja recht verlockend: Alle Köstlichkeiten dieser Welt – soweit man sie essen oder trinken kann! Und diese himmlische Ruhe – wenn man das unaufhörliche Schmatzen und Schlürfen taktvoll überhört!

Vermutlich seid ihr schon selbst dahintergekommen, daß das Schlaraffenleben nicht nur reichlich fett, sondern auch entschieden langweilig wäre. Trotzdem ist es selbst im Märchen gar nicht so einfach, in das Kalorienparadies zu gelangen. Bewerber müssen sich durch einen mächtigen Wall aus Reisbrei (natürlich mit Zucker und Zimt) hindurchfressen.

Unsere Welt von heute und erst recht von morgen ist erheblich unterhaltsamer und reichhaltiger als das üppigste Schlaraffenland. Allerdings ist auch zu ihr der Eintritt nicht frei. Zwar ist es kein Berg von Reisbrei, den es zu bewältigen gilt; wohl aber ein Gebirge von Arbeit. Und täuschen wir uns nicht: Dieses Gebirge wächst mit den Ansprüchen, die wir an diese unsere Welt stellen! Von dem Kofferradio bis zum Auto, von der Reise ins Ausland bis zum Besuch der Hochschule, von der bequemen Wohnung bis zur schöneren Stadt: Alles, was wir haben wollen, kostet Arbeit; und was wir in Zukunft mehr haben wollen, kostet mehr Arbeit – schon heute. (Dazu zählt auch das Lernen, das nicht nur die Hauptarbeit der Jugend ausmacht, sondern uns ein Leben lang begleiten wird.)

Doch der Gedanke an das wachsende Gebirge soll uns

nicht schrecken. Die Arbeit verteilt sich ja auf viele Schultern. Wissenschaft und Technik liefern neue Geräte und Maschinen, ersinnen bessere Verfahren und bahnen neue Wege, den Ertrag unserer Arbeit je Stunde – die Arbeitsproduktivität – zu erhöhen.

Dazu trägt in steigendem Maß auch die Tatsache bei, daß wir nicht auf uns allein angewiesen sind. Die Zusammenarbeit (Kooperation) nicht nur einiger Unternehmen, sondern ganzer Volkswirtschaften samt Wissenschaft und Forschung – das ist ein Trumpf, den nur die sozialistische Karte aufweist. Das Reich dieser Gemeinschaft der sozialistischen Länder (im RGW, dem Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe), samt natürlichen Schätzen und erarbeitetem Vermögen (Fabriken, Anlagen, Instituten) erstreckt sich vom Pazifik bis zur Elbe, vom Eismeer bis zum Orient. Es umfaßt zur Zeit rund 350 Millionen Einwohner auf 25 Millionen Quadratkilometern. Entsprechend weit reichen die Möglichkeiten, die Zukunft zu gestalten.

Wie reich werden wir sein?

Diese Frage interessiert die meisten in erster Linie. Denn davon hängt es ab, welche Mittel uns zur Verfügung stehen, um unser Leben und unsere Umwelt schöner und allseitig reicher zu machen.

Die wirtschaftliche Entwicklung in den sozialistischen Ländern zeichnet sich dadurch aus, daß sie ziemlich beharrlich und beständig nach oben führt. Außerdem dadurch, daß das produzierte Nationaleinkommen sinnvoll verwaltet und zur besseren Befriedigung der materiellen und kulturellen Bedürfnisse der Bevölkerung eingesetzt wird.

Die entscheidende Meßgröße ist eben dieses produzierte Nationaleinkommen. Darunter versteht man das, was von der gesamten volkswirtschaftlichen Leistung eines Jahres (dem Bruttonutzen) übrigbleibt, wenn man den Ersatz der verbrauchten Maschinen und Materialien abzieht. Der weitaus größte Teil davon fließt als Einkommen (Lohn und Gehalt, Renten, Stipendien usw.) in die Taschen der Werktätigen und wird für ihren persönlichen Bedarf ausgegeben oder gespart. Ein anderer Teil dient dem Ausbau der Produktion (Industrie, Landwirtschaft, Transportwesen). Ein dritter Teil wird für nichtproduktive Investitionen ausgegeben: für Wohnbauten, Schulen, Internate, Krankenhäuser, Theater, Sportplätze, Parks und vieles andere mehr. Nun müssen wir uns leider mit Zahlen befassen. Aber das braucht nicht langweilig und trocken zu sein, wenn wir dahinter die Wirklichkeit sehen, die sie ausdrücken. Das Nationaleinkommen in der DDR stieg von 27 Milliarden Mark (1950) auf 109 Milliarden (1970); bis 1975 wird es auf 138 Milliarden klettern. Es hat sich also binnen zweier Jahrzehnte vervierfacht! Und im laufenden Fünfjahrplan wird es wieder um fast 30 Milliarden zunehmen; das sind je Kopf der Bevölkerung beinahe 2000 Mark im Jahr mehr – rund 7000 Mark für eine vierköpfige Familie! Gewiß ist das nicht alles zum Verbrauch bestimmt. Aber auch das, was davon nicht in der Lohntüte steckt, sondern in Bauten und Anlagen und Sozialausgaben, bereichert unser Leben und vergrößert unser gemeinsames Volkvermögen.

In den langfristigen Plänen der sozialistischen Bruderländer sind ähnliche Zuwachsraten vorgesehen. In der Sowjetunion zum Beispiel wird das Nationaleinkommen

von 1970 bis 1975 um 37 bis 40 Prozent steigen. (Das ist ungefähr so, als ob die sowjetischen Werktätigen im Jahr 1975 vier bis fünf Monatsgehälter oder -renten mehr bekämen als 1970). Die sowjetische Industrieproduktion belief sich im 7. Fünfjahrplan auf insgesamt 190 Milliarden Rubel; im 8. auf 250 Milliarden; jetzt, in der 9. Planperiode, wird sie 370 Milliarden erreichen.

In den Ländern des RGW stieg die Industrieproduktion von 1950 bis 1970 auf das 6,8fache; in den Hauptländern des Kapitalismus dagegen nur auf das 2,8fache. Im gleichen Zeitraum verdoppelte sich das Nationaleinkommen im RGW-Bereich; in den kapitalistischen Ländern nahm es dagegen nur um knapp zwei Drittel zu. Und dort verteilt es sich ganz anders: Der Löwenanteil des Zuwachses klingelt in den Kassen der Unternehmer! Tatsächlich steigt in nicht wenigen kapitalistischen Ländern das Nationaleinkommen, gleichzeitig aber steigen auch Preise und Profite.

von 1950 bis 1970 stieg	stieg
das National-	die Industrie-
einkommen	produktion

in den		
RGW-Ländern	um 100 %	um 580 %

in den		
kapit. Ländern	um 65 %	um 180 %

Nun waren in den sechziger Jahren die Zuwachsraten in den kapitalistischen Ländern vergleichsweise noch hoch.

132

Sie sind bereits kleiner geworden. Alle Anzeichen lassen darauf schließen, daß sie in den nächsten Jahren noch weiter schrumpfen. Im Lager des Sozialismus dagegen kann von einem solchen „Zurückpendeln“ keine Rede sein. Die Industrieproduktion verdoppelt sich alle 8 bis 12 Jahre, das Nationaleinkommen in etwa 10 bis 14 Jahren – mit allen Folgen, die sich daraus für die Kraft und den Umfang der Volkswirtschaft ergeben.

Entsprechend veränderte sich der Anteil der sozialistischen Länder an der Industrieproduktion der Welt. Im Jahr 1917, als die Sowjetunion noch allein war, lag er unter 3 Prozent; 1937, zwei Jahre vor dem Ausbruch des Krieges, bei 10 Prozent. 1950, im Bereich der RGW-Länder, machte er 18 Prozent aus. Heute liegt er bei 40 Prozent. Und noch in diesem Jahrzehnt wird er die 50 Prozent übersteigen, das heißt den Anteil der restlichen Welt übertreffen. Und das, obwohl die RGW-Länder nur 10 Prozent der Weltbevölkerung aufweisen!

Die *politische* Grundlage dafür ist die Macht der Arbeiterklasse unter der Führung ihrer marxistisch-leninistischen Partei. Sie garantiert, daß in allen Lebensfragen der richtige Kurs gesteuert wird und daß der Grundsatz: Im Mittelpunkt steht der Mensch! durchgesetzt wird: in der Wirtschaft, in der Wissenschaft und im Bildungswesen, im kulturellen Leben, in der Arbeit der staatlichen Organe.

Das *Instrument ihrer Macht* ist der Arbeiter-und-Bauern-Staat. Er dient mit allen seinen Organen und Einrichtungen diesen Zielen und sichert das Erreichte gegen Anschläge von inneren und äußeren Gegnern.

Die *ökonomische* Grundlage ist das sozialistische Eigentum an den Produktionsmitteln: Fabriken, Bergwerken,

Verkehrsbetrieben, Grund und Boden, Landwirtschaft. Die Werktätigen, die alle Werte schaffen, sind zugleich die „kollektiven Unternehmer“, die Eigentümer der Produktionsmittel wie der Produkte.

Es leuchtet ein, daß solche Bedingungen nicht nur für das Leben in der Gegenwart, sondern erst recht für den Weg in die Zukunft ausschlaggebend sind. Sie gewährleisten, daß die Werktätigen ihr gemeinsames Geschick gemeinsam gestalten und dabei ihre gemeinsamen Interessen wahren – vom Frieden bis zum allgemeinen Wohlstand. Außerdem ist erst dadurch überhaupt möglich, die Entwicklung aller Dinge – von der Wirtschaft bis zum Gesundheitswesen – als Einheit auf Jahre im voraus planvoll und zielstrebig zu entwerfen und festzulegen.

Auf vielfältige Weise sind sämtliche Bereiche der Arbeit und des Lebens eng miteinander verflochten. Um sie anteilig (proportional) richtig aufeinander abzustimmen und im Rahmen des Ganzen zu fördern, muß alles in einer Hand liegen und einem Ziel dienen.

Deshalb sagen wir mit Recht: Die Zukunft gehört dem Sozialismus. Denn ohne ihn, ohne die real wirkenden Bedingungen, die er schafft, wäre es gar nicht möglich, das Morgen vernünftig und menschlich zu entwerfen und zu gestalten.

Inhalt

Ausflug ins Morgen

- 5 Der Traum vom Schlaraffenland
- 6 Kann man in den Sternen lesen?
- 8 Wegbereiter der Welt von morgen

Das Energiewarenhaus der Erde

- 10 Der Riese als Diener
- 18 Energiequelle Sonne
- 22 Werden wir einmal über so viel Energie verfügen,
daß es nicht mehr heißt „Strom sparen!“?

Der Zwerg als Riese

- 27 Vorstoß in die Welt des Unsichtbaren
- 34 Was hat es mit den Schnellen Brütern auf sich?
- 36 Unternehmen Kernfusion
- 37 Was sind „radioaktive Spürhunde“?
- 38 Die zwei Gesichter des Atomkerns

Der goldene Zauberstab

- 43 Von der Hexenküche zum Großlabor
- 50 Was sind Kunststoffe?
- 53 Reichen die natürlichen Werkstoffe nicht mehr aus?
- 54 Kann man aus Plasten Häuser gießen?

Automaten in Menschenhand

- 58 Der Einzug der Roboter
- 62 Können Rechenautomaten alles?
- 65 Werden uns die Roboter eines Tages ersetzen?

Patente des Lebens

- 68 Lehrmeisterin Natur
- 72 Was bedeutet Bionik?
- 72 Wie findet sich die Fledermaus im Dunkeln zurecht?
- 74 Sind Delphine „Menschen des Meeres“?
- 78 Die Natur übertreffen!

Abenteuer Raumfahrt

- 80 Der Vorstoß ins All
- 84 Was will der Mann im Mond?
- 90 Gibt es Leben auf anderen Planeten?

Die blaue Schatzkammer

- 92 Wiege des Lebens einst – reichstes Vorratslager heute
- 96 Brot von blauen Fluren
- 101 Der goldene Ozean

Zu Lande, zu Wasser und in der Luft

- 104 Eine Reise um die Erde
- 107 Droht ein Verkehrschaos?
- 110 Jedem sein eigenes Auto?
- 112 Wird im Jahr 2000 der Wartburg noch modern sein?
- 113 Ist die „gute alte Eisenbahn“ überholt?

Städte und Dörfer

- 118 Die Stadt von morgen
- 123 Wohnblock oder Eigenheim?
- 123 Können wir Wolkenkratzerstädte bauen?
- 124 Stadt oder Land?

Vom Traum zur Wirklichkeit

129 Der Tunnel durch den Reisbrei

130 Wie reich werden wir sein?

Die Regenbogenreihe bietet unterhaltsame, allgemeinbildende Freizeitlektüre für Kinder von 10 Jahren an.

In dieser Reihe erschienen bisher:

Arthur Windelband

Verwandte und Vorfahren

– die Abstammung des Menschen

Rolf Dörge

Auch Pflanzen haben Hunger

– Chemie in der Landwirtschaft

Eckhard Mothes

Schlaraffenland für Tiere

– Tierhaltung gestern, heute und morgen

Christian Heermann

Das Einmaleins genügt nicht mehr

– Mathematik im Alltag

Siegmar Spauszus

Feuerstrom aus Erz und Kohle

– vom Roheisen zum Stahl

Annerose und Klaus Klopfer

Ein Jahr in der Natur

– Pflanzen und Tiere unserer Heimat

Karl Heinz Hardt

Von Fliegern und Flugzeugen

– aus der Geschichte und Technik der Luftfahrt

Walter Conrad

Roboter in unserer Hand

– die Elektronik hilft den Menschen

Jeder Band 3,– M

Demnächst erscheint:

Hans Kleffe

Energie – Kraftquell der Natur

– Wie der Mensch die Naturkräfte beherrschen lernte

144 Seiten, zahlreiche vierfarbige Illustrationen

Pappband mit Folie 3,— M

Für Leser von 10 Jahren an

Regenbogenreihe 7

Wir befinden uns in der Übergangsphase zwischen zwei Epochen der Energietechnik. Die erste ist noch nicht beendet, die zweite wird aber bereits vorbereitet.

In der ersten Epoche, die mit der Anwendung des Feuers begann, nutzte der Mensch die Sonnenenergie in der Technik nur indirekt, indem er Holz, Kohle, Erdöl und Erdgas verbrannte. In der zweiten Epoche lernt er Urkräfte der Materie zu entfesseln und Energie so zu erzeugen, wie sie die Sonne seit Jahrmilliarden in den Weltraum strahlt.

Der Autor behandelt die Erscheinungsformen der Energie, ihre Umwandlung und die Gewinnung von Gebrauchsenergie in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft auf einprägsame, leicht verständliche Weise.

Der Kinderbuchverlag Berlin

140

Demnächst erscheint:

Christian Heermann

Von der Zahl zum Gesetz

– Mathematik in unserem Leben

144 Seiten, zahlreiche vierfarbige Illustrationen

Pappband mit Folie · 3,– M

Für Leser von 10 Jahren an

Regenbogenreihe

In vielen Bereichen von Wissenschaft und Praxis wird die Mathematik genutzt. Häufig beginnt das mit statistischen Berechnungen. Das Buch erläutert neben wichtigen Aufgaben der Statistik den Weg von der Zahl zum Gesetz, den die Mathematik ebnet; nicht selten mit Hilfe elektronischer Rechenautomaten. Oft braucht man dazu die Wahrscheinlichkeitsrechnung, mit der man mehr als nur die Möglichkeit für den Gewinn eines „Fünfers“ im Zahlenlotto berechnen kann.

Der Kinderbuchverlag Berlin

Demnächst erscheint:

Erna Padelt

Mit dem Meßrad um die Welt

– Kleine Geschichte von der Kunst des Messens

144 Seiten, zahlreiche vierfarbige Illustrationen

Pappband mit Folie · 3,– M

Für Leser von 10 Jahren an

Regenbogenreihe

Wie es dazu kam, daß sich die Menschen Maße schufen, um Längen zu bestimmen, Güter zu wägen und die flüchtige Zeit zu messen – davon erzählt dieses Buch. Von den primitiven Anfängen der Meßkunst ist die Rede und von den erstaunlichen Leistungen berühmter wie namenlos gebliebener Gelehrter vergangener Zeiten, deren Erfindungen und Entdeckungen den Menschen halfen, die Welt zu erkennen und die Natur beherrschen zu lernen. Und es wird von unseren Tagen berichtet, in denen die Kunst des Messens alle Bereiche des Lebens beeinflußt.

Der Kinderbuchverlag Berlin

142

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic

Издано в Германской Демократической Республике

Lizenz-Nr. 304-270/98/74-(40)

Gesamtherstellung: Interdruck, Leipzig

1. Auflage

LSV 7801

Für Leser von 10 Jahren an

Best.-Nr. 6292897

EVP 3.-

Wie unsere Zukunft gestaltet wird, wie Absichten und Pläne in gangbare Schritte umgesetzt werden, darüber trifft der Autor kühne und phantastische Vorhersagen. Doch sie sind real – denn an der Welt von morgen, an der Zukunft wird bereits gebaut.

EVP 3.- M

