

Herbert Lander  
**Technik im Wandel  
der Zeiten**

REGEN  
BOGEN  
REIHE





## Regenbogenreihe

-





Herbert Lander  
**Technik im Wandel der Zeiten –  
der Mensch und seine Maschinen**

Illustrationen von Ulrich Stölpe



**Der Kinderbuchverlag Berlin**

© Der Kinderbuchverlag Berlin — DDR 1976

Lizenz-Nr. 304 - 270/120/76 - (40)

Gesamtherstellung: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig  
III/18/97

1. Auflage

LSV 7821

Für Leser von 10 Jahren an

Best.-Nr. 629 083 2

EVP 3 ,— M

## **Was ist Technik?**

Wenn wir die Geburtsstunde der Technik suchen, müssen wir viele Jahrtausende zurückdenken. Wir können keinen bestimmten Zeitpunkt nennen, uns aber Ereignisse vorstellen, die die technische Entwicklung auslösten.

Als der Mensch zum erstenmal zufällig einen Stein als Werkzeug benutzte, vielleicht um ein wildes Tier zu erbeuten oder eine harte Frucht zu öffnen, machte er eine wichtige Erfahrung. Er erlebte, wie nützlich es ist, wenn er für seine Arbeit und seine Verteidigung außer seinen Gliedmaßen auch Hilfsmittel, Gegenstände der Natur, verwendet.

Wir können uns vorstellen, daß der Mensch neben dem Stein auch andere einfache Gegenstände, die die Natur leicht hergab, benutzte. So wurde zum Beispiel die im Walde abgebrochene Holzstange zum Schlag- und Grabestock und, später mit einem Stein an der Spitze ausgerüstet, zum Speer. Auch Knochen erlegter Tiere nutzte der Mensch bei der Arbeit.

Aus Zweigen, die in die Erde gesteckt und mit Gras und Laub verbunden wurden, schuf der Mensch sich die ersten Wohnplätze. Er wohnte auch in Höhlen und unter der Erde. Anregungen zu sol-

chen Bauten erhielt er aus der Natur sehr zahlreich: die Nester der Vögel, die Erdhöhlen der Füchse und Dachse und die Burgen der Biber.

Der Mensch beobachtete, ahmte nach und versuchte seine Lebensbedingungen zu verbessern.

In der Auseinandersetzung mit seiner Umwelt, im Kampf um die Sicherung seines Lebens beobachtete der Mensch die Natur immer genauer, er lernte Naturgegenstände zu vervollkommen; es entstand die Technik.

Die Technik ist also die vom Menschen zur Befriedigung seiner Bedürfnisse genutzte, umgewandelte und veränderte Natur. Wir zählen heute zur Technik alle Produktionsinstrumente, wie Maschinen, Geräte und Werkzeuge, Arbeitsgegenstände (zum Beispiel Werkstoffe), und auch die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen, die Arbeitsmittel sinnvoll anzuwenden und immer weiter zu vervollkommen. Technische Entwicklungen dienen also zur Erhaltung und Verbesserung des menschlichen Lebens.

## **Mit Entdeckungen und Erfindungen begann es**

Die technische Entwicklung vollzieht sich durch die schöpferische Tätigkeit des Menschen, durch Entdeckungen und Erfindungen.

Worin unterscheiden sich Entdeckungen von Erfindungen? Der Mensch entdeckte das Feuer, aber er erfand Methoden und Geräte, mit deren Hilfe er das Feuer entzünden und seine Wirkungen nutzen kann. Entdecken können wir nur, was in der Natur vorhanden ist, zum Beispiel einen Stern am Himmel, einen Fluß im Urwald oder eine Pflanze. Wir können auch neue Gesetze entdecken, nach denen sich die Vorgänge in der Natur vollziehen, oder wie die mit dem Menschen im Zusammenhang stehenden Prozesse ablaufen, wie zum Beispiel die Menschen in den verschiedenen Zeitabschnitten ihrer Entwicklung den Austausch der Waren organisierten, wie sie die erworbenen Reichtümer unter sich aufteilten und wie sie sich zur Verteidigung gegen Feinde zusammenschlossen.

In der Technik schafft der Mensch das, was es in der Natur nicht gibt, er erfindet zum Beispiel ein Werkzeug, eine Maschine oder ein Fahrzeug. Das alles sind Mittel, durch die der Mensch seine Arbeit erleichtert und wirkungsvoller gestaltet.

Entdecken und Erfinden hängen sehr eng zusammen.

Den meisten Erfindungen mußten erst bestimmte Entdeckungen vorausgehen. Der Mensch gewann durch Naturbeobachtungen solche Erkenntnisse oder Erfahrungen, die sich in Erfindungen technisch verwerten ließen. Wie das vor sich ging, zeigt zum Beispiel die Erfindung des Rades.

### **Vom rollenden Baumstamm zum Scheibenrad**

Die Natur läßt kein Rad entstehen; das beweist uns, daß es der Mensch erfand. Nur weiß heute niemand, wer es zuerst benutzte, denn das Rad ist schon viele tausend Jahre alt. Wir müssen auch annehmen, daß das Rad nicht nur einmal, sondern des öfteren erfunden wurde.

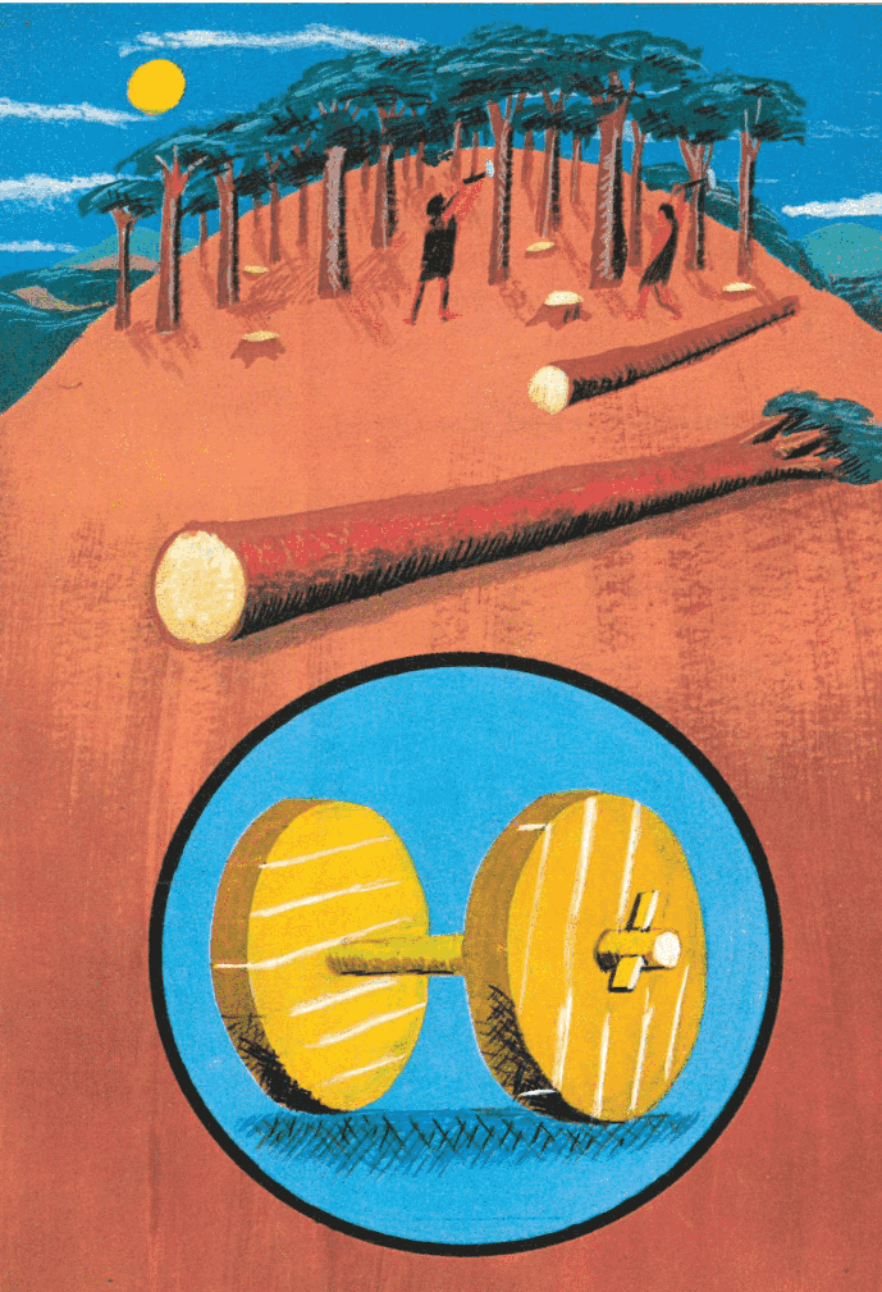
Diese Annahme ist begründet durch den in jener Zeit mangelnden Austausch von Informationen. Die Menschen kannten sich jeweils nur in kleinen Gebieten. Sie teilten einander mit, was sie benötigten, was sie Neues entdeckt, erfunden und gebaut hatten. So kann man sich vorstellen, daß das Rad in mehreren Gebieten der Erde und zu verschiedenen Zeiten entwickelt wurde. Wir wis-



sen, daß die Erfindung des Rades, wann und wo sie auch stattfand, von vielen Zufälligkeiten und Umständen abhing.

Vielleicht brachte der vom Berge rollende Baumstamm Menschen auf die Idee, ein Rundholz als Rolle zu benutzen. Doch die Beobachtung des rollenden Baumstammes und die daraus gewonnene Erkenntnis der Verwendungsmöglichkeiten allein ergaben noch keine praktische Anwendung. Diese entstand erst – und mit ihr die eigentliche Erfindung –, als dafür ein ausreichendes Bedürfnis vorhanden war. Anfangs mußten die Jäger und Sammler sicherlich selten schwere Lasten transportieren. Wenn sie ein größeres Tier erlegt hatten, weideten sie die Jagdbeute sofort aus, teilten sie in Stücke und trugen diese dann einzeln zu ihrem Wohnplatz. Erst später, als die Menschen große Begräbnisstätten oder andere kultische Anlagen bauten und mächtige Tierfallen errichteten, mußten schwere Lasten fortbewegt werden. Wahrscheinlich transportierte man anfangs schwere Teile, große Felsbrocken oder Steine mit Hilfe von behauenen Baumstämmen, die als Walzen wirkten. Durch andere, als Hebel dienende Stämme konnten die auf Walzen gelagerten Steine Zentimeter für Zentimeter vorwärts geschoben





werden. Die schwer zu steuernden Walzen boten einen großen Reibungswiderstand. Später ersetzte man sie durch von der Walze abgeschnittene Scheiben. Es entstanden die ersten Scheibenräder, große hölzerne, ungefügte Räder, die fest verkeilt auf einer Achse saßen.

## **Töpferscheibe und Wasserrad**

Für manche Erfindungen boten die schon zuvor erfolgten Entdeckungen in der Natur und ihre praktische Nutzung viele Anregungen. So war es auch bei der Erfindung der Töpferscheibe und des Wasserrades. Bei beiden wendete der Mensch die bereits bekannte Grundform des Rades an.

Bevor es die Töpferscheibe gab, mußte man die Tongefäße mit der Hand formen. Das war eine zeitraubende und sehr komplizierte Arbeit. Jeder, der ein Gefäß benötigte, stellte es selbst her. Durch die Töpferscheibe wurden mehr keramische Gegenstände hergestellt. Es entwickelten sich Spezialisten, die aus einem Klumpen Lehm oder Ton in wenigen Minuten ein Gefäß formten. So konnten sie viel mehr Krüge, Schalen und anderes herstellen, als sie selber brauchten. Die von ihnen



nicht benötigten Gefäße gaben sie im Austausch gegen andere Waren ab.

Mit Hilfe der Wasserräder nutzte man die Strömung der Flüsse und Bäche für die verschiedensten Arbeiten.

Die ersten Wasserräder waren sehr einfach gebaut. In einen wasserreichen Fluß rammte man zwei starke Pfähle ein, die als Stützen, als Lager für die Welle des Wasserrades dienten. Die Strömung des Flusses setzte die unteren Schaufeln in Bewegung. So tauchten die Schaufeln nacheinander ein, und das Rad drehte sich. Da man diese Wasserräder zur Bewässerung der Felder anwendete, befestigte man an jeder Schaufel ein Gefäß, das sich beim Eintauchen ins Wasser füllte, mit dem Rad nach oben stieg und dort das Wasser an Rinnen, die bis zu den Feldern führten, abgab.

Von China und Ägypten gelangte diese Erfindung auch nach Rom. Dort nutzte man sie nicht zur Bewässerung der Felder, sondern vorwiegend zur Trinkwasserversorgung der Städte. Die römischen Wasserleitungen waren weltberühmt.

Um Wasserradanlagen mit Ablaufrinnen zu schaffen, brauchte man viel Material, Werkzeuge und geeignete Bauarbeiter. Außerdem mußten die Anlagen ständig überwacht und zuweilen repariert





werden – das kostete Geld. Trugen jedoch Sklaven das Wasser, sparte man Geld ein. Deshalb fanden die Wasserräder erst nach Ablösung der Sklaverei weite Verbreitung. Sie blieben lange Zeit die wichtigsten Antriebsmaschinen für Mühlen, Pumpanlagen und Sägewerke. Mit ihrer Hilfe förderte man Erze zutage und betrieb Hammerwerke zum Stahlschmieden.

Einige dieser Werke sind im Erzgebirge bis heute erhalten geblieben. Sie stehen unter Denkmalschutz. Im Tal der Sehma bei Annaberg-Buchholz steht der Frohnauer Hammer. Die im Jahre 1436 errichtete Mühle baute man 200 Jahre später zu einem Hammerwerk um. Zwei gewaltige Wasserräder bewegen nicht nur die Antriebswelle für die schweren Eisenhämmer, sondern auch zwei Blasebälge. Das Werk arbeitete bis 1908 und diente als Kupfer-, Silber- und Sensenhammer.

Die weitere Entwicklung und Anwendung des Rades hing von vielen Zufälligkeiten ab und wurde durch die gesellschaftlichen Verhältnisse und technischen Möglichkeiten beeinflußt. Als die menschliche Arbeitskraft noch billiger war als technische Einrichtungen, interessierte man sich nicht sehr für die Verbesserung und weitere Entwicklung der vorhandenen Technik.



Aus der Walze entstand das Scheibenrad, als man die Säge erfunden und gelernt hatte, Holz zu bearbeiten. Für die weitere Entwicklung und Gestaltung des Rades waren die Gewinnung und Bearbeitung von Metallen, die neuen Konstruktionen von Fahrzeugen und Maschinen wichtig.

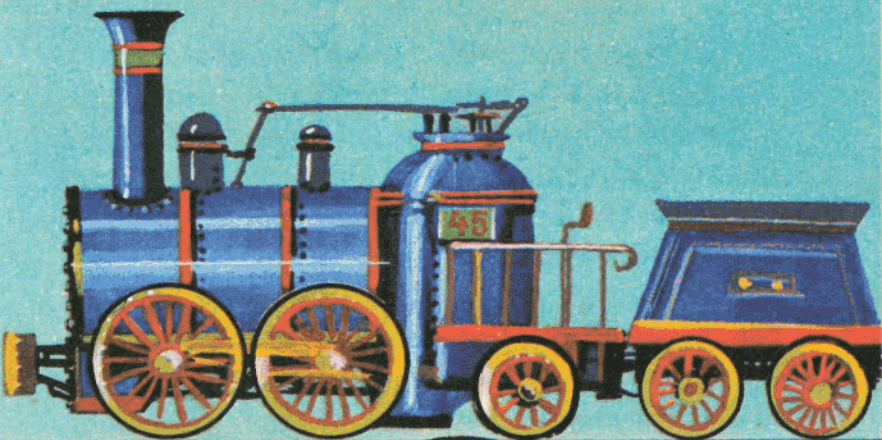
Im Laufe der Zeit zog das Rad in unterschiedlichen Formen in die moderne Technik ein. Wir finden es heute als schnelles Laufrad am Personenkraftwagen, vor allem aber als Zahnrad, Schwungscheibe, Riemenscheibe bei den verschiedensten Motoren. Das Rad ist somit zu einem wichtigen Mittel der modernen Technik geworden.

Die Entdeckungen und Erfindungen der Gegenwart haben ebenfalls großen Einfluß auf unser Leben. Sie ergeben sich jedoch nicht aus Zufällen, sondern aus der planvollen Arbeit der Wissenschaftler und Forscher.

### **Diesels Erfindung war umwälzend**

Warum werden heute die Dampflokomotiven von den elektrischen Lokomotiven und Diesellokomotiven abgelöst? Eine moderne Schnellzug-Dampflokomotive, die eine Leistung von etwa 3000 PS





10%

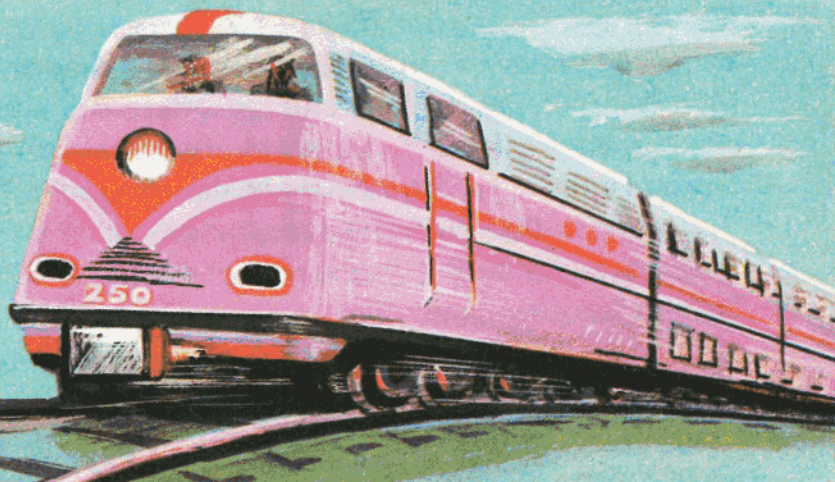
Kohle

Dampf-  
maschine

Dieselöl

Diesel-  
motor

40%



und eine Geschwindigkeit von 180 Kilometern je Stunde erreicht, nutzt ungefähr 10 Prozent der Verbrennungswärme aus. Bei Diesellokomotiven liegt der Wirkungsgrad ungefähr viermal so hoch. Sie verbrauchen also zur Beförderung gleicher Lasten bei gleicher Entfernung weniger Treibstoff. Dadurch verringern sich die Transportkosten. Die Diesellokomotiven gehen auf eine geniale Erfindung Rudolf Diesels zurück.

In der Broschüre „Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors zum Ersatz der Kraftmaschinen und der heute bekannten Verbrennungsmotoren“ stellte Rudolf Diesel im Jahre 1893 der Öffentlichkeit seine Erfindung vor. Mit dieser Broschüre gab er den Ingenieuren und technisch Interessierten jener Zeit seine Ergebnisse bei der Konstruktion des neuen Motors bekannt. Die Information erfolgte nach der Patentierung seiner Erfindung am 28. Februar 1892.

Schon 14 Jahre zuvor, als Diesel noch auf dem Münchener Polytechnikum studierte, dachte er an seine spätere Erfindung. Damals hörte er bei Professor Linde, dem Erfinder der Kältemaschinen, Vorlesungen über Wärmebewegungen und Wärmeausnutzungen. Der Professor sprach über die Dampfmaschine und erklärte, sie sei ein ver-

schwenderisches, kohlefressendes Ungetüm, da sie nur einen geringen Teil der Verbrennungswärme in Nutzarbeit umwandle. Der Student Diesel wollte eine wirtschaftlichere Wärmekraftmaschine bauen.

Mit einer Notiz im Studienheft begann die Forschungsarbeit, die sein ganzes Leben ausfüllte und eine der bedeutendsten Erfindungen der Neuzeit hervorbrachte: den Dieselmotor. Vergleichen wir die Erfindung des Dieselmotors mit der des Rades, erkennen wir einen wesentlichen Unterschied.

Der Dieselmotor entstand nicht zufällig, er war Jahre zuvor geplant und als festes Ziel mit aller Kraft angesteuert worden. Diesels Erfindung war neben großer schöpferischer Arbeit ein Ergebnis der Nutzung bereits vorhandener wissenschaftlicher Kenntnisse.

Wie nutzte Diesel die vor ihm gesammelten Erfahrungen und Kenntnisse für seine Arbeit aus?

Er sammelte alles, was an wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Wärmeausnutzung bei Wärmekraftmaschinen und Verbrennungsmotoren bisher veröffentlicht war. Die so gewonnenen Kenntnisse ordnete er und überprüfte und erweiterte sie zum Teil durch praktische Versuche.

Diesel wußte, wie sich der Ingenieur Sadi Carnot 1824 die Arbeit einer Wärmekraftmaschine gedacht hatte, bei der die größte Wärmemenge ausgenutzt wird. Deshalb kam er zu dem Schluß: Die Dampfmaschine nutzt die Wärme schlecht aus, weil der Brennstoff im Kessel verbrennt, viel Wärme mit den Abgasen entweicht und in den Leitungsrohren auf dem Weg zur Maschine verlorenght. Diesel untersuchte auch die damals schon bekannten Verbrennungsmotoren. Der Gasmotor Jean Lenoirs nutzte die Wärme ebenfalls nur gering. Besser verhielt es sich bei dem Motor, den Nikolaus Otto entwickelt hatte und den wir heute noch zum Antrieb unserer Personkraftwagen benutzen. Durch das Viertaktverfahren und vor allem dadurch, daß das Gas im Zylinder zusammengedrückt (verdichtet) wurde, erhöhte sich der Wirkungsgrad.

Die weitere Verdichtung der Gase war das Ziel, das Diesel bei dem Bau seines neuen Motors anstrebte. Mit der Durchsetzung dieses Grundgedankens konstruierte er als erster einen Motor, der die Wärmewirkung besser als bisher nutzte. Doch wer sollte das Geld für den Bau seines Motors zur Verfügung stellen? Die Fabrikbesitzer, denen Diesel seine Konstruktion anbot, fragten: Ist das

nicht eine Erfindung, die sich nur auf Bücherweisheit stützt? Läßt sich denn mit Hilfe von Theorien und Berechnungen überhaupt eine neue Maschine bauen?

Diese Fragen waren verständlich, denn zu jener Zeit gab es nicht viele Erfinder, die so umfassend wissenschaftliche Kenntnisse nutzten wie Diesel. In ihren Augen erschien Diesel mehr als Theoretiker und weniger als praktischer Maschinenbauer; die Theorie und Wissenschaft hatte noch kein so hohes Ansehen wie heute.

Endlich aber, nach vielen vergeblichen Versuchen, konnte Diesel mit dem Bau seines neuen Motors beginnen.

Der erste Dieselmotor, den man als Antriebsmaschine in einer Zündholzfabrik aufstellte, zeigte Mängel, wie sie jede neue Erfindung besitzt. Ein Teil nach dem anderen wurde unbrauchbar. Fortwährend mußte man den Motor reparieren. Nachrichten darüber gelangten in alle Länder. Als Diesel eine Reihe von Prozessen über sich ergehen lassen mußte, erfuhr man, daß all das, wodurch sich sein Motor von vorhergehenden unterschied, bereits von anderen Konstrukteuren beschrieben worden war.

Doch gerade das beweist, daß sehr viele Wissen-

schaffter und Ingenieure die Erfindung des neuen Motors vorbereitet hatten.

Diesel war einer der ersten Erfinder, die gelernt hatten, die Erfahrungen anderer Forscher und Entdecker zu nutzen. Ohne sie wären seine Leistungen nicht möglich gewesen.

Diesel arbeitete ständig an der Verbesserung des Motors. Dabei erlitt er immer wieder Mißerfolge und mußte sich zudem noch mit seinen Geldgebern auseinandersetzen. So verwundert es nicht, daß er sich 1913 während einer Schiffsreise von Amsterdam nach England das Leben nahm. Dieses tragische Ende eines der bedeutendsten Erfinder kennzeichnet die kapitalistische Gesellschaft. Sie beutete Diesels Werk für ihre Profite aus und ließ ihn selbst in finanzieller Bedrängnis leben.

Heute verwendet man den Dieselmotor als Antriebsmaschine für Land- und Wasserfahrzeuge. Dieselmotoren betreiben in kleinen Kraftwerken Elektroenergieerzeuger, sie werden benutzt zum Betrieb von Luftverdichtern und Hebeeinrichtungen auf Baustellen und heute immer zahlreicher zum Antrieb von Schienenfahrzeugen.

## **Was ist Wissenschaft?**

Das Wissen der Menschen entstand im Arbeitsprozeß.

Bei den einfachsten Arbeitsverrichtungen lernten die Urmenschen die Eigenschaften der benutzten Werkzeuge kennen. Im Umgang mit Werkzeugen und Werkstoffen erkannten sie neue Möglichkeiten, nützliche Dinge herzustellen. Das alles wurde als Arbeitserfahrung, als Wissen von Generation zu Generation weitergegeben.

Das Wissen und die Erfahrung wuchsen um so schneller, je mehr Gegenstände in den Arbeitsprozeß einbezogen wurden, je mehr der Mensch diese Gegenstände beherrschte.

Wir haben gelesen: Die Walze, das Rad und die Töpferscheibe wurden erfunden, nachdem der Mensch der Natur die Bewegung der vom Berge rollenden Baumstämme abgesehen hatte. Diesel konnte seinen Motor bauen, weil er die Erfahrung der Wissenschaftler und Ingenieure, die vorher auf diesem Gebiet gearbeitet hatten, nutzte und weiterentwickelte.

Der Mensch, der das Holz im Walde fällt, um daraus Möbel zu fertigen, den Ackerboden pflügt, düngt und bepflanzt, um zu ernten, der Flugzeuge

und Schiffe baut, um damit zu fliegen und die Ozeane zu überqueren, der Häuser baut, um darin zu wohnen, verändert die Welt. Gleichzeitig lernt er aber auch, Zusammenhänge zu erkennen. Er entwickelt die Wissenschaft.

Die Wissenschaft besteht also aus geordneten Erfahrungen und Erkenntnissen, die die Menschheit im Laufe ihrer langen Entwicklung gewonnen und bewahrt hat.

Die Wissenschaft zeigt sich uns als ein Mosaik von Nützlichem. Doch nicht alle einmal gewonnenen Einsichten und Erfahrungen erwiesen sich als richtig und brauchbar. Viele Erkenntnisse wurden im Laufe der Zeit verworfen und durch neue ersetzt. So verstehen wir die Wissenschaft nicht als ein starres, sondern als ein sich unaufhörlich veränderndes Gebäude, dessen einzelne Bestandteile sich laufend erneuern, das aber stets Festigkeit und einen gesicherten Zusammenhang aufweist.

## **Ein großer Berg von Möglichkeiten**

Wenn wir die Produktion verbessern wollen, dann müssen auch wir beobachten, entdecken und erfinden. Dabei wird sich unsere Methode – die Art



und Weise, wie wir vorgehen – wesentlich von der der ersten Menschen unterscheiden, denen kein anderes Hilfsmittel zur Verfügung stand als die Beobachtung der Natur.

In der Wissenschaft finden wir die wesentlichen Erfahrungen und Erkenntnisse der vor uns lebenden Generationen. Wir sind gut beraten, wenn wir hier anknüpfen und uns wissenschaftliche Kenntnisse aneignen, um sie für die Verbesserung der Arbeit und damit unseres Lebens zu nutzen. Die greifbaren und zugänglichen Ergebnisse der Wissenschaft sind die Veröffentlichungen der wissenschaftlich arbeitenden Menschen, ihre Artikel in Zeitungen, Fachzeitschriften und Broschüren, ihre Bücher und Vorträge, also all das, was sie an die anderen Menschen weitergeben.

Die Erkenntnisse der Wissenschaftler, die im Schreibtisch bleiben, die sie für sich behalten, nutzen vielleicht ihnen allein. Brauchen sie diese Erkenntnisse eines Tages nicht mehr, gehen sie verloren. Das Werk der Wissenschaftler existiert nur dann, wenn ihre Erkenntnisse allen, der Gesellschaft, Nutzen bringen. So ist die Wissenschaft die Summe all dessen, was bis zum heutigen Tage von Wissenschaftlern weitergegeben wurde.

Die Möglichkeiten zum wissenschaftlichen Erfah-

rungsaustausch, sich in den Wissenschaften zu informieren, sind gewaltig gewachsen. Das zeigt sich an der immer größeren Zahl von schriftlichen Veröffentlichungen wie auch der wachsenden Anzahl von Wissenschaftlern.

- Vor 100 Jahren konnte das Augustinerkloster in Brunn noch das gesamte in schriftlicher Form vorliegende Wissen der Menschheit fassen.
- Um 1800 gab es in jedem Jahr etwa einhundert wissenschaftliche Zeitschriften, um 1850 waren es schon tausend, um 1900 zehntausend, und um 1950 stieg ihre Zahl auf hunderttausend an.
- Zur Jahrhundertwende gab es auf der Welt fünfzigtausend Wissenschaftler – heute sind es mehr als zwei Millionen.
- In jeder Sekunde erscheint heute eine wissenschaftliche Arbeit.

Ein Berg von Möglichkeiten steht vor uns, und wir fragen uns: Wie können wir ihn am besten nutzen?

Die Ergebnisse der Wissenschaft können wir nur verwenden, wenn wir uns in ihnen zurechtfinden. Wir brauchen zunächst eine gute Allgemeinbildung, wir lernen, wie man wissenschaftlich arbeitet, wir eignen uns Methoden der wissenschaftlichen Arbeit an.



Nehmen wir an, wir sollten eine Maschine konstruieren, eine Lehrstunde halten, ein Haus entwerfen oder vielleicht das Verhalten der Fledermäuse erforschen. Solche Aufgaben haben wir bisher in unserem Leben noch nicht geübt und gelöst. Wir können Bücher lesen, Techniker, Lehrer und Wissenschaftler befragen, die auf den genannten Gebieten arbeiten. Wenn wir alles, was für die Lösung unserer Aufgaben notwendig ist, gelesen, gehört und auch verstanden haben, dann dürfen wir sagen, daß wir über das gesamte, von Generationen erarbeitete Wissen zu diesen Fragen verfügen. Wir können den Gedanken dort wieder aufnehmen, wo Wissenschaftler vor uns aufhören mußten. Aber keiner von uns schafft es, alle diese einschlägigen Bücher und Zeitschriften zu lesen oder entsprechende Vorträge zu besuchen. Gegenüber der alten Zeit, in der dem Menschen nicht eine solche Fülle an Informationen zur Verfügung stand, gibt es heute einen gewaltigen Unterschied; wir sind reich an Erfahrungen, Erkenntnissen und Möglichkeiten. Obwohl wir nicht selbst alles lernen und erproben können, steht uns doch durch die Summe des Wissens aller Menschen, mit denen wir zusammen leben, ein gewaltiger Helfer zur Verfügung.

Wir können sagen: Ich weiß es nicht; aber wenn ich wollte, könnte ich es erfahren.  
Wir wollen viel erfahren!

## **Für wen – in wessen Interesse?**

Um unseren Staat immer mehr zu stärken, müssen wir heute und in Zukunft alle Möglichkeiten für die weitere Entwicklung unserer Gesellschaft und Produktion nutzen. Dabei spielt die Wissenschaft eine wichtige Rolle.

Unsere sozialistische Ordnung begründen und gestalten wir nach den wissenschaftlichen Erkenntnissen von Karl Marx, Friedrich Engels und Wladimir Iljitsch Lenin. Sie schufen die wissenschaftliche Theorie und damit die entscheidende Grundlage für die Befreiung der Arbeiterklasse und den Aufbau des Sozialismus in unserem Land.

Die Entwicklung in der Technik und Produktion wird heute vorwiegend durch Anwendung wissenschaftlicher Kenntnisse erreicht. Davon zeugen viele Ausstellungen sowie Berichte in Presse und Rundfunk. Eine bekannte Ausstellung, die jedes Jahr einen Überblick über den Fortschritt in der

Wissenschaft, Technik und Produktion gibt, ist die „Messe der Meister von morgen“. Auf ihr zeigen vorwiegend sehr junge Erfinder ihre entwickelten wissenschaftlich-technischen Neuerungen. Die dort zur Schau gestellten Maschinen, Apparate, Geräte und Vorschläge zur Verbesserung der Organisation der Produktion zielen hauptsächlich auf die größere Ausnutzung und Einsparung von Energie.

Ein großer Teil dieser Ausstellung will auch dazu beitragen, die Arbeits- und Lebensbedingungen unserer Menschen im Betrieb zu verbessern. Wenn wir danach fragen, wie diese Erfindungen und Neuerungen zustande kamen, so erfahren wir, daß es meist Gemeinschaftsarbeiten von Theoretikern und Praktikern sind. Hier zeigt sich eine wichtige Seite der Arbeit in der Wissenschaft. Es ist nötig, ein klares Ziel vor Augen zu haben und gemeinsam zu arbeiten.

Die heute am häufigsten anzutreffende Gemeinschaftsarbeit zwischen Forschern und Praktikern aus der Produktion ermöglicht nicht nur, neue Erkenntnisse schnell in den Dienst der Herstellung von Produkten zu stellen, sondern regt auch zu immer neuen wissenschaftlichen Aufgabenstellungen an.

Im Sozialismus nutzt die wissenschaftliche Arbeit dem Volke. Wissenschaftliches Schöpfungertum ist daher für uns besonders wertvoll.

## **Die Wissenschaft läßt uns voraussehen**

Der Wunsch, in die Zukunft zu blicken, ist so alt wie die Menschheit selbst. Zuerst ließen Zauberer eine Wunderwelt des Morgen entstehen. Später gingen die Menschen bei ihrer Überlegung für die zukünftige Entwicklung von der praktischen Erfahrung der Gegenwart aus.

„Denken Sie im Ernst, daß die Eisenbahn die Postkutsche je verdrängen kann?“ fragte der französische Politiker Thiers in einer Rede vor den Abgeordneten der Kammer. Allein schon der Gedanke erschien allen so albern, daß die Versammelten laut lachen mußten.

Diese Episode brachte der russische Schriftsteller und Naturwissenschaftler Rische 1893 in Erinnerung, bevor er seine Voraussicht über die weitere wissenschaftliche und technische Entwicklung über das Vordringen in den Weltenraum anstellte: „Die Menschen des zwanzigsten Jahrhunderts werden wahrscheinlich noch nicht dahin gelan-

gen, selbst in den Kosmos vorzudringen; aber verwirklichen muß sich dieser Traum eines Tages, denn sonst werden die Erfolge des Menschen immer begrenzt bleiben, wenn unser enger irdischer Horizont die Grenze für unser Wissen bleibt.“

Am 12. April 1961, 9.07 Uhr Moskauer Zeit, startete der erste Mensch in den Weltraum; es war der sowjetische Fliegermajor Juri Gagarin.

Übrigens irrten sich viele bei der Vorhersage des Zeitpunktes, an dem der Mensch zu den Sternen fliegen wird. Es wäre ungerecht, wollten wir diesem einen die Fähigkeit der Voraussicht völlig absprechen. Er irrte sich wohl im Zeitpunkt des Vordringens in den Kosmos, doch er erkannte früh die Notwendigkeit und den Sinn, diesen alten Traum der Menschen zu verwirklichen.

Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik verlief in den letzten achtzig Jahren so schnell, daß selbst die Weitsichtigsten der jeweiligen Zeit durch die Wirklichkeit korrigiert wurden.

Die Gelehrten, Politiker und Schriftsteller gingen bei ihren Voraussichten in die Zukunft, bei ihren Prognosen, offenbar unbewußt von den technischen Möglichkeiten ihrer Zeit und dem damaligen Entwicklungstempo der Wissenschaft aus.





Wissen wir genau über jede Entwicklung Bescheid? Nein, aber uns stehen viel mehr wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verfügung; wir haben gelernt, die Wissenschaft zu nutzen, und dadurch ist unser Blick in die Zukunft sicherer geworden.

Unsere Prognosen über den Fortschritt sind dort schon recht genau, wo es sich um eine mengenmäßige Zunahme des bereits Bestehenden handelt. Wir wissen zum Beispiel für eine beträchtliche Zeit im voraus, wie sich das Verkehrswesen auf dem Lande entwickeln wird, wie wir die Kernenergie für die elektrische Stromgewinnung einsetzen werden. Aber ob wir jemals unseren Urlaub auf dem Mond verleben können, wissen wir nicht, obwohl wir ihn schon recht genau kennen. Das ist auch natürlich, denn anders wäre eine Entdeckung eben keine Entdeckung mehr, und je bedeutender sie ist, um so schwerer läßt sich ihre Auswirkung auf die Zukunft voraussagen.

Die Vorhersagen um die Jahrhundertwende enthalten neben Kuriosum auch viel Richtiges. Wir müssen daher fragen: Wonach können wir uns richten, wenn wir in die Zukunft blicken wollen?

Die einzige Orientierung, die es hier gibt, sind die vor uns stehenden Aufgaben zur besseren Entwicklung unserer Gesellschaft und die Vervoll-

kommnung von Wissenschaft und Technik. Wir wissen, daß die Wissenschaft auf diesem oder jenem Wegabschnitt zur Lösung einer Aufgabe voranschreitet. Wie man diese löst und welche neuen Aufgaben sich daraus ergeben, wissen wir noch nicht.

Je besser wir jedoch die Naturwissenschaften und die gesellschaftliche Entwicklung kennen, um so sicherer werden unsere Prognosen.

## **Lokomotiven der Geschichte**

Wenn wir das Wort Revolution hören, denken wir sofort an die Oktoberrevolution in Rußland. Mit ihr begann der Aufbau der kommunistischen Gesellschaft in der Sowjetunion.

Die Revolution ist ein entscheidender Wendepunkt in der gesellschaftlichen Entwicklung. Marx, Engels und Lenin schufen mit ihrer Lehre die wissenschaftlichen Grundlagen dafür.

Revolutionen verändern Arbeit und Leben der Menschen. Sie leiten einen besonders schnellen Fortschritt in der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft ein. Marx bezeichnete die Revolutionen daher als die Lokomotiven der Geschichte.

Grundlegende Veränderungen in der Technik nennen wir technische Revolutionen oder auch Sprünge in der technischen Entwicklung. Diese technischen Veränderungen sind mit der gesellschaftlichen Revolution nicht in jeder Weise vergleichbar, doch es bestehen zwischen ihnen viele Beziehungen. Diese Beziehungen ergeben sich, weil grundlegend neue Technik auch neue Formen der Zusammenarbeit der Menschen fordert.

Gegenwärtig vollzieht sich eine technische Revolution. Da sie durch die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse im Produktionsprozeß gekennzeichnet ist, bezeichnet man sie als wissenschaftlich-technische Revolution.

Diese wissenschaftlich-technische Revolution ist für den allgemeinen technischen Fortschritt sehr wichtig. Neben der laufenden Verbesserung der Technik gibt sie vor allem die neuen Richtungen der technischen Entwicklung an.

Zusammenfassend kann man sagen: Der wissenschaftlich-technische Fortschritt verbessert die bereits bekannte Technik und wendet völlig neue Produktionsmethoden an.

## **Technische Revolution – Arbeitsteilung – Klassenbildung**

Jede Revolution – ob in der Gesellschaft oder in der Technik – bestimmt nicht der Zufall, sondern sie erfolgt unter dem Zwange bestimmter Bedingungen. Jede Revolution hat ihre Ursachen.

Die Arbeit, sagt Karl Marx, ist ein Prozeß zwischen Mensch und Natur, in dessen Verlauf der Mensch zuerst Feld- und Waldfrüchte suchte und sammelte. Hierbei war er der Natur ausgeliefert. An einem Tage war er satt und fühlte sich in der Sonne wohl, am nächsten Tage dagegen fand er keine eßbaren Dinge, es regnete, er war naß, hungrig und fror.

Wir wissen bereits, wie der Mensch durch den Gebrauch einfacher Gegenstände, die er in der Natur vorfand, sein Leben verbesserte. Mit der Erfindung von Pfeil und Bogen und der Kenntnis über den Gebrauch des Feuers machte sich der Mensch vom Klima mehr und mehr unabhängig. Die Jagd wurde neben dem Sammeln zur richtigen Arbeit.

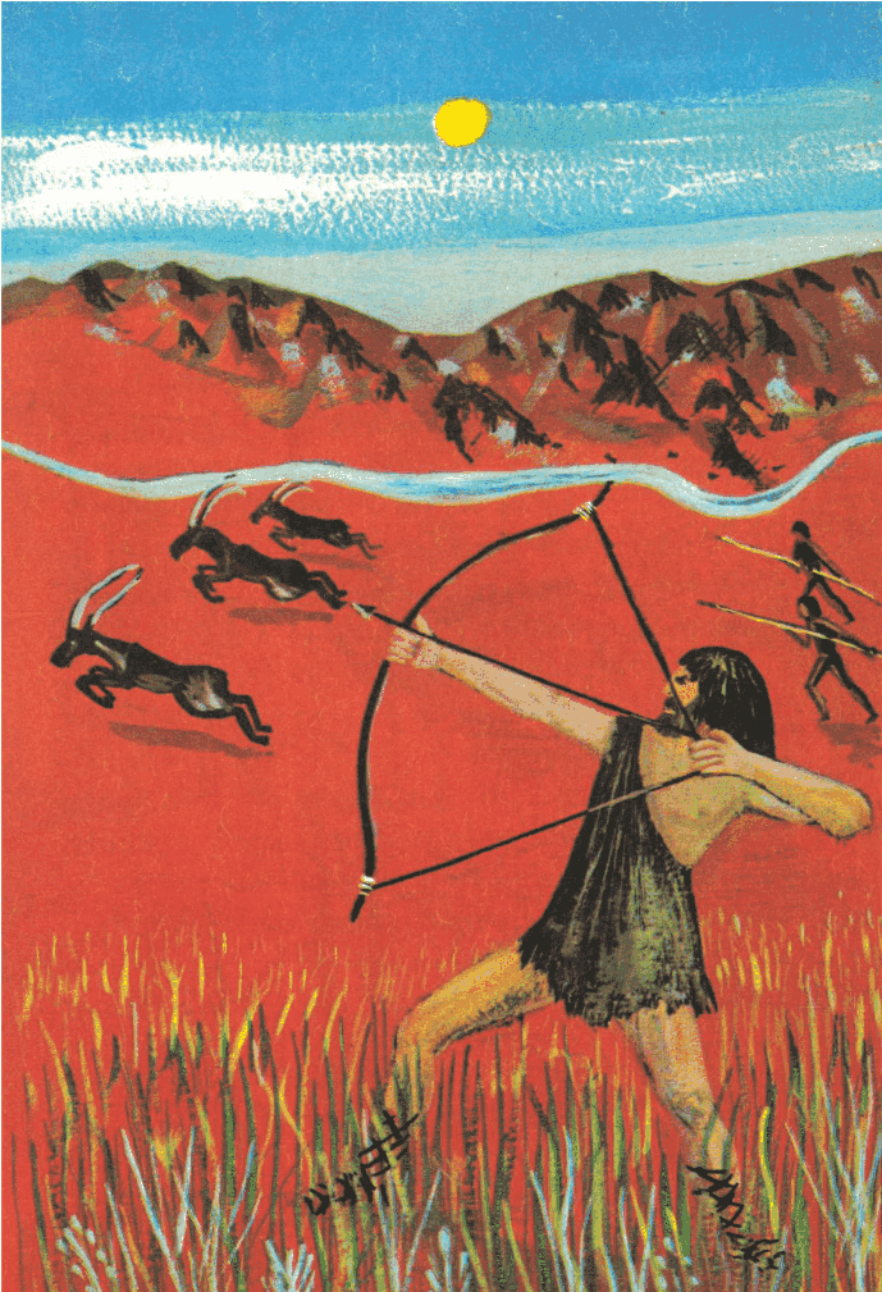
Der Mensch lernte, sich vor vielen Gefahren der Natur zu schützen. In jener Zeit entstanden die ersten Ansiedlungen. Die Menschen arbeiteten

und lebten dort gemeinsam. Sie benutzten hölzerne Gefäße und Geräte sowie Steinwerkzeuge. Eine Arbeitsteilung gab es noch nicht.

Das Sammeln von Früchten und Jagen von Tieren war unsicher. Oft fand man nichts Eßbares, und die Jagd erbrachte immer weniger Beute. Der eine oder andere Mensch der Frühzeit hatte vielleicht gefangene Jungtiere zufällig aufgezogen oder Pflanzen umgesetzt und erkannt, unter welchen Bedingungen sie wachsen. So bildeten sich langsam die Tierzucht und der Ackerbau heraus.

Mit der Arbeitsteilung in Jäger und Bauern vollzog sich die erste technische Revolution. Für die Arbeit auf den Feldern und in den Gärten brauchten die Menschen landwirtschaftliche Geräte, für den Transport der Ernten Fahrzeuge, für das Aufbewahren der Feldfrüchte geschützte Räume. Sicheln und Pflugschare, Räder und Wagen aus Metall, größere und stabilere Behausungen sind Beispiele für technische Neuerungen jener Zeit. Mit der Technik bildeten sich auch verschiedene Zweige des Handwerks heraus.

Man konnte mehr produzieren, als zur unmittelbaren Erhaltung des Lebens notwendig war. Durch diese Mehrprodukte, die ersten Formen einer gesellschaftlichen Arbeitsteilung und die Auswei-



tung des Austausches der Waren untereinander, bildeten sich erste Formen der Klassengesellschaft heraus.

So ist die erste technische Revolution mit der Entstehung der Ausbeutung des Menschen durch den Menschen verbunden, aber auch mit einer Einsparung an Zeit. Brauchte man bisher den größten Teil des Tages zum Sammeln und Jagen, so konnten die Menschen die Zeit nun viel wirkungsvoller nutzen. In kürzerer Zeit produzierten sie mehr als vorher.

Das Prinzip, mit geringerem Aufwand mehr zu erreichen, wurde schrittweise auf andere Lebensbereiche ausgedehnt. Das Handwerk spezialisierte sich: Eine Gruppe von Handwerkern stellte Kleidung, eine andere Waffen und landwirtschaftliche Geräte aus Metall oder Gegenstände aus Holz her. In der Landwirtschaft bearbeitete man den Boden gründlicher, düngte ihn und erntete dadurch mehr. Mit Hilfe der Tierkraft trieb man einfache Maschinen, zum Beispiel Göpel und Schöpfrad, an.

Durch die neue Technik in der Landwirtschaft

Bergwerk um 1550  
Schachtförderanlage mit Pferdegöpel





konnten mehr Menschen auf kleinem Raum zusammen leben.

Die menschliche Arbeit wurde durch neue Werkzeuge und neue Formen der Zusammenarbeit in der Produktion leistungsfähiger. Das beweist die Entwicklung des Handwerks.

Während zuerst ein Handwerker das Produkt, zum Beispiel Schuhe, allein herstellte, arbeiteten später mehrere Handwerker in einem Produktionsbereich zusammen. Diese einfache Verbindung oder Kooperation war die erste Form der Manufakturen. Man produzierte gemeinsam in größeren Werkstätten, benutzte aber nach wie vor handwerkliche Arbeitsinstrumente.

Aus dieser einfachen Kooperation entwickelte sich die kapitalistische Manufaktur. Während die einfache Kooperation im allgemeinen ein Handwerksmeister leitete, der Fachmann und Unternehmer zugleich war, mußte in der kapitalistischen Manufaktur der Unternehmer nur über ausreichend Kapital verfügen. Der Handwerksmeister arbeitete selbst noch mit, der Chef im kapitalistischen Manufakturbetrieb war dagegen nur Unternehmer, Organisator und Kaufmann. In diesen Betrieben gliederte man die Arbeit in eine Reihe zusammenhängender Einzelprozesse auf. Sollte zum

Beispiel eine Postkutsche hergestellt werden, so fertigte ein Arbeiter nur die Räder, ein anderer die Sitze, ein dritter schmiedete die Achsen.

War der Handwerker des Mittelalters noch ein universell geübter Fachmann, so beherrschte der Arbeiter in der kapitalistischen Manufaktur nur noch bestimmte Handgriffe. Dadurch konnte er an seinem Arbeitsplatz mehr leisten.

Gleichzeitig entwickelten sich viele Formen von Hämmern, Sägen, Feilen, Bohrern und so weiter. Trotzdem waren sie noch immer – wenn auch verfeinert – Werkzeuge, vergleichbar mit denen vor vielen hundert Jahren, denn ihr Antrieb und ihre Führung erfolgte durch die Muskelkraft und Geschicklichkeit des Menschen.

Der Einsatz der ersten Maschinen führte zu einer weiteren technischen Revolution und zu einer Arbeitserleichterung. Man entwickelte die Werkzeugmaschine und wendete sie überall in der Produktion an. In Verbindung mit der Dampfmaschine entstand die maschinelle Großindustrie. Die Produktionstechnik entwickelte sich durch viele neue Erfindungen weiter. Eine wichtige Erfindung war zum Beispiel der bewegliche Stahlhalter, der den Drehmeißel an der Drehmaschine führt.

Er ersetzte nicht nur irgendeine Vorrichtung, sondern die menschliche Hand selbst. Diese neue Steuerungstechnik zur Führung des Drehmeißels ermöglicht auch, komplizierte Teile genauer und schneller zu produzieren, als es der erfahrendste Meister jener Zeit je gekonnt hätte.

Immer mehr neue Maschinenarten wurden entwickelt, viele Fabriken entstanden, Fahrrad und Auto wurden konstruiert und gebaut. Man mechanisierte den Produktionsprozeß. Man verbesserte immer mehr Arbeitsprozesse durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse.

Infolge der industriellen Revolution wuchs die Macht der Fabrikbesitzer. Weil die Besitzer der Fabriken, also die Kapitalisten, den Arbeitern wenig Lohn zahlten und ihre Erzeugnisse so teuer wie möglich verkauften, wurden sie reich. Ihren Reichtum benutzten sie auch dazu, die politische Macht an sich zu reißen und zu regieren.

Auf der Grundlage ihrer neuen ökonomischen Position führten die Kapitalisten den Kampf um die politische Macht. Ihr Sieg beseitigte alle feudalen Schranken, die der kapitalistischen Entwicklung entgegenstanden, und gab dadurch den neuen Produktivkräften alle Möglichkeiten für ihre schnelle und ungehinderte Entwicklung.

In diesem Prozeß bildeten sich die beiden Hauptklassen des Kapitalismus heraus: die Klasse der Ausbeuter, der Kapitalisten, und die Klasse der Ausgebeuteten, des Proletariats. Diese beiden Klassen standen sich von Anfang an feindlich gegenüber; denn die kapitalistische Ordnung verfolgte schon immer nur ein Ziel: die Arbeiter auszubeuten, um einen hohen Profit zu erreichen.

### **Was haben wir daraus gelernt?**

Für die Antwort auf die Frage nach dem Zusammenhang zwischen technischer Revolution und gesellschaftlicher Veränderung in unserem Jahrhundert, also den gesellschaftlichen Auswirkungen der wissenschaftlich-technischen Revolution unserer Zeit, hält die Geschichte der letzten zehn Jahrtausende folgende Lehre bereit:

Eine Veränderung der gesellschaftlichen Verhältnisse ohne technische Revolutionen hat es gegeben, zum Beispiel beim Übergang von der Sklavenhaltergesellschaft zum Feudalismus.

Eine technische Revolution ohne Ablösung einer Gesellschaftsformation durch eine andere konnten die vergangenen zehntausend Jahre nicht.

Erinnern wir uns in diesem Zusammenhang noch einmal: Mit den neuen Werkzeugen veränderte sich die Lebensweise des Urmenschen. Ackerbau und Viehzucht waren die Voraussetzung für eine neue Art zu leben. Die Beziehung der Menschen veränderte sich, es entstanden Gesellschaftsordnungen, die auf der Ausbeutung des Menschen durch den Menschen beruhen.

Durch die industrielle Revolution wurde die Arbeit des Menschen noch produktiver. Immer mehr Maschinen halfen bei der Arbeit.

Die wissenschaftlich-technische Revolution, die wir heute erleben, schafft die wissenschaftlich-technischen, organisatorischen und ökonomischen Voraussetzungen für den Übergang zur umfangreichen Anwendung automatisch gesteuerter und geregelter Produktionen. Dazu muß man die Wissenschaft einsetzen und die Technik weiterentwickeln.

Durch die neue Technik verändert sich auch die Arbeit des Menschen. Wir beobachten viele solcher Veränderungen. Alte Berufe verschwinden, neue entstehen. Wer kennt noch einen Kutschenbauer, aber Facharbeiter für Fernsehelektronik sind uns allen bekannt.

Wir hören oft das Wort Qualifizierung. Die verän-

derte Arbeit verlangt vom Menschen viel Wissen. Dieses neue Wissen ist eine Kraft, die wir aber nicht nur dazu benutzen, Maschinen zu bedienen oder neue zu konstruieren. Wir lernen gleichzeitig die sozialistische Gesellschaft zu schaffen, in der unsere Arbeit uns am meisten nutzt. Wir haben aus der Geschichte gelernt, daß jede grundlegende Veränderung auf technischem Gebiet auch Veränderungen in der Gesellschaft notwendig macht. Diese richtige Folge, diese Gesetzmäßigkeit in der Entwicklung anzuerkennen bedeutet aber nicht, darauf zu warten, daß der Kapitalismus durch den Sozialismus abgelöst wird, daß sich alles von allein vollzieht. Die Menschen müssen selbst dafür sorgen, daß aus der Möglichkeit Wirklichkeit wird, indem sie lernen, arbeiten und für die neue Gesellschaftsordnung kämpfen.

## **Im Wettlauf mit der Zeit**

Bedeutende Entdeckungen in der Physik, Biologie und anderen Bereichen der Wissenschaften sowie neue technische Entwicklungen finden in immer kürzeren Zeitabschnitten Anwendung in der Produktion. Denken wir nur an die Elektronik und

damit an das Fernsehen und die Datenverarbeitung, an neue Kraftstoffe und die Raketentechnik.

Diese naturwissenschaftlichen Entdeckungen und technischen Neuerungen kennzeichnen jedoch nicht allein den Inhalt der wissenschaftlich-technischen Revolution. Wissenschaft und Technik bereichern sich wechselseitig und treiben einander schnell voran. Die wissenschaftlich-technische Revolution der Gegenwart erfaßt alles Denken und Handeln des Menschen, insbesondere alle Seiten und Zweige der Produktion. So schafft die Chemie zum Beispiel immer neue Werkstoffe; die Physik trägt dazu bei, neue Formen für die Energiegewinnung zu finden, und die Biologie liefert neue Erkenntnisse für die Landwirtschaft.

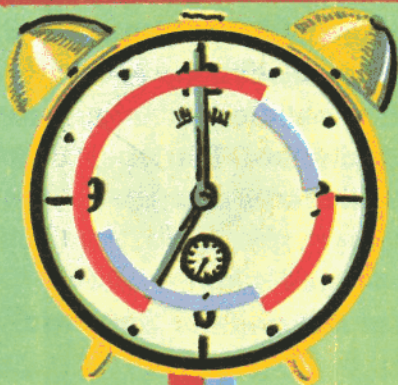
Die Wissenschaft beeinflusste die Produktion auch schon früher, aber damals waren ihre Wirkungen nicht so unmittelbar und in allen Produktionsbereichen spürbar. Heute wendet man die Wissenschaft in der Produktion nicht mehr zufällig oder auf ein einzelnes Gebiet beschränkt an. Die moderne Produktion entwickelt sich und funktioniert nur, wenn ihr die ständige Anwendung der Wissenschaft zugrunde liegt.

Dabei geht es vor allem darum, wissenschaftliche



## Tagesplan

- 7<sup>00</sup> Aufstehen  
8<sup>00</sup> Schule  
13<sup>00</sup>-15<sup>00</sup> Spielen  
15<sup>00</sup> Hausaufgaben  
17<sup>00</sup> Spielen  
19<sup>00</sup> Mutter helfen  
20<sup>00</sup> Schlafen



Ergebnisse schnell für die Produktion zu nutzen, neue Werkzeuge, Geräte, Maschinen und moderne Verfahren in kurzer Zeit einzusetzen.

Karl Marx sagte: „Je weniger Zeit die Gesellschaft bedarf, um Weizen, Vieh und so weiter zu produzieren, desto mehr Zeit gewinnt sie zu anderer Produktion.“

Die Ökonomie der Zeit ist ein Gesetz, und es verlangt zunächst ganz allgemein die Einsparung von Arbeit. Darüber hinaus geht es nicht nur um die Einsparung schlechthin, sondern auch um die bessere, rationellere Nutzung der bereits vorhandenen Maschinen, Betriebe, Elektrizitätswerke, Fahrzeuge und so weiter.

## **Das Allgemeine und der Sonderfall**

Wir wissen, daß revolutionäre Veränderungen in der Technik einen sehr großen Einfluß auf die Entwicklung ausüben. Man darf aber nicht übersehen, daß sich neben den großen auch kleinere technische Veränderungen ergeben. Die Erfindung und Entwicklung der Kleidung zum Beispiel hat nie eine technische Revolution ausgelöst; was wäre aber, müßten wir ohne sie auskommen? Und

was wäre, wenn wir sie noch heute mit der Hand weben und nähen müßten?

Der wissenschaftlich-technische Fortschritt wirkt also nicht nur auf neue Bereiche, sondern auf alle Gebiete der Produktion ein. Der technische Fortschritt ist deshalb das Allgemeinere, das Umfassendere in der Entwicklung der Technik.

Die technischen Revolutionen, auch Sprünge genannt, stellen dagegen die Sonderfälle dar.

Es gibt also zwei Hauptformen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts: Die eine ist jene Veränderung der Technik, die durch neue, früher unbekannte Arten von Energie, Geräten, Maschinen, Werkstoffen und Technologien gekennzeichnet ist. Die zweite Form, die stetig fortschreitende Veränderung, vervollkommnet bereits bekannte Maschinen, Fahrzeuge und Werkstoffe.

Um die moderne Produktion zu gestalten, braucht man neue Formen zur Erzeugung elektrischer Energie. Schrittweise nutzt man die Atomenergie zur Gewinnung von Wärmeenergie und mechanischer Energie. Erdöl und Erdgas verdrängen die festen Brennstoffe, wie zum Beispiel Braun- und Steinkohle. Man braucht neue Werkstoffe und vieles anderes mehr..

Es wäre aber unklug, sich nur für das Neue einzusetzen und nur dafür alles Geld auszugeben, ohne die bereits vorhandene Produktionstechnik zu pflegen und zu verbessern. In Städten und Dörfern entstehen zum Beispiel ständig neue Wohnungen; für den Aufbau brauchen wir Kraft, Zeit und Geld. Wir dürfen dabei jedoch nicht die vielen, seit Jahren bewohnten Häuser vergessen, sondern müssen ihren Wert erhalten, sie pflegen und ausbauen.

So liegt uns sowohl die Entwicklung und Anwendung der neuen Technik als auch der Gebrauch und die Verbesserung der bereits vorhandenen am Herzen. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt drückt sich in der Wechselwirkung beider Entwicklungsrichtungen aus; aber die zukünftige Produktionstechnik zeichnet sich hauptsächlich durch die Ergebnisse der wissenschaftlich-technischen Revolution aus.

Der wissenschaftlich-technische Fortschritt vollzieht sich vor allem in den folgenden Hauptrichtungen:

- zunehmende Verwendung chemischer Erzeugnisse und Einführung chemischer Prozesse in die Produktion (Chemisierung)
- verstärkte Anwendung der elektrischen Energie

zur Erzeugung der mechanischen Kraft und Verwendung der elektrischen Energie für die unmittelbare Formgebung der Werkstoffe (allseitige Elektrifizierung)

- schnelle Entwicklung der Elektronik, umfassende Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung (Elektronifizierung)
- Mechanisierung und Automatisierung der Produktion.

## **Vormarsch der Chemie**

Die chemische Industrie stellt viele Erzeugnisse unseres täglichen Bedarfs her: Zahnpasta, Kleiderstoffe, Düngemittel, Arzneimittel, Autoreifen. Wie alt ist die chemische Industrie? Wie ist sie entstanden?

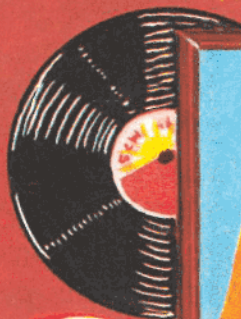
Im Verhältnis zu anderen Industriezweigen, zum Beispiel der metallverarbeitenden Industrie, ist die chemische Industrie sehr jung. Als sich die industrielle Textilherstellung Anfang des vorigen Jahrhunderts zu entwickeln begann, benötigte man mehr Bleich-, Wasch- und Färbemittel. Um diesen wachsenden Bedarf zu decken, baute man größere Chemiebetriebe. So entstand parallel zur Textilindustrie eine Chemieindustrie.

Seit der Entwicklung der ersten Kunststoffe um die Jahrhundertwende vergrößerte sich die chemische Produktion in nahezu revolutionärer Weise. Sie trägt wesentlich zur Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts bei. In den letzten zehn Jahren hat sich zum Beispiel die Produktion von Erzeugnissen der chemischen Industrie verdoppelt. Die chemische Industrie entwickelt sich schneller als die meisten anderen Zweige unserer Produktion. Da sie im Verhältnis zu anderen Industriezweigen sehr viel Energie verbraucht, ist ihre weitere Entwicklung an die ständig steigende Erzeugung von elektrischem Strom gebunden.

Wenn wir heute neue Kraftwerke bauen, dann ist das auch eine wichtige Voraussetzung für die Erhöhung der chemischen Produktion.

### **Mit geringsten Kosten produzieren**

Bei jeder Arbeit soll etwas Nützliches entstehen, ein Spielzeug, ein Fahrrad, ein Haus oder ein Kraftfahrzeug. Bevor das neue Auto über die blanken Straßen rollt, ist viel Arbeit geleistet worden. Einerseits bei der Formung von Karosserie, Achsen,



**Motor und Rädern, andererseits bei ihrem Zusammenbau.**

**Wenn man zum Beispiel den Bau eines Kraftfahrzeuges zurückverfolgt, stellt man fest, daß er mit der Gewinnung der Rohstoffe beginnt. Aus den Rohstoffen werden Werkstoffe entwickelt und daraus die Fertigerzeugnisse.**

**Wieviel Umwandlungsstufen müssen aber Erz, Holz oder Faser durchlaufen, bevor daraus Bleche, Holzplatten oder Textilien entstehen?**

**Bereits bei der Erzeugung der Werkstoffe berücksichtigt man ihren speziellen Verwendungszweck. Aber das Erz, das man im Bergwerk schürft, das Holz, welches man im Wald schlägt, läßt diese Spezialisierung nur begrenzt zu. Die Werkstoffe, die wir in der chemischen Industrie produzieren, sind gegenüber den Naturwerkstoffen bereits für bestimmte Aufgaben vorgeordnet, es sind Werkstoffe nach Maß.**

**Wenn wir Werkstoffe nach Maß herstellen wollen, dann müssen wir, wie die Erbauer eines Hauses, die einzelnen Bausteine richtig anordnen. Wir müssen die zu verwendenden Bausteine und die Gesetze kennen, nach denen sie zusammenfügbar sind; nur dann können wir mit geringerem Aufwand unsere Aufgaben in der Produktion lösen.**



So wird es möglich, mit geringsten Kosten zu produzieren.

## **Der Stein der Weisen**

Solange der Mensch die Stoffe der Natur für seine Zwecke nutzt, versucht er hinter die Geheimnisse ihres Aufbaus zu kommen.

Im Altertum war das Metall der interessanteste Stoff für die Menschen. Das Metall wird im Gegensatz zum natürlich gewachsenen Holz aus dem Erz im Feuer erschmolzen, gereinigt und später durch Gießen und Schmieden geformt. Seine Herstellung war im Altertum kompliziert und aufwendig. Viele eigenartige Vorstellungen waren mit ihm verbunden.

Die Alchimisten vertraten die Auffassung, Metall sei lebendig. In der Sonne werde es geboren und sei noch unvollkommen. Aber unter dem Einfluß der Sterne entwickle es sich und werde schließlich rein. So strebten alle Metalle in der Reihenfolge Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber und endlich Gold nach Vollkommenheit. Die Alchimisten stellten sich die Aufgabe, aus Stoffen niedrigerer Reinheit, wie zum Beispiel Kupfer und Blei, das edle und reine Gold herzustellen.

Die Alchimie war eine Geheim„wissenschaft“, die zu ihrer Ausübung verschiedene Bedingungen voraussetzte:

- Man muß diskret und verschwiegen sein
- man muß weit von den Menschen wohnen
- man muß den Einfluß der Sterne auf die Arbeitszeiten beachten
- es ist Vermögen erforderlich.

Genaue Anweisungen regelten auch die Methoden, nach denen man sich Neugierige vom Halse halten sollte:

Immer muß an der Tür des Experimentierraumes ein Wächter mit flammendem Schwert stehen, um alle Besucher zu untersuchen und Unwürdige nach Hause zu schicken.

So eigenartige Bedingungen und Regeln die Alchimisten für ihre Arbeit auch schufen, sie fanden keinen Weg, um Gold aus Blei zu machen. In ihrer Bedrängnis suchten sie nach dem „Stein der Weisen“, nach einem geheimnisvollen Mittel, das die von ihnen ersehnte Stoffumwandlung zustande bringen sollte. Ebenso versuchten sie auch die „Pille der Unsterblichkeit“ zu erfinden.

Ihr sehnlichstes Ziel dabei war, die Zurückführung aller Stoffe auf den Urzustand zu finden. Sie stellten sich diesen Urzustand der Materie als ein trok-



kenes, färbendes Pulver vor, das alle Kräfte dieser Welt in sich vereinigt.

Bei dem Suchen nach dem „Stein der Weisen“ experimentierten die Alchimisten viel und erfanden nebenher zahlreiche nützliche Stoffe und Methoden. Sie entwickelten Rezepte für Farben und Schießpulver, schufen Methoden für das Gerben von Häuten und Einfärben von Stoffen. Ihre Forschungen nach dem Allheilmittel ließen sie neue Arzneien zur Bekämpfung von Krankheiten und Gebrechen entdecken.

Wir lächeln heute über die Alchimisten, ihr primitives Denken und ihre Methoden. Doch die Alchimie erstrebte und ersann die ersten Mittel der Wissenschaft Chemie, die heute der Mensch verwirklicht. Die Elementumwandlungen, die die Alchimisten in wunderbarer Weise zu erreichen hofften, waren – abgesehen von ihrer Idee, Gold herzustellen – nichts anderes als die Suche nach der Einheit der Stoffe.

Der Gedanke, daß unsere Stoffe in der Natur aus einheitlichen Bausteinen bestehen, bewegte auch die griechischen Philosophen, als sie versuchten, ein Element zu entdecken, das der Grundstoff aller Dinge sein sollte. Viele glaubten, es sei das Wasser, andere meinten, es sei die Erde oder

das Feuer. Bei der Suche nach der Einheitlichkeit wünschte man sich, die Ordnung im Aufbau der Stoffe zu ergründen.

Heute suchen wir keinen „Stein der Weisen“ mehr. Wir haben ihn – es ist die Wissenschaft von der Chemie, und jeder, der sich diese Lehre aneignet, besitzt ihn.

## **Das Abc der Stoffe**

Wir kennen heute etwa einhundert Grundstoffe, die wir Elemente nennen. Darüber hinaus gibt es viele andere Stoffe, die sich aus Elementen zusammensetzen.

Elemente bestehen aus Atomen, die einen Durchmesser von etwa 0,000 000 01 Zentimetern haben. Ein Atom besteht aus dem Atomkern und den Elektronen, die sich um den Atomkern bewegen. Der Atomkern wiederum setzt sich aus noch kleineren Teilchen, den Protonen und Neutronen, zusammen.

Die Atome können sich zu größeren Teilchen, den Molekülen, vereinigen. Nach der Anzahl und der Anordnung der Atome im Molekül richtet sich die Eigenschaft eines Stoffes, ob er hart oder weich,

durchsichtig, undurchsichtig oder durchscheinend, sauer oder süß ist, elektrischen Strom leitet oder nicht, ob er Kristalle bildet, welche Färbung er hat.

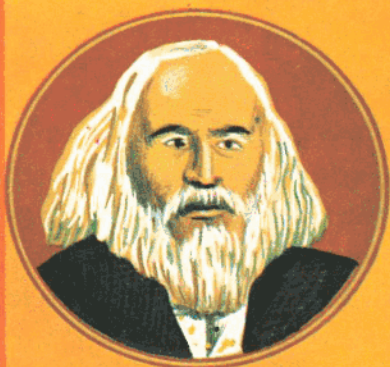
Atomkerne kann man spalten, indem man sie mit Neutronen beschießt. Neutronen werden frei, die weitere Spaltungsvorgänge auslösen können. Dabei werden große Energiemengen freigesetzt, und die Eigenschaften der Atome verändern sich.

Um die Art der Atome und deren Lage im Molekül zu bestimmen, haben die Chemiker eine Zeichensprache entwickelt, mit deren Hilfe man den Bau der Stoffe sehr kurz zu beschreiben vermag.

Bevor man neue Stoffe entwickeln kann, muß man die in der Natur vorhandenen Atom- und Molekülbauten kennenlernen. Durch Experimente in Laboratorien und durch die Nutzung bereits erzielter Erfahrungen und Kenntnisse werden dafür die Voraussetzungen geschaffen.

Die Chemiker ordnen und vergleichen die gewonnenen Erkenntnisse. Ihre wissenschaftliche Arbeit endet oft in der Konstruktion eines für die Industrie oder Medizin dringend benötigten Werkstoffes oder eines Arzneimittels. Solche Ergebnisse, die dann in der chemischen Zeichensprache in Bü-

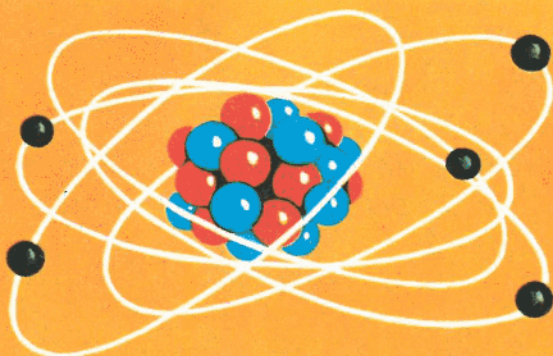
H								He
Li	Be	B	C	N	O	F		Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl		Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ma	Co	X



MENDELEJEV



RUTHERFORD



Bor

chern festgehalten werden, sind für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt, für unser Leben äußerst wichtig und oft wertvoller als alles auf der Erde vorhandene Gold.

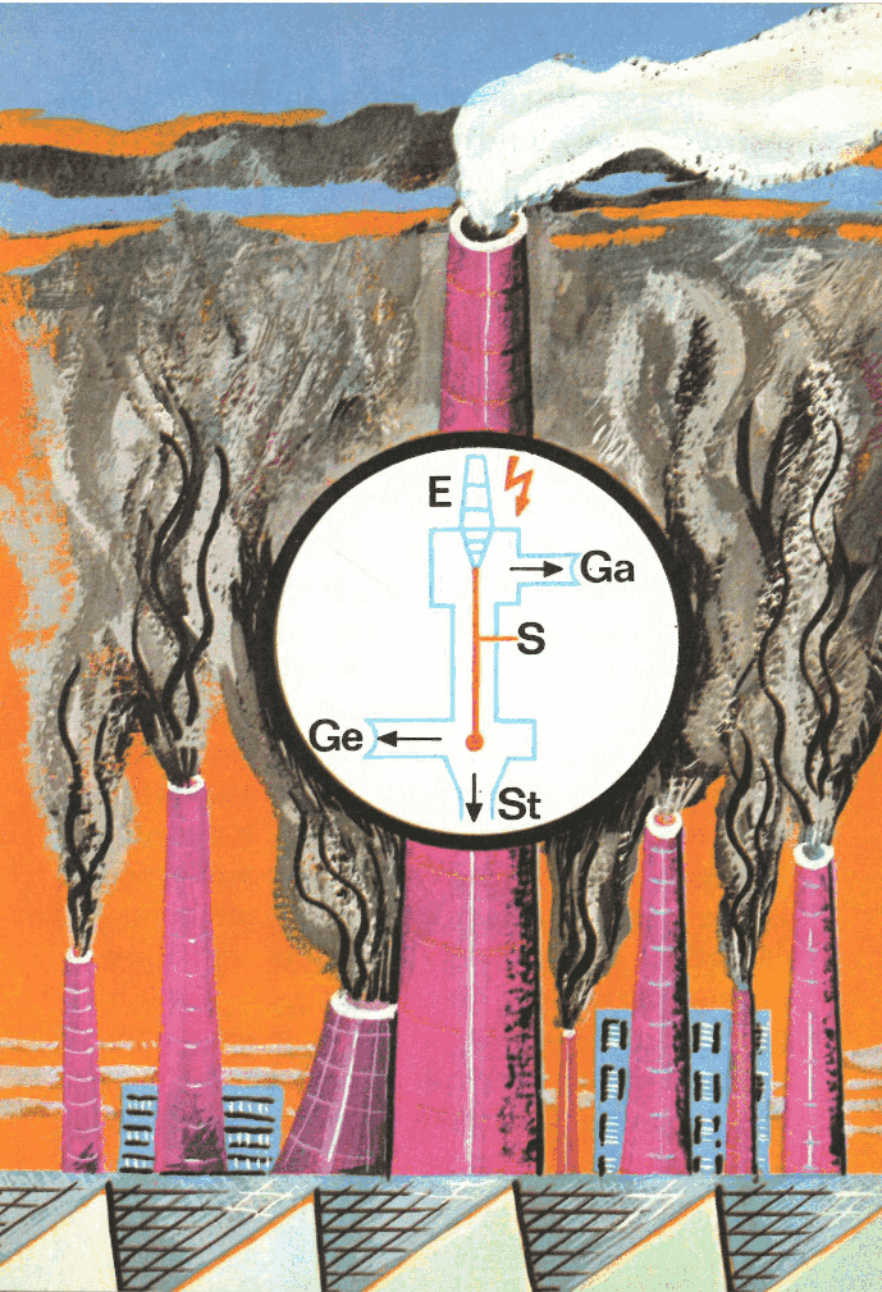
## **Neue Formen der Stoffumwandlung**

So wie wir die Stoffe in der Natur vorfinden, genügen sie oftmals nicht unseren Anforderungen, deshalb werden sie durch vielfältige Formen der Bearbeitung kombiniert oder umgewandelt. Es entstehen Stoffe mit gewünschten Eigenschaften. Die Veränderung der stofflichen Zusammensetzung ist auch oft der Grund dafür, warum wir den entstandenen neuen Werkstoffen nur selten anmerken, aus welchen Rohstoffen sie entstanden sind.

Wollen die Chemiker neue Werkstoffe erzeugen, suchen sie zunächst nach Stoffen mit ähnlichen Eigenschaften in der Natur. Das erleichtert und verbilligt die Umwandlung. Sie streben auch danach, bei der Bearbeitung so wenig wie möglich elektrische Energie zu verbrauchen, denn sie ist

Elektrofilter: Ga Gasaustritt, Ge Gaseintritt, S Sprühelektrode,  
St Staubabzug





teuer, ebenso die komplizierten Anlagen, in denen man die neuen Stoffe herstellt. Wie man die Stoffe am schnellsten und billigsten, also am wirtschaftlichsten umwandelt, errechnen Techniker, Chemiker und Ökonomen.

Die Verfahrenstechnik ist ein neuerer wissenschaftlicher Zweig; er widmet sich seit wenigen Jahrzehnten dem Ziel, Stoffe noch wirtschaftlicher umzuwandeln. Die Verfahrenstechniker untersuchen chemische und physikalische Stoffumwandlungsprozesse und bereiten ihre Anwendung in technischen Produktionsanlagen vor.

Die chemische Industrie ist aber nur eines der Gebiete dieser technisch und wirtschaftlich so bedeutenden jungen Wissenschaft. Die Stoffumwandlung mit Hilfe moderner Verfahren wenden wir in vielen Industriezweigen und -bereichen an: unter anderem bei der Gewinnung und Aufbereitung von Kohle, Erzen und Salzen, in der Hütten- und Stahlindustrie, in der Abwasseraufbereitung, bei der Luftreinhaltung und Müllbeseitigung und schließlich auch bei der Gewinnung von Süßwasser aus salzhaltigen Gewässern.

So gehört zur modernen Stoffumwandlung ein großer Bereich der Produktionstechnik. Ihre Anwendung ist außerordentlich vielfältig. Die besten

und billigsten Wege hängen von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen ab. Die Wissenschaft hilft uns, die vorhandenen Möglichkeiten der Stoffumwandlung weiter zu verbessern und neue Werkstoffe zu erfinden.

## **Erdöl und Kohle – wichtige Rohstoffe der Chemie**

Erdöl ist ein Rohstoff, aus dem man verhältnismäßig leicht und damit sehr wirtschaftlich wichtige Chemieprodukte gewinnen kann. Viele aus Erdöl hergestellte Stoffe haben wir vor Jahren aus der Braunkohle gewonnen. Die Wissenschaft hat aber Wege gezeigt, auf denen wir schneller und billiger, mit weniger Aufwand an Energie und Arbeitskraft die gleichen und bessere Werkstoffe aus Erdöl herstellen können.

Aus Erdöl entstehen Plaste, synthetische Fasern, Kraftstoffe, organische Grundchemikalien, neue Waschmittel und viele Gegenstände, die wir täglich brauchen. Mit Hilfe der erdölverarbeitenden Industrie, der Petrolchemie, verbessern wir unser Leben.

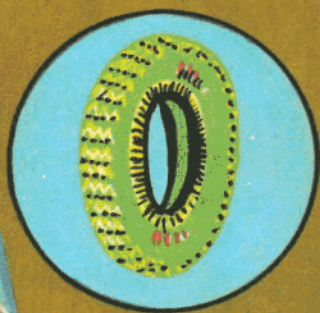
Doch Erdöl macht unsere Braunkohlevorkommen

nicht wertlos. Verwenden wir heute noch etwa drei Viertel der Kohle in Kraftwerken, im Verkehrswesen und in Haushalten, so wird sich dieser Anteil sehr bald verringern; an Stelle der Kohle gelangen andere Energieträger zum Einsatz. Im Verkehrswesen ist dieser Prozeß bereits am weitesten vorangekommen.

Brauchen wir die Kohle nicht mehr zur Erzeugung elektrischer Energie und zum Beheizen der Dampflokomotiven, können wir sie als Ausgangsmaterial für die Umwandlung der Stoffe benutzen, zur Herstellung von Ferngas und Chemieprodukten, die wir aus dem Erdöl nicht oder nicht rationell gewinnen können. Kohle ist wie das Erdöl ein wichtiges Ausgangsprodukt zur Produktion vieler Kunststoffe.

## **Was sind Kunststoffe?**

Kunststoffe sind keine natürlich entstandenen Stoffe, wie das Holz, die Wolle oder die Erze. Kunststoffe erhält man nur durch chemische Prozesse. Hören wir die Bezeichnungen Polyester, Glasfiber, Schaumpolyesterol oder Dederon, denken wir an unsere Kleidung, an Sportgeräte, Spielzeuge,

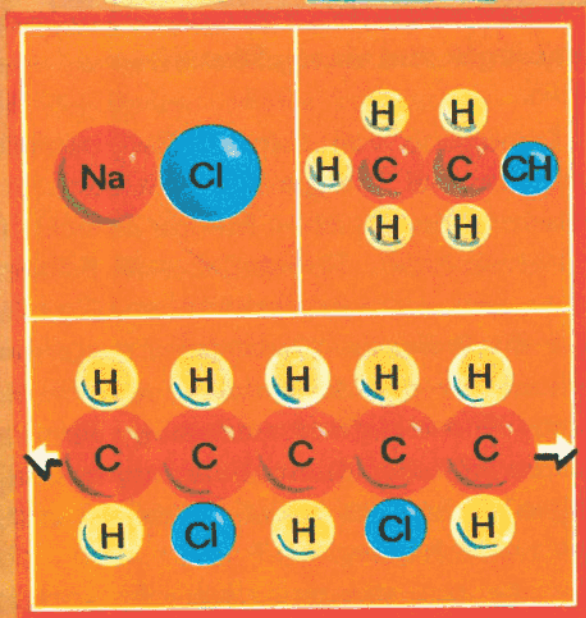


Radioapparate oder an Verpackungsmaterial. Die Aufzählung hilft uns aber nur wenig, wenn wir ergründen wollen, was Kunststoffe nun wirklich sind, denn es handelt sich bei diesen Bezeichnungen um gesetzlich geschützte Handelsnamen, die nicht immer aussagen, woraus der Kunststoff besteht, und schon gar nichts darüber verraten, wie man ihn herstellt.

Um die vielen Kunststoffe mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften zu ordnen, gliedert man sie in folgende Gruppen: Plaste, Elaste, synthetische Fasern, Leime, Lacke und Harze.

Alle Stoffe, die sich diesen Gruppen zuordnen lassen, haben ein gemeinsames Merkmal: Ihre kleinsten Bausteine, die Moleküle, sind im Verhältnis zu den Molekülen fast aller anderen bekannten Stoffe sehr groß. Während beispielsweise die Moleküle des Kochsalzes aus zwei oder die des Alkohols aus neun Atomen bestehen, enthält ein Kunststoffmolekül stets einige tausend, oft sogar eine Million und mehr Atome. Man bezeichnet deshalb die Moleküle der Kunststoffe als Makromoleküle, denn makro bedeutet groß. Die Kunststoffe selbst nennt man auch Polymere, wobei poly viel bedeutet. Die Kunststoffe unterscheiden sich wesentlich von den meisten natürlichen Stoff-





fen, weil ihre Bausteine groß und vielgestaltig sind.

Fast alle Kunststoffe enthalten viel Kohlenstoff- und Wasserstoffatome, also Atome, die wir vorwiegend im Erdöl und in der Kohle finden.

## **Viel Energie und wenig Menschen**

Zur Erzeugung von Kunststoffen benötigt man zehnmal soviel Energie wie zum Beispiel für die Herstellung der gleichen Menge Zement. Obwohl die notwendigen Rohstoffe, wie Kohle, Erdöl, Wasser, Luft und Salz, verhältnismäßig billig sind, liegen die Preise für Kunststofferzeugnisse hoch. Trotzdem ist die Verwendung von Plasten und anderen Kunststoffen auch aus ökonomischen Gründen günstig, da man sie in automatisierten Anlagen herstellen kann, an denen nur wenig Menschen arbeiten.

Durch die schnelle technische Entwicklung der sozialistischen Länder, durch ihre gute Zusammenarbeit und gegenseitige Hilfe entwickelt sich die Erzeugung von synthetischen Werkstoffen bei uns sehr schnell. Die Kunststoffe sollen aber nicht die bisher verwendeten Werkstoffe verdrängen



oder völlig ersetzen, sondern sie stellen ein neues Material dar, das viele Aufgaben, die der wissenschaftlich-technische Fortschritt stellt, besser zu lösen hilft als die althergebrachten Materialien.

Die Forderungen nach neuen Werkstoffen erfüllen wir aber nur, wenn wir unsere chemische Industrie ständig erweitern, verbessern, sie automatisieren und ihr in steigendem Maße Energie zur Verfügung stellen.

## **Kunststoffe für Maschinen**

Wir erinnern uns daran, daß die leistungsfähigen Kraft- und Arbeitsmaschinen vor etwa zweihundert Jahren die gesellschaftliche Arbeitsleistung gewaltig ansteigen ließen und die industrielle Revolution einleiteten. Auch heute sind der Maschinenbau und seine Erzeugnisse für unsere Wirtschaft von großer Bedeutung.

Mit Hilfe von Turbinen wird die Energie des strömenden Wassers und Dampfes in elektrische Energie umgeformt. Maschinen ermöglichen das Verarbeiten von Werkstoffen aller Art in den Produktionsstätten. In der Landwirtschaft und in der

Industrie erleichtern Maschinen die Arbeit und ermöglichen, mehr zu produzieren.

Maschinen müssen aus geeigneten, haltbaren Werkstoffen bestehen, da sie sonst sehr schnell zerstört werden. Deshalb wurden früher nur Stahl und Gußeisen im Maschinenbau verwandt.

Wenn in dieses, für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt so bedeutungsvolle Reich von Stahl und Eisen auch die Plaste und andere Erzeugnisse der chemischen Industrie einziehen, so wollen wir in Zukunft die stählernen großen Kräne, Werkzeugmaschinen und Dieselloks nicht aus Plasten herstellen, sondern wollen die besonderen Eigenschaften der Plaste, wie geringes Gewicht, leichte Formbarkeit und schönes Aussehen, als eine wertvolle Ergänzung und Bereicherung für die Herstellung und Anwendung der Maschinen benutzen. So stellt man zum Beispiel Bedienteile, wie Handräder, Griffe, Druckknöpfe, Skalenscheiben, aus Plasten her.

Plaste dämmen Schwingungen; man verwendet sie deshalb zum Abdecken und Verkleiden von Maschinen. Diese Eigenschaft nutzt man auch zur Herstellung geräuscharmer Zahnräder. Um die Festigkeit der Zahnräder zu erhöhen, werden die Plaste mit einem Hartgewebe verbunden.

Die Beispiele beweisen, daß die Plaste durch ihre guten Eigenschaften unentbehrliche Werkstoffe für den Maschinenbau sind.

## **Die Elektrotechnik bahnt einem Plast den Weg**

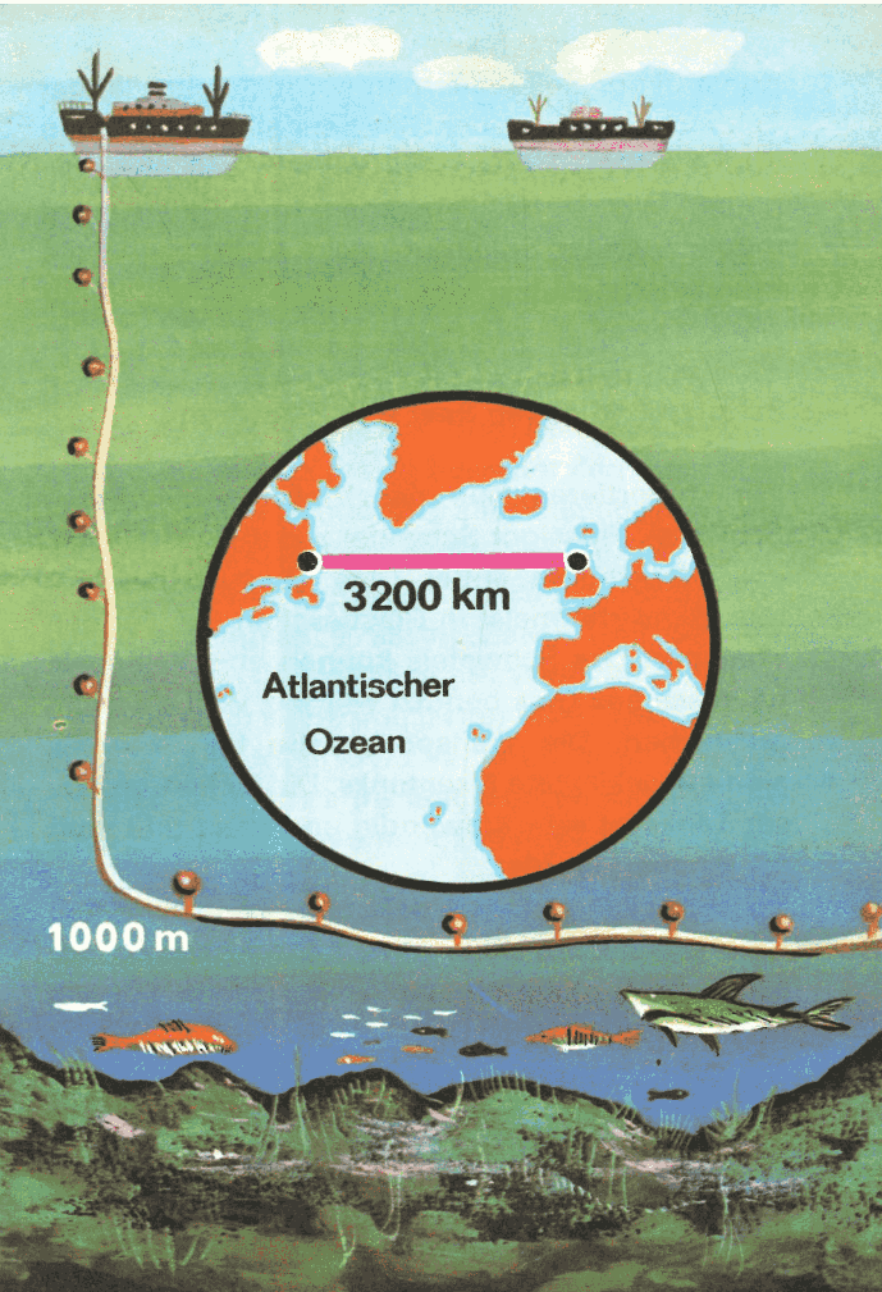
In den Jahren 1933 bis 1935 untersuchte man in einem amerikanischen Chemielabor Kunststoffe. Es sollte das Verhalten dieser Stoffe unter großem Druck erprobt werden. Als dabei zum erstenmal geringe Mengen eines damals noch unbekannten Thermoplastes, eines leicht herstellbaren und geschmeidigen Kunststoffes, entstanden, ahnte niemand, daß dieser Plast 30 Jahre später die höchsten Produktionsziffern erreichen würde. Die amerikanischen Chemiker erkannten die vorteilhaften Isoliereigenschaften dieses neuen Produktes, des Polyäthylens, und boten es der Kabelindustrie an. Die Kabelwerker probierten es aus. Damit begann sein Einzug in die Elektrotechnik.

Zuerst verwendete man es zur Isolierung von Fernsprech- und Seekabeln und als Ersatz der Bleiummantelung bei Luft- und Erdkabeln. 1957 verlegte man das erste Telefonkabel mit der neuen Schutzhülle aus Polyäthylen im Atlantik. Dieses

3200 Kilometer lange Atlantikkabel zwischen Neufundland und Schottland enthält Polyäthylen im Werte von 1 Million Dollar. Als sich dieser neue Werkstoff bei der Herstellung und Anwendung von Leitungskabeln der verschiedensten Arten bewährt hatte, setzte man ihn auch in anderen Bereichen der Produktion ein. Heute nutzt man ihn außer in der Elektroindustrie auch zur Herstellung von Verpackungsmaterial und in der Filmindustrie zur Anfertigung von Filmbändern. Der neue Werkstoff Polyäthylen wurde durch die Forschung verbessert und seinen Einsatzgebieten, besonders den Anforderungen der Elektrotechnik, immer mehr angepaßt.

Kein anderer Industriezweig ist gegenwärtig auf die neuen Werkstoffe aus der chemischen Industrie so angewiesen wie die sich sehr schnell entwickelnde Elektrotechnik. Die elektrotechnische Industrie war es auch, welche durch ihre ständigen Forderungen nach speziellen Eigenschaften der Werkstoffe die Wissenschaftler und Forscher anregte, neue Kombinationen von Kunststoffen zu entwickeln. Viele Plaste werden nach ihren Einsatzmöglichkeiten in der Elektroindustrie beurteilt.

Zahlreiche Isolierstoffe der Elektrotechnik und



3200 km

Atlantischer  
Ozean

1000 m

Konstruktionsteile, die man vor nicht allzu langer Zeit aus Porzellan oder Glas herstellte, fertigt man nun aus Kunststoffen. Wir wissen, daß ohne die neuen Werkstoffe Fernsehen und Radio nicht möglich, unser Spielzeug nicht so bunt und die Produktionstechnik viel weniger leistungsfähig wäre.

### **Schutzschild gegen Rost und Zerstörung**

Wir importieren aus der Volksrepublik Polen Schwefel. Flüssiger Schwefel zerstört viele Arten von Werkstoffen außer Glas. Deshalb bewahrt man Schwefel meist in Glasflaschen auf. Für den Transport des Schwefels können aber keine Behälter aus Glas benutzt werden, weil sie leicht zerbrechen. Die Transportgefäße für Schwefel sind ausgekleidete Eisentanks. Die Isolierung dieser Tanks ist sehr aufwendig und teuer und muß oft erneuert werden.

So ist gut zu verstehen, daß man sich in aller Welt schon lange um eine vorteilhaftere, das ist vor allem eine material- und zeitsparende Lösung bemüht.

Aus Polen kam diese interessante Nachricht: Neue Isolierstoffe für Tankwagen und Behälter sind

nach zweijähriger Forschungsarbeit aus Plaste entwickelt worden. In einer Spezialabteilung lief die Produktion bereits an. Die erste Serie von insgesamt zweihundert Tankwagen für den Transport von flüssigem Schwefel befindet sich in der Endfertigung. Die Tankwagen sind mit Schaumpolyurethan isoliert.

Schaumpolyurethan ist ein neuer Werkstoff, den die chemische Industrie zum Korrosionsschutz entwickelt hat. Korrosion bedeutet Zernagen oder Zerfressen, die Zerstörung aller metallischen und nichtmetallischen Werkstoffe. Ein derartiger Zerstörungsprozeß ergibt sich durch Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit, Wasser, Gasen und der verschiedensten Chemikalien auf Werkstoffe.

Eine Form der Korrosion ist der Rost. Rost zerstört Stahl und Eisen, und wir verlieren durch ihn jährlich viel Geld. Im Jahre 1880 wurden zum Beispiel etwa 80 Millionen Tonnen Eisen und Eisenwaren erzeugt. Im gleichen Jahr zerstörte der Rost annähernd 26 Millionen Tonnen. Heute schätzt man die jährlichen Korrosionsverluste an Stahl und Eisen auf 50 Milliarden Mark. Um solche Verluste zu verhindern, ist der Rostschutz für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt von Bedeutung.

Die Plaste sind zum wichtigsten Schutzschild vor Korrosion geworden.

Plastverkleidungen haben gegenüber den herkömmlichen Isolierungen eine viel höhere Schutzwirkung und sind auch leichter. Das Gewicht eines Tankwagens zum Transport von Schwefel konnte durch den neuen Isolierstoff Schaumpolyurethan um 600 Kilogramm verringert werden.

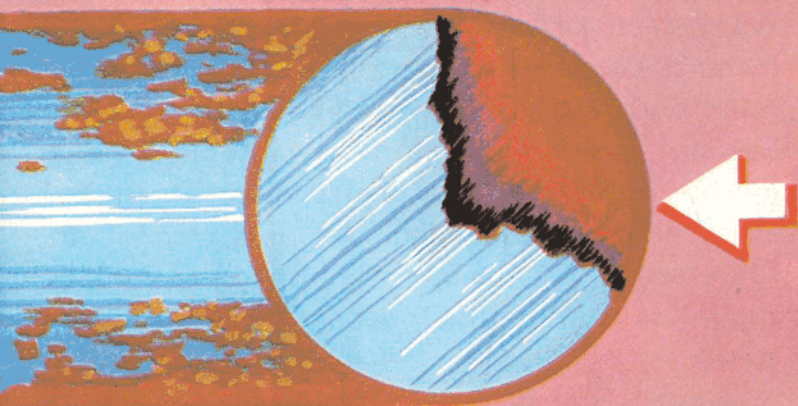
Wir wissen bereits, daß es ohne die Wissenschaft Chemie und ohne chemische Industrie keine Plaste gäbe. Ohne Plaste wäre aber auch die chemische Produktion selbst nur schwer lösbar, denn viele Apparate bestehen aus Plasten. Warum ist das so?

Apparate, in denen chemische Reaktionen ablaufen, müssen Säuren und anderen zerstörenden Chemikalien widerstehen. Plaste haben diese Eigenschaft. Sie sind in der Mehrzahl korrosionsfest und besitzen vielfach die notwendige mechanische Festigkeit, die zum Bau chemischer Apparate erforderlich ist.

Die Überlegenheit der Kunststoffe gegenüber den früher verwendeten Werkstoffen, wie Porzellan, Chrom, Gold und Silber, besteht darin, daß sie ein

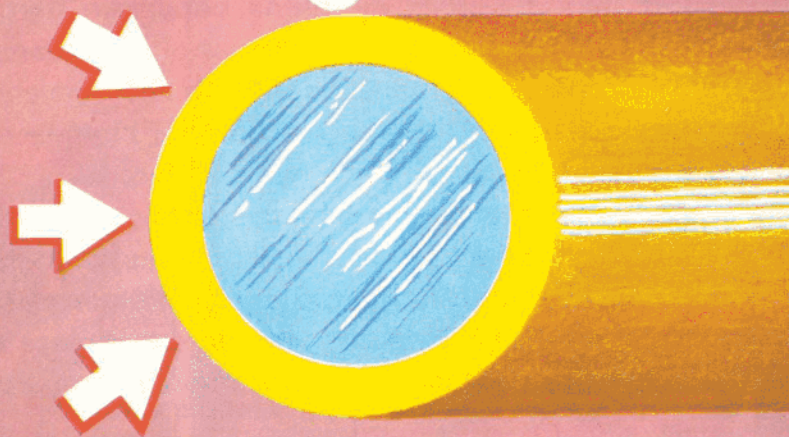


1880



1

2



geringes Gewicht haben und sich leicht bearbeiten lassen. Nachteilig wirkt sich häufig die begrenzte Wärmefestigkeit aus.

In der chemischen Industrie verwendet man Plaströhre und Plastwannen, aggressive Flüssigkeiten bewahrt man in Behältern oder Kanistern aus Plaste auf. Auch in chemischen Laboratorien sieht man viele Gegenstände aus Kunststoffen: säurefesten Tischbelag, Abflußbecken, Gasabzüge, Kannen, Schalen, Becher, Trichter und Flaschen.

## **Das Haus der Zukunft**

Auf der Allunionsausstellung in Moskau errichtete man im Frühjahr 1959 ein Haus der Zukunft.

Ein Reporter vom Rundfunk berichtete damals etwa so: Bei diesem Haus hat man auf traditionelle Baustoffe, wie Zement, Ziegel und Glas, verzichtet. Es besteht nur aus Werkstoffen der chemischen Industrie. Es ist ein Haus aus der Retorte.

Als Bauelemente benutzte man gebogene Platten aus Plast. Eine Wand ist vollkommen lichtdurchlässig. Hier ersetzte man Glas durch einen durchsichtigen Plast. Die Außenschicht des Hauses fertigte man aus stabilem glasfaserverstärktem Poly-



ester, die Innenschicht aus Plasten mit Papiereinlage. Die Mittelschicht der Hauswandplatten hat man aus einem wärmeisolierenden Schaumplast hergestellt.

Die Wohnung besteht aus einem Zimmer, der Küche, dem Vorzimmer und dem Bad. Eingebaute Schränke ersparen den zukünftigen Bewohnern die Anschaffung vieler Möbel.

Das Haus ist, verglichen mit anderen Häusern ähnlicher Größe, sehr leicht und fest. Vielleicht kann man derartige Plastehäuser sogar mit Hubschrauben an ihren späteren Standort transportieren.

Dieses Bauwerk läßt erkennen, welche Möglichkeiten sich durch die Nutzung von neuen Werkstoffen ergeben.

Federleichte und trotzdem feste Bauteile, dünne Wände in allen Farben, Gebäude mit riesigen Ausmaßen — all das ist heute keine Phantasie mehr, sondern Selbstverständlichkeit. Fensterrahmen, Türen, Fußbodenbelag und andere Konstruktionsteile stellt man schon längere Zeit aus Chemiewerkstoffen her, ebenso wie man Schaumpolystyrol als Isoliermaterial und zur Schalldämmung verwendet.

## **Projekte im Dienste des Menschen**

Am Rande der Großstadt treffen wir auf Gärtnereien, in denen eine Art langgestreckter Zelte aus Folie stehen. Unter diesen Abdeckungen werden Pflanzen aufgezogen. Ähnlich diesen Plastzelten gibt es heute auch sehr große Plasthallen.

Bei der einen Art dieser Plasthallen wird Luft (wie bei einem Luftballon) eingepulst, gerade so viel, bis sie sich in ihrer ganzen Größe ausgebreitet hat. Damit die Luft nicht entweichen kann, sind die Zufahrten zur Halle als Luftschleusen ausgebaut.

Ohne Luftschleusen kommt man bei der anderen Art der Plasthallen aus, die als Stützschauchhallen bezeichnet werden. Sie sind mit einer Luftmatratze vergleichbar, die aus nebeneinanderliegenden Luftschläuchen besteht.

Diese Lufthallen benutzt man als Lagerhallen für hochwertige Ausrüstungsteile und als Schutzhallen bei Winterbauten auf Großbaustellen, denn sie lassen sich leicht überallhin transportieren.

Für Forscher, Bauleute und Geologen, die in bisher wenig erschlossenen Gebieten arbeiten, braucht man leicht aufstellbare Unterkünfte. Eines der Le-

ningrader Konstruktionsbüros entwarf ein Haus, das diesen Ansprüchen gerecht wird. Die neue Konstruktion sieht aus wie eine große Linse. Mit einer zweckmäßig und behaglich eingerichteten Wohnung von 30 Quadratmetern Fläche wiegt das Haus vier Tonnen. Es läßt sich mit Hubschrauber, Lastkraftwagen und sogar mit einem Motorboot transportieren. Ohne festes Fundament kann es auf sumpfiges Gelände, auf Schnee und Frostboden aufgestellt und später leicht weiterbefördert werden.

Wie weit sind wir aber heute noch von der Verwirklichung der Idee der Leningrader Ingenieure, Häuser aus Plasten oder anderen Kunststoffen zu bauen, entfernt?

Seit mehreren Jahren werden bereits verschiedene Schaumstoffe im modernen Wohnungsbau angewendet, als Isolier- und Sperrmaterial gegen Kälte, Hitze, Schall und Vibration oder als Dichtungsmaterial. Neuerdings wird der Schaumstoff zur Herstellung von Bauelementen für kleine Häuser eingesetzt.

Der Schaumstoff wird flüssig zur Baustelle transportiert und zwischen dem vorbereiteten tragenden Gerüst aus Stahl, Aluminium oder Beton verspritzt. Nach wenigen Minuten erhärtet er.

Auf diese Weise baut man schon Pförtnerhäuschen, Strand- und Badekabinen, Wochenendhäuser, Einzelgaragen, aber auch Lagerhallen und zweigeschossige Wohnhäuser. Bald wird sich dieser neue Werkstoff auch beim Bau von Hochhäusern einsetzen lassen.

Diese „Häuser aus der Flasche“ werden in Zukunft eine Kostenersparnis gegenüber herkömmlichen Bauten bis zu einem Drittel und eine Einsparung an Heizung bis zur Hälfte erbringen.

Ein Schaumhaus dämmt Lärm von außen und auch im Hause selbst. Schaumwände von 8 Zentimeter Dicke haben die gleiche Wärmedämmfähigkeit wie 140 Zentimeter dickes Ziegelmauerwerk.

Ein weiterer Vorteil der aus Schaumstoffen gebauten Häuser besteht darin, daß sie bedeutend leichter sind als Häuser aus Ziegeln oder Betonplatten.

Die chemische Produktion leistet also Hervorragendes. Sie verändert die Natur, indem sie Naturstoffe in andere umwandelt. Sie erzeugt Stoffe, die in der Natur überhaupt nicht vorkommen, Stoffe, die in ihren Eigenschaften vieles, was die Natur hervorgebracht hat, übertreffen.

## **Was ist Energie?**

Zentralheizungen oder Kohleöfen versorgen unsere Wohnung im Winter mit Wärmeenergie. Die Lampe oder die Kerze erhellt unser Zimmer mit Strahlungsenergie. Brot, Fleisch und Gemüse enthalten chemische Energie, die uns die Kraft zum Denken, Handeln und Leben gibt. Der Fahrstuhl befördert uns in ein höhergelegenes Stockwerk eines modernen Hochhauses mit Hilfe mechanischer Energie. Der Motor der Küchenmaschine oder Kreissäge wird mit elektrischer Energie gespeist. Von der Kernenergie haben wir auch schon gehört.

Wir dürfen aber nicht denken, daß das alles verschiedene Energien wären. Was wir aufgezählt haben, sind nur verschiedene Formen der Energie, von denen die eine in die andere umgewandelt werden kann.

Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Das Wort selbst bedeutet: tätig sein. Wenn wir also tätig sind, wenn wir arbeiten, verbrauchen wir Energie.

Jeder einzelne von uns enthält Energie, die aus der aufgenommenen Nahrung stammt. Sie ist begrenzt, das spüren wir sehr bald bei größeren



körperlichen oder geistigen Leistungen, beim Sport und beim Lernen. Wir ermüden nach einer bestimmten Zeit.

## **Vom Himmel stahl Prometheus das Feuer**

Das Feuer und die Muskelkraft waren Jahrtausende hindurch die einzigen Energiequellen des Menschen. Welche Bedeutung das Feuer als Energiequelle hatte, zeigt eine alte griechische Sage, nach der Prometheus das Feuer vom Himmel holte und es den Menschen brachte. Das Feuer hat die Macht des Menschen über die Natur erheblich gefestigt. Bevor aber die Sprengstoffe und die Dampfmaschine erfunden waren, konnte man mit seiner Hilfe nur geringe mechanische Arbeit leisten.

Um mechanische Energie zu gewinnen, zähmte der Mensch Tiere, wie Pferde, Rinder, Rentiere und Elefanten, zum Ziehen schwerer Lasten. Viele Jahrhunderte hindurch war die zur Muskelkraft des Menschen hinzugewonnene Kraft der Tiere die wichtigste Quelle für mechanische Energie.

Die Nutzung der Wasserkraft und der Windkraft begann gleichfalls schon im frühen Altertum, also

vor vielen tausend Jahren. Wasser gibt es aber nicht überall. Der Wind weht nicht immer. Als er noch die Segelschiffe über die Meere trieb, bereitete er den Seeleuten oft Sorgen. Manchmal mußten sie wochenlang auf Wind warten, manchmal war er so stark, daß er Segel zerriß und Maste zerbrach.

Vor etwa hundert Jahren begann man, elektrische Energie zum Antrieb von Maschinen zu verwenden. Die elektrische Energie ist heute die wichtigste Energieform überhaupt.

## **Warum gerade Elektrizität?**

Marx, Engels und Lenin hatten bereits im Entwicklungsstadium der Elektrizität erkannt, daß diese für die Technik der Zukunft von sehr großer Bedeutung sein würde. Marx wies darauf hin, daß im 20. Jahrhundert die elektrische Energie den Dampf als Energiequelle ablösen würde. Lenin schätzte die Elektrizität in seiner Rede an die Jugend im Jahre 1920 so ein: „Wir wissen, daß man die kommunistische Gesellschaft nicht aufbauen kann, ohne die Industrie und die Landwirtschaft wiederherzustellen, und zwar darf man sie nicht

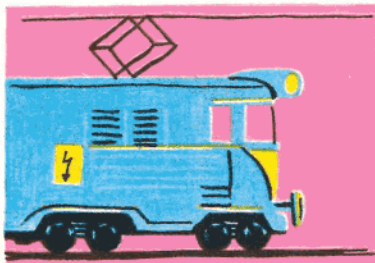
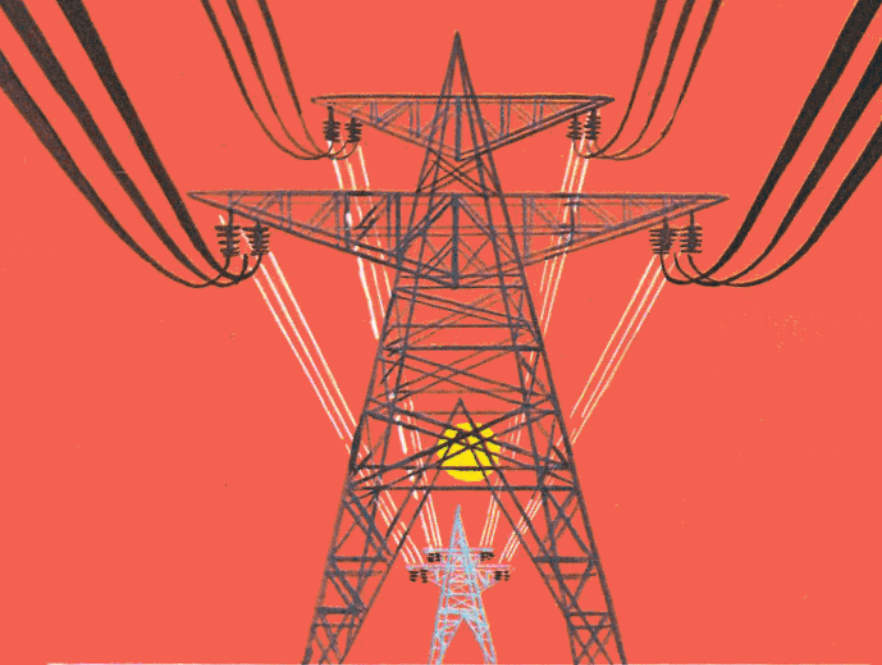


auf alte Art wiederherstellen. Man muß sie auf moderner, nach dem letzten Wort der Wissenschaft aufgebaute Grundlage errichten. Ihr wißt, daß diese Grundlage die Elektrizität ist, und das nur dann, wenn das ganze Land, alle Zweige der Industrie und Landwirtschaft elektrifiziert sind, wenn ihr diese Aufgabe bewältigt, nur dann werdet ihr für euch jene kommunistische Gesellschaft aufbauen können, die die alte Generation nicht aufzubauen vermag.“

Lenin erkannte auch die technischen Eigenschaften der Elektrizität und stellte fest, daß diese vorteilhafter sei als Dampfkraft, sich leichter teilen und leichter auf sehr weite Entfernungen übertragen läßt.

Würde man die Elektrizität mit einem großen Strom vergleichen, so wäre es der Fluß, der die elektrischen Arbeitsmaschinen antreibt, der kleine Bach, der den Staubsaugermotor, und ein Rinnsal, das die Skalenlampe eines Rundfunkgerätes speist.

Auch die von Lenin festgestellte Tatsache stimmt, daß sich Elektroenergie besser auf weite Entfernungen übertragen läßt als irgendeine andere Energieform. Vor fünfzig Jahren, als man die Energie für die Maschinen in jeder Fabrik erzeugte,



konnte man nur mechanische Energie übertragen. Von der Dampfmaschine führten zahlreiche größere und kleinere Treibriemen zu Antriebsscheiben. An den Decken der Fabrikhallen bewegten sich endlos erscheinende Wellen mit Antriebs-scheiben, von denen Treibriemen zu jeder Maschine abzweigten.

Heute wird der Maschine elektrische Energie über dünne Drähte zugeführt, die in einer Wandnische oder unter dem Fußboden verborgen sind. Erst an Maschinen, die Bohrer, Fräser oder Schleifscheiben treiben, wird die elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt.

Elektrische Energie läßt sich leicht in mechanische Energie, in Wärmeenergie, in chemische Energie und andere Energieformen überführen. Diese Eigenschaft ist auch für ihre Gewinnung vorteilhaft. Man kann elektrische Energie sowohl aus chemischer Energie, aus Kohle, Erdöl und Gas, als auch aus mechanischer Energie, aus strömendem Wasser, erzeugen.

Alle diese Eigenschaften beantworten, warum die elektrische Energie die wichtigste Energieform für uns darstellt.

Mit Hilfe moderner Verfahren, die wir Elektrotechnologie nennen, konnten Methoden zur Bearbei-

tung von Werkstoffen entwickelt werden, die auf keine andere Weise möglich sind.

Das erste dieser Verfahren erfand Moritz Hermann Jacobi, ein deutscher Gelehrter, im Jahre 1836. Er hängte in ein Becken mit einer Metallsalzlösung zwei Metallplatten und leitete durch die Lösung einen elektrischen Strom. Auf einer der beiden Platten schied sich ein anderes Metall ab, nämlich das, dessen Salz sich in der Badflüssigkeit befand.

Als Jacobi das abgeschiedene Metall ablöste, erhielt er ein genaues Abbild der Oberfläche der Metallplatte. So entstand die erste Galvanoplastik. Diese Methode verwendete man zunächst zur Anfertigung von Kunstgegenständen, später auch für die Herstellung von Industrieerzeugnissen.

Metalle werden zum Schutz gegen Korrosion und zur Verschönerung auf ähnliche Weise verchromt, vernickelt, vergoldet oder versilbert. Mit Hilfe elektrischer Energie kann man auch sehr reine Metalle gewinnen. Vor hundert Jahren kostete ein Kilogramm Aluminium sehr viel Geld. Durch die Anwendung des elektrischen Stromes sank sein Preis auf den hundertsten Teil des damaligen Preises, und man konnte nun große Mengen dieses wichtigen Werkstoffes herstellen.

## **Eine Stadt ohne Licht**

1 Kilowattstunde Elektroenergie wird verbraucht, wenn zehn Glühlampen mit 100 Watt 1 Stunde leuchten. 1 Billion Kilowattstunden Energie sollen 1975 in der Sowjetunion zur Verfügung stehen.

Der Weg bis zu diesen unvorstellbar großen Energiemengen war weit und beschwerlich.

Am 22. Dezember 1920 tagte in Moskau der VIII. Allrussische Sowjetkongreß. Man besprach den Plan zur Elektrifizierung des Landes. Das Projekt veranschaulichte eine riesige Landkarte mit Lämpchen. Sie markierten zwanzig geplante Wärme- und zehn Wasserkraftwerke. Um den Kongreßsaal und die Landkarte zu erleuchten, mußte in ganz Moskau der Strom abgeschaltet werden.

Der junge Sowjetstaat verfügte über wenig elektrische Energie. Auf dem Lande qualmten noch Kien-späne, die Städter benutzten in ihren Wohnungen Petroleumlampen, und in Fabriken versuchte man eine eigene Energieversorgung aufzubauen.

Ganz anders sah es zur gleichen Zeit in den USA aus. Am Niagara entstand schon um die Jahrhun-

Kaplanturbine: 1 Energiemaschine, 2 Generatorläufer, 3 Schaufelrad





dertwende eine mechanische Wasserkraftanlage. 1936 wurde der Hooverdamm am Colorado fertiggestellt. Er war für die damalige Zeit eine hervorragende technische Leistung auf dem Gebiet der Energieerzeugung. „Niemand wird uns folgen können“, frohlockten die Unternehmer. Lachend sahen sie die Fotos aus der Sowjetunion an, auf denen zu sehen war, wie Tausende Arbeiter mit bloßen Füßen Zement für den Staudamm am Dnepr bei Saporoshje festtraten. Spätere Fotos belächelten sie dagegen nicht mehr. Mit 42 Meter Höhe und 760 Meter Länge und nicht allein mit bloßen Händen und Füßen erbaut, stemmte sich der neue Staudamm des Wasserkraftwerkes den Wasserfluten entgegen.

Wenn dieses, in den dreißiger Jahren erbaute Wasserkraftwerk auch nicht ausreichend elektrische Energie liefern konnte, so war doch der Beweis erbracht, daß die Sowjetunion bei der Energieerzeugung aufzuholen begann.

In den Jahren von 1920 bis 1940 baute man in der Sowjetunion vor allem Wasserkraftwerke, denn an vielen Flüssen konnte man Talsperren mit verhältnismäßig geringem Aufwand errichten. Als man aber überall dort, wo die natürlichen Bedingungen den Talsperrenbau erleichterten, Wasserkraft-

werke in Betrieb genommen hatte, wurde der Bau der Anlagen immer teurer. Zu dieser Zeit gelang es, die Wirkung der Wärmekraftwerke zu erhöhen; mit weniger Kohle konnte man mehr Energie erzeugen.

Deshalb nutzt man heute neben dem Wasser als Energiequelle besonders Kohle, Gas, Erdöl und die Kraft des Atomkerns.

## **Energie aus Kohle, Gas und Öl**

In den letzten fünf Jahren haben wir in unserer Republik ungefähr 14 Milliarden Mark für den Ausbau unserer Elektroenergieproduktion ausgegeben. Doch diese Aufwendungen werden ständig weiter steigen.

Warum aber geben wir soviel Geld dafür aus, mehr Energie erzeugen zu können?

In jedem Jahr steigt der Bedarf an Energie um den zehnten Teil der bereits vorhandenen Menge, weil wir in jedem Jahr mehr Energie brauchen, denn wir errichten neue Werke, stellen mehr Maschinen auf, kaufen mehr elektrische Haushaltgeräte. Deshalb müssen wir neue Kraftwerke bauen, die vorhandenen vergrößern und modernisieren. Wir

müssen unsere natürlichen Energiequellen besser erschließen und nutzen.

Vor vielen Millionen Jahren waren die Niederungen unseres Festlandes von riesigen Urwäldern bedeckt, in denen Schachtelhalme, Bärlappgewächse und Farne wuchsen. Das warme Klima, das damals in unseren Gebieten herrschte, ermöglichte einen üppigen Pflanzenwuchs, so daß die Schachtelhalme, Bärlappe und Farne zu gewaltigen Bäumen heranwuchsen. Starben die Bäume ab, versanken sie im Sumpf. Neue Bäume wuchsen und versanken ebenfalls.

Das wiederholte sich viele Millionen Jahre lang. Die Pflanzensubstanz der umgebrochenen und versunkenen Stämme war von der Außenluft abgeschlossen und konnte nicht faulen. Im Laufe der Zeit lagerten sich über den vielen Schichten abgestorbener Bäume Sand und Erdreich ab, dann kamen wieder neue Schichten von Baumstämmen, Sand und Erde. Bewegungen und Faltungen innerhalb der Erdrinde bewirkten, daß die ehemals an der Erdoberfläche oder dicht darunter lagernden Schichten immer tiefer absanken, und

A Braunkohle, B Steinkohle, C Erdgas, D Erdöl



aus ihrer einstmals waagerechten Lage wurden sie oft bis zur senkrechten verkantet und von allen möglichen Schichten überdeckt. Durch diese Vorgänge entstand ein Druck auf die Pflanzen und abgestorbenen tierischen Bestandteile; es reicherte sich immer mehr Kohlenstoff an. So bildete sich die Steinkohle.

Da unsere Steinkohlevorkommen sehr gering sind, müssen wir den Bedarf an dieser Kohle vorwiegend aus Importen decken, die wir größtenteils aus der Volksrepublik Polen erhalten.

Die Steinkohle ist etwa 300 Millionen Jahre, die Braunkohle dagegen nur 30 bis 50 Millionen Jahre alt. Sie entstand aber auf ähnliche Weise wie die Steinkohle. Braunkohle findet man in unserer Republik an vielen Orten, und sie ist deshalb unsere wichtigste Energiequelle.

Erdöl und Erdgas entstanden ebenfalls vor vielen Millionen Jahren aus organischen Stoffen. Erdöl bildete sich wahrscheinlich in abgeschnittenen Mittel- und Nebenmeeren. In den tieferen Schichten befanden sich salzreiche, sauerstoffarme Wasserschichten, die kein Leben ermöglichten.

Fettalgen und andere im Wasser lebende Kleintiere starben ab und verwandelten sich durch den Einfluß von Bakterien in Faulschlamm. Unter

der Wirkung von Wärme und hohem Druck entstand daraus im Laufe der Zeit das Erdöl.

Erdöl und Erdgas findet man meist an einem Ort. Der größte Teil der erschlossenen Erdölfelder liegt weniger als 2000 Meter unter der Erdoberfläche. Die tiefsten Ölbohrungen reichen jedoch bis zu 6000 Meter hinab.

Erdgas nutzen wir in der chemischen Industrie, der Kohle- und Energiewirtschaft, im Bauwesen und in der Metallurgie zu Heiz- und Stoffumwandlungsprozessen.

Seit 1973 steht uns hochwertiges sowjetisches Erdgas zur Verfügung, das vor allem als Rohstoff für die chemische Industrie dient. Aber auch in anderen Bereichen wird es für Vorgänge, bei denen hohe Temperaturen notwendig sind, verwendet. Man ersetzt dadurch andere hochwertige und teure Brennstoffe, wie Koks und Heizöl.

Erdöl verwenden wir zur Herstellung von Kunststoffen und Kraftstoffen für Motoren. Bei der Erdölverarbeitung entsteht auch Heizöl, das gegenüber herkömmlichen Energieträgern, beispielsweise der Kohle, viele Vorteile bietet. Die Heizanlagen, Öfen und Heizkraftwerke leisten mehr, und die Heizölofen sind sowohl im Bau als auch während des Betriebs billiger.

Diese so wertvollen Rohstoffe wie Kohle, Gas und Erdöl kommen in unserer Republik in nur unzureichendem Maße vor. Bei ihrer Beschaffung und Verarbeitung werden wir von der Sowjetunion sehr unterstützt. So kommt zum Beispiel der Hauptanteil des bei uns verarbeiteten Erdöls aus der Sowjetunion, Steinkohle aus Polen und auch der UdSSR. Gegenwärtig wird eine große Gasleitung gebaut, die in einigen Jahren das in der Sowjetunion in Orenburg erschlossene Gas in viele im RGW zusammengeschlossene Staaten, so auch in unsere Republik, fördert.

Diese Gemeinschaftsarbeit der sozialistischen Staaten bei der Gewinnung von wichtigen Rohstoffen und beim Austausch von wertvollen Erfahrungen in der Produktion ist die Voraussetzung für die Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in allen sozialistischen Ländern, damit auch in unserem Land.

## **Das Kernkraftwerk**

Wie arbeitet ein Kernkraftwerk?

Alle Reaktionen, die sich bei der Umwandlung der natürlichen Energieträger vollziehen, sind chemi-



sche Vorgänge. Sie verlaufen unter Wärmetönung, das heißt, es wird Wärme frei. Bei restloser Verbrennung von 1 Kilogramm Kohlenstoff an der Luft werden 8000 Kilokalorien Wärme frei. Das ist eine sehr große Wärmemenge. Sie entstammt der Reaktion der Elektronenhülle von Kohlenstoff- und Sauerstoffatomen. Die Atomkerne bleiben dabei unverändert.

Verändern sich jedoch auch die Atomkerne, entwickelt sich viel mehr Wärme. Beim Zerfall von 1 Kilogramm radioaktiven Materials, zum Beispiel des Urans, werden 400000000 Kilokalorien freigesetzt, also 50000mal mehr als bei der Verbrennung von 1 Kilogramm Steinkohle. Um diese riesige Energiemenge, die in den Urankernen ruht, zu erschließen, mußte der Mensch es lernen, Atomkerne zu spalten und diesen Prozeß zu steuern.

Mit der Kernspaltung selbst ist aber noch keine technisch nutzbare Energie gewonnen. Der größte Teil der bei diesem Prozeß freiwerdenden Energiemenge fällt in Form von Wärmeenergie an. Deshalb erfolgt die Elektroenergiegewinnung in den Kernkraftwerken auf die gleiche Art und Weise wie in einem Wärmekraftwerk.

Die sonst übliche Kesselfeuerung ist durch den

Kernreaktor ersetzt. Eine Flüssigkeit nimmt die im Reaktor erzeugte Wärmeenergie auf. Dabei wird sie radioaktiv. Damit die Kraftmaschinen nicht auch radioaktiv werden, gibt die erhitzte Flüssigkeit in einem Wärmeaustauscher ihre Wärmeenergie an einen zweiten, getrennten Wasserkreislauf ab. Es wird Dampf erzeugt. Dieser treibt die Turbinen an, in denen die Umwandlung in elektrische Energie erfolgt.

1954 nahm man in der Sowjetunion das erste Kernkraftwerk der Welt in Betrieb, es hatte eine Leistung von 5000 Kilowatt. Bis etwa 1980 wollen die sowjetischen Kernkraftwerker 30 Millionen Kilowatt Elektroenergie erzeugen.

In unserer Republik nutzen wir die langjährigen Erfahrungen der Sowjetunion. Während das erste Kernkraftwerk der DDR in Rossendorf vor allem wissenschaftliche Aufgaben erfüllt, liefert das zweite, in Lubmin befindliche Strom an das Netz.

## **Die ewige Batterie**

Können wir uns vorstellen, daß wir zum Geburtstag eine Taschenlampe als Geschenk erhalten, die wir noch als alte Leute benutzen können, ohne die Batterie zu wechseln?

Es gibt kein physikalisches Gesetz, dem der Gedanke einer fast ewigen Batterie widerspräche. Mit der Verwirklichung dieses Gedankens haben sich viele Gelehrte beschäftigt, so zum Beispiel der amerikanische Erfinder Thomas Alva Edison.

Doch erst jetzt beginnt die Zeit, in der seine Träume Wirklichkeit werden können.

Die in einer geringen Menge Uran enthaltene Energie ist der Speicher mit der phantastischen Leistungsfähigkeit, von dem Edison und andere Erfinder geträumt haben. Es genügen wenige Kilogramm spaltbaren Materials, um ein Flugzeug einige Male um die Erde fliegen oder einen Ozeandampfer von Leningrad nach Amerika fahren zu lassen. Wenige Kilogramm Uran anstelle von Hunderten Tonnen Brennstoff – Kohle, Erdöl oder Benzin.

Die Wissenschaftler arbeiten bereits an der Aufgabe, kleine Kernkraftmotoren für Motorroller und Autos, Unterseeboote und Motorschiffe, Flugzeuge und Lokomotiven zu bauen. Es ist schwer zu sagen, wie die endgültigen Formen dieser Motoren aussehen werden, aber wir wissen, eines Tages werden wir über sie verfügen.

Heute gibt es schon Düsentriebwerke, bei denen die Luft durch die Kernenergie des Urans erwärmt

wird – Strahltriebwerke, Turbokompressoren sind konstruiert und gebaut, Kernkrafttraketen erprobt worden.

Es zweifelt heute keiner mehr daran, daß die Erfolge größer werden, daß von den Flugplätzen mit Kernkraft betriebene Flugzeuge aufsteigen werden, die ohne Zwischenlandungen, ohne Treibstoff aufzunehmen, einige dutzendmal um die Erde fliegen können, daß durch die Kraft des Atoms getriebene Unterseeboote monatelang, ohne aufzutauchen, unter dem Eismeer fahren und daß mit Kernkraft angetriebene Weltraumschiffe zu den Sternen fliegen werden.

## **Das Sonnenfeuer auf Erden**

Das Sonnenfeuer auf der Erde zu entzünden und zu beherrschen ist der uralte Traum der Menschheit. Wenn sich dieser Traum verwirklicht, wenn wir es schaffen, mit Hilfe des Sonnenfeuers beispielsweise elektrische Energie zu gewinnen, dann würden wir keine Energiesorgen mehr haben.

Die Atomreaktoren der „Lenin“ könnten eine Großstadt mit Elektrizität versorgen



Wir wissen, daß der riesige Sonnenball am Himmel der größte Energiespender ist. Uns erscheint die Sonnenenergie gewaltig und unerschöpflich.

Woher stammt die Sonnenenergie?

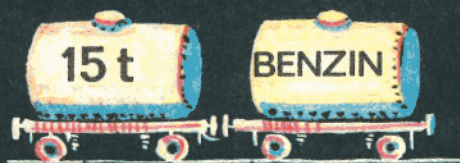
Im Innern der Sonne erfolgt unter gewaltigem Druck und Temperaturen von einigen Millionen Grad Celsius die Umwandlung von Wasserstoffatomen in Heliumatome. Dabei werden große Energiemengen frei. Bei der Umwandlung von 1 Gramm Wasserstoff in Helium wird die gleiche Energiemenge entwickelt wie beim Verbrennen von 15 Tonnen Benzin.

Jetzt kann man auch die Frage beantworten, wie lange der Brennstoffvorrat auf der Sonne noch ausreicht: Man hat errechnet, daß in jeder Sekunde 500 Millionen Tonnen Wasserstoff in Helium umgewandelt werden, wenn die Sonne weiterhin so strahlt wie bisher. Das ist nach irdischen Maßstäben eine gewaltige Menge. Die Sonne besteht zum größten Teil aus Wasserstoff, so daß die Wasserstoffvorräte der Sonne noch viele Milliarden Jahre reichen.

Das Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff. Also ist auch auf der Erde der Energievor-



1g H  1g He



rat Wasserstoff reichlich vorhanden. Wasserstoff steht uns in wesentlich größeren Mengen als jeder andere bisher bekannte Brennstoff zur Verfügung.

Wandelt man Wasserstoffatome in Heliumatome um, wird Kernenergie frei. Wie in der Sonne geht diese Kernreaktion nur bei sehr hohen Temperaturen vor sich. Nachdem jedoch die Reaktion eingeleitet wurde, läuft sie von allein weiter. Ein brennendes Streichholz genügt ja auch, um das Feuer im Ofen zu entzünden; dann lodert es, bis der Brennstoff verbraucht ist. Das „Streichholz“ für den Beginn der Umwandlung von Wasserstoffatomen in Heliumatome ist die Kernexplosion des Urans. Damit können wir Sonnenfeuer auch auf der Erde entzünden.

Da bei der Umwandlung von Wasserstoffkernen zu Heliumkernen gewaltige Energiemengen frei werden, ergibt sich die Frage: Können wir diesen Energieerzeugungsprozeß lenken, können wir das Sonnenfeuer auf der Erde entzünden und zwingen, im Kesselraum unserer Kraftwerke wirksam zu werden, die Turbinen anzutreiben, um elektrischen Strom zu erzeugen?

Die Wissenschaftler stehen vor schweren Aufgaben. Es muß ein Material entwickelt werden, das



eine Temperatur von mehreren Millionen Grad Wärme aushält. Wir brauchen Energiespeicher, die gewaltige Energiemengen aufnehmen und umwandeln können. Aber der Tag, an dem wir das selbst entzündete Sonnenfeuer zur Erzeugung von elektrischer Energie nutzen können, liegt nicht mehr in allzu großer Ferne.

## **Die schreibende Puppe**

Heron von Alexandria, der im 2. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung lebte, berichtete von automatischen Einrichtungen, die zum Verkauf des heiligen Wassers dienten. Fast zur gleichen Zeit wurden in Alexandria die ersten Wasseruhren gebaut.

Die verschiedenen Uhrenmechanismen und Öllampen waren sicherlich die ersten Automaten mit praktischer Bedeutung.

Erst nach fünfzehn Jahrhunderten entwickelte man neue Typen von Automaten; es waren vorwiegend Spielzeuge.

Im 13. Jahrhundert schuf ein deutscher Philosoph und Alchimist einen mechanischen Menschen: einen Türschließer. Dieser Türschließer öffnete

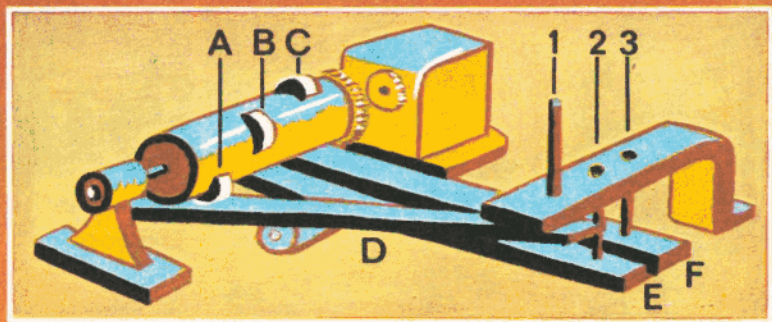
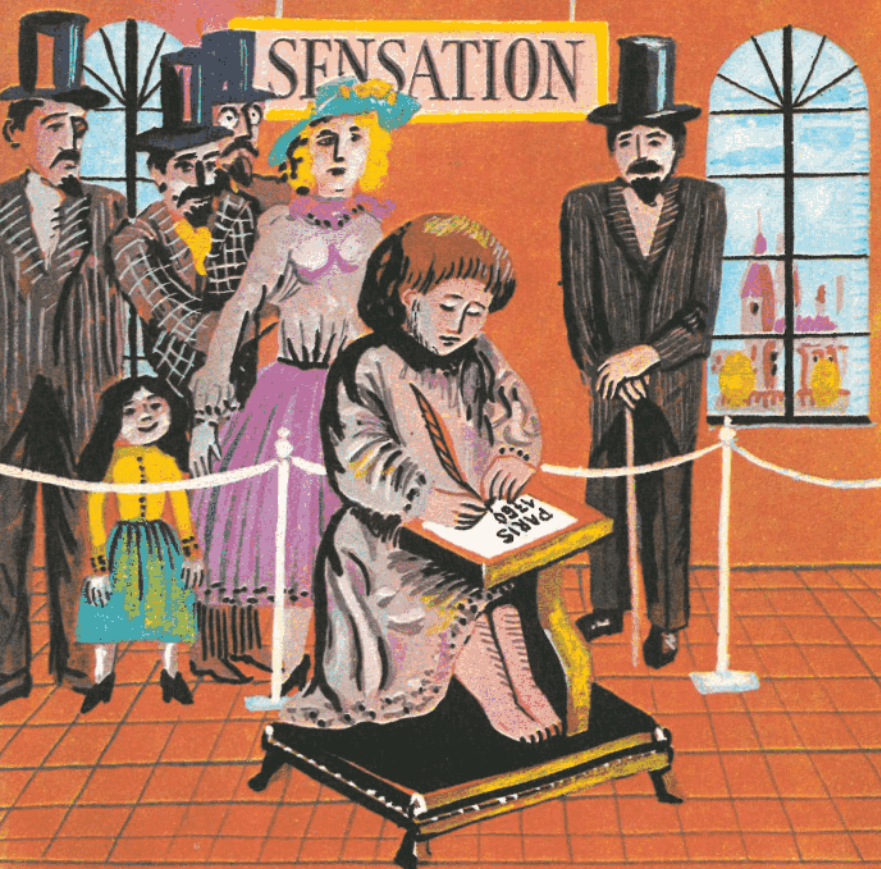
vor den Eintretenden die Tür und schloß sie danach wieder leise.

Zweihundert Jahre später fertigte der Mechaniker Turiano für den Herzog von Florenz eine mechanische Tänzerin. Diese spielte auf dem Klavizimbel, tanzte und verneigte sich nach Abschluß ihres Auftritts vor dem Publikum.

Im 17. Jahrhundert wurde auf einer Ausstellung in Paris eine schreibende Puppe gezeigt. Von ihr berichtet man, daß sie sehr menschenähnliche Bewegungen beim Schreiben ausführte. Die schreibende Puppe tauchte ihre Feder in ein Tintenfaß und beschrieb ein Blatt Papier mit gleichmäßigen Buchstaben. Dabei drehte sie langsam den Kopf nach rechts, als verfolge sie die Bewegung der Schreibfeder. Hatte sie den Brief beendet, streute sie feinen Sand auf das Blatt, um die Tinte zu trocknen.

Oft versuchte man auch mit Spielautomaten Menschen zu betrügen; so führte der Ungar Farkas Kempelen zahlreichen Zuschauern eine Maschine vor, die nicht nur Schachfiguren versetzte, sondern auch jede Schachpartie gewann, wenn sich

Schreibende Puppe und Prinzip einer Nockensteuerung: Die Nocken A, B, C betätigen nacheinander die Hebel D, E, F, durch die die Steuerstangen 1, 2, 3 bewegt werden



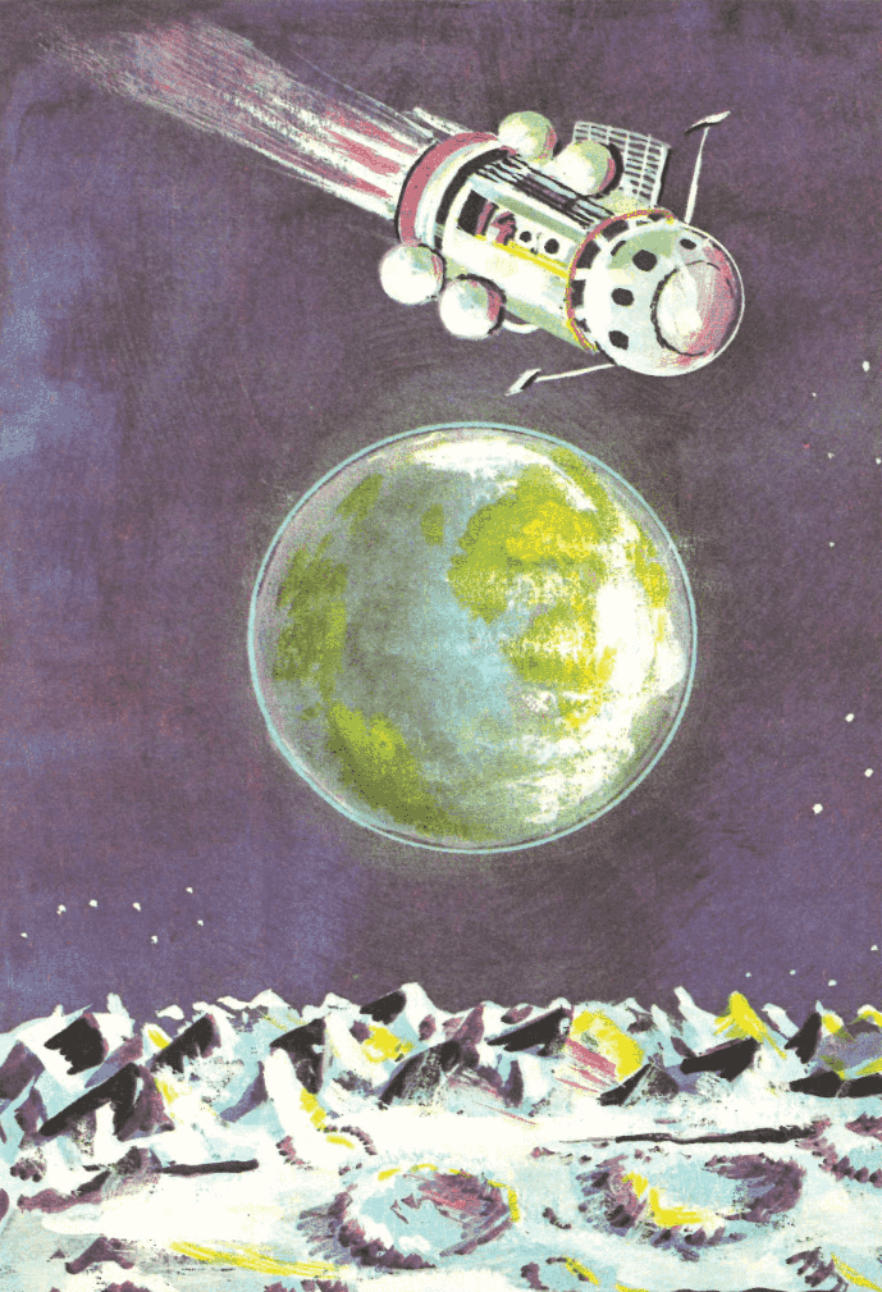
jemand dieser Maschine zum Zweikampf stellte. Die Kunde von der Erfindung Kempelens durch-eilte die Länder und brachte dem „Wundermeister“ großen Ruhm ein.

Eines Tages jedoch, als gerade wieder ein Schach-kampf zwischen einem Menschen und der Ma-schine ausgetragen wurde, begann es plötzlich nach Rauch zu riechen. Jemand rief: „Es brennt!“ Der „Automat“ geriet in Bewegung, begann zu schwanken und schrie auf. Vor den Augen der erschütterten Zuschauer sprang ein kleiner Mann aus dem „Automaten“ heraus und lief von der Bühne.

Die Ideen, die anfänglich nur in den Spielzeug-automaten verwirklicht wurden, setzte man all-mählich auch für nützlichere Zwecke, für selbst-tätige Sägewerke, für Pumpen, für selbstfahrende Wagen sowie für Spinn- und Webmaschinen ein.

## **Eine Rakete flog in Richtung Mond**

Der Geräteteil einer Rakete, die von der Erde in Richtung Mond startete, erreichte den etwa 400 000 Kilometer entfernten Mond im vorgesehe-nen Zielgebiet. Er trug einen Wimpel mit dem



Emblem der Sowjetunion zu unserem nächsten Himmelskörper.

Der Flug zum Mond wurde von vielen Wissenschaftlern aus den unterschiedlichsten Fachgebieten vorbereitet. Raketenbauer schufen die leistungsstarken Antriebsmotoren. Astronomen und Mathematiker berechneten die Flugbahn.

Die Mondrakete war einer der kompliziertesten Automaten, die bisher konstruiert und gebaut wurden. Sie mußte eine Geschwindigkeit von mehr als 11 200 Metern je Sekunde mit einer Genauigkeit bis zu 1 Meter in der Sekunde einhalten. Eine Abweichung in der Bewegungsrichtung um weniger als 1 Grad hätte dazu geführt, daß der Raumflugkörper am Mond vorbeigeflogen wäre. Sogar der Zeitpunkt des Startes mußte mit einer Genauigkeit bis zu 1 Sekunde eingehalten werden.

Automaten helfen heute dem Menschen nicht nur in der Raumfahrt, sondern vor allem bei der Arbeit auf der Erde.

Automatische Anlagen steuern Hochöfen und elektrische Kraftanlagen, führen meteorologische Forschungen durch, stellen Krankheitsdiagnosen, verarbeiten Erdöl, fertigen komplizierteste Maschinenteile und leiten schwerbeladene Züge von Streckenabschnitt zu Streckenabschnitt.

Welche Bedeutung haben die Automaten für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt?

Wir schaffen immer vollkommenere Maschinen und Arbeitsabläufe; unsere Kontrollfähigkeit kann sich jedoch nur in beschränktem Maße weiterentwickeln. Deswegen können wir die von uns zwar konstruierten und gebauten Maschinen nicht mehr mit der Hand bedienen, den einzelnen Abläufen nicht mehr schnell genug folgen. Die Automaten führen diese Aufgaben nicht nur genauer, sondern auch bedeutend schneller als der Mensch durch.

Moderne Flugzeuge fliegen sehr schnell: in einem Bruchteil einer Sekunde Hunderte von Metern. Die geringste Ungenauigkeit kann zu einer Katastrophe, zum Absturz der Maschine führen.

Indem der Mensch immer kompliziertere Anlagen schafft, schnellere, leistungsfähigere und genauere Maschinen konstruiert, muß er auch darauf bedacht sein, Helfer zu bauen, die ihm nach seinen Befehlen die unmittelbare Führung und Kontrolle der Geräte und Prozesse abnehmen.

Diese Helfer sind die Automaten.

## **Wie arbeiten Automaten?**

Es gibt Automaten, die in einer bestimmten Zeit und einer genau festgelegten Reihenfolge einen Arbeitsgang ausführen.

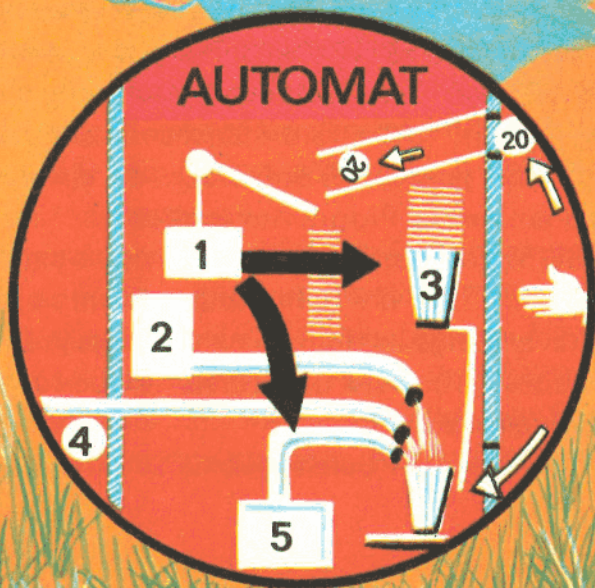
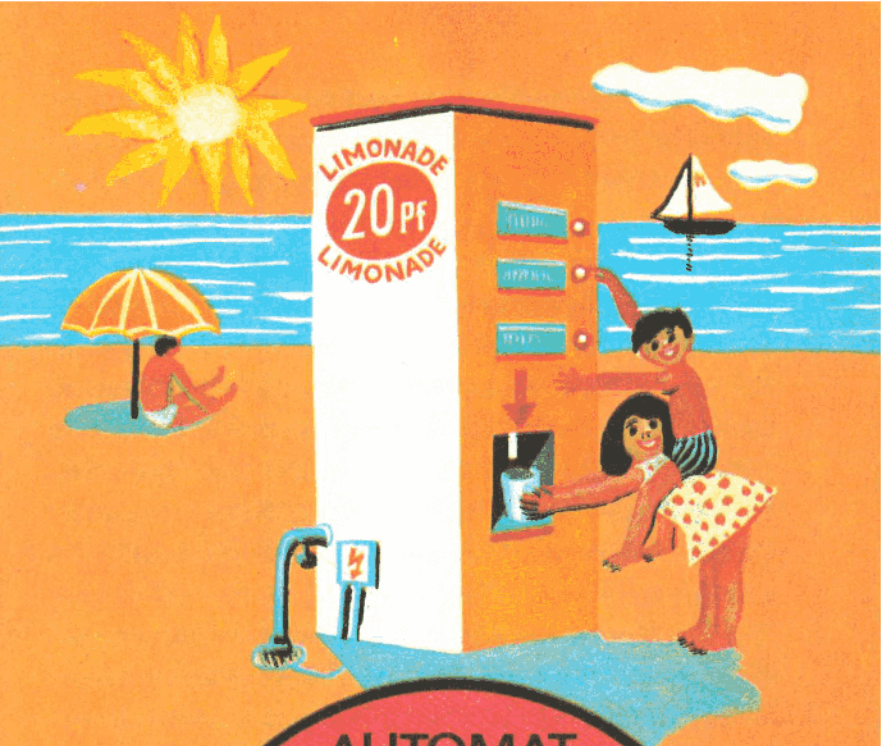
Stecken wir zum Beispiel ein Geldstück in den dafür vorgesehenen Schlitz eines Getränkeautomaten, wird der Mechanismus des Automaten sofort in Bewegung gesetzt, eine entsprechende Menge des Getränks abgemessen und in das Ausflußrohr geleitet. Von dort fließt das Getränk in den darunterstehenden Becher. Nach jedem weiteren Einwurf eines Geldstückes gibt der Automat die gleiche Menge des Getränks ab. Hierbei ist es gleichgültig, ob wir den Becher hinhalten oder nicht.

Die Automaten, die nach einem derartigen Prinzip aufgebaut sind, enthalten ein festes Programm von Handlungen. Sie kontrollieren den Ablauf der Arbeit und die Qualität der Produktion nicht.

Die Arbeitsweise steuert man bei diesen Automaten häufig durch Nocken oder Schablonen. Nocken und Schablonen wurden auch zur Steuerung

Prinzip eines Getränkeautomaten: 1 Mechanismus des Automaten wird durch Geldeinwurf ausgelöst, 2 Sirup, 3 Becher, 4 Wasser, 5 Kohlensäure





der schreibenden Puppe verwandt. Eine Nockensteuerung sieht oft einfach aus, doch erfordert das Ermitteln der jeweils notwendigen Nockenform und ihre richtige Anordnung auf der Nockenscheibe komplizierte Überlegungen.

Gewöhnlich werden diese Automaten in einfacher Form und billig hergestellt. Man wendet sie im Maschinenbau, in der Lebensmittelindustrie und vielen anderen Industriezweigen an. Mit ihrer Hilfe schneidet man zum Beispiel Schraubengewinde, formt Pfefferkuchen, stanzt man Scheiben, tütet Zucker ein, schleift man Ringe für Kugellager und wickelt Konfekt in Papier.

Die am weitesten vervollkommenen Automaten dieser Art erlauben, das Arbeitsprogramm etwas zu verändern, zum Beispiel Pfefferkuchen in anderen Formen herzustellen oder anstelle von 500 Gramm 1000 Gramm Zucker einzutüten. Dazu muß man jedoch die Steuerscheibe auswechseln, also ein neues Programm vorgeben.

In der modernen Technik ändert sich der Arbeitsablauf oft. Für die richtige Durchführung der Arbeitsvorgänge ist daher eine ständige Prüfung des Arbeitsergebnisses und die Korrektur des Arbeitsablaufes notwendig.

Um ein gutes Arbeitsergebnis zu erreichen, müs-

sen alle am Arbeitsgeschehen beteiligten Elemente gesteuert, der Arbeitsablauf geregelt werden. Dazu benötigt man geschlossene Regelkreise.

Zu geschlossenen Regelkreisen gehören zum Beispiel automatische Wasserstandsregulatoren und Fliehkraftregler, die zu den ältesten automatischen Regeleinrichtungen zählen. Im Haushalt finden wir einen geschlossenen Regelkreis bei jedem modernen Bügeleisen. Hat das Bügeleisen die entsprechende Temperatur erreicht, wird die Zufuhr an Energie durch eine Regeleinrichtung, einen Bimetallkontakt, unterbrochen.

Durch den geschlossenen Regelkreis erhält der Apparat oder die Maschine eine Einrichtung, die nicht nur das gewünschte Programm steuert, sondern gleichzeitig auch die Abweichung ausgleicht. Geschlossene Regelkreise sind im Aufbau zumeist sehr kompliziert, aber in der Arbeitsweise auch sehr vollkommen.

Würde man den beschriebenen Getränkeautomaten mit einer derartigen Regeleinrichtung ausrüsten, so würde er kein Getränk abgeben, bis man den Becher unter das Ablaufrohr gebracht hat.

Die Automaten mit Regeleinrichtungen finden immer breitere Anwendung in der chemischen

Industrie, in Kraftwerken und in der Wärmetechnik. Mit Hilfe dieses Automatentyps werden alle Arbeiten nach einem vorgegebenen Programm verwirklicht. Dieses Programm kann nur der Mensch verändern.

In den vergangenen Jahren, als man die elektronischen Rechenmaschinen weiter verbesserte, gelang es auch, die Programmgestaltung den Automaten zu übertragen. Rechenmaschinen können bedeutend schneller und besser als der Mensch nach vorgegebenen Regeln und Gesetzmäßigkeiten analysieren, um den erfolgreichen Ablauf der Prozesse zu erreichen.

Derartige automatische Anlagen haben keine ein für allemal vorgeschriebene Arbeitsordnung. Das Programm ändert jedoch nicht der Mensch selbst, sondern die Maschine, und zwar so, daß der vom Menschen gewollte Prozeß sicher und genau abläuft.

## **Die programmgesteuerte Maschine**

Arbeitsbeginn: Der Dreher, ein erfahrener Zerspanungsfacharbeiter, betritt die Werkhalle. Vorn steht eine Spezialmaschine für Dreharbeiten, da-

neben ein großes Pult mit vielen elektronischen Einrichtungen; dahinter stehen einhundert Arbeitsmaschinen.

Am Pult warten bereits zwei Kollegen des Drehers. Der eine von ihnen ist Einrichter, der andere Wartungsmechaniker.

Bei der Arbeitsbesprechung zeigt der Einrichter die Zeichnung von dem heute zu fertigenden Teil, einer Stufenwelle, von der mehrere tausend Stück angefertigt werden sollen.

Der Dreher sieht sich die Zeichnung an, stellt einige Fragen. Der Einrichter beantwortet sie. Dann beginnt die Arbeit.

Der Dreher fertigt zunächst an einer Spezialmaschine ein Musterstück an. Am Pult neben der Maschine leuchtet die Tafel „Aufnahme“. Er überprüft das Werkstück und übergibt es dem Einrichter. Anschließend ordnet und säubert er die von ihm benutzte Maschine und verabschiedet sich.

Der Einrichter vergleicht das Musterstück noch einmal mit der Zeichnung und schaltet von „Aufnahme“ auf „Wiedergabe“. Sofort beginnen die einhundert Werkzeugmaschinen zu arbeiten, und in die Aufnahmebunker fallen die ersten Werkstücke. Sie entsprechen genau dem Musterstück.

Eine elektronische Rechenmaschine zeichnete die

Bewegungen der Spezialmaschine auf. Damit sind die durch die Hände des Drehers verursachten Bewegungen der Maschinenteile in der Spezialmaschine gespeichert und zum Programm geworden.

Mit Hilfe dieses Programms werden anschließend alle anderen Werkzeugmaschinen gesteuert.

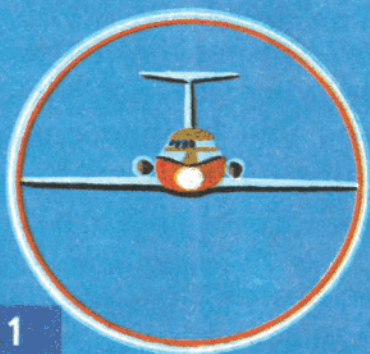
Wie eine Schallplatte, Tonbandaufnahme oder einen Film kann man dieses Programm beliebig oft ablaufen lassen.

## **Der automatische Pilot**

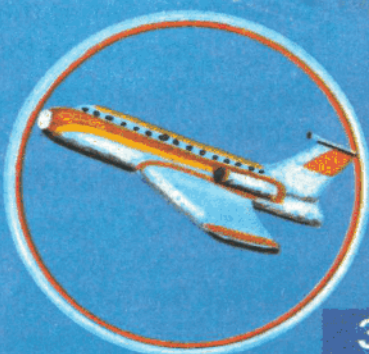
Gleich nach dem Start verließ der Flugzeugführer die Steuerhebel und vertraute das Flugzeug dem Autopiloten an, einer automatischen Steuermaschine, die nach der vorher vom Flugkapitän festgelegten Flugrichtung, also nach einem Programm, das Flugzeug steuert.

Bei der Steuerung eines Flugzeuges muß man die Stabilität der Maschine während des Fluges und die Navigation beachten. Trotz der Abweichungen, durch Gegenwinde hervorgerufen, soll

Kreisel: 1, 2 Geradeausflug, 3, 4 Steilflug



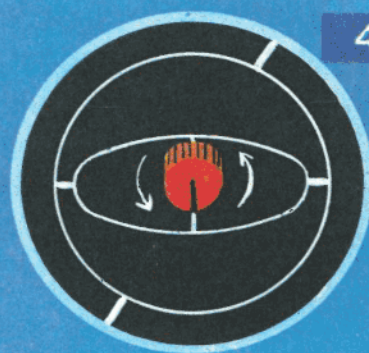
1



3



2



4

das Flugziel auf einer möglichst kurzen, das heißt wirtschaftlichen Strecke erreicht werden.

Flugzeuge steuert man mit Hilfe der Höhen- und Seitenrudder. Das wichtigste für die automatische Steuerung ist eine feste Bezugsrichtung. Diese liefert der Kreisel. Er besteht, vergleichbar mit einem Spielzeugkreisel, aus einer besonders schweren, schnell rotierenden Metallscheibe. Seine Drehachse behält ihre Richtung im Raum unabhängig von der Verschiebung seiner Aufhängung bei. Angetrieben wird der Kreisel elektrisch oder durch einen Luftstrahl.

Der automatische Pilot ist eine der vielen Anwendungsmöglichkeiten der Kybernetik, der Wissenschaft von der Regelung und Informationsverarbeitung und -speicherung.

## **Auf der Suche nach dem Besten**

Die Wissenschaft von der Kybernetik entstand Anfang der vierziger Jahre unseres Jahrhunderts. Bekannt wurde sie jedoch erst im Jahre 1948 durch ein Buch mit dem Titel: „Kybernetik oder Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine“. Der Autor des Bu-



ches war der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener.

Wiener weist in seinem Buch darauf hin, daß in der Natur, zum Beispiel im menschlichen Körper, viele biologische Vorgänge automatisch gesteuert ablaufen.

Wenn in unserem Körper eine Entzündung entsteht, zeigt sich diese durch erhöhte Körpertemperatur an. Unser Herz arbeitet stärker, das Blut fließt schneller, der entzündeten Stelle in unserem Körper wird mehr Blut zugeführt, und die weißen Blutkörperchen beseitigen die Entzündung.

Unser Gehirn, das über viele Nervenstränge mit dem ganzen Körper verbunden ist, steuert, regelt diesen Prozeß.

Ähnlich wie im menschlichen Körper kann auch bei der Maschine oder in einem komplizierten Produktionsprozeß die Nachrichtenübermittlung geregelt werden.

Die Entwicklung der Kybernetik ist eng mit der Entwicklung der Biologie, Mathematik und der Technik verbunden. Für die immer komplizierter gebauten technischen Einrichtungen braucht man zuverlässig arbeitende Regelungs- und Steuereinrichtungen. Wir wissen bereits, daß wir, um solche technischen Anlagen beherrschen zu können,

Automaten benötigen. Die Kybernetik ermöglicht es, Automaten mit noch größeren Leistungen zu bauen, die dem Menschen in vielen Bereichen der Produktion die Arbeit abnehmen. Sie hilft uns auch, bei mehreren möglichen Wegen die beste Entscheidung zu fällen.

### **Die Maus des Mister Shannon**

Wenn ein Gegenstand in einem dunklen Raum zu Boden fällt, finden wir ihn verhältnismäßig schnell, sobald wir den Raum beleuchten. Ist dies ausgeschlossen, versuchen wir zu hören, wo der Gegenstand zu Boden fällt. In beiden Fällen können wir systematisch suchen. Bestehen keine Anhaltspunkte für eine genaue oder ungefähre Lage des Gegenstandes, so müssen wir willkürlich von einem Ort zum anderen tasten, bis wir den Gegenstand gefunden haben.

Ein derartiges Versuch- und Irrtumverhalten können wir bei vielen Lebewesen, auch bei Insekten, Ratten oder Mäusen beobachten.

Sperrt man Ratten oder Mäuse in ein Labyrinth, einen Bau mit vielfach verzweigten Gängen, der nur einen Ausgang hat, dann laufen die Tiere

zunächst willkürlich irgendeinen Weg entlang und verfolgen ihn, soweit es möglich ist. Gelangen sie nicht zum Ziel, kehren sie um und versuchen auf einem anderen Weg zum Ausgang zu gelangen. Sie probieren so lange, bis sie den Ausweg gefunden haben. Wiederholt man das Experiment mehrmals mit denselben Tieren im selben Labyrinth, brauchen die Tiere immer weniger Zeit, um den Ausgang zu finden. Sie haben den richtigen Weg im Gedächtnis festgehalten; sie haben gelernt, den richtigen Weg zu wählen.

Von diesem Tierexperiment ging Claude Shannon, ein amerikanischer Mathematiker und Nachrichtentheoretiker, aus, als er die kybernetische Maus konstruierte.

Diese Maus besteht aus einem wenige Zentimeter langen Stück Stahl, versehen mit Rädern, Augen, Ohren und einem Schwanz. Sie rollt auf einer quadratischen, in viele Gänge unterteilten Platte und wird durch einen Magneten und einen entsprechenden Führungsmechanismus unter der Platte bewegt und gesteuert. Der Führungsmechanismus entspricht dem Gehirn einer lebenden Maus und besteht aus elektronischen Steuer- und Regeleinrichtungen.

Jedesmal, wenn die technische Maus bei ihrem

ersten Versuch auf eine Wand stößt, wird ein bestimmtes Signal ausgelöst. Findet die Maus einen Weg, wird ein anderes Signal ausgesendet. Erfolge und Nichterfolge werden im Führungsmechanismus festgehalten, gespeichert, ähnlich wie im Gehirn der lebendigen Maus.

Beim zweiten Experiment tritt durch die Speicherung sofort ein Erfolg ein. Die technische Maus findet, ohne zu suchen, den richtigen Weg. Das von Claude Shannon konstruierte elektronische Gehirn der Maus ist Speicher für wichtige Informationen und die Voraussetzung dafür, daß der Weg durch das Labyrinth gefunden wird.

### **„Denkende“ Lichtsignalanlagen**

Die meisten Lichtsignalanlagen leuchten eine bestimmte Zeit lang rot, gelb oder grün, gleichgültig, aus welcher Richtung die größere Anzahl von Fahrzeugen an die Kreuzung heranzufährt. Es kann vorkommen, daß eine lange Autoschlange vor der Rot zeigenden Anlage stehenbleiben muß, obwohl auf der quer verlaufenden Straße keine Fahrzeuge fahren. Regelt ein Verkehrspolizist den Verkehr, berücksichtigt er den Fahrzeugstrom und gibt die



Richtung am längsten frei, in die die meisten Fahrzeuge fahren. Er bemüht sich, die Fahrzeuge in der bestmöglichen Weise zu lenken. Das kann man mit herkömmlichen Lichtsignalanlagen nicht erreichen.

An vielen Kreuzungen wurden neue Lichtsignalanlagen aufgestellt, die entsprechend der Stärke des Fahrzeugstromes für eine bestimmte Richtung grünes Licht zeigen. Nähert sich der Kreuzung ein Rettungswagen oder ein Feuerwehrauto, leuchten automatisch alle Lichtsignale rot. — Damit auch Fahrzeuge der weniger befahrenen Straßen die Kreuzung überqueren oder in eine verkehrsreiche Straße einbiegen können, schaltet die Anlage 40 Sekunden nach dem Halten eines Kraftfahrzeugs in der Nebenstraße auf grünes Licht um.

Wie ist das möglich?

In den Fahrbahnen zwischen den Kreuzungen liegen Metallschienen, die beim Überfahren durch ein Fahrzeug Signale an die elektronischen Rechner der Lichtsignalanlage geben. Diese Signale werden im Rechner gespeichert, ständig überprüft und als Grundlage zur Steuerung genutzt. Rettungsfahrzeuge und Feuerwehrautos enthalten einen Signalgeber, der die Anlagen auf Rot schaltet.

Diese automatischen „denkenden“ Lichtsignalanlagen sind nur ein Beispiel für die Anwendung elektronischer Rechenmaschinen, die in vielen Bereichen eingesetzt werden.

### **Maschinen regulieren, Maschinen gleichen Fehler aus**

Jeder will heute schnell eine Information, eine Auskunft über einen Zugangschluß oder eine Aussage darüber, wann die gekauften Möbel angeliefert werden. Der Wunsch nach einem Telefonanschluß wird immer zahlreicher.

Diesem schnellen Anstieg von Telefonverbindungen können die Handvermittlungen im Sprechdienst nicht mehr gerecht werden. Heute werden deshalb allerorts automatische Fernsprechämter gebaut. Will man ein automatisches Fernsprechamt schaffen, müssen Hunderte von Schaltungen berechnet und gezeichnet werden. Bisher glaubte man, daß diese komplizierte und mühselige Arbeit nur speziell dafür ausgebildete Menschen ausführen können

Heute ist es möglich, diese Aufgaben mit Hilfe von elektronischen Rechenmaschinen bedeutend

schneller zu bewältigen. Ingenieure geben bestimmte Werte in die Rechenmaschine ein, und kurze Zeit darauf erscheint auf einem Bildschirm das bestmögliche Schaltbild.

Aber nicht nur bei der Steuerung von Vorgängen und beim Bau von neuen Maschinen oder Anlagen setzt man elektronische Rechenmaschinen ein, sie werden heute auch dazu benutzt, Vorgänge zu regulieren und Fehler zu finden.

Wenn wir versuchen, etwas nachzubauen, was vor uns ein Fachmann gebaut hat, so stellen wir fest, daß uns das nicht so gut gelingt, selbst wenn wir die Bauanleitung genau berücksichtigen. Uns fehlt die Erfahrung. Während unserer Tätigkeit sammeln wir Erfahrungen; beim zweiten oder dritten Versuch gelingt unser Werk viel besser.

Erfahrungen sammeln und aus Fehlern lernen können nur Menschen und einige Tierarten.

Automaten kann man so programmieren, daß sie erfolgreiche Wege speichern und mit Hilfe eines Steuerprogramms Störungen im Ablauf bestimmter Vorgänge beseitigen.

Bei der Herstellung von Stahl muß zum Beispiel der Schmelzvorgang immer auf die gleiche Weise ablaufen, damit man Stahl guter Qualität erhält.



Der Schmelzvorgang kann aber durch Materialanlieferung, durch ungünstige Temperaturen und eine unterschiedliche Zusammensetzung der Luft sowie andere Einflüsse gestört werden.

Das Programm des Automaten, der den Schmelzvorgang steuert, enthält alle möglichen Lösungswege zur Beseitigung von Fehlern. Selbsttätig wird der beste Lösungsweg gewählt, ohne daß der Mensch die Fehler suchen und beseitigen muß. Doch der Mensch erarbeitet das Programm für diese Automaten.

## **Die Schnellarbeiter**

Ein besonderes Merkmal der elektronischen Rechenmaschinen besteht darin, daß sie in kürzester Zeit eine außergewöhnlich große Zahl von Informationen analysieren und daraufhin die zweckmäßigste Lösung finden können. Es ist dabei vollkommen gleichgültig, um welche Art von Information es sich handelt: um die Anzahl der Kraftwagen, die sich einer Straßenkreuzung nähern, um die verschiedenen Möglichkeiten für die Bearbeitung von Motorblöcken, um die Geschwindigkeit und Richtung von Gewitterwolken oder um die

Anzahl und Qualität von Waren, die im letzten Monat von einem Warenhaus verkauft wurden.

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen überraschen und erstaunen viele Menschen. Nicht wenige glauben, daß der Mensch bedeutungslos, vielleicht sogar überflüssig wird. Wir wissen jedoch, daß selbst die vollkommenste Maschine nur vom Menschen geschaffen werden kann. Vor uns stehen also stets neue Aufgaben.

Albert Einstein sagte einmal: „Die Maschine kann noch so gut arbeiten, sie kann alle von ihr geforderten Aufgaben lösen, so wird sie doch nie eine einzige Aufgabe je selbst erdenken können.“

Der Mensch ersinnt neue Aufgaben zur Verbesserung des Lebens. Für die Lösung der Aufgaben schafft er Maschinen. Indem er sie verbessert und vervollkommnet, gewinnt er mehr Zeit, sich neue Aufgaben zu stellen und bessere Maschinen zu konstruieren.

So wird der Mensch zum Herrscher über die Natur.

## **Führung und Kontrolle**

Der Versuchsflug nähert sich seinem Ende. Ein weißer dichter Wolkenschleier verdeckt die Orien-

tierungspunkte auf der Erde. Die Meßgeräte zeigen an, daß bis zum vorgegebenen Landeort nur noch einige hundert Kilometer, wenige Minuten zu fliegen sind.

Nach dem Start des Flugzeugs hatte der Flugzeugführer die Steuerhebel verlassen und das Flugzeug dem Autopiloten anvertraut. Die Anzeigergeräte arbeiteten exakt. Auf die Sekunde genau führte das schwere Flugzeug die vorgesehenen Kurvenbewegungen aus.

Jetzt schaut der Pilot unruhig auf die Meßgeräte. Alles verläuft normal, nur der Zeiger des Brennstoffmessers nähert sich dem Nullpunkt. Das Ziel ist nah, fast sichtbar, der Flugzeugführer erkennt jetzt aber, daß er es nicht erreichen wird.

Entschlossen schaltet er die automatische Steuerung aus und ergreift den Steuerknüppel, um mit dem Flugzeug auf einer geeigneten freien Stelle zu landen ...

Vor dem Versuchsflug schien alles sorgfältig durchdacht und vorbereitet gewesen zu sein: Mit größter Genauigkeit waren die Fluglinie berechnet und alle Mechanismen überprüft worden. Und trotzdem endete dieser Flug mit einer Notlandung. Hatten die Automaten versagt?

Viele, wenn nicht gar Hunderte ähnlicher Mißer-

folge beweisen, daß es nicht möglich erscheint, alle Vorgänge zu berechnen. So ist es zum Beispiel heute noch unmöglich, mit absoluter Genauigkeit das Flugwetter vorauszusagen oder das Verhalten der Raketenantriebe und die Atmosphärendichte vorher genau zu bestimmen.

Der Automat arbeitet nach dem ihm vorgegebenen Programm. Die Führung und allerletzte Kontrolle aber muß der Mensch übernehmen.

## **Inhalt**

- 5 Was ist Technik?
- 7 Mit Entdeckungen und Erfindungen begann es
- 8 Vom rollenden Baumstamm zum  
Scheibenrad
- 12 Töpferscheibe und Wasserrad
- 18 Diesels Erfindung war umwälzend
- 25 Was ist Wissenschaft?
- 26 Ein großer Berg von Möglichkeiten
- 31 Für wen – in wessen Interesse?
- 33 Die Wissenschaft läßt uns voraussehen
- 37 Lokomotiven der Geschichte
- 39 Technische Revolution – Arbeitsteilung –  
Klassenbildung
- 47 Was haben wir daraus gelernt?
- 49 Im Wettlauf mit der Zeit
- 52 Das Allgemeine und der Sonderfall
- 55 Vormarsch der Chemie
- 56 Mit geringsten Kosten produzieren
- 59 Der Stein der Weisen
- 63 Das Abc der Stoffe
- 66 Neue Formen der Stoffumwandlung
- 69 Erdöl und Kohle – wichtige Rohstoffe  
der Chemie
- 70 Was sind Kunststoffe?

- 74 Viel Energie und wenig Menschen
- 75 Kunststoffe für Maschinen
- 77 Die Elektrotechnik bahnt einem Plast  
den Weg
- 80 Schutzschild gegen Rost und Zerstörung
- 84 Das Haus der Zukunft
- 87 Projekte im Dienste des Menschen
- 90 Was ist Energie?
- 91 Vom Himmel stahl Prometheus das Feuer
- 92 Warum gerade Elektrizität?
- 98 Eine Stadt ohne Licht
- 101 Energie aus Kohle, Gas und Öl
- 106 Das Kernkraftwerk
- 108 Die ewige Batterie
- 110 Das Sonnenfeuer auf Erden
- 115 Die schreibende Puppe
- 118 Eine Rakete flog in Richtung Mond
- 122 Wie arbeiten Automaten?
- 126 Die programmgesteuerte Maschine
- 128 Der automatische Pilot
- 130 Auf der Suche nach dem Besten
- 132 Die Maus des Mister Shannon
- 134 „Denkende“ Lichtsignalanlagen
- 137 Maschinen regulieren, Maschinen  
gleichen Fehler aus
- 139 Die Schnellarbeiter
- 140 Führung und Kontrolle



Die Technik entstand, als der Mensch begann, aus Naturgegenständen Werkzeuge herzustellen. Auf dem Boden gesellschaftlicher Erfahrungen entstand die Wissenschaft. Heute helfen Wissenschaft und Technik, dem Menschen die Natur nutzbar zu machen wie niemals zuvor.

