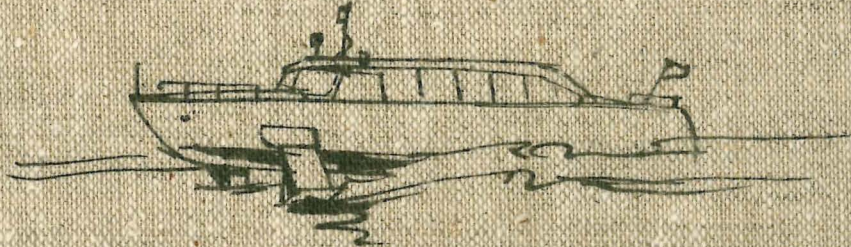
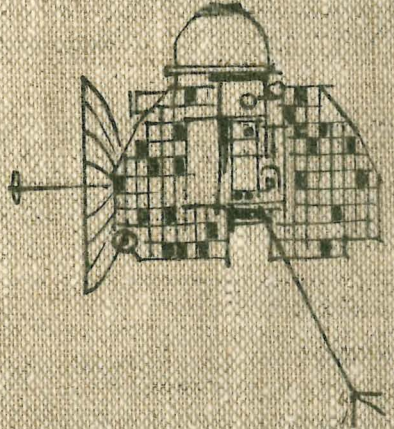
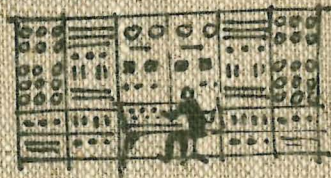
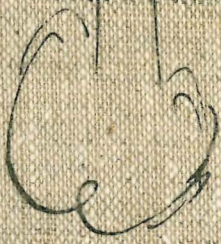
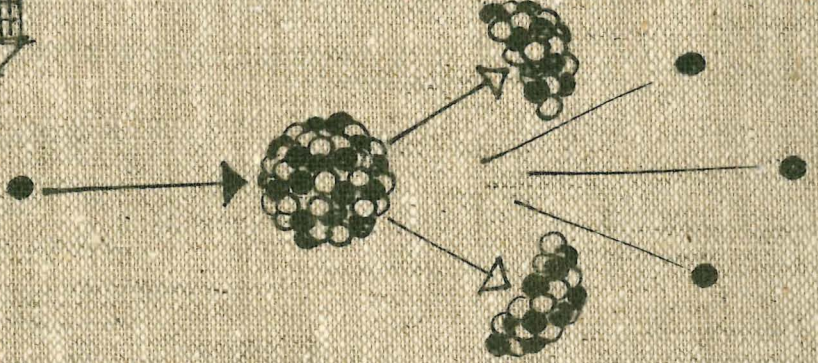
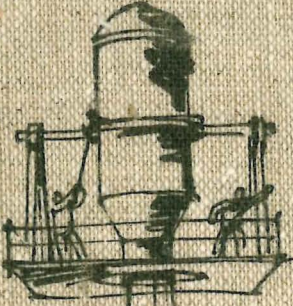
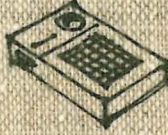
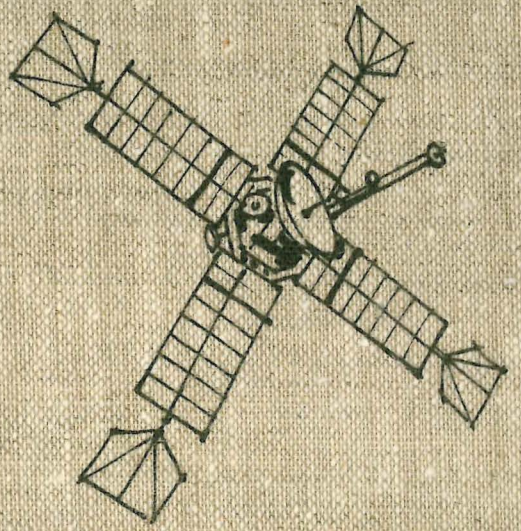


PETER KLEMM

GESCHICHTEN AUS 100000 JAHREN TECHNIK

**AUTOMATEN
FORSCHER
UND
RAKETEN**





„Als ich in New York ankam, hatte ich Mühe, ein Hotelzimmer zu finden. Schon mein Name genügte, um die Menschen in Angst und Schrecken zu versetzen. Mein Reisegepäck hätte man am liebsten ins Wasser versenkt. In der Greenwichstreet zeigte man mir die Beschädigungen, die eine Explosion hervorgerufen hat: das Straßenpflaster vier Fuß tief aufgerissen, alle Fassaden ramponiert und sämtliche Scheiben im weiten Umkreis zersprungen ...“

Das sind Worte aus einem Bericht Alfred Nobels über eine Reise in die USA. Lange hatte Nobel mit dem Sprengöl Nitroglyzerin experimentiert. Es wollte und wollte nicht gelingen, den Umgang mit diesem Sprengmittel gefahrloser zu machen. Die Nachrichten über schreckliche Unfälle häuften sich. Eines Tages erregte mit Nitroglyzerin getränkte Kieselgur-Erde Nobels Aufmerksamkeit. Er fand, daß diese Mischung in ihrer Sprengkraft fast dem reinen Nitroglyzerin glich. Die Handhabung aber war nahezu gefahrlos. Den neuen Sprengstoff nannte Nobel Dynamit, das Gewalttätige. Die Unfälle hörten auf. Durch seine Erfindung geriet Alfred Nobel aber in andere und viel schwerwiegendere Konflikte ... Wie und wem nützt meine Erfindung? Diese Frage beschäftigte nicht nur Alfred Nobel. Sie bewegte verantwortungsbewußte Wissenschaftler und Techniker in allen Zeiten. Ihre Bedeutung wuchs mit den Kräften, die von Menschen erschlossen und entfesselt wurden.

Peter Klemm schildert nicht nur die Entwicklungswege tüchtiger Frauen und Männer. Er berichtet nicht nur über das Schicksal ihrer Erfindungen und Entdeckungen. Peter Klemm gibt auch Antwort auf die Frage, von der heute Glück und Leben so vieler Menschen abhängen.

Peter Klemm schließt mit dem vorliegenden Band seine Geschichten aus 100 000 Jahren Technik ab. Er zeigt seinen Lesern in drei Bänden, welchen weiten Weg die Menschheit zurücklegen mußte, bis sie zu den gewaltigen Leistungen von Wissenschaftlern und Technikern der Gegenwart gelangte.

Die ersten tastenden Schritte auf diesem Weg gingen die Menschen, als sie sich aus dem Tierreich lösten. In der Geschichte des Lebens auf der Erde war es ein unerhörtes, umwälzendes Ereignis, als die ersten Menschen, fast noch Tiere, ihre Hände sinnvoll gebrauchen lernten. Durch die Arbeit befreiten sie sich von tierischen Daseinsbedingungen und begannen, ein menschenwürdiges Leben mit wachsendem Erfolg aufzubauen. Peter Klemm berichtet von großen Taten, die dabei in Wissenschaft und Technik vollbracht wurden.

Peter Klemm

Geschichten aus 100 000 Jahren
Technik

BAND 1

Der Weg aus der Wildnis

BAND 2

Ideen, Erfinder und Patente

BAND 3

Automaten, Forscher und
Raketen

DER KINDERBUCHVERLAG
BERLIN

AUTOMATEN, FORSCHER UND RAKETEN

PETER KLEMM

AUTOMATEN FORSCHER UND RAKETEN

GESCHICHTEN AUS 100000 JAHREN TECHNIK



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

SCHUTZUMSCHLAG UND FARBTAFELN
VON GERHARD PREUSS
EINBAND UND ILLUSTRATIONEN
VON HEINZ-KARL BOGDANSKI

DAS JAHR 2000

ist in unserer Vorstellung so etwas wie ein Meilenstein auf dem geschichtlichen Weg des Menschen. Alle, die heute noch jung sind und in unserer Mitte aufwachsen, haben dann längst durch ihre eigene Arbeit das Gesicht dieser Zeit mitgeprägt. Gemeinsam mit ihnen werden auch viele wissenschaftliche, technische und gesellschaftliche Entwicklungen, die jetzt noch in den Anfängen stecken, voll ausgewachsen sein.

In den beiden vorangegangenen Bänden unserer Geschichten aus 100 000 Jahren Technik haben wir des Menschen „Weg aus der Wildnis“ verfolgt und erfahren, wie er durch die Arbeit wurde, was er heute ist. Wir erlebten in „Ideen, Erfinder und Patente“ mit, wie Grundlagen geschaffen wurden, auf denen die Technik unserer Gegenwart zum großen Teil beruht. Vieles von dem, was heute noch den Alltag in Betrieben, Städten und Dörfern bestimmt, wird morgen überholt sein. Wir stehen am Anfang einer technischen Revolution, in deren Verlauf sich tiefgreifende Umwälzungen auf allen Gebieten der Produktion und des Lebens vollziehen werden. Für diesen Zeitabschnitt wählt man mitunter sehr verschiedenartige Bezeichnungen. So spricht man vom Zeitalter der Automatisierung oder dem der Kybernetik. Andere nennen es Zeitalter der Atomenergie oder kosmisches Zeitalter. Von allen diesen Bezeichnungen ist aber keine umfassend genug, um die tatsächliche Größe und Bedeutung zu treffen. Die Menschen können die Entwicklungsrichtungen der technischen Revolution nur dort unter ihrer Kontrolle halten und zu voller Entfaltung bringen, wo die gesellschaftlichen Verhältnisse das ermöglichen. In der sozialistischen Gesellschaft sind alle Voraussetzungen geschaffen, die technische Revolution erfolgreich zu verwirklichen. Gesellschaftliche und technische Fortschritte sind der Schlüssel zum Tor des Kommunismus. Wenn wir

also diesem neuen Abschnitt der Menschheitsgeschichte, in dem sich größte gesellschaftliche, wissenschaftliche und technische Umwälzungen vollziehen, einen richtigen Namen geben wollen, kann man ihn nur Zeitalter des Sozialismus und des Kommunismus nennen. Deshalb wird in diesem Band über Tatsachen und Zusammenhänge berichtet, die mit den Grundlagen der gesellschaftlichen und technischen Revolution verbunden sind. Es sind Tatsachen und Entwicklungen, die bereits zur Geschichte gehören oder die erst morgen Schlagzeilen machen werden, sie sind erregend wie ein Weltraumflug und problematisch wie die Kernspaltung, aber sie erfüllen uns mit großen Hoffnungen für den Weg ins 3. Jahrtausend.

KRÄFTE AUS DEM UNSICHTBAREN

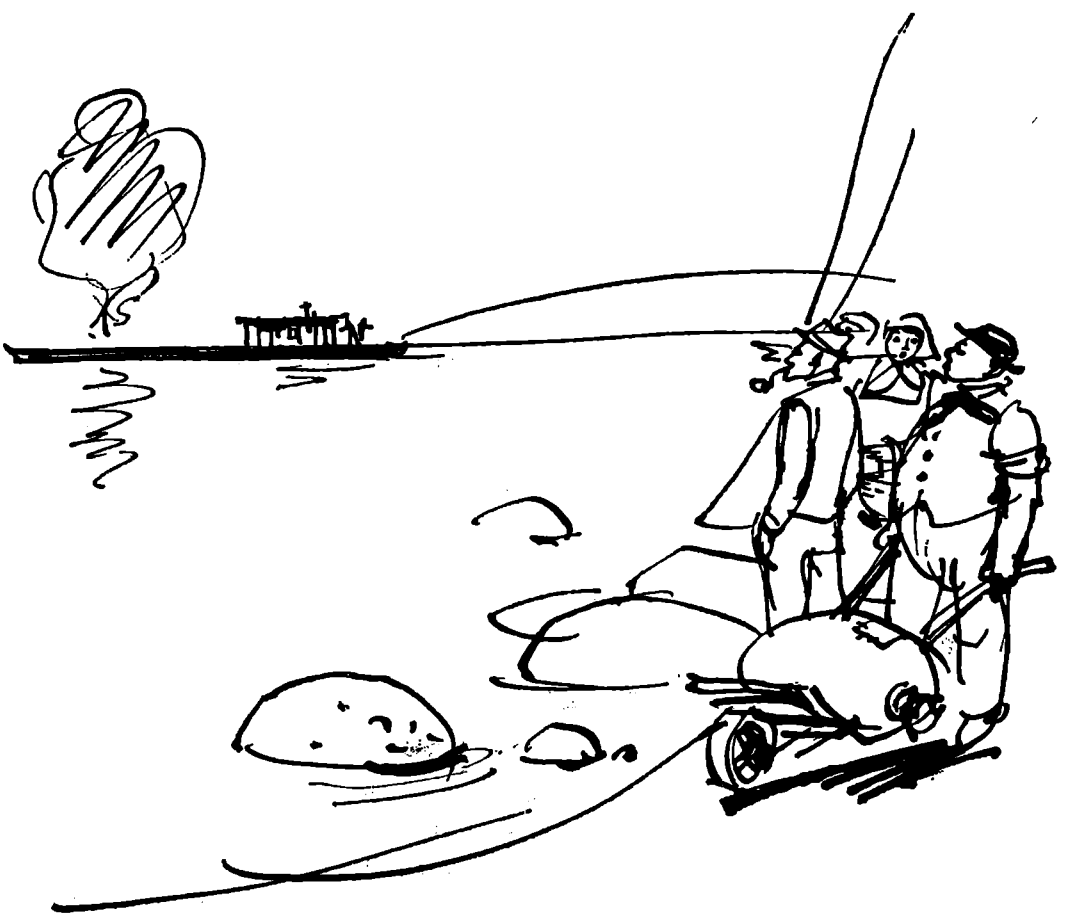
Die Größe und Tragik Nobels — Dynamit — Die geheimnisvollen X-Strahlen — Strahlende Stoffe — Radioaktivität — Ein Entdeckerrausch — Die künstliche Radioaktivität — Die Kernspaltung — Die Kettenreaktion — Das Drama des Atoms — Im Spiegel der Atomphysik — Im Institut „Igor Kurtschatow“ — Romaschka — Der Energiebedarf — Strahlenquellen in der Technik

Die Größe und Tragik Nobels

scheint über dem Bereich der Atomwissenschaft und -technik zu liegen. Die größten Forscher, die in das Innere des Atoms eindringen und die Kräfte aus dem Unsichtbaren entfesselten, wurden mit einem Nobelpreis ausgezeichnet. Dieser Preis gilt neben dem Leninpreis als die höchste internationale wissenschaftliche Anerkennung. Aber nicht nur das. Viele Atomforscher fühlen sich auch geistig mit Alfred Nobel, dem Stifter dieses Preises, verwandt, obwohl er mit der Atomwissenschaft nichts zu tun hat. Genauso wie er — als Erfinder des Dynamits — Krieg und Vernichtung förderte, obwohl er ein Gegner des Krieges war und ewigen Frieden wollte, tragen auch die Entdecker der Atomkraft schwer an der Verantwortung, den Menschen gewaltige Kräfte in die Hände gegeben zu haben, geeignet zum Nutzen wie zum Verderben der Welt. In Alfred Nobels Leben und mit seinen wichtigen Erfindungen hat sich also schon einmal das vollzogen, was noch viel tiefgreifender heute die Welt bewegt.

Vor über 100 Jahren — am 3. September 1864 — flog in Heleneborg bei Stockholm eine kleine chemische Fabrik in die Luft. Mit einem Donnereschlag wurde bekannt, daß es einen neuartigen Sprengstoff gab, gefährlicher und gewaltiger als Schwarzpulver: das Nitroglyzerin-Sprengöl.

Die Katastrophe hatte Menschenopfer gefordert. Auch Emil Oskar Nobel, ein Bruder Alfred Nobels, gehörte zu den Toten. Die Aufregung in Stockholm war groß. Eine Zeitung schrieb, daß niemand etwas dagegen einwenden könne, wenn die Familie Nobel sich in die Luft sprengen wolle.



Nobel experimentiert mit Nitroglycerin

Aber dann solle sie das gefälligst tun, ohne zugleich auch andere Menschen mit ins Jenseits zu befördern!

Immanuel Nobel, Alfreds Vater, ebenfalls ein Erfinder ersten Ranges, dem von der Zentralheizung bis zum Sperrholz viele wertvolle Neuerungen zu danken sind, dachte aber gar nicht daran, die gefährlichen Versuche aufzugeben. Als die Regierung die Herstellung des Sprengöls in der Nähe von Wohnstätten verbot und auch keine Landgemeinde sich bereit erklärte, innerhalb ihrer Gemarkung den Bau einer Sprengstoff-Fabrik zu gestatten, verfielen die Nobels auf einen anderen Ausweg. Sie kauften einen alten Prahm, bauten die Schiffskasten zu einem Laboratorium aus und gingen im Mälarsee vor Anker. In bescheidenem Umfang konnten sie nun wieder Nitroglycerin herstellen und ihre Experimente weitertreiben, wenn sie auch auf dem See noch mehrmals ihren Liegeplatz verlegen mußten, weil die Ufergemeinden protestierten.

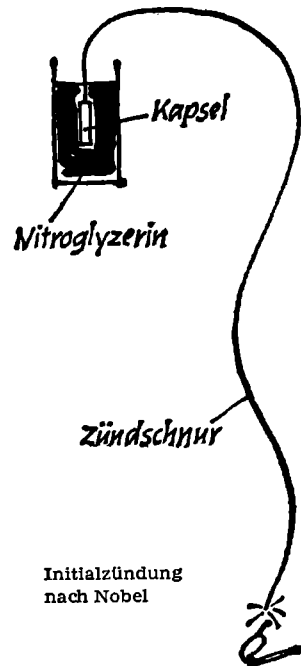
Das Nitroglycerin war schon seit Jahren bekannt, nur sprengen konnte man nicht mit ihm. Es ließ sich nämlich nicht auf gewöhnliche Weise zur Explosion bringen – in einer Flamme verbrannte es, ohne zu explodieren. Alfred Nobel erfand eine sogenannte Initialzündung, mit der es möglich war, eine Explosion hervorzurufen. Eine mit Knallquecksilber gefüllte Kupferhülse wurde als Zündkapsel auf das untere Ende der Zündschnur geschoben und in das Nitroglycerin eingeführt. Der die Zündschnur entlangglimmende Funke brachte die Knallquecksilber-Kapsel zur Explosion. Durch den starken Schlag setzte sich das Nitroglycerin augenblicklich in Sprenggase um. Dieses Verfahren hatte sich Nobel patentieren lassen.

Das Nitroglycerin und seine Zünder begannen im Bergbau und bei Tunnelbauten Verwendung zu finden, denn die Sprengkraft war etwa dreizehnmal größer als die der entsprechenden Menge Schwarzpulver. Allerdings, das Sprengöl hatte auch seine Tücken:

„Leider ist Ihr Sprengöl ein unbequemer und sehr unberechenbarer Sprengstoff. Bei aufwärts gerichteten Bohrlöchern braucht man eine wasserdichte Patrone zur Einführung des Nitroglycerins. Aber auch bei anderen Bohrlöchern kommt es vor, daß sich Reste von Nitroglycerin in das Gestein gezogen haben und erst bei späterer Gelegenheit, unter Einwirkung von Hammerschlägen, zur Explosion gelangen. Unglücksfälle, zum Teil mit tödlichem Ausgang, sind die Folge...“

Solche und ähnliche Berichte und Gutachten führten dazu, daß in einigen Ländern die Anwendung des Nobelschen Sprengöls überhaupt verboten wurde. Die schwedische Eisenbahngesellschaft entschied sich jedoch, beim Bau eines Tunnels das Sprengöl zu benutzen. Das war für die Nobels ein Glück. Denn nun konnte die Sicherheitspolizei nicht mehr verbieten, das auf dem Lande verwendete Sprengöl auch auf dem Lande herzustellen. Da außerdem auch noch Geldleute Witterung von dem sich anbahnenden großen Geschäft bekamen, konnte Nobel mit deren finanzieller Hilfe sehr bald eine neue Sprengstoff-Fabrik errichten lassen. Weitere Fabriken in Krümmel bei Hamburg und in Norwegen folgten.

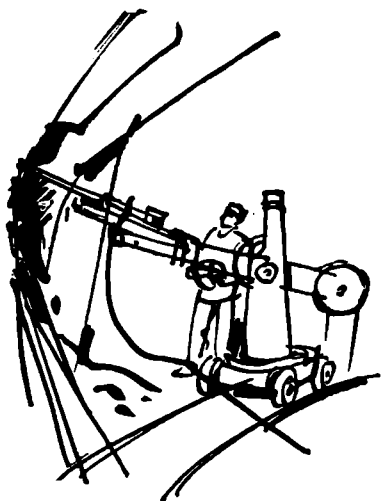
Je größer aber die Mengen an Sprengöl, die produziert und versandt wurden, um so grö-



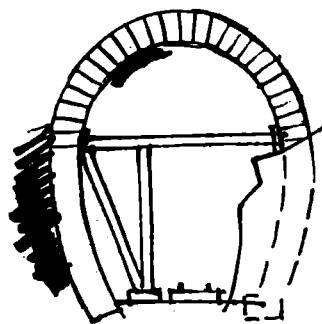
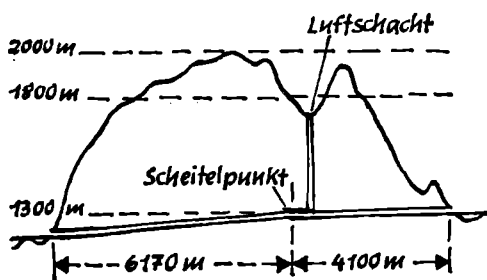
ßer auch die Katastrophen: Lagerschuppen flogen in die Luft, Schiffe wurden zerstört, Menschen zerrissen oder verstümmelt. Aus allen Teilen der Welt kamen Unglücksmeldungen. Von einer Amerikareise zurückgekehrt, berichtete Nobel:

„Als ich in New York ankam, hatte ich Mühe, ein Hotelzimmer zu finden. Schon mein Name genügte, um die Menschen in Angst und Schrecken zu versetzen. Mein Reisegepäck hätte man am liebsten ins Wasser versenkt. In der Greenwich Street zeigte man mir die Beschädigungen, die eine Explosion hervorgerufen hat: das Straßenpflaster vier Fuß tief aufgerissen, alle Fassaden ramponiert und sämtliche Scheiben im weiten Umkreis zersprungen . . .“

Auch in den Sprengstoff-Fabriken nahmen die Explosionen zu. Die Menschen, die dort arbeiteten, versuchten eine gefahrlosere Beschäftigung zu finden. Bergbaugesellschaften mußten darauf verzichten, den Sprengstoff



Gebirgstunnel (Unterfangungsbauweise)
Arlberg-Tunnel



zu verwenden, weil die Arbeiter sich weigerten, mit dieser „Hölle in der Flasche“ zu hantieren.

Die Nobels wußten sehr genau, daß es keine Sicherheiten im Umgang mit dem Sprengöl gab. Sein Verhalten ließ sich nicht regulieren. Man konnte eine gefüllte Flasche an einem Stein zerschellen, und es gab keine Explosion. In anderen Fällen hatte allein der Druck der in der Flasche eingeschlossenen Gase genügt, um das Sprengöl von selbst zur Explosion zu bringen. Alfred Nobel suchte deshalb unablässig nach einem Stoff, an den man das Sprengöl gewissermaßen binden konnte, einen Stoff, dessen Verhalten man genau kannte und mit dem zusammen das Sprengöl bei richtiger Behandlung gefahrlos wurde. Durch einen Zufall fand er schließlich das Gesuchte.

Um die Lagerung und den Transport des Sprengöls sicherer zu machen, wurden die das Nitroglyzerin enthaltenden Flaschen in Kisten verpackt, die mit einer porösen Erdmasse, zumeist mit Kieselgur, ausgefüllt waren. Dieses Füllmaterial hat ein hervorragendes Aufsaugvermögen. Sollte eine Flasche auf dem Transport zerbrechen, würde ihr Inhalt vollständig von dieser Erde aufgesaugt. Aus der Kiste konnte dann nichts rinnen.

Eines Tages erregte die nitroglyzerinetränkte Kieselgur-Erde Nobels Aufmerksamkeit. Er experimentierte mit ihr. Es ergab sich, daß diese zufällige Mischung tatsächlich seinen Vorstellungen entsprach. Das Produkt kam in seiner Sprengkraft fast dem reinen Nitroglyzerin gleich – die Handhabung war einfach und nahezu gefahrlos. Diesen neuen, festen Sprengstoff nannte Alfred Nobel

Dynamit

– das Gewalttätige. Im September 1867 wurde ihm diese Entdeckung in Schweden patentiert. Die bis dahin bedeutendste Umwälzung im Sprengstoffwesen begann.

Das Dynamit war der lange gesuchte, sicher handhabbare Sprengstoff von ungeheurer Sprengkraft. Mit ihm wurden die moderne Bergbautechnik, riesige Tunnel-, Schienen- und Straßenbauten durch Gebirge und Staudämme mit ihren tief in die Felsen gehenden Fundamenten möglich.

Eine gewaltige Kraft befand sich in den Händen der Menschen, sie machte Wunderwerke der Ingenieurkunst möglich, aber sie steigerte auch die Kräfte der Vernichtung über jedes denkbar gewesene Maß hinaus. Die Rüstungsindustriellen stellten sich sofort auf den Sprengstoff ein. Neue Waffen, Panzerstähle und Festungswerke entstanden, und die Industriel-

len rissen sich um die Nobelschen Sprengstoffpatente. Aber Nobel wollte selbst die größten Gewinne aus seinen Patenten herausholen. Innerhalb von sechs Jahren ließ er in fast allen industriell entwickelten Ländern der Welt Fabriken aufbauen. Er überzog die Erde mit einem Netz von Nobel-Werken, die er durch zwei Zentralen in London und Paris dirigierte.

Seit 1873 hielt er sich hauptsächlich in Paris auf. Er bewohnte das Haus Nr. 93 in der Avenue Malakoff. Wer durch diese stille Straße ging, musterte mit scheuem Blick die vornehme Fassade des Hauses. Und wer zufällig den Dynamitkönig, den Schöpfer so unheimlicher Gewalten, sah, blickte in ein verschlossenes, melancholisches Gesicht.

Zu dieser Zeit suchte der einsame und menschenscheue Mann nach jemandem, der ihm persönliche Hilfe leisten könnte. Über eine Zeitungsanzeige kam er mit der jungen österreichischen Generalstochter Gräfin Bertha von Kinsky, der späteren Baronin von Suttner, in Verbindung. Ihr bot er an, als Sekretärin und Hausdame die Oberaufsicht über sein Haus zu führen. Sie kam auch nach Paris, um, wie sie meinte, einem alten, hilfsbedürftigen Mann zu begegnen. Aber:

„Zu meiner Überraschung traf ich einen weder alten noch gebrechlichen Herrn an, sondern einen geistvollen, aber verbitterten Menschen. Er war ein etwas kleiner Mann, mit dunklem Vollbart, der Gesichtsausdruck düster, nur gemildert durch sanfte blaue Augen. Er hielt sich für abstoßend, glaubte, keine Sympathie einflößen zu können, und fürchtete immer, daß man ihn nur seines ungeheuren Reichtums wegen umschmeichelte.“

Die junge Österreicherin beschrieb die poetischen Neigungen Nobels, lobte die von ihm in englischer Sprache verfaßten Gedichte und meinte:

„Wäre dieser geniale Mann nicht ein großer Erfinder geworden, sicherlich, er hätte als Schriftsteller eine hohe Stufe erreicht.“

Der Dynamitkönig mußte sich mit der geistvollen jungen Frau aber auch über den Doppelcharakter seiner Erfindung auseinandersetzen. Die Offizierstochter hatte in ihren eigenen Kreisen Eroberungssucht und Profitgier als Wurzeln des Krieges erkennen müssen; sie war von tiefer Friedensliebe erfüllt, haßte die „schimmernde Wehr“ und verabscheute die ins Grandiose gewachsenen Vernichtungskräfte, die Alfred Nobel in die Welt gebracht hatte. Er aber war der Ansicht, daß diese Kräfte noch immer nicht groß genug seien:

„Ich möchte einen Stoff oder eine Maschine schaffen können, von so fürchterlich massenhaft verheerernder Wirkung, daß dadurch Kriege überhaupt unmöglich gemacht werden.“

Die österreichische Adlige glaubte nicht daran, auf diesem Weg den Krieg aus der Welt bringen zu können. Es müßten im Gegenteil alle Waffen verschwinden – erst dann würde Frieden sein. Nein, sie hielt gar nichts von einer wechselseitigen Erpressung zum Frieden durch Überwaffen, und damit hatte sie damals genauso recht wie heute diejenigen friedliebenden Menschen in aller Welt, die eine vollständige Abrüstung und die Vernichtung aller Atomwaffen fordern.

Alfred Nobel versuchte trotz dieser unterschiedlichen Auffassungen, die Gräfin Kinsky als Sekretärin in seinem Hause zu behalten. Aber als er nach einer kurzen Abwesenheit zurückkehrte, war sie abgereist. Wenig später heiratete sie den jungen Baron von Suttner. So endete die erste Begegnung zwischen dem Dynamitkönig und Bertha von Suttner, eine Begegnung, die in die Zukunft wirkte. Denn beide blieben im Gedankenaustausch: der Mann, der glaubte, mit noch schrecklicheren Vernichtungswaffen den Krieg verhindern zu können, und die Frau, die als bedeutendste Vertreterin des bürgerlichen Pazifismus die Waffen durch Abscheu zu überwinden trachtete.

Der Erfinder schuf eine neue Art Dynamit – die Sprenggelatine. Er erhielt Patente auf ein System nichtexplodierbarer Dampfkessel, auf eine automatische Bremsvorrichtung und auf die Erzeugung und Konzentration von Schwefelsäure.

Nobel steckte voller neuer Ideen – aber auch voller Zweifel. Mit den Mitteln der Wissenschaft hatte er den Menschen die Mühsal des Lebens und der Arbeit erleichtern wollen. War das erreicht worden? Gewiß, wenn er an Tiefbauten und Tunnels, Bergwerke und Steinbrüche dachte. Aber das war ja nur die eine Seite! Trost fand er nur in dem Gedanken, allen Staaten die gleichen Sprengstoffe zur Verfügung zu stellen, dabei keine Kräftegruppe zu bevorzugen oder das Interesse einer Regierung zu berücksichtigen. Und er glaubte, wenn immer mehr Menschen von diesem weltbürgerlichen Denken erfüllt würden, verschwänden auch die Ursachen für die Kriege. Nobel klammerte sich an die Vorstellung, er als der führende Sprengstoff-Chemiker der Welt könne es durch seine Fabriken und Erfindungen verhindern, daß einer der rivalisierenden Staaten ein Übergewicht in der Rüstung bekomme. Dieses Gleichgewicht des Schreckens wollte er auch dadurch erhalten, daß er sein neues rauchloses Pulver – um das sich damals die Chemiker vieler Länder bemühten – allen Armeen zur Verfügung stellte. Dieses rauchlose Pulver, von ihm selbst als „Ballestit“ bezeichnet, wurde als „Nobel-Pulver“ in fast allen Heeren anstelle des alten Schießpulvers eingeführt.

Im Jahre 1889 erschien Bertha von Suttners aufsehenerregender pazifistischer Roman „Die Waffen nieder“. Alfred Nobel schrieb ihr sofort

einen begeisterten Glückwunschbrief und unterstützte auch finanziell die von Bertha von Suttner und anderen fortschrittlichen Bürgern ins Leben gerufene Friedensbewegung, die in der österreichischen Generalstochter eine glänzende Vertreterin fand.

Bertha von Suttner, damals schon eine der berühmtesten Frauen der Welt, begriff den großen Zwiespalt, in dem sich Alfred Nobel befand. Sie erlebte auch, wie dieser Mann, der wider seinen Willen zum Waffenproduzenten und Rüstungsgewinnler geworden und aus moralischer Verantwortung ein Gegner des Krieges war, den Widerspruch seines Lebens zu lösen versuchte.

Als er am 10. Dezember 1896 in seinem Arbeitszimmer in San Remo einem Herzschlag erlag, wurde sein Testament bekannt. Dieser Letzte Wille zeigte, daß Nobel nicht mehr daran glaubte, der Krieg könne durch immer gewaltigere Vernichtungskräfte und ein Gleichgewicht des Schreckens aus der Welt gebracht werden. Er setzte sein Vermögen nicht für die weitere Vervollkommnung dieser Vernichtungstechnik ein, sondern für humanitäre, der Sicherung des Friedens und der aktiven Völkerverständigung auf verschiedene Weise dienende Stiftungen.

Dieses Testament erregte großes Aufsehen. Wollte der Dynamitkönig seinen Namen durch die ausgesetzten Preise nur deshalb in dauernder guter Erinnerung halten, weil er zeitlebens ein schlechtes Gewissen gehabt hatte? Oder entsprach sein Testament der Einsicht, daß man die Kräfte des Friedens fördern muß? Seine Erben jedenfalls versuchten, die Rechtsgültigkeit des Testaments anzufechten. Es gab Prozesse. Aber schließlich trat doch in Kraft, was Nobel letztwillig verfügt hatte. Seine Anteile an den weltumspannenden Dynamitgesellschaften wurden verkauft, das Geld zu einem Vermögen vereinigt:

„Das Kapital soll durch meine Testamentsvollstrecker in sicheren Wertpapieren angelegt werden und einen Fonds bilden, dessen Zinsen alljährlich verteilt werden sollen, um solche Arbeiten zu belohnen, die im Lauf des verflossenen Jahres für die Menschheit die nützlichsten gewesen sind. Diese Zinsen sind in fünf gleiche Teile zu teilen, die zustehen sollen: zu einem Teil demjenigen, die auf physikalischem Gebiete die wichtigste Entdeckung oder Erfindung gemacht hat; zu einem weiteren Teil demjenigen, der auf dem Gebiet der Chemie die wichtigste Entdeckung gemacht hat oder die größte Vervollkommnung erzielt hat; zu einem weiteren Teil demjenigen, der auf dem Gebiet der Physiologie oder der Medizin die wichtigste Entdeckung gemacht hat; zu einem weiteren Teil demjenigen, der auf literarischem Gebiet das in idealem Sinn be-

merkenwerteste Erzeugnis geschaffen hat; zu einem weiteren Teil demjenigen, der am meisten oder am erfolgreichsten an der Verbrüderung der Völker, an der Beseitigung oder Verminderung der stehenden Heere sowie an der Ausbildung und Verbreitung der Friedenskongresse gearbeitet hat... Die Preise werden zuerteilt für Physik und Chemie durch die schwedische Akademie der Wissenschaften; für die Arbeiten auf physiologischem und medizinischem Gebiet durch das Karolinische Institut in Stockholm; für die Literatur durch die Akademie in Stockholm; für das Werk des Friedens durch eine aus fünf Mitgliedern bestehende Kommission, die durch das norwegische Storting gewählt wird... Mein ausdrücklicher Wille geht dahin, daß bei der Zuerkennung der Preise keine Rücksicht auf die Nationalität genommen wird, so daß also der Preis dem Würdigsten zugesprochen wird, mag er Skandinavier sein oder nicht.“

Es mußte eine eigene Vermögensverwaltung geschaffen werden, denn die Höhe der Stiftung betrug 36 Millionen Kronen. Die Zinsen dieses Riesenvermögens sollten alljährlich als Nobelpreise in Höhe von etwa 250 000 Kronen verteilt werden. Fünf Jahre nach Nobels Tod, am 10. Dezember 1901, richtete sich die Aufmerksamkeit der Weltöffentlichkeit auf Stockholm; die erste Nobelpreisverleihung erfolgte in einem feierlichen Akt im Festsaal der Akademie. Die ersten Wissenschaftler, die mit diesem Preis bedacht wurden, waren der deutsche Physiker Conrad Röntgen, der durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen für Wissenschaft und Praxis eine neue Welt erschloß, der niederländische Chemiker Hendrikus van't Hoff, Begründer der Stereochemie, der Lehre von der räumlichen Anordnung der Atome im Molekül, und der deutsche Medi-



Nobelpreis-Medaille (Vorder- und Rückseite)

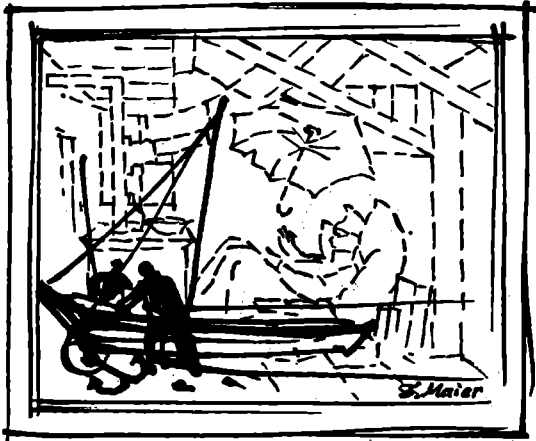
ziner Emil Behring, der als erster Serum gegen Diphtherie herstellte. Den Literaturpreis bekam der französische Dichter Sully-Prudhomme, und der Friedens-Nobelpreis wurde aufgeteilt zwischen dem Schweizer Henri Dunant, dem Begründer des Roten Kreuzes, und dem Präsidenten der französischen Friedensgesellschaft, Frédéric Passy.

Im Jahre 1905 wurde auch Bertha von Suttner mit dem Friedens-Nobelpreis ausgezeichnet. Sie starb im Juni 1914 und liegt in Gotha begraben.

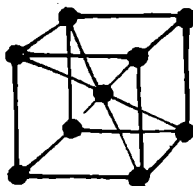
Bertha von Suttner hatte hoffnungsvoll geschrieben:

„Der bewaffnete Friede ist keine Wohltat – und nicht lange soll uns der Krieg verhütet bleiben, sondern immer. Daß dies kein Traum, keine Schwärmerei ist, beweisen die Tatsachen. Nicht nur Leute ohne Macht und Stellung sind es, welche sich zu diesem Friedenswerk zusammentun, nein, Parlamentsmitglieder, Bischöfe, Gelehrte, Senatoren, Minister stehen auf ihren Listen. Dazu noch jene Partei, deren Anhänger schon Millionen zählen, die Partei der Arbeiter, die Partei des Volkes, auf deren Programm unter den wichtigsten Forderungen der ‚Völkerfrieden‘ obenansteht.“

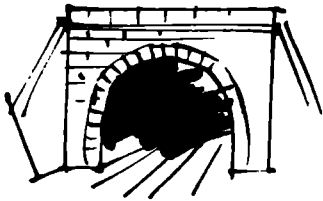
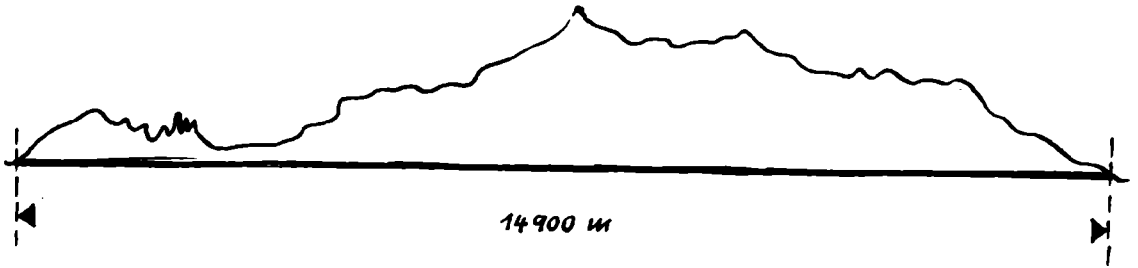
Diese Worte haben bis heute ihre Bedeutung nicht verloren. Galt zu Bertha von Suttners Zeit das Dynamit als ein Zerstörungsmittel von kaum überbietbarer Wirkung, so sind heute mit den Atomwaffen alle bisher denkbaren Vernichtungsmöglichkeiten weit übertroffen. Viele der Wis-

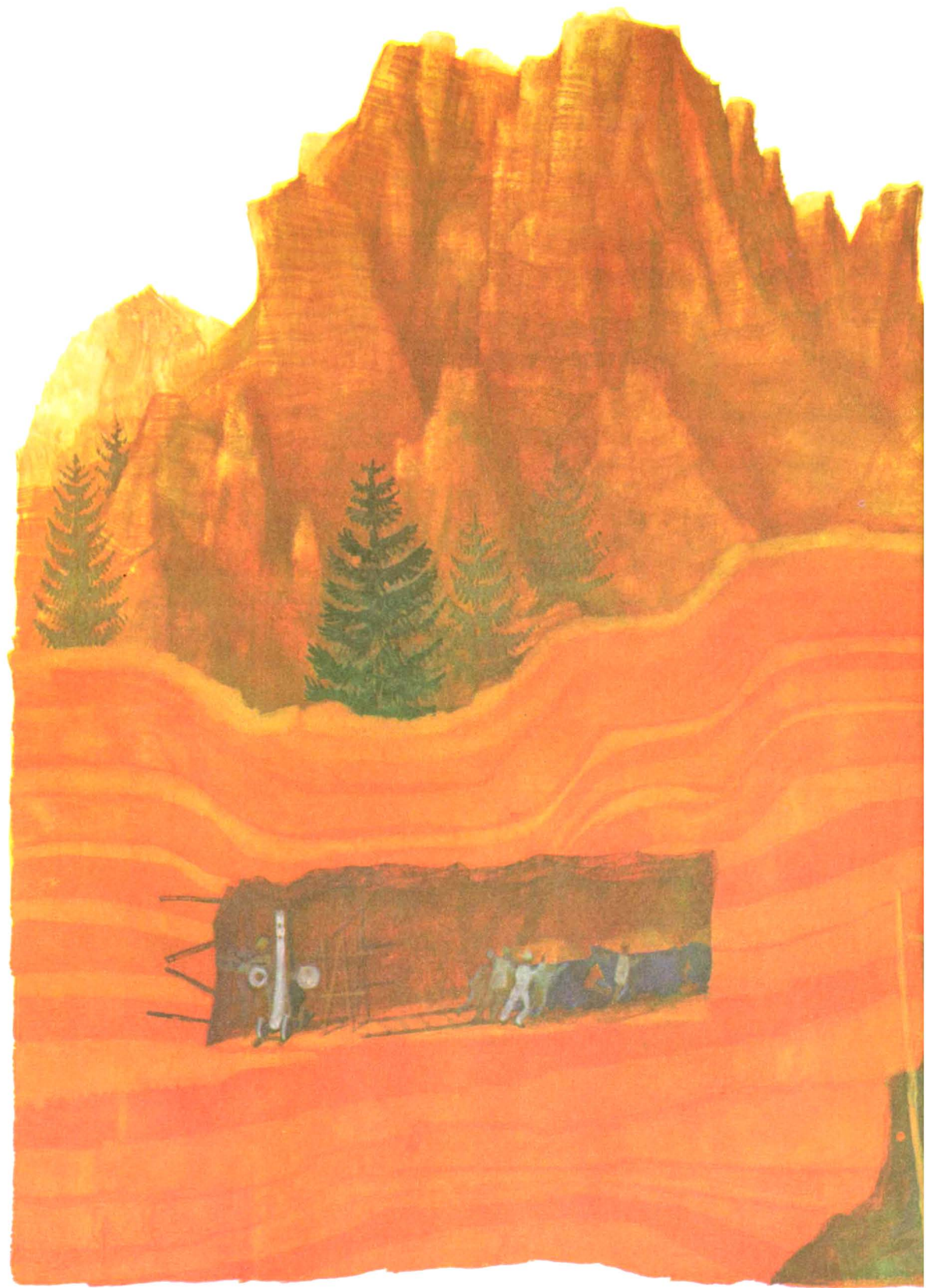


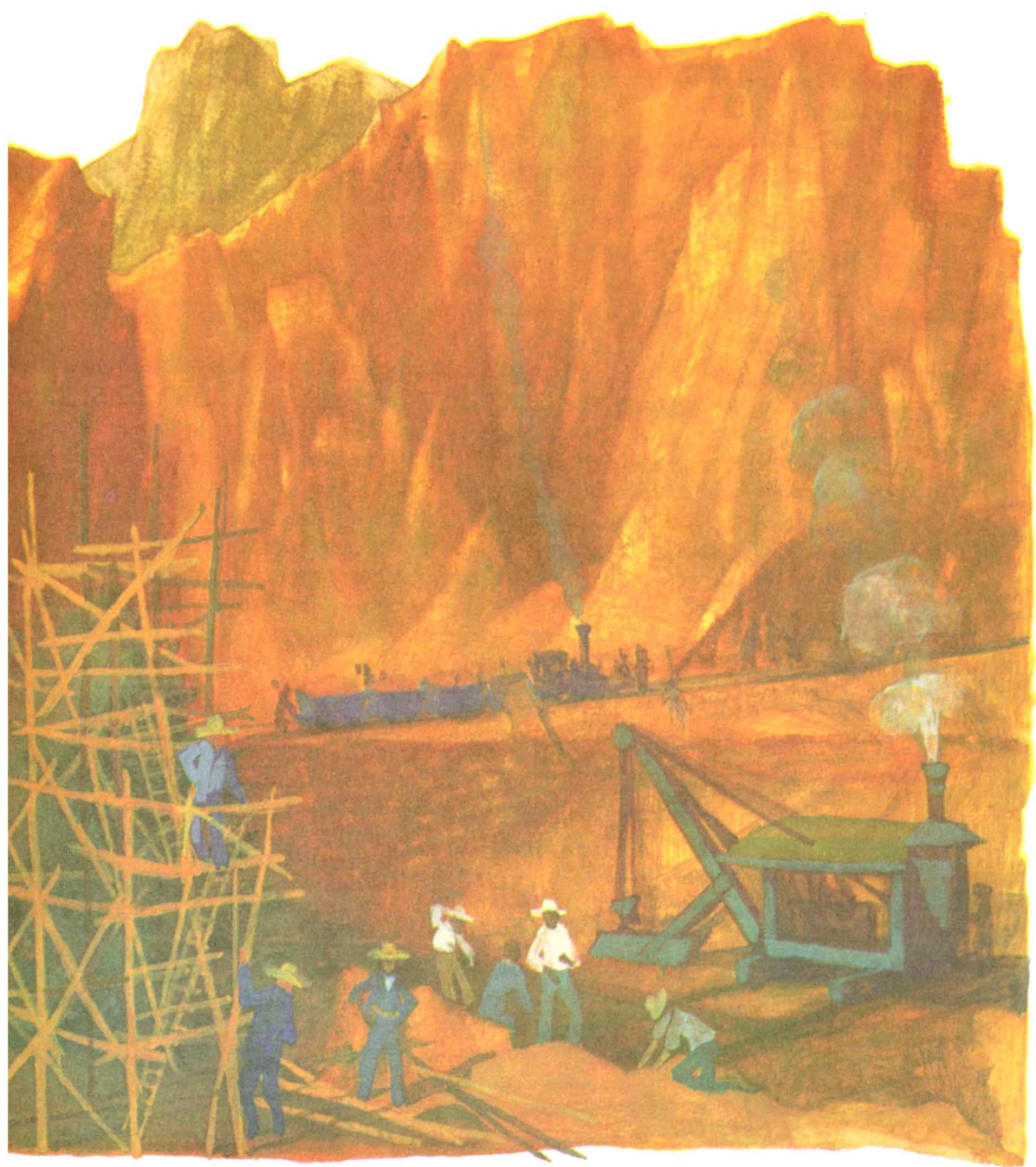
Röntgenstrahlen enthüllen Fälschungen, den Feinbau der Kristalle und helfen auf vielen anderen Gebieten.



Tunnelbau mit Hilfe von Dynamit





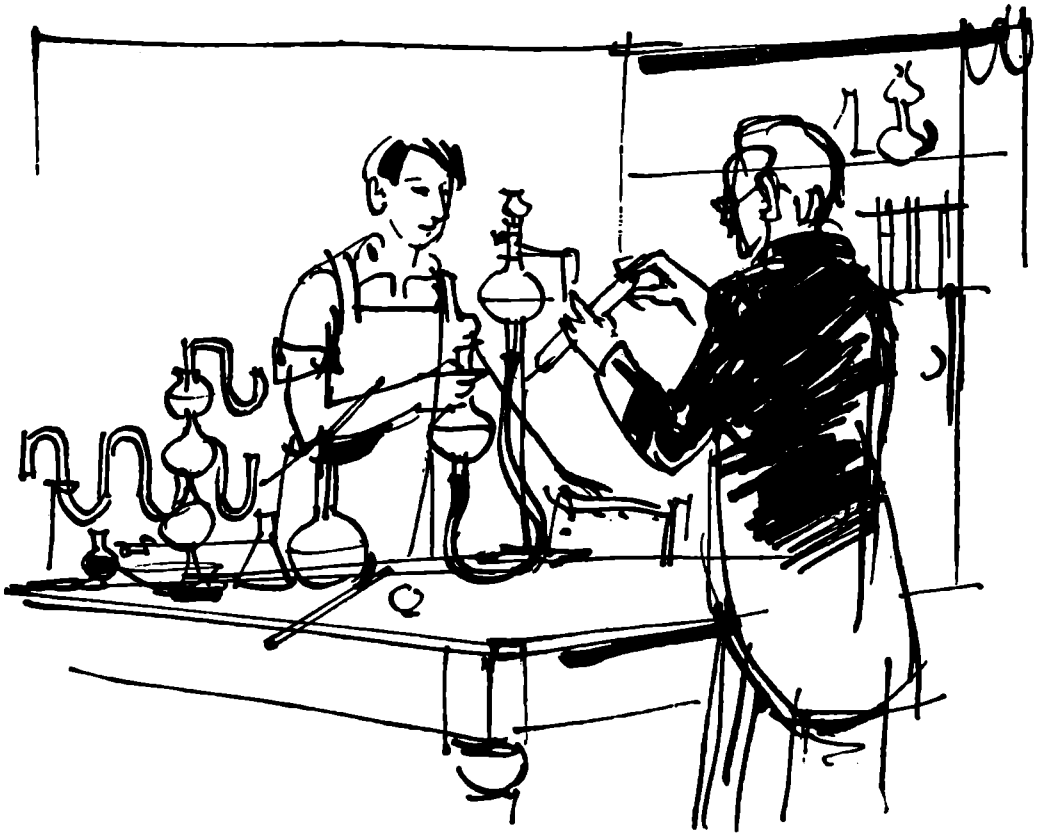


senschaftler, die mit der Entdeckung der atomaren Kräfte zugleich auch die Möglichkeiten zur vollständigen Zerstörung der Erde schufen, erleben wie Nobel den entsetzlichen Zwiespalt von Fluch oder Segen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Sie fragen sich, was in der Welt zu ändern ist, damit wissenschaftliche Entdeckungen und Erfindungen nicht zum Unheil für die Menschen werden. Mancher von ihnen beginnt zu erkennen, daß es von den gesellschaftlichen Bedingungen abhängt, ob die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit gegen oder für das Wohl und die Sicherheit der Menschen ausgenutzt werden. Denn weder das Dynamit noch die Atomkraft sind mit einem Fluch beladen. Zum Segen für die Völker können die atomaren Kräfte aber nur dort werden, wo die Wurzeln des Krieges beseitigt sind, wo Frieden und Wohlfahrt mit allen nur denkbaren Kräften angestrebt werden: in der sozialistischen Gesellschaft. Diese Feststellung werden wir immer wieder bestätigt finden. Begonnen hatte es mit einer Entdeckung, die sich als ein großer Segen erweisen sollte: Wilhelm Conrad Röntgen fand

die geheimnisvollen X-Strahlen

Heute weiß jeder, was es mit X-Strahlen und Röntgen auf sich hat. Die regelmäßigen Röntgen-Reihenuntersuchungen und die damit mögliche Früherkennung von Tuberkulose haben dazu beigetragen, diese Krankheit einzudämmen. Unzählige Menschen verdanken der Röntgenaufnahme, daß die Ärzte rechtzeitig eine genaue Diagnose stellen und sie vor schweren Krankheiten bewahren oder sie heilen konnten. Ohne operativen Eingriff kann man in das Körperinnere blicken.

Die Röntgenstrahlen durchdringen aber nicht nur lebende Organismen, sie durchleuchten auch metallische Werkstoffe und helfen, im Innern verborgene Fehler zu finden. Sie enthüllen den Feinbau der Kristalle und machen in der Kunstwissenschaft oder als Hilfsmittel der Kriminaltechnik Fälschungen erkennbar. Kurzum, die Röntgenstrahlen sind unentbehrlich in Medizin, Technik und Forschung, und jeder weiß, daß Conrad Röntgen diese Strahlen entdeckte und den Menschen dienstbar machte. Es mußten aber erst einige wissenschaftlich-technische Entwicklungen zusammentreffen, bevor Röntgen zu dieser Entdeckung gelangen konnte. Deshalb beginnt diese Geschichte auch nicht mit Conrad Röntgen, sondern mit Heinrich Geißler, der 1815 als Sohn eines armen Leinewebers in Igelshieb im Thüringer Wald geboren wurde, Glasbläser war und als Ehrendoktor der Bonner Universität starb.



Der junge Glasbläser Geißler blies keine gläsernen Spielzeuge oder Christbaumschmuck, sondern chemische Geräte. Er war ein außerordentlich geschickter Mann und dazu noch neugierig. Er wollte wissen, was für Experimente die Professoren in den Universitäten und chemischen Instituten mit den gläsernen Gebilden anstellten, die sie aus Thüringen bezogen. Darum machte er sich auf die Wanderschaft, ging nach Göttingen und München, kam schließlich nach Leiden und arbeitete dort acht Jahre lang als Glasbläser in den Werkstätten der Universität. Dann übersiedelte er nach Bonn und richtete eine eigene Werkstatt für chemische und physikalische Apparate ein.

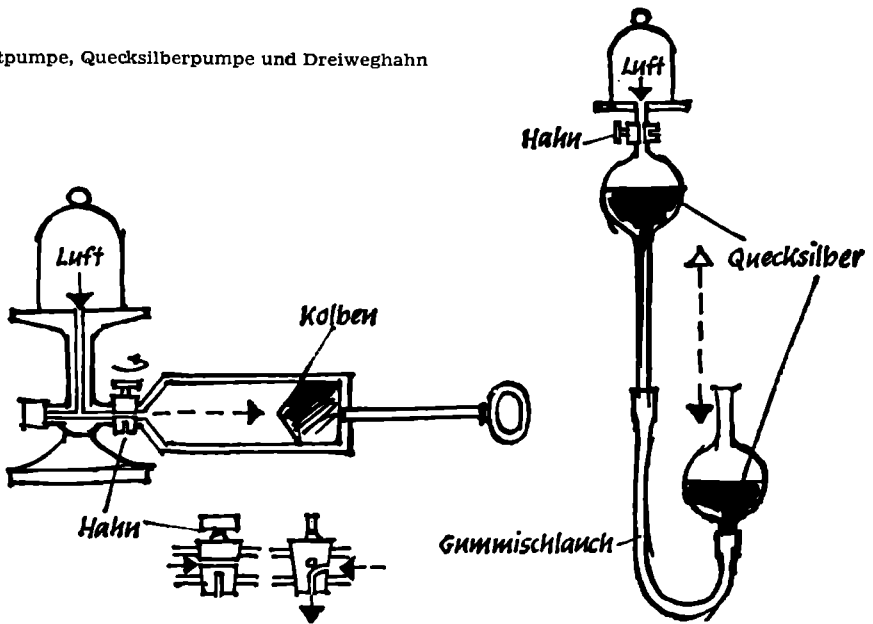
Sein hauptsächlicher Auftraggeber war der Mathematik- und Physikprofessor Julius Plücker. Dieser Gelehrte verlangte von ihm nicht nur die

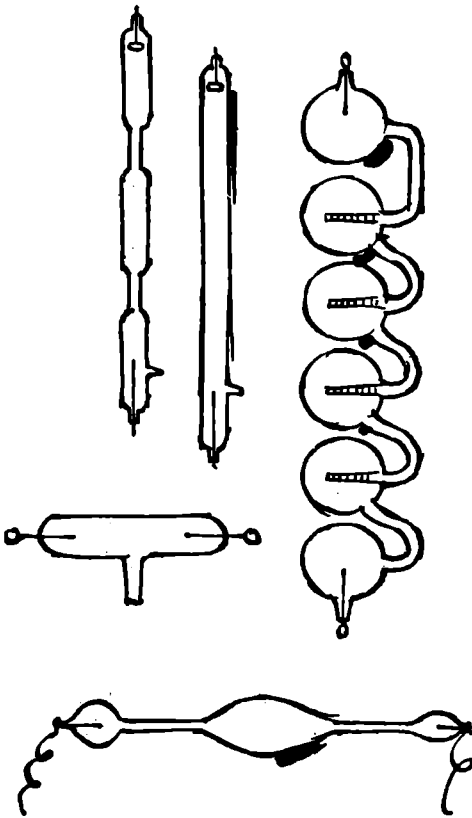
kniffligsten Dinge, er half ihm auch zu überlegen, wie man die Geräte am besten herstellen könne.

Plücker beschäftigte sich mit Problemen der Spektroskopie, und als er von Versuchen hörte, die in London angestellt worden waren, wollte er sie so gleich unter besseren Bedingungen nachmachen. Er ging also wieder einmal zu Geißler und sagte ihm, in London hätte man in die Enden einer Glasröhre Aluminiumdrähte eingeschmolzen, die Röhre mit einer Kolbenluftpumpe ausgepumpt und aus einer Leidener Flasche Funken über die Drähte im Glasrohr gezogen. In dem luftarmen Glasrohr sei dann der Funke als ein Flämmchen zwischen den beiden Polen hin und her gesprungen. Aber nicht nur das. Als man nämlich noch mehr Luft aus dem Glasrohr herausgepumpt habe, soll sich zwischen den beiden Polen sogar ein violetter Lichtstreifen gespannt haben! Das wolle er nun nachprüfen. Dabei käme der Sache sehr zustatten, daß Geißler eine neue Quecksilber-Luftpumpe erfunden habe, mit der es möglich sei, ein viel besseres Vakuum zu schaffen, als das mit einer Kolbenluftpumpe zu erreichen wäre. Außerdem würde er natürlich einen Ruhmkorffschen Funkeninduktor verwenden.

Geißler stellte also Röhren in verschiedensten Formen und Größen her, schmolz Elektroden ein und pumpte sie luftleer. Plücker erhielt in den Geißlerschen Röhren ein strahlendes Licht. Selbst wenn die Röhre die

Kolbenluftpumpe, Quecksilberpumpe und Dreiweghahn





Geisslersche Röhren

verschlungenste Form hatte, spannte sich das helle Leuchten von einem Pol zum anderen. Wurde in die Röhre ein stark verdünntes Gas gebracht, ergaben sich verblüffende verschiedenartige Lichteffekte.

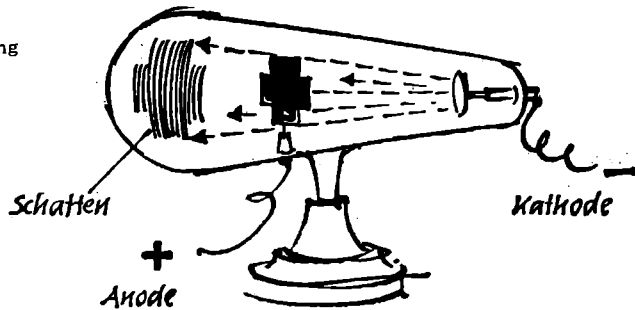
Das Erstaunlichste geschah aber, wenn man die Röhre so luftleer machte, daß der Druck in ihr nur noch einem Millionstel der normalen Atmosphäre entsprach. Dann nämlich wurde das bei sinkendem Druck röter werdende Licht am negativen Pol, der Kathode also, von einem Dunkelraum völlig aufgesogen. Hinter dem positiven Pol hingegen leuchtete das Gas gelblich-grün, und die Anode warf einen matten Schatten. Plücker zog die Anode vom Röhrenende bis in die Mitte, gab ihr die Form einer Scheibe und bohrte ein Loch in diesen Pol. Das Röhrenende leuchtete ebenfalls gelblich-grün. Damit war festgestellt, daß in der Geißlerschen Röhre unsichtbare Strahlen auftreten, ausgesandt von der Kathode, die sichtbar werden als Lumineszenzerscheinungen am Röhrenende. Diese

1859 gemachte Entdeckung der Kathodenstrahlen wurde für die theoretische Physik und für die Technik von außerordentlicher Bedeutung.

Ein Schüler Professor Plückers, Wilhelm Hittorf, entdeckte 1869 die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen, und Cromwell Varley behauptete 1871, diese Kathodenstrahlen könnten gar nichts anderes sein als negativ geladene „Elektrizitätsteilchen“. Darüber entstand ein langer Gelehrtenstreit, überall wurde mit Kathodenstrahlen experimentiert. Der Physiker Lorentz verband schließlich die theoretischen Ergebnisse der Kathodenstrahlversuche mit der Lichttheorie von Maxwell und begründete die Elektronentheorie.

Die Geißlersche Röhre und die Versuche Plückers wurden also zum Ausgangspunkt einer ganzen Reihe theoretischer und praktischer Erfolge. In dieser Röhre stecken die Anfänge der Glühlampe, der Leuchtröhre, der Braunschen Elektronenstrahlröhre; mit ihr verbunden sind das Elektro-

Schema der Kathodenstrahlung



nenmikroskop, die Radartechnik, die modernen Rechenmaschinen. Aus den Ergebnissen einer Forschungsrichtung, bei der es um die Klärung eines eigenartigen physikalischen Phänomens ging, ergab sich im Verlauf eines Jahrhunderts eine Vielzahl revolutionierender Techniken, und eine davon ist die Röntgentechnik.

Wilhelm Conrad Röntgen hatte Maschinenbau studiert und war Ingenieur. Er promovierte aber außerdem mit einer mathematisch-physikalischen Arbeit an der Universität Zürich. Der Physiker Kundt redete ihm zu, ganz bei der Physik und der Forschung zu bleiben. Er erkannte Röntgens theoretische Begabung, dessen erfindungsreiches Geschick und hätte es bedauert, wenn er als Maschinenbauingenieur in der Fabrik seines Vaters der Forschung verlorengegangen wäre. Röntgen blieb als Assistent bei ihm, gegen den Willen des Vaters, der von einer Universitätslaufbahn nichts wissen wollte.

1888 erhielt Röntgen einen Ruf an die Universität Würzburg. Seine Arbeiten über das Verhalten von Gasen und Flüssigkeiten unter Druck sowie seine Kristallphysik hatten ihn so berühmt gemacht, daß ihm die Nachfolge des Experimentalphysikers Friedrich Kohlrausch angetragen wurde.

In Würzburg, am 8. November des Jahres 1895, geschah zum ersten Male das Merkwürdige: Röntgen hatte nach dem Abendessen mit seiner Frau noch eine Partie Schach gespielt und war dann wieder ins Laboratorium gegangen. Er war mit Versuchen beschäftigt, wie sie seit den Tagen Geißlers, Plückers und Hittorfs immer wieder mit der Geißlerschen Röhre angestellt wurden. Ihn interessierten vor allem die Fluoreszenzerscheinungen, die von den Kathodenstrahlen am Ende der Glasröhre ausgelöst wurden.

Um diese gelblich-grünen Effekte gut beobachten zu können, hatte er die Röhre mit dicker schwarzer Pappe abgedeckt; auch das Laboratorium lag im Dunkeln, als er die elektrische Entladungsröhre unter Spannung setzte.

Plötzlich sah er, daß ein zufällig in der Nähe stehender Leuchtschirm, der mit Bariumplatinzyanür bestrichen war, einem Salz, das besonders leicht Fluoreszenzerscheinungen zeigt, unerwartet aufstrahlte. Er strahlte auf, obwohl die Röhre mit Pappe abgedeckt war! Röntgen versuchte nun, den Schirm durch ein Brett abzudecken – er leuchtete auf; er schob ein dickes Buch davor, der Schirm leuchtete. Nun versuchte der Forscher, durch seine zwischen Röhre und Leuchtschirm gehaltene Hand die von der Röhre ausgehende Strahlung zu unterbrechen. Und da geschah das Unglaubliche: Röntgen sah seine eigene Knochenhand auf dem Leuchtschirm, sah das Abbild des Knochengerüstes!

Er hatte eine Entdeckung von ungeheurer Tragweite gemacht, das wußte er in diesen Minuten der höchsten Erregung sofort. Er war froh, diesen Versuch ohne Zeugen angestellt zu haben. Denn noch war ja nichts erklärt. Er mußte herausfinden, um welche Art von Strahlen es sich handelte.

Er richtete sich für einige Wochen in seinem Labor ein, um das Geheimnis der X-Strahlen, wie er sie etwas ratlos nannte, zu ergründen. Der Forscher vermutete, diese Strahlen würden von den Kathodenstrahlen beim Auftreffen aus der Glaswand der Röhre herausgeschlagen. Wochenlang experimentierte er. Er erkannte, daß ein Stoff um so mehr von dieser durchdringenden Strahlung verschluckt, je dichter er ist: Blei mehr als Knochen, Knochen mehr als Wasser, Wasser mehr als Luft.

Im Dezember 1895 veröffentlichte er seine Arbeit, die er „Über eine neue Art von Strahlen“ nannte. In ihr heißt es:

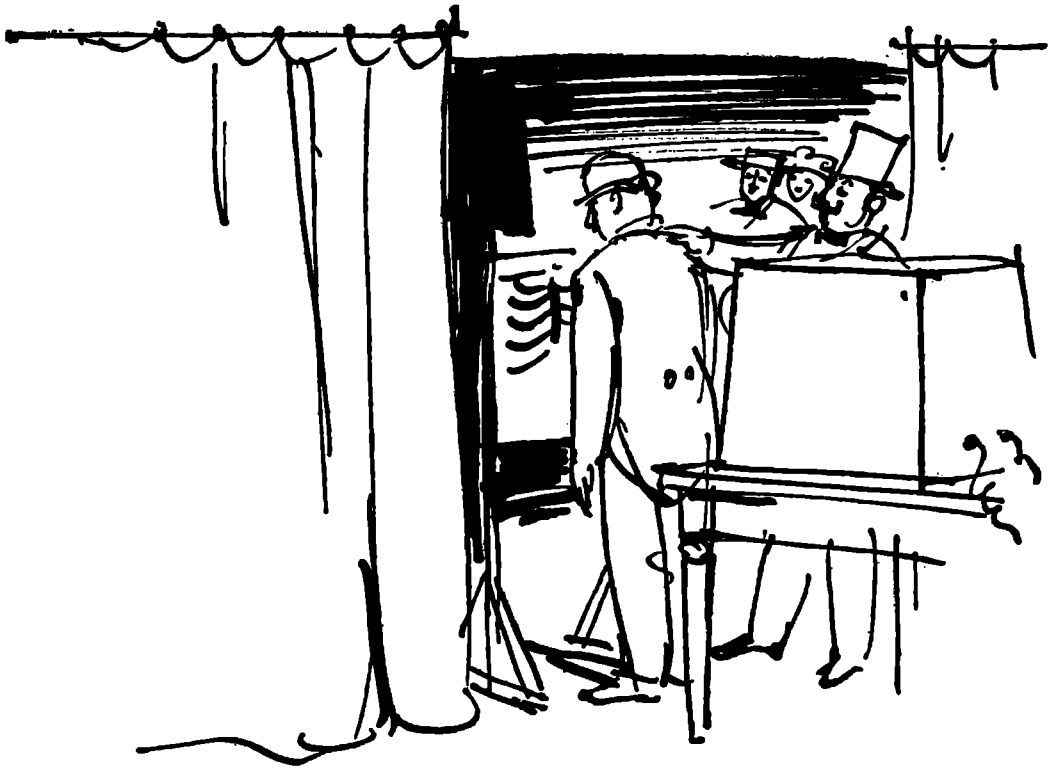
„Die neuen Strahlen rufen Fluoreszenzerscheinungen hervor, breiten sich gradlinig aus, werden weder zurückgeworfen noch gebrochen, durchdringen die Körper umgekehrt proportional ihrer Dichte und erzeugen sogenannte sekundäre Strahlen an der Oberfläche des Metalls, das von ihnen getroffen wird; von einem Magneten oder elektrischen Feld werden sie nicht abgelenkt.“

Die Wirkung auf die interessierten Wissenschaftler war sensationell. Vor allem die Ärzte begriffen, welche gewaltige praktische Bedeutung diese Entdeckung für die Medizin hatte. Im Januar 1896, auf der Tagung der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, pries der Anatom Kölliker die X-Strahlen:

„Sie sind ein revolutionäres Werkzeug nicht nur der Medizin, sondern der gesamten Wissenschaft.“

Unter dem Beifall der Versammlung schlug Kölliker vor, diese Strahlen künftig Röntgenstrahlen zu nennen.

Die Nachricht von der Entdeckung verbreitete sich mit Windeseile. In den



physikalischen Laboratorien wurden Röntgens Versuche ohne besondere Mühe wiederholt und seine Beobachtungen bestätigt.

Und nun sagten sich einige, daß bei dieser Entdeckung eigentlich der Zufall Pate gestanden habe. Ganz gewiß hätten schon manche andere nach Hittorf und vor Röntgen Gelegenheit gehabt, den Fluoreszenzeffekt zu entdecken – wenn ihnen nur aufgefallen wäre, daß irgendwo in ihren Laboratorien Kristalle eines Salzes plötzlich leuchteten. Aber es war nicht ihnen aufgefallen, sondern Röntgen, dem gründlichen Experimentator. Er hatte aus einer zufällig beobachtbaren Erscheinung, die von den anderen nicht gesehen worden war, sofort den Zusammenhang mit seinen Versuchen hergestellt und eine physikalische Gesetzmäßigkeit entdeckt.

In Amerika eröffnete Edison eine Röntgenausstellung, in der die Besucher Teile ihres eigenen Skeletts betrachten konnten. In den Zeitungen erschienen phantastische Berichte über die neuen Strahlen. Manche ver-

wechselten die Entdeckung mit einer Art neuer Photographie, mit der man Gespensterbilder erhalte. Die Londoner Zeitschrift „The Electrician“ schrieb:

„Wir stimmen jedoch den Tageszeitungen nicht bei, wenn sie diese Entdeckung als eine Revolution in der Photographie bezeichnen. Es gibt sicherlich nur wenige Leute, die für ein Porträt sitzen wollen, welches nur die Knochen und die Ringe an den Fingern zeigt.“

Gedichte erschienen, in denen die „Schattenphotographie“ ängstlich beschworen wurde, und sogar ein Theaterstück mit dem Titel „Die X-Strahlen oder Herr Röntgen bringt es an den Tag“ befaßte sich mit dem möglich gewordenen Blick ins nicht Sichtbare.

Viel wichtiger aber war, daß sich immer mehr Ärzte mit ihren Patienten in den physikalischen Laboratorien einfanden, um an Hand von Röntgenaufnahmen genauere Diagnosen zu stellen. Es begann die Weiterentwicklung der Röntgenröhre.

Die deutschen Elektrokonzerne hatten großes Interesse daran, die Röntgenröhre in Monopolbesitz zu nehmen. Sie wollten von Conrad Röntgen die Patente erwerben und als alleinige Hersteller und Verkäufer der Röntgenröhren den Weltmarkt beliefern. Das wäre ein großes Geschäft geworden, denn alle Krankenhäuser, Kliniken und Unfallstationen würden ja Röntgeneinrichtungen brauchen. Man hätte sie so teuer verkaufen können, wie immer man wollte, denn allen anderen Fabriken wäre die Herstellung durch ihren Patentbesitz verboten gewesen, und auch die weitere Entwicklung der Röntgentechnik wäre ihnen allein vorbehalten geblieben.

Conrad Röntgen lehnte aber das Angebot der Konzerne ab. Er teilte den gewinnlüsternen Unternehmern mit:

„. . . daß ich, der guten Tradition deutscher Professoren folgend, der Auffassung bin, daß meine Erfindungen und Entdeckungen der Allgemeinheit gehören und nicht durch Patente, Lizenzverträge und dergleichen einzelnen Unternehmen vorbehalten bleiben dürfen.“

Durch diese Haltung hat Röntgen verhindert, daß die AEG oder ein anderer Elektrokonzern mit dem Röntgenmonopol ein Riesengeschäft aus den X-Strahlen machen konnte. Die Röntgentechnik wirkte sich in ihrer großen Bedeutung für Medizin und Forschung zum Nutzen für die gesamte Menschheit unverzüglich und ungehindert aus. In allen Industrieländern konnte sich die Röntgentechnik entwickeln. Auch den mit dem Nobelpreis verbundenen Geldbetrag verwendete Röntgen nicht für sich — er vermachte ihn der Universität Würzburg. Er wollte weder Geld, noch

hielt er viel von äußeren Ehrungen. Das kam auch in seiner Stockholmer Festrede zum Ausdruck, als er sagte:

„Gegenüber der inneren Genugtuung über ein erfolgreich gelöstes Problem ist jede Anerkennung belanglos.“

Röntgen beeinflusste durch seine Arbeit auch eine andere Entwicklungsrichtung, die darauf abzielte,

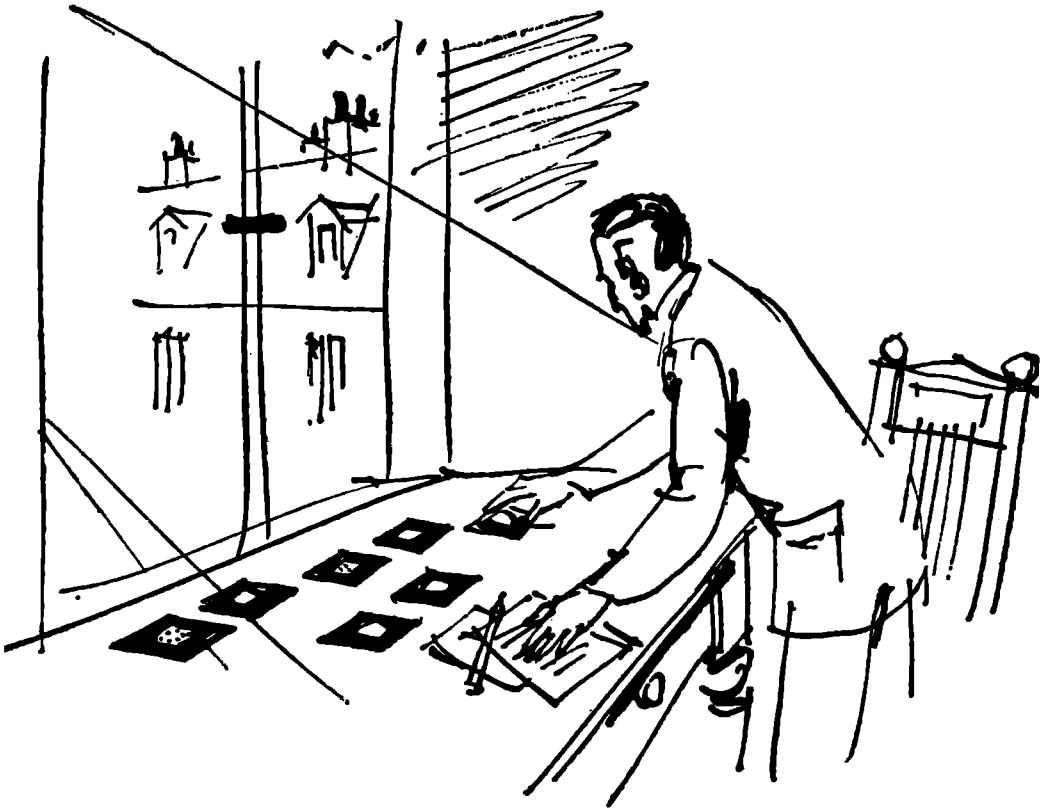
strahlende Stoffe

zu untersuchen und die Eigentümlichkeiten der Strahlung zu erklären.

In Paris befaßte man sich auf einer Sitzung der Akademie mit den Forschungsergebnissen Conrad Röntgens. Der deutsche Physiker hatte einige Röntgenaufnahmen nach Paris geschickt, und die Abbildungen des Skeletts einer menschlichen Hand sowie eines Frosches erregten größte Aufmerksamkeit. Besonders interessiert war der Physiker Henri Becquerel. Auch er beschäftigte sich schon seit langem mit phosphoreszierenden Stoffen und hatte sich gefragt, ob wohl zwischen ihnen und den Röntgenstrahlen eine Ähnlichkeit besteht. Sollten solche Substanzen, die während der Bestrahlung mit Licht — oder noch hinterher nachleuchtend — selbst Licht ausstrahlen, vielleicht auch solche unsichtbaren Strahlen aussenden, die man eben nur noch nicht bemerkt hatte?

Henri Becquerel nahm unter diesem Gesichtswinkel sofort eine neue Versuchsreihe auf. Er holte alle seine phosphoreszierenden Stoffe zusammen, legte jeden auf eine in schwarzes Papier eingewickelte Fotoplatte nebeneinander auf einen Tisch am Fenster. Würden die vom Sonnenlicht angeregten phosphoreszierenden Stoffe auch unsichtbare Strahlen aussenden, dann müßten sie, wie Röntgenstrahlen, die Fotoplatten belichten. So hatte er sich die Sache überlegt. Als er aber nach einigen Stunden die Platten nacheinander zu entwickeln begann, wuchs seine Enttäuschung immer mehr. Keiner dieser Stoffe hatte die gesuchten unsichtbaren harten und durchdringenden Strahlen ausgesandt, keine der Platten war belichtet. Aber dann — bei der letzten Platte — zeichnete sich doch eine deutliche Schwärzung im Entwicklerbad ab. Er nahm die Platte heraus — kein Zweifel, sie war belichtet worden. Und der Stoff, der die durchdringenden Strahlen ausgesandt hatte, war — er verglich das auf seiner Liste — Kalium-Uran-Sulfat.

Nach einigen Tagen fand Becquerel heraus, daß eine große Anzahl solcher Uransalze diese unsichtbaren Strahlen aussendet. Schließlich entdeckte er



ein ganz merkwürdiges Phänomen: die Uransalze belichteten auch dann die umhüllten Fotoplatten, wenn sie gar nicht vom Sonnenlicht zu phosphoreszierendem Leuchten gebracht wurden. Ja, sie sandten die unsichtbaren Strahlen selbst im völlig verdunkelten Raum aus. Offenbar hatten die Phosphoreszenzerscheinungen mit diesen unsichtbaren Strahlen gar nichts zu tun. Aber dann müßten doch auch solche Uransalze Strahlen aussenden, die überhaupt nicht phosphoreszieren. Tatsächlich: sie strahlten, sie belichteten die Fotoplatten, ohne vorher stundenlang in der Sonne gelegen zu haben und ohne zu phosphoreszieren!

Er entdeckte in weiteren Versuchen, daß das Metall Uran die stärkste Strahlung aussendet und die Uranverbindungen, je nach ihrem Uran-gehalt, auch mehr oder weniger stark strahlen. Becquerel bezeichnete diese merkwürdige Sache zunächst als eine „unsichtbare Fluoreszenz“. Aber überall, wo man in anderen Forschungsinstituten die Versuche wie-

derholte, sprach man von Becquerel-Strahlen, bis eine junge Frau dieser Erscheinung einen Namen gab, der dann endgültig in die Wissenschaft eingehen sollte, den Namen

Radioaktivität

Die Frau, die sich mit dieser neuen wissenschaftlichen Arbeitsrichtung beschäftigte, war Marie Curie. Die junge Polin Marya Sklodowska war nach Paris zum Studium gekommen, hatte dort den Physiker Pierre Curie geheiratet und sich für ihre Doktorarbeit die neuen Becquerel-Strahlen ausgewählt. Sehr bald fand sie noch einmal heraus, was auch schon Becquerel entdeckt hatte.

Aber dann schien sich mit einemmal alles auf den Kopf zu stellen. Denn im uranhaltigen Mineral Pechblende stellte sie eine Strahlung fest, die viermal so stark war, als sie dem Urangehalt der Pechblende nach hätte sein dürfen. Sollten die Berechnungen nicht gestimmt haben? Doch — sie waren exakt. Dann gab es nur eine Möglichkeit: in der Pechblende mußte außer dem Uran ein anderes Element stecken, das noch stärker strahlt als Uran, ein unbekanntes Element, das in eine der Lücken im Periodischen System gehörte. Sie wollte es finden.

Diese Aufgabe wurde für das Ehepaar Curie eine unvorstellbare Arbeitslast. Wochen-, monate- und jahrelang arbeiteten beide, um das strahlende Element aus der Pechblende herauszuholen. Immer mehr engten sie das Element ein und kamen endlich dahinter, daß es sich um zwei verschiedene strahlende Substanzen handelte. Die zuerst entdeckte nannte Marie Curie zu Ehren ihrer Heimat Polonium, die zweite, erneut abgetrennte Substanz Radium — das Strahlende.

Aber noch hatten sich diese beiden neuen Elemente durch nichts anderes verraten als durch ihre Strahlungen, noch waren sie nicht als Elemente greifbar und anschaulich vorhanden. Es galt, sie als chemisch reine Körper zu gewinnen. Diese Riesenarbeit mußten sie im Schuppen auf dem Hof der Physikschule, an der Pierre Curie angestellt war, durchführen.

„Das Glasdach bot keinen vollkommenen Schutz vor Regen. Im Sommer war es heiß und schwül; im Winter bereitete der zum Glühen erhitzte eiserne Ofen nur Enttäuschungen. Direkt am Ofen war es unerträglich heiß, doch einige Schritte weiter konnte man erfrieren. Von Einrichtungen, die für Chemiker erforderlich sind, konnte keine Rede sein. Wir besaßen lediglich einige alte Kiefernholztische sowie Gasbrenner und

1 H Wasserstoff									2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium	5 B Bor	6 C Kohlenstoff	7 N Stickstoff	8 O Sauerstoff	9 F Fluor			10 Ne Neon
11 Na Natrium	12 Mg Magnesium	13 Al Aluminium	14 Si Silizium	15 P Phosphor	16 S Schwefel	17 Cl Chlor			18 Ar Argon
19 K Kalium	20 Ca Kalzium	21 Sc Skandinavium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen 27 Co Cobalt 28 Ni Nickel		
29 Cu Kupfer	30 Zn Zink	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsen	34 Se Selen	35 Br Brom			36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkonium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdän		44 Ru Ruthenium 45 Rh Rheinium 46 Pd Palladium		
47 Ag Silber	48 Cd Kadmium	49 In Indium	50 Sn Zinn	51 Sb Antimon	52 Te Tellur	53 J Jod			54 X Xenon
55 Cs Zäesium	56 Ba Barium	57-71 Seltene Erden		73 Ta Tantal	74 W Wolfram		76 Os Osmium 77 Ir Iridium 78 Pt Platin		
79 Au Gold	80 Hg Quecksilber	81 Tl Thallium	82 Pb Blei	83 Bi Wismut	84 Po Polonium				
	88 Ra Radium		90 Th Thorium		92 U Uran				

Periodisches System 1898

Schmelzöfen für Mineralien. Zu unserer Verfügung stand noch der anliegende Hof, wo chemische Versuche durchgeführt werden konnten, bei denen ungesunde Gase ausströmten. Auch unser Schuppen war voll dieser Gase. So ausgerüstet, nahmen wir unsere Arbeit in Angriff. In diesem dürftigen alten Schuppen verbrachten wir unsere besten und glücklichsten Jahre. Wir widmeten den ganzen Tag der Arbeit. Häufig mußte ich dort eine Mahlzeit zubereiten, um einen wichtigen Versuch nicht unterbrechen zu müssen. Zuweilen verbrachte ich den ganzen Tag beim Umrühren einer siedenden Masse mit einem schweren Eisenstab, der fast so groß war wie ich. Da war ich manchmal wirklich übermüdet. Ein anderes Mal wiederum bestand die Arbeit in der äußerst genauen und feinen Teilchenkristallisation, die eine Erstarrung der Radiumlösung zum Zweck hatte.“

So vergingen Monate und Jahre, bis endlich 1902 der Nachweis erbracht war, daß es sich bei der ausgesonderten Substanz tatsächlich um ein neues Element, Radium, handelte.

In späteren Jahren gelang es Marie Curie, einige Dezigramm reines Radiumsalz zu gewinnen und sogar Radium als reines Metall zu erhalten. Aber Existenz und Eigenschaften wurden bereits 1902 mit einem Dezigramm Radiumchlorid bestimmt.

1903 erhielt Marie das Diplom für ihre so überaus erfolgreiche Doktorarbeit.

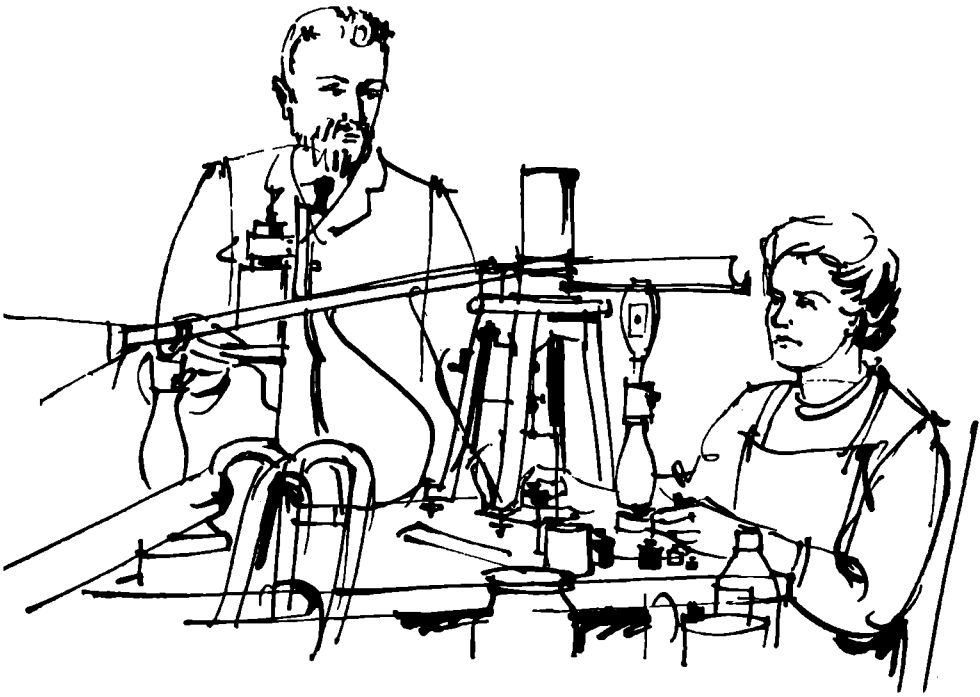
„Am Ende dieses Jahres wurde Becquerel, meinem Mann und mir der Nobelpreis für die Entdeckung der Radioaktivität und der radioaktiven Elemente Radium und Polonium verliehen.“

Dieses radioaktive Element Radium erwies sich als eine höchst wunderbare Substanz. Becquerel bekam das als erster zu spüren. Er trug einige Stunden eine winzige Spur Radiumsalz, wohlverschlossen in einem Reagenzglas, in der Tasche bei sich, weil er keine Zeit für die Versuche damit fand. Plötzlich merkte er an dieser Stelle auf der Haut eine Verbrennungswunde. Pierre Curie lächelte ungläubig und band sich selbst ein solches Reagenzglas auf den bloßen Arm. Schon nach kurzer Zeit spürte er, daß tatsächlich eine Verbrennung entstand.

Ärzte untersuchten diese unerwartete Wirkung des Radiums und entdeckten, daß die Gewebezellen von Radiumstrahlen geschädigt und zerstört werden. Das führte zu der Überlegung, mit Radiumpräparaten krankhaft wuchernde Gewebezellen zu zerstören. Damit bekam das Radium sofort großen praktischen Nutzen – die Strahlen wurden im Kampf gegen den Krebs eingesetzt, und eine ganze Radiumindustrie machte nun aus der Entdeckung der Radioaktivität und einer Substanz, wertvoller als Gold, ein Geschäft.

„Mein Mann und auch ich selbst waren stets dagegen, irgendwelche materiellen Vorteile aus unserer Erfindung zu ziehen. Von Anfang an haben wir die Methode der Radiumgewinnung mit allen Einzelheiten veröffentlicht. Wir haben kein Patent angemeldet und sicherten uns keine Vorteile bei den Produzenten. Wir haben keine Einzelheiten geheimgehalten, und nur dank der Ausführlichkeit unserer Veröffentlichungen konnte die Radiumindustrie eine schnelle Entwicklung nehmen.“

1906 erlitt Pierre Curie einen tödlichen Unfall: Beim Überqueren einer Straße geriet er zwischen Pferde, wurde von einer Deichsel niedergestoßen und von den Rädern eines schweren Lastfuhrwerkes überfahren.



Bis zu seinem Tode hatte er sich unablässig mit der Frage befaßt, woher die unerschöpfliche Strahlung stammen mochte und woher das Radium die Energie nahm. Er hatte auch als erster die damals ungeheuerlich klingende Annahme ausgesprochen, daß die radioaktiven Substanzen „zerfallen“:

„Wir haben hier tatsächlich einen Beweis für die Verwandelbarkeit der nichtzusammengesetzten Stoffe. Die unorganische Materie verändert sich im Verlaufe der Jahrhunderte – und das nach unabänderlichen Gesetzen.“

Pierre Curie konnte sich nicht mehr an der Erforschung des Geheimnisses der Radioaktivität und der Natur der Strahlung beteiligen. Auch Marie Curie, die ohnehin von der Titanenarbeit zermürbte und geschwächte Frau, war durch den unerwarteten Tod Pierres so schwer getroffen, daß sie zweifelte, jemals wieder einen schöpferischen Gedanken fassen zu

können. Aber sie rang sich die Erkenntnis ab, daß der Tod ihres Mannes sie zu doppelter Arbeit anspornen müsse.

1911 empfing sie den zweiten Nobelpreis für Chemie für die Reindarstellung des Radiums. Ein Jahr zuvor hatte es noch die französische Akademie abgelehnt, sie zum Mitglied zu wählen: Frauen gehören nicht in die Akademie!

In Schweden wurde Marie Curie mit besonderer Herzlichkeit empfangen. Am feierlichen Akt nahm auch ihre vierzehnjährige Tochter Irène teil – 24 Jahre später sollte Irène noch einmal einer solchen Nobelpreisverleihung beiwohnen, dann aber würde man ihr selbst den Preis zuerkennen. Das ist jedoch eine Geschichte, die in einem späteren Zusammenhang zu erzählen ist. Es ging zunächst noch darum, herauszufinden, worin das Wesen der Strahlen bestand.

Ein Entdeckerrausch

hatte viele bedeutende Physiker ergriffen. Durch die Radioaktivität sahen sie sich vor Phänomene gestellt, von denen sie bisher nichts geahnt hatten.

In England beschäftigte sich Thomson mit den von Uran, Radium, Thorium und anderen radioaktiven Elementen ausgehenden Strahlungen. In Kanada, in Montreal, an der McGill-Universität, experimentierte Ernest Rutherford, ein Mann, der in die erste Reihe der Naturforscher des 20. Jahrhunderts gehört.

Rutherford wurde 1871 als viertes von zwölf Kindern eines kleinen Handwerkers in der Nähe der Hafenstadt Nelson auf Neuseeland geboren. Als er 1937 starb, war aus dem unbekanntem neuseeländischen Jungen der weltberühmte Right Honourable Ernest, First Baron Rutherford, Lord of Nelson, New Zealand and Cambridge geworden, beigesetzt in der Westminsterabtei in London. Hier liegen die Großen Englands unter Marmorplatten: Newton, Kelvin, Watt, Darwin und viele andere. Was aber dieser Naturforscher Großes geleistet hatte, hätten bestimmt nur wenige Mitglieder der Trauergesellschaft sagen können. Diese wenigen aber wußten, daß sein Name für immer mit der Entdeckung des Atomkerns verbunden ist und auch in aller Zukunft immer mit der größten Hochachtung genannt werden wird.

Professor John Bernal, einer der bedeutendsten Wissenschaftler Englands unserer Tage, hat einmal die Persönlichkeit Rutherfords mit folgenden Sätzen vorgestellt:

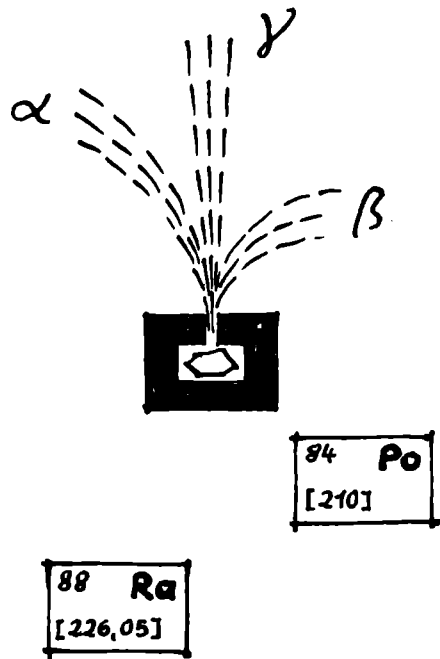
„Rutherfords Lebenswerk ist charakterisiert durch die Kühnheit seiner Gedanken und ein zutiefst materialistisches und dynamisches Herangehen an die Erklärung physikalischer Phänomene. Rutherford stellte sich die Atome als ganz gewöhnliche materielle Teilchen vor: als Geschosse, Tennisbälle oder Billardkugeln. Er behandelte sie dementsprechend und fand aus der Art und Weise, wie sie sich bewegten, zusammenstießen und voneinander abprallten, manches über sie heraus. Gelegentlich jedoch verhielten sich die Teilchen nicht so, wie er es erwartet hatte. Er wertete das dann als neue Entdeckung, die er verarbeitete, indem er eine neue anschauliche Vorstellung von der untersuchten Struktur entwickelte. So kam er Schritt für Schritt von der Untersuchung der nichtstabilen radioaktiven Atome zur Entdeckung des Atomkerns und der allgemeinen Theorie des Atoms.“

Schon seit seinem zehnten Lebensjahr war in Rutherford die Neigung zur Physik vorherrschend. Er hatte großes Glück, denn dem hervorragenden Schüler sicherte ein Stipendium den Besuch des Nelson Colleges und das Hochschulstudium. Niemals hätten seine Eltern daran denken können, auch nur eines ihrer Kinder auf eine höhere Schule zu schicken. Der junge Physiker und Mathematiker gewann sogar einen Preis, der ihm eine Einladung nach England, nach Cambridge, einbrachte. Hier konnte er an Englands berühmtestem Laboratorium, am Cavendish, unter Leitung Professor Thomsons als Forschungsstudent arbeiten. Innerhalb kurzer Zeit hatte sich der junge Mann ein solches Ansehen erworben, daß die alten Laboranten von ihm sagten: „Wir haben ein Kaninchen von den Antipoden bekommen, das mächtig tief gräbt.“

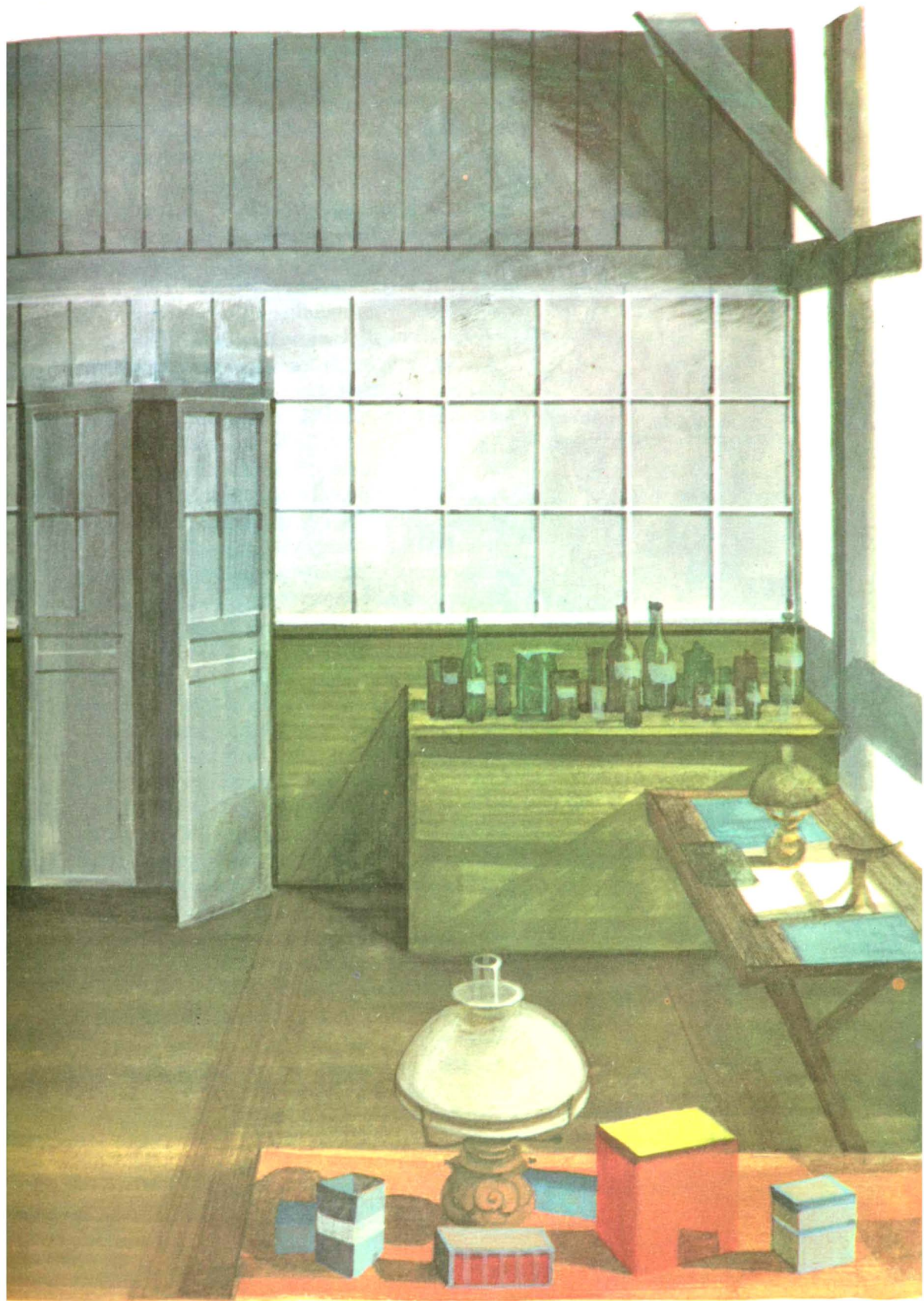
Als Forschungsstudent hatte Rutherford keinerlei Einkünfte. Da er aber in Neuseeland ein Mädchen hatte, das er heiraten wollte, bewarb er sich um eine freie Professur in Montreal, in Kanada. Er wurde angenommen und begann im Herbst 1898 am Physikalischen Institut der McGill-Universität mit seiner Lehrtätigkeit. Hier fing nun auch der Abschnitt seines Lebens an, der zu den großen Erfolgen führen sollte.

Noch in Cambridge hatte Rutherford entdeckt, daß die vom Uran ausgehenden Strahlen nicht von einheitlicher Natur sind: die eine Art ließ sich leicht durch ein magnetisches Feld ablenken und vermochte nur ganz dünne Metallschichten zu durchdringen. Die andere Strahlenart erwies sich als nur sehr schwer ablenkbar und war noch weniger durchdringend als die erste. Die dritte Strahlenart ließ sich von Magneten überhaupt nicht ablenken und war äußerst durchdringend. Thomson hatte – ebenso wie Becquerel – aus der Tatsache, daß sich die eine Strahlenart vom Ma-

Marie Curie in ihrem Laboratorium



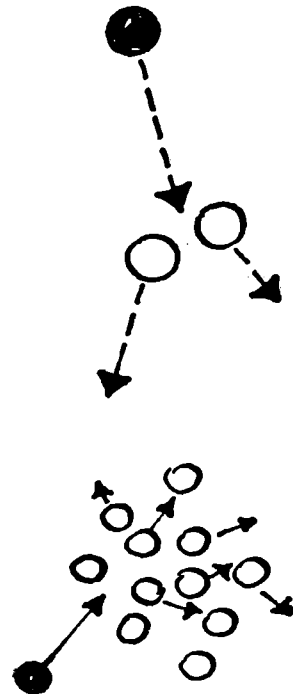
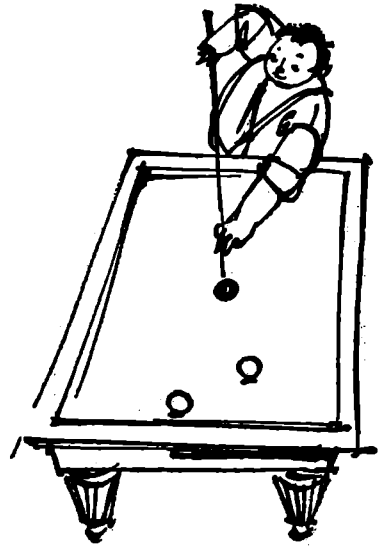




gneten leicht ablenken läßt, geschlossen, daß es sich um die gleichen schnellfliegenden Teilchen handeln mußte, die auch die Kathodenstrahlen bilden — negativ geladene Elektronen.

In Montreal fand Rutherford in gemeinsamer Arbeit mit Frederick Soddy die Vermutung Pierre Curies bestätigt: die radioaktiven Elemente verwandeln sich durch das Aussenden von Strahlungen in andere chemische Elemente. Sie „zerfallen“ in andere Elemente, die meist selbst wieder radioaktiv sind und wieder weiter zerfallen, so daß sich ganz radioaktive Zerfalls- oder Stammreihen bilden.

Als Rutherford in der Physikalischen Gesellschaft über diese Theorie und die „spontane Transmutation der Materie“ sprach, kam es zu einem Tumult. Der Präsident der Gesellschaft und frühere Dekan der naturwissenschaftlichen Fakultät wies diesen Angriff auf den Begriff des Elements mit scharfen Worten zurück, denn es sei ja gerade die Erkenntnis, daß ein Element sich nie und in keinem Falle in ein anderes verwandeln lasse, gewesen, mit der die Chemie begonnen habe, Wissenschaft zu werden, und die Eierschalen der Alchimie und Goldmacherei verlor. Da aber Rutherfords Annahme von der Umwandlung der Elemente deutlich genug den Stempel der Phantastik und Utopie trage, könne es der exakten Forschung sicherlich nicht schwerfallen, diese Vorstellungen zu widerlegen. Der Nestor der kanadischen Naturforscher warnte die Kollegen der Universität, die McGill dürfe nicht zum Ausgangspunkt solcher radikalen Theorien gemacht und vor der Welt blamiert werden. Deshalb sollten Rektor und Dekan dafür sorgen, daß Mister Rutherford an der Veröffentlichung seiner Ideen gehindert wird!



Vergleich: Atom-Billardkugel

Der Dekan, Professor Cox, dachte aber gar nicht daran, neuen Ideen und Entdeckungen den Weg zu verlegen:

„Vielleicht wird Rutherfords Arbeit einmal als die beste eingeschätzt seit Faraday, dann wäre es beschämend für McGill, den aufgehenden Stern aus nächster Nähe nicht erkannt zu haben!“

Einige Jahre blieb die „Zerfallstheorie“ umstritten. Das konnte nicht verwunderlich sein. Eben war die Atomtheorie, die Vorstellung also vom atomaren Aufbau der Materie, von vielen Physikern noch aufs heftigste bekämpft worden. Nun wurde diese Vorstellung damit bewiesen, daß auch dieses Atom nicht die letzte unteilbare Einheit sei, sondern aus noch viel kleineren Teilchen bestehe, die sich unter Umständen sogar aus dem Atom lösen könnten! Das alles war von den Anhängern der „klassischen Physik“ nur sehr schwer zu begreifen.

1904 erschien Rutherfords großes wissenschaftliches Werk „Radioaktivität“. 1907 erhielt er einen Ruf an die Universität Manchester, und im Jahre darauf fuhr er nach Stockholm, um den Nobelpreis in Empfang zu nehmen. Er wunderte sich, daß er nicht den Nobelpreis für Physik, sondern den für Chemie erhielt.

In seiner Rede erklärte Rutherford lächelnd, er habe sich im Verlaufe seiner experimentellen Arbeit schon an viele unverhoffte Umwandlungen gewöhnt, allerdings so rasch wie seine eigene vom Physiker zum Chemiker sei ihm noch keine vorgekommen. Aber wie hätte man dem Nobel-Komitee einen Vorwurf machen können – wußten die Atomforscher im Grunde selbst nicht recht, ob sie zur Physik, zur Chemie oder zu beiden gehörten.

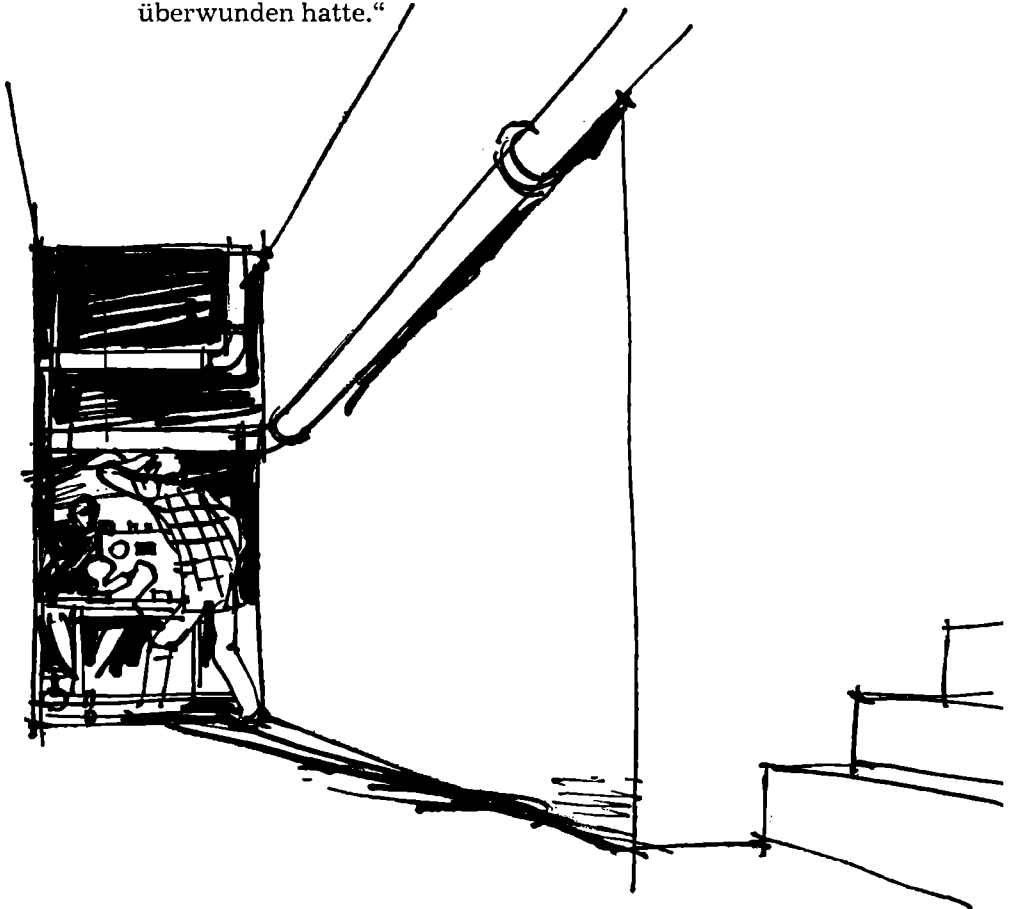
In Montreal hatte sich der deutsche Chemiker Otto Hahn eine Zeitlang bei Rutherford mit den neuentdeckten Radioelementen beschäftigt, er hatte dort zwei Zerfallsprodukte des Thoriums entdeckt, das Radiothorium und das Mesothorium. Wertvoller war aber noch, daß er als Chemiker mit Elementen umgehen lernte, die zumeist nur in unwägbareren Spuren vorlagen. Die Untersuchung ihrer chemischen Eigenschaften, ihre Einordnung, war sehr schwierig.

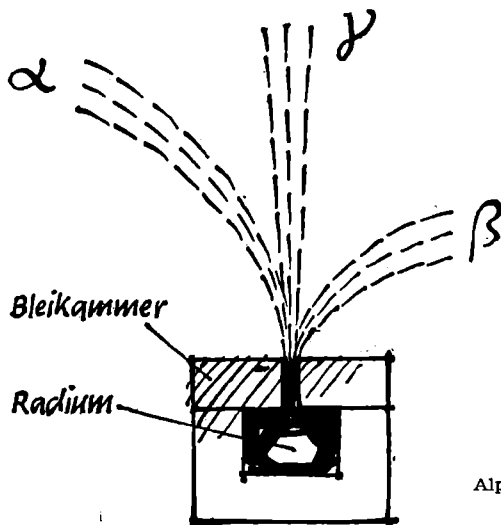
Mit Otto Hahn begann der Aufbau eines Zweiges der Wissenschaft, den man die Chemie der unwägbareren Substanzmengen nennen könnte. Später, an der Berliner Universität und im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, entwickelte er mit seinen Mitarbeitern die Methoden, die dieses Institut zum führenden auf dem Gebiet der Radio-Chemie machten. Sie gingen mit Stoffen um, die sich nur nach milliardstel und billionstel Gramm berechnen ließen, ermittelten deren chemische Eigenschaften, die Verhaltensweisen unter verschiedensten Bedingungen. Sie lernten mit ihnen so zu arbeiten, als wären es vollgewichtige Mengen, mit denen man ordent-

lich hantieren und die man sehen könnte. Otto Hahn galt sehr bald als ein Meister feinsten chemischer Trennungen.

Noch war es Sache der Physiker, Methoden zu finden und Geräte zu schaffen, die geeignet waren, die Elementarteilchen im Atom und in den Strahlen erkennbar zu machen. In Manchester arbeitete Rutherford sehr eng mit dem Physiker Hans Geiger, einem einfallsreichen Techniker, zusammen. Von ihm erfahren wir auch, unter welchen ärmlichen Bedingungen Nobelpreisträger Rutherford forschen mußte. In einem düsteren Keller hatte er seine wichtigsten Geräte, und wenn man sich schon ganz unten glaubte,

„... stieg man nochmals zwei Stufen hinunter und hörte dann aus der Finsternis Rutherfords warnende Stimme, achtzugeben auf die in Augenhöhe quer verlaufende Heizungsrohre und auf die zwei Wasserleitungen, über die man steigen mußte. Dann endlich sah man in dem schwachen Licht den großen Mann an seinem Apparat sitzen, und gleich würde er wohl in seiner unnachahmlichen Art über die Fortschritte seiner Experimente sprechen und die Schwierigkeiten schildern, die er soeben überwunden hatte.“





Alpha-, Gamma- und Betastrahlen

Die gemeinsame Arbeit mit Geiger erstreckte sich auf die Zählung der Alpha-Teilchen. Die drei verschiedenen Strahlenarten wurden, entsprechend den ersten Buchstaben des griechischen Alphabets, als Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlen bezeichnet.

Die Beta-Strahlen waren als Elektronen erkannt worden. Die harten Gamma-Strahlen wiesen Ähnlichkeit mit Röntgenstrahlen auf, die Alpha-Strahlen ließen sich nur schwer in einem Magnetfeld ablenken, und zwar nach der anderen Seite hin als die negativen Elektronen. Daraus schloß Rutherford, daß es positiv geladene Teilchen sein müßten. Er wollte Zahl, Größe und Gewicht dieser Alpha-Teilchen messen, um dadurch näheren Aufschluß über ihre Natur zu erhalten.

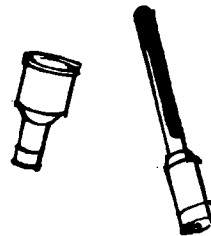
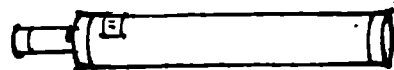
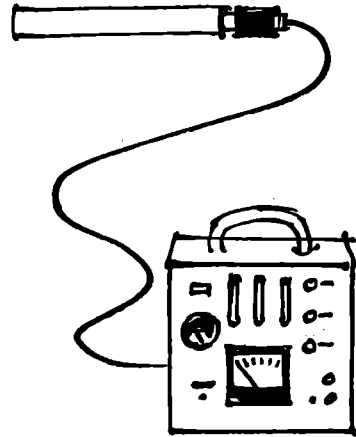
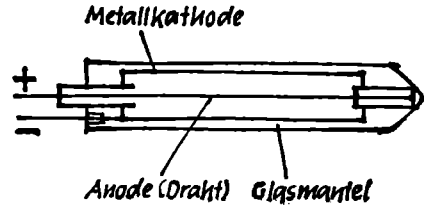
Bisher hatte man die von einer gewissen Menge Radium ausgestrahlten Alpha-Teilchen optisch zu zählen versucht, das heißt, man ließ die aus der Gesamtstrahlung herausgefilterten Alpha-Strahlen auf einen Zinksulfidschirm prallen, auf dem sich – wenn man die Sache durch ein Mikroskop beobachtete – durch die Wucht des Aufpralls die Alpha-Teilchen als Millionen kleiner Lichtblitze markierten. Hans Geiger hatte eine bessere Idee. Er fertigte eine Röhre an, deren Wandung so dünn war, daß sie bequem von den Alpha-Teilchen durchschlagen werden konnte. Beim Eindringen lösten sie einen elektrischen Kurzschluß aus. Als Geiger dieses Zählrohr dann noch mit einer Zähluhr verband, die bei jedem Kurzschluß ein knackendes Geräusch gab, waren die Einschläge auch als Geprassel hörbar gemacht. Die erste präzise Berechnung ergab, daß ein Gramm Radium 150 Milliarden Alpha-Teilchen in der Minute ausscheidet! Dieser durch Müller später verbesserte Geigerzähler, der eigentlich nur für die

eine Untersuchung gebaut worden war, sollte künftig für Atomforschung und Atomtechnik zum unerläßlichen Handwerkszeug werden.

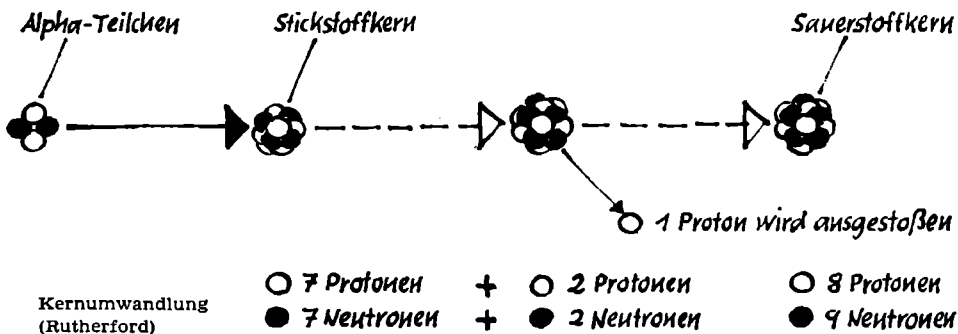
Auch an dem Versuch, welcher zur Entdeckung des Atomkerns führte, war Hans Geiger mitbeteiligt. Er und Rutherfords Assistent Marsden hatten den Auftrag, zu untersuchen, wie sich die Alpha-Teilchen beim Durchgang durch eine Metallfolie verhalten, und zu messen, wie sie abgelenkt werden, welche Streuung sie erfahren. Rutherford hatte eine bestimmte Vermutung, die er experimentell begründen oder entkräften wollte. Seine Assistenten fanden heraus, daß die meisten Alpha-Teilchen fast überhaupt nicht abgelenkt werden. Einige wenige aber schienen innerhalb der atomaren Struktur der Folie auf einen solchen Widerstand zu treffen, daß sie vollständig aus ihrer Bahn geschleudert wurden, als „Querschläger“ weiterrasten oder sogar direkt zurückflogen.

Rutherford sah seine Vermutung bestätigt, daß es ganz offensichtlich undurchdringliche Bereiche innerhalb der Atomstruktur der Folie gibt, kleine, aber ungeheuer starke „Festungen“. Wenn das zuträfe, müßte jedes einzelne Atom einen solchen undurchdringlichen Bereich besitzen, einen äußerst kleinen, aber massiven Kern, an dem die Alpha-Teilchen abprallen, weil er, ebenso wie sie, positiv geladen ist.

Alles das war zunächst reine Spekulation. Rutherford setzte sich hin und rechnete. Er bewies mathematisch,



Verschiedene Typen von Geigerzählern

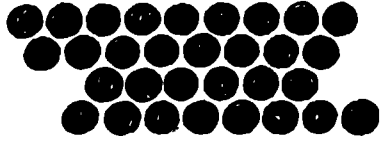


wie die gestreuten Alpha-Teilchen im Winkel verteilt sein müßten, wenn die Annahme eines Kerns richtig war. Er konstruierte seine mathematische Streuformel. Geiger und Marsden schlossen bald darauf ihre Versuche ab, denn Rutherford wollte ihre experimentell gewonnenen Meßwerte mit seiner Streuformel vergleichen. Als er die Ergebnisse überprüfte, war die Existenz des Atomkerns bewiesen! Ihre Messungen hatten bestätigt, was die unabhängig von ihnen vorausberechnete Rutherford'sche Formel verlangte. Damit war der Atomkern bekannt, von dem man allerdings noch nichts weiter wußte, als daß er existiert.

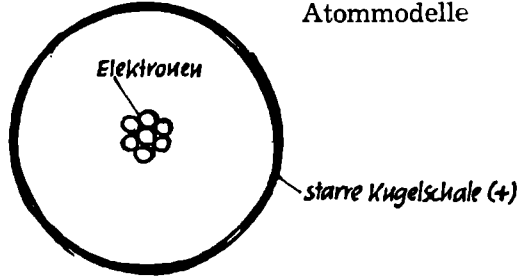
Ernest Rutherford grübelte nun darüber nach, wie man sich das Atom mit seinem positiv geladenen Kern, umkreist von negativ geladenen Elektronen, vorstellen könne. Er schuf ein Atommodell, das dann von seinem Mitarbeiter Niels Bohr und später von Pauli und Heisenberg noch genauer ausgearbeitet wurde; ein Modell, das an die Sonne und die sie umkreisenden Planeten erinnert. Bis heute stellt man sich das Innere eines Atoms so vor, obwohl sich mit diesem Modell längst nicht mehr alle Erscheinungen anschaulich machen lassen. Aber das nur nebenbei.

Die künstliche Radioaktivität

war das Ergebnis von Experimenten, die im Jahre 1934 das Ehepaar Frédéric Joliot-Curie und Irène, Tochter der Entdecker der natürlichen Radioaktivität, durchführte. Bis dahin war eine Reihe jener Bausteine gefunden worden, die in mehr oder weniger großer Anzahl in jedem Atom stecken. Dabei war die Entdeckung eines Teilchens, des Neutrons,

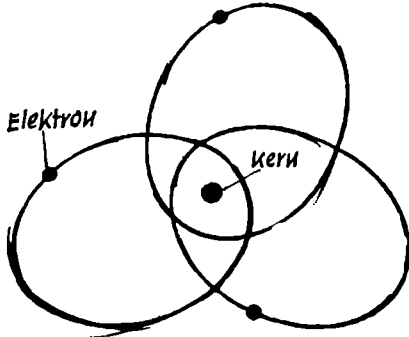


Demokrit

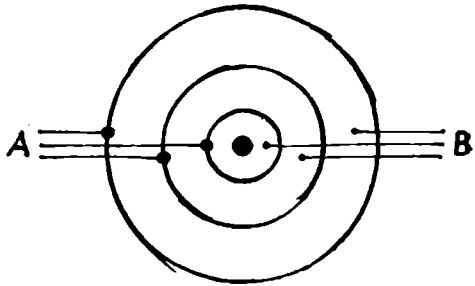


Atommodelle

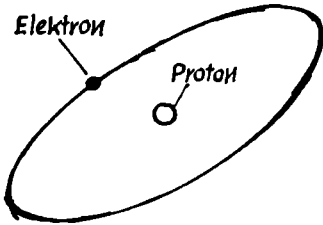
Thomson



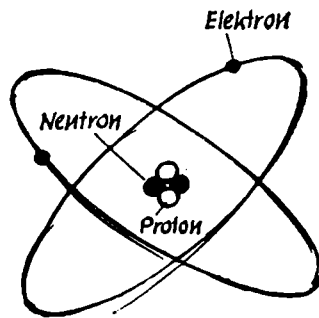
Rutherford



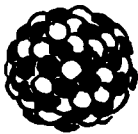
Bohr



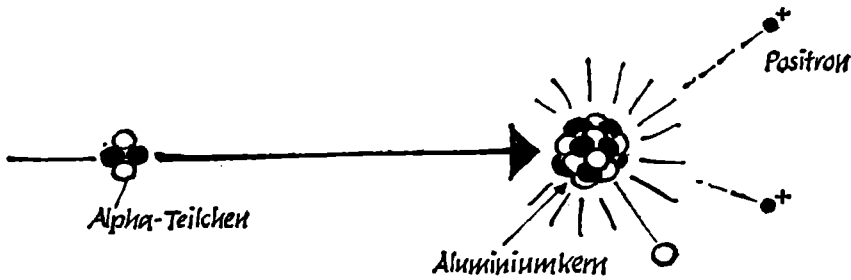
Wasserstoffatom



Heliumatom



Urankern



Beschuß eines Aluminiumkerns mit Alphateilchen

von besonderer Bedeutung. Schon Rutherford hatte dieses Teilchen vermutet, aber gefunden hatte es 1932 sein Schüler Chadwick – der dafür 1935 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Inzwischen weiß man, daß alle Atomkerne aus Protonen und Neutronen bestehen.

Wie viele andere Forscher versuchte auch das Ehepaar Joliot-Curie noch tiefer in diese unsichtbare Mikrowelt einzudringen. Sie „beschossen“ die Kerne der Elemente Bor, Magnesium und Aluminium mit Alpha-Strahlen des Radiums. Dabei wurden – das hatten andere Forscher schon festgestellt – Alpha-Teilchen von den Kernen eingefangen und dafür Protonen oder Neutronen ausgesandt. Sie beobachteten aber, daß daneben andere Elementarteilchen, gewissermaßen Elektronen mit positiver Ladung, Positronen, von den mit Alpha-Strahlen beschossenen Elementen ausgingen. Dann stießen sie auf eine Erscheinung, die unerwartet und zunächst unerkklärlich war: die Aluminiumfolie sandte auch dann Positronen aus, als die beiden Forscher den Beschuß mit Alpha-Strahlen längst beendet hatten. Die Folie strahlte. Sie kamen zu dem richtigen Schluß: „Die Folie blieb stark radioaktiv.“

Irène und Frédéric Joliot-Curie machten Bor, Magnesium, Aluminium und später viele andere Elemente auf künstliche Weise durch Alpha-Strahlen radioaktiv. Sie schufen sogenannte radioaktive Isotope – das heißt Atomarten, welche sich chemisch von den Elementen, zu denen sie gehören, überhaupt nicht unterscheiden, die also Phosphor, Jod oder Gold sind, nur mit dem Unterschied, daß ein Alpha-Teilchen in ihren Kern eingedrungen ist, die Anzahl der Neutronen verringert und damit das Atom aus seinem natürlichen Gleichgewicht gebracht hat, es ist instabil geworden, sendet Strahlen aus und zerfällt.

Frédéric und Irène erhielten 1935 den Nobelpreis für Chemie als Anerkennung ihrer für Wissenschaft und Technik gleichermaßen sensationellen Forschungen.

Irènes Mutter, Marie Curie, hatte sich für die Forschungen selbst noch lebhaft interessiert und sich der heranreifenden Erfolge gefreut – aber an

der Auszeichnung konnte sie nicht mehr teilnehmen. Der jahrelange Umgang mit Radium hatte zu einer schweren Strahlenschädigung geführt. Sie starb 1934. Zwanzig Jahre später sollte auch Irène an der heimtückischen Leukämie sterben und damit das Schicksal so vieler teilen, die, damals noch im Ungewissen über die Größe der Gefahr, ungeschützt mit radioaktiven Substanzen umgingen.

Die im Pariser Institut erzielten Erfolge lösten eine sich über die ganze Welt erstreckende neue Forschungswelle aus, die dann auch zu den Ergebnissen führte, die für uns so offenkundig mit dem Atomzeitalter verbunden sind: Kernspaltung und Atomenergie.

In Rom wirkte ein junger Mann, der bereits internationales Ansehen als theoretischer Physiker genoß: Enrico Fermi. Er war Professor an der Universität, noch keine dreißig Jahre alt und galt in Italien als der „Papst“ der Atomphysik. Eines Tages beschloß er, selbst zu experimentieren:

„Gleich als ich den Bericht der Joliot-Curies gelesen hatte, in dem sie mitteilten, daß sie verschiedene Elemente mit Alpha-Teilchen beschossen und dabei künstlich radioaktive Stoffe erhalten hatten, faßte ich den Entschluß, dasselbe mit Neutronen zu versuchen. In Cambridge hatte bereits Feather mit Neutronen Stickstoff- und Sauerstoffkerne umgewandelt. Auch Harkins in Chicago und Lise Meitner in Berlin waren solche Umwandlungen gelungen. Bisher jedoch immer nur an leichten Atomkernen. Warum sollte aber das Neutron nicht auch in schwere Kerne eindringen können?“

Es gelang Enrico Fermi, den italienischen Forschungsrat von der Wichtigkeit seiner Experimente zu überzeugen und einige zehntausend Lire zu erhalten. Er beschaffte sich Proben aller nur greifbaren Elemente, vom Wasserstoff bis zum Uran. Fermis Schüler Segre trug in einem Marktkorb Platin und Gold ins „Istituto Fisico“ und auch ein Gramm Radium, das damals einen Wert von 154 000 Mark hatte. Die jungen Forscher genossen Kredit und Vertrauen.

Die große Versuchsreihe begann zunächst recht erfolglos, keines der acht Elemente, die sie nach und nach mit Neutronen beschossen, zeigte eine Veränderung. Fermi ließ jedoch nicht locker. Endlich – Element Nummer neun, Fluor, wurde durch Neutronenbeschuß radioaktiv. Dann häuften sich die Ergebnisse: von 68 bestrahlten Elementen wurden 47 radioaktiv. Auch die ganz schweren Kerne, wie Uran und Thorium, ließen sich durch Neutronenbeschuß umwandeln und ergaben künstlich radioaktive Stoffe. Beim Uran war die Sache besonders verwickelt: Hier bildeten sich offenbar gleich mehrere neue Stoffe von verschiedenerlei Aktivität.

Fermi war ratlos, er kam zu dem Schluß, daß es keine Isotope des Urans

seien, sondern ganz neue Elemente, die es in der Natur gar nicht gibt. In der englischen Zeitschrift „Nature“ schrieb er:

„Die bei der Neutronenbestrahlung von Uran neugebildeten, künstlich radioaktiven Stoffe sind völlig neue Elemente... sind Transurane.“

Elemente jenseits der natürlichen Uran-Zerfallsreihe, Transurane, künstliche Elemente, das war eine Sensation! Fermi vermochte allerdings nicht, bis in alle Einzelheiten aufzuhellen, welche Art von Stoffen diese Transurane sein sollten. Unklar blieben ihre Einordnung, ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften. Er befaßte sich weiterhin nicht mit ihnen. Was mit seinen Mitteln experimentell zu klären war, hatte er getan. Dabei hätten jetzt die Experimente erst richtig beginnen müssen — denn in den „Transuranen“ steckte wirklich eine Sensation, in ihnen steckte

die Kernspaltung

Enrico Fermi hatte eine kritische Beobachterin seiner Experimente, die Chemikerin Ida Noddack aus Freiburg im Breisgau. Sie schrieb 1934:

„Man kann ebensogut annehmen, daß bei dieser neuartigen Kernzertrümmerung durch Neutronen erheblich andere ‚Kernreaktionen‘ stattfinden, als man bisher bei der Einwirkung von Protonen und Alpha-Strahlen auf Atomkerne beobachtet hat. Es wäre denkbar, daß bei der Beschießung schwerer Kerne mit Neutronen diese Kerne in mehrere größere Bruchstücke zerfallen, die zwar Isotope bekannter Elemente, aber nicht Nachbarn dieser Elemente sind.“

Enrico Fermi schüttelte den Kopf, als er die von Ida Noddack zugesandte Arbeit erhielt, und steckte die Kritik in den Papierkorb. Der italienische Atompapst lehnte es ab, etwas anderes als Transurane entdeckt zu haben, er lehnte die Möglichkeit der Kernspaltung ab.

In Berlin konzentrierten sich Otto Hahn, Lise Meitner und Fritz Straßmann auf das Uran und die Fermischen „Transurane“. Vier Jahre lang experimentierten sie, stellten drei verschiedene Umwandlungsmöglichkeiten des Urans fest und fanden ganze Ketten abtrennbarer neuer Stoffe, die sie ebenfalls als Transurane bezeichneten.

Ida Noddacks Deutung fand auch bei Otto Hahn keinen fruchtbaren Boden.

„Als mein Mann 1935 oder 1936 Otto Hahn einmal mündlich darauf hinwies, er solle doch bei seinen Vorträgen und Publika-

tionen meine kritische Betrachtung der Fermischen Versuche wenigstens zitieren, da antwortete Hahn, er wolle mich doch nicht lächerlich machen, meine Annahme von einem Zerplatzen des Urankerns in größere Bruchstücke sei doch absurd!“

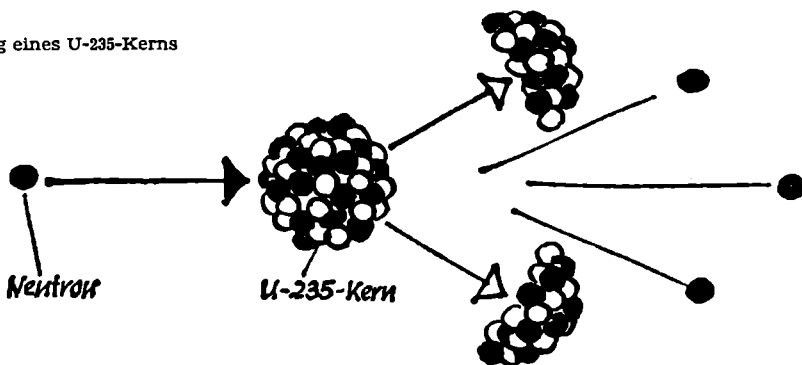
Der Weg zu neuen Erkenntnissen war also auch in diesem Falle mit einigen Irrtümern gepflastert.

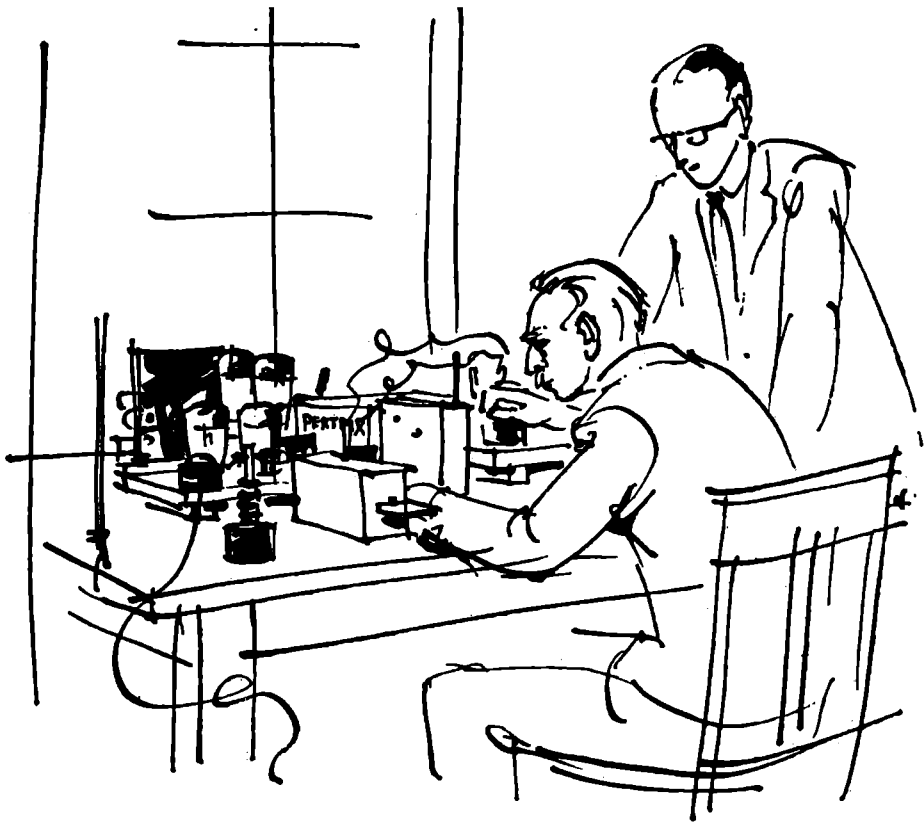
In Deutschland hatten inzwischen die Faschisten ihr Regime errichtet. Otto Hahn machte vom ersten Tage an keinen Hehl daraus, daß er sie verabscheute. Gemeinsam mit dem Nestor der theoretischen Physik in Deutschland, Max Planck, protestierte er gegen die Amtsenthebungen namhafter Wissenschaftler und die beginnenden Judenverfolgungen. Die hervorragendsten Mathematiker und theoretischen Physiker wurden ins Ausland getrieben.

Auch Lise Meitner war von diesen Nachstellungen bedroht. Für einige Zeit allerdings hatte sie sich noch schützen können, denn sie war Österreicherin. Im März 1938 aber, nach dem Einmarsch der deutschen Truppen in Österreich und dem gewaltsamen „Anschluß“ an Deutschland, war auch Lise Meitner den Rassengesetzen unterworfen. Otto Hahn versuchte, sie am Institut zu halten, und Max Planck ging zu Hitler, um gegen ihre Entlassung zu protestieren, aber vergeblich. Die Forscherin mußte das Institut verlassen. Sie floh im Juli 1938 aus Deutschland und fand schließlich in Kopenhagen bei Niels Bohr eine neue Arbeitsstätte.

In Berlin irrten Otto Hahn und Fritz Straßmann weiter im Labyrinth der Transurane herum. Eine Auseinandersetzung mit Irène Joliot-Curie, die in Paris bei eigenen Versuchen Widersprüche in der Transuran-Theorie entdeckt hatte, führte dazu, daß Hahn und Straßmann noch einmal mit aller Sorgfalt ihre Versuche wiederholten, wobei sie auch die Versuchsbedingungen änderten. Dabei stießen sie wieder auf neue, merkwürdige Stoffe, die sich nicht einordnen ließen.

Spaltung eines U-235-Kerns





Am 22. Dezember 1938 steckte Otto Hahn die in der Geschichte der Atomforschung so berühmt gewordene, von Zweifel erfüllte Mitteilung an die Zeitschrift „Die Naturwissenschaft“ in den Briefkasten, in der es am Ende hieß:

„Wir kommen nun zu dem Schluß: unsere ‚Radium‘-Isotope haben die Eigenschaften des Bariums; als Chemiker müßten wir eigentlich sagen, bei den neuen Körpern handelt es sich nicht um Radium, sondern um Barium, denn andere Elemente als Radium oder Barium kommen nicht in Frage. Als ‚Kernchemiker‘ können wir uns zu diesem allen bisherigen Erfahrungen der Kernphysik widersprechenden Sprung noch nicht entschließen.“

Otto Hahn und Fritz Straßmann hatten etwas entdeckt, nur, sie wußten noch nicht so recht, was.

Es war die von ihnen getrennte Mitarbeiterin Lise Meitner, die zu der Schlußfolgerung kam, vor der sich die beiden Berliner Forscher scheuten.

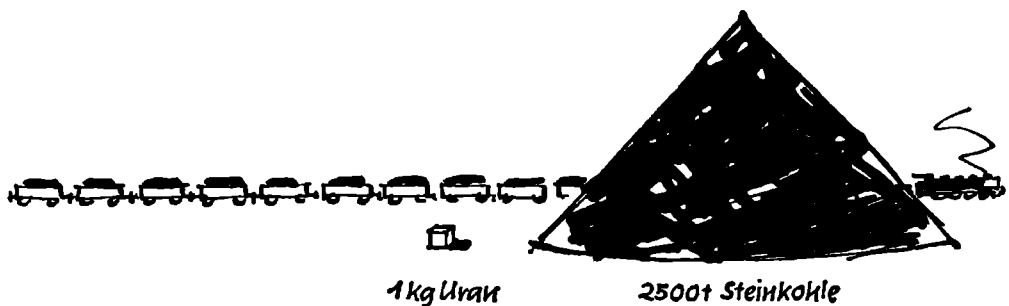
Als sie einen Bericht über die Versuche von Otto Hahn empfing und ihn mit ihrem Neffen, dem ebenfalls aus Deutschland vertriebenen Physiker Otto Frisch, besprach, wurde ihnen klar, daß es sich nicht um eine der schon gewöhnlich gewordenen Kernumwandlungen handelte, sondern um eine Kernspaltung. Der Urankern war beim Aufprall des Neutrons in zwei fast gleich große Teile zerbrochen, und der radioaktive Bariumteil war eine der beiden Hälften.

Otto Hahn und Fritz Straßmann hatten die erste Urankernspaltung durchgeführt, Lise Meitner gab die physikalische Erklärung und Otto Frisch den Namen „nuclear fission“ – Kernspaltung.

Diese erste als solche erkannte Kernspaltung löste ein neues Forschungsfieber in der ganzen Welt aus. Überall wurden fast schlagartig weitere Entdeckungen gemacht. Frédéric Joliot-Curie, Halban und Kowarski fanden heraus, daß bei der Urankernspaltung Neutronen freigesetzt werden, die imstande sind, wiederum andere Kerne zu zertrümmern, dort ebenfalls wieder Neutronen freizusetzen, die in neue Kerne eindringen und so fort. Damit war theoretisch

die Kettenreaktion

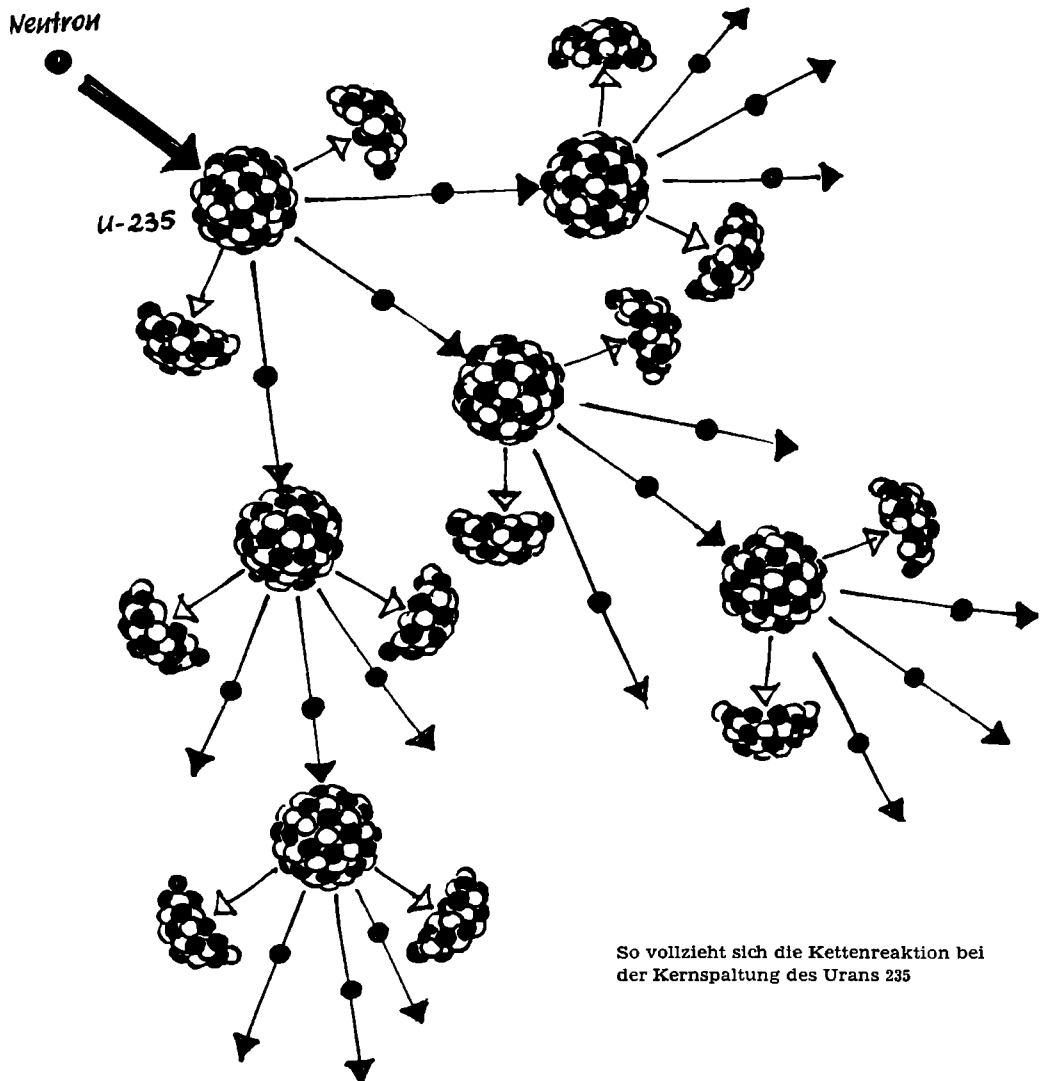
das lawinenhafte Anwachsen des Spaltungsprozesses, gefunden. Nun war aber auch die Möglichkeit greifbar nahe gerückt, ungeheure Energiemengen frei zu machen. Entsprechend einer von Albert Einstein aufgestellten Formel war längst bekannt, daß jeder Masse eine bestimmte Menge Energie entspricht. Seine berühmt gewordene Formel $E = m \cdot c^2$ besagt, daß jedem Kilogramm irgendeines Stoffes eine Energiemenge von 25 Millionen Kilowattstunden entspricht. Auf das Uran bezogen, bedeutet das:



1 Kilogramm Uran liefert bei der Spaltung so viel Energie, wie bei der Verbrennung von 2500 Tonnen Steinkohle entsteht.

Noch war man freilich nicht soweit, diese Energie in einer „Atom-Maschine“, wie es damals hieß, zu nutzen. Daß es aber auf unerwartete Weise doch sehr schnell mit der Entwicklung der Atomphysik ging und dazu in einem Lande, das sich bisher kaum mit diesem neuen Zweig beschäftigt hatte, hing mit besonderen Umständen zusammen und wieder mit Enrico Fermi.

Im entdeckungsreichen Jahre 1938 wurde auch für Enrico Fermi das Leben im faschistischen Italien unerträglich. Im November fuhr er nach



So vollzieht sich die Kettenreaktion bei der Kernspaltung des Urans 235



Stockholm, um den Nobelpreis in Empfang zu nehmen, im Dezember schiffte er sich mit seiner Frau und den beiden Kindern nach New York ein. Seine Frau Laura erinnerte sich, wie der berühmte Physiker und Nobelpreisträger im Einwanderungsbüro die merkwürdigste Prüfung seines Lebens erlebte:

„Wieviel ist 15 und 27?“

„42.“

„Und wieviel ist 29 geteilt durch 2?“

„Vierzehneinhalb.“

„Danke.“

Solcherart überzeugt, daß mein Mann gesunden Geistes sei, ging die Beamtin zum nächsten Kandidaten weiter.“

Wenige Tage nach dieser „Prüfung“ nahm Enrico Fermi seine Arbeit im Physikalischen Institut der New-Yorker Columbia-Universität da wieder

auf, wo er sie in Rom beendet hatte – bei der Klärung des Problems der Neutronenemission.

Im Januar 1939 traf der dänische Atomforscher Niels Bohr in New York ein. Bei seiner Ankunft im Hotel wurde ihm ein Telegramm ausgehändigt. Es kam aus Kopenhagen, aus seinem Institut, das er vor wenigen Tagen verlassen hatte. Lise Meitner teilte ihm mit, daß sie die Versuche von Otto Hahn wiederholt und schlüssige Beweise dafür habe, daß das Uranatom tatsächlich spaltbar ist. Niels Bohr, eigentlich nach New York gekommen, um mit Albert Einstein, dem ebenfalls aus Deutschland vertriebenen großen Mathematiker, zusammenzutreffen, informierte sofort Enrico Fermi über die neuen Tatsachen. Schließlich hatte er ja die ganze Folge von Ereignissen bis zur Urankernspaltung ausgelöst. Fermi traf sofort eine Versuchsordnung, um die Ergebnisse von Hahn und Straßmann, Meitner und Frisch zu überprüfen.

Noch ehe die Experimente abgeschlossen waren, mußte er in Washington an einer Konferenz für theoretische Physik teilnehmen. Dort wurde von Niels Bohr die Nachricht von der Zertrümmerung des Uranatoms bekanntgegeben. Allen versammelten Physikern war sofort klar, daß theoretisch nun nicht nur die „Atommaschine“ möglich war, sondern daß man die Kettenreaktion auch explosionsartig in einer Bombe ablaufen lassen konnte. Damit begann

das Drama des Atoms

Fermi und der aus Deutschland geflüchtete ungarische Physiker Szilard, die selbst den Nachweis führten, daß bei der Urankernspaltung mehr als ein freies Neutron erzeugt und demzufolge eine lawinenhaft anwachsende Kettenreaktion möglich wird, hielten die Gefahr, daß das faschistische Deutschland diese Erkenntnis zum Bau von Superbomben ausnutzt, für ganz akut. Sie kannten nicht nur die aggressiven Gelüste der Faschisten, sie wußten auch: die Deutschen haben Physiker, Ingenieure, Uran, und – Hitlerdeutschland braucht die Bombe. Es war – wenn sie es recht überlegten – der Staat, der sie unter allen Umständen haben mußte, denn kein anderes imperialistisches Land verfolgte Kriegsvorbereitungen so zielstrebig wie das faschistische Deutschland.

Fermi und Szilard bemühten sich vergeblich, amerikanische Regierungsstellen auf diese Gefahr aufmerksam zu machen. Man verstand sie nicht und begriff nicht, daß etwas Neues in die Welt gekommen war. Da ihre Worte nicht genügend Überzeugungskraft hatten, meinten sie, ein Grö-

Berer müßte seine Stimme erheben. Szilard fuhr zu Albert Einstein nach Princeton.

Dieser große alte Mann, der als Vater der allgemeinen und speziellen Relativitätstheorie und weltweiser Menschenfreund schon zu Lebzeiten einen legendären Ruf besaß, hatte nicht geahnt, daß die von ihm ermittelte Gleichung so schnell in einer Kettenreaktion zur Praxis werden könnte.

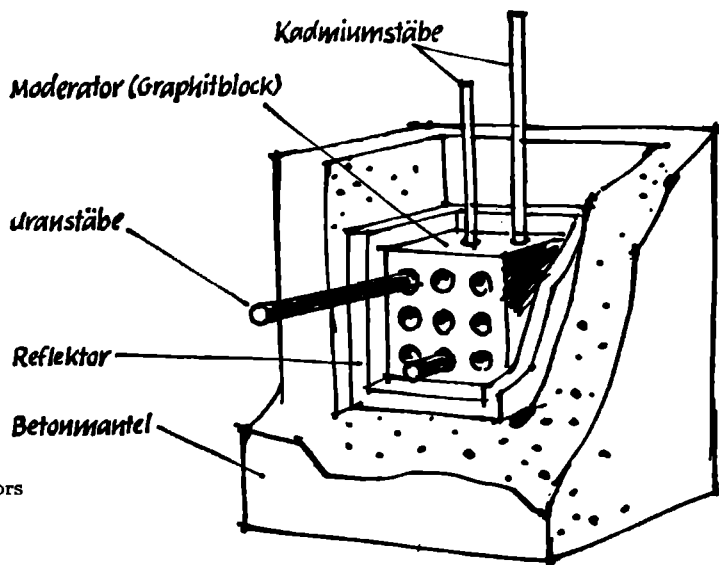
„Ich hatte nicht vorausgesehen, daß dies noch zu meinen Lebzeiten oder auch nur in den nächsten hundert Jahren möglich werden könnte... Niels Bohr sagt, es werde mit Hilfe einer Kettenreaktion möglich sein. Aber eben die habe ich nicht vorausgesehen.“

Auch Albert Einstein war entsetzt bei dem Gedanken, daß Hitler Atom-Superbomben in die Hände bekommen könnte. Er schauderte jedoch davor zurück, der amerikanischen Regierung die Entwicklung solcher Bomben zu empfehlen, mit denen die Menschen nicht mehr zu Hunderten, sondern zu Millionen getötet und verbrannt würden. Käme allerdings das faschistische Deutschland in den Alleinbesitz einer solchen schrecklichen Uranbombe, dann drohte die Welt im Chaos zu versinken. Und so unterschrieb er schließlich doch einen Brief an Präsident Roosevelt, in dem die besorgten Gelehrten über die neueste Entwicklung berichteten, auf die Gefahr hinwiesen und Untersuchungen in dieser Richtung vorzunehmen empfahlen. Auf diese erste Mahnung der von ihrem Gewissen getriebenen Forscher geschah nichts.

Erst nach der Katastrophe von Pearl Harbor, am 7. Dezember 1941, als die Japaner die amerikanische Pazifikflotte versenkten und damit den äußeren Anlaß zum Kriegseintritt Amerikas gaben, wurde alles anders. Die Militärbehörden erhoben die Kernforschung zum kriegstechnischen Problem Nummer eins.

Für Enrico Fermi begann eine Zeit aufregendster Arbeit. Hatte er bisher nur an kleinen Kettenreaktionsanlagen experimentiert, so mußte er nun einen ersten Atommeiler bauen, in welchem eine gesteuerte, langsam ablaufende Kettenreaktion in Gang gebracht werden sollte. William Lawrence, ein amerikanischer Chronist der Atomforschung, berichtet:

„Die Szene ihrer Bemühungen war eine düstere Tennishalle unter den Westtribünen des Staggsfeldes der Universität Chicago. Niemand, der an diesem nüchternen, efeumrankten neugotischen Gebäude auf der Ellis Avenue, zwischen der 56. und 57. Straße, vorüberging, konnte die leiseste Ahnung davon haben, was dort vor sich ging. In der Tat war der Schleier, mit dem die Arbeit umgeben wurde, so dicht, daß nicht einmal der



Schema eines Reaktors

Präsident und die Kuratoren der Universität wußten, was für ein gewagtes Abenteuer auf ihrem eigenen Grund unternommen wurde.“

Am 7. November 1942 begannen sie, einen riesigen Haufen von Uranstücken und Graphitklötzen zu einem kugelförmigen Gebilde zusammenzusetzen. Sie hatten genau berechnet, wieviel spaltbares Material notwendig war, um die kritische Größe zu erreichen, das heißt die Größe, bei der genügend Neutronen freigesetzt werden, um die Kettenreaktion in Gang zu bringen. Sie hatten auch Sicherungen für den Fall erdacht, daß zu viele Neutronen freigesetzt wurden und aus der langsam ablaufenden Kettenreaktion eine lawinenhafte Explosion zu werden drohte. Aber zunächst war nicht zu befürchten, daß der Atombrenner „durchging“, noch hatten sie den Vermehrungsfaktor „größer als eins“ nicht erreicht, noch wurden von jeweils 100 Neutronen, die eine Spaltung hervorriefen, weniger als hundert neue Spaltungsneutronen erzeugt. Aber mit jeder neuen Schicht, die sie aus den Blöcken aufbauten, konnten sie feststellen, daß die Gesamtzahl der in der ersten Generation geborenen Neutronen größer war als die der vorhergehenden Schicht.

Während dieser Arbeit am bedeutendsten und geheimsten Projekt der USA galt Enrico Fermi immer noch als feindlicher Ausländer, denn auch Italien befand sich an der Seite des faschistischen Deutschlands im Krieg.

Laura Fermi wußte nicht, an welchem welterschütterndem Experiment ihr Mann arbeitete. Sie wußte nur, daß er

„... jedesmal, wenn er seine Wohngemeinde verlassen wollte, mindestens sieben Tage vor seiner Abreise eine Eingabe an den Staatsanwalt des Distrikts machen mußte. Wir durften weder einen Photoapparat noch einen Kurzwellenteil im Radio haben.“

Laura Fermi hatte keine Ahnung, daß ihr Mann an einem militärischen Unternehmen ersten Ranges beteiligt war, aber daß es eine aufregende und gefährliche Sache sein mußte, hatte sie herausgefunden. Sie war in großer Sorge. Als Segre, Fermis alter Mitarbeiter, der in Kalifornien lebte, sie eines Tages besuchte, sprach er ihr auf seine Art Mut zu: „Hab keine Angst, daß du eine Witwe werden könntest. Wenn Enrico in die Luft fliegt, fliegst du mit.“

Und in der Tat, die Gefahr, die in der alten Tennishalle im Meiler anwuchs, hätte ganz Chicago in eine glühende Wolke verwandeln können, wenn die Forscher nicht ziemlich sicher gewesen wären, daß die in den Meiler eingelegten Kadmiumstreifen und Stäbe aus Borstahl ausreichen würden, um zu verhindern, daß zu viele Neutronen freigesetzt werden. Kadmium und Bor sind gierige Neutronenverzehrer und daher vorzüglich geeignet, im Notfall als Neutronenbremse zu dienen. Noch immer war aber bisher der Vermehrungsfaktor „größer als eins“ nicht erreicht.

Dann kam der 2. Dezember 1942. Lawrence schreibt über diesen ereignissschweren Tag:

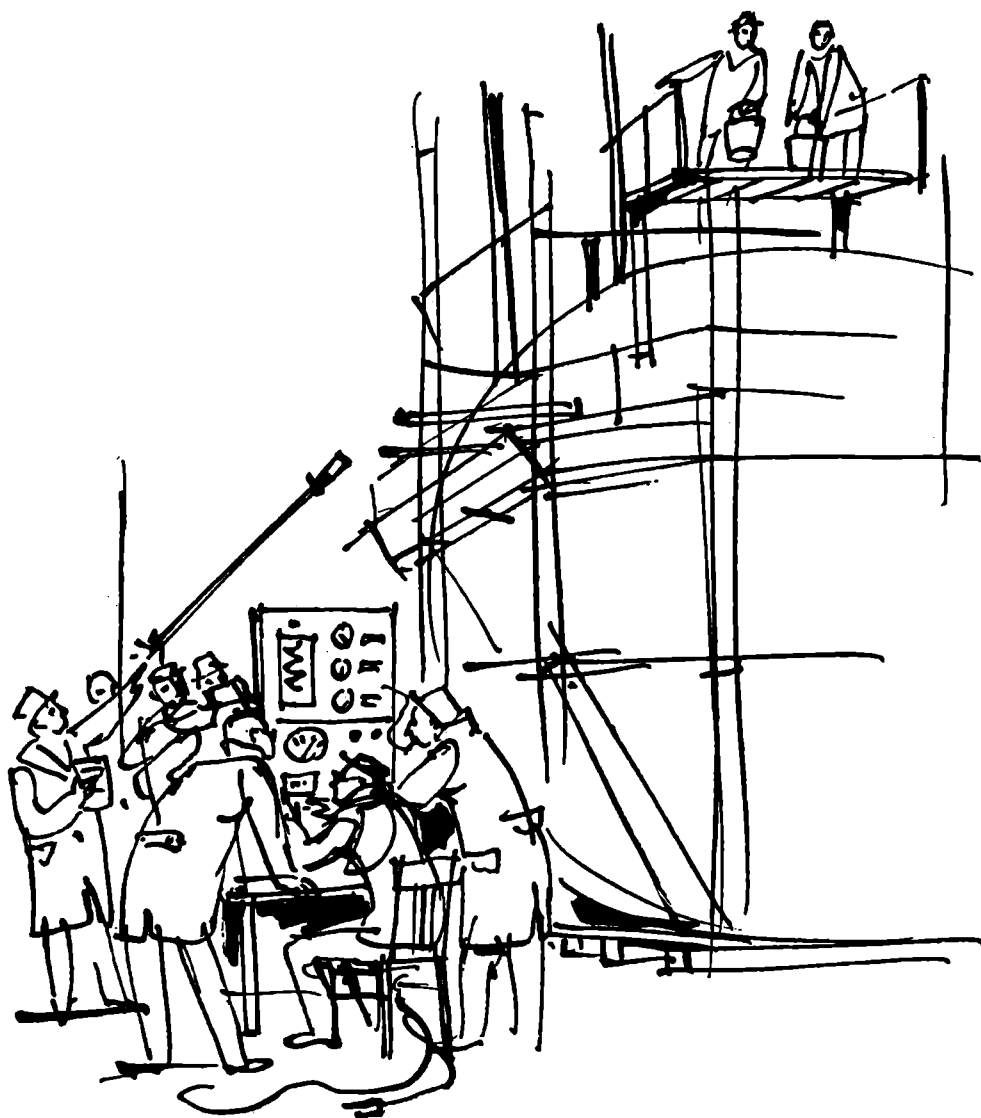
„Die Tennishalle war schlecht geheizt, aber die Atomziegelsteineleger setzten ihre Arbeit unter völliger Nichtbeachtung der Kälte und des düsteren Tages fort. Dr. Zinn war Zeremonienmeister an jenem kalten 2. Dezember. Anwesend waren Dr. Fermi, Dr. Szilard, Dr. Anderson, Dr. Weil, Dr. Compton, Dr. Wigner, Dr. Samuel K. Allison, Dr. N. Hilberry, Dr. Volny C. Wilson, Dr. John Marshall. Eine junge Frau befand sich in dieser Gruppe, Leona Woods, die später Mrs. Marshall wurde. Jeder der Anwesenden wurde sich mehr und mehr bewußt, einem der großen Augenblicke in der Geschichte nahe zu sein. Die Neutronen wurden mit einer Geschwindigkeit erzeugt, die höher war, als man für die zwölfte Schicht dieser Konstruktion erwartet hatte. Die Berechnungen waren offensichtlich zu vorsichtig gewesen. Gegen Mittag war man sich darüber einig, daß man dem Ziel nah sein müsse. Eine oder zwei Stunden noch, dann würde der erste sich selbst erhaltende Kettenreaktionsbrenner der Geschichte der Menschheit Wirklichkeit sein. Und

da sagte Fermi, der Unerschütterliche: ‚Laßt uns essen gehen!‘ Eine Stunde später ging die Arbeit weiter. Niemand war ganz sicher, wie empfindlich die Steuerungen sein würden. Es konnte noch immer in letzter Minute eine Katastrophe eintreten. Besondere Vorsichtsmaßnahmen wurden ergriffen. Zwei junge Physiker aus der Gruppe waren dazu ausersehen – wie ihre Kollegen sagten –, als Himmelfahrtskommando eingesetzt zu werden. Sie standen schweigend auf einer hohen Plattform oberhalb des Brenners, und jeder von ihnen hielt einen Eimer mit einer kräftigen Kadmiumlösung in der Hand, um jedes Feuer zu ersticken, falls die Kadmium- und Borsicherungen durchschlagen würden. Zwei Stunden hindurch standen sie dort und warteten auf ein Zeichen zum Handeln und hofften, daß die Nerven und Muskeln eines Menschen schnell genug reagieren würden.

Als der Brenner die Größe erreichte, von der die Konstrukteure annahmen, daß sie kritisch sein könnte, gingen sie immer vorsichtiger vor. Die automatischen Steuerungen auf dem Balkon wurden noch einmal sorgfältig nachgeprüft. Nachdem das letzte Uranei in sein Graphitnest gelegt worden war, wurden alle Kadmiumstreifen bis auf einen herausgezogen. Das ‚Himmelfahrtskommando‘ war im Alarmzustand. Schneller kamen die Neutronen, und immer häufiger war das Ticken der Zähler zu vernehmen – 800, 900, 1000, 1100. Angespannt umstanden sie den Registrierapparat, der die Zahlen der Neutronen in der Minute wiedergab.

In der elften Schicht hatte die Registrierung der Neutronen der ersten Generation bei 800 aufgehört. Wenn diese Zahl nun auf etwas mehr als 1600 in der Minute stieg, so stand fest, daß ein Vermehrungsfaktor ‚größer als eins‘ erreicht worden war. Tick, tick, tick – 1200, 1400, 1600. Und dann war eine immer noch zaghafte Stimme zu vernehmen: 1601, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Die spaltungserzeugenden Neutronen vermehrten sich mit einem konstanten Faktor von 1.0006; auf jedes Neutron, das sich an der Spaltung eines U-235-Atoms beteiligte, wurde mehr als ein Neutron geboren. Es war der 2. Dezember 1942, 3.30 Uhr nachmittags.“

Das alles, dieses sensationelle Abenteuer, steht hinter dem dünnen Satz, der seither in jedem Lexikon unter dem Stichwort Enrico Fermi zu finden ist: „Er setzt am 2. 12. 1942 den ersten Kernreaktor der Welt in Chicago in Betrieb.“



Als das geschah, wußte seine Frau noch immer nicht, was Enrico trieb und was ihm gelungen war. Am Abend jenes ereignisvollen Tages

„...gaben wir eine kleine Gesellschaft, und ich konnte mich nur wundern über das seltsame Benehmen der Gäste. Jedermann gratulierte Enrico. Er nahm die Glückwünsche ohne Erstaunen oder Verlegenheit hin, antwortete nichts und zeigte nur sein gewohnt leichtes Grinsen.“

Auch in Deutschland waren die Atomforscher nicht untätig. An der Universität in Leipzig hatte der Physiker Werner Heisenberg im März 1942 in einer kleinen kugelförmigen Apparatur ebenfalls einen Neutronenvermehrungsfaktor „größer als eins“ erreicht. Die freigesetzten Neutronen gingen hauptsächlich aus der Kugel heraus und wurden nicht zur Auslösung einer Kettenreaktion verwendet, aber eine solche in Gang bringen zu können war damit bewiesen.

Eine „Atommaschine“ oder ein „Atomofen“, wie man damals die Atomreaktoren noch nannte, war also technisch möglich. Allerdings – auch darüber täuschte sich niemand – um richtig experimentieren zu können, würde der Aufwand an finanziellen, technischen und wissenschaftlichen Mitteln ganz bedeutend sein müssen. Dieser Umstand war es vielleicht, der das faschistische Heereswaffenamt und den Hitlerschen Reichsforschungsrat davon abhielt, solche Forschungen im notwendigen großen Stil betreiben zu lassen. Sie waren überzeugt, den Krieg auch ohne die mögliche neuartige Bombe, allein mit den Waffen, die sie schon besaßen, und durch die barbarischen Formen ihrer Verwendung gewinnen zu können.

So kam es, daß die führenden deutschen Atomwissenschaftler nicht vor die Entscheidung gestellt wurden, für Hitler eine Atombombe zu schaffen. Max von Laue tröstete sich und andere zwar mit dem Gedanken: „Eine Erfindung, die man nicht machen will, die macht man auch nicht“; aber Werner Heisenberg war später ehrlich genug, zuzugeben, daß er nicht sagen könne, wie sie sich damals verhalten hätten, wenn die Faschisten diese Erfindung von ihnen gefordert hätten. Es gab freilich auch einzelne Wissenschaftler, die auf eine Atombombe hinwirkten, deren Bemühungen aber nicht ausreichten, um an das nur mit großen Mitteln und einer Fülle neuer Erkenntnisse und Ideen erreichbare Ziel zu gelangen.

Die meisten deutschen Physiker hatten Otto Hahns Warnung im Ohr: „Wenn Hitler eine solche Waffe bekommt, begehe ich Selbstmord!“ Dem Entdecker der Kernspaltung lag der möglich gewordene Mißbrauch seiner Entdeckung schwer auf der Seele. Die Kernspaltung dürfe – so hatten es sich Otto Hahn und Max Planck kurz nach der Entdeckung versprochen – nur friedlichen Zwecken dienen. Aber nun hing die Einhaltung dieses Versprechens schon längst nicht mehr von diesen beiden Wissenschaftlern allein ab. Im Jahre 1942 sprach Max Planck noch einmal beschwörend eine Warnung aus:

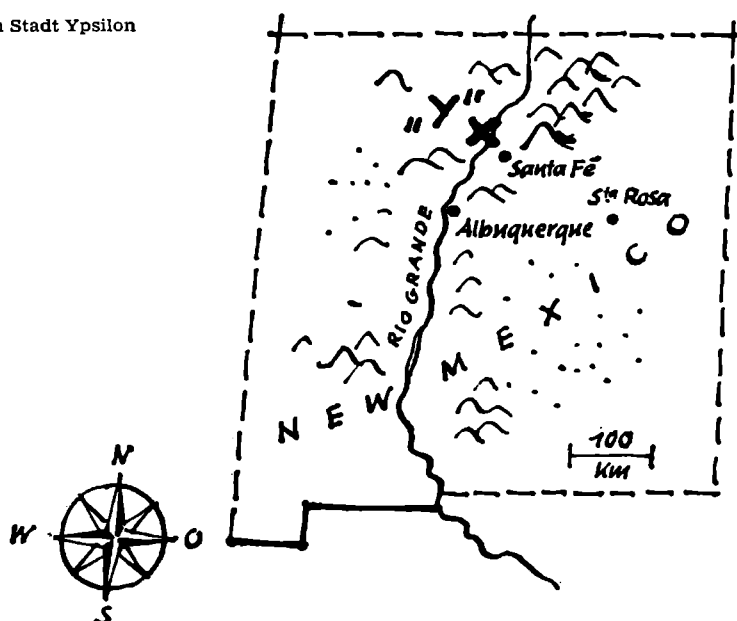
„Die technischen Möglichkeiten, die sich aus der Entdeckung der Kernspaltung herleiten lassen, sind so furchtbar, daß ich nur sagen kann: Wehe, wenn dieses Geheimnis einmal in die Hände unverantwortlicher oder leichtfertiger Machthaber oder Politiker gespielt wird. Es könnte das Ende der Menschheit bedeu-

ten! Ich kann mir allerdings nicht vorstellen, daß sich einer unserer Forscher, die um die Tragweite der Gefahr wissen, jemals dazu bereit erklären könnte, das Geheimnis preiszugeben.“

Die Physiker und Militärs in den USA fürchteten allerdings, daß eines nahen Tages faschistische Flugzeuge über den Millionenstädten Amerikas auftauchen und sie mit einer einzigen Bombe vom Erdboden tilgen könnten. Sie glaubten an einen großen Vorsprung der deutschen Atomphysiker und Waffentechniker und beeilten sich nun, dieser vermuteten Gefahr entgegenzuwirken. Mit einem bis dahin in der waffentechnischen Entwicklung einmalig großen Aufwand an Geld, technischen Einrichtungen und wissenschaftlichen Kapazitäten wurde das riesige geheime Laboratorium der amerikanischen Atomforscher in kurzer Zeit geschaffen. Auch die Fermis zogen um in das geheime „Ypsilon“ — Frau Laura schreibt:

„Y war der Ort in der unbekanntem Wildnis, wohin viele unserer Freunde schon verschwunden waren. Es hieß, daß Leute aus Europa sich dort nicht wohl fühlten, weil sie in einem eingezäunten Areal bleiben mußten, was sie an ein Konzentrationslager erinnerte. Einiges über den Ort Y hörten wir von einem jüngeren Mann, der uns in Chicago besuchte und mir versicherte, ich würde mich dort wohl fühlen. Er sog gedankenvoll an seinem Pfeifchen, während er uns — soviel er durfte — über Y erzählte. Er war der Direktor der dortigen Laboratorien, sein Name war Robert Oppenheimer.“

Lage der geheimen Stadt Ypsilon



In den geheimen Atomforschungsstätten arbeiteten die Wissenschaftler fieberhaft am „Projekt Manhattan“, dem Atombombenprojekt. Sie wähten sich im Wettlauf mit dem faschistischen Projekt, vermuteten einen immer größer werdenden Vorsprung in Deutschland, denn sie selbst hatten ja anfangs einen großen Zeitverlust.

Wohl wurden die faschistischen Armeen aus den von ihnen besetzten Ländern zurückgeschlagen, zermalmt in den Offensiven der sowjetischen Armee; aber Goebbels – Hitlers Propagandaminister – drohte mit Wunderwaffen von einer solchen Zerstörungs- und Vernichtungskraft, daß einem das Herz im Leibe stehenzubleiben drohte, wenn man sich deren Ausmaß auch nur vorstellte! Der Tag, an dem Hitler einen atomaren Feuersturm über Amerika, der Sowjetunion und anderen Ländern entfachen würde, schien in bedrohliche Nähe zu rücken.

Mit den ersten amerikanischen Landungstruppen, die die Küste Frankreichs eroberten und das Land von der faschistischen Besetzung befreien halfen, war auch eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe nach Frankreich gekommen, mit dem Auftrag, dem deutschen Atombombenprojekt nachzuspüren.

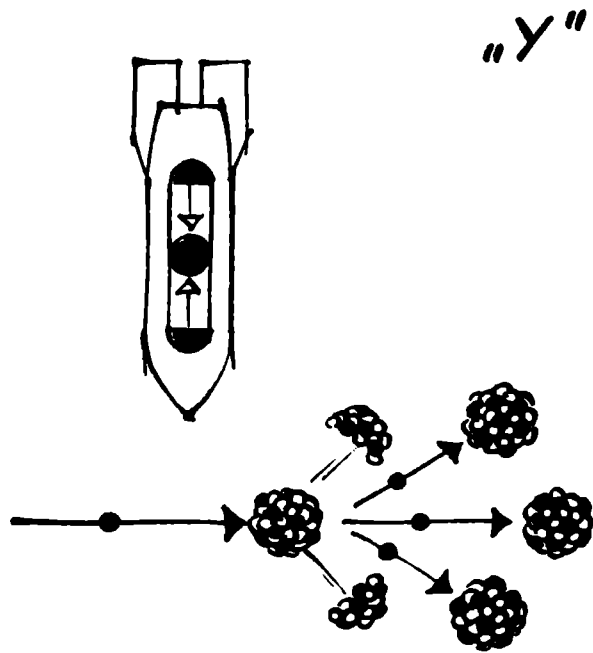
In Paris, im Collège de France und in den Laboratorien der Joliot-Curies, ergab sich die erste Gelegenheit, etwas zu erfahren. Was sie dort sahen, erstaunte die amerikanischen Wissenschaftler. Joliot-Curie, der durch die Entdeckung der Neutronenvermehrung und der Kettenreaktion eine der ersten Grundvoraussetzungen für die Atombombe geschaffen hatte, beschäftigte sich mit „Bomben“ ganz anderer Art: mit Benzin gefüllte und Zündern versehene Bierflaschen – selbstgebastelte Waffen der Widerstandskämpfer!

Der Nobelpreisträger und Kommunist Frédéric Joliot-Curie war einer der Kämpfer der französischen Widerstandsbewegung.

Zwei Monate später rückte die wissenschaftliche Arbeitsgruppe hinter den Fronttruppen in Straßburg ein. Hier hoffte sie, im Physikalischen Institut den deutschen Physiker Carl Friedrich von Weizsäcker zu finden. Aber sie entdeckten nur seine Unterlagen. Aus ihnen ging hervor, daß die deutschen Atomforscher weder Fabriken zur Herstellung spaltbaren Materials für Atombomben, weder Uranreaktoren noch solche Anlagen hatten, die den amerikanischen vergleichbar gewesen wären. Es gab keine faschistische Atombombe!

Diese Bombe war also ein Phantom – mit dem sie um die Wette gelaufen waren. Aber die amerikanische Bombe war erdacht und erfunden. Und die an ihrer Entwicklung beteiligten Forscher gerieten in einen schrecklichen Zwiespalt. Leo Szilard fuhr wieder zu Albert Einstein, um ihm über die Sorgen zu berichten, die sich nun die Wissenschaftler darüber mach-

Atombombenversuch







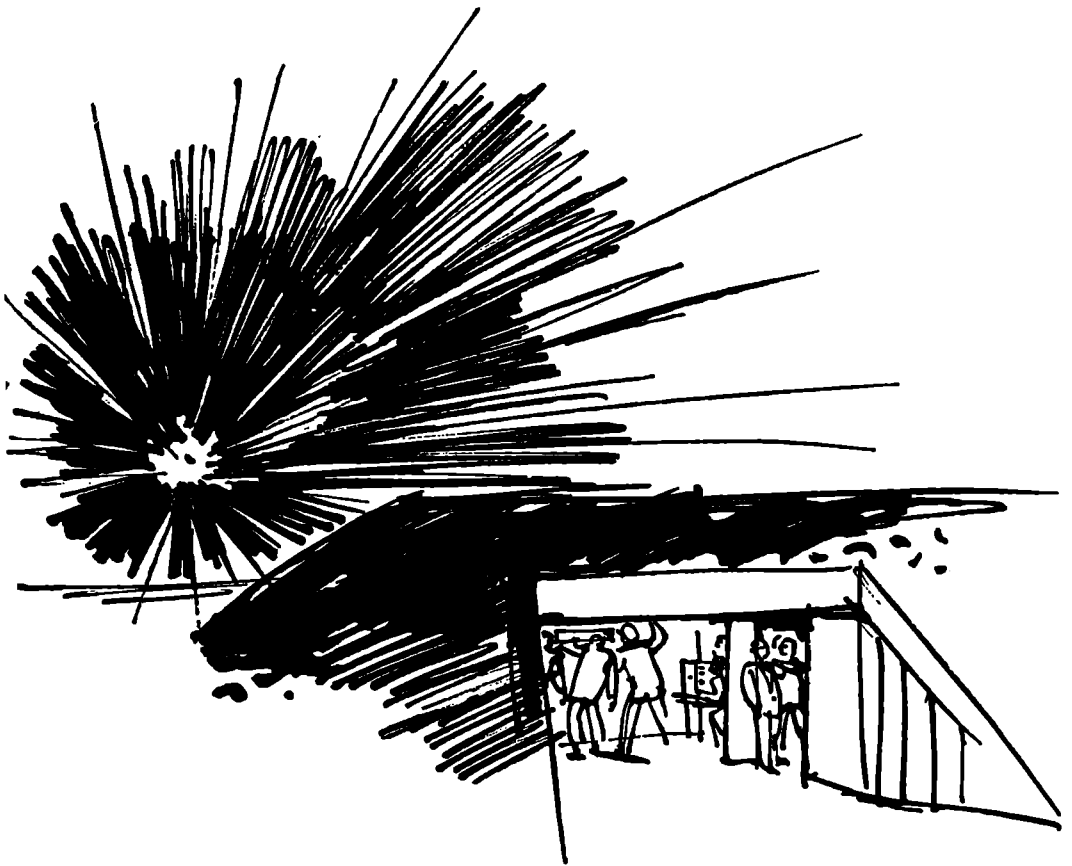
ten, daß die Regierung der Vereinigten Staaten diese Bombe einsetzen könnte. Albert Einstein war erschüttert.

„Wenn ich gewußt hätte, daß es den Deutschen nicht gelingen wird, die Atombombe zu bauen, so hätte ich keinen Finger gerührt!“

Albert Einstein schrieb neuerlich einen Brief an den Präsidenten Roosevelt. Er beschwor ihn, die Atombombenproduktion einzustellen, um für alle Zeiten ein atomares Wettrüsten zu verhindern und nicht zuzulassen, daß etwa amerikanische Militärs demonstrativ, zum Zeichen ihrer Stärke, eine Bombe auslösen.

Am 16. Juli 1945 explodierte in der Wüste von New Mexiko die erste Versuchsbombe. In einem Bericht an das amerikanische Kriegsministerium schrieb General Farrell über seine Eindrücke:

„Wir taten einen Schritt in das Unbekannte und wußten nicht, welche Folgen dies haben konnte. Gelang der Schuß, so war dies die Rechtfertigung der angestrengtesten Bemühungen von



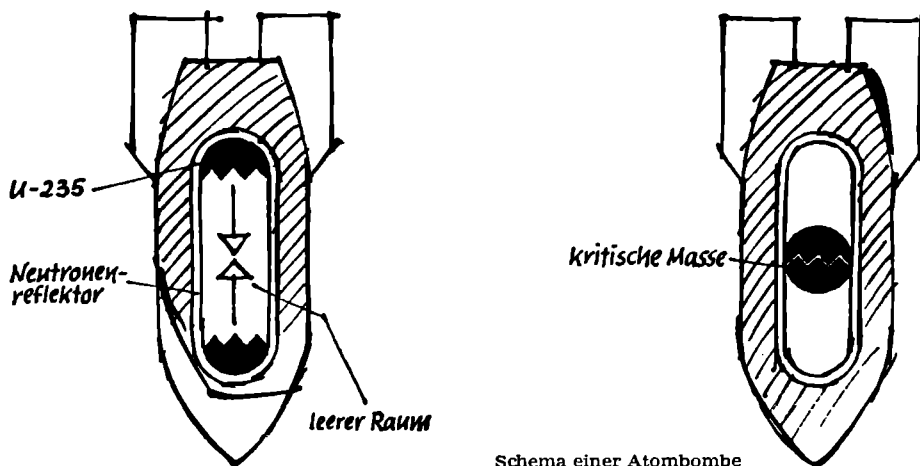
Zehntausenden Menschen in den letzten Jahren – von Staatsmännern, Wissenschaftlern, Ingenieuren, Industriellen, Soldaten und vielen anderen aus allen Gebieten des Lebens . . . Dr. Oppenheimer, auf dem eine schwere Bürde gelastet hatte, geriet in eine immer größere Spannung, als die letzten Sekunden abliefen. Er atmete kaum noch. Er suchte Halt an einem Pfeiler. Während der letzten Sekunden blickte er starr vor sich hin, und dann, als der Ansager sagte: ‚Jetzt‘, und der gewaltige Lichtausbruch kam, dem kurz darauf das tiefe Donnern der Explosion folgte, wich die Spannung aus seinem Gesicht. Jeder einzelne empfand: ‚Das ist es!‘ Was jetzt auch immer geschehen würde, alle wußten sie, daß die unmöglich scheinende wissenschaftliche Aufgabe gelöst worden war. Die Atomspaltung gehörte nun nicht mehr in die verborgenen Gänge der Träume theoretischer Physiker. Sie war bereits bei der Geburt fast völlig erwachsen. Es war eine gewaltige neue Kraft, die für Gutes und Schönes verwendet werden konnte. Und in diesem Unterstand erwachte der Gedanke, daß diejenigen, die zu dieser Geburt beigetragen hatten, ihr Leben der Aufgabe widmen sollten, daß diese Kraft immer nur für Gutes, nie aber für Schlimmes eingesetzt werden sollte.“

Das Zeitalter der Atomenergie hatte mit einem gewaltigen Donnerschlag begonnen. Viele an der Herbeiführung dieses Zeitalters beteiligten Wissenschaftler waren sich ihrer Verantwortung bewußt und versuchten zu handeln. Denn Präsident Roosevelt war gestorben, sein Nachfolger, Harry Truman, hatte Einsteins mahnenden Brief achtlos beiseite geschoben. All das deutete darauf hin, daß der neue Präsident die Atombombe tatsächlich einsetzen wollte.

In Europa war freilich der Krieg zu Ende, aber an der japanischen Front gingen die Kämpfe noch weiter, allerdings: Japan war zur Kapitulation bereit. Mit Truman war jedoch eine Gruppe amerikanischer Imperialisten an die Macht gekommen, die die von Einstein befürchtete Demonstration der Stärke wollten. Sie erstrebten die atomare Macht.

Einige amerikanische Wissenschaftler, mit James Franck und Leo Szilard an der Spitze, warnten in einem Bericht vor einer Gefahr, von der die übrige Menschheit noch nichts ahnte.

„Wir halten es daher für unsere Pflicht, darauf zu drängen, daß die politischen Probleme, die sich aus der Beherrschung der Kernenergie ergeben, in all ihrer Schwere begriffen werden. Wenn die USA die ersten wären, die dieses neue Werkzeug der Massenvernichtung der Menschheit einsetzen, so würden sie



damit die öffentliche Meinung in der Welt mißachteten, den Rüstungskurs einschlagen und auf diese Weise jede Möglichkeit für ein internationales Abkommen über die Kontrolle solcher Waffen in Zukunft in Gefahr bringen.“

Die amerikanischen Staatsmänner mißachteten auch diesen Bericht und ließen die Ziele für den Bombenabwurf bestimmen.

Am 6. August 1945, neun Uhr fünfzehn, wurde im Bruchteil einer Sekunde Hiroshima von einer Wolke wirbelnden Feuers verschlungen. Drei Tage später, zwölf Uhr eins, zerstob Nagasaki in einer Explosionswolke zerstörerischer Hitze und tödlicher Strahlen. Das Grauenhafte war geschehen, um eines politischen Zieles willen hatten die amerikanischen Imperialisten Menschen mit kosmischer Gewalt vernichtet!

Nach diesen die Welt erschütternden Katastrophen, die Hunderttausende das Leben kosteten, wußte nun auch Frau Fermi, woran ihr Mann und die Physikerelite in der Geheimstadt gearbeitet hatten.

„Ich hatte sie vorher nie die Atombombe erwähnen hören, und nun sprachen sie von nichts anderem. Ich war nicht darauf vorbereitet, daß unsere Männer in Los Alamos nach der Bombenexplosion in Hiroshima so verstört sein würden.“

Enricos Schwester schrieb ihm verzweifelt aus Italien:

„Ich, für meinen Teil, empfehle Dich Gott, er allein kann Urteil über Dich sprechen.“

Die meisten der aus Europa und Hitlerdeutschland emigrierten Physiker und viele ihrer amerikanischen Kollegen begriffen, daß die Gefahr be-

stand, einer Macht in den Sattel geholfen zu haben, die nun die Herrschaft über die Welt an sich reißen wollte. Der englische Physiker Nobelpreisträger Blacket sprach es offen aus:

„Um die Wahrheit zu sagen, müssen wir feststellen, daß der Abwurf der Atombomben nicht sosehr der letzte Akt des zweiten Weltkrieges als vielmehr der erste Akt des kalten Krieges war.“

Dieser kalte Krieg der USA gegen die Sowjetunion und alle freiheitlichen Bestrebungen in der Welt war eine Politik, die auf Erpressungen und Drohungen mit der Atombombe beruhte. General Roberts, Chef des Manhattan-Projekts, behauptete, die Sowjetunion könne das Geheimnis der Atombombe in frühestens 25 Jahren besitzen, vielleicht sogar nie, wenn man sich nur vor Spionen sichere. Gegen diesen Unsinn sprach sich – neben anderen Wissenschaftlern – auch der theoretische Physiker Leopold Infeld aus, der lange Zeit mit Albert Einstein zusammengearbeitet hatte und in Toronto in Kanada als Hochschullehrer wirkte.

„Ich versuchte klarzumachen, daß es das Geheimnis der Atombombe nicht gibt . . . so wie es kein Geheimnis der physikalischen Gesetze gibt. Ich stellte die Behauptung auf, daß die Sowjetunion gute Physiker hat und ohne alle Spionage imstande sein wird, in drei, höchstens vier Jahren die Atombombe zu konstruieren.“

Das war die Meinung aller, die die Entwicklung der sowjetischen Physik einigermaßen kannten und auch ihre Traditionen auf dem Gebiet der Atomforschung einschätzen konnten.

Im Spiegel der Atomphysik

wird deutlich, daß die sowjetischen Wissenschaftler und Politiker die Tendenzen der Entwicklung viel eher erkannt und praktische Schlußfolgerungen daraus gezogen hatten, als man das offiziell in den USA für wahr haben wollte.

Schon am 1. Januar 1922 war im damaligen Petrograd ein „Staatliches Radiumministerium“ geschaffen worden, mit Direktor Wladimir Wernadski an der Spitze, einem Gelehrten von internationalem Ansehen und Mann von großem Weitblick. Er hatte bereits im Dezember 1910 auf einer Versammlung der Akademie in Petersburg eine Rede über „Die Aufgaben des Tages auf dem Gebiet des Radiums“ gehalten, in der er eine sehr aktuelle Darstellung der Probleme des Atomzeitalters gab.

„Mit der Erfahrung der Vergangenheit ausgerüstet, wenden wir – unwillkürlich mit Zittern und Beben – unsere Blicke dieser neuen Kraft zu. Was verheißt sie uns wohl in ihrer künftigen Entwicklung? Mit Hoffnung und Besorgnis sehen wir auf den neuen Bundesgenossen und Beschützer . . . In der Frage des Radiums kann sich kein Staat und keine Gesellschaft gleichgültig verhalten, wie, auf welchem Wege, womit und wann die in seinem Besitz befindlichen Quellen dieser Strahlenenergie ausgenutzt werden . . . Jetzt, wo die Menschheit in ein neues Zeitalter der Strahlenenergie, der Atomenergie eintritt, müssen wir aufspüren, was in dieser Beziehung im Boden unseres Heimatlandes verborgen ist.“

Das also sagte Wernadski 1910, als noch kein Mensch vom „Atomzeitalter“, von Atomenergie und den möglichen gesellschaftlichen Auswirkungen sprach.

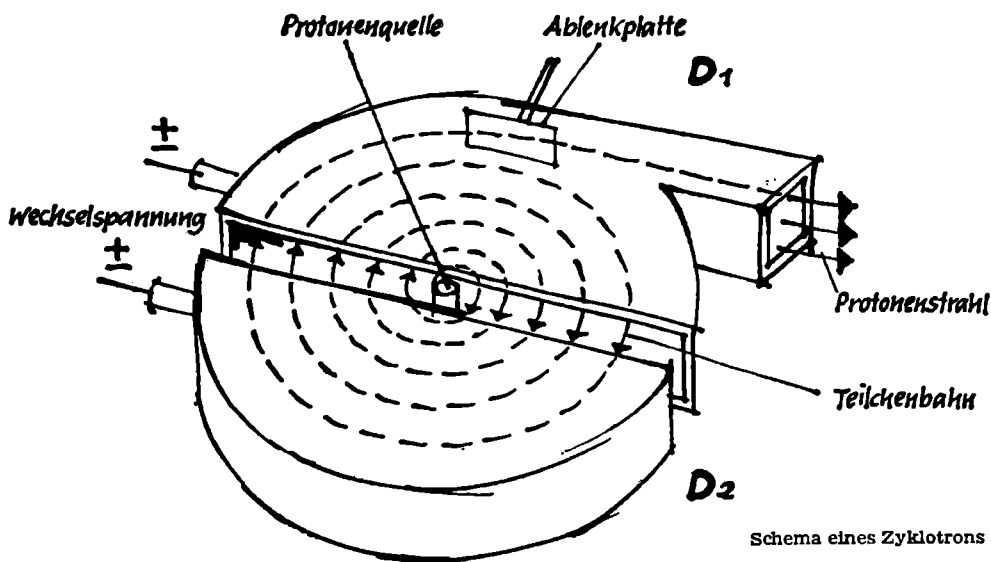
Seine Worte fanden im zaristischen Rußland keinen Widerhall, keine praktischen Auswirkungen. Erst nach der Revolution wurde die von ihm gestellte Aufgabe in Angriff genommen. In diesen Jahren waren Rutherford die ersten Kernumwandlungen gelungen.

Als 1922 Iwan Stepanow-Skworzow ein Buch über den sogenannten GOELRO-Plan, den Elektrifizierungsplan Lenins, schrieb und von diesen Rutherfordschen Ergebnissen hörte, nahm er sofort einen Abschnitt über die Atomenergie auf.

„Die neuesten Erfolge der Physik eröffnen der zukünftigen Menschheit atemberaubende Perspektiven . . . Nach den Experimenten im Labor wird auch bald die praktische industrielle Ausnutzung dieser Errungenschaft folgen: die Zertrümmerung des Atoms . . .“

Damals hatte sich die alte, kapitalistische Welt gegen das junge Sowjetland verschworen. Eingefallene Truppen verwüsteten das Land in Interventionskriegen. Es fehlte am Nötigsten, die Menschen hungerten, aber sie begannen die ersten Kraftwerke zu errichten. Denn Energie war das Notwendigste, um den industriellen Aufbau beginnen zu können. Und wichtig waren Wissenschaft und Forschung – auch auf dem Gebiet der Atomphysik.

Zu Beginn der zwanziger Jahre gab es nur einige Gelehrte, die zunächst einmal Institute und Ausrüstungen brauchten, um im vollen Umfange tätig und wirksam werden zu können. Zehn Jahre später hatten sich aus ihren Forschungsstätten bereits Dutzende von Zweiginstituten entwickelt, und Tausende junger Wissenschaftler waren durch ihre Schulen gegangen.



Einer von ihnen war Igor Kurtschatow. Er beschäftigte sich mit Problemen der Kernphysik und entdeckte 1935 die Isomerie der künstlich radioaktiven Kerne. Unter seiner Leitung erntdeckten im Leningrader Institut Petrshak und Flerow 1940 die spontane Teilung des Urankerns, eine sehr selten auftretende Erscheinung.

Als im November 1940 in Moskau der 5. Allunionskongreß für Atomforschung abgehalten wurde, an dem sich Hunderte sowjetische Atomphysiker beteiligten, standen die Arbeiten von Seldowitsch und Chariton, die ebenfalls die Kettenreaktion im Uran exakt berechnet hatten, zur Debatte. Chtopin berichtete über Versuche am Leningrader Zyklotron – einem Teilchenbeschleuniger, Pafilow zeigte dem Kongreß Fotografien, die den Moment der Teilung des Urankerns festhielten, und Igor Kurtschatow sprach über die Möglichkeiten der kontrollierten, sich selbst erhaltenden Kettenreaktion. Das alles – der Inhalt der Vorträge und die Problemstellungen für künftige Forschungen – entsprach dem Stand der fortgeschrittensten Atomforschung. Die kalifornischen Wissenschaftler Ruggles und Kramish stellten in einem Bericht fest,

„daß schon zu Beginn des zweiten Weltkrieges die sowjetische Atomphysik in den ersten Reihen des wissenschaftlichen Fortschritts marschierte“.

Igor Kurtschatow schlug – im Anschluß an den Kongreß der Atomforscher – der Akademie einen Plan zur Koordinierung der Kernforschung

vor, um so die Anstrengungen vieler Wissenschaftler und wissenschaftlichen Einrichtungen ergänzen und verbinden zu können. Aber dazu kam es nicht mehr, denn das faschistische Deutschland überfiel die Sowjetunion. Die Front rollte auch über die Universitäten und Institute oder begrub sie unter Bombenteppichen. Für die Wissenschaftler waren zunächst andere Aufgaben wichtiger.

Im Sommer 1943 wurde am Rande Moskaus, in einem Institut der Akademie, die Arbeit wieder aufgenommen. Sie stand unter der wissenschaftlichen Leitung Igor Kurtschatows. Er und die überlebenden Atomphysiker setzten mit doppelter Kraft und noch größerer Leidenschaft da wieder an, wo sie vor drei Jahren aufgehört hatten. Sie wollten durch wissenschaftliche Erfolge siegen helfen und den Rückstand aufholen. In diesem Bemühen waren die Moskauer Forscher auf sich selbst gestellt, denn sie waren und blieben von der Entwicklung in den Ländern ihrer Verbündeten abgeschnitten. Auch das gehörte zu der vorbereiteten amerikanischen Nachkriegspolitik gegenüber der Sowjetunion. Igor Kurtschatow erinnerte sich später:

„Wir waren allein. Unsere Verbündeten im Kampf gegen den Faschismus, die Engländer und Amerikaner, die uns damals in den wissenschaftlich-technischen Fragen der Ausnutzung der Atomenergie voraus waren, führten ihre Arbeiten in strengster Geheimhaltung durch und halfen uns mit nichts.“

Während in Moskau die Versuche zur Zählung der Kettenreaktion und zur friedlichen Nutzung der Atomenergie in Gang kamen, wurde in den USA die Bombe konstruiert, erprobt und eingesetzt.

Die Explosionen von Hiroshima und Nagasaki fanden auch in Moskau ihr Echo. Einer der Freunde Kurtschatows beschreibt, wie sie auf den sowjetischen Wissenschaftler wirkten:

„Sie machten einen ungeheuren, niederdrückenden Eindruck auf Kurtschatow. Der fröhliche, immer vor Optimismus sprühende Mensch wurde so streng, sonderte sich ab, seine Augen waren hart. Er war erschüttert von dem Geschehen, beleidigt als Wissenschaftler und als Mensch. Wie konnten das die amerikanischen Wissenschaftler zulassen? Alles, was über die Welt des Verstandes, über die Unterwerfung der Naturkräfte gesagt worden war, war beschimpft und entweiht. Man mußte darüber nachdenken . . .“

Es war klar, daß sich nach der amerikanischen Demonstration atomarer Zerstörungskraft die erpresserische Politik gegen die Sowjetunion und die durch den zweiten Weltkrieg befreiten Länder richten würde. Die USA wollten mit der Atombombe der Welt ihren Willen aufzwingen. Es wurde

für Kurtschatow selbstverständlich, den Gedanken an die friedliche Nutzung der Atomenergie zunächst zurückzustellen, um dieser Drohung zu begegnen.

Innerhalb weniger Jahre entstand die sowjetische Atomindustrie, deren wissenschaftlicher Hauptleiter Igor Kurtschatow wurde. Während die amerikanischen Generäle sich noch für lange Zeit im Monopolbesitz der Atombombe wähnten, verwiesen Gelehrte, wie Leopold Infeld, darauf, daß physikalische Gesetze nicht geheim bleiben können. Es ließ sich an den Fingern abzählen, wann die Sowjetunion das Atommonopol gebrochen haben würde. Dabei dachten er und andere an die sowjetischen Physiker, deren Namen in der Welt einen guten Klang hatten: Kapiza, Joffe, Blochinzew, Weksler, Frenckel, Tamm. Die Frage war nur, standen ihnen in dem kriegszerstörten Land auch die erforderlichen Spezialbetriebe, Werkstätten und Laboratoriumseinrichtungen zur Verfügung?

Die Entwicklung beantwortete diese Frage: Bereits vier Jahre später gab es kein amerikanisches Atombombenmonopol mehr. Und seither sind die sowjetische Atomwissenschaft und -industrie nicht nur auf dem Gebiet der Kernwaffen führend, sondern auch in der friedlichen Nutzung der Atomenergie.

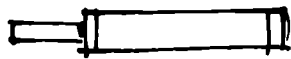
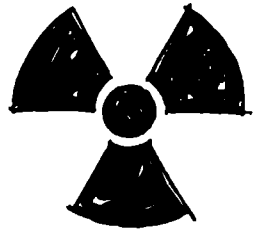
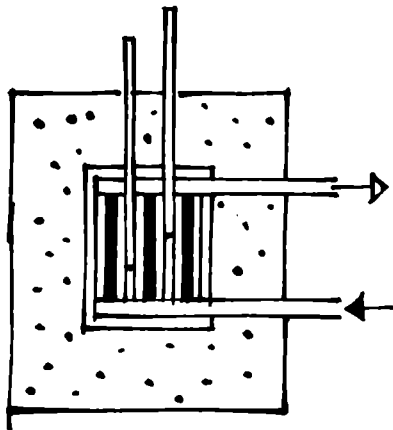
Wir leben heute in einer Zeit, in der die in der Welt aufgespeicherten Vorräte an Atom- und Wasserstoffbomben ausreichen würden, mehrmals die Menschheit auszurotten und die Erde unbewohnbar zu machen. Die pessimistischen Kritiker der wissenschaftlichen Entwicklung spotten, daß die Menschen nun dank ihrer Klugheit dahin gekommen sind, mit einem Schläge sich selbst samt allem, was da krecht und fleucht, vernichten zu können. Galt bisher der Satz: Der Mensch ist sterblich, so hieße es heute: Die Menschheit ist tötbar! Das ist wahr. Und da die Menschen das wissen, ist ihr Streben darauf gerichtet, daß diese schrecklichen Waffen geächtet, verboten und vernichtet werden. Das ist auch das Ziel der Politik der Sowjetunion und der sozialistischen Länder.

Im Institut „Igor Kurtschatow“

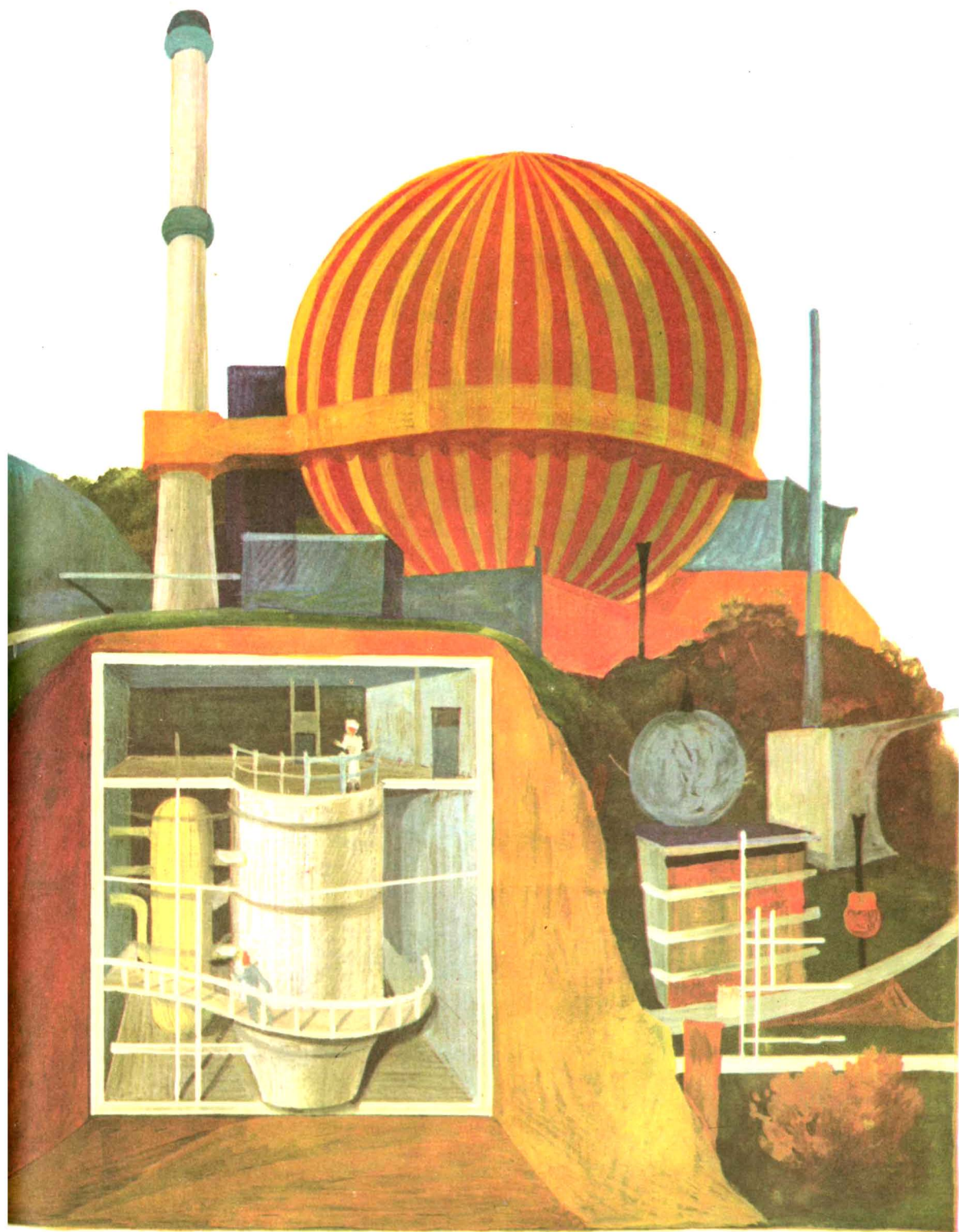
sind im großen Foyer folgende Worte in die steinerne Wand gemeißelt:

„Ich bin glücklich, daß ich in Rußland geboren bin und mein Leben der Atomwissenschaft des großen Sowjetlandes gewidmet habe. Ich bin zutiefst überzeugt und weiß bestimmt, daß unser Volk, unsere Regierung die Errungenschaft dieser Wissenschaft nur zum Wohle der Menschheit anwenden wird.“

Atomkraftwerk







Diese Sätze Professor Kurtschatows drücken aus, was er bei einer anderen Gelegenheit einmal in die Worte kleidete: Das friedliche Atom, das ist das Ziel – die Bomben sind nur eine erzwungene Notwendigkeit. Auch dieser große Physiker hatte einen nicht alltäglichen Lebensweg.

Im Ural gibt es ein Dorf, das früher zum Gouvernement Ufa gehörte – es war das entlegenste der sogenannten vergessenen Gouvernements, und das Dorf Sim lag völlig außer aller Welt. Dort wurde im Jahre 1903 Igor Kurtschatow geboren. Sein Vater war Waldarbeiter und wurde schließlich Gehilfe des Försters. Seine Mutter kam als Lehrerin in dieses weltentlegene Dorf und hatte Gefallen an dem wiß- und lernbegierigen Förstergehilfen gefunden. Die Familie wuchs, und das Geld wurde knapp. Dabei hatten die Eltern den Ehrgeiz, ihren Kindern eine ordentliche Bildung zu geben.

„Zum Glück wurde mein Vater versetzt, nach Simbirsk an der Wolga als Landmesser. Dort konnte ich das Gymnasium besuchen. Allerdings nur ein Jahr. Dann siedelten wir auf die Krim um, nach Simferopol.“

Hier erlebte der Junge die stürmischen Tage der Revolution, und mit ihr begann sich auch sein eigener Lebensweg einschneidend zu verändern. Er wurde als Student an der Mathematischen Abteilung der Krim-Universität aufgenommen.

Zu ebendieser Zeit fegte in Moskau ein junger Mann auf dem Flugplatz die Rollbahn. Der junge Mensch hatte eine so unbezwingbare Liebe zur



Fliegerei, daß er wenigstens auf diese Weise den Flugzeugen nahe sein wollte, wenn er schon selbst nicht fliegen konnte. Wie gern wäre er ein Flieger gewesen. Noch lieber aber würde er Flugzeuge bauen oder konstruieren lernen. Dieser junge Schneeschipper aus den Tagen der Interventionskriege war Tupolew, der zu einem der berühmtesten Flugzeugkonstrukteure der Erde und zum Schöpfer der ersten strahlgetriebenen Passagierflugzeuge werden sollte.

In diesen schrecklichen Jahren des Krieges gegen die junge Sowjetmacht wurde in eines der vielen Waisenhäuser auch ein vierzehnjähriger Junge eingeliefert, der – wie viele andere – nicht mehr wußte, wohin. Er fand in der Kinderstadt im Leiter des Zirkels Junger Physiker einen Mann, der ihn für dieses Gebiet begeisterte. Aus ihm wurde der berühmte Physikprofessor Weksler, später Direktor des Laboratoriums für Physik hoher Energien im Atomforschungszentrum Dubna.

In diesen ersten Jahren der Sowjetmacht begannen also mit dem Aufstieg des ersten sozialistischen Staates auch viele Menschen ihren eigenen Aufstieg, der sie bis auf die höchsten Sprossen der Wissenschaft und Technik führte. Dabei wurde ihnen das Lernen noch nicht sehr leicht gemacht. Auch Igor Kurtschatow konnte nicht nur studieren, sondern mußte auch arbeiten.

„Anfangs als Erzieher im Kindergarten, dann als Gehilfe in einer Autogarage, als Wächter in einem Sowchos-Garten, als Holzsäger in einer Konservenfabrik und schließlich als Laborant im physikalischen Labor der Universität.“

Im Frühjahr 1923 legte er alle Prüfungen auf einmal ab, schrieb seine Diplomarbeit und beendete vorzeitig die Universität. Seine Freunde waren erstaunt über diesen Ausbruch an Leistungswillen, und die Professoren wunderten sich, daß dieser junge Mann schon Stoffgebiete souverän beherrschte, die sie in ihren Vorlesungen noch gar nicht behandelt hatten. Er war ihnen im Selbststudium davongelaufen.

Kurtschatow war ungeduldig, er fuhr nach Leningrad und nahm an der Schiffsbau-Fakultät ein Studium auf. Er wollte Schiffsbauer werden. Nebenher arbeitete er als Beobachter im magnetisch-meteorologischen Pawlow-Observatorium. Bei dieser Arbeit, die er aus Lust und Liebe betrieb, wurde er von der experimentellen wissenschaftlichen Tätigkeit so gepackt, daß er die ihm vorschwebende Schiffsbauerlaufbahn wieder verließ. Auch die Professoren fanden – weil er seine Arbeiten mit einer solchen Exaktheit ausführte und sie mit mathematischen Methoden gründlich auswertete –, daß es schade wäre, wenn er nicht ganz bei der Meteorologie bliebe. Er ließ sich gern dazu bestimmen, ging in ein Observatorium auf die Krim und befaßte sich dort mit weiteren meteorolo-

gischen Themen. Im Laufe der Zeit erkannte er, daß es gar nicht die Meteorologie gewesen war, die ihn gereizt hatte, sondern der Teil Physik, der in ihr steckte.

1925 kam er wieder nach Leningrad, um hier bei Professor Joffe im Physikalisch-Technischen Institut zu arbeiten. Und nun fand der Hochbegabte in der Atomphysik das seine Kenntnisse und Phantasie völlig beanspruchende Arbeitsgebiet.

Igor Kurtschatow war einer der sowjetischen Physiker, die ihrem Lande die Atomwaffe schufen. Er war auch am Bau des ersten Atomkraftwerkes der Welt beteiligt. Am 27. Juni 1954 wurde in der Nähe von Moskau ein Reaktor zur Erzeugung von Elektroenergie in Betrieb gesetzt. Der erste mit Kernbrennstoff erzeugte Strom der Welt floß ins Leitungsnetz!

Bis zu dieser Zeit war in den USA darüber diskutiert worden, ob „Atomstrom“ überhaupt notwendig und, wenn ja, ob er schon wirtschaftlich zu erzeugen sei. Der Einfluß der Monopole, die über die klassischen Energieträger Kohle und Öl, über Wasserkraftwerke und Stromerzeuger traditioneller Bauart herrschten, hatten die Pläne amerikanischer Wissenschaftler, Atomkraftwerke zu entwickeln, behindert. Als das sowjetische Atomkraftwerk den ersten Strom erzeugte und damit die Möglichkeit der friedlichen Anwendung der Atomenergie zeigte, wurden in aller Eile Schritte unternommen, nun auch ein amerikanisches Atomkraftwerk zu bauen. Schon drei Tage später gab die USA-Regierung bekannt, daß im Staate Pennsylvania ein Versuchsatomkraftwerk errichtet werden solle. Um den Wettlauf um die Atomkraftwerke nicht zu verlieren, machten die USA die allergrößten Anstrengungen, denn:

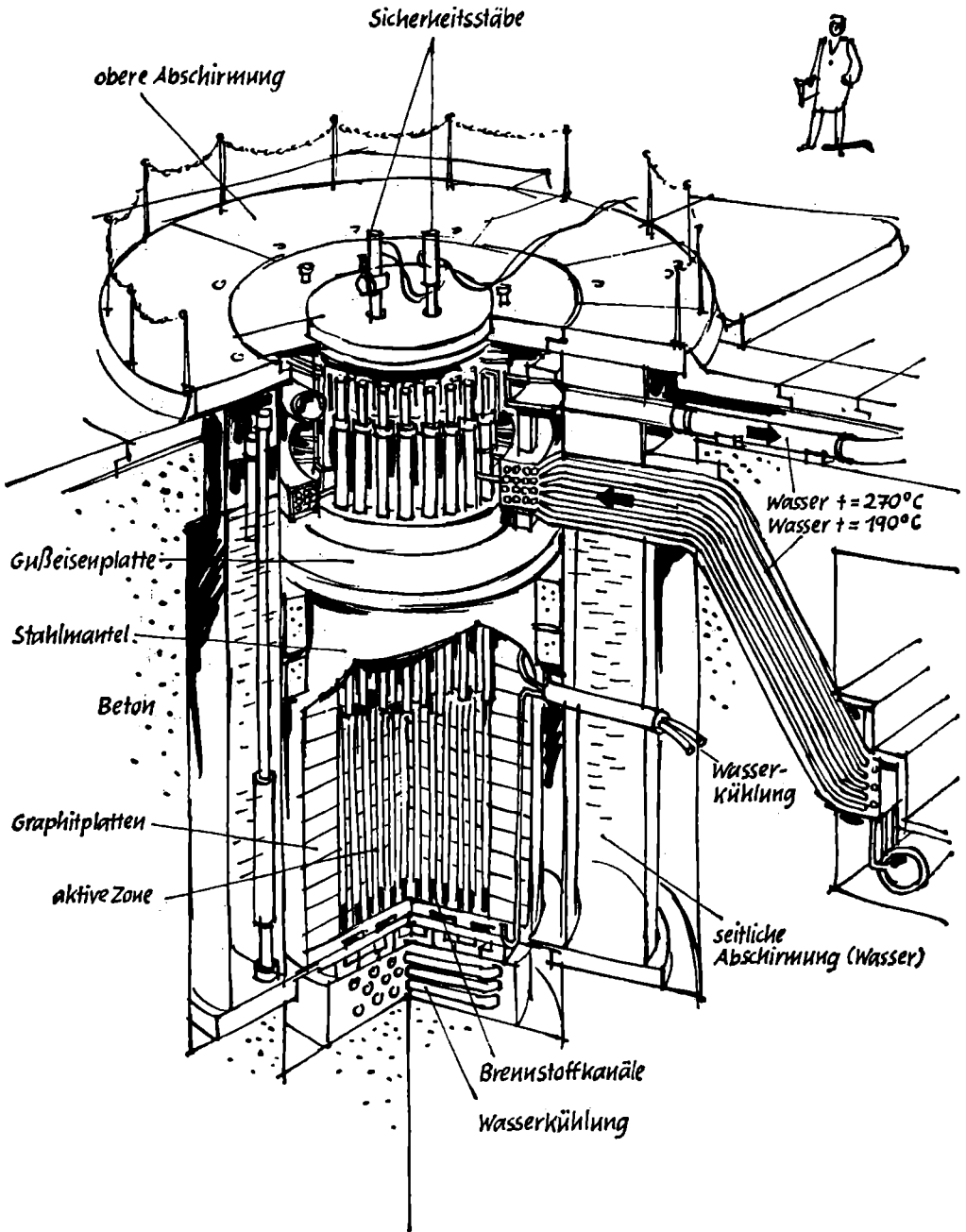
„Wenn wir das Rennen gegen die Sowjets verlieren, ist das gleichbedeutend mit einer Katastrophe . . .“,

stellte damals Senator Albert Gore fest.

Ein Jahr später – 1955 – waren in der ganzen Welt bereits 18 Atomkraftwerke in Betrieb, eine noch größere Anzahl befand sich im Bau.

Inzwischen arbeiten in der Sowjetunion mehrere Dutzend kleinere und größere Atomkraftwerke verschiedener Bauart mit verschiedenen Reaktortypen. Sie alle sind noch Versuchskraftwerke, obwohl sie Elektroenergie liefern. Denn noch gilt es, im Dauerbetrieb die besten und wirtschaftlichsten Anlagen herauszufinden. Dabei hat sich herausgestellt, daß Atomgroßkraftwerke mit einer Leistung von 400 000 bis 600 000 Kilowatt wahrscheinlich die wirtschaftlichsten sein werden.

Von besonderer Bedeutung für die Erschließung unwirtschaftlicher und noch unbesiedelter Gebiete sind die in der Sowjetunion entwickelten fahrbaren, kleinen Atomenergiekraftwerke. Diese auf große Spezialfahrzeuge montierten Atomreaktoren und Generatoren ermöglichen es, auch



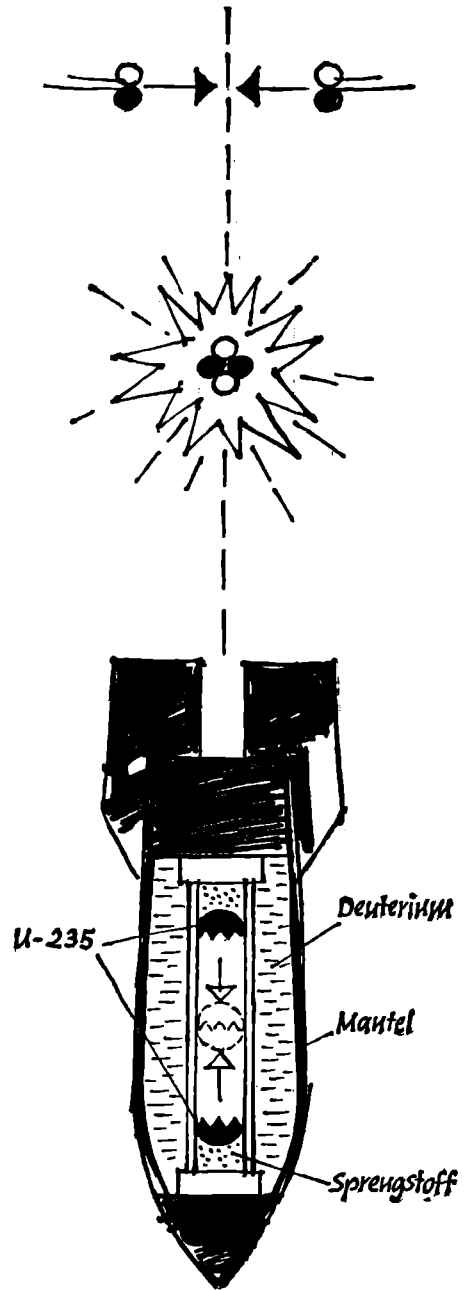
Der Reaktor des ersten Atomkraftwerkes

in weltentlegenen Gebieten sofort Strom zu erzeugen, um große Bauvorhaben in Gang zu bringen oder einen Tagebau aufzuschließen.

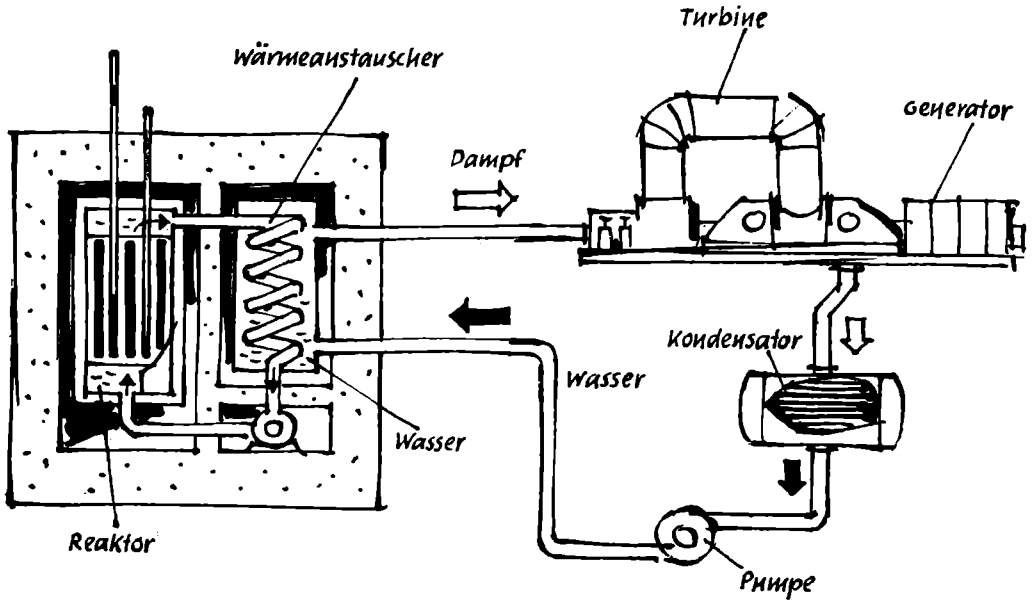
Unter der Leitung Igor Kurtschatows begannen auch Versuche, die darauf abzielten, nicht nur die Kernspaltung, sondern auch die sogenannte Kernverschmelzung für friedliche Zwecke zu nutzen.

Eine Kernverschmelzung oder thermonukleare Reaktion kann bis jetzt nur als eine gewaltige Explosion in der Wasserstoffbombe ausgelöst werden. Dabei werden keine Atomkerne gespalten, sondern die Kerne von Wasserstoff-Isotopen, Deuterium oder Tritium, werden zu Helium verschmolzen. Bei dieser Fusion werden weit größere Energiemengen frei als bei der Kernspaltung. Diese Kernverschmelzung vollzieht sich auch unaufhörlich in der Sonne, sie hält den Glutball seit Jahrmilliarden in Brand. Die Fusion findet in der Wasserstoffbombe nur dann statt, wenn sie durch ähnlich hohe Temperaturen, wie sie auf der Sonne herrschen, ausgelöst wird. In der Wasserstoffbombe steckt deshalb als Initialzündung eine Atombombe. Wenn sie explodiert, entstehen diese hohen Temperaturen, um die Kernfusion in Gang zu bringen – die Wasserstoffbomben-Explosion auszulösen. Das, was sich als Explosion vollzieht, gilt es nun zu einer kontrollierbaren, langsam ablaufenden thermonuklearen Reaktion zu bringen. Das wirft Schwierigkeiten auf, wie sie in der Atomenergetik bisher noch nicht bestanden haben: Es gibt kein Material, das einige Millionen Hitzegrade aushalten könnte; wie soll man also einen Reaktor bauen, in dem sich eine gesteuerte Kernschmelzung vollziehen kann?

1956 berichtete Igor Kurtschatow über Ver-



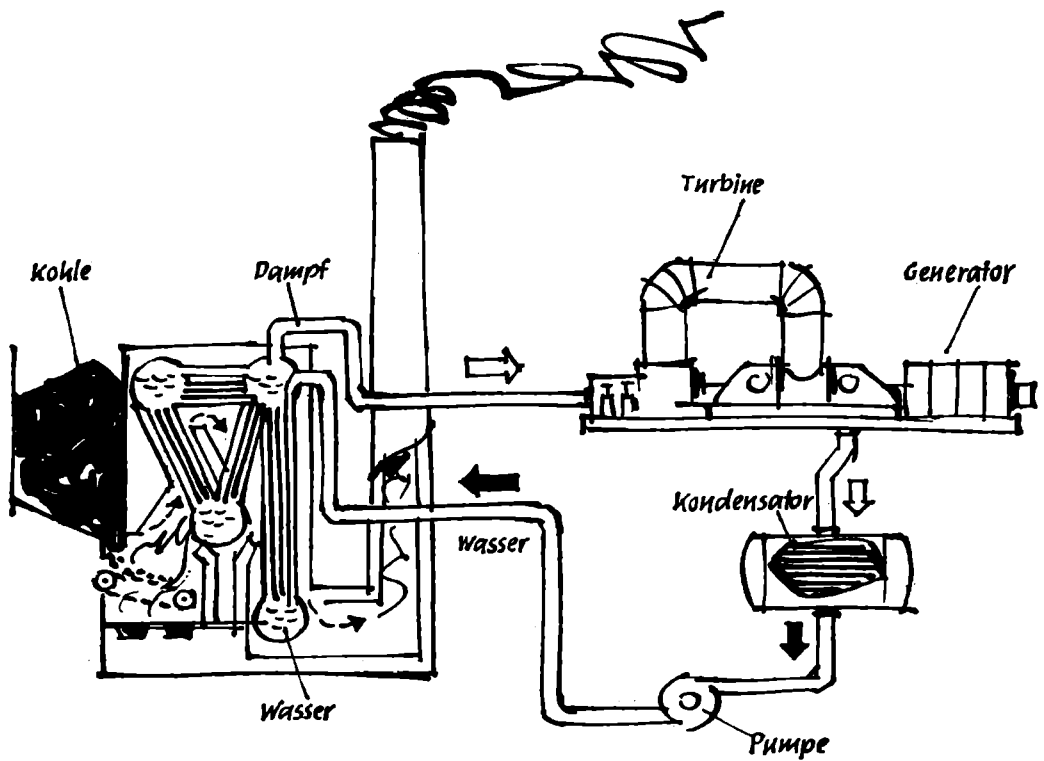
Schema einer Wasserstoffbombe



Vereinfachtes Schema eines Atomkraftwerkes

suche, den Prozeß innerhalb eines isolierenden elektromagnetischen Feldes ablaufen zu lassen. Dabei sei es gelungen, im Inneren Temperaturen von einer Million Grad zu erreichen. Arbeiten dieser Art werden auch in England und in den USA durchgeführt. Große Mittel werden darauf verwendet, die thermonukleare Reaktion zu zähmen — aber wahrscheinlich werden noch einige Jahre vergehen, bis auch die billigste und wirklich unerschöpflichste aller Energiequellen dem Menschen zur Verfügung steht. Erst mit ihr kann das Zeitalter der Atomenergie richtig beginnen, denn auch die Vorräte an spaltbarem Material für die Atomreaktoren, Uran, Thorium oder Plutonium, sind begrenzt, so wie die Grenzen für die Kohle- und Erdölvorräte auf der Erde bereits erkennbar werden. Unerschöpflich und in für alle Zeiten unbegrenzten Mengen ist allein schwerer Wasserstoff vorhanden — in den Weltmeeren, in Flüssen, im Gletscher- und im Leitungswasser. Aus jedem Liter Wasser kann so viel Energie gewonnen werden, wie 300 Liter Benzin liefern. Oder, anders gerechnet: 1 Kilo schwerer Wasserstoff entspricht dem energetischen Gegenwert von etwa 10 bis 12 Tonnen Steinkohle.

Wenn wir von Atomenergie und Atomstrom sprechen, setzen wir den Heizwert von Steinkohle in Vergleich. Damit wird deutlich, daß in den



Vereinfachtes Schema eines Wärmekraftwerkes

Atomkraftwerken die bei der Kernspaltung frei werdende Energie nur als Wärmequelle genutzt wird. Genaugenommen ist nur die Erzeugungsart der Wärme verändert worden, alles andere geht so vor sich wie in einem Wärmekraftwerk herkömmlicher Betriebsweise: die Wärme erzeugt Dampf, der Dampf betreibt die stromerzeugenden Turbogeneratoren. Allerdings werden statt vieler Tonnen Kohle nur einige Kilo Kernbrennstoff gebraucht. Eines der neuen Atomkraftwerke in der Sowjetunion hat eine Leistung von 210 000 kW. Die Menge des eingesetzten Urans beträgt 44 Tonnen. Aber mit dieser Brennstoffladung kann das Kraftwerk eineinhalb Jahre lang ununterbrochen Elektroenergie erzeugen. Die gleiche Menge Steinkohle wäre in wenigen Stunden unter den Dampfkesseln verfeuert.

Das alles ist also schon sensationell und wichtig – nicht nur, weil die Kohle knapp ist, sondern auch, weil die Chemie etwas Besseres aus ihr machen kann. Kohle ist zu wertvoll, um verbrannt zu werden. Die Atomenergetiker aber wissen, daß sie erst am Anfang der Ausnutzung der Kernenergie stehen. Sie vergleichen sich mitunter mit dem Automobilkonstrukteur Daimler, der den Benzinmotor einfach in eine Kutsche hineingebaut hat und ohne Pferde fuhr. Es dauerte lange, bis aus der Motorkutsche ein rich-

tiges Auto wurde. Sie halten es für möglich, die bei der Kernspaltung oder Kernverschmelzung entstehende kinetische Energie direkt in elektrische Energie zu verwandeln, ohne den Umweg über Wasserdampf, Turbinen und Generatoren. Erst dann, wenn unmittelbar aus der Kernreaktion Elektroenergie erzeugt wird, wäre — so meinen sie — das Dampfzeitalter wirklich vorbei. Bis dahin wird noch vieles entdeckt und erfunden werden müssen.

Wie man sich die Sache ungefähr denken kann, davon gibt

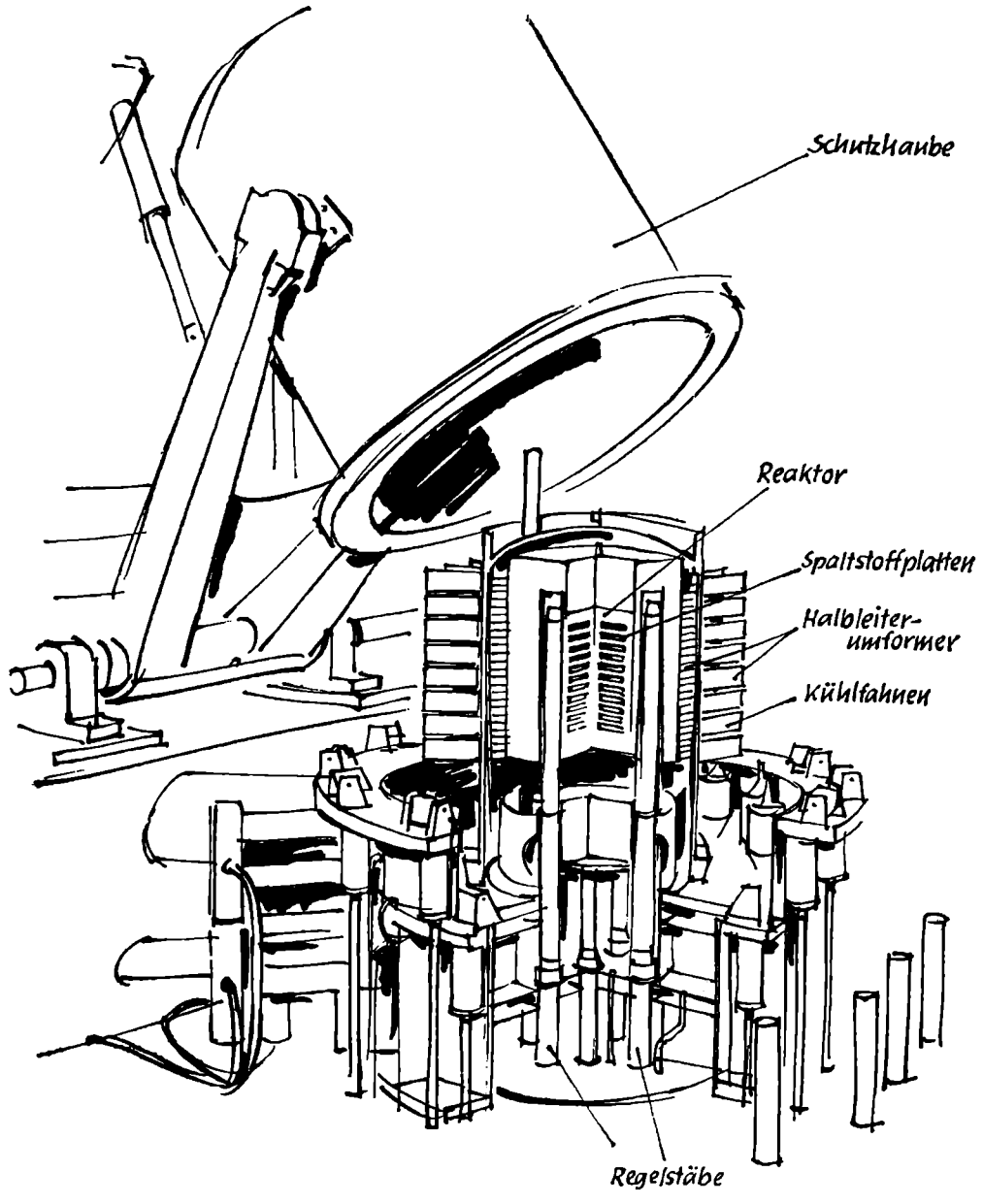
Romaschka

eine Vorstellung. Romaschka heißt auf russisch Kamille, und Romaschka ist ein Hochtemperatur-Reaktorummwandler, entwickelt im Moskauer Institut „Igor Kurtschatow“. Auch in diesem Atomreaktor wird die hohe Temperatur ausgenutzt. Rings um den Reaktor sind wie im Blütenkranz der Kamille — daher der Name — Halbleiter-Thermoumformer aus einer Germanium-Silizium-Legierung eingesetzt. Die in den Reaktor hineinragenden Teile werden durch die innen herrschende Hitze bis auf 980 Grad Celsius erwärmt, während man die nach außen gehenden Teile der Halbleiterumformer auf einer Temperatur von 550 Grad Celsius hält. In den Umformern besteht also ein 430 Grad Celsius betragendes Temperaturgefälle — eine elektrische Spannungsdifferenz zwischen den heißen und den kälteren Kontakten. Die daraus zu gewinnende elektrische Leistung liegt bei etwa 500 bis 800 Watt. Das ist nicht viel. Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung beträgt nur zwischen 1,2 und 2 Prozent — während er auf dem „Umweg“: Dampf — Turbine — Generator immerhin bei annähernd 40 Prozent liegt. Aber es ist ein Anfang, und sicherlich wird man durch eine Vergrößerung des Temperaturgefälles den Wirkungsgrad auch noch erhöhen können.

Es ist denkbar, daß schon mit diesem geringen Wirkungsgrad die Romaschka einsatzfähig ist, beispielsweise in Weltraumstationen. Sie kann viele Jahre ununterbrochen Strom erzeugen, bedarf keiner Wartung und Pflege, besitzt keine verschleißenden Teile, ist klein und absolut betriebs-sicher.

Ein anderer Weg führt zur „Atombatterie“. In der Sowjetunion ist die Isotopenenergiequelle „Beta“ entwickelt worden. In ihr erzeugt Strontium 90 elektrische Energie. Die Batterie wiegt 150 Kilogramm und kann zehn Jahre lang ohne neue Brennstoffzufuhr Energie liefern. „Beta“ ist geeignet als Stromlieferant für automatische Wetterstationen oder andere

Romaschka-Reaktor



automatisch arbeitende Geräte, die von einer langfristig betriebsfähigen Stromquelle gespeist werden müssen.

Ganz gewiß werden Wissenschaft und Technik noch andere Wege gehen, um das Ideal der künftigen Energetik – direkte Umwandlung der kinetischen Energie in elektrische Energie – zu erreichen.

Der sowjetische Wissenschaftler, der auch in dieser Richtung eine ganze Schule junger Gelehrter inspiriert hat, Igor Kurtschatow, starb am 7. Februar 1960. Er war 57 Jahre alt, beweglich und unternehmend wie der jüngste seiner Mitarbeiter. An diesem Tage fuhr er in den Park, um einen Freund zu treffen, mit dem er spazieren gehen wollte. Er fand ihn, umarmte ihn, schlenderte mit ihm den verschneiten Weg entlang auf eine Bank zu, fegte den Schnee mit der Hand ab, sagte: „Setz dich – ich möchte dir so viel erzählen . . .“, und war tot.

Vieles hatte der Gelehrte erzählen, vieles noch entdecken wollen. Aber Hunderte Physiker, Wissenschaftler und Techniker arbeiten in seinem Geist im Moskauer Atomenergie-Institut der Akademie der Wissenschaften, das heute seinen Namen trägt, arbeiten „ . . . zum Wohle der Menschheit“.

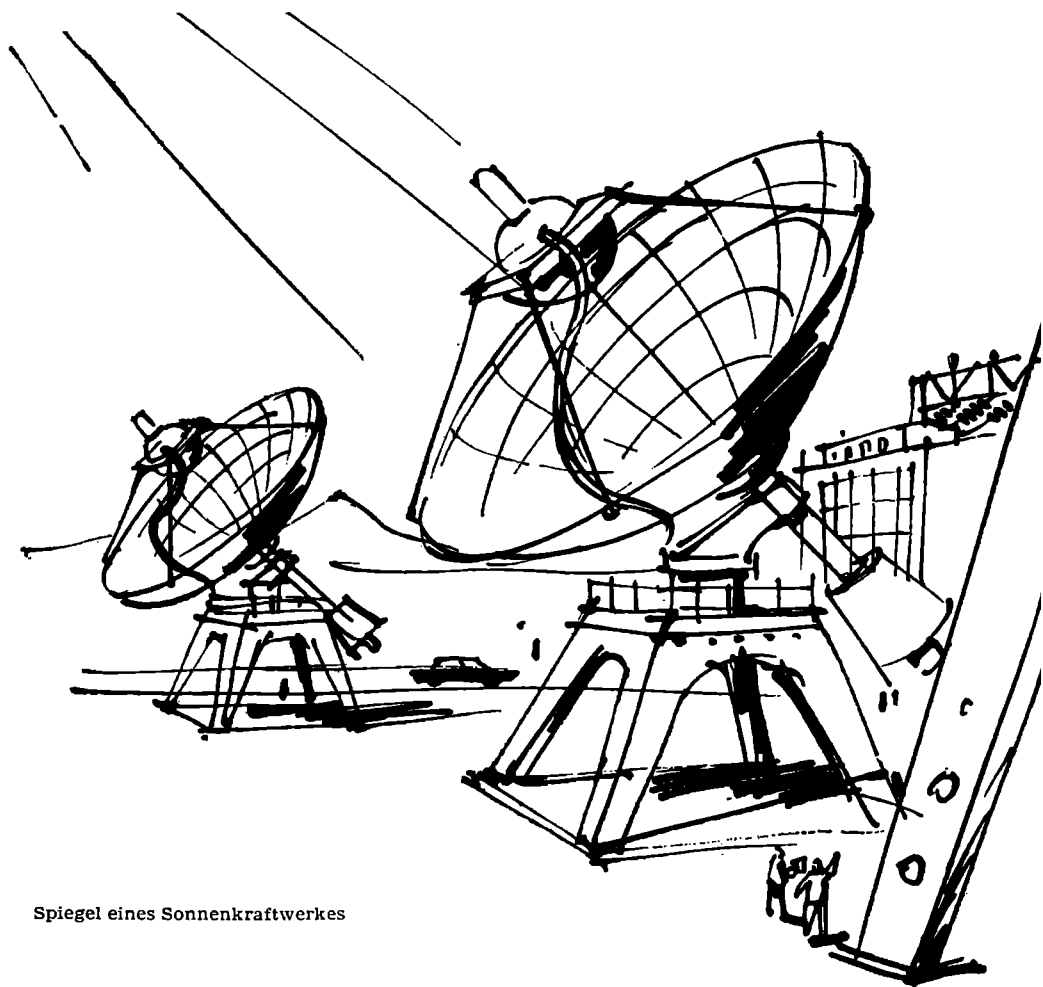
Der Energiebedarf

der Welt wächst so rapid, daß sich Wissenschaftler und Techniker auf internationalen Tagungen immer wieder mit der Entwicklung der künftigen Energiebilanz befassen. Sie fragen sich, ob der von Jahr zu Jahr sprunghaft ansteigenden Erdbevölkerung genügend Energiequellen zur Verfügung stehen, wo diese Quellen liegen und wann und wo zuerst ein Mangel zu erwarten sein wird und wie man ihm begegnen kann.

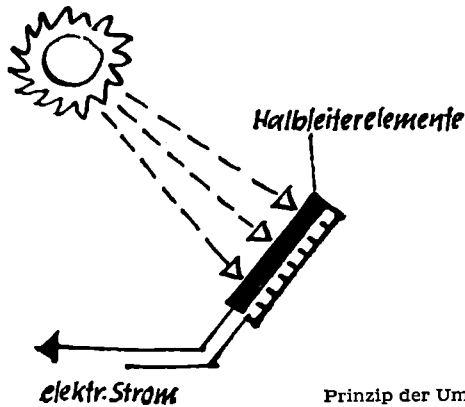
Tatsache ist, daß die gegenwärtig lebende Menschheit in Kraftwerken und Öfen, Automotoren und Fischkuttern, Flugzeugen und Traktoren innerhalb von drei Minuten so viel an Kohle und Öl verbraucht, wie die Natur im Verlaufe von 60 Jahren aufspeicherte. Trotzdem sitzen abends auch heute noch von drei Menschen zwei im Dunkeln. Zwei Drittel der Menschheit müssen mit einem Minimum an Energie auskommen – ohne elektrisches Licht, ohne Motoren –, und zwei Drittel der Menschheit hungern oder leiden an beständiger Unterernährung.

In vielen von der Kolonialherrschaft befreiten und unabhängig gewordenen Ländern Afrikas und Asiens beginnt man, die Energiereserven zu nutzen, Wasserkraftwerke zu bauen, mit Motoren Fabriken zu betreiben und Traktoren auf die Felder zu bringen. Die Produktivität wird wachsen,

der Hunger verschwinden. Die sozialistischen Länder helfen uneigennützig bei dieser Entwicklung. Die Erdbevölkerung insgesamt vergrößert sich, die industrielle Produktion nimmt an Umfang zu, immer mehr Motorkräfte werden in Dienst gestellt, der Energiehunger wächst. Im Jahre 2000 wird – so schätzen die Experten – innerhalb von 9 Sekunden die gleiche Energiemenge wie heute in 3 Minuten verbraucht werden. Kohle und Öl können diese Energiemengen nicht mehr liefern. Wir würden in einem Jahr mehr an Kohle und Öl verbrauchen als in den vorangegangenen Jahrhunderten. Vom Überfluß an Energie hängt aber die weitere Entwicklung in Industrie und Landwirtschaft ab. Fachleute haben



Spiegel eines Sonnenkraftwerkes



Prinzip der Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie

errechnet, daß bis dahin die Voraussetzungen dafür geschaffen sein müssen, um etwa die Hälfte des Gesamtenergiebedarfs durch Kernenergie decken zu können, ein weiteres Viertel durch direkte Nutzung der Sonnenenergie, und nur das restliche Viertel kann dann noch auf herkömmliche Weise, durch Wärme- und Wasserkraftwerke, erzeugt werden. Aber das bedeutet, daß noch weiterhin große Wasserkraftwerke gebaut werden müssen, damit die Kräfte der Ströme überall energetisch genutzt werden.

Daraus ergibt sich — auch wenn diese Schätzung natürlich für die Energiebilanz jedes Landes viel spezieller aufgliedert werden müßte —, daß die Atomenergie ganz unersetzlich werden wird.

Es gab eine Zeit, da behaupteten bürgerliche Wissenschaftler, daß mit den sich erschöpfenden Kohle- und Erdölreserven auch das menschliche Leben sein Ende fände. Ohne diese Energiequellen wäre keine Produktion mehr möglich und die Existenzgrundlage der menschlichen Zivilisation vernichtet. Inzwischen ist bewiesen, daß diese Gefahr nicht besteht. Notwendig ist, allerdings, daß sich die Gesellschaft auf diese Entwicklungen: Zunahme der Erdbevölkerung, wachsende Anforderungen an Industrie und Landwirtschaft, größeren Energiebedarf einstellt. Dazu ist eine die Perspektive erforschende und für sie planende Gesellschaftsordnung notwendig. Und das ist die sozialistische Gesellschaft. In ihr wird deshalb auch das Energieproblem so gelöst, daß nicht nur alle sozialistischen Länder durch ein großes Energiesystem miteinander verbunden sind, in dieses Verbundnetz wird auch stufenweise mehr und mehr Elektroenergie eingespeist, die aus Atomkraftwerken kommt. Aber gegenwärtig sind die neuen und noch entstehenden riesigen sibirischen Wasserkraftwerke nicht weniger

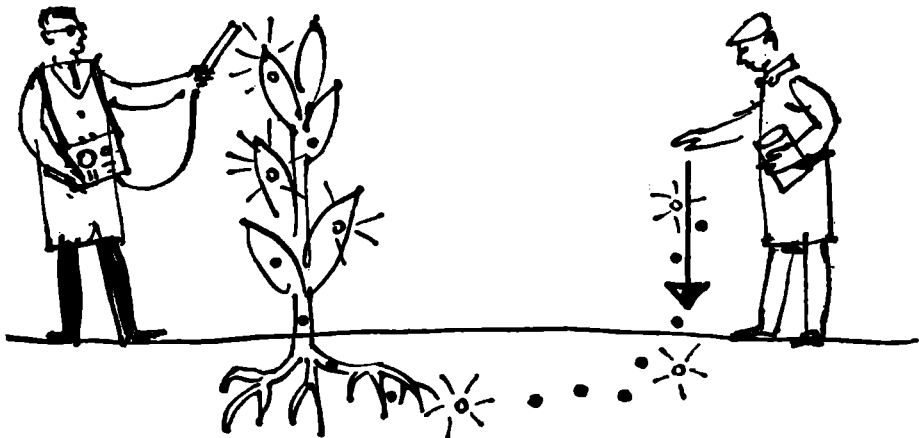
wichtig, denn es gilt, alle vorhandenen Reserven nutzbar zu machen und zugleich den wissenschaftlich-technischen Vorlauf für die noch größeren Anforderungen von morgen zu sichern.

Strahlenquellen in der Technik

Der Weg zur Atomenergie war nur eine Entwicklungseinrichtung, die sich aus der Entdeckung der künstlichen Radioaktivität ergab. Das Atom ist auch in anderer Weise zum Helfer des Menschen geworden.

Wir wissen, radioaktive Isotope unterscheiden sich nur dadurch von dem nichtradioaktiven Element, zu dem sie chemisch gehören, daß sie zerfallen und Strahlen aussenden. Chemisch verhalten sie sich genauso wie das betreffende Element. Diesen Umstand macht man sich technisch zunutze. Es sind Gütekontrollen und Messungen möglich geworden, an die früher gar nicht zu denken war. Strahlende Isotope verraten, wie weit die Ausmauerung eines Hochofens vom Roheisen herausgebrannt ist, ob und wann der Ofen stillgelegt, neu ausgemauert oder repariert werden muß. Schwankungen in der Strahlungsintensität zeigen an, ob bei der Produktion von Pappe, Papier oder Folie immer die gleiche Dicke eingehalten wird – entsteht eine unzulässige Differenz, schaltet eine Automatik selbsttätig die Maschine ab oder signalisiert, damit die Walzen nachgestellt

Mit Hilfe radioaktiv markierter Nährstoffe können Lebensprozesse von Pflanzen beobachtet werden



werden. Mit Strahlenquellen werden Gußstücke untersucht, so daß besonders bei Spezialgußstücken sofort auch die geringfügigsten Fehler im Innern entdeckt werden können, noch bevor sie weiterverarbeitet und dann zu sehr teurem Ausschuß werden.

Radioaktive Isotope helfen auch in Medizin und Biochemie. Da sich zum Beispiel das radioaktive Jod 131 im menschlichen Körper genauso verhält wie anderes Jod, sammelt es sich ebenfalls in der Schilddrüse. Aber seine Ankunft und seine Konzentration ist meßbar, eben weil sich die markierten Atome durch ihre Strahlung verraten. Daraus sind wichtige Schlüsse über Schilddrüsenfunktion und -erkrankung möglich. In ähnlicher Form werden die Aufnahme und der Weg von Düngemitteln in Pflanzen untersucht, der Stoffwechsel studiert, das Geheimnis der Zelle enträtselt.

Alle strahlenden Substanzen, die in vielen Industriezweigen unserer Republik, in Forschungsstätten und Kliniken verwendet werden, kommen aus dem Zentralinstitut für Kernphysik in Rossendorf bei Dresden. Hier wurde am 14. Dezember 1957 der erste Atomreaktor der DDR – gebaut nach sowjetischen Plänen und mit Unterstützung der sowjetischen Atomindustrie – in Betrieb genommen. Er ist ein Forschungsreaktor zur Ausbildung von Kernphysikern und für wissenschaftliche Arbeiten verschiedener Art. In ihm werden vor allem auch die radioaktiven Substanzen hergestellt, die von Praxis und Wissenschaft in zunehmendem Maße verwendet werden. Und wenn wir uns in Betrieben und Krankenhäusern, Laboratorien und Instituten aufmerksam umsehen, dann entdecken wir weit häufiger, als man annehmen könnte, das charakteristische internationale Warnzeichen mit der Aufschrift: „Radioaktive Strahlung!“



„KÜNSTLICHE GEHIRNE“ REVOLUTIONIEREN DIE TECHNIK

Rechenbrett und Zählrahmen — Elektronische
Rechenautomaten — Der Vater der Kybernetik —
Die Anfänge der Automatisierung — Ein Knopf-
druck genügt — Stadt der Zukunft

Rechenbrett und Zählrahmen

auf denen man Kugeln oder Zählsteinchen hin und her schob, waren über 2000 Jahre hinweg die einzigen Hilfsmittel bei der Denkarbeit Rechnen. Sie erweiterten nur die zehn Finger der menschlichen Hand, gaben mehr Möglichkeiten zum Abzählen, nahmen aber nur in geringem Umfang Gehirnarbeit ab. Das wurde erst anders, als sich im 17. Jahrhundert Mathematiker mit der Frage befaßten, ob sich denn das leidige Rechnen, das so viele Zeit wegnahm, nicht durch Maschinen vereinfachen ließe.

Da war beispielsweise Blaise Pascal, ein junger Mann von 17 Jahren. Er ahnte noch nicht, daß er sich später einmal als Mathematiker und Philosoph einen großen Namen erwerben würde; er wußte nur, daß er seinem Vater, dem Steuerintendanten von Rouen, ständig bei langweiligen und langwierigen Berechnungen helfen mußte.

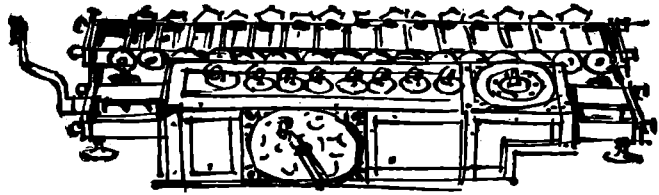
Einige Jahre lang dachte er darüber nach, wie man die Zählsteinchen mit Hilfe der Mechanik in schnellere Bewegung bringen oder sie durch Zähne von Zahnrädern ersetzen könnte. Fünf Jahre später stellte er eine Maschine, nicht größer als eine gußeiserne Bratpfanne, vor seinen Vater auf den Tisch. Er hatte herausgefunden, wie mit Hilfe eines Räderwerkes rechnerische Operationen mechanisch auszuführen sind. Seine Schwester schrieb später:

„Dieses Werk wurde als Naturwunder angestaunt, weil dadurch eine Wissenschaft, die ganz und gar im Geiste wohnt, in eine Maschine eingefangen wurde und weil man dort alle Arten von Rechnungen ohne Feder und Zählsteinchen und ohne Kenntnis irgendeiner arithmetischen Regel und mit unfehlbarer Sicherheit ausrechnen kann.“

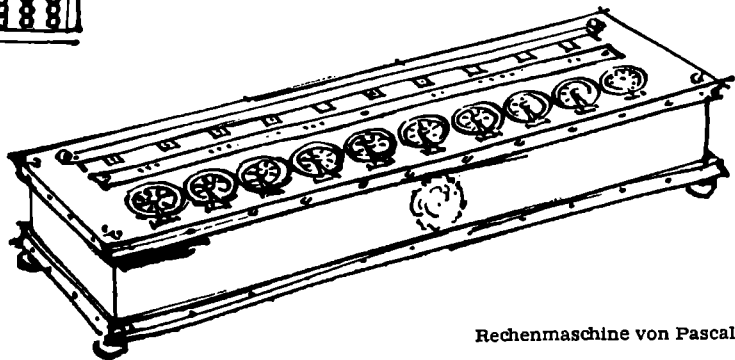
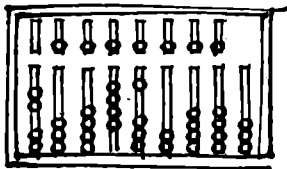
Mit diesem so gerühmten Werk konnte man immerhin subtrahieren und addieren. Eine Maschine ähnlicher Art hatte aber auch schon Wilhelm Schickard 1623 gebaut; von der Pascalschen wurden allerdings eine ganze Anzahl hergestellt. Eine davon wird noch heute im Physikalischen Kabinett im Dresdner Zwinger gehütet.

Gottfried Wilhelm Leibniz erfand 1675 die Staffelwalze, und die Zählwerke wurden mitsamt der Mechanik, die sie betrieb, allmählich durch den Engländer Babbage, den Italiener Polenius, den Schweden Odhner und den Russen Krylow so verbessert, daß die Rechenmaschinen für die vier Grundrechnungsarten brauchbar wurden.

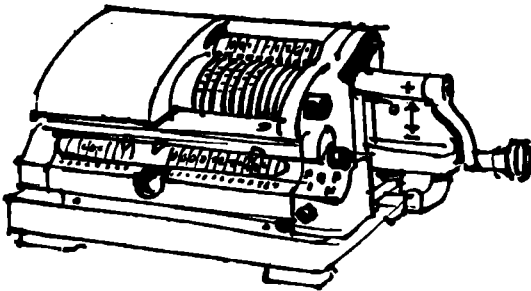
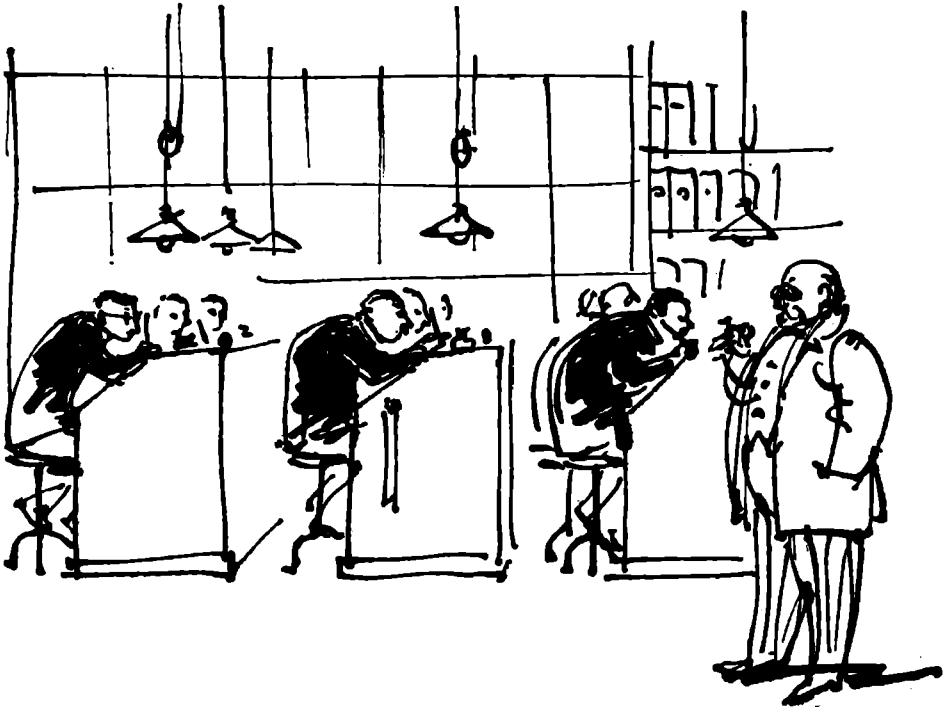
Allerdings, den hochfliegenden Plänen der Mathematiker, die bereits, wie Babbage, an eine programmgesteuerte Rechenmaschine dachten, waren arge Hemmnisse durch den Stand der handwerklichen Technik gesetzt. Sie waren in ihren Erkenntnissen und Überlegungen viel weiter, als es dem allgemeinen Stand der Produktivkräfte entsprach. Außerdem wollten die Herren der Verwaltungen und Kontore die Rechenmaschinen gar nicht haben. Die menschlichen Rechner auf den Kontorschemeln waren billiger.



Rechenmaschine von Leibniz



Rechenmaschine von Pascal



Handrechenmaschine

Erst seit Beginn unseres Jahrhunderts wurden die Rechenmaschinen unentbehrlich. Diese zumeist mechanisch betriebenen Maschinen nahmen dem Menschen schon weit mehr Gedankenarbeit ab. Aber der Rechner, der mit einer solchen Maschine arbeitete, mußte jede einzelne Rechenoperation über Drucktasten in die Maschine geben, er mußte die Zahlen drücken und durch die Befehlstaste der Maschine „kommandieren“, was mit diesen Zahlen geschehen sollte, multiplizieren, dividieren oder addieren. Dann setzte er durch Kurbeln das Rechenwerk in Gang und las das Ergebnis ab, das er auf ein Blatt Papier niederschrieb. Je nachdem,

was nun zu erfolgen hatte, ließ er die Maschine von der errechneten Summe einen anderen Wert abziehen, dazuzählen, ihn teilen durch eine andere Zahl und so weiter.

Wenn diese Art des Rechnens auch heute noch die modernste wäre, hätte das Atomzeitalter wahrscheinlich erst viel später beginnen können, und viele wissenschaftliche und technische Unternehmungen auf Erden und in kosmischen Räumen wären undurchführbar. Aber es gab bereits schnellere Helfer:

Elektronische Rechenautomaten

oder „künstliche Gehirne“, wie man sie auch nennt. Wir wissen, sie sind heute so weit vervollkommen, daß sie zum Beispiel die Flugbahn einer Rakete schneller berechnen können, als die Rakete fliegt. In ihrer Entstehungsgeschichte sind sie eng mit der Entwicklung der Atomphysik verbunden. Und am Anfang stand „Bessie“.

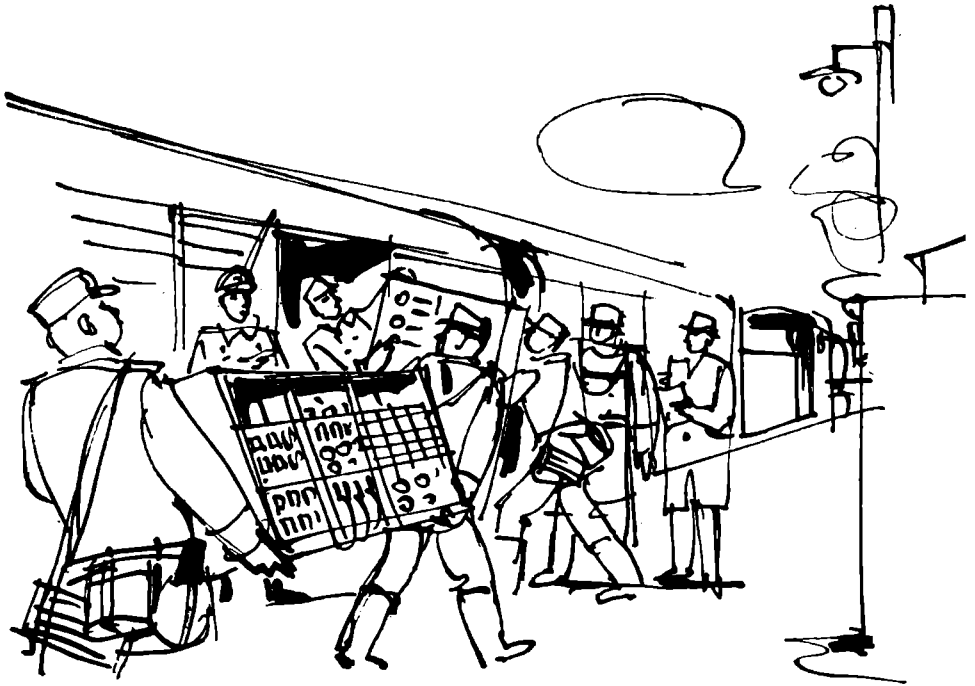
Als es nämlich darum ging, zu berechnen, wie eine Kettenreaktion verlaufen würde, mußte eine komplizierte Formel ausgerechnet werden. Diese Arbeit wäre mit den herkömmlichen Rechenmaschinen gar nicht zu bewältigen gewesen. Hätte sich ein Mathematiker mit einer mechanischen Rechenmaschine darangemacht, würde er mehr als hundert Jahre gebraucht haben, um zum Ergebnis zu kommen. Auch eine ganze Armee von Mathematikern hätte die Rechenarbeit nicht wesentlich beschleunigen können, weil einer auf das Resultat des anderen hätte warten müssen.

In dieser Zeit waren in den USA die ersten elektromechanischen Rechenmaschinen entwickelt worden. Eine von ihnen war schon imstande, mit 15 000 Zahlen zu operieren. Sie konnte – wenn man ihr die Aufgabe auf einem gelochten Papierstreifen eingab – komplizierteste Berechnungen anstellen. Dabei machte sie schrecklich viel Lärm, das Räderwerk rasselte, und die ganze feingliedrige Mechanik der riesigen Anlage war in unaufhörlicher Bewegung, bis die Antwort in die elektrische Schreibmaschine gehämmert wurde.

In dieser Maschine wurde 1942 die für den Fortgang der Atomwissenschaft so wichtige Formel ausgerechnet. Sie brauchte 103 Stunden für die Lösung. Mit ihrer Hilfe wurden noch viele Resultate, trigonometrische Funktionen, ballistische Berechnungen usw. erzielt. „Bessie“ gilt als eine der Ahnfrauen der modernen elektronischen Rechenautomaten, obwohl man sie kaum noch mit ihren Nachfahren, den modernen „Elektronen-Denkern“, vergleichen kann.

In diesen Jahren bastelte auch in Deutschland ein junger Mann, Konrad Zuse, an solchen „Apparaten“. Er hatte sich schon Anfang der dreißiger Jahre als Student an der Technischen Hochschule in Berlin über die oftmals langen statistischen Berechnungen geärgert, die einen großen Teil der geistigen Arbeitskraft banden. Sie waren so eintönig, daß sie ebenso gut von Maschinen erledigt werden könnten, sagte er sich und sann darüber nach, wie solche Maschinen aussehen müßten.

Der junge Diplomingenieur machte sich selbständig und baute einige Versuchsmodelle. Aber Zeit und Umstände waren für seine Arbeiten nicht günstig. Acht seiner immer weiter verbesserten Modelle versanken mitsamt den Häusern, in denen sie standen, im Bombenschutt. Nur eines, das vierte Modell, war noch übrig, als der zweite Weltkrieg sich dem Ende näherte. Konrad Zuse befürchtete, auch diese Rechenmaschine könnte in der „Festung Berlin“ schließlich zerstört werden. Er fand einen Ausweg. In diesen chaotischen letzten Tagen des Nazireiches machte er sich dessen eigene Propaganda zunutze und redete einem Sonderführer ein, daß das von ihm verborgene Gerät ein Teil jener angekündigten „Wunderwaffe“ sei, mit der in letzter Minute noch, vor den Toren Berlins, der Feind vernichtend geschlagen werden würde, und deshalb müßte diese Wunderwaffe in Sicherheit gebracht werden. So gelang es ihm, seine Rechenma-



schine in einem Sonderwagen aus dem fast eingeschlossenen Berlin herauszutransportieren und sie vorläufig in einer Scheune im Allgäu zu verstecken. Nach dem Kriege vervollständigte und vervollkommnete Konrad Zuse die Maschine, die schließlich im Institut für angewandte Mathematik in der Züricher Hochschule aufgestellt wurde.

Zuses Rechenmaschine beanspruchte 20 Quadratmeter Grundfläche, befaß ein Gewicht von zweieinhalb Tonnen und bestand aus 2200 elektromagnetischen Relais. Sie konnte, je nach Wahl, addieren, subtrahieren, multiplizieren, dividieren oder Wurzeln ziehen. In ihrer Leistung ist sie nicht mit der amerikanischen „Bessie“ oder den unmittelbar nachfolgenden amerikanischen elektronischen Rechenautomaten zu vergleichen, da sie langsam, schwerfällig und „gedächtnisschwach“ ist, sich nur wenige Zwischenergebnisse „merken“ kann. Aber sie wurde doch in einer Hinsicht zur Vorläuferin einer Entwicklung, die heute allgemein ist. Während nämlich „Bessie“ und auch die später folgenden amerikanischen elektronischen Rechenautomaten „ENIAC“ und „Mark I“ bis „Mark IV“, die von Professor Aikens entwickelt wurden, alle noch mit dem üblichen Dezimalsystem arbeiteten, verwendete Konrad Zuse bereits das binäre oder Dualsystem.

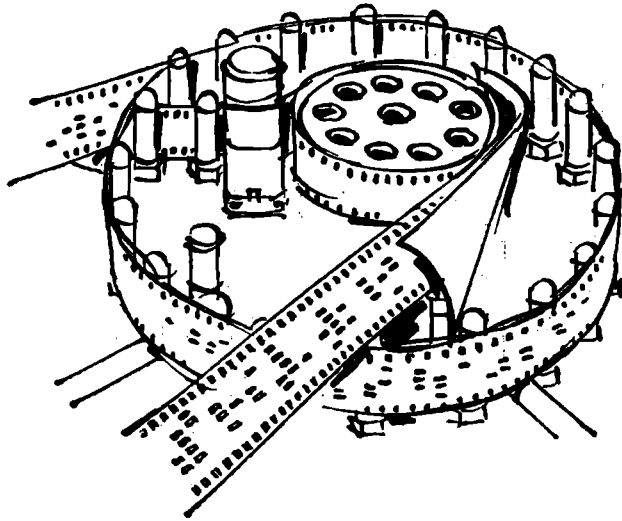
Bei diesem Zahlensystem werden alle Zahlenverbindungen lediglich mit den Ziffern 0 und 1 ausgedrückt. Das erscheint uns, die wir mit zehn Ziffern rechnen, etwas seltsam, aber es ist tatsächlich nur eine Sache der Gewöhnung, denn auch mit 0 und 1 lassen sich alle gewünschten Zahlen ausdrücken. Für die elektronischen Rechenautomaten, in denen alle Zahlen zu elektrischen Impulsen werden, ist dieses Zahlensystem sogar das allein mögliche: 0 oder 1 bzw. ja oder nein, Stromstoß oder Stromsperre.

Freilich, die binären Zahlen sind länger, denn, will man mit 0 und 1 Zahlen ausdrücken, braucht man viel mehr Stellen als im Dezimalsystem. Aber

$$\begin{aligned}
 1 &= 1 \cdot 2^0 = L \\
 2 &= 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = LO \\
 3 &= 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = LL \\
 4 &= 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = LOO \\
 5 &= 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = LOL \\
 6 &= 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = LLO \\
 7 &= 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = LLL \\
 8 &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = LOOO \\
 9 &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = LOOL \\
 10 &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = LOLO
 \end{aligned}$$

$$1024 = LO\ 000\ 000\ 000$$

Ausgabeteil eines sowjetischen Elektronenrechners zur Berechnung von Wettervorhersagen

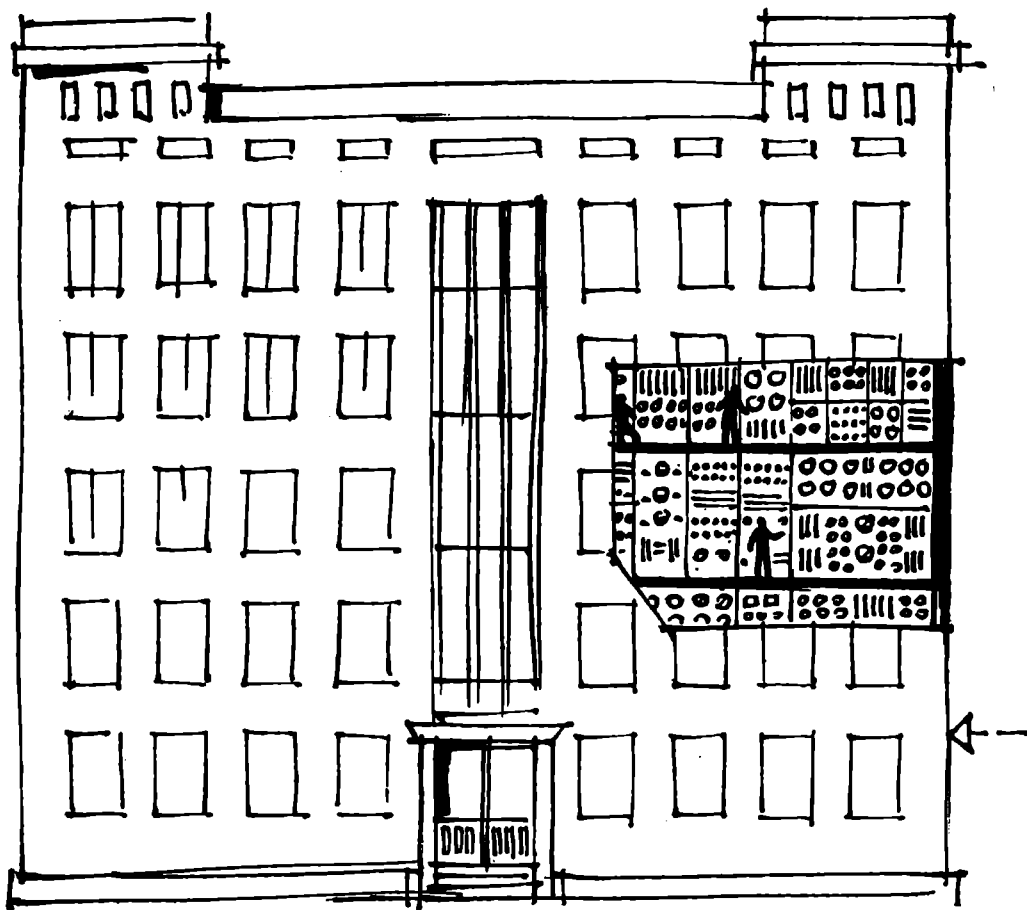


die elektrischen Rechenimpulse beanspruchen ja nur zwei bis drei millionstel Sekunden. Riesige Zahlenoperationen können so bei einer Kombination von Zehntausenden Elektronenröhren oder Transistoren im Handumdrehen erledigt werden.

In der Sowjetunion beschäftigten sich Wissenschaftler und Techniker schon seit 1929 mit Problemen der „Elektro-Modellierung“. Dafür gab es sogar ein eigenes Laboratorium bei der Akademie der Wissenschaften. Seit 1939 begann man, schwierige mathematische Gleichungen mit Hilfe der „elektrotechnischen Modellation“, also mit maschinellen Methoden, zu lösen.

In den modernen sowjetischen Elektronenrechnern steckt das höchste Fachwissen und Können der Angehörigen von mehr als hundert Berufen. Sie sind, wie die von dem Physiker Lebedew geschaffenen Schnellrechenautomaten vom Typ „BESM“, hochkomplizierte Wunderwerke: In ihnen huschen über Tausende von elektronischen Relais elektrische Impulse, in denen sich die Zahlen ausdrücken. Hunderte von Zwischenberechnungen werden in Quecksilberröhren als kreisende Impulse gespeichert, und wenn ihre Aufnahmefähigkeit überschritten ist, werden sie auf Magnettrommeln abgegeben, bis der Automat diese Ergebnisse wieder selbst abrufen, weil er sie zum Weiterrechnen braucht.

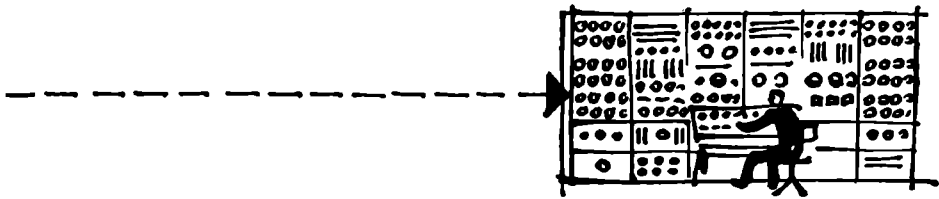
Das ganze Rechenprogramm, das aus vielen Tausenden einzelnen Aufgaben, Operationen, bestehen kann, wird selbsttätig erfüllt, und auch die Lösungswege werden selbst gesucht, die Zwischenergebnisse durch Parallelrechnungen verglichen, so daß das Ergebnis immer stimmt.



In diesen elektronischen Automaten ist aus den drei Funktionsteilen, die zu den alten mechanischen Rechenmaschinen gehörten, nämlich die Rechenmaschine, der mit ihr arbeitende Rechner und das Blatt Papier, auf dem die einzelnen Ergebnisse „gespeichert“ wurden, eine einzige automatische Einheit geworden. Über das Eingabewerk kommen die Anfangszahlen und Befehle, die das Elektronengehirn in Bewegung setzen, und einige Sekunden später teilt das Ausgabewerk mit, was die Rechnung ergeben hat. In dieser kurzen Zeitspanne sind vielleicht Operationen von mehreren zehntausend Einzelberechnungen ausgeführt worden. Der alte Tischrechner hätte dafür ein paar Wochen gebraucht!

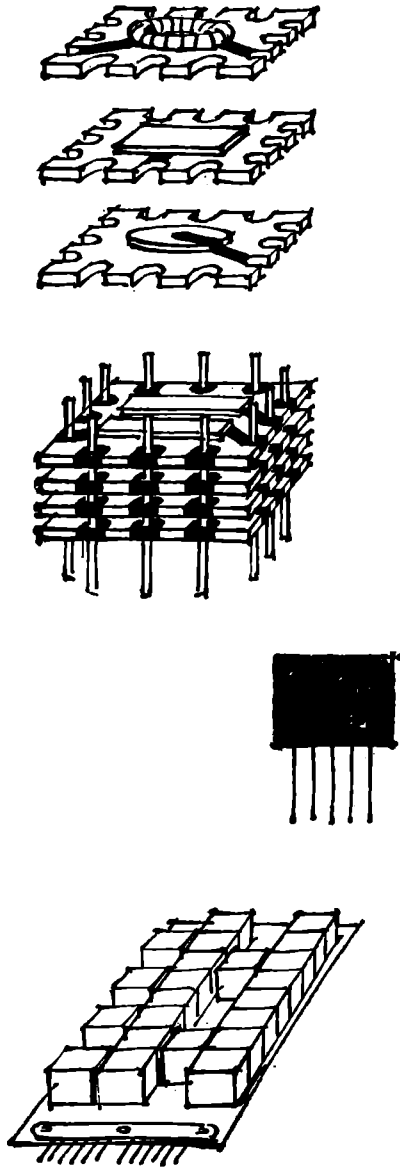
Im Laufe weniger Jahre wurden in den USA, in England und in der Sowjetunion immer größere und leistungsfähigere „Elektronengehirne“ ge-

baut. Sie wuchsen buchstäblich in die Höhe und in die Breite, füllten ganze Häuser aus, bestanden aus hunderttausend Elektronenröhren, vielen Kilometern Leitungsdrähten mit unzähligen Lötstellen. Sie verbrauchten viel elektrischen Strom und wandelten ihn in Rechenimpulse und – Wärme. Es wurde immer komplizierter, diese erhitzten „Elektronen-Denker“ zu kühlen, ganze Wasserfluten mußten durch die riesigen Anlagen geleitet werden.



Heute sind diese Riesen wieder auf Schrankgröße zusammengeschrumpft, ja, sie wurden sogar noch kleiner – ohne dabei an Leistungsfähigkeit einzubüßen. Die Elektronenröhren verschwanden und mit ihnen die herkömmlichen Bauelemente wie Widerstände, Kondensatoren, Relais und die kilometerlangen Drähte. Was war geschehen?

Inzwischen hatte sich auch die Raketentechnik entwickelt, und sie verlangte nach einer Miniaturisierung der Elektronik. In den Raketensystemen und Weltraumsatelliten war kein Platz für die üblichen, aus der Rundfunk- und Nachrichtentechnik kommenden Bauteile, sie waren zu groß und zu störanfällig. Die Bauelemente mußten kleiner und zugleich zuverlässiger werden. So entstand die Mikrominiaturisierung der Technik, zu der auch die sogenannte Mikromodultechnik gehört.



Mikromodul-Leiterplatte
mit Kontaktbausteinen

Mikromodule sind kleine „Bausteine“, die auf mehreren Trägerplättchen eine Vielzahl von einzelnen Bauelementen enthalten und die in ihrer bestimmten Anordnung jeweils einen Verstärker, einen Multivibrator oder etwas Ähnliches vorstellen. Diese „Bausteine“, die einen kompletten „Funktionsblock“ bilden, sind nicht größer als ein Stück Würfelzucker. Die Bauelemente sind in Kunstharz eingegossen, und nur die Anschlußdrähte deuten auf ein elektrisches Funktionsvermögen hin. Ein Radiogerät, aus Mikromodulen zusammengesetzt, ist nicht größer als eine Streichholzschachtel. Und aus elektronischen Bauelementen dieser Art bestehen nun auch die Rechen- und Speicherwerke in den elektronischen Rechenautomaten.

Damit ist die Miniaturisierung aber noch nicht am Ende. Ein anderer Weg wird von der Molekularelektronik eingeschlagen. Bei ihr geht man von den elektrischen Eigenschaften bestimmter chemischer Elemente aus, die allerdings in hochreiner Form vorliegen müssen. Auf molekularer Ebene entstehen gewissermaßen aller kleinste Funktionsblocks – elektronische Bauelemente mit einer wartungsfreien Lebensdauer von einigen Dutzend Jahren, tausendfach kleiner als die Elektronenröhren und viel kleiner als Mikromodule. Diese Entwicklungsrichtung und die mit ihr verbundenen neuen Verfahren der physikalisch-chemischen Technologie eröffnen weitgehende Möglichkeiten. Professor Dr. Keldysch, Präsident der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften, schrieb einmal:

„So kann man an Stelle der wenige Millimeter großen Kristall-Diode einen Monokristallfilm mit einer Stärke von einigen Mikron herstellen. Schon heute gelingt es, auf einem Quadrat-zentimeter mehrere Tausend Mikromono-Halbleiterkristalle zu gewinnen. Die Lösung der Aufgabe der Kommutation zwischen ihnen wird dazu führen, aktive Elemente mit einer Dichte zu schaffen, die der Dichte der Neuronen im menschlichen Gehirn nahekommt. Die Kristalle besitzen die bemerkenswerte Besonderheit, ihre Eigenschaften unter dem Einfluß verschiedenartiger Einwirkungen zu verändern; dadurch ist ihre immer weitergehende Verwendung als Indikatoren, Verstärker, Geber, Generatoren, Stabilisatoren verschiedenartiger Einwirkungen und Prozesse und auch als Umwandler der einen Prozesse in andere in der Wissenschaft und in der Technik bedingt.“

Aus Bauelementen dieser Art also werden die „Elektronengehirne“ der Zukunft bestehen. Dann hat in einem Fingerhut Platz, was mit der Mikro-modultechnik den Raum eines Schrankes und in der Zeit der Elektronen-röhren ein Wohnhaus ausfüllte. Die unter Mikroskopen zusammengesetz-



ten elektronischen Elemente werden annähernd so dicht sein wie Neuronen im menschlichen Gehirn.

Schon heute machen die Rechenautomaten in den Rechenzentren unserer Republik Berechnungen und Untersuchungen möglich, an die bisher gar nicht zu denken war. So kann man auch an solche Berechnungen herangehen, die vorher ohne Nutzen gewesen wären, weil sie, nur in jahrelanger Arbeit zu Ende gebracht, dann zu spät kämen. Ein Beispiel dafür bietet die Meteorologie. Rund 10 Millionen Rechenoperationen sind notwendig, um einen wirklich stimmenden, das heißt alle aufeinander wirkenden Einflüsse im Wettergeschehen erfassenden Wetterbericht auszuarbeiten. Das kann kein Mensch; selbst wenn eine Gruppe von Mathematikern den Wetterbericht endlich fertig hätte, wäre ein halbes Jahr verstrichen, und niemand könnte mit einer solchen Wetter„vorhersage“ noch etwas anfangen. Elektronische Rechenmaschinen sind dazu imstande. Allerdings werden sie gegenwärtig, der hohen Kosten wegen, noch nicht regelmäßig für Wetterberechnungen eingesetzt. Wir begnügen uns vorläufig noch immer mit den angenäherten Werten und der in verhältnismäßig grober Einschätzung der Lage gegebenen Vorhersage.

Es gibt aber nun Menschen, die meinen, in der ganzen Entwicklungsrichtung stecke ein großer Fehler: die Rechenautomaten hätten nicht nur den Vorteil, schneller zu sein als das menschliche Gehirn – sondern den großen Nachteil, daß sie Menschen zu ersetzen vermögen. Sie machten menschliche Arbeit überflüssig. Mit diesem Problem hat sich als erster ein großer Mathematiker auseinandergesetzt, der auch an der Schaffung der elektronischen Rechenautomaten in den USA beteiligt war und der, von ihnen ausgehend, eine ganz neue wissenschaftliche Richtung entwickelt hat, so daß er, Norbert Wiener, heute als

der Vater der Kybernetik

gilt. Er wurde 1894 in Columbia im Staate Missouri geboren. Sein Vater Leo war an der Universität der Stadt Professor für slawische Sprachen. Der Vater stammte aus Bialystok, beherrschte schon als Kind mehrere Sprachen, studierte in Warschau und Berlin und war auf vielen Wissensgebieten zu Hause. Norbert Wiener glänzte bereits als Kind durch hervorragende Kenntnisse, legte vorzeitig alle Examina auf Schulen und Colleges ab, studierte mit fünfzehn und promovierte als Neunzehnjähriger. Nachdem er sich auch noch in Cambridge und Göttingen, den damaligen Zentren der Mathematik, umgesehen hatte, nahm er an der Havard-Uni-

versität die Lehrtätigkeit auf. Seit 1919 war er Professor am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, USA, dem berühmten „M. I. T.“, und zählte bald zu den bedeutendsten Professoren dieser Hochschule.

Während des Krieges war er an der wissenschaftlichen Lösung kriegswichtiger Aufgaben beteiligt und gehörte zu den geistigen Vätern des Radar, der elektronisch gesteuerten Flak und der „Elektronengehirne“. Aus der Theorie der elektronischen Rechenautomaten entwickelte er eine Regelungs-, Steuerungs- und Informationstheorie, der er den Namen Kybernetik gab.

Diese Bezeichnung für einen speziellen Wissenschaftszweig wurde schon von den französischen Enzyklopädisten angewendet. Aber da man damals noch nicht wußte, was dieser Zweig eigentlich umfassen sollte, ließ man es mit der Feststellung bewenden, daß darunter eine noch zu schaffende wissenschaftliche Theorie von der Steuerung zu verstehen sei. Denn der Name kommt vom altgriechischen Wort Kybernos – Steuermann. Professor Wiener erfüllte den Begriff mit Inhalt: einer Theorie von den Steuerungsprozessen in dynamischen, selbstregulierenden Systemen, so wie sie sich aus der Funktion der elektronischen Rechenautomaten ergab.

Wir wollen gleich an dieser Stelle sagen, daß sich inzwischen längst herausgestellt hat, daß dieser Ausgangspunkt, nämlich die elektronischen Rechenautomaten, für die Herausbildung des neuen Wissenschaftszweiges nur historisch bedingt war. Mit vollem Recht weisen Wissenschaftler der verschiedensten Fachrichtungen darauf hin, daß auch innerhalb ihrer Disziplin die Kybernetik sozusagen zur Geburt anstand. Denn sowohl in der Biologie als auch in der Medizin oder Ökonomie drängten innere Entwicklungstendenzen auf die Schaffung einer neuen Theorie vom Zusammenhang selbstregulierender Systeme mit ihren Teilsystemen. Überall, in allen Bereichen des organischen Lebens, der Technik und in der Gesellschaft, erhalten sie trotz einer Vielfalt sich wechselseitig beeinflussender Faktoren selbstregulierende Systeme stabil. Professor Trapesnikow, Leiter des Instituts für Automatik und Telemechanik der UdSSR, sagte deshalb auch:

„Steuerungsprozesse können wir überall beobachten: in lebenden Organismen, in Automaten, die wir bauen, und in unserer Gesellschaft. Aber erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit wurde man sich der so äußerst wichtigen Idee von der Einheit der Gesetze bewußt, denen die Steuerungsprozesse unterliegen, wo auch immer sie vor sich gehen, sei es im Nervensystem des Tieres oder des Menschen, in der Rechenmaschine, in den Steuerungsanlagen der Automatik oder in den Wirtschaftsstrukturen der modernen Gesellschaft. Diese Idee wurde der

Kybernetik zugrunde gelegt. Zum ersten Mal in der Geschichte der Erde wurden Automaten geschaffen, das heißt Systeme, in denen zielgerichtete Einwirkungen ohne unmittelbare Teilnahme lebender Organismen vor sich gingen. Aber der Mensch als Schöpfer dieser Automaten legte sein Ziel in sie hinein und ließ sie ihm dienlich sein.

Die vom Menschen geschaffenen primitiven Steuerungssysteme konnte man bis auf den Grund untersuchen und bis auf kleinste Teilchen auseinandernehmen. Dem Menschen wurde es möglich, jene ‚Zellchen‘ der Welt der Automaten, jene einfachsten Bildungen, deren Erkenntnis für die Schaffung der Theorie und die Auffindung der Steuerungsgesetze erforderlich ist, zu untersuchen. Nur auf diesem Wege kann man sich in den so überaus komplizierten Verbindungen der voneinander abhängigen Steuerungssysteme, die für den lebenden Organismus charakteristisch sind, orientieren. Daher fußte die Entwicklung der Theorie von der Steuerung auf den Errungenschaften der Technik. Die Automaten brachten die Kybernetik hervor...“

Die Steuerungsprozesse sind auch ein Hauptmerkmal des organischen Lebens. Die Steuerungs- und Regelvorgänge, die die Kybernetik in breiter Sicht untersucht, sind also mit allen Lebenserscheinungen im allgemeinen und mit der Tätigkeit des Menschen im besonderen verbunden.

Für Norbert Wiener war Kybernetik zunächst noch nicht das gewissermaßen gesetzmäßige Resultat der Entwicklung der modernen Wissenschaft überhaupt — er hatte die Steuerungs- und Regelungssysteme in den elektronischen Rechenautomaten gefunden und damit gewisse Gesetzmäßigkeiten, die auch für die Automatisierung in der Industrie gelten. Denn ein Rechenautomat ist nichts anderes als eine Anlage, die in sie eingespeiste Informationen oder Daten verarbeitet. Es ist nicht notwendig, daß ihr diese Informationen vom Menschen gegeben werden. Auch Meßgeräte der verschiedensten Art können Informationen aussenden, die in die Anlage einfließen, in ihr ausgewertet, mit anderen Meßwerten verglichen werden und, falls nötig, Korrekturen auslösen. Mit anderen Worten: innerhalb eines großen Regelkreises wird ein ganzer Komplex von mechanischen Automaten und die dazugehörigen elektrischen Meß-, Steuer- und Regelgeräte erfaßt, eine ganze Produktionsanlage wird von der elektronischen Anlage gesteuert, stabil erhalten.

Norbert Wiener wußte, daß mit dieser Möglichkeit der Automatisierung durch Elektronengehirne eine technische Revolution ausgelöst werden würde. Und er war, wenn er an die Folgen dieser Revolution dachte, in

ähnliche Zweifel gestürzt wie zur gleichen Zeit die amerikanischen Atomwissenschaftler. In seiner Autobiographie schrieb er:

„Ich war zwar an der Atombombe selbst nicht beteiligt, geriet aber dennoch in sehr tiefe Gewissensnöte. Ich habe bereits erläutert, wie meine Arbeit über Vorhersage und über Rechenmaschinen mich zur Grundlage der Kybernetik, wie ich es später nannte, und zu einem Verständnis der Möglichkeiten der automatischen Fabrik geführt hatte. Vom streng wissenschaftlichen Standpunkt aus war das nicht so revolutionär wie die Atombombe, aber ihre sozialen Möglichkeiten im Guten wie im Bösen waren ungeheuerlich. Ich versuchte zu erkennen, welchen Weg meine Pflichten mir vorschrieben und ob ich vielleicht ein dem von hoher Stelle beanspruchten Recht auf staatliche Geheimhaltung parallellaufenden Recht auf persönliche Geheimhaltung ausüben und meine Ideen und die Arbeit, die ich getan hatte, unterdrücken sollte.

Nachdem ich einige Zeit mit diesem Gedanken gespielt hatte, kam ich zu dem Schluß, daß dies unmöglich sei, da meine Ideen eher den Zeitverhältnissen als mir selber gehörten. Auch wenn ich jedes Wort über das, was ich getan hatte, zu unterdrücken vermocht hätte, mußten sie in der Arbeit anderer wieder auftauchen, und es war sehr gut möglich, daß dies in einer Form geschah, in der ihre philosophische Bedeutung und ihre sozialen Gefahren weniger stark zum Ausdruck kommen würden. Ich konnte vom Rücken dieses Tigers nicht herunter, also blieb mir nichts weiter übrig, als ihn zu reiten.“

In diesen Sätzen Norbert Wieners kommt zum Ausdruck, von welcher weitreichender praktischer Bedeutung die scheinbar so abstrakte kybernetische Theorie war und wie sie mitsamt den durch sie eröffneten technischen Möglichkeiten zum Durchbruch drängte.

Es war nicht mehr Sache eines einzelnen, ihr Wirksamwerden zu verhindern oder zu ermöglichen. Die Zeit mit ihren neuesten wissenschaftlichen und technischen Fortschritten war reif – aber, und das war die von Norbert Wiener mit Bestürzung gestellte Frage: kann die kapitalistische Gesellschaft ohne große soziale Erschütterungen diese technische Revolution bewältigen?

Da er die amerikanische Wirtschaft kannte, machte er sich eine Vorstellung davon, zu welchen verheerenden Folgen die Automation und die menschenleeren Fabriken führen würden. Sein Buch „Die menschenwürdige Verwendung des Menschen“, das im Jahre 1951 in den USA erschien, schlug wie eine Bombe ein, denn es machte die Öffentlichkeit mit den

neuen umwälzenden technischen Möglichkeiten und ihren sozialen Folgen bekannt:

„Es ist völlig klar, daß das eine Arbeitslosigkeitslage herbeiführen wird, mit der verglichen die augenblicklichen Rückgänge und sogar die Depression der dreißiger Jahre als harmloser Spaß erscheinen werden. Diese Krise wird viele Industrien ruinieren und vielleicht gerade diejenigen Industrien, die aus den neuen Wirkungsmöglichkeiten Gewinn gezogen haben. Nun, in der industriellen Überlieferung gibt es nichts, was einem Industriellen verböte, einen sicheren und schnellen Profit einzustreichen und auszusteigen, bevor der Bankrott ihn persönlich berührt.

So ist nun die neue technische Revolution ein zweiseitiges Schwert. Sie kann zum Wohle der Menschheit genutzt werden, vorausgesetzt, daß die Menschheit lange genug am Leben bleibt, um in eine Zeit einzutreten, in der das möglich wird. Wenn wir indessen den klaren und sichtbaren Linien unseres traditionellen Verhaltens folgen und unserer traditionellen Vergötterung des Fortschritts und der fünften Freiheit – der Freiheit, auszubeuten – treu bleiben, ist es so gut wie sicher, daß wir ein Jahrzehnt oder mehr des Darniederliegens und der Verzweiflung gewärtigen müssen.“

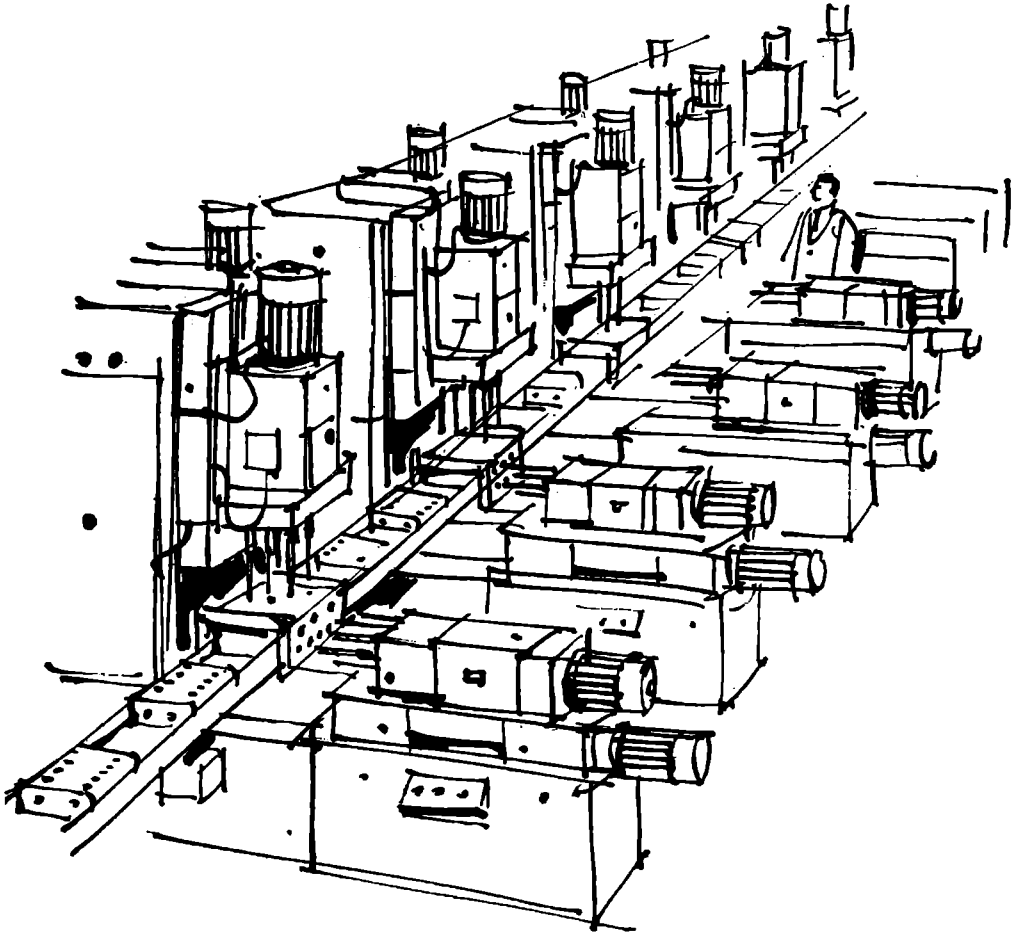
Alle Folgen, die Professor Wiener vorausgesehen hatte, sind in den USA eingetreten. Und noch immer hält das „Jahrzehnt der Verzweiflung“ an. Von Jahr zu Jahr werden mehr Menschen durch Automaten und in vollautomatischen Betriebsteilen überflüssig, werden arbeitslos oder, wenn sie Glück haben, in Handlangerwerkzeuge zwischen Automaten verwandelt. Norbert Wiener, der sich immer mehr als Kritiker und Publizist mit den Entwicklungen von Kybernetik und Automatisierung beschäftigte und weite Vortragsreisen unternahm, 1960 auch in die Sowjetunion, starb am 18. März 1964 in Stockholm. Er hatte den in der Wissenschaftsgeschichte fast einmaligen Erfolg, den weltweiten Siegeszug und das rapide Anwachsen des von ihm in seinen Anfängen begründeten Wissenschaftszweiges Kybernetik erleben zu können. Er war ein großer Gelehrter und ein bescheidener Mann, der nur die eine Sorge kannte, daß das Leben der Menschen wirklich menschenwürdig wird. Was er sich darunter vorstellte, schrieb er in seinem sensationellen Buch:

„Ich möchte dieses Buch dem Protest gegen die unmenschliche Verwendung menschlicher Wesen widmen: denn in meinen Augen ist jede Verwendung eines Menschen, bei der weniger von ihm verlangt und ihm weniger beigemessen wird, als ihm

entspricht, Herabsetzung und Verschwendung. Es ist eine Herabsetzung des Menschen, ihn an eine Ruderbank zu ketten und als Kraftquelle zu gebrauchen; aber es ist eine fast ebenso große Herabsetzung, ihm eine sich immer wiederholende Aufgabe in einer Fabrik zuzuweisen, die weniger als ein Millionstel der Fähigkeiten seines Gehirns in Anspruch nimmt.“

Die Anfänge der Automatisierung

erleben wir heute. Aber auch sie bieten schon respektable Leistungen. Auf automatisierten Fertigungsstraßen, „Transferstraßen“, werden Zylinderblöcke bearbeitet, ohne daß eine menschliche Hand sie berührt. Tritt irgendwo, an einem der automatischen Bohrwerke, eine Störung



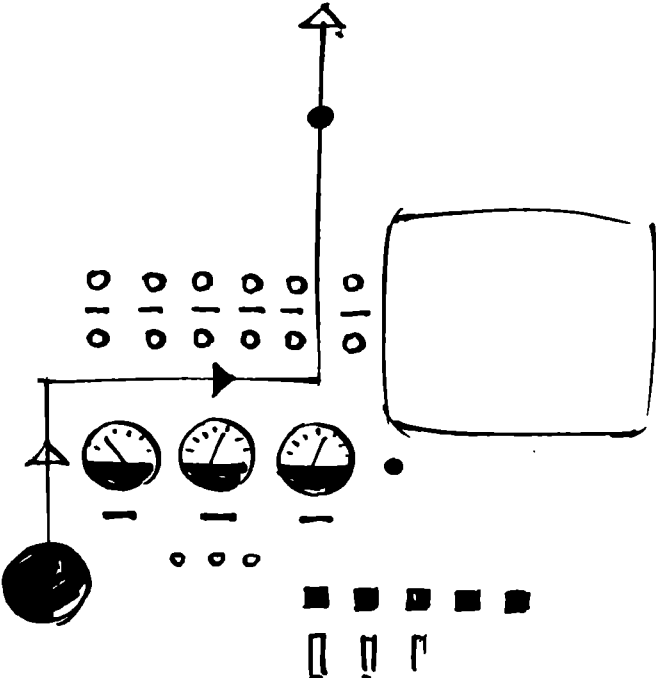
ein, so tritt das „Elektronengehirn“, der elektronische Steuerautomat, in Aktion. Es schaltet den Produktionsautomaten ab. Dann veranlaßt es, daß zunächst die dort für solche Fälle in Reserve liegenden, vom Bohrwerk bereits bearbeiteten Zylinderblöcke in den Fluß der Werkstücke so eingeschleust werden, als würde dieses Bohrwerk noch mit im Rhythmus der Straße arbeiten. Die am Bohrwerk ankommenden Blöcke werden von jetzt an gespeichert, denn die Maschine steht ja. Da die automatischen Messungen der Bohrungen und die Angaben über den Zustand des Bohrwerkzeuges, die dem „Elektronengehirn“ beständig mitgeteilt wurden, zeigen, daß die Mechanik in Ordnung ist; das Bohrwerk aber trotzdem unregelmäßig arbeitet, muß ein Schaden an der elektrischen Einrichtung sein. Das Kontrollämpchen der Bohrwerksmotoren geht aus. Das rote Störungslämpchen leuchtet auf. Die Hilfe des Menschen wird angefordert. Der Kontrollingenieur teilt nun einem Elektromonteur mit, daß er genau sieben oder zehn Minuten Zeit hat, um den Motorschaden am Bohrwerk 4 zu finden und zu beheben. Denn so lange reichen die Reserveblöcke. Wenn bis dahin die Störung nicht behoben wird, schaltet das elektronische Gehirn die ganze Anlage ab. Die elektronischen Steuerautomaten sind also tatsächlich zum „Kopf“ der Automatisierung geworden. Sie nehmen dem Menschen auch noch die Aufsicht und Kontrolle über die Automaten ab.

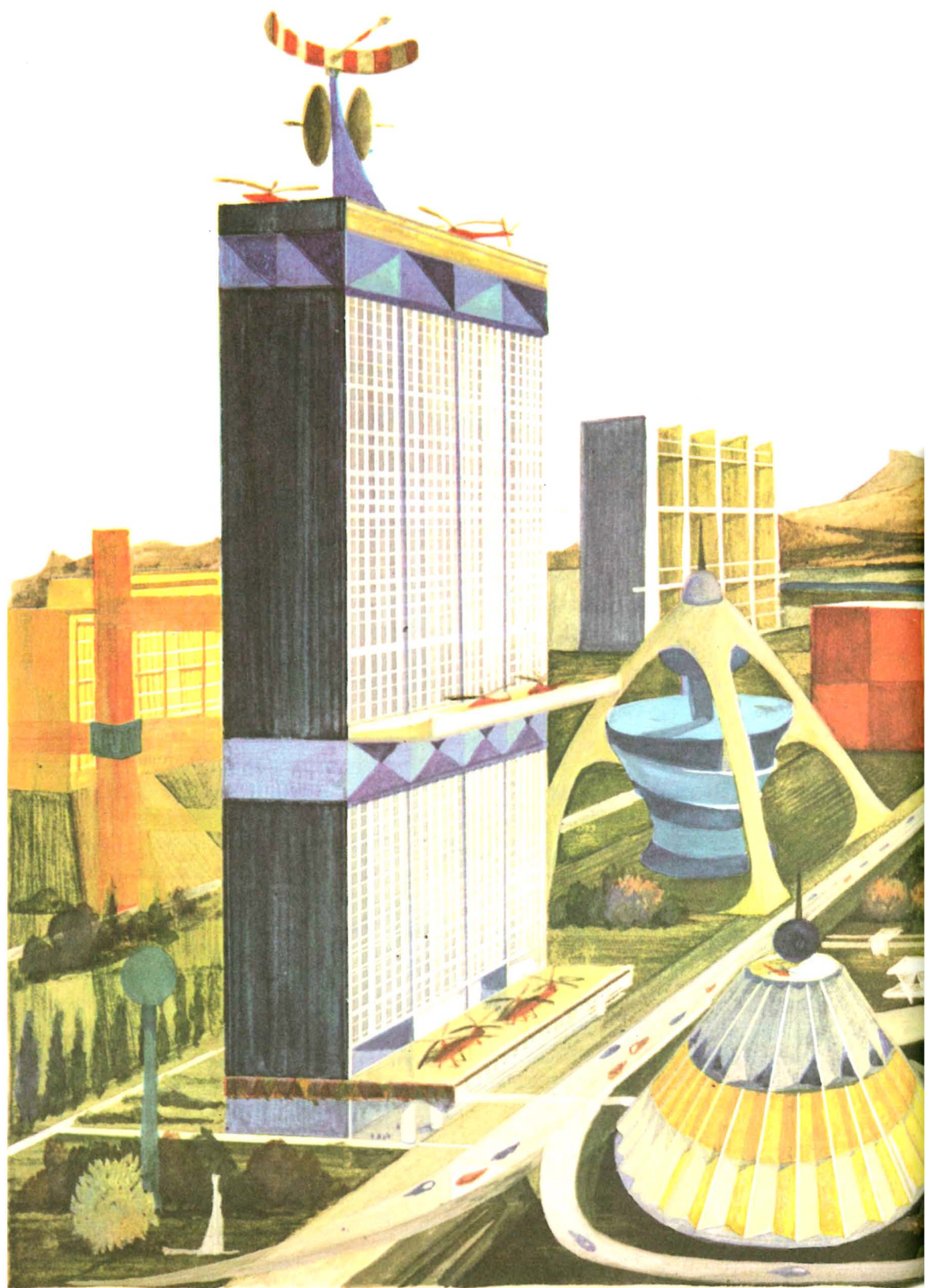
In diesen Fällen, wo Automaten durch Automaten gesteuert und kontrolliert werden, sprechen wir von Automatisierung. Die Teilnahme des Menschen am Produktionsprozeß beschränkt sich auf das Einrichten der Automaten, die Behebung von Störungen, die von den Automaten selbst nicht beseitigt werden können, das Auswechseln von Bearbeitungswerkzeugen usw.

In der chemischen Industrie ist die Automatisierung besonders weit entwickelt: Erdölraffinerien und Anlagen für die Großsynthese von Grundstoffen für Plaste und Elaste sind weitgehend automatisiert. Aber auch Erzeugnisse, die vieler spezieller Einzelbearbeitungen bedürfen und einen sehr weit aufgegliederten Produktionsgang durchlaufen müssen — denken wir nur an die Herstellung von Kugel- und Wälzlagern —, werden bereits in automatischen Abteilungen hergestellt.

Berühmt ist die vollautomatische Moskauer Kolbenfabrik. Hier ist vom Aluminiumbarren, der in den Schmelzofen wandert, bis zur Verpackungsmaschine keine menschliche Hand am Produktionsprozeß beteiligt. Diese vollautomatische Abteilung, die schon seit vielen Jahren läuft, beweist, daß gerade die allerhöchste Präzision nur mit Automaten zu erreichen ist. Denn bei jedem einzelnen Arbeitsgang wird zugleich auch immer wieder die Qualität automatisch überprüft. Und das muß auch so sein, weil die

Industriestadt der Zukunft







Kolben die am höchsten beanspruchten Teile der Verbrennungsmotoren sind.

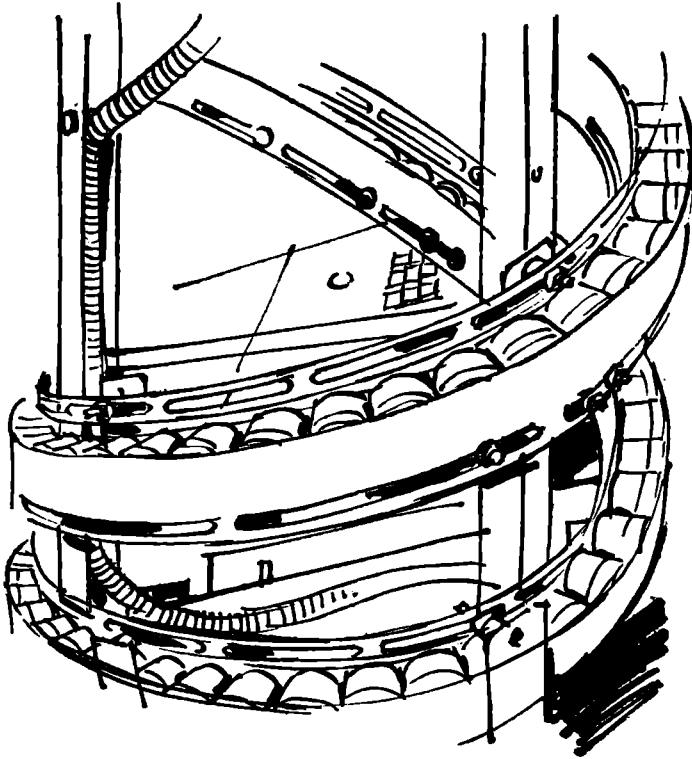
Ihre Herstellung galt lange Zeit als Krone der Gießerei- und Bearbeitungstechnik, und nur ganz wenige Betriebe mit hochqualifizierten Spezialisten produzierten Kolben. In einer Kolbenfabrik der BRD ist ein „Museum“, in dem nur deformierte oder zu Bruch gegangene Kolben nebeneinanderstehen. Mit fast jedem dieser Kolben ist ein Unfall verbunden, der in ihm seine Ursache hatte: abgestürzte Flugzeuge, zertrümmerte Autos, in rasender Fahrt blockierte Motorräder! So viel also „hängt“ wirklich am Kolben.

Auf den Moskauer Automaten werden sie in höchster Präzision hergestellt. Die automatisch genommenen Analysen, die Härteprüfung, die mit Röntgenaugen untersuchte Gußqualität, lassen auch nicht den geringsten Fehler zu. In der Bearbeitung und Prüfung zeigen sich die Automaten dem Menschen weit überlegen, weil sie ohne jegliche Ermüdungserscheinungen arbeiten und niemals abgelenkt werden.

Als der englische Wissenschaftler Professor Lilley verschiedene Moskauer vollautomatisierte Betriebe besuchte, schrieb er über die Kugellagerfabrik:

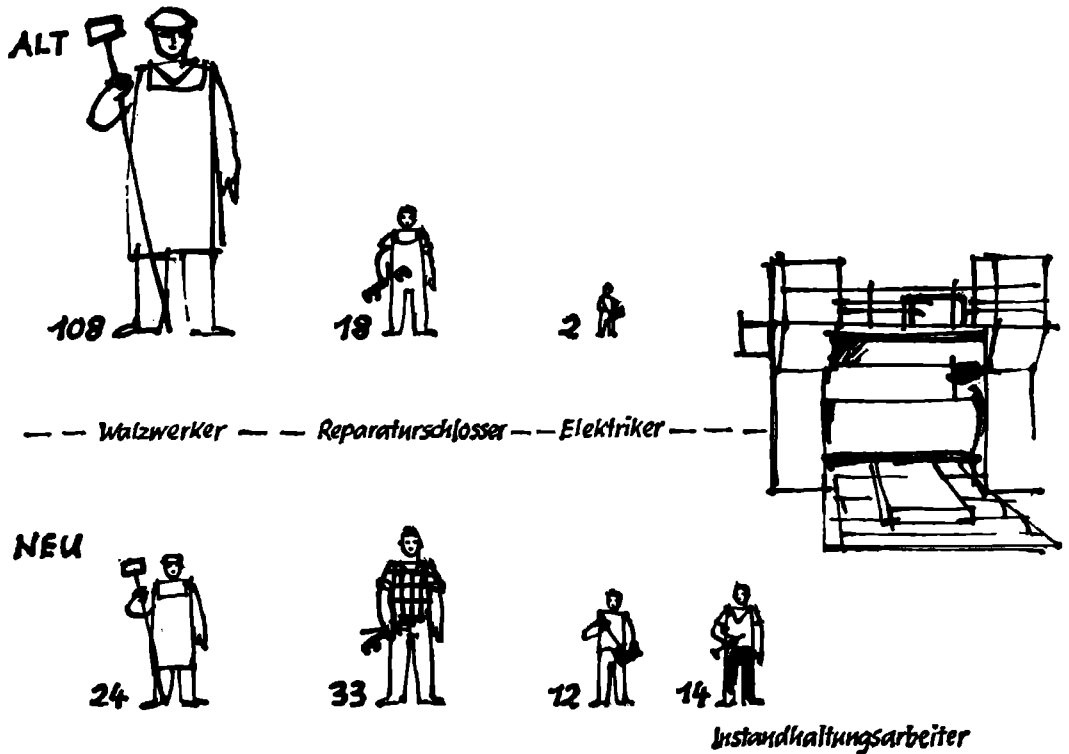
„In der neuen Werkstätte machte auf mich nicht die maschinelle Einrichtung, sondern die Sauberkeit den größten Eindruck. Da eine ständige Bedienung durch den Arbeiter nicht erforderlich ist, waren die meisten Maschinen vollkommen verschlossen – unter Glas, soweit eine optische Kontrolle ermöglicht werden sollte. Es gab also keinerlei Wegschleudern von Metallstaub, Schmier- und Kühlmitteln, wie es für die gewöhnlichen Maschinenhallen so typisch ist. Die Atmosphäre ähnelte mehr derjenigen eines modernen Büros. Die Arbeit war jedoch bedeutend weniger hastig als die in einem Büro. Die Menschen arbeiteten gemächlich, beobachteten die Operationen dieser oder jener Maschine und führten gelegentlich kleinere Nachstellungen durch. Die Arbeiter sind nicht deshalb dort beschäftigt, um möglichst viel aktive Arbeit zu leisten, sondern wegen ihrer Fähigkeit, Arbeitsunterbrechungen zu verhüten oder, falls sie auftreten, sie rasch zu beheben. Eigentlich ist die Betriebsleitung um so zufriedener, je weniger die Arbeiter arbeiten müssen!“

An einer solchen vollautomatisierten Anlage arbeiten Menschen, die eine bestimmte Qualifikation haben müssen, Spezialkenntnisse und einen hohen Grad von Allgemeinbildung, weil sie sonst den Zusammenhang der „Spezialitäten“ nicht begreifen. Es sind Arbeiter eines neuen Typs.



An einer Walzstraße alter Art sind – so ergab eine sowjetische Untersuchung – 108 Walzwerker beschäftigt, dazu kommen 18 Reparaturschlosser und 2 Elektriker. An einer automatisierten Walzstraße, auf der die Profilstähle in hohem Tempo durch die Gerüste donnern, stehen anstelle dieser 108 Walzwerker nur noch 24 Produktionsarbeiter. Aber aus den 2 Elektrikern sind 12 geworden, aus den 18 Reparaturschlossern 33 verschieden spezialisierte Schlosser. Dazu kommen noch weitere 14 verschieden spezialisierte Instandhaltungsarbeiter. Obwohl sich die Zahl der unmittelbar in der Produktion tätigen Arbeiter verringert hat, erfordern die komplizierten Anlagen einen weitaus größeren Arbeitsaufwand für die Instandhaltung und Reparatur. Das Schwergewicht der Arbeiten hat sich verlagert.

Je vollständiger ein Produktionsprozeß automatisiert wird, um so höher sind die Anforderungen an das Bedienungspersonal. Denn dann vereinen sich in ihnen die Funktionen der Bedienung, der Instandhaltung und Reparatur. Es sind Automationsarbeiter mit Hochschulstudium und dem Diplom in der Tasche; Arbeiter, die schöpferisch den ganzen Komplex der Fertigungsoperationen ihrer Aggregate beherrschen und ihn in allen Ein-



zelheiten kennen. Mit sogenannten „Kochbuch-Ingenieuren“, die sich vom Handbuch nicht lösen können, ist an solchen Arbeitsplätzen nichts anzufangen, weil von ihnen außerdem noch verlangt wird, daß sie an eine weitere Vervollkommnung oder auch an eine radikale Umgestaltung der gesamten Technologie denken. Die oftmals gehegte Vorstellung, daß die Arbeit an vollautomatisierten Produktionsabschnitten langweilig oder sehr einfach sei, stimmt also nicht.

Ein Knopfdruck genügt

sagen manche und meinen, daß mit diesem Knopfdruck die ganze Arbeit getan sei — alles übrige besorgen die Automaten. Die Beispiele unserer Tage scheinen ihnen recht zu geben: mit einem Knopfdruck zaubern wir Licht in die Wohnung, Musik ins Zimmer und das Fernsehbild auf den Schirm, setzen Maschinen und Motoren in Gang. Das alles können wir, ohne Elektriker, Fernsichttechniker oder Motorenschlosser zu sein. Es wäre

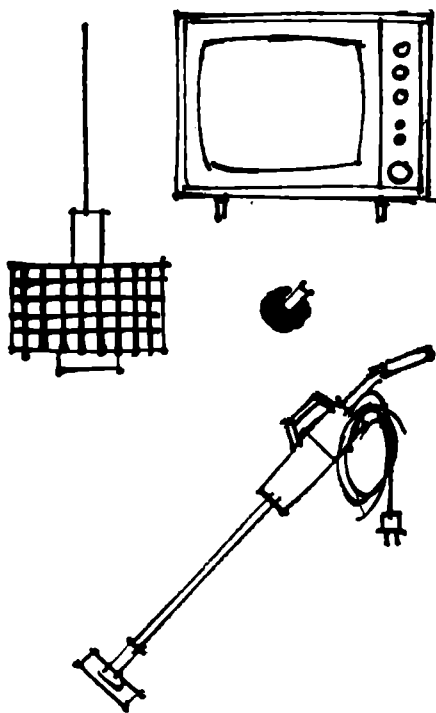
schlimm, wenn man alles technisch beherrschen müßte, um fernzusehen, Radio zu hören, Staub zu saugen oder Auto zu fahren.

Freilich, wenn auf den Knopfdruck das Gerät nicht reagiert, wenn es schmort und zischt, in der Bildröhre zuckt oder aus dem Staubsauger qualmt, dann muß der Fachmann her. Der Kundendienst mit seinem Heer von Technikern, Mechanikern und Elektrikern wird tätig, damit der Laie dann wieder mit einem einfachen Knopfdruck das betreffende Ding in Gang bringen kann.

Davon wird mitunter der Gedanke abgeleitet, daß auch an den Automaten nur einfach „Knöpfchendrücker“ zu stehen brauchten und daß Fachleute erst dann erscheinen, wenn irgend etwas nicht funktioniert. Es gibt bestimmte Entwicklungen, die diese Vorstellung tatsächlich zu bekräftigen scheinen.

Nun wird man sich fragen: Eben noch war die Rede von Arbeitern mit Hochschulstudium, und jetzt sollen auch knöpfchendrückende Laien etwas mit Automatisierung zu tun haben? Dieser Widerspruch wird sich sofort klären — er hat viel weniger mit der Technik als mit der Ökonomie etwas zu tun.

Wohin mit den Arbeitern? Das ist die große Frage, vor der in solchen hochentwickelten kapitalistischen Ländern wie in den USA die Wirt-



schaftswissenschaftler stehen. Sie haben errechnet, daß — wenn jährlich nur 5 Prozent der Betriebe automatisiert werden und die Automatisierung der gesamten Produktion zwanzig Jahre dauert — Jahr für Jahr drei Millionen Menschen ihren Arbeitsplatz verlieren. Das heißt: in zwanzig Jahren würden 60 Millionen Amerikaner arbeitslos sein. Dieses Dilemma sah schon Norbert Wiener voraus:

„Für wen läuft eines Tages die menschenleere, vollautomatische Fabrik? Wer soll die Autos, die Kühlschränke, die Glühlampen, die Radioapparate kaufen, wenn es nicht mehr genug Arbeiter geben sollte, die sie erzeugen, und Arbeitskollegen, die anderswo in Verdienst stehen?“

Aber die Wirtschaftswissenschaftler und auch Norbert Wiener übersahen: die Möglichkeiten zur vollständigen Automatisierung bestehen zwar und werden von den großen Konzernen auch genutzt — aber nur in einem gewissen Umfang. Denn es gibt eine „goldene Automatisierungsregel“, die besagt:

„Bei zunehmender Annäherung an die Vollautomatisierung wachsen die Ausrüstungen weitaus schneller, als Ausgaben für die Arbeitskraft sinken. Aus diesem Grunde ist die Vollautomatisierung nur in wenigen Fällen vorteilhaft.“

Diese in „The Magazine of Wall Street“ in zwei Sätzen ausgedrückte Gleichung enthält den Wesenskern der kapitalistischen Automatisierung; sie verrät, warum gegenwärtig in diesen Ländern weit weniger von Vollautomatisierung gesprochen wird als von Teilautomatisierung und von einer Verkrüppelung des Menschen im Automatisierungsprozeß. Die Unternehmer bleiben bei der Teilautomatisierung stehen, sie benutzen die Automaten, kombinieren sie im Fließbandsystem und lassen von angelernten Hilfsarbeitern „Ergänzungsfunktionen“ ausführen: Materialzufuhr in die automatisierten Anlagen, Überwachung der Meßgeräte, Korrekturen über die Steuerungs- und Regelungsanlagen. Weil Hilfsarbeiter billiger sind als eine Vollautomatisierung mit elektronischen Einrichtungen und „Elektronengehirnen“, kultivieren die Unternehmer die Automatisierung gewissermaßen im Zwergenstadium.

Die Masse der „Automatisierungsarbeiter“ übt nur noch Ergänzungsfunktionen an automatischen Anlagen aus, verrichtet unentwegt dieselben zwei oder drei Handgriffe, beobachtet mit angespannter Aufmerksamkeit einige Meßgeräte, tritt auf ein Pedal, zieht einen Griff, drückt einen Knopf. Solche bedauernswerten Menschen, geistig unterfordert und herabgewürdigt, sind biologische Glieder in einem technischen System. Und sie verkrüppeln völlig, weil die von ihnen geforderten Teilfunktionen in einem extremen Arbeitstempo ausgenutzt werden.

„Zwischen zwei Mechanismen ächzend, die ihre Operation in ein und demselben Rhythmus und in gleicher Weise ununterbrochen durchführten, geht der Mensch des Motivs seiner Fähigkeit verlustig und erträgt nur mit Mühe seine Lage“, schreibt ein französischer Gewerkschafter. Und ein 61jähriger amerikanischer Arbeiter, Stanley Tylock, erzählt, wie ihn die Automaten „fertigmacht“ haben:

„Die Maschine hat ungefähr 80 Bohrer, und 22 Blöcke gehen durch. Die ganze Zeit muß man aufpassen, alle paar Minuten schauen, ob alles in Ordnung ist, und die Maschine hat so viele Lichter und Schalter, ungefähr 90 Lichter. Das zerrt an den Nerven. Wenn an der Maschine etwas nicht in Ordnung ist, dann fällt die ganze Straße aus. Aber manchmal machst du einen kleinen Fehler, und das ist dann nicht gut für dich, nicht gut für den Vorarbeiter, die Gewerkschaft und die Firma.“

Die Automationsarbeiter sind im Getriebe der schnellaufenden Arbeitsprozesse die Schwächeren. Darum steigt auch der Krankenstand ganz rapid. In westdeutschen Betrieben ist — entsprechend einer Untersuchung westdeutscher Arbeitspsychologen und Mediziner — in den automatischen Abteilungen der Krankenstand von 2 auf 20 Prozent angestiegen. Sie stellen fest:

„Chronische Überreizung des vegetativen Nervensystems, Gesundheitsschädigungen durch Aufmerksamkeitsüberlastung sowie Nerven-, Herz- und Kreislaufschäden nehmen in bedrückender Weise zu!“

Diese Krankheiten werden nicht nur von der Arbeitshetze hervorgerufen, sondern auch von der krank machenden Angst vor dem Versagen.

Die kapitalistische Automatisierung führt also dazu, daß dort, wo sich eine Vollautomatisierung der Produktion lohnt, die Arbeiter bedenkenlos auf die Straße gesetzt werden.

In den weitaus meisten Fällen der Rationalisierung beläßt man es aber bei einer Teilautomatisierung, vereinfacht die einzelnen Arbeitsgänge so sehr, daß sich die Tätigkeit der Arbeiter auf eine Folge einfacher Reaktionen reduziert. Die Arbeitsfähigkeit verarmt, der Mensch wird der Maschine angepaßt, er wird zu einem biologischen Bestandteil herabgewürdigt.

Wenn wir uns erinnern, was Norbert Wiener schrieb über die unmenschliche Verwendung menschlicher Wesen bei einer Arbeit, die weniger als ein Millionstel der Fähigkeiten ihres Gehirns in Anspruch nimmt, sehen wir, wie die kapitalistische Automation diese Unmenschlichkeit auf die Spitze getrieben hat.

Und noch ein Gesichtspunkt macht die gegenwärtigen gesellschaftlichen Erschütterungen in den USA begreiflich, die zu einer tiefen innenpolitischen Krise führen: Es gibt nicht nur eine Millionenarmee von Arbeitslosen; auf die Straße gesetzt oder gar nicht erst in Arbeit genommen werden vor allem die Farbigen. Die Hälfte aller farbigen Arbeiter ist ohne Arbeit! Auf sie wälzen sich also zuerst die schlimmsten Folgen der Automatisierung. Ihr Kampf um die gleichen Bürgerrechte geht auch darum, wenigstens ebensolche „Ergänzungsfunktionen“ in den automatischen Prozessen ausüben zu können wie die weißen Hilfsarbeiter, die als Dreher, Werkzeugmacher, Monteure oder Schweißer überflüssig geworden sind.

Die Automatisierung führt unter kapitalistischen Bedingungen — ganz gleich, ob mit oder ohne elektronische „Gehirne“ und kybernetische Regelungssysteme — zu einer noch weitergehenden Deformierung der Gesellschaft. Sie schafft Armut, obwohl sie Überfluß an allem erzeugen helfen könnte. Der amerikanische Gewerkschaftsführer Walter Reuther schrieb:

„Wir wissen, wie man die Waren herstellt, aber wir haben nicht gelernt, zu verteilen, was wir produzieren. Die Automatik und die neue Technik können die Probleme der Zukunft nur auf eine Art lösen, wenn wir sie zur Befriedigung der Nöte der vielen anwenden und nicht zur Erfüllung der eigennützigen Wünsche einer Handvoll Menschen.“

Wie er ohne eine grundlegende Veränderung der sozialökonomischen Verhältnisse die Handvoll Konzernherren daran hindern will, ihre eigennützigen Wünsche zu erfüllen, das verriet Walter Reuther freilich nicht. In den sozialistischen Ländern ist das Ziel die Vollautomatisierung der Produktion. Auch wir stehen noch am Anfang der Automatisierung, trotz der bereits vollautomatisch arbeitenden einzelnen Betriebsabteilungen, der in der Chemie- oder Plasteindustrie vollautomatisch ablaufenden Produktionsprozesse. Es kommt in dieser Anfangszeit daher auch in unseren Betrieben zur Teilautomatisierung und zur „Knopfdruckarbeit“. Aber — und das ist einer der Unterschiede zur kapitalistischen Automation — bei uns denkt kein Mensch daran, es bei der Teilautomatisierung bewenden zu lassen, im Gegenteil: der Aufbau einer leistungsstarken elektronischen Industrie, die Entwicklung der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik und der Ausbau solcher Betriebe, die Automatisierungsmittel und -geräte liefern, erfordern einen großen Teil unserer gegenwärtigen Investitionen. In diesen Industriezweigen werden also die Grundlagen der sich entwickelnden Automatisierungstechnik geschaffen. Daneben werden auch die Produktionsautomaten entwickelt und hergestellt, die in verschiedenartigen Kombinationen für die Teilautomatisierung und die allmähliche Vollautomatisierung geeignet sind. Dabei ist es oft nötig, vollständig neue

Technologien auszuknobeln, weil die alten Fabrikationsweisen sich nicht automatisieren lassen.

So ist es zu erklären, daß auch in unseren volkseigenen Betrieben gegenwärtig noch Arbeiter mit Handgriffen beschäftigt sind, die sich im Qualifikationsgrad nicht von einer Tätigkeit am Fließband unterscheiden. Da es aber bei dieser Arbeit nicht bleibt, wird in allen Betrieben darauf gedrängt, daß sich auch diejenigen, die heute noch mit wenigen Handgriffen auskommen, auf die höhere Stufe der Automatisierung vorbereiten, lernen und studieren.

In unserer Wirtschaft fehlt es an Arbeitskräften, deshalb müssen wir, entsprechend der volkswirtschaftlichen Dringlichkeit, automatisieren. Dafür sind Menschen von hoher Bildung und Ausbildung notwendig. In Schulen, Fach- und Hochschulen werden diese künftigen Herrscher im Reich der Automaten herangebildet.

Nur im Sozialismus sind ökonomisch, wissenschaftlich-technisch und ausbildungsmäßig alle Voraussetzungen dafür geschaffen, die Automatisierung zur höchsten Entfaltung zu führen.

Die technische Revolution wird in den nächsten Jahrzehnten im Sozialismus-Kommunismus die menschenleeren, vollautomatischen Fabriken zur Selbstverständlichkeit machen. Sie werden einen Überfluß an allem, was gebraucht wird, produzieren. Und dennoch wird diese Produktion nur einen geringen Teil der schöpferischen Kräfte der Menschen beanspruchen. Die Hauptarbeit wird sich auf neue Ziele in Wissenschaft und Technik richten.

Versetzen wir uns einmal in eine

Stadt der Zukunft,

von der wir wissen, daß sie nicht irgendwo in der Welt liegt, sondern eine Stadt des Kommunismus ist.

Wir spazieren durch die Stadt. Zwischen den Grünflächen, den Mosaiken, den Wasserbassins, in denen bunte Wasserfontänen effektiv Kühle und Erfrischung spenden, gibt es keine Fahrzeuge. Die Plätze zwischen den Hochhäusern des Zentrums gleichen, ebenso wie die Wohnviertel, den gepflegten Anlagen von Kurorten. Nur die beständig am Himmel surrenden Hubschrauber, die auf den flachen Dächern der Industriezentralen, Verwaltungsgebäude und Hotels landen, von Dach zu Dach schweben oder scheinbar unbeweglich in der Luft hängen, verraten, daß hier das Nervenzentrum der Stadt und des Bezirkes ist.



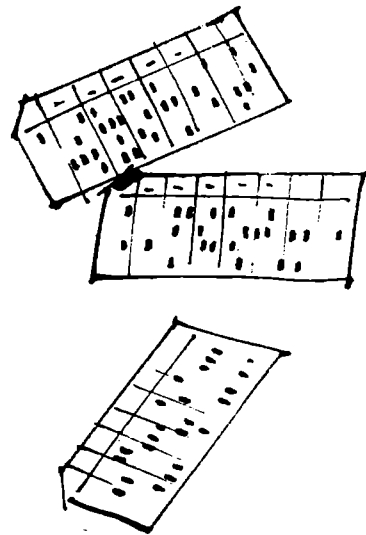
Vielleicht besuchen wir einmal die große Zentralbibliothek neben der Universität. Hier sitzen Hunderte in den weiträumigen, lichtdurchfluteten Lesesälen. Aber als erstes fällt uns auf: nur wenige lesen ein Buch. Die meisten haben Fotokopien vor sich, mitunter ganze Stöße. Wir bleiben nicht lange im Zweifel darüber, warum es einfacher ist, sich mit Foto-

kopien zu beschäftigen als mit einem Buch, wenn man über ein bestimmtes Gebiet nachlesen will. Jeder kann es uns sagen.

Ein Beispiel: einige zehntausend Veröffentlichungen sind erschienen, die sich mit dem Problem der spanlosen Formung befassen. In jedem dieser Bücher kann auch etwas über den Werkstoff oder die Maschine stehen, worüber wir etwas wissen möchten. Eine ungeheure Arbeit wäre es, müßten wir alle Bücher daraufhin durchsehen. Diese Arbeit nehmen uns die Roboter ab. Wir müssen uns vorstellen, daß von jedem Buch ein Inhaltsverzeichnis angefertigt ist – eine Karte, in der eine große Zahl verschiedenartiger Lochungen den Inhalt markieren. Vom Bibliothekar erhält nun die Sortiermaschine den Auftrag, alle die Karten auszusondern, deren Lochung verrät, daß in dem betreffenden Buch „unser“ Werkstoff oder „unsere“ Maschine erwähnt wird. Sofort bleiben von den Tausenden nur noch einige hundert übrig. Diese Karten können wieder so weit sortiert werden, daß genau noch die zwei Dutzend Bücher bleiben, die sich am ausführlichsten mit unserem Problem befassen.

Aber damit ist die Leistung der Automatik noch nicht am Ende. Sie löst automatisch in den entsprechenden Regalen, an den betreffenden Büchern ein Relais aus, die Bücher kippen auf eine Transportunterlage, wandern in eine Fotokammer, die markierten Seiten werden fotografiert, die Bücher gehen zurück, und die Abzüge entnehmen wir einem Kasten des Arbeitstisches im Lesesaal. Der ganze Vorgang hat nicht länger als zehn Minuten gedauert, und wir sind im Besitz aller Gedanken, Angaben und Untersuchungen, die es auf dem uns interessierenden Gebiet gibt. Alles das ist geschehen, ohne daß sich ein Mensch um die Erfüllung unseres Wunsches bemüht hat!

Die Hauptbeschäftigung der Bibliothekare besteht, abgesehen von der Aufgabenstellung für die Maschine, darin, die neue eingehenden Bücher so zu registrieren und ihrem Inhalt nach so genau aufzuschlüsseln, daß sie nach den verschiedensten Gesichtspunkten von den Maschinen durchstöbert werden können. Es ist klar, daß auch in den Büchereien Speziali-



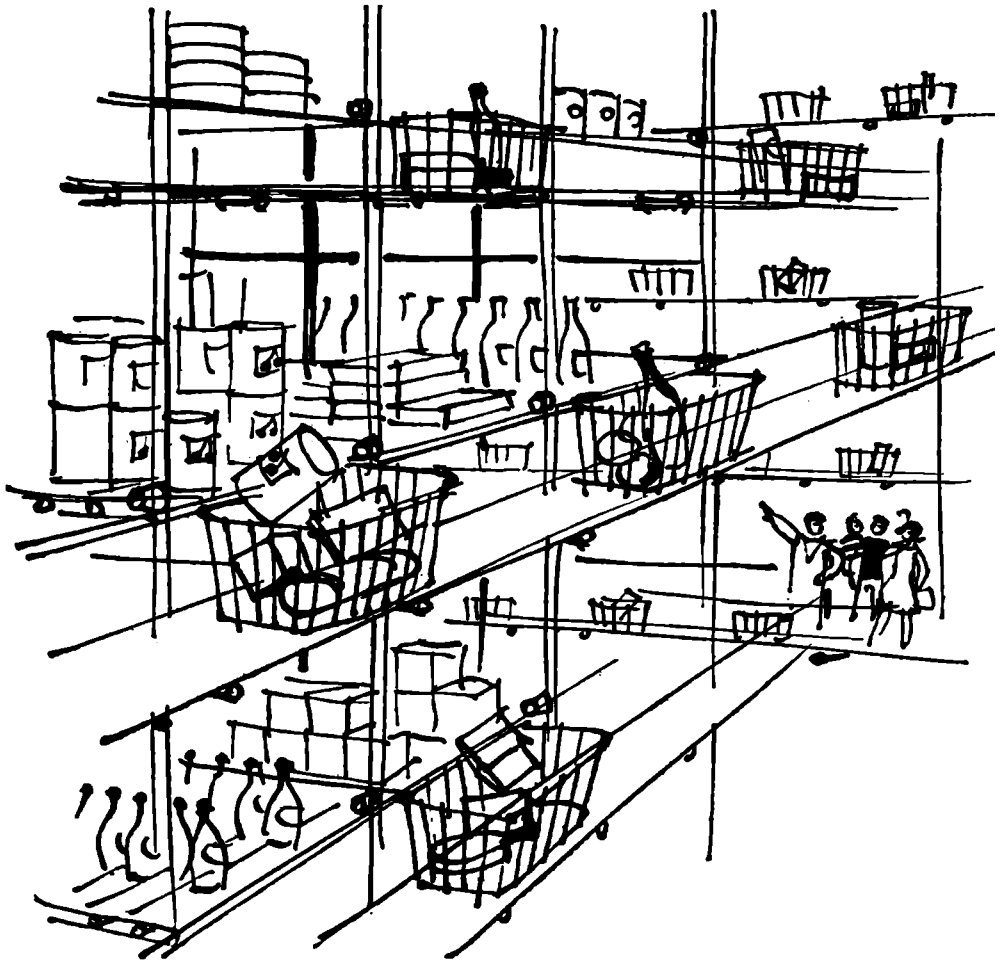
sten neuer Art am Werke sein müssen. Selbstverständlich werden solche Registrier- und Sortiermethoden nach dem Lochkartensystem auch noch an vielen anderen Stellen benutzt, in Verwaltungen, Industriezentralen und natürlich auch in den Versandhäusern.

Überhaupt die Versandhäuser! Zunächst hatten wir angenommen, daß es in den Versorgungszentralen, die es in den einzelnen Bezirken der Stadt gibt, von Menschen wimmeln müßte. Aber nichts dergleichen. Auch hier ist der Mensch längst zu schade geworden für Arbeiten, die sich leicht automatisieren lassen.

Die telefonisch bei der Zentrale einlaufenden Bestellungen werden auf Tonband aufgenommen. Die Bestellung besteht nur aus einer Reihe von Zahlen, die die einzelnen Warenarten, -sorten und -größen bezeichnet. Diese elektromagnetischen Aufzeichnungen des Tonbandes werden in einer Maschine in Lochmarkierungen verwandelt, und diese Lochkarte löst dann die eigentliche Automatik des Lagers aus. Durch verschiedenartige Impulse gesteuert, wandern innerhalb eines Transportbandes Tausende von Körbchen kreuz und quer entlang der Regale durch das vielgeschossige Lagerhaus. Die Fotozellen in den Regalen lösen, wenn die Lochungen sie ansprechen, einen Mechanismus aus, der genau das bestellte Stück vom Regal in den Korb gleiten läßt. So sammelt sich auf der Wanderung durch das Haus sehr schnell das zusammen, was als Bestellung gelocht ist. Im Keller rutschen die Waren in die Kapseln der elektrischen Versorgungslinie, das sind große Rohrpostpatronen, und wenig später verrät ein Summertone in der Wohnung oder im Hotelzimmer, daß die bestellten Waren angekommen sind. Man öffnet nur die Klappe des Versorgungsschachtes: der Auftrag ist ausgeführt.

Auf diese Weise kommen die meisten Güter des täglichen Bedarfs ins Haus. Auch Bücher oder Theaterkarten werden auf solche Art besorgt. Auf ähnliche Weise gelangt das Mittag- oder Abendessen aus der Küche des Wohnblocks auf den Tisch der Wohnung. Unnütze Lauferei entfällt. Kein Mensch rührt noch eine Hand bei dieser Form des Handels. Bestellkataloge, die ständigen Ausstellungen in den Pavillons der Industrie, in denen man prüfen und anprobieren kann, und die täglichen Fernsehsendungen über Neuheiten machen mit allem bekannt, was man wissen muß, um zweckentsprechend und nach eigenem Geschmack auswählen zu können.

An einem anderen Tag besuchen wir die Verkehrszentrale. Auch hier steuern elektronische Automaten die Züge der U-Bahn. Es gibt weder Zugführer noch Schaffner, keinen Bahnhofsvorsteher und keine Weichenwärter. Wenn man den Kontrollingenieur vor der riesigen Glaswand fragt, warum er denn überhaupt hier sitzt, wenn menschliches Eingreifen



in das Betriebssystem der Fernsteuerung nicht erforderlich ist, dann wird er sagen, daß eben doch an jedem Tag irgend etwas geschehen kann, dem die Automaten nicht gewachsen sind.

Einmal, so erzählt er, sei auf seiner Linie ein Kind geboren worden. Es sei zwar alles glatt verlaufen, aber der Zug hätte natürlich gestoppt und zunächst aus dem Verkehr genommen werden müssen. Ein Rettungswagen war an den Bahnhof zu dirigieren, und die Zugfolge wäre etwas durcheinandergelassen. Solchen Entscheidungen sind natürlich die Automaten nicht gewachsen. Sie können nur Störungen oder Korrekturen im norma-

len Betrieb beheben und ausführen. Wenn aber so etwas „Menschliches“ geschieht, sind sie hilflos.

Überall, wo wir auch hingehen, finden wir eine verwirrende Fülle neuer technischer Einrichtungen, Maschinen und Anlagen. Aber kaum Menschen.

Was tun die Menschen, wenn sie nicht arbeiten? Nun, sie arbeiten doch. Aber ihre Arbeit ist von anderer Art, von anderer Qualität geworden. Gewiß, es gibt kaum noch Menschen, die an Maschinen stehen, die Wände mauern, die sich körperlich anstrengen müssen oder die eine langweilige, monotone Tätigkeit verrichten. Aber gearbeitet wird – und mit größerem Nutzeffekt als je zuvor.

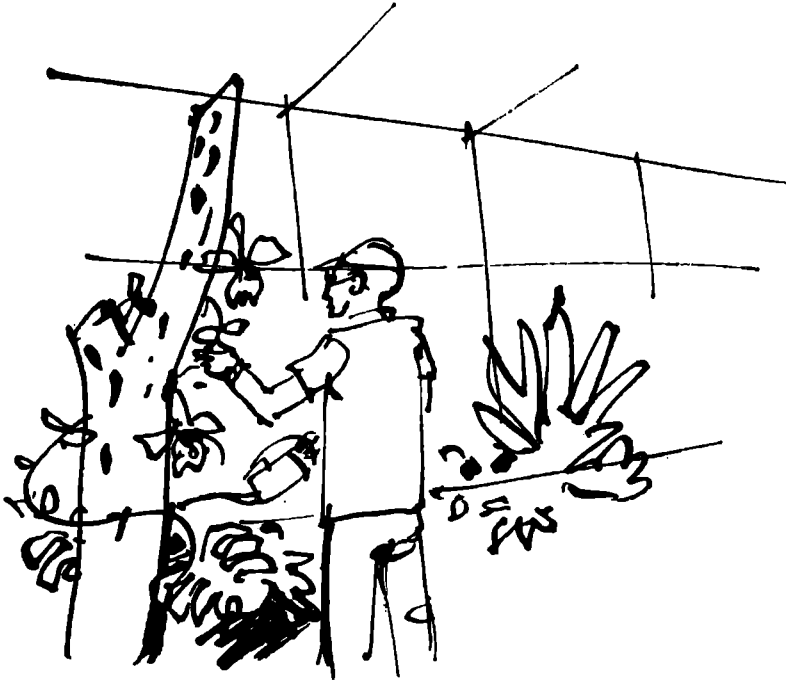
Wenn sie nicht als Kontrolleure oder Spezialisten unmittelbar in den Industriebetrieben beschäftigt sind oder als Ingenieure Bodenbearbeitungsmaschinen oder Ernteaggregate von den Fernsteuerungszentralen aus über die Felder lenken, dann sind sie entweder beim technischen Dienst der Stadt und überwachen die öffentlichen Anlagen, Verkehrsmittel, Kraftzentralen, Funkstationen usw., oder sie sind in den Industrieinstituten.

Zur Aufgabe dieser Institute gehört es, neue Produktionen zu erproben, Arbeitsverfahren zu entwickeln, Betriebe einzurichten. Hier wird experimentiert und geforscht. Und hier, in den Werkstätten, arbeiten die Spitzenkünstler der Industrie zusammen mit den Physikern, Metallurgen oder Elektronikern. Daneben arbeiten in den Forschungsstätten ganze Armeen von Spezialisten und Wissenschaftlern, die auf bestimmten Gebieten der Naturwissenschaft und Technik Grundlagenforschung betreiben und auch den Praktikern helfen.

Die Ausbildungszeiten sind natürlich generell weitaus länger als zuvor. Das ist verständlich. Will man in diesem Stadium der industriellen Produktion, in der Technik oder gar in der Wissenschaft etwas leisten, dann muß man unerhört viel wissen.

Obwohl ununterbrochen produziert wird, ist die tägliche Arbeitszeit kurz. Es bleibt also Zeit, sich weiterzubilden und ganz persönlichen Interessen nachzugehen. Es bleibt auch Zeit für einen anderen Teil der gesellschaftlichen Arbeit: in den Verwaltungsorganen, in den Kommissionen des Stadtrates, den Organisationen arbeiten nur sehr wenige fest angestellte Fachleute. Alle übrigen Mitarbeiter besorgen ihre Funktion neben ihrer anderen Tätigkeit.

Mit wem man auch sprechen mag, die meisten haben auf diese Weise zwei Berufe. Der Mann, der uns als leidenschaftlicher Orchideenzüchter im Gewächshaus der Stadtgärtnerei aufgefallen war, ist eigentlich Mathematikprofessor. Der Kontrollingenieur in der Verkehrszentrale ist nebenbei auch ein bekannter Autor populärer Kinderbücher. Und die Direktorin des

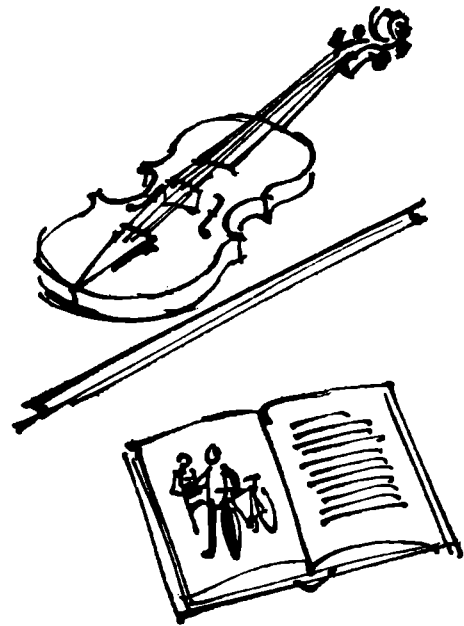


Hotels hat als Modegestalterin einen guten Namen. Für alle zusammen aber spielen Körperkultur und Sport eine hervorragende Rolle. Denn nachdem körperliche schwere Arbeit verschwunden ist, wurde der Sport zum hauptsächlichsten Ausgleich. Die aktive Erholung ist ein Teil der gesunden Lebensführung.

Das alles klingt manchem heute noch utopisch. Nun, vor 2000 Jahren, als der Mensch ganz allein mit seinen Muskeln das ungefüge Getriebe der primitiven Technik in Gang halten mußte und alle Qual der Sklavenarbeit doch fürs Volk nur ein Leben auf niedrigster Stufe und Wohlstand für eine schmale Schicht schaffen konnte, da war es utopisch, an gebändigte Naturkräfte, Maschinen und Wohlstand für alle zu denken.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts war utopisch, was für uns heute mit Atomenergie, Automatisierung, Kybernetik und Weltraumtechnik schon selbstverständlich ist. Nicht mehr utopisch war aber das Streben nach einer gerechten und vernünftigen Gesellschaftsordnung, nach Wohlstand und Glück für alle. Und unsere Enkelkinder werden einmal die Köpfe über unsere Technik schütteln, und sie werden sogar lächeln über unsere Phantasielosigkeit, uns ihre Zukunft vorzustellen, weil sie sich dann Welten eröffnet, Mittel und Wege geschaffen haben, von denen wir uns heute noch nichts träumen lassen.

Sicher ist, daß die Enkel von uns sagen werden: Sie haben verhindert, daß die Erde in einem Atomkrieg vernichtet wurde; sie haben gezeigt, daß „künstliche Gehirne“ und Automaten die Produktivität des Menschen ver-
hundertfachen, wenn die entsprechenden gesellschaftlichen Bedingungen bestehen; sie haben herausgefunden, daß alle weiteren Fortschritte durch geistige Arbeit errungen werden, und sie haben ihre Kinder dementsprechend vorbereitet. Alles das war wichtig zum Umbau der Welt. Aber es war nur ein Anfang.



DER WEG ZU DEN STERNEN

Raketen, Satelliten und Weltraumschiffe — Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski — Träumer und Konstrukteure — Die Bezwingen des Kosmos — Zerstörte Illusionen — Die ersten im Weltraum — Sternenstadt und Weltraumtechnik

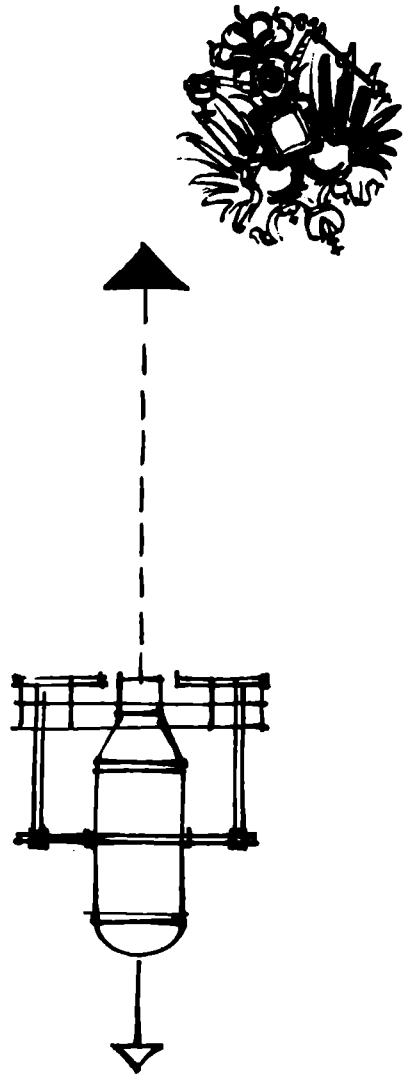
Raketen, Satelliten und Weltraumschiffe

sind heute schon beinahe etwas so Selbstverständliches geworden wie das Fernsehen, mit dem wir in Bild und Ton über die Weltraumabenteuer der Kosmonauten unterrichtet werden. Der Mensch hat seine Wiege, die Erde, verlassen und erobert den Weltraum. Von Menschenhand geschaffene Himmelskörper umkreisen die Erde oder bewegen sich auf Planetenbahnen im Sonnensystem; Kosmonauten bereiten sich zum Sprung auf den Mond vor. Das klingt alles so einfach. Und niemand denkt mehr an die Menschen, die sich ihr Gehirn zerquälten, um diese Wunder technisch möglich zu machen, die das kosmische Zeitalter vorbereiteten — es aber nicht mehr erlebten. An der Weltraumfahrt haben sich Genies entzündet. Ihretwegen sind Genies als Narren verschrien worden. Wissenschaftler aller Fachgebiete hat dieses Abenteuer gefesselt, und über die halbe Welt führt die geschichtliche Spur der Raketenfahrt.

Die Geschichte der modernen Raketentechnik begann in Petersburg und war mit einem Ereignis verknüpft, das damals die Welt erregte.

Die Parade hatte mit dem Vorbeimarsch des 1. Garderegiments geendet. Zar Alexander II. verließ das Marsfeld und warf sich in seine Equipage. Er war zufrieden mit dem militärischen Schauspiel. Die Kaleschen rollten vorbei an den Palästen der Großfürsten, hinauf auf den Quai des Katharina-Kanals. In der Höhe des Palais Borjatinski begegnete der von einem Zug bärtiger Leibgardekosaken flankierten Wagenkolonne eine Kutsche. Noch ehe der Zar oder seine Begleiter eine Gefahr ahnten, explodierte eine in die Zarenequipage geschleuderte Bombe. Der vom Volk gehaßte Despot war auf der Stelle tot.

Bombenattentat auf Zar Alexander II.







Bereits fünfmal hatten die Männer vom Geheimbund Narodnaja Wolja Anschläge gegen den Zaren geführt. Sie hatten im Winterpalais Bomben gelegt, seinen Sonderzug in die Luft gesprengt, ihn auf der Straße überfallen; die Mutigsten des Exekutivkomitees waren dabei verhaftet worden, und noch immer war die von ihnen beschlossene „Hinrichtung“ des Gewaltherrschers nicht gelungen. Am Nachmittag des 1. März 1881 erlag der Zar endlich dem sechsten Anschlag. Aber am Abend regierte bereits Alexander III.

Während in den Kasernen der Stadt die Regimenter in aller Eile auf den neuen Zaren vereidigt wurden, saß der Sohn des Ermordeten, geschüttelt vor Angst, im Arbeitskabinett der Zarin und starrte durch das Eckfenster hinüber auf die Newa, auf die Wassili-Insel und die Peter-Pauls-Festung. Dort, neben dem vergoldeten Kirchturm, zwischen den Kasernen, Kasmatten und Verliesen, stand ein kleines braunes Haus mit spitzem Dach. Da saßen, in Ketten gelegt, die Attentäter. Und vielleicht – so fürchtete der neue Herr über die 90 Millionen – würden dort eines Tages auch seine Mörder sitzen.

Der Geheimbund hatte sein Ziel erreicht, jedoch geändert hatte sich dadurch nichts. Die zaristische Herrschaft war unerschüttert. Das Heldentum war fehlgeleitet, der Weg falsch. Denn einige Bombenwerfer vermochten natürlich nicht den Zarenthron zu stürzen, mit Attentaten war das alte Herrschaftssystem nicht zu beseitigen. Das blieb der organisierten Kraft der Bolschewiki und dem von ihnen geführten revolutionären Volk vorbehalten.

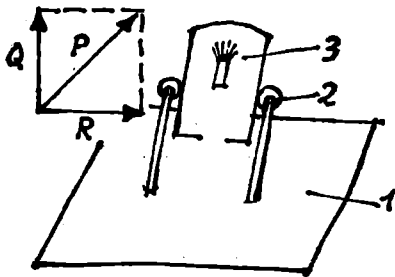
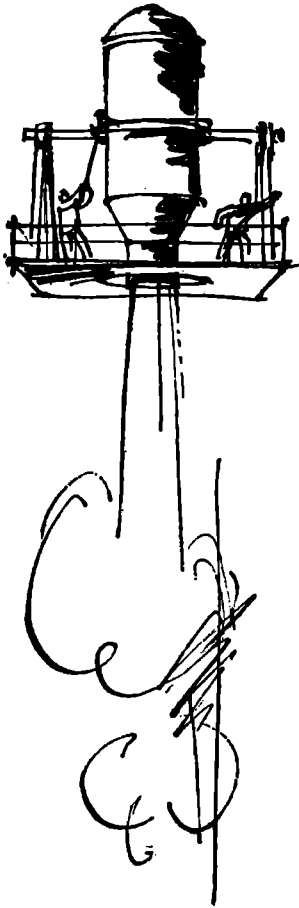
Aber – und deshalb interessiert uns diese alte Geschichte besonders – einer der Menschen, die ihr eigenes Leben opfern wollten, um den Zaren zu beseitigen, war Nikolai Iwanowitsch Kibaltschitsch. Er hatte die Bomben hergestellt für die Attentate. Er war der hochbegabte Sprengstofftechniker der Narodnaja Wolja.

Als Techniker sollte sich Kibaltschitsch noch in den letzten Lebenstagen vor der Hinrichtung unsterblich machen.

Durch einen Gefängniswärter beschaffte er sich Schreibzeug und legte seine Gedanken über eine Raketenflugmaschine nieder. Er skizzierte und beschrieb, wie durch langsam abbrennende Sprengstoffe ein Rückstoßmotor das Fluggerät vorwärts treiben würde, da

„keine anderen Stoffe in der Natur in kurzer Zeit so viel Energie zu entwickeln vermögen wie die Sprengstoffe“.

Seine Entwürfe und Pläne wurden Beamten der Ingenieur-Hauptverwaltung ausgehändigt. Niemand weiß, ob die Beamten diese geniale Idee nicht begriffen oder ob sie Angst hatten, sich selbst politisch verdächtig zu machen, wenn sie Pläne des „wahnsinnigen Zarenmörders“ begutach-



Flugapparat von Kibaltschitsch
 1. Metallplatten
 2. Scharnier
 3. Raketenmotor

teten. Sicher ist, daß sie sich mit den „Hirngespinsten“ nicht beschäftigten und die Unterlagen verschwinden ließen.

Kibaltschitsch aber schrieb hoffnungsvoll:

„Ich glaube daran, daß sich meine Idee durchführen läßt. Dieser Glaube hält mich in meiner furchtbaren Lage aufrecht. Wenn meine Idee, nachdem sie gelehrte Fachleute sorgfältig geprüft haben, als durchführbar anerkannt wird, so werde ich glücklich darüber sein, daß ich meiner Heimat und der Menschheit einen so großen Dienst erweisen durfte. Dann werde ich dem Tod ruhig entgegentreten, denn ich weiß, daß meine Idee nicht mit mir untergehen wird, sondern daß sie in der Menschheit weiterwirken wird, für die ich bereit war, mein Leben zu opfern.“

Auch in der Verhandlung sprach er vor den Richtern über den Raketenmotor und bat um Prüfung seiner Vorschläge. Wahrscheinlich verstanden sie ihn gar nicht. Er wurde zum Tode verurteilt und gemeinsam mit fünf anderen Verschwörern gehenkt.

Obwohl erst nach der Oktoberrevolution seine Aufzeichnungen gefunden wurden, tauchten schon in den achtziger Jahren hin und wieder Hinweise auf den Raketenmotor von Kibaltschitsch auf. Gänzlich waren also seine Ideen nicht untergegangen.

Im Berlin der neunziger Jahre war ein Mann als „Edison von Schöneberg“ populär, dem wir im Zusammenhang mit dem „Traum vom Fliegen“ schon einmal begegnet sind: Hermann Ganswindt. Er war ein skurriles Erfindergenie. Damals freilich liefen ihm die Kinder auf der Straße nach, weil er aussah wie ein heruntergekommener Wanderprediger, und die Alten tippten sich lächelnd an die Stirn, wenn von ihm

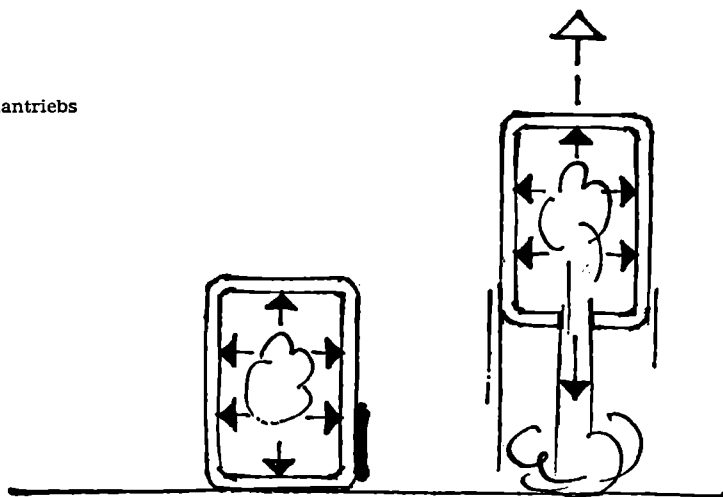
die Rede war. Als verkrachter Student war er nach Schöneberg gekommen, hatte eine kleine mechanische Werkstatt eingerichtet und versuchte, die tausend Ideen, die ihm im Kopf saßen, in die Wirklichkeit umzusetzen. Viele praktische Dinge waren das Ergebnis seines Erfindens und Bastelns. Als er siebenundzwanzig Jahre alt war, wurde ihm die Idee eines lenkbaren Luftschiffes patentiert, später konstruierte er einen Hubschrauber. Als dieser Luftapparat – er war der erste dieser Art in der Welt – tatsächlich einige Hopsers tat, versicherte er:

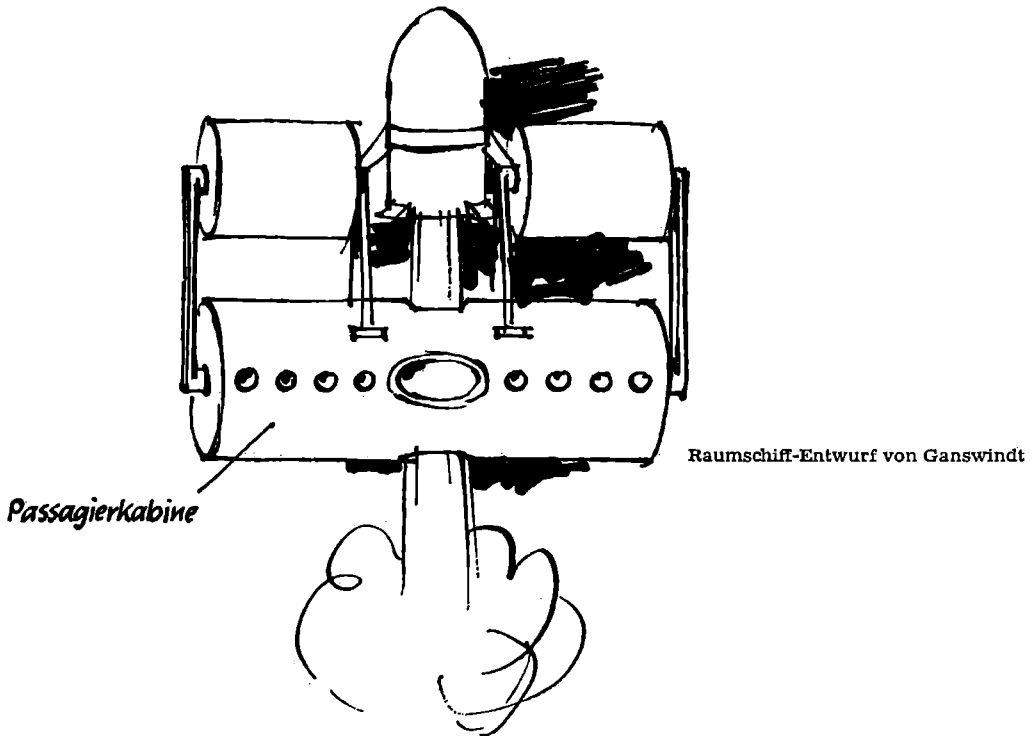
„daß schon in wenigen Jahren in keinem normalen Haushalt ein Flugapparat oder eine Anzahl derselben fehlen wird, nachdem die Luftschiffahrt durch meinen Flugapparat ins Leben gerufen sein wird“.

Um für seine Pläne Interessenten und vor allem Geldgeber zu gewinnen, übertrieb er. So muteten viele seiner klugen technischen Überlegungen unter dem Wust der Übertreibungen als Kuriositäten an. Darin lag die Tragik des „Edison von Schöneberg“.

Auch in seinem „Weltenfahrzeug“ – wie er das von ihm gedachte Weltraumschiff nannte – steckte eine geniale technische Idee. Im Rückstoßapparat, der Antriebsrakete also, sollten nach und nach mehrere Pulvertreibsätze abbrennen. Die Geschwindigkeit würde danach stufenweise so zunehmen und groß genug werden, daß das „Weltenfahrzeug“ nicht wieder auf die Erde zurück, sondern um sie herumfallen – sie umkreisen würde. Die Passagierkabine plante er unter die Antriebsrakete zu setzen. Sie sollte die Form einer Trommel haben und drehbar sein. Der Schwerelosigkeit im Weltraum wollte er durch ein künstliches Schwerfeld in der

Prinzip des Raketenantriebs





sich drehenden Trommel entgegenwirken. Durch Bremsraketen sollte die Rückkehr zur Erde möglich sein. Seine Pläne sind natürlich nie verwirklicht worden. Tatsache ist aber, daß seine Überlegungen, Ideen und Pläne aus dem Jahre 1891 mit zu den Grundlagen der späteren Raketentechnik gehörten.

Alle Gedanken über die Umwandlung der Feuerwerksraketen in einen Raketenantrieb und über Raketenmotoren waren aber eine bloße Spielerei, solange es keine wissenschaftliche Theorie des Raketenfluges gab. Sie wurde geschaffen von

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski

Er war der wissenschaftliche Begründer des Raketenfluges und wurde zum Vater der modernen Astronautik. Er war Träumer und Wissenschaftler, galt als Sonderling und war ein Genie, lebte in Armut und machte die Menschheit reich.

In Kaluga kann man dem Leben dieses großen Mannes noch heute sehr nahe kommen. Im Vorstadtpark, am Ufer der Oka, der schon lange Ziolkowski-Park heißt, steht ein hoher, schmaler Obelisk. Auf ihm sind die Worte in Stein gehauen: „Nicht ewig bleibt die Menschheit auf der Erde.“ Immer liegen frische Blumen am Fuße des Obeliskens, auf der letzten Ruhestätte des Vaters der Raumfahrt. Die Kalugaer pflegen die Erinnerung an den Gelehrten. Viele von ihnen sind ihm noch selbst im Park begegnet, in dem er oft spazierenging. Manche hatten als seine Schüler vor ihm, dem Physiklehrer, gesessen. Einige waren in seiner Werkstatt gewesen, um ihm bei der Arbeit mit seinen Modellen zuzusehen.

Zwischen Obstgärten, unweit des Flusses, steht ein kleines Haus. An einer Tafel kann man lesen, daß in ihm von 1904 bis 1933 der berühmte Wissenschaftler und Erfinder gelebt und gearbeitet hat. Auf schmalen, steilen Stufen steigt man in die Giebelzimmer hinauf, in seine Werkstatt. Alles ist so, als hätte der alte Mann nur für einen Augenblick das Haus verlassen: überall Geräte, Bücher, Zeitungsausschnitte, halbfertige Modelle, eingespannte Werkstücke, Zeichnungen. Im Erdgeschoß freilich liegen die Manuskripte und Briefe, die Skizzen und Drucke unter Glasscheiben und in Vitrinen.

Das Ziolkowski-Museum mit seinen vielen Erinnerungsstücken und Manuskripten birgt jetzt noch eine weitere Kostbarkeit, die erst vor kurzem im Privatarchiv seines Sekretärs wiedergefunden wurde: Ziolkowskis autobiographische Notizen. Er hatte sie 1932 flüchtig niedergeschrieben, aber sie dann selbst abgelehnt, weil sie ihm als zu intim erschienen.

Dieses Haus — die Modelle, die Bücher und Manuskripte, alles scheint einer längst vergangenen Welt anzugehören, es ist museal und dennoch atemberaubende Gegenwart.

Die jungen sowjetischen Kosmonauten, die die kühnsten Gedankenflüge des Gelehrten in der Wirklichkeit übertrafen, bewegten sich nicht nur nach den von Ziolkowski entdeckten Gesetzen des Raketenfluges — sie nahmen auch die Erinnerung an ihn und sein opfervolles Leben mit auf ihre kosmischen Bahnen und waren sich bewußt, daß sie seine Hoffnungen erfüllten.

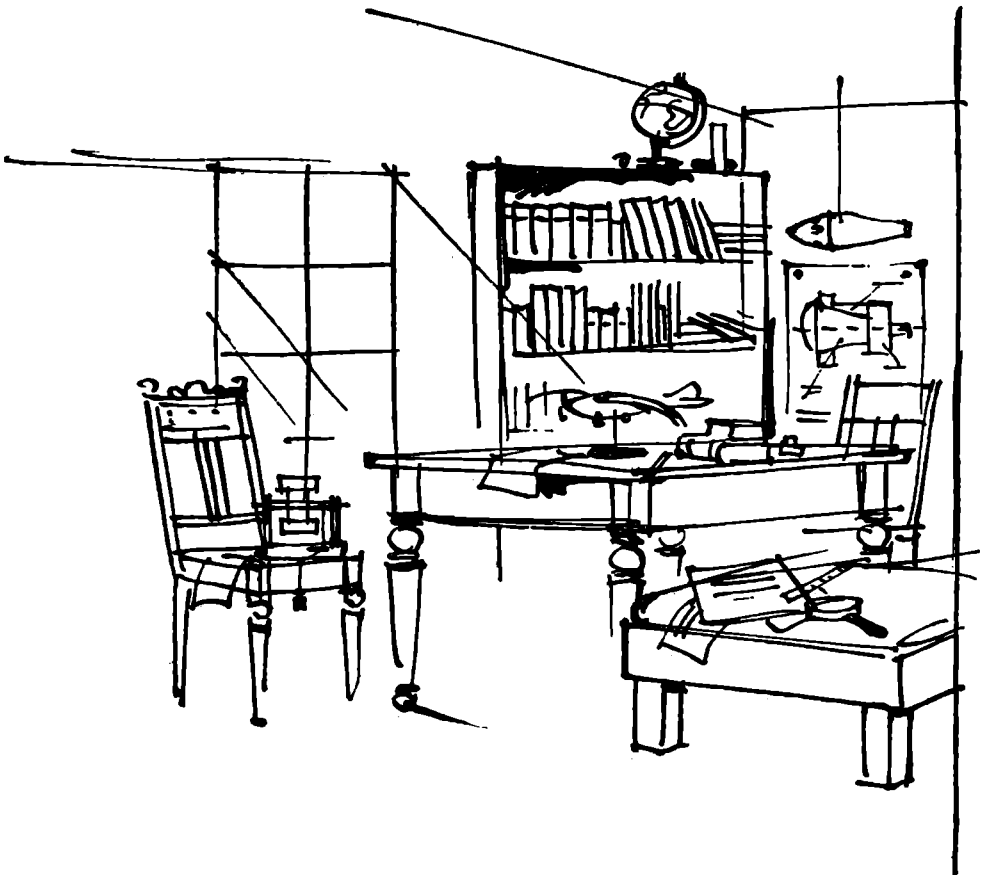
Neben den höchsten Staatsauszeichnungen tragen die Kosmonauten die goldene Ziolkowski-Medaille — verliehen von der Akademie der Wissenschaften. In ihnen hat sich erfüllt, was Ziolkowski erwartete, als er sagte:

„Bei uns in der Sowjetunion gibt es viele junge Flieger. Sie zählen zu Zehntausenden. Auf sie setze ich meine kühnsten Hoffnungen. Sie helfen mir, meine Entdeckungen zu verwirklichen, und bilden die begabten Erbauer des ersten Planetenschiffs heran.“

Als Ziolkowski in dem Alter war, in dem sich heute die Kosmonauten befinden, hatte er eine Jugend hinter sich, in der die Sonntage ebenso rar waren wie die Kopeken; Aussichten, daß sich seine Lage einmal bessern könnte, besaß er nicht.

Geboren 1857 als Sohn eines Försters in Ishewskoje, im Gouvernement Rjasan, verlebte er eine glückliche Kindheit. Dann aber trat ein Ereignis ein, das sein Leben ungeheuer erschweren und vielleicht auch in einer bestimmten Richtung beeinflussen sollte: er erkrankte an Scharlach, und als Folge einer Komplikation blieb eine starke Schwerhörigkeit zurück, die ihn von der Schule und auch von seinen Spielgefährten abschloß. Er blieb allein und öffnete sich eine eigene Welt – die der Bücher und Bastelarbeiten.

„Einmal sah ich eine Drehbank. Daraufhin baute ich mir eine eigene. Es gelang, und ich bearbeitete Holz, obwohl Vaters Bekannte vorausgesagt hatten, daß daraus nichts Gescheites würde. Mit vierzehn Jahren nahm ich mir das Rechenbuch als



Lektüre vor, und bald verstand ich seinen Inhalt bis zur letzten Seite. Von dieser Zeit an erkannte ich, daß Bücher keine schwierige, sondern eine mir völlig zugängliche Sache seien. Neugierig und mit Verständnis las ich nun einige naturwissenschaftliche und mathematische Bücher des Vaters. Das Lesen des Physikbuches gab mir den Anstoß zum Bau neuer Dinge — eines Automobils, das durch Dampf bewegt wurde, und eines papiernen Luftballons, der mit Wasserstoff gefüllt war — aber der Ballon gelang mir nicht.“

Der Vater dachte immer häufiger über die Zukunft seines Sohnes nach, dessen technische Fähigkeiten so offenkundig waren. Er würde in Moskau sicherlich viel lernen können, würde Lehrer und Freunde finden, die am Schicksal des Jungen Anteil nähmen.

„Und so schickte man mich nach Moskau. Doch was konnte ich schon dort erreichen mit meiner Taubheit? Was für Beziehungen anknüpfen? Ohne die geringste Lebenskenntnis war ich blind für das Karrieremachen und Geldverdienen.

Von zu Hause schickte man mir zehn bis fünfzehn Rubel pro Monat. Ich ernährte mich bloß von Schwarzbrot; sogar Tee und Kartoffeln leistete ich mir nie. Dafür aber kaufte ich mir Bücher, Retorten und Glasröhrchen, Quecksilber, Schwefelsäure und so weiter. Durch den Umgang mit Säuren waren meine Hosen voller Löcher und gelber Flecke. Die Jungen auf der Straße fragten mich: „Die Mäuse haben Ihnen wohl die Hosen zerknabbert?“ Ich ging mit langen Zottelhaaren herum — hatte einfach keine Zeit zum Haareschneiden. Sicherlich war ich ungeheuer komisch. Aber ich war glücklich, und das schwarze Brot betrübte mich nicht im geringsten.“

Das Leben des künftigen Gelehrten verlief also in ganz anderen Bahnen, als der Vater es sich ausgemalt hatte. Er fand keinen Gönner, der sich seiner Begabung annahm, ja, er konnte nicht einmal studieren, weil er infolge seiner Taubheit den Vorlesungen nicht zu folgen vermochte. So mußte er selbständig arbeiten, ohne Professoren, ohne Lehrer — in der öffentlichen Bibliothek im Rumjanzew-Museum.

„Sorgfältig und systematisch studierte ich den Grundkursus der Mathematik und Physik. Im zweiten Jahr begann dann die höhere Mathematik. Ich nahm die höhere Algebra durch Differential- und Integralrechnung, die analytische Geometrie, Sphärentrigonometrie usw. Von einigen Problemen war ich so besessen, daß ich versuchte, die eben gewonnenen Erkenntnisse sofort zu ihrer Lösung anzuwenden.“

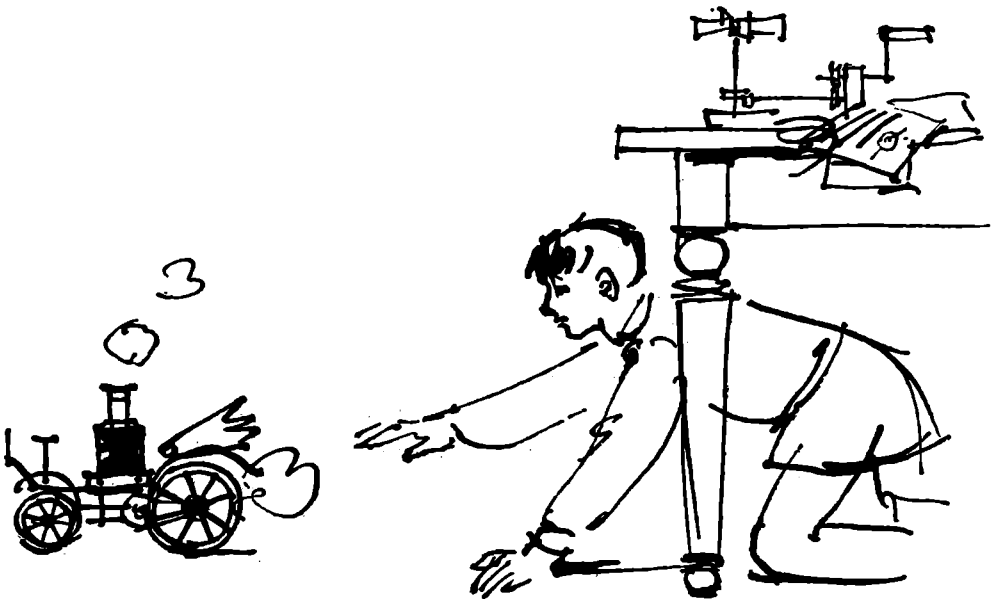
In seiner bescheidenen Ecke, die er von einer Moskauer Waschfrau billig gemietet hatte, häuften sich Geräte und Apparate, mit denen er experimentierte, um in der Praxis zu erproben, was die Theorie lehrte.

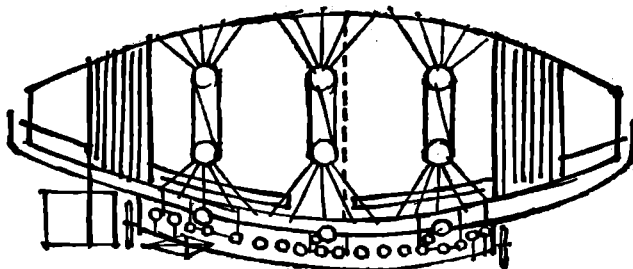
„Ich kann sagen, daß ich schaffend lernte, wenn auch vieles zunächst mißglückte und erst später gelang.“

Wer sich heute im Kalugaer Museum an diese Moskauer Zeit Ziolkowskis – an die Zeit des erhungerten Selbststudiums und der grenzenlosen Armut – erinnert, der wird in den vergilbten Briefen vergeblich nach einem suchen, der über diese opferreiche Zeit berichtet. Konstantin hatte sich nie zu Hause über sein Leben beklagt. Glücklich in seinen Träumen und zufrieden mit den Fortschritten im Selbststudium, rührte er mit keinem Wort an diese mißliche Seite seines Lebens.

Der junge Mann kam erschöpft, ausgehungert und abgearbeitet nach Hause – aber er fühlte sich trotz allem glücklich. Er gab sehr bald Privatunterricht, legte dann die Lehrerprüfung für die Kreisschule ab und übernahm schließlich als 21-jähriger eine Lehrerstelle in Borowsk.

In dieser altertümlichen russischen Stadt fand er in der Tochter des Hauses, in dem er wohnte, eine gescheite und lebensstüchtige Freundin, die sehr bald seine Frau wurde.





Nach wie vor galt aber seine ganze freie Zeit der wissenschaftlichen Arbeit.

„In jener Zeit habe ich völlig selbständig die Theorie der Gase ausgearbeitet. Ich hatte den Universitätskursus der Physik von Petruschewski zu Hause, aber auch in diesem Werk gab es nur ein paar allgemeine Hinweise auf die kinetische Theorie der Gase, und sie wurde als ziemlich zweifelhafte Hypothese bewertet. Meine Arbeit sandte ich der Petersburger Physikalischen und Chemischen Gesellschaft ein.“

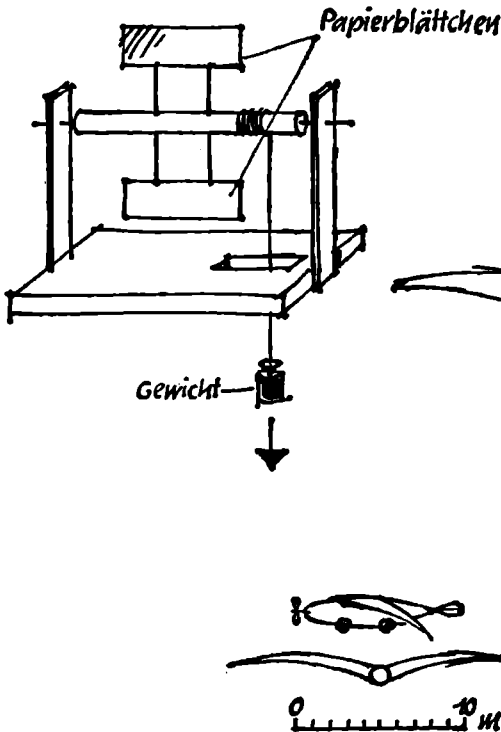
Allerdings waren die Entdeckungen, die Ziolkowski in dem entlegenen Provinzstädtchen machte, für die Wissenschaft keine Neuheiten mehr – denn entsprechende Theorien waren schon kurz vorher veröffentlicht worden.

Seine zweite Arbeit, über die Mechanik des tierischen Organismus, brachte ihm die erste Anerkennung ein – er wurde zum Mitglied der Physikalisch-Chemischen Gesellschaft ernannt.

Seine dritte Arbeit – „Der leere Raum“ – beschäftigte sich mit dem Zustand des Menschen und dem Ablauf der bekannten physikalischen Prozesse in einem Raum, in dem die Schwerkraft nicht mehr wirkt. Damit näherte er sich dem Problemkreis, der ihn später ganz gefangen nehmen sollte: der Weltraumforschung.

Zunächst beschäftigte er sich mit einer technischen Aufgabe, die ihm schon seit seiner Moskauer Zeit im Kopf herumging: ein lenkbares Metall-Luftschiff. Zwei Jahre lang arbeitete er angestrengt an diesem Projekt.

Durch freundliche Vermittler bekam er eine Einladung nach Moskau. Er sollte der Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften sein Projekt vorlegen. Die versammelten Gelehrten begegneten dem Lehrer, der im abgetragenen Anzug, mager und bleich am Katheder stand und mit leiser Stimme über seine Arbeiten sprach, sehr zuvorkommend. Professor



Gerät zur Messung des Luftwiderstandes
Flugmaschine von Ziolkowski

Stoletow, ein bedeutender russischer Physiker, interessierte sich sehr für das ungewöhnliche Projekt und machte ihm sogar Hoffnung auf eine Übersiedlung nach Moskau, um hier seine Arbeiten fortzusetzen.

Aber es kam anders. Ein Brand, in einer benachbarten Scheune ausgebrochen, ergriff auch Ziolkowskis Haus, und innerhalb weniger Minuten verlor er alles – seine Bibliothek, seine Modelle, Instrumente und Manuskripte. Er hatte sich von diesem Schlag noch nicht erholt, als er Bescheid bekam, daß aus der Übersiedlung nach Moskau nichts würde. Ziolkowski sah sich am Ende aller seiner Hoffnungen, er brach zusammen, wurde krank. Aber es war nicht alles verloren: sein Luftschiff-Manuskript war noch in Moskau.

Mit neuer Kraft nahm er die Arbeit wieder auf, als er das Manuskript in den Händen hatte. Er wollte mit seinem Projekt an die Öffentlichkeit treten – ein Buch schreiben. Als es fertig war, ließ er auf die erste Seite den Satz drucken:

„Der Ertrag dieses Buches wird zum Bau eines Metall-Luftschiffes verwendet werden.“

Ziolkowski ließ dieses Buch und später noch viele andere Broschüren und Manuskripte auf seine Kosten drucken und verschenkte sie dann zumeist, bestenfalls gewann er für seine Rubel einige Kopeken zurück. Sein Luftschiff wurde nie gebaut.

1892 wurde Ziolkowski von Borowsk nach Kaluga versetzt. Hier begann die Zeit, in der aus dem Konstrukteur der Flugwissenschaftler wurde. In dem alten Holzhaus an der Oka kann man heute noch die Stationen seiner Arbeit an den gesammelten Modellen und Niederschriften ablesen. Er beschäftigte sich mit der Theorie des Fluges und untersuchte praktisch die aerodynamischen Kräfte, die bei den verschiedenen Formen der Flügel wirksam werden.

Um die Faktoren des Luftwiderstandes kennenzulernen, baute er als erster in Rußland und ganz gewiß auch als einer der ersten in der Welt einen Windkanal, in dem er bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten seine Modelle erprobte.

Er entdeckte den Zusammenhang, der zwischen der Leistung eines Flugzeugmotors und den aerodynamischen Koeffizienten, die den Widerstand des Flugzeuges bestimmen, besteht, und stellte eine entsprechende, heute noch gültige Formel auf.

Sein Buch „Vom Flugzeug oder einer vogelähnlichen, fliegenden Maschine“ trägt die Jahreszahl 1895. In ihm sagt er den Antrieb mit Verbrennungsmotoren, Flugzeuge mit aerodynamischen Stromlinien sowie Flugstabilisatoren voraus. Alle seine Untersuchungen fanden im damaligen Rußland wenig Beachtung.

Ziolkowski versuchte, unter den Lesern seiner Schriften Anhänger zu gewinnen. Er forderte sie mit geradezu rührend anmutenden Hinweisen auf, sich mit ihm in Verbindung zu setzen.

„Kommen Sie mittwochs um 6 Uhr abends zu mir und sehen Sie sich meine Modelle an . . .“,

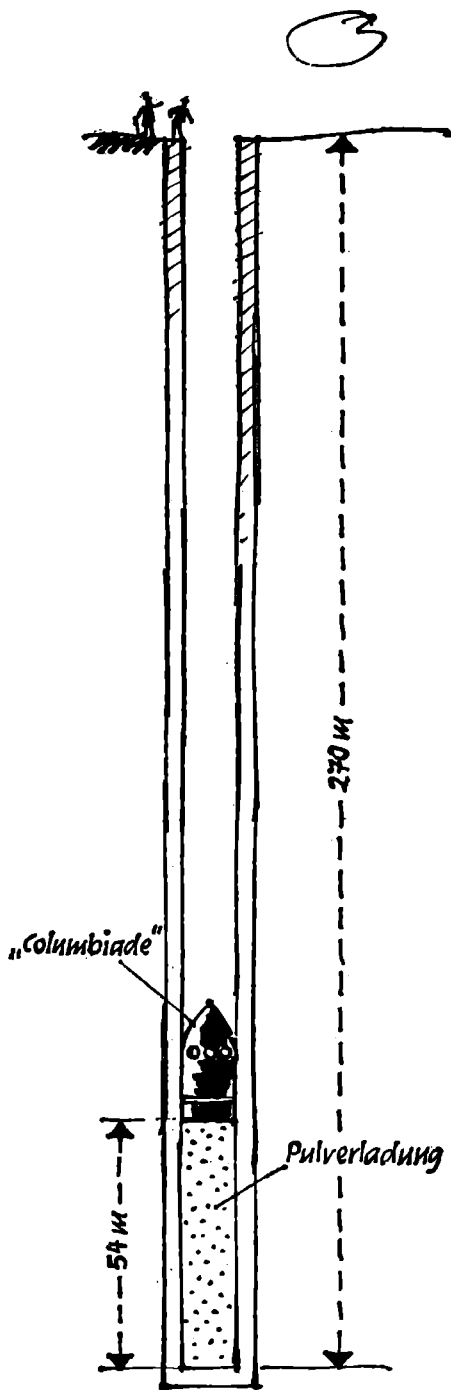
so kann man in einer Broschüre lesen. Und in einer anderen:

„Wer einen Abnehmer meiner Patente findet, erhält 25 Prozent der Verkaufssumme. Den Rest werde ich für meine Konstruktionen verwenden.“

Schließlich auf einem anderen Umschlag ein weiterer Hilferuf:

„Alle Bemühungen, Geld für ein lenkbares Metall-Luftschiff zu erhalten, waren bisher erfolglos. Ich werde kleine wissenschaftliche Arbeiten und utopische Erzählungen veröffentlichen. Helfen Sie mir, sie zu verbreiten und zu verkaufen!“

Ziolkowskis Freunde organisierten eine Geldsammlung — sie brachte 55 Rubel. Um den Autodidakten in Kaluga stand eine Mauer von Gleichgültigkeit und Spott. Der Physiklehrer an der Eparchialschule für Mädchen



So stellte sich Jules Verne seine „Kolumbiade“ vor

galt als komischer Kauz, als Sonderling, der sein Geld irgendwelchen phantastischen Ideen opferte.

Um die Jahrhundertwende machte er in Richtung Weltraumforschung die nächsten Schritte und wandte seine Aufmerksamkeit der Rakete zu.

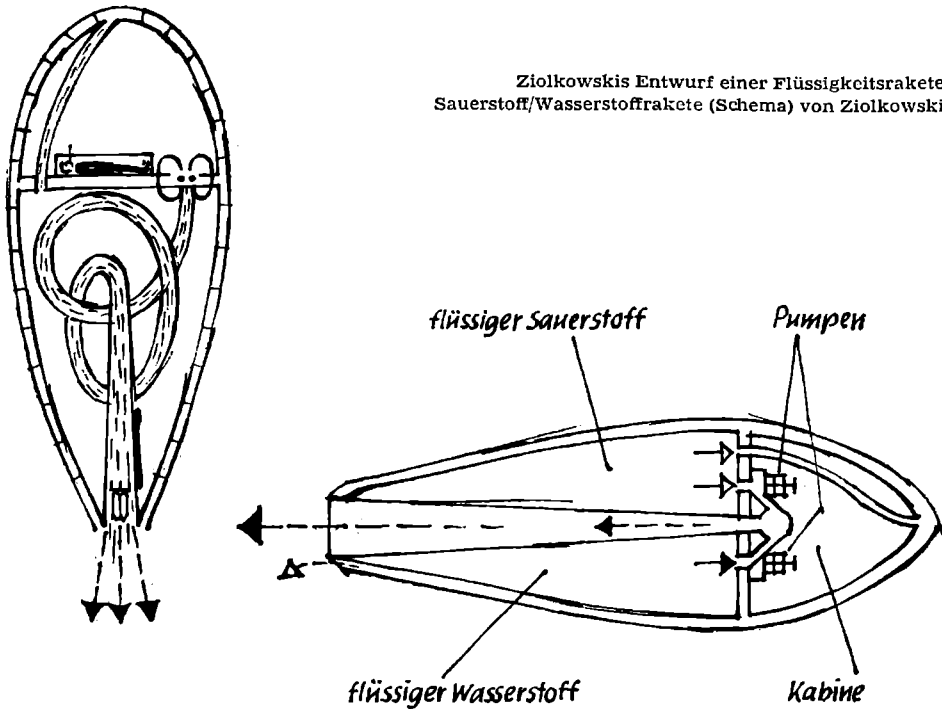
„Längere Zeit hindurch schaute ich auf die Rakete wie die anderen auch. Ich sah hierin nur ein Spielzeug oder vermutete kaum eine technische Verwendbarkeit. Ich erinnere mich heute nicht mehr daran, wann ich ein solches Interesse für die Rakete gefunden sowie ernste mathematische Berechnungen angefangen habe. Es scheint mir so, als ob der erste Ansporn hierzu durch die Lektüre der Phantasiewerke von Jules Verne gegeben wurde. Er schob die Denkarbeit meines Gehirns in eine bestimmte Richtung.“

Im Verlauf seiner Arbeiten entdeckte er ein Grundgesetz des Raketenfluges, das noch heute gültig ist und seinen Namen als Ziolkowskische Gleichung trägt. Dieses Gesetz besagt, daß die Geschwindigkeit einer Rakete – und folglich auch ihre Flugweite – theoretisch unbegrenzt ist und daß sie nur von der Geschwindigkeit abhängt, mit der die Verbrennungsprodukte aus der Düse der Rakete ausströmen – und natürlich vom Brennstoffvorrat.

Ein altes Notizblatt mit den fertigen Formeln trägt das Datum vom 25. August 1898. Aber erst 1903 konnte er in vollem Umfange die Ergebnisse seiner Untersuchungen unter dem Titel „Die Erforschung des Weltraumes mit Raketengeräten“ veröffentlichen.

In weiteren Aufsätzen und Broschüren beschäftigte er sich mit einer Fülle von Details der Weltraumforschung.

Ziolkowskis Entwurf einer Flüssigkeitsrakete
Sauerstoff/Wasserstoffrakete (Schema) von Ziolkowski

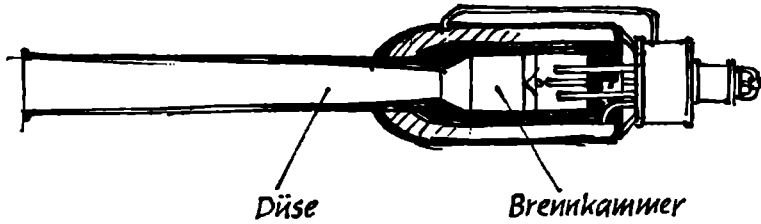


„Zuerst wird es möglich sein, mit einer Rakete einen Flug rund um die Erde zu machen, später auf ähnliche Weise die Sonne zu umkreisen. Alsdann könnte man sich diesem oder jenem Planeten nähern und gegebenenfalls das Sonnensystem verlassen und sich in einen Kometen verwandeln, der jahrtausendlang unter den Sternen herumirrt, sich einem von ihnen nähern, der für die Astronauten und ihre Nachkommenschaft zu einer neuen Sonne werden wird.“

Er hatte für den Antrieb der Raketen flüssige Brennstoffe – Wasserstoff und Sauerstoff – vorgesehen. Aber er sah auch eine Möglichkeit, die sich für uns im Photonen- oder elektrischen Antrieb abzeichnet.

„Man nimmt an, daß das Radium, das unaufhörlich zerfällt, verschiedene Masseteilchen ausstrahlt, die sich mit unvorstellbarer Geschwindigkeit, die der Lichtgeschwindigkeit nahekommt, bewegen. Diese Geschwindigkeiten sind sechs- bis fünfzigtausendmal so groß wie die Geschwindigkeit, mit der die Gase aus der Düse einer Rakete ausströmen.“

Außer einer kleinen Gruppe fortschrittlicher Gelehrter interessierte sich niemand für die kosmischen Pläne des kleinen Lehrers aus Kaluga. Die Zarenmacht, Feind jeden Fortschritts in Wissenschaft und Technik, Feind



Flüssigkeitsrakete von Ziolkowski

aller neuen Gedanken, die so leicht in die Nähe des Umsturzes des Bestehenden führen konnten, unterdrückte alles, was auch nur im geringsten gegen das Althergebrachte verstieß. In Unwissenheit und Aberglauben sah sie die beste Grundlage für ihre Herrschaft. Das war kein Boden für Ziolkowskis Pläne. Seine Zeitgenossen verstanden ihn nicht. So wurden die Jahre seiner größten wissenschaftlichen Erfolge auch die schwersten.

„Es gibt tatsächlich Dinge, für welche die Zeit noch nicht reif ist, sie gehen ohne Gewalt von selbst unter.“

Diese pessimistische Stimmung hielt bis zum Sturz der Zarenmacht an. Obgleich nach dem Sieg der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution die besten Lebensjahre Ziolkowskis vorüber waren, fühlte der 60jährige Gelehrte doch noch große Kraft in sich, und so wurde sein Lebensabend zur Blüte- und Reifezeit seines Schaffens.

Er erlebte zum ersten Mal nicht nur die volle Anerkennung seiner wissenschaftlichen Arbeit – er erhielt nun auch die Unterstützung, auf die er jahrzehntelang vergeblich gehofft hatte, und das bereits in den Jahren, als die Sowjetmacht sich der feindlichen Interventen erwehren mußte, als größte Armut herrschte und der Kampf um Kohle und Brot wichtiger war als die Lösung des Problems der Raketentreibstoffe und der Eroberung des Weltraumes.

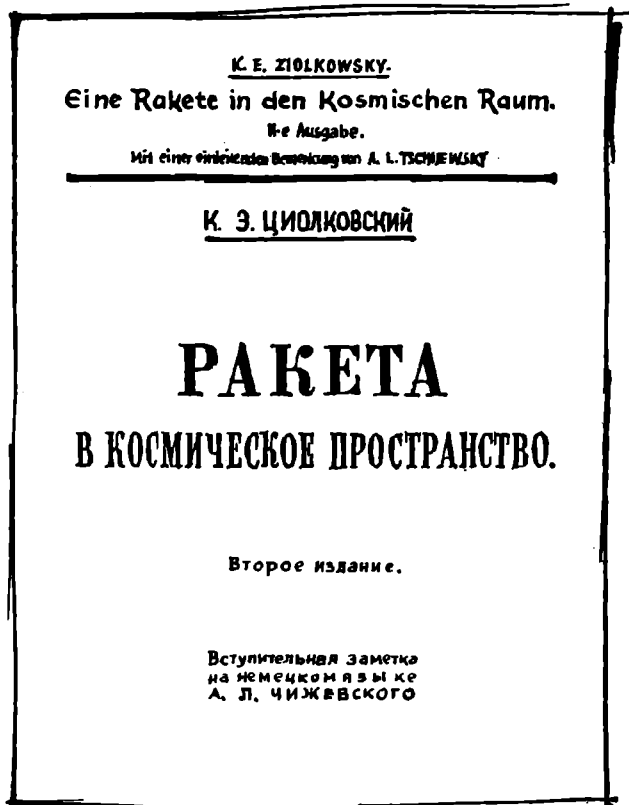
„Ich wurde zum Mitglied der Akademie gewählt, doch den Wunsch der Akademie, nach Moskau zu übersiedeln, konnte ich nicht erfüllen. In dieser Zeit habe ich die Tätigkeit als Lehrer ganz aufgegeben. Aber ich habe meine Arbeiten nicht unterbrochen. Im Gegenteil, nie habe ich so viel und so fleißig gearbeitet wie zu dieser Zeit.“

Auch diese Aufzeichnung Ziolkowskis kann man im Kalugaer Haus nachprüfen. Während der Zarenzeit verfaßte er etwa 130 Aufsätze, Abhandlungen und Schriften. 50 davon ließ er – zumeist auf eigene Kosten – drucken. 80 blieben unveröffentlicht liegen. In 18 Jahren der Sowjetmacht verfaßte er 450 Arbeiten!

Das, was er sich immer gewünscht hatte, wurde jetzt zur Wirklichkeit — er hatte Schüler und Anhänger, stand mit der gelehrten Welt in engster Verbindung, und wissenschaftliche und technische Gesellschaften nahmen sich seiner Forschungsergebnisse an. Auch im Ausland wurden mit einer Neuherausgabe seiner alten Veröffentlichungen seine Verdienste bekannt und gewürdigt.

In einer Mappe mit Glückwunschbriefen, die der Gelehrte anlässlich seines 75. Geburtstages erhielt, ist auch ein Brief der Deutschen Gesellschaft für Weltraumforschung abgeheftet, in dem es heißt:

„Die Gesellschaft hat Sie, hochverehrter Herr Ziolkowski, vom Tage ihrer Gründung an als einen ihrer geistigen Führer betrachtet und ließ keine Gelegenheit vorübergehen, in Wort und Schrift auf Ihre hohen Verdienste und auf Ihre nicht zu bestreitende russische Priorität bei der wissenschaftlichen Entwicklung unserer großen Ideen hinzuweisen.“



Titelseite
von Ziolkowskis Werk
aus dem Jahre 1923
„Eine Rakete
in den kosmischen Raum“

Heute sind in der Praxis der modernen Luftfahrt und Raketentechnik fast alle Ideen und Vorstellungen Ziolkowskis verwirklicht. Als er am 19. September 1935 starb, hat er noch selbst die Anfänge der Verwirklichung seiner Pläne erleben können. Die Männer, die die Strahltriebwerke und Raketenmotoren, Großraketen und Weltraumschiffe schaffen sollten, waren schon am Werke, und ihnen allen galt sein Gruß, als er in einer Rundfunkansprache am 1. Mai 1933 sagte:

„Vierzig Jahre lang arbeitete ich am Raketenprinzip und glaubte, man könne an einen Flug nach dem Mars erst in vielen hundert Jahren denken. Aber die Zeiträume schmelzen zusammen. Ich bin überzeugt, daß viele von euch den ersten Weltraumflug noch miterleben werden.“

Auch diese Prophezeiung ist eingetroffen. Die sowjetischen Wissenschaftler und Techniker, die jungen Kosmonauten haben sein Wort, das in den Obelisk über seinem Grab eingemeißelt ist, zur Wahrheit gemacht und den Weg in den Kosmos beschritten.

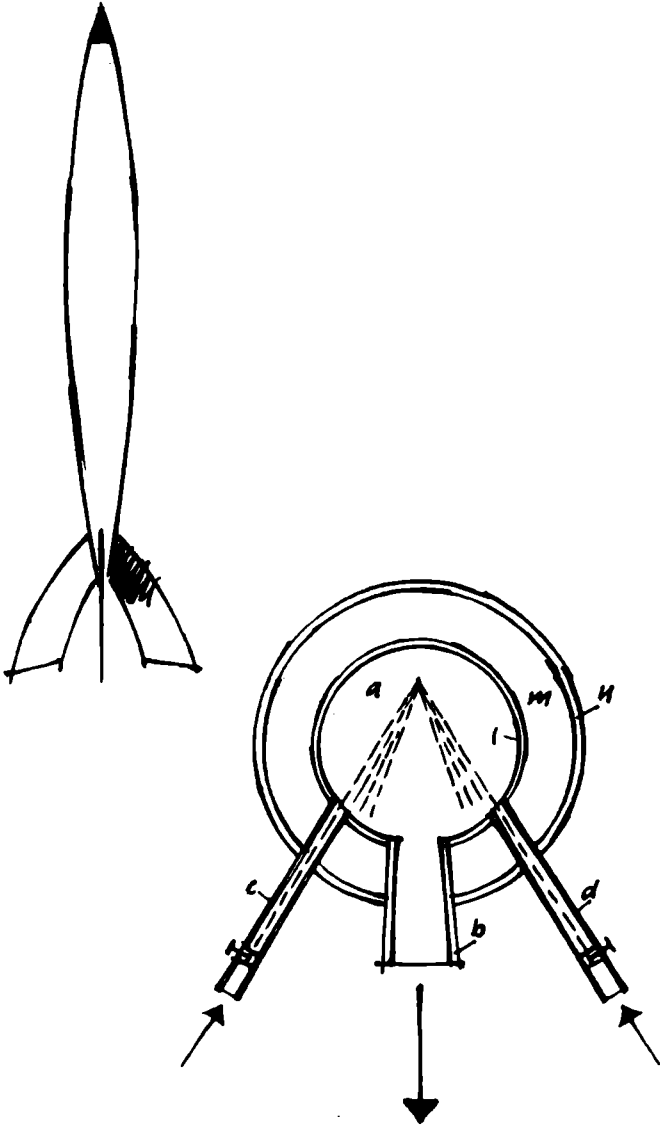
Träumer und Konstrukteure

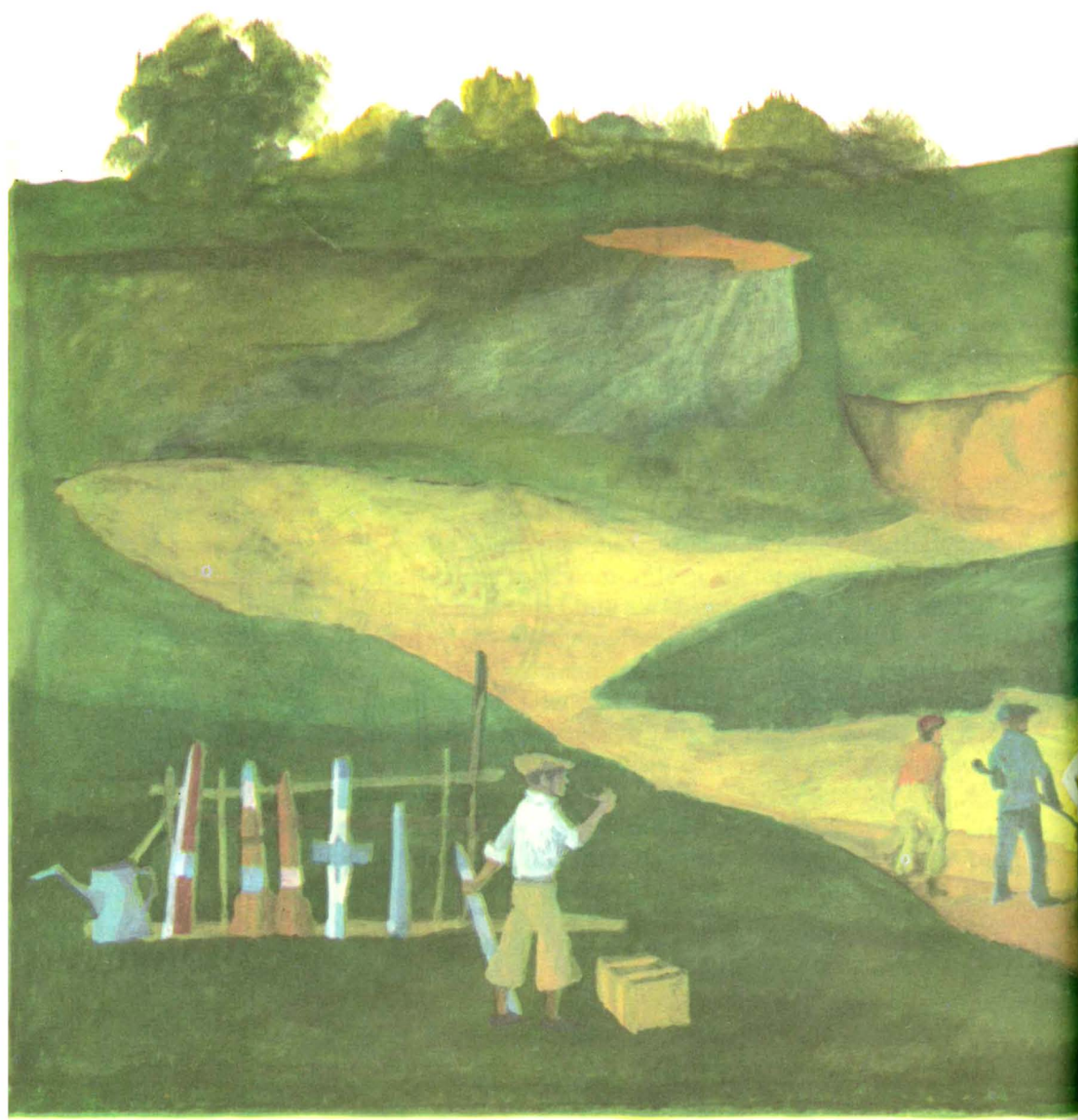
beschäftigten sich in aller Welt mit dem Raketenflug. Utopische Romane wurden geschrieben, wissenschaftliche Werke, Projekte und Pläne entstanden. Stille Gelehrte oder unternehmungslustige Allerweltskerle waren vom Abenteuer der Weltraumfahrt gepackt. Dabei war so gut wie alles, was an Projekten entstand, schon von Ziolkowski durchdacht worden.

Er entwarf die erste Weltraumstation, eine Metallkonstruktion, die man mit einzelnen Raketen auf eine Kreisbahn um die Erde bringt und dort zusammenbaut. Sie sollte nicht nur die Aufgabe einer „Tankstelle“ im Weltraum haben, von der aus man dann interplanetare Reisen unternehmen konnte, er plante sie in erster Linie als kosmisches Laboratorium und Observatorium. Er entwarf Raketenmotoren, in denen einer der Treibstoffe als Kühlung um die Verbrennungskammern geführt wurde, um den Erhitzungsgrad herabzumindern. Er entwarf das Gasstrahlruder, so daß die Raketen auch in der Antriebsperiode gelenkt werden konnten, und schließlich die Mehrstufenrakete oder den Raketenzug, wie er es nannte.

In den USA begann Professor Goddard mit der Konstruktion von Raketenmotoren. Eine Abhandlung mit dem harmlosen Titel „Eine Methode zur Erreichung großer Höhen“ machte ihn mit einem Schläge weltbe-

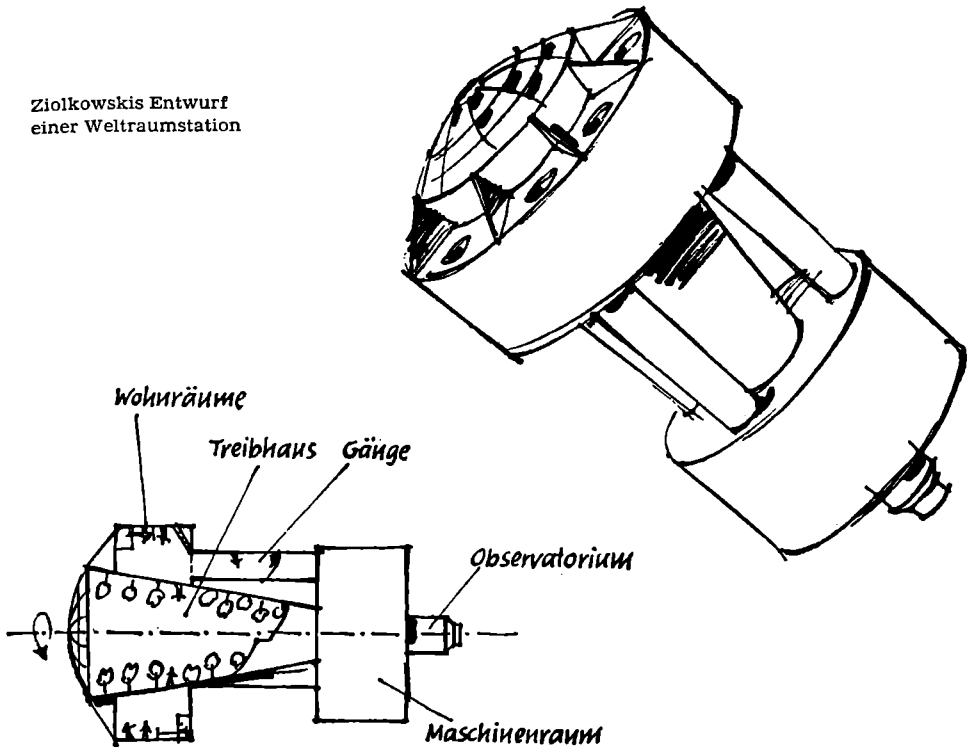
Raketenpioniere auf einem Übungsgelände







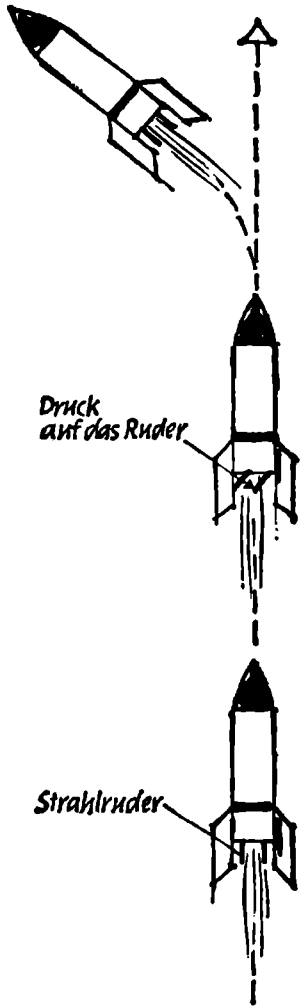
Ziolkowskis Entwurf
einer Weltraumstation



rühmt. In Wien beschäftigte sich Franz von Hoefft mit Raketenbrennkammern und Ausströmdüsen.

In Frankreich wurde Robert Esnault-Pelterie zum Begründer der Raketenforschung. Dieser alte Pionier der Technik erzählte einmal eine hübsche Anekdote, die den naiven Fortschrittsglauben charakterisiert, von dem viele Menschen damals erfüllt waren.

„Als ich Ende des vorigen Jahrhunderts dem Automobil das Wort redete und ich sagte: ‚Die Eisenbahnen sind gefahren; das Automobil wird fahren‘, wurde mir geantwortet: ‚Ja, aber das ist nicht dasselbe; die Eisenbahnen fahren auf Schienen.‘ Als ich als einer der ersten das Flugzeug zu verwirklichen suchte und sagte: ‚Das Automobil ist gefahren; das Flugzeug wird fliegen‘, wurde mir geantwortet: ‚Ja, aber das ist nicht dasselbe; das Automobil fährt auf dem Boden.‘ Eigentümlich ist es, wenn ich heute von der Astronautik spreche. Dann antworten die Leute in selbstverständlicher Weise: ‚Natürlich wird es gehen, mit dem Auto und dem Flugzeug ist es ja auch gegangen‘, und dann bin ich gezwungen zu sagen: ‚Ja, aber diesmal ist es nicht einmal Luft, was uns tragen muß, sondern absolut nichts, und das ist nicht dasselbe.‘“

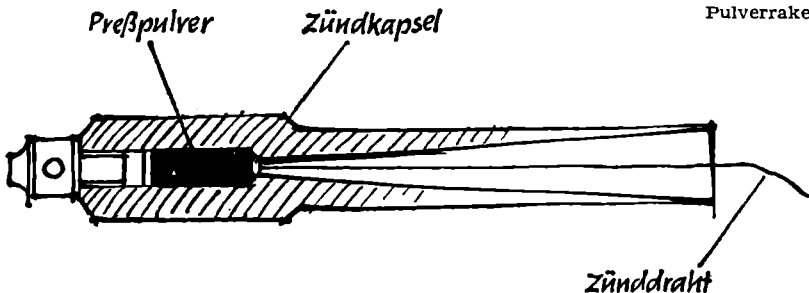


Wirkungsweise von Strahlrudern

In Deutschland wälzte Hermann Oberth Raketenpläne. Anfang der zwanziger Jahre entstand in seiner Heidelberger Studentenbude eine Dissertation mit dem Titel: „Die Rakete zu den Planetenräumen.“ Sie erschien 1922 als Buch und erregte großes Aufsehen. Auch er war in seinen Überlegungen zur mehrstufigen Flüssigkeitsrakete gekommen, die er mit einem Gemisch von Alkohol und flüssigem Sauerstoff betreiben wollte. Seine Berechnungen waren peinlich genau, und er konnte mit Leichtigkeit alle wissenschaftlichen Angriffe auf seine Theorie abschlagen. Er war hinter die gleichen Gesetzmäßigkeiten gekommen, die auch Ziolkowski schon gefunden hatte, allerdings konnte er dessen Veröffentlichungen nicht. Später schrieb er ihm:

„Ich wäre sicher mit meinen eigenen Arbeiten heute sehr viel weiter und hätte mir viel vergebliche Mühe erspart, wenn ich Ihre ausgezeichneten Arbeiten gekannt hätte. Sie haben das Licht entzündet, und wir werden arbeiten, bis sich der erhabenste Traum der Menschheit erfüllt haben wird.“

Auch in diesem Fall bestätigte sich, daß — wie Leopold Infeld sagte — physikalische Gesetze keine Geheimnisse sind. Was zu einer bestimmten Zeit entdeckbar wird, das wird auch entdeckt. Wenn Wissenschaft und Technik so weit sind, daß Neues hervorgebracht werden kann, entdeckt es nicht nur ein Forscher, sondern oftmals zugleich mehrere, ja, häufig sind sogar viele kluge Köpfe notwendig.



Pulverrakete von Goddard

Im Jahre 1926 flog die erste von Goddard entwickelte Flüssigkeitsrakete. Sie flog 12 Meter hoch und 60 Meter weit!

In Deutschland versuchte man, mit Festkörperraketen Fahrzeuge zu treiben. 1928 traten Sander, Volkhard und Fritz von Opel unter der Leitung von Max Valier mit Raketenautos auf Rennstrecken an. 230 Kilometer in der Stunde erreichte ein solches Auto am 23. Mai 1928 auf der Berliner Avus. Die 24 Pulverraketen, die es heulend und zischend vorwärts trieben, hätten ausgereicht, um ein vierstöckiges Haus in die Luft zu sprengen. Begreiflich, daß viele Menschen mit sehr gemischten Gefühlen am Rande der Avus standen.

Ein Jahr später flog das erste raketengetriebene Flugzeug. In der Maschine saß der junge Fritz von Opel. Der Flug gelang. Bei der Landung ging aber der wacklige Eindecker zu Bruch. Der Pilot wurde verletzt und gab die Raketenfliegerei auf, die er ohnehin nur betrieben hatte, um das ramponierte Ansehen der Opel-Automobilwerke aufzupolieren.

Im Gegensatz zu Opel war es Max Valier ernst um die Raketenforschung. Er machte seine sensationellen Versuche zur ebenen Erde und in der Luft nur, um Interessenten und Geldleute für die von ihm geplanten Weltraumraketen zu finden. 1930 kam er in den Flammen einer explodierenden Flüssigkeitsrakete um.

Andere machten an seiner Stelle unverdrossen weiter. Überall gab es kleine Gruppen bastelnder Ingenieure und Konstrukteure, die brauchbare Raketenmotoren für flüssige Treibstoffe entwickeln wollten.

Auf dem ehemaligen Schießplatz in Berlin-Reinickendorf experimentierten Rudolf Nebel und Klaus Riedel mit einer neuartigen Rakete, die mit flüssigem Sauerstoff und Benzin angetrieben wurde. Es war ein höllisch gefährliches Unternehmen. Aber immerhin, es wurden schon Höhen bis zu 1500 Meter und Entfernungen von 5 Kilometern erreicht. Das waren für die kleinen, schlanken Raketen, die sich bequem auf der Schulter tragen ließen, ganz beachtliche Leistungen. Unter den Raketenenthusiasten, die in verschiedenen Gruppen auf dem alten Schießplatz experimentierten und die zumeist wegen prinzipiell unterschiedlicher technischer Auffassungen miteinander in Fehde lagen, war auch der junge Student der Technischen Hochschule in Charlottenburg Wernher von Braun. Eines Tages tauchte auf dem ehemaligen Schießplatz ein Herr vom Heereswaffenamt auf. Er sah sich an, was die jungen Leute trieben, und erklärte ihnen, es sei an der Zeit, diese Spielerei und die phantastischen Projekte der Weltraumfahrt aufzugeben. Jetzt sei, so meinte er, die sechste Stelle hinter dem Komma der Bahnkurvenberechnung für eine Reise zur Venus ebenso gleichgültig wie die Frage der Frischluftversorgung in der Druckkabine eines Marsbootes. Sie sollten Boden unter die

Füße bekommen und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten lieber für erdgebundene Ziele einsetzen.

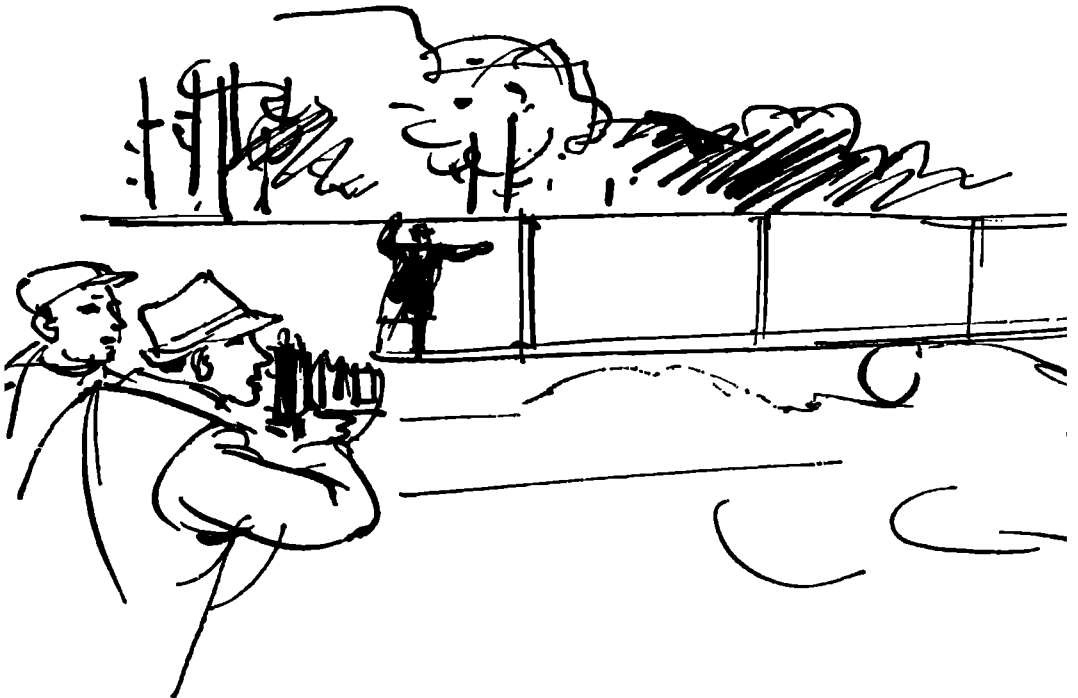
Die jungen Raketenleute wußten, was damit gemeint war, und gaben dem Offizier zu verstehen, daß sie friedliche Pläne hätten und nicht daran dächten, sich mit Waffen und Kriegsgerät zu beschäftigen. Außerdem seien auf dem Schießplatz sie noch die Hausherren und nicht die Reichswehr.

Aber nicht mehr lange! So hatte der Artillerieoffizier vom Heereswaffenamt, Dr. Dornberger, gedroht, bevor er den Platz verließ. Und so sollte es kommen. Die Reichswehr wurde nicht nur Herr des Platzes, sie wurde auch allein berechtigt, Raketenversuche durchzuführen. Die private Arbeit der Raketenenthusiasten, die ihre letzten Groschen in die Versuche gesteckt hatten und nächtelang nicht aus ihrer Werkstatt herausgekommen waren, wurde verboten und die Raketenforschung zum militärischen Geheimnis erklärt. Die Träume von der Weltraumfahrt waren in Deutschland zu Ende.

Nur einer verließ die Raketenpioniere und ging mit dem Artillerieoffizier – Wernher von Braun.

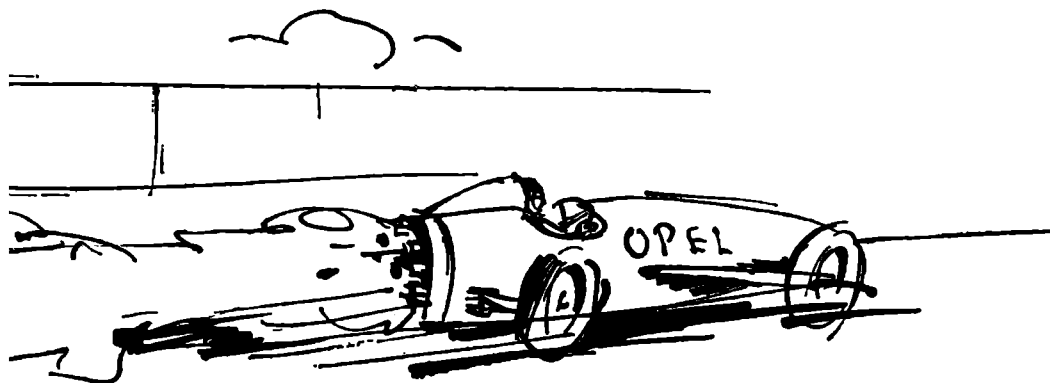
Hitler rüstete und hetzte zum Krieg.

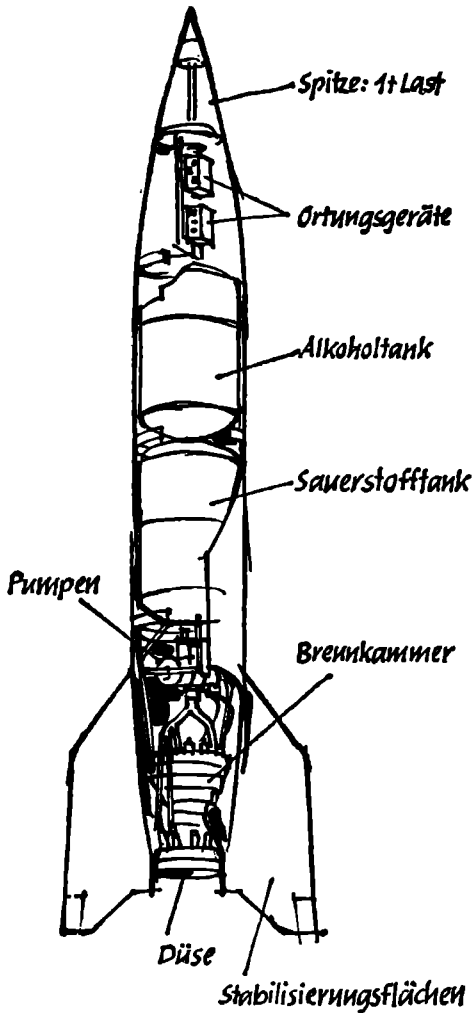
In Peenemünde entstanden die geheimen Raketenprüfstände und Werkstätten. Dr. Dornberger wurde Kommandeur und Wernher von Braun Technischer Direktor. Den Aufbau der kriegswichtigen Anlagen hatte übrigens ein Bauleiter in der Hand, der später noch einmal eine Rolle spielen sollte – Heinrich Lübke, der zweite westdeutsche Bundespräsident.





Am 3. Oktober 1942 stand ein 14 Meter hohes, schlankes Projektil von 13 Tonnen Gewicht, das „Aggregat 4“, auf der Startrampe. Die Treibstoff-tanks dieser Rakete waren mit Spiritus und flüssigem Sauerstoff gefüllt. Im Raketenkopf steckte die „Nutzlast“, eine Tonne Sand. Wenn dieser Versuch gelang, sollte es beim nächsten Mal eine Tonne Sprengstoff sein. Die Rakete wurde gezündet – Stichflammen schlugen über die Plattform





Schnitt durch ein A 4

ten in der Endphase des Krieges produziert werden. Tatsächlich wurden aber nur 5946 hergestellt. Von diesen erreichte ein großer Teil nicht das Ziel, denn in Deutschland gab es nicht nur Raketeningenieure, die sich willig in den Dienst der faschistischen Eroberungspolitik stellten, es gab auch Widerstandskämpfer, die den Raketenterror brechen halfen. Die V-2-„Wunderwaffen“ wurden in unterirdischen Produktionsanlagen bei Nordhausen hergestellt. Zum Ausbau dieser geheimnisvollen Fabrik tief unter der Erde und in der Produktion wurden die Häftlinge des eigens

der Abschußrampe, die Rakete zitterte, hob sich auf ihrem Feuerschweif empor, stieg erst langsam, dann schneller und schneller und jagte schließlich wie ein Silberpfeil in den Himmel.

Der Versuch war gelungen. Chefkonstrukteur Dr. Wernher von Braun, 31 Jahre alt, wurde zum Professor ernannt. Aber sein sehnlichster Wunsch, mit diesen Raketen in den Krieg einzugreifen, erfüllte sich zunächst noch nicht. Hitler und sein Generalstab glaubten, daß sie mit herkömmlichen Waffen sehr leicht den Sieg erringen würden. Erst als die Fronten wankten und Wernher von Braun alle Überredungskünste für seine „Wunderwaffe“ aufbot, begann die Großproduktion der Rakete „A 4“, die dann „V 2“ genannt wurde.

Im September 1944 stürzten sich die ersten V 2 mit einer Tonne Sprengladung im Kopf auf London. 4300 weitere sollten noch folgen, Tod und Vernichtung über die Stadt bringend. Aber die „Wunderwaffe“ hielt nicht, was sich die Militärs von ihr versprochen hatten. Viele Raketen stürzten kurz nach dem Start infolge technischer Fehler ab oder fielen wegen einer Störung im Steuerungssystem unterwegs ins Wasser. 12 000 V 2 soll-

dafür aufgebauten Konzentrationslagers Dora eingesetzt. Man muß wissen, daß Heinrich Lübke, ehemals westdeutsches Staatsoberhaupt, zu den Erbauern des Lagers Dora gehörte.

In diesem KZ stand Albert Kuntz, ehemaliger kommunistischer Reichstagsabgeordneter und enger Kampfgefährte Ernst Thälmanns, an der Spitze der internationalen Widerstandsbewegung der Häftlinge. Er war der Organisator der geheimen und gefährlichen Arbeit gegen die Mordmaschinerie der Nazis. Er hatte auch großen Einfluß auf verschiedene dort tätige deutsche Zivilisten, so daß wirksam in die Produktion eingegriffen werden konnte. Der tschechoslowakische Arzt Dr. Jan Cešpiva, der im Februar 1944 von der illegalen Lagerleitung der Häftlinge des KZ Buchenwald ins KZ Dora geschleust wurde, um zu versuchen, hier den Häftlingen ärztliche Hilfe zu geben, erinnert sich:

„Konkrete Widerstandsarbeit war die Sabotage der Produktion, vom Zurückhalten der Transporte mit einzelnen Teilen über Beschädigung der Maschinen bis zu komplizierten Störungen der Produktion. Diese Störungen führten jene Häftlinge aus, die Fachleute waren. Die Nazis hatten solche Menschen aus ganz Europa in das Lager ‚Dora‘ verschleppt.

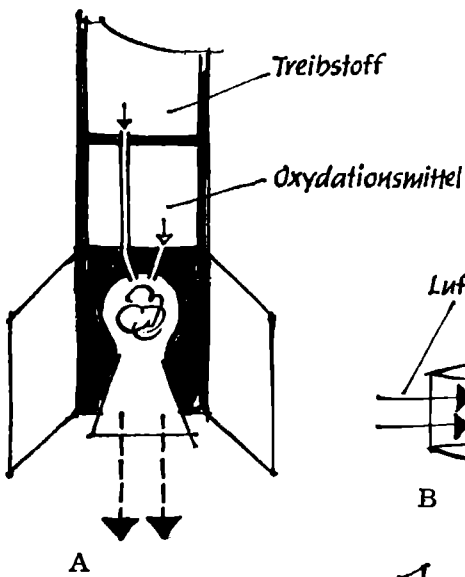
Die Anzahl der fehlerhaften Geschosse erhöhte sich immer mehr. Je erfolgreicher unsere Arbeit war, desto intensiver versuchte die Gestapo, uns auf die Spur zu kommen.“

Im November 1944 wurden Albert Kuntz, Jan Cešpiva und andere verhaftet. Ein als „Häftling“ getarnter Agent der SS hatte sie verraten.

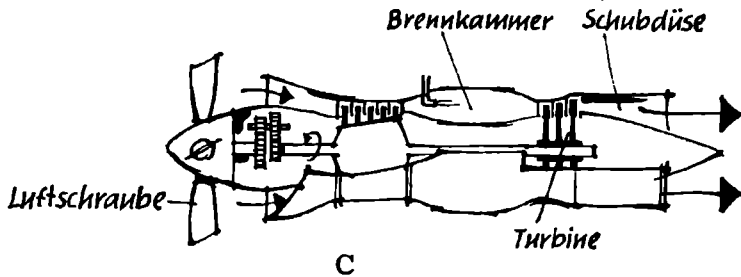
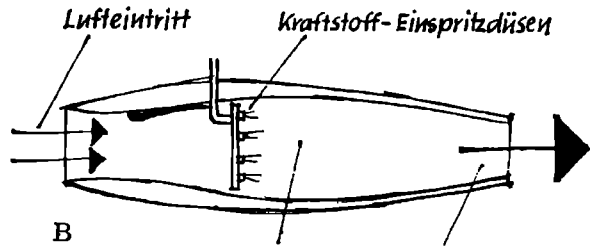
„Ich war damals in einer Zelle, von der aus ich verfolgt wurde, wie Albert Kuntz verhört wurde. Er schwieg. Vierzehn Tage lang wurde er buchstäblich ununterbrochen geschlagen. Kurz vor Weihnachten 1944 traf ich ihn einmal auf dem Gang. Ich hätte ihn bald nicht wiedererkannt. Aber man hat ihn nicht gebrochen. Albert lehnte sogar ab, die Protokolle zu unterschreiben. Ende Januar 1945 haben die Nazis Albert Kuntz ermordet. SS-Männer verbrannten ihn im Krematorium.“

Albert Kuntz und die anderen waren standhaft geblieben, hatten geschwiegen, und so konnten die Häftlinge und Zwangsarbeiter auch weiterhin auf ihre Weise den Kampf gegen die „Wunderwaffen“ führen. Sie versuchten unter den grauenhaften Lebensbedingungen im Lager und angesichts des Todes, anderen Menschen Zerstörung, Grauen und Tod zu ersparen.

Ein Krieg, der an den Fronten verloren ist, kann auch durch Raketenterror gegen die Zivilbevölkerung nicht mehr gewonnen werden. Als das schließlich auch Wernher von Braun einsehen mußte, standen amerikanische Of-



- A Raketentriebwerk
- B Staustrahltriebwerk
- C Propellerturbinen-Luftstrahltriebwerke



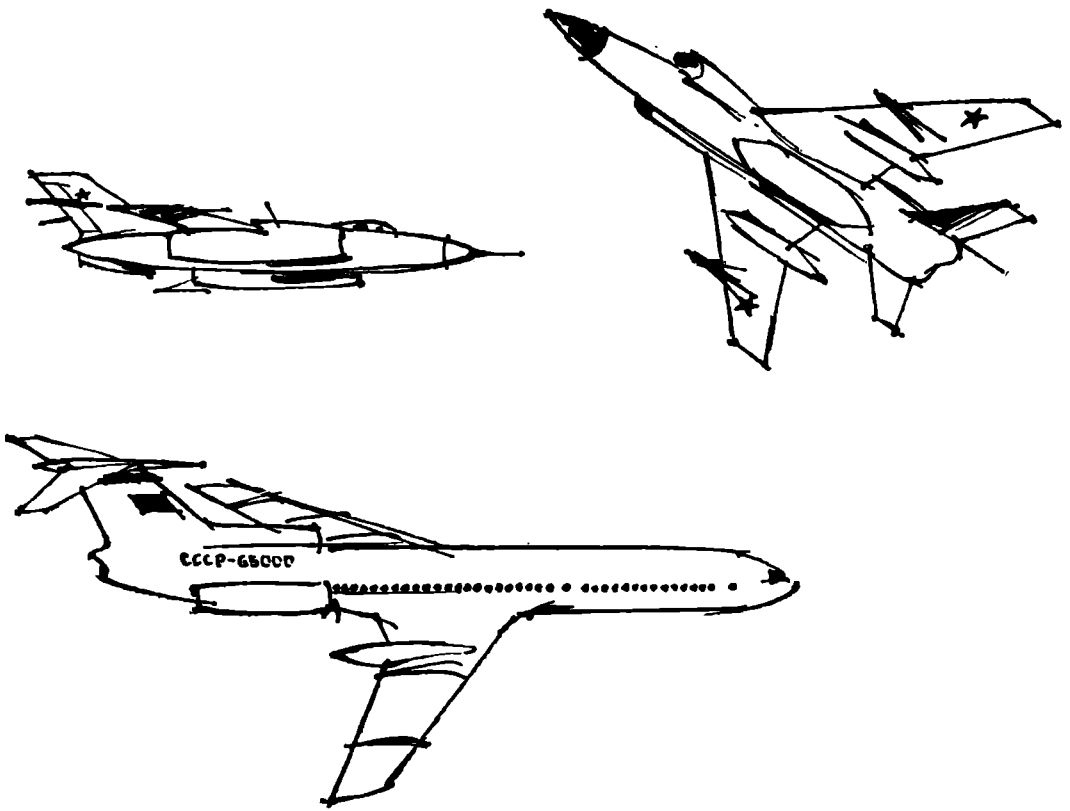
fiziere vor seiner Tür. Sie packten den Raketenprofessor, den Dr. Dornberger und die Spezialisten ihrer Mannschaft mitsamt den noch nicht abgefeuerten V 2 auf Schiffe und in Flugzeuge und brachten sie nach den USA.

Die Bezwingen des Kosmos

gingen aus einer anderen Schule hervor – aus der Schule Ziolkowskis. Ihm am nächsten stand der Ingenieur Friedrich Arturowitsch Zander. Zander, Kondratjuk und Tichonrawow waren die Männer, die auf dem Gebiet der Raketentechnik die nächsten Schritte taten.

Zander beschäftigte sich mit der Konstruktion von Flüssigkeitsraketen-Antrieben. Dabei war er – wie Ziolkowski – der Meinung, daß solche Triebwerke zunächst in der gewöhnlichen Luftfahrt erprobt werden müßten. Ziolkowski selbst hatte in seinem Aufsatz „Das Strahltriebflugzeug“ die prophetischen Worte geschrieben:

„Auf die Zeit der Propellerflugzeuge muß die Zeit der Strahltriebflugzeuge oder Stratosphärenflugzeuge folgen.“



In den Jahren 1930 bis 1933 entstanden die ersten sowjetischen Raketentriebwerke OR-1 und OR-2. Zander starb im März 1933, aber sein Mitarbeiter Tichonrawow setzte die Versuche fort. Im August des gleichen Jahres startete er auch die erste mit Zander noch gemeinsam entwickelte Flüssigkeitsrakete. Sie erreichte eine Höhe von 10 Kilometern.

Weitere Versuche und Erprobungen führten zur Entwicklung immer leistungsfähigerer Triebwerke verschiedenster Konstruktion. 1940 wurden sie erstmals in der Sowjetunion auch in Flugzeuge eingebaut.

In Raketentriebwerken erfolgt die Verbrennung des Treibstoffs mit Hilfe eines mitgeführten Oxydationsmittels – komprimierte Luft, flüssiger Sauerstoff –, da sie ja für Flüge außerhalb der Atmosphäre entwickelt sind und den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff nicht aus der Luft nehmen können. Triebwerke für Flugzeuge, die gewissermaßen im Luftmeer schwimmen, brauchen natürlich kein Oxydationsmittel mitzunehmen. In Triebwerken der verschiedensten Konstruktion – Strahltriebwerke oder Propellerturbinentriebwerke – wird die Luft angesaugt oder in den sogenannten Luftstrahl- oder Staustrahltriebwerken durch ihren bei großer Fluggeschwindigkeit hohen dynamischen Druck in die Brennkammern hineingepreßt.

Solche Triebwerke für die im landläufigen Sinne als Düsenflugzeuge bezeichneten Maschinen wurden zu gleicher Zeit auch in Deutschland, England und in den USA entwickelt.

Heute ist die Prophezeiung Ziolkowskis wahr geworden: die Zeit der Strahltriebwerke ist angebrochen. Und es ist kein Zufall, daß sich die berühmten sowjetischen Maschinen nicht nur als erste und größte im Passagierverkehr bewährten, sondern auch als die zuverlässigsten und sichersten gelten.

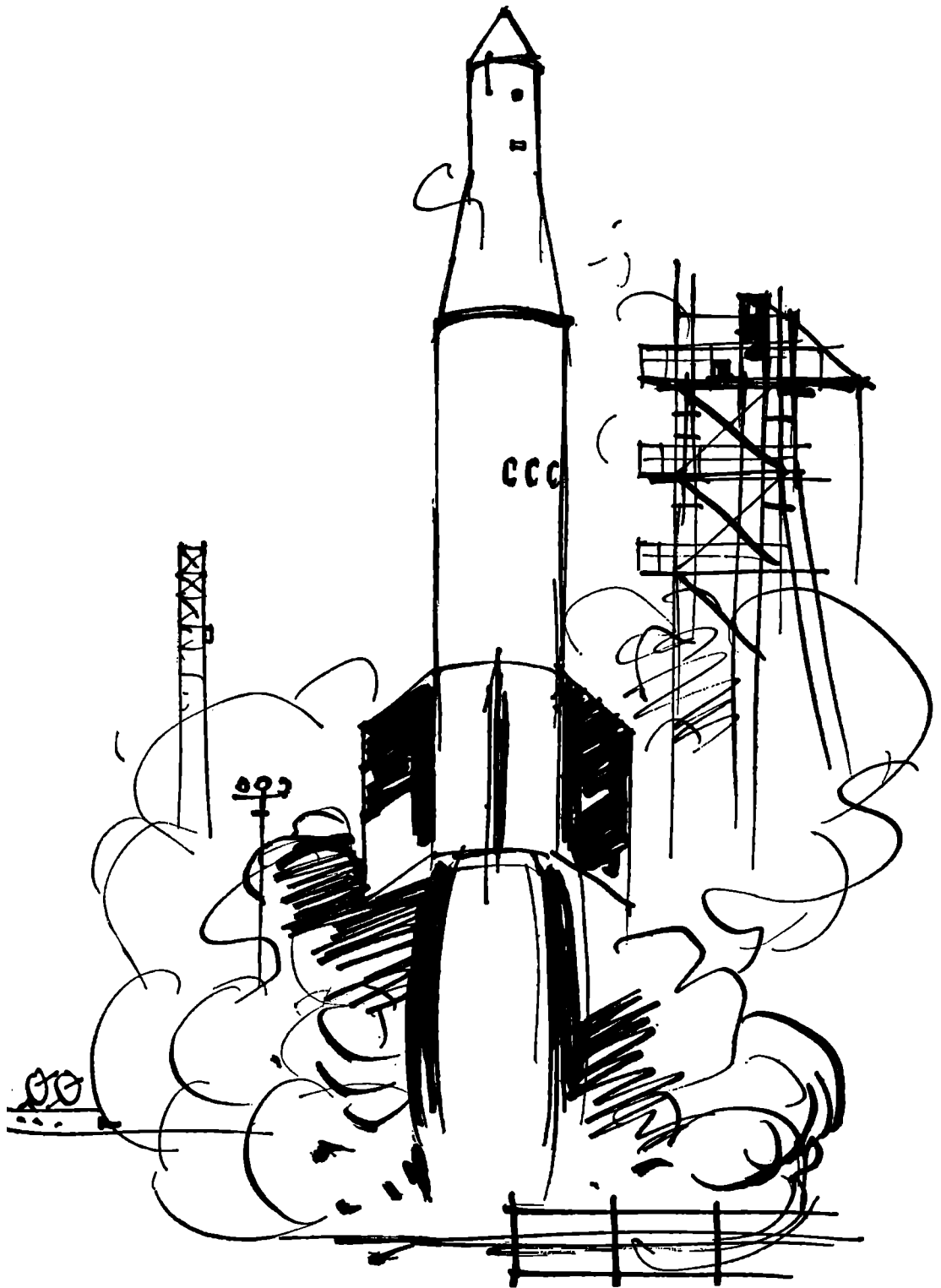
Hatte das Flugzeug mit Kolbenmotor bei der Fluggeschwindigkeit von 750 km/h seine höchste und nicht mehr zu überbietende Entwicklung erreicht, so betragen die Reisefluggeschwindigkeiten der modernen sowjetischen Passagiermaschinen 800 bis 1000 km/h. Jagdflugzeuge fliegen 2500 km und mehr pro Stunde. Hyperschallgeschwindigkeiten – fünf- und mehrfache Schallgeschwindigkeiten – werden angestrebt.

Das alles, so könnte man meinen, hat mit der Raketentechnik nichts zu tun. Aber das Düsenzeitalter ist in Wahrheit aus der Entwicklung der Raketentriebwerke hervorgegangen, und auf die kontinuierliche Verbesserung der Raketennmotoren wirkten nun die im Triebwerksbau gesammelten Erfahrungen wieder zurück. 1949 erreichten sowjetische Großraketen eine Höhe von 110 Kilometern. Sieben Jahre später stiegen sie bis auf 450 Kilometer.

Am 4. Oktober 1957 begann dann mit „Sputnik I“, dem ersten künstlichen Erdsatelliten, das Zeitalter der Eroberung des Kosmos. Die gewaltige Trägerrakete erreichte die erste kosmische Geschwindigkeit, etwa 8 km/s, und brachte den Sputnik auf die elliptische Umlaufbahn, auf der er in 96 Minuten die Erde umflog.

Die Höhenforschung mit Raketen war Teil eines Forschungsprogramms, das innerhalb des Internationalen Geophysikalischen Jahres abgewickelt werden sollte. Die wissenschaftlichen Ergebnisse entsprachen auch oder, besser gesagt, übertrafen alle Erwartungen.

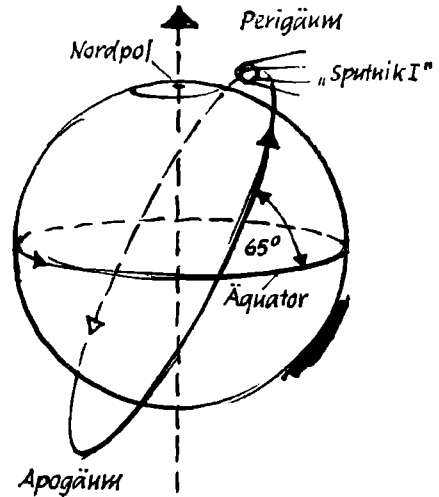
In den USA hatte man nicht damit gerechnet, daß es der Sowjetunion tatsächlich gelingen könnte, solche mächtigen Raketen zu bauen und mit ihnen künstliche Trabanten samt einer Fülle von wissenschaftlichen Geräten auf eine Kreisbahn um die Erde zu bringen. Als aber Sputnik I am Himmel stand und in der ganzen Welt die sensationellen Erfolge sowjetischer Wissenschaft und Technik gefeiert wurden, fühlten sich viele amerikanische Bürger hinters Licht geführt. Denn ihnen war schon seit Jahren durch einen Reklamerummel ohnegleichen, durch Bücher, Filme und eine Flut von Zeitungsartikeln das beginnende kosmische Zeitalter als eine Epoche des Triumphs der amerikanischen Raketenforscher und Welt-raumabenteurer vorgeführt worden. Jeder wußte, daß riesige Mittel in



die Raketentechnik flossen, die von Gruppen des Heeres, der Marine und der Luftwaffe getrennt betrieben wurden.

Besonders Wernher von Braun, Hitlers ehemaliger Raketenspezialist, hatte durch sensationelle Projekte über die Möglichkeiten der Weltraumforschung ein solches Bild vom Stand der amerikanischen Raketentechnik entworfen, daß an die überragende Überlegenheit geglaubt wurde. Der Raketenforscher hatte mit einer Gruppe von 150 anderen deutschen Spezialisten, von der V 2 ausgehend, in Amerika die Raketentechnik entwickeln helfen. Er war Leiter der Raketenforschergruppe des Heeres, amerikanischer Staatsbürger und ein tüchtiger Propagandist seiner eigenen Sache, denn er veröffentlichte phantastische Zukunftsbilder, die er so geschickt mit dem Anstrich wissenschaftlicher Genauigkeit versah, daß die technische Durchführbarkeit ohne allen Zweifel schien. Mit dreistufigen Großraketen, hoch wie der Turm des Berliner Roten Rathauses und so schwer wie ein mittlerer Kreuzer, wollte er zunächst eine große, ringförmige Außenstation der Erde errichten, eine Weltraumstation von 75 Meter Durchmesser und drei Stockwerken Höhe, auf einer Bahn in 1730 Kilometer Entfernung von der Erde. Die einzelnen Raketentufen sollten jeweils von 51, 34 oder 5 Mammut-Raketentriebwerken angetrieben werden. Auf der Kreisbahn angekommen, würde die Besatzung die 32,5 Tonnen Nutzlast ausladen und mit der Montage der Station beginnen.

„Allerdings reicht die Ladung eines Raumschiffes nur für den Beginn des Baues der gewaltigen, dreistöckigen, 75 Meter weiten Raumstation; für die Herbeischaffung des Materials sind ungefähr ein Dutzend solcher Flüge erforderlich. Diese Rakenschiffe, die planmäßig in ununterbrochener Folge mit dem Fortschreiten der Arbeit an demselben Punkt im Raum eintreffen müssen, werden nach und nach die notwendigen Bauteile der auf der Erde vorbereiteten Raumstation heranschaffen. Mit der Ankunft der letzten Last wird die Station fertig und das Unternehmen beendet sein. Welch ein Unternehmen!



Umlaufbahn von Sputnik

Ein von Menschenhand geschaffener, von Menschen bewohnter künstlicher Himmelskörper!“

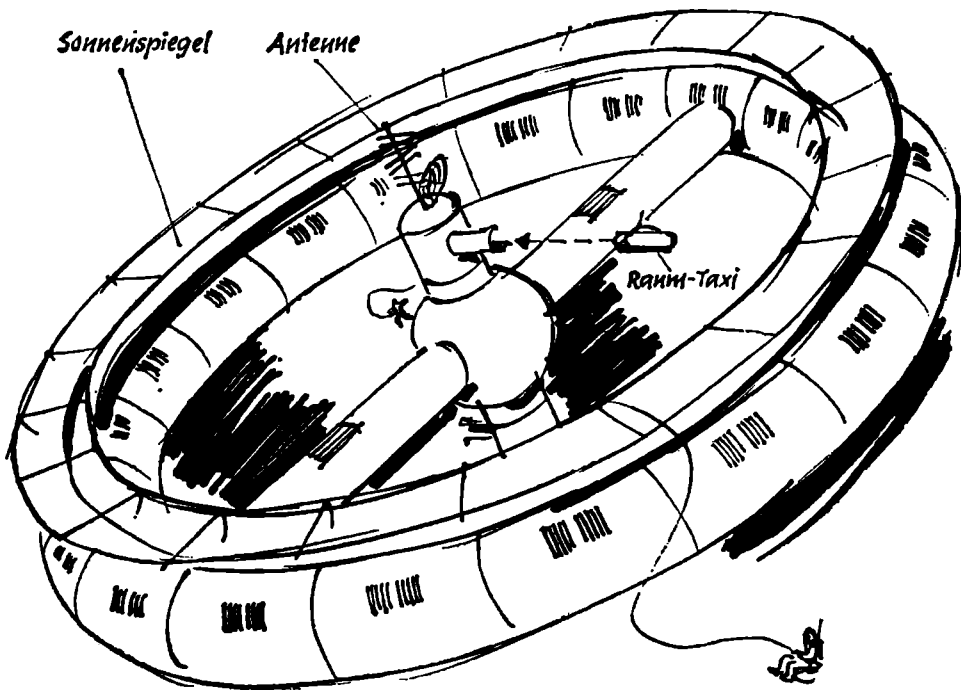
So schrieb Wernher von Braun im Jahre 1953. In seinem Buch erscheint wissenschaftlich und technisch alles aufs beste gelöst: Material, Treibstoff, Kosten, alles ist bis auf die letzte Kommastelle berechnet. In zehn Jahren könnte die Station stehen, wenn man sofort mit den Vorbereitungen begänne. Kostenpunkt: 4 000 000 000 Dollar.

„Wenn das ganze Projekt von Anfang an sorgfältig geplant ist, müßten die geschätzten 4 000 000 000 Dollar für sämtliche Ausgaben reichen – vom Zeichenpapier, auf dem die Experten die ersten Entwürfe machen, bis zur Station selbst.“

Andere amerikanische Raketenexperten hielten dieses Projekt für absolut utopisch. Dr. Rosen, Konstrukteur der amerikanischen Forschungsrakete Viking und Leiter des Marine-Forschungslaboratoriums, bekam Schüttelfrost, wenn er von den Schwierigkeiten sprach, über die von Braun so unbekümmert hinwegging.

Wie viele Raketen hatten versagt, weil irgendeine Kleinigkeit noch nicht

Entwurf einer Raumstation



genügend erprobt oder nicht zuverlässig genug war, und an dem Raketenungetüm, wie es Braun vorschwebte, war noch nichts erprobt — am allerwenigsten die Raketenmotoren! Solche Ungeheuer hatte noch niemand auf dem Zeichenbrett, geschweige denn schon auf dem Prüfstand! Und von diesen Mammuttriebwerken sollten 51 gleichzeitig funktionieren? Bisher, so sagte damals Dr. Rosen, konnten wir uns nicht einmal darauf verlassen, daß auch nur eines mit Sicherheit funktioniert!

Viele andere Einwände kamen noch, die sich auf tausend Einzelheiten des Projekts bezogen. Wie berechtigt die Bedenken waren, geht aus den Schwierigkeiten hervor, die sich im Verlauf der bisherigen Weltraumforschung ergaben. Kurzum: viele Fachleute verurteilten das Projekt des V 2-Mannes, nannten es leichtfertig und utopisch.

Das hinderte aber nicht, von Brauns Vorstellungen in spannenden Spielfilmen zur „Realität“ werden zu lassen. Und da auch die amerikanische Öffentlichkeit wenig von den Bedenken und Vorwürfen erfuhr, war der Vorgriff auf die Zukunft zu einer Sache geworden, die in einigen Jahren zur amerikanischen Wirklichkeit werden würde.

Das Weltraumprojekt hatte für die amerikanische Öffentlichkeit auch noch aus einem anderen Grunde sehr viel für sich, die Raumstation war als militärisches Objekt geplant.

„... dann wäre kein Platz auf der Erde — von Pol zu Pol — sicher vor solchen Raumwaffen, die von einer Station im Weltall aus abgefeuert werden. Berücksichtigt man, daß die Station alle bewohnten Gebiete der Erde überfliegt, dann erkennt man, daß eine derartige Atomkriegstechnik den Erbauern des Satelliten die bedeutendsten taktischen und strategischen Vorteile bietet, die es in der Kriegsgeschichte je gegeben hat.“

Das mochte damals in den Ohren vieler überzeugend geklungen haben. Bedenkt man, daß die USA-Militärs ihr Atombombenmonopol eingebüßt hatten und der kalte Krieg einem Gipfelpunkt zustrebte, so schien es einleuchtend, daß die Militärs die Atombombenstation im Weltall sehr gern gehabt hätten.

Um das Projekt Wernher von Brauns in dieser Richtung zu unterstützen, schrieb ein Freund von ihm, der politische Publizist Cornelius Ryan, im Vorwort des Braunschen Buches:

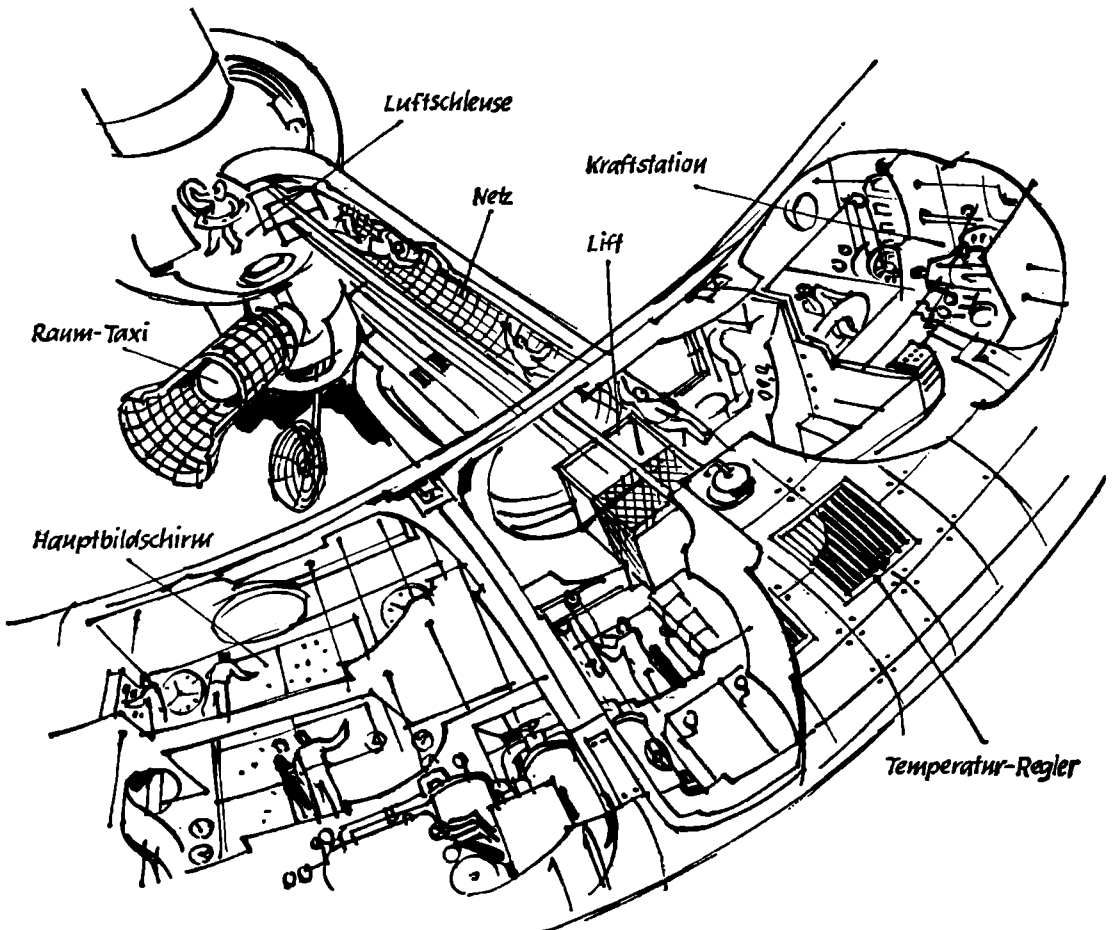
„Wir wissen, daß die Sowjetunion — genau wie die USA — ein umfangreiches Programm zur Entwicklung von ferngelenkten Geschossen und Raketen in Arbeit hat. Aber die Russen haben auch zu verstehen gegeben, daß sie die Möglichkeit des Baues gewaltiger Raketen, welche die Atmosphäre verlassen können, ebenfalls untersuchen. Einer ihrer führenden Wissenschaftler,

M. K. Tichonrawow, Mitglied der Militärakademie, gab bekannt, daß solche Raketenschiffe gebaut werden können und daß die Errichtung einer Station im Weltall nicht nur vorstellbar, sondern praktisch möglich wäre. Sowjetische Ingenieure könnten sogar — so erklärte er — die charakteristischen Daten derartiger Raumfahrzeuge genau berechnen. Und er fügte hinzu, daß die sowjetische Entwicklung auf diesem Gebiet der westlichen ebenbürtig sei, ja diese vielleicht sogar übertreffe.“

Ganz im Sinne der waffentechnischen Spekulation Wernher von Brauns pries auch Ryan die Raumstation als Atombombenträger und versuchte, die Dringlichkeit, sie zu schaffen, mit den Sätzen zu beschwören:

„Wir haben bereits zu unserem Kummer gelernt, daß sowjetische Wissenschaftler und Ingenieure niemals unterschätzt werden sollen. Sie erzeugten die Atombombe um manches Jahr früher, als angenommen worden war. Und während wir noch

Schnittbild der Raumstation



glauben, daß die Sowjetunion die praktische Arbeit an solch einem Raumflugprojekt nicht aufgenommen hat, weisen selbst amerikanische Wissenschaftler darauf hin, daß ihnen das grundlegende Wissen für ein derartiges Programm schon seit 20 Jahren zur Verfügung steht!“

Bevor Wernher von Brauns Projekt veröffentlicht wurde, hatte es wahrscheinlich längst dem amerikanischen Kriegsministerium vorgelegen; dort war es gewiß auch als ein wissenschaftlicher Vorgriff auf die Zukunft gewertet und verworfen worden, nicht zuletzt deshalb, weil der „amerikanische Wachtposten am Himmel“ keinen militärischen Nutzen haben würde. Denn es gibt kein anfälligeres Gebilde und sichereres Ziel als eine Weltraumstation. Sie könnte mit einem einzigen Raketenschuß sofort zerstört werden. Eine solche Station kann nur und ausschließlich eine Station der friedlichen Forschung sein – über einer friedlichen Erde.

Zerstörte Illusionen

Enttäuschung und Ernüchterung waren die Folgen des Sputniks I in weiten Kreisen der USA. Man fühlte sich nicht nur durch den eigenen Raketenrummel betrogen, man glaubte auch nicht mehr, daß im Lande alles in Ordnung sei. Das Volk entdeckte Mängel im Bildungssystem, in der Wissenschaft, in der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie. Es fragte, wie das in der Sowjetunion organisiert sei, und stellte mit einemmal fest: es gibt dort mehr Ingenieure und Naturwissenschaftler als in den USA, mehr Lehrer, Studierende, Geistesschaffende! Die Vorstellung vom Amerika als dem Wunderland der Technik und des Fortschritts brach zusammen.

Sputnik I war eine Sensation, nicht nur weil es dem Menschen gelungen war, einen künstlichen Mond unter den Himmel zu bringen, sondern weil dieses Unternehmen sowjetischen Wissenschaftlern und Technikern gelungen war. Es war ein roter Stern, der Hammer und Sichel als Zeichen der Überlegenheit um die Erde trug. Das alles zwang zum Umdenken.

In den USA führte dieser „Sputnik-Schock“, wie er dort allgemein genannt wurde, zunächst dazu, daß versucht wurde, wenigstens auf dem Gebiet der Raketentechnik den Rückstand schnell aufzuholen.

Ursprünglich war die Forschungsgruppe der Marine mit einem Satellitenstart beauftragt worden. Aber die dafür entwickelte Vanguard-Rakete löste vorerst eine Serie von Fehlschlägen und Fehlstarts aus. Deshalb erhielt die Raketenforschergruppe des Heeres – Wernher von Braun – die

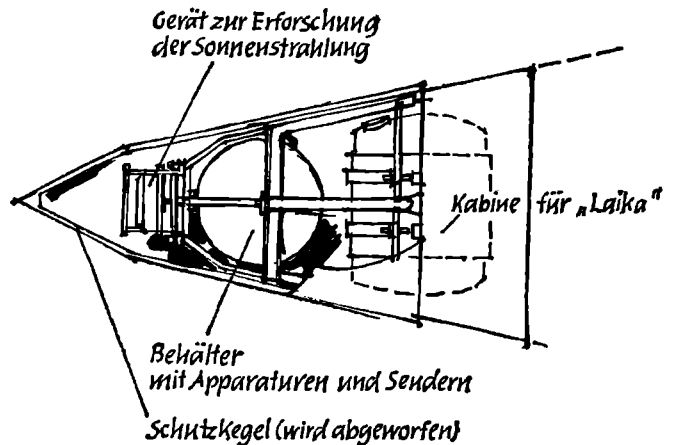
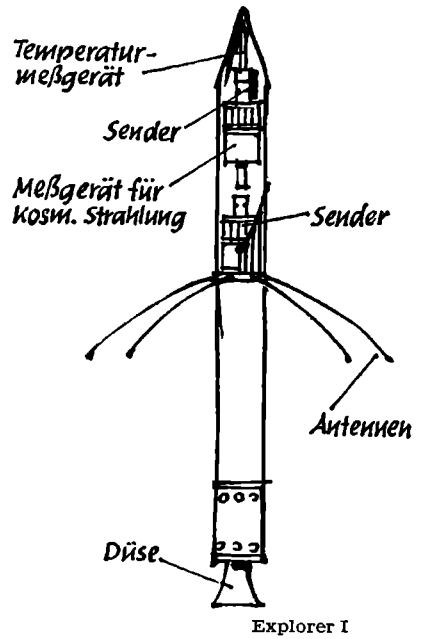
bis jetzt vom Satellitenprogramm ferngehalten worden war, den Auftrag, die Scharte auszuwetzen.

Sie hatte die V 2 zur Redstone-Rakete weiterentwickelt. Diese Redstone-Rakete verwendeten sie als erste Stufe, setzten darauf als zweite Stufe eine Jupiter-Rakete, und die dritte Stufe von zwei Meter Länge war zugleich der Satellit, der die technischen Geräte tragen sollte. Dieses zusammengebastelte Raketensystem erhielt den Namen Juno.

Sie wurde am 31. Januar 1958 gestartet und trug die Explorer I genannte dritte Raketstufe auf eine Umlaufbahn. Das war eine beachtliche Leistung. Und Wernher von Braun, dem es, wie es im amerikanischen Zeitungsjargon hieß, gelungen war, für die Amerikaner ein Tor zu schießen, war der Held des Tages.

Inzwischen hatte die Sowjetunion am 3. November 1957 den Sputnik II mit dem Hund Laika an Bord als ersten sogenannten Bio-Satelliten gestartet. Er wog 508,3 Kilogramm. Daneben nahmen sich die 13,3 Kilogramm, die Explorer mitsamt der dritten Stufe wog, recht bescheiden aus. Wernher von Braun warnte deshalb auch:

„Im Hinblick auf die Tatsache, daß es den sowjetischen Wissenschaftlern bereits möglich ist, Satelliten von mehr als 500 Kilogramm zu starten, bleibt der Wettbewerb auf dem Gebiet der Sputniks rein theoretisch und kaum an den Nutzlasten meßbar. Denn selbst wenn die USA versuchten, das sowjetische



Arbeitstempo um 20 Prozent im Jahre zu überflügeln, würde es immer noch fünf Jahre dauern, bis die USA die Sowjetunion einholen. Und dabei können die USA aber nicht erwarten, daß die Russen die Hände in den Schoß legen.“

Mit dem erfolgreichen Explorer-Unternehmen wurde versucht, das so arg erschütterte Selbstbewußtsein in den USA zu stärken. Der Jubel und das große Geschrei sollten über den „Sputnik-Schock“ und die kritischen Erkenntnisse, die man eben noch gewonnen hatte, hinweghelfen. Aber es gab auch Stimmen, die vor neuerlicher Selbsttäuschung warnten. So schrieb die „Washington-Post“:

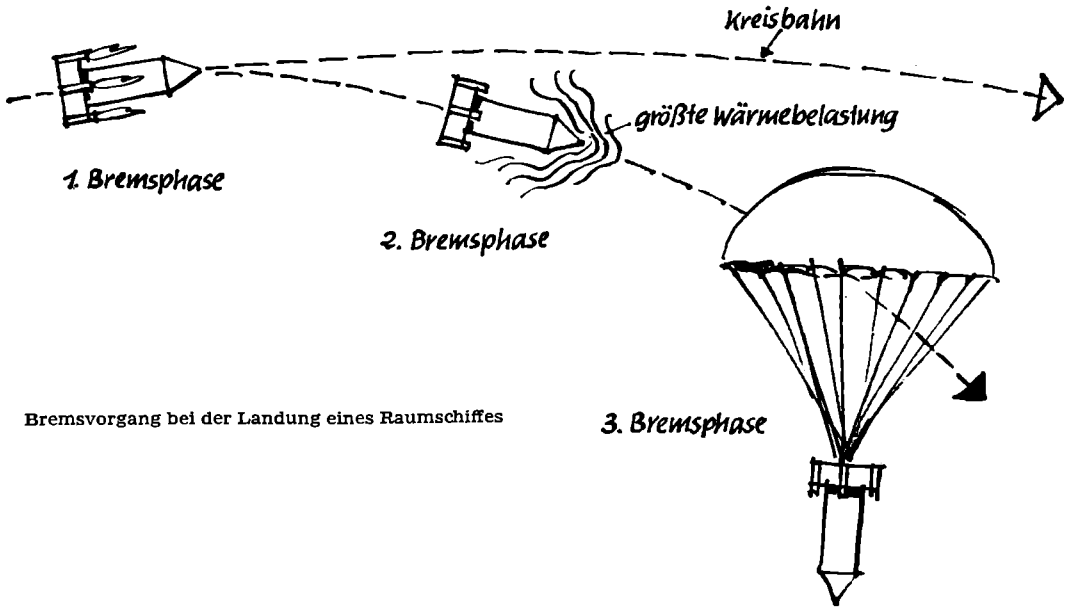
„Der Explorer behebt noch nicht die Mängel der amerikanischen Verteidigung. Er verleiht noch nicht den Aufschwung, den unser Bildungswesen in bezug auf die Wissenschaft benötigt, verbessert noch nicht dieses Bildungswesen an sich, verstärkt noch nicht die geistige Disziplin. Er ändert nicht im geringsten die Notwendigkeit einer größeren Beachtung der wirtschaftlichen und ideologischen Auseinandersetzung in der Welt. Er ändert nichts an der Notwendigkeit einer realistischen Diplomatie und einer härteren Arbeit durch uns alle.“

Das alles, die politische Bedeutung, die von Anfang an mit den Weltraumunternehmungen verbunden war, die gesellschaftlichen Kriterien, die sich aus den Erfolgen oder Mißerfolgen der Raketen- und Weltraumtechnik ergaben, muß man kennen und berücksichtigen, wenn man verstehen will, warum bis in unsere Tage in den USA oftmals so halsbrecherische und überstürzte Unternehmungen durchgeführt werden.

Die ersten im Weltraum

waren Juri Gagarin und German Titow. Als nach einer großen Serie von Versuchen mit immer größeren Trägerraketen und mächtigeren Schubkräften Riesensputniks und Raumschiffe in den Weltraum und wieder wohlbehalten auf die Erde zurückgebracht wurden, kam am 12. April 1961 der Tag des ersten bemannten Weltraumfluges.

Das planmäßig absolvierte Forschungsprogramm hatte seinen Höhepunkt erreicht. Die Welt hielt den Atem an, als sie vom Start des Kosmonauten erfuhr, überall hörte man nur einen Namen: Juri Gagarin. In Trauben umstanden die Menschen in allen Städten Lautsprecher, Fernseh- und Rundfunkgeräte. Ihre Gedanken begleiteten den kühnen Mann, der in die Schwärze des Weltalls getaucht war und in einem von der Technik



Bremsvorgang bei der Landung eines Raumschiffes

geschaffenen Gehäuse im Bezirk der Lebensfeindlichkeit um die Erde schwebte. In diesen Minuten der Spannung beherrschte alle der Wunsch: Möge er gesund zur Erde wiederkehren!

Über diese Augenblicke, kurz vor der Landung, schrieb Juri Gagarin:

„Um 8.25 Uhr erfolgte die automatische Einschaltung der Bremsvorrichtung. Sie funktionierte ausgezeichnet. Die Wostok verringerte allmählich die Geschwindigkeit und glitt von der Kreisbahn auf die Übergangsellipse. Jetzt kam das Raumschiff in die dichten Schichten der Atmosphäre. Seine äußere Hülle erhitze sich rasch, durch Klappen, die die Schlitze abdeckten, sah ich den gelbroten Widerschein der Flammen, die das Raumschiff umtosten. Doch in der Kabine waren nur 20 Grad Wärme. Obgleich ich mitten in einem Feuerball saß, der der Tiefe zustürzte... Die Schwerelosigkeit war längst vorbei, die wachsende Überbelastung preßte mich in meinen Sitz. Sie nahm immer noch zu und war vermutlich stärker als beim Aufstieg. Alle Systeme funktionierten ausgezeichnet, und es war sicher, daß das Raumschiff genau an der vorbestimmten Stelle landen würde. Die Flughöhe wurde immer geringer. Vor lauter Glück sang ich laut mein Lieblingslied...“

Als die Meldung von der glücklichen Landung Gagarins im vorherbestimmten Raum durch Radio Moskau ausgestrahlt und von allen Sende-

stationen der Welt verbreitet wurde, entlud sich die gespannte Erregung in einem Begeisterungssturm ohne Gleichen, der die Menschen aller Nationalitäten, Kontinente und Weltanschauungen einte. Die Menschheit feierte einen der Ihren, der einen jahrtausendealten Traum verwirklicht hatte, feierte voller Freude und Stolz einen sowjetischen Helden, einen kommunistischen Arbeiter. Juri Gagarin war zur Personifizierung der Zukunft geworden, Held unseres Jahrhunderts, Vorbild der Jugend.

Alles, was damals die Menschen in Aufregung und Begeisterung versetzte, ist heute bereits eine historische Tatsache geworden, die in Geschichtsbüchern steht und in Kalendern vermerkt wird. Noch größere Sensationen sind dieser ersten gefolgt, viele neue Namen haben sich eingepreßt. Aber dennoch vermag nichts die Bedeutung desjenigen zu mindern, der als erster die Wiege der Menschheit verließ.

Und so gewiß es ist, daß noch viele den Titel eines Kosmonauten tragen werden, so sicher ist es auch, daß Juri Gagarin der Held des Weltalls bleiben wird. Wir kennen ihn, die anderen sowjetischen Kosmonauten und die amerikanischen Astronauten. Sie leben unter uns, und wir können sie mit den Männern vergleichen, wie sie in Büchern und Filmen auftraten, als die Weltraumfahrt noch ein fernes Ziel war. Ein solcher Vergleich ist sehr interessant, weil er die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Technik erhellt.

Damals sahen manche in den künftigen Weltraumpionieren sehr fragwürdige Helden. Für die einen waren die angehenden Weltraumritter Übermenschen, denen schlechthin alles gelang, weil die Kräfte der Technik ihre eigenen vertausendfachten. Andere sahen sie als bedauernswerte menschliche Wesen, die als beseeltes Einzelteil in eine technische Anlage installiert wurden, nachdem sie in härtesten Zerreißproben ausgewählt und funktionstüchtig genug waren, um der technischen Perfektion zu genügen. Nie galten sie aber als normale Menschen. Bürgerliche Kulturkritiker sahen in ihnen Abenteurer des technischen Zeitalters. Sie belächelten „... die armen kleinen Übermenschen, deren ganzes Heldenleben einmal an einem dünnen Fädchen irgendeines Widerstandes hängen und mit einem Wackelkontakt ausfallen wird“.

Heute sind uns die Gesichter der Männer, die als erste den Flug in den Kosmos wagten, bekannt und vertraut. Wir wissen, was es für Menschen sind und mit welchen Gedanken und Gefühlen sie ihre Leistungen vollbracht haben.

Sieht man von den Amerikanern Shephard und Grissom ab, die nur auf einer ballistischen Kurve in einer Mercury-Kapsel vom Festland über den Ozean getragen und in 145 Kilometer Höhe mitsamt der Kapsel von einem Fallschirm auf die Meeresoberfläche gebracht wurden, begann

1962 für die Amerikaner mit John Glenn und Scott Carpenter die Welt- raumfahrt. Sie sind – ebenso wie Gagarin und Titow – die Besten unter den Möglichen, ausgewählt aus den Männern ihrer Generation. Was für Menschen sind es, welche Generation vertreten sie? Wie wurden sie zu dem, was sie sind? Der älteste ist Oberleutnant John Herschel Glenn, Jahrgang 1921, geboren in Cambridge im Staate Ohio. Er ist kräftig und untersetzt, hat rötliches Haar, grünliche Augen und das Temperament, wie es für Überschallpiloten gefragt ist: ruhig, ausgewogen, selbst- beherrscht und robust. Er war 1942 als Kadett in die Marineluftwaffe ein- getreten und flog im zweiten Weltkrieg über 50 Jagdbombereinsätze gegen Japan. Als der Korea-Krieg begann, war er wieder dabei, flog hun- dert Einsätze und wurde hoch dekoriert. Dasselbe trifft auf Scott Carpen- ter zu, der sich in diesem „schmutzigen Krieg“ die ersten fragwürdigen Lorbeeren verdiente. Er wurde 1925 in Boulder, Kalifornien, geboren, war Korvettenkapitän und flog als Düsenpilot in Korea.

Als der Korea-Krieg begann, waren Juri Gagarin und German Titow junge Burschen von fünfzehn, sechzehn Jahren. Gagarin arbeitete als Gießereilehrling, Titow drückte noch die Schulbank. Damit wird schon deutlich, daß die amerikanischen und sowjetischen Kosmonauten ver- schiedenen Generationen angehören. Die sowjetischen Jungen sind Kin- der der Nachkriegsgeneration. Sie dachten noch nicht einmal ans Fliegen, als die zehn bis fünfzehn Jahre älteren Amerikaner schon Kriegsflieger und hohe Offiziere waren.

John Glenn ist Sohn eines Klempnermeisters. Es ging knapp her im Hause. Schon mit 14 Jahren mußte er einen „Job“ suchen, um sich den Besuch der Oberschule leisten zu können.

Scott Carpenter war, nach seinen eigenen Worten, ein Windhund. Als Kind sich selbst überlassen, hatte er beizeiten ein Auto, aber Schwierig- keiten mit der Oberschule. In dieser Hinsicht gab es noch mancherlei Är- ger. Zu Beginn des zweiten Weltkrieges ging er zur Marine, um sich als Pilot ausbilden zu lassen. Als der Krieg zu Ende war, wurde er immer noch ausgebildet. Er hatte nicht einen Einsatz geflogen. Er ging nun an die Hochschule, um Flugzeugingenieur zu werden. Beim Examen fiel er durch. Nach einem schweren Autounfall fand er sich im Krankenhaus wieder. Drei Wochen später war er so weit, noch einmal von vorn anfan- gen zu wollen. Er ging wieder zur Hochschule – und heiratete. Da begann der Korea-Krieg. Ohne auch nur zu versuchen, das Examen abzulegen, meldete er sich als Pilot nach Korea. Danach flog er als Testpilot.

John Glenn war ebenfalls Testpilot – ein erprobter „alter“ Mann, der 1957 mit einem Düsenjäger in Überschallgeschwindigkeit in knapp drei- einhalb Stunden von Los Angeles nach New York flog.

Diese Männer, die im Sport alle zu alt für Höchstleistungen wären, sind als „Jet-Flieger“ am meisten gefragt. Wer bis zu diesem Alter als Flieger nicht entnervt, durch die psychische und moralische Belastung angeknackst war, versprach ein zuverlässiger Mann zu sein, diszipliniert, ruhig, an Frau und Kinder und das eigene Alter denkend. Diese Testpiloten bilden das Reservoir für die Astronauten. Und so stießen mit John Glenn und Scott Carpenter auch noch andere in diesem Sinne erprobte Männer zu der 1959 aufgestellten amerikanischen Astronautengruppe.

Als John Glenn gefragt wurde, warum er sich auf ein so abenteuerliches Unternehmen vorbereite, antwortete er:

„Ich rechne damit, daß ich meine Familie in eine etwas riskante Lage bringe. Ich könnte eine andere Arbeit haben, die mir mehr Hoffnung auf ein langes Leben geben würde. Aber dies kann auch für meine Kinder etwas bedeuten. Ich möchte, daß sie es besser haben, als ich es in meiner Jugend hatte. Ein Risiko ist eben gewinnbringend.“

In diesen Sätzen drückt sich alles aus, was John Glenn damals über sich und seine Hoffnungen in Worte fassen konnte: die Gewißheit, sich in Gefahr zu begeben, die Hoffnung, sie zu bestehen, die Erwartung, daß auch im Falle des Mißlingens die Sache wenigstens seinen Kindern nützen würde, und als Summe aller seiner Lebenserfahrung: ein Risiko ist eben gewinnbringend. John Glenn antwortete ehrlich und damit auch stellvertretend für seine Generation, für die es ebenfalls ganz selbstverständlich ist, daß nur das Risiko Gewinn bringt. Gewinne machen Menschen, die das Risiko nicht fürchten, tagtägliche Arbeit bringt keinen Gewinn.

Auch Scott Carpenter war verheiratet und hatte vier Kinder, als er in die Gruppe der Astronauten eintrat. Obwohl sich die Prüfer über seinen verschlungenen Ausbildungsgang wunderten, rühmten sie den hohen Intelligenzgrad des Korvettenkapitäns. Seine Antwort auf die Frage nach dem Warum lautete:

„Es ist eine Chance, meinem Land in einer wichtigen Sache zu dienen. Es ist etwas, wofür ich bereitwillig mein Leben geben würde. Wir haben das Unternehmen eines Weltraumfluges so sicher wie möglich gemacht, und wir werden die Folgen tragen. Wir müssen vorwärtsschreiten, selbst wenn wir auch einmal einen Mann verlieren sollten.“

Als Carpenter diese Erklärung abgab, existierte noch keine Rakete, die ihn in den Weltraum hätte tragen, und keine Raumkapsel, die ihn hätte beherbergen können.

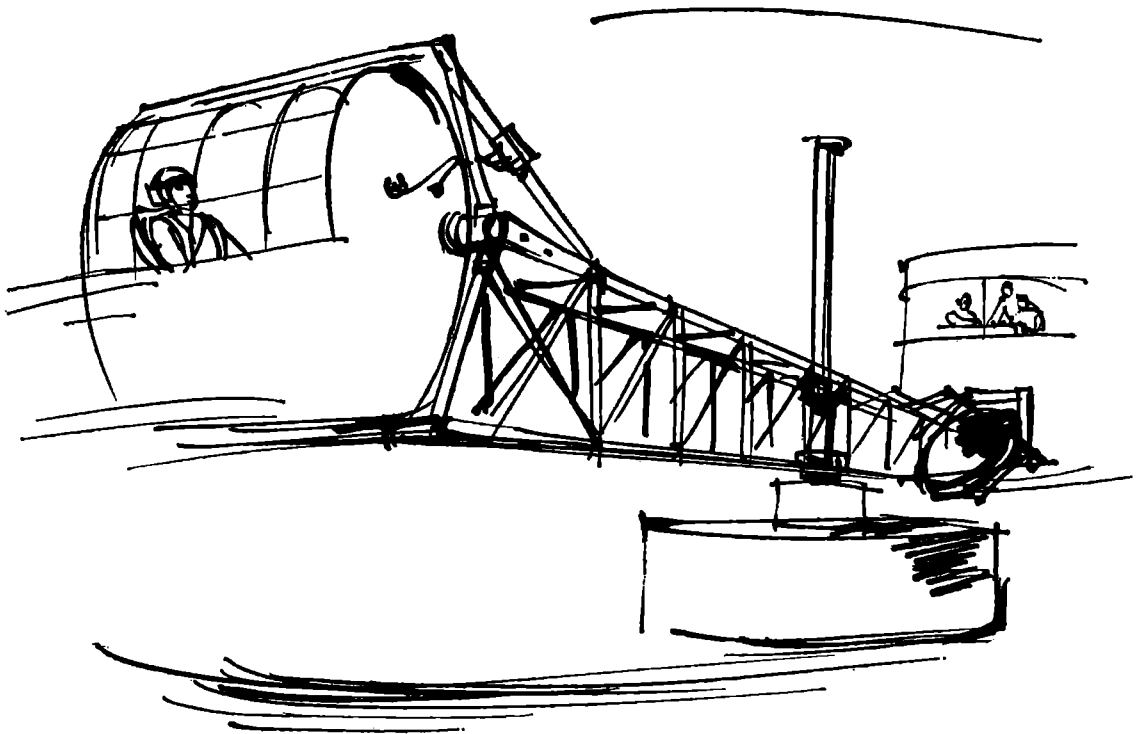
Er und seine Kollegen, die in Druckkammern und auf Zentrifugen auf höchste Belastungen trainiert wurden, erschauerten noch oft, wenn in

Cap Canaveral die Atlas-, Redstone- oder Titan-Raketen schon auf dem Starttisch explodierten, aus dem Lenksystem ausbrachen, gesprengt werden mußten, ins Meer stürzten oder irgendwohin verschwanden.

Auch die Gruppe der sowjetischen Kosmonauten wurde 1959 zusammengestellt, auch sie bestand aus den Besten unter den Möglichen und wurde im unaufhörlichen Training erprobt.

German Titow dachte einmal darüber nach, wodurch sie sich eigentlich von anderen ihres Alters unterschieden.

„Ausgezeichnete Gesundheit, körperliche Entwicklung, allgemeine Schulung und Interesse für die neue Arbeit: unterscheiden wir uns dadurch von Zehntausenden anderer junger Bürger der Sowjetunion? Eine solche Gruppe kann nach entsprechender Vorbereitung auch für eine Expedition zum Südpol, eine Reise auf einer driftenden Eisscholle, für das Einfliegen neuer Flugzeugtypen zusammengebracht werden. Unsere Gruppe könnte die Besatzung eines U-Bootes sein, eine Bri-



gade von Montagearbeitern beim Bau eines Wasserkraftwerkes, mit einem Wort, sie wäre für jede beliebige Arbeit geeignet, die besondere Ansprüche an Willensstärke und körperliche Gewandtheit stellt, Kenntnis und Hingabe an unsere gemeinsame Sache fordert.“

Die sowjetischen Kosmonauten kamen aus verschiedenen Fluggeschwadern, hatten, bevor sie zu den Fliegern gingen, in der Landwirtschaft oder in Fabriken gearbeitet, an Hochschulen oder technischen Fachschulen studiert.

Juri Gagarin besaß, durch die Umstände des Krieges bedingt, nur eine sechsklassige Schulbildung. Er ging auf eigene Faust nach Moskau, lernte Gießer, holte den Schulabschluß nach und besuchte ein Technikum. In Saratow wurde er als Student Mitglied des Fliegerklubs und lernte – ohne eine Kopeke bezahlen zu müssen und aus reinem Vergnügen – fliegen. Manche der Flugschüler betreiben es ihr Leben lang als Hobby, andere satteln um und gehen zur Aeroflot, und die Dienstpflichtigen versuchen, in die Luftstreitkräfte einzutreten. Auch Juri Gagarin ging zur Fliegerschule nach Orenburg und wurde Offizier. Daß er einmal zu denen gehören würde, die in den Kosmos fliegen, ahnte er noch nicht, als er sich, wie alle anderen, über den Start des Sputniks freute.

Der Weg German Titows führte direkt von der Oberschule zur Grundausbildung als Flieger. Allerdings war auch er schon frühzeitig der Technik verfallen. In seinem Heimatort im Altai war kein Filmvorführgerät, kein Auto, keine Kraftstation und erst recht nicht das Funkstudio der Schule vor seinem Interesse sicher.

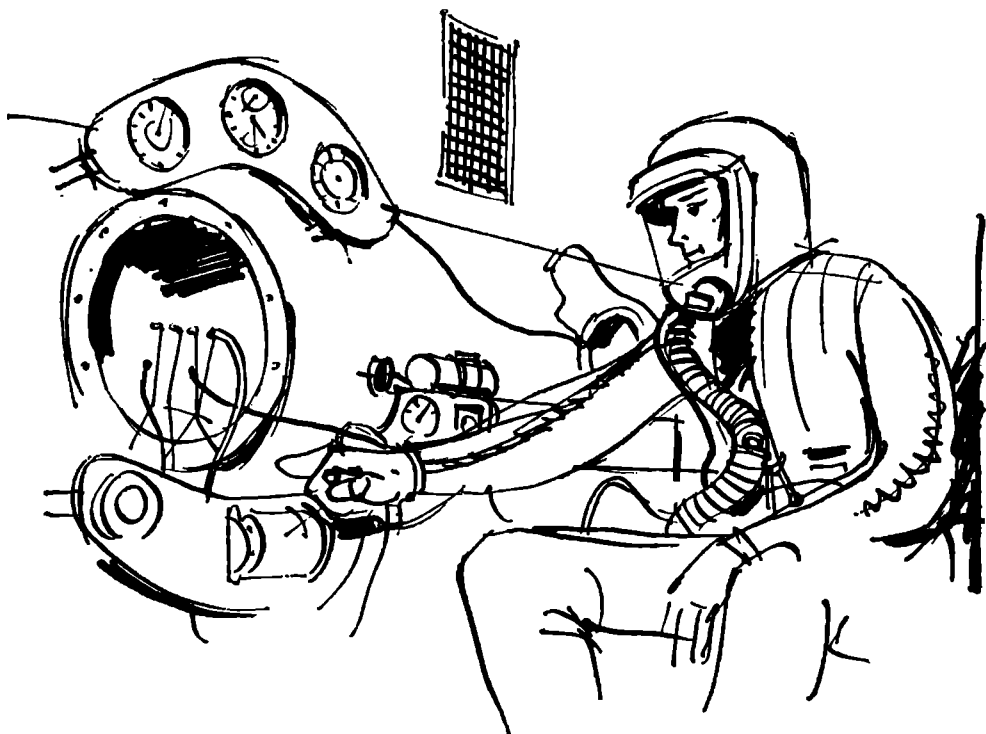
Das sind normale Lebensläufe durchschnittlicher Menschen, die den Auftrag und die Möglichkeit haben, alles zu lernen. Niemand von ihnen muß im Risiko Gewinn suchen. Ihr Gewinn erwächst aus der Sicherheit und der Voraussicht des Wissenden. Die sowjetischen Kosmonauten gehören nicht nur einer anderen Generation an, sie stellen einen neuen Menschentyp dar, der auf dem Boden der sozialistischen Gesellschaft gewachsen ist.

Juri Gagarin sagte kurz vor seinem Start:

„Alles, was sich bisher in meinem Leben ereignet hat und was ich bisher getan habe, ist um dieser Minute willen geschehen.“

Wir wissen, daß er nicht nur sein besonderes Training meinte, sondern alles, was ihm seit seiner Kindheit an Kräften zuströmte, seinem Leben Inhalt und Gewicht gab. Diese Kräfte sind stark. Sie machen sicher.

700 000 Kilometer, das entspricht der Entfernung Erde – Mond – Erde, legte Titow auf seinen siebzehn Erdumkreisungen im Weltraum zurück. Auch sein Flug verlief mit atemberaubender Perfektion. Darin lag das



Sensationelle: die Voraussicht der Wissenden hatte ihre höchsten Triumphe gefeiert!

John Glenn mußte 61 Tage auf den immer wieder verschobenen Termin seines Starts warten. Es war zermürbend und quälend. Zehnmal wurde der Start als endgültig angesetzt – und wieder verschoben. Und als er endlich den Raumflug antreten konnte, war er trotz allem einem solchen Risiko ausgesetzt, daß – mehrmals haarscharf am Scheitern vorbei – der Flug deshalb zu einer Sensation wurde, weil er trotz aller Mängel gelang.

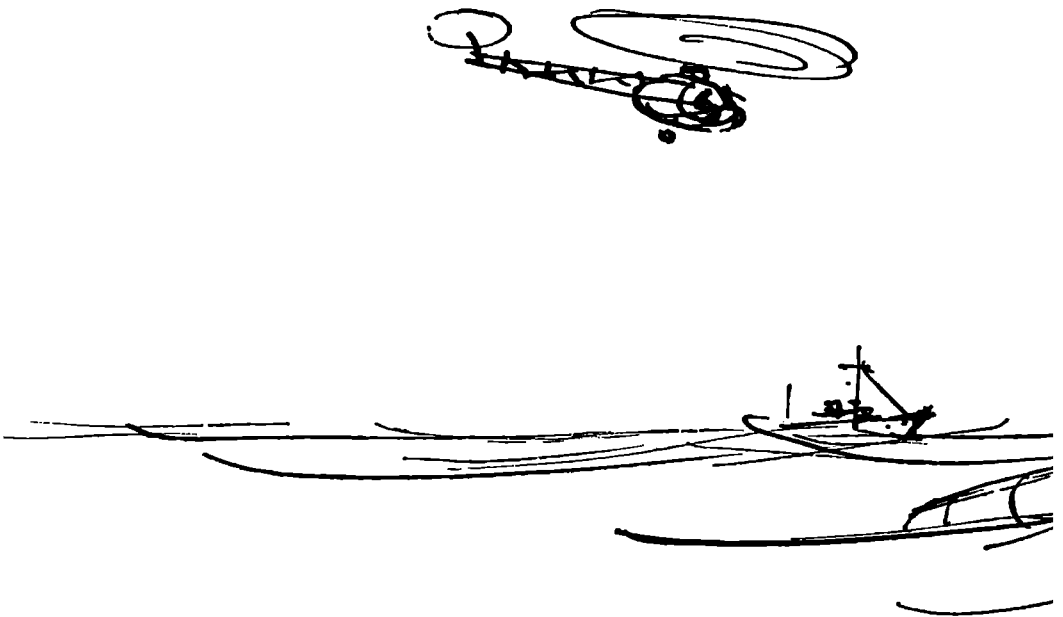
Als man annahm, daß sich der Hitzeschild von der Kapsel gelöst hatte und die Gefahr bestand, daß Glenn beim Wiedereintritt in die Atmosphäre mitsamt der Raumkapsel verbrennen würde, getraute sich niemand, ihm diese Befürchtung mitzuteilen. Nach seiner Rückkehr kritisierte er dieses Verhalten der Bodenstation, er halte es für besser, den Astronauten über den wirklichen Stand der Dinge auf dem laufenden zu halten. Er bekam zur Antwort:

„Mit den ‚guten‘ Nerven der Astronauten kann man nicht rechnen. Sie sind bei allen Schwächen unserer Technik noch viel,

viel schwächer. Und damit sie nicht ganz durchdrehen, müssen wir Techniker uns manchmal verhalten wie Ärzte, die ihren Patienten auch nicht immer die volle Wahrheit sagen können.“

Wieviel aber gerade von den starken Nerven der Astronauten abhing, das zeigte sich auch, als Scott Carpenter seinen dramatischen Flug bestand. Auch bei ihm ging während der dreimaligen Erdumrundung vieles schief. Der Kühlmechanismus fiel aus. Treibstoffmangel legte das Stabilisierungssystem lahm, das automatische Kontrollsystem versagte, das Ziel wurde um 300 Kilometer verfehlt – und schließlich mußte er noch genau solange im Meer treiben, wie er sich im Weltraum aufgehalten hatte. Beide amerikanische Weltraumfahrer hatten Glück – und sie hatten es als Tüchtige. Ohne ihre Kaltblütigkeit, ihr Wissen, sich letztlich nur auf sich selbst verlassen zu können, wären sie umgekommen, verglüht, ertrunken. Ihr Einsatz hat sich gelohnt.

Allerdings diejenigen, die sie in dieses Risiko trieben, weil sie sich eine Aufbesserung des amerikanischen Prestiges versprochen, sahen sich getäuscht. Weltpresse und Weltmeinung waren sich in seltener Übereinstimmung darin einig, daß zwar den Raumfahrern die höchste Anerken-

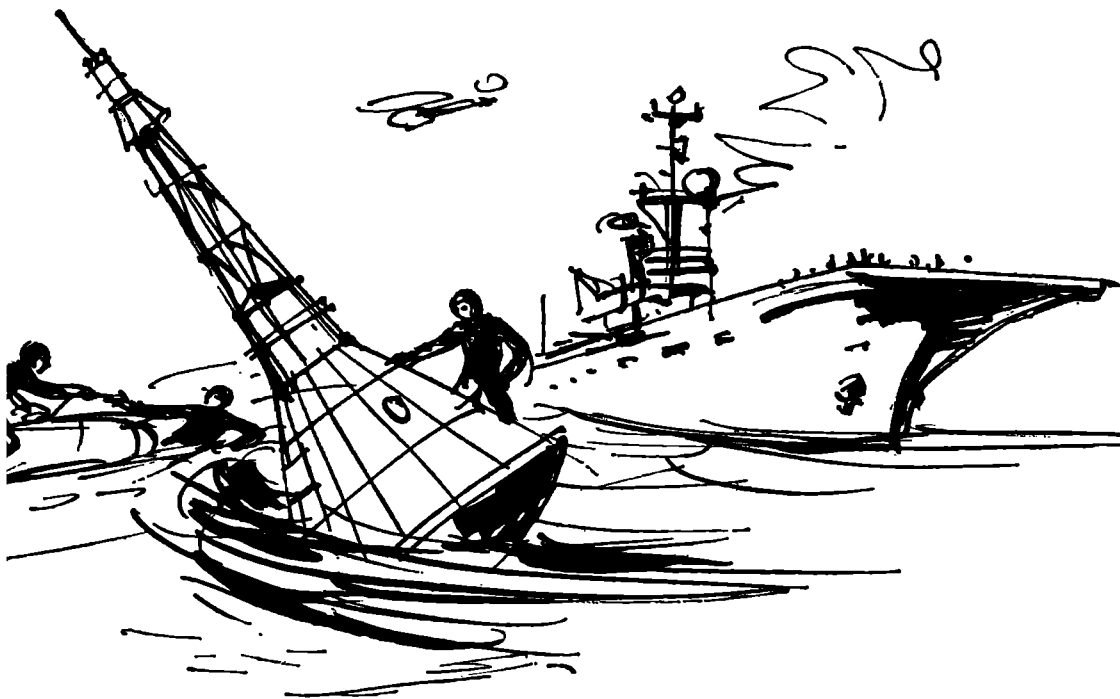


nung gebühre – der NASA aber doch der schwere Vorwurf gemacht werden müsse, mit einer unzulänglichen Technik und zu schwachen Raketen versuchen zu wollen, eine Scharte auszuwetzen.

Der englische „Observer“ schrieb, was auch in Amerika alle wußten:

„Man hat das Mercury-Projekt benutzt, um Lücken auszufüllen; es wurde überstürzt in Angriff genommen, um zu verhindern, daß die Russen allen Ruhm in der Raumfahrt für sich ernten.“

Der Chefkonstrukteur der sowjetischen Raumschiffe, Sergei Pawlowitsch Koroljow, gab 1965 in einem Interview eine kleine Vorschau auf das, was sich seiner Ansicht nach in den nächsten Jahren im kosmischen Raum abspielen wird. Es sei zu erwarten, daß verschiedenartige Sputniks auf ständigen Bahnsystemen zur Erdforschung, Sonnenforschung, zur Kontrolle der kosmischen Strahlung und zur Wetterforschung eingesetzt würden. Ein System mit der Erde synchron laufender Sputniks würde für Zwecke der Nachrichtenübermittlung und Fernsehübertragung geschaffen. Es sei auch damit zu rechnen, daß Varianten für die Ausnutzung des Kosmos zum Blitztransport von Postsendungen und später auch zum Transport von Passagieren ausgearbeitet werden. Auf Kreisbahnen um



die Erde werden ständige Stützpunkte zur Versorgung der Sputniksysteme und für wissenschaftliche Forschungen eingerichtet.

Auf die Mondforschung eingehend, erklärte der Chefkonstrukteur, in den nächsten Jahren würden zunächst Automaten die Mondoberfläche erforschen und die gewonnenen Informationen auf dem Funkwege der Erde mitteilen.

Auf die Frage, was er denn von der Äußerung hielte, die der Akademiepräsident Keldysch gemacht hatte, daß nämlich die sowjetischen Konstrukteure ein Raumschiff zu bauen hofften, mit dem man fahren könne wie sonntags mit dem Boot auf der Moskwa, antwortete er, daß das durchaus kein Scherz sei. Es sei wahr, und er nähme an, daß die sowjetischen Wissenschaftler, Ingenieure und Arbeiter diese Aufgabe in nicht allzu ferner Zukunft auch lösen werden. Und wörtlich fuhr er fort:

„Möglicherweise können in Zukunft die Bedingungen der Schwerelosigkeit auch für Erholungs- und Heilzwecke ausgenutzt werden. Überhaupt werden in dieser Periode Flüge in den nahen Kosmos und zurück zur Erde etwas Alltägliches werden.“

Vor unseren Augen vollzieht sich eine Entwicklung, wie sie geschwinder nicht denkbar ist: das, was eben noch mit einer in der Menschheitsgeschichte einmaligen Weltsensation begann, soll morgen schon zu einer alltäglichen Sache werden. So jedenfalls schätzen die wissenschaftlich-technischen Urheber des kosmischen Zeitalters die nächste Zukunft ein.

Akademienmitglied Koroljow konnte diese Perspektiven durch eigene Arbeit allerdings nicht mehr mit verwirklichen helfen. Der berühmte „Chefkonstrukteur“, der zu seinen Lebzeiten alle Publizität gescheut hatte und mit seinem Namen ganz hinter sein Werk und die Kollektive der von ihm geleiteten Konstrukteure zu treten suchte, starb im Januar 1966. Er erlag, noch nicht sechzigjährig, einer tückischen Krankheit. Sein Name steht nun neben den Namen vieler Großer aus der russischen und internationalen Arbeiterbewegung über seinem Grab an der Kremllmauer, und er steht mit goldenen Lettern auch in der Geschichte der Technik.

Koroljow wurde im Jahre 1906 als Sohn eines Lehrers geboren. Er arbeitete von 1927 an in der eben entstandenen sowjetischen Flugzeugindustrie, studierte gleichzeitig als Werkstudent an der Moskauer Technischen Hochschule und absolvierte eine Fliegerschule. Schon in dieser Zeit wurde er mit den Ideen Ziolkowskis bekannt. Seit 1935 gehörte er mit zu der Gruppe begeisterter Raketentechniker, die Ziolkowskis Pläne zu verwirklichen begannen. Aus diesen Anfängen heraus erreichte er als Konstrukteur und Organisator wissenschaftlich-technischer Arbeit das höchste Ziel: er leitete die Arbeitsgruppen, von denen die Raketensysteme entwickelt

wurden, die die ersten Sputniks auf ihre Bahn um die Erde und Raumsonden zum Mond brachten. Unter seiner Leitung wurden die Wostok-Raumschiffe Gagarins und Titows gebaut und die Woshods geschaffen. Der „Chefkonstrukteur“ war nicht nur ein großer Ingenieur – für die Kosmonauten war er mehr als der Schöpfer ihrer künstlichen Inseln im lebensfeindlichen Weltall, er war der Vater, auf den sie sich verlassen konnten. Als Juri Gagarin zum Raumflug startete, erlebte auch Koroljow seinen größten Tag. Gagarin schreibt:

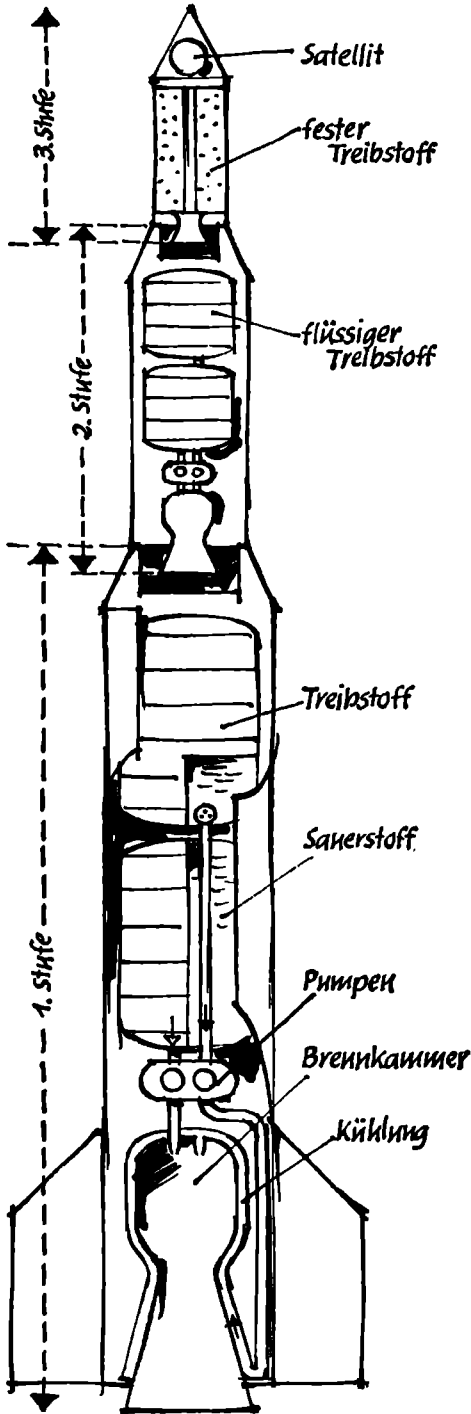
„Zum erstenmal sah ich ihn besorgt und müde, offenbar die Folge der schlaflos verbrachten Nacht. Dennoch lag ein leises Lächeln um seinen harten, fest zusammengepreßten Mund. Ich hätte ihn umarmen mögen wie einen Vater. Er gab mir ein paar Ratschläge, die ich noch nie gehört hatte und die mir während des Fluges nützen konnten.“

Alle Kosmonauten hatten ein sehr enges Verhältnis zu Koroljow, für sie stand er stellvertretend für die vielen Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker und Arbeiter, die die Weltraumtechnik schufen.

Gemeinsam mit zahllosen Moskauern nahm eine Delegation der Kosmonauten an der Beisetzung der Urne teil. Hier, auf dem Roten Platz, waren die Kosmosbezwinger nach ihrer Rückkehr aus dem Weltraum jubelnd empfangen worden. Hier hatte sie die Kapelle mit dem alten Fliegermarsch begrüßt, in dem es heißt: „Wir sind geboren, aus Märchen Wirklichkeit zu machen.“ Und nun, an einem kalten Nebeltag im Januar, nahmen sie Abschied von dem, der in entscheidendem Maß dazu beigetragen hatte, daß Märchen Wirklichkeit wurden. Ein Trost erfüllte sie in dieser Stunde: Sergei Pawlowitsch Koroljow hat ganze Stäbe von Wissenschaftlern und Konstrukteuren herangebildet, in denen sein Werk fortlebt und die seinen weitgreifenden Ideen Gestalt gaben. Denn in den vergangenen Jahren sind fast alle seine Voraussagen Wirklichkeit geworden. Große Orbitalstationen vom Typ Salut ziehen ihre Bahn um die Erde. Über längere Zeiträume arbeiten sie vollautomatisch. In gewissen Abständen koppeln Sojus-Raumschiffe an die Station an, dann arbeiten Kosmonauten für einige Wochen an Bord, erfüllen ein bestimmtes Forschungsprogramm und kehren zur Erde zurück.

Für den Verkehr zwischen Erde und Orbit werden neue Raumtransporter entwickelt. Während eine Rakete nur zu einem Start benutzt werden kann, sollen die Raumtransporter bis zu einhundertmal eingesetzt werden können. Es sind „Mischwesen“: sie starten wie eine Rakete, fliegen wie ein Raumschiff und landen wie ein Flugzeug. Mit diesen Raumfähren könnte jeder gesunde Mensch in den Weltraum fliegen, denn die Belastung bei Start und Landung ist gegenüber bisheriger Praxis minimal.

Sternenstadt und Weltraumtechnik



Schema einer Dreistufenrakete

gehören in der Sowjetunion eng zusammen. Denn in Sternenstadt steht das Werk, in dem die kosmischen Raketen gebaut werden. Es ist eine ganze Stadt, mit Hauptstraßen, stillen Seitengassen, eigenem Verkehrsnetz und Kraftwerk.

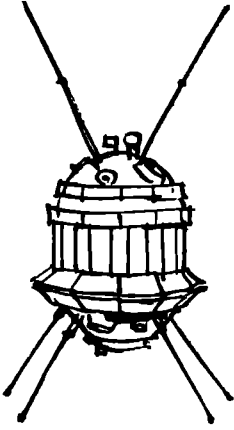
Neben alltäglichen Werkhallen gibt es eine, in der die Steuerungsmechanismen montiert werden. Sie erinnert an ein Laboratorium von Mikrobiologen. Hier wird in weißen Mänteln und Handschuhen gearbeitet, und auf die Präzision der Montage können Uhrmacher neidisch werden.

Ein anderes Gebäude wird von Schmieden und Pressen erschüttert. Hier werden in riesigen Anlagen verschiedene Mantelteile der Mehrstufenraketen geformt.

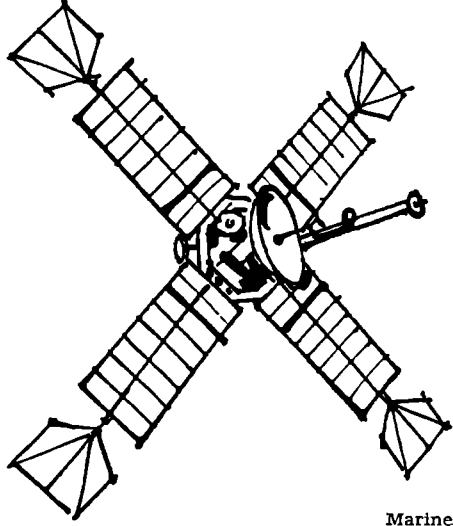
An dritter Stelle montieren Männer ein Gewirr von Leitungsrohren, die den Triebwerken Brennstoff und Oxidationsmittel zuführen.

Das Herz des Werkes ist die Endmontage. Langsam bewegt sich auf einem Band die Kette der gigantischen Raketen, deren Spitzen bis zum Glasdach des vielstöckigen Gebäudes hinaufragen.

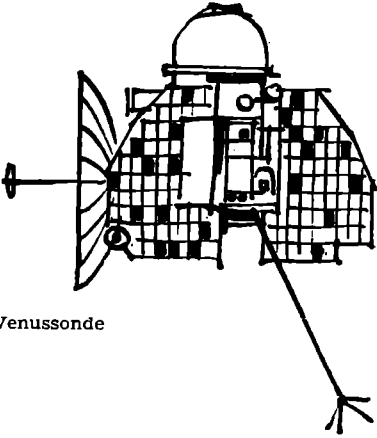
Der Ruhm Juri Gagarins, German Titows und aller sowjetischen Kosmonauten ist auch der Ruhm der Arbeiter, Techniker und Ingenieure dieses Werkes. Freilich, die Männer, die hier die Raketenungetüme serienmäßig bauen, wissen, daß sie nicht nur für den Ruhm der Bezwingler des Kosmos,



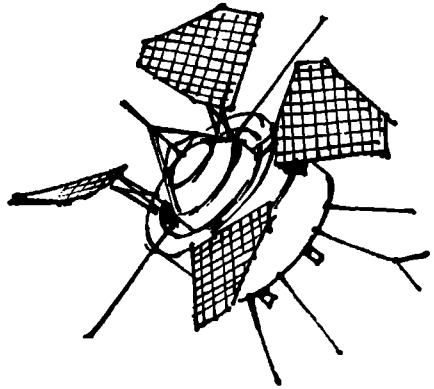
Lunik III



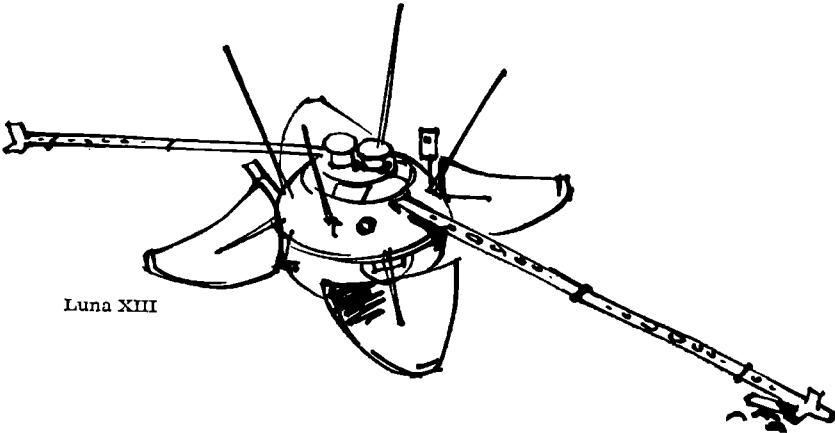
Mariner 4



Venussonde



Proton 1



Luna XIII

sondern auch für die Schlagkraft der sowjetischen Streitkräfte arbeiten. Vor einigen Jahren, als der Vorsitzende des Ministerrates der UdSSR über seinen Besuch in einem Raketenwerk berichtete, sagte er:

„Macht man sich mit dieser Produktion bekannt, so überkommen einen widersprechende Gefühle. Hier werden die todbringenden, die schlimmsten Vernichtungswaffen erzeugt, und andererseits ist man stolz darauf, daß wir sie haben. In einem Jahr hat das Werk, das wir besuchten, am laufenden Band 250 Raketen mit Wasserstoffsprengladung gebaut.“

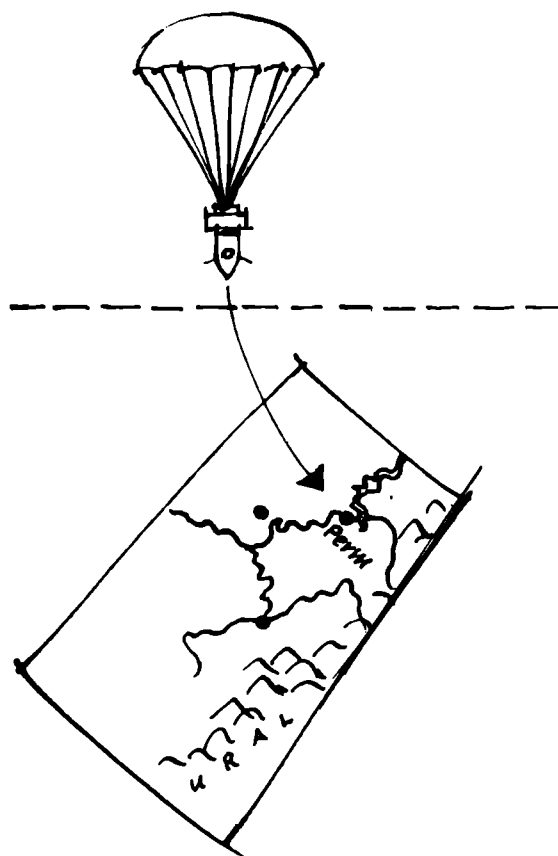
Das Streben der Sowjetunion geht dahin, daß in aller Welt die mächtigen Raketen nur der friedlichen Erforschung des Weltraums dienen. Sowjetische Weltraumforscher haben immer wieder darauf hingewiesen, wie groß die Erfolge sein könnten, wenn alle Kräfte, Mittel und Möglichkeiten in weltweiter Zusammenarbeit auf die weitere Erschließung des Kosmos konzentriert würden. Das von der UdSSR und den USA gemeinsam durchgeführte Sojus-Apollo-Unternehmen im Juli 1975 hat gezeigt, welche neuen Horizonte der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit sich eröffnen können, wenn die beiden großen Raumfahrtnationen ihre Kräfte in der Kosmosforschung vereinen. Wahre Wunder würden vollbracht werden, wenn von einer friedlichen Erde aus der Mensch in die Sterne greifen könnte. Aber auch schon jetzt sind die Erfolge der kosmischen Sonden, die in den Weltraum, zum Mond und zu anderen Planeten entsandt wurden, groß. Die Fotos von fernen Himmelskörpern, die Informationen über Strahlungen und Strahlengürtel sowie deren biologische Einflüsse, über Wetterbildung, Erdgestalt usw. haben die Grenzen des menschlichen Wissens sehr weit hinausgeschoben. Wir lernen die Erde und die sich auf ihr vollziehenden Prozesse immer besser kennen.

Im Verlauf des kosmischen Forschungsprogramms werden immer wieder neue Fragen aufgeworfen, die mit weiterspezialisierten Geräten untersucht und geklärt werden müssen. Und so entsteht gleichlaufend mit der eigentlichen Raketentechnik eine wissenschaftliche Gerätetechnik eigens für Untersuchungen im Weltraum. Da die Natur nur antworten kann, wenn ihr richtige Fragen gestellt werden, kommt es auf diese sehr differenziert „fragenden“ hochempfindlichen wissenschaftlichen Geräte besonders an. Galt früher die Flugzeugindustrie als Gradmesser für die wissenschaftlich-technische und industrielle Leistungsfähigkeit eines Landes, weil in ihr außerordentlich viele, höchste Präzision und Zuverlässigkeit voraussetzende industrielle Erzeugnisse aus Dutzenden Zulieferbetrieben zusammenflossen, so ist jetzt die Raketen- und Weltraumtechnik zu diesem Kriterium geworden.

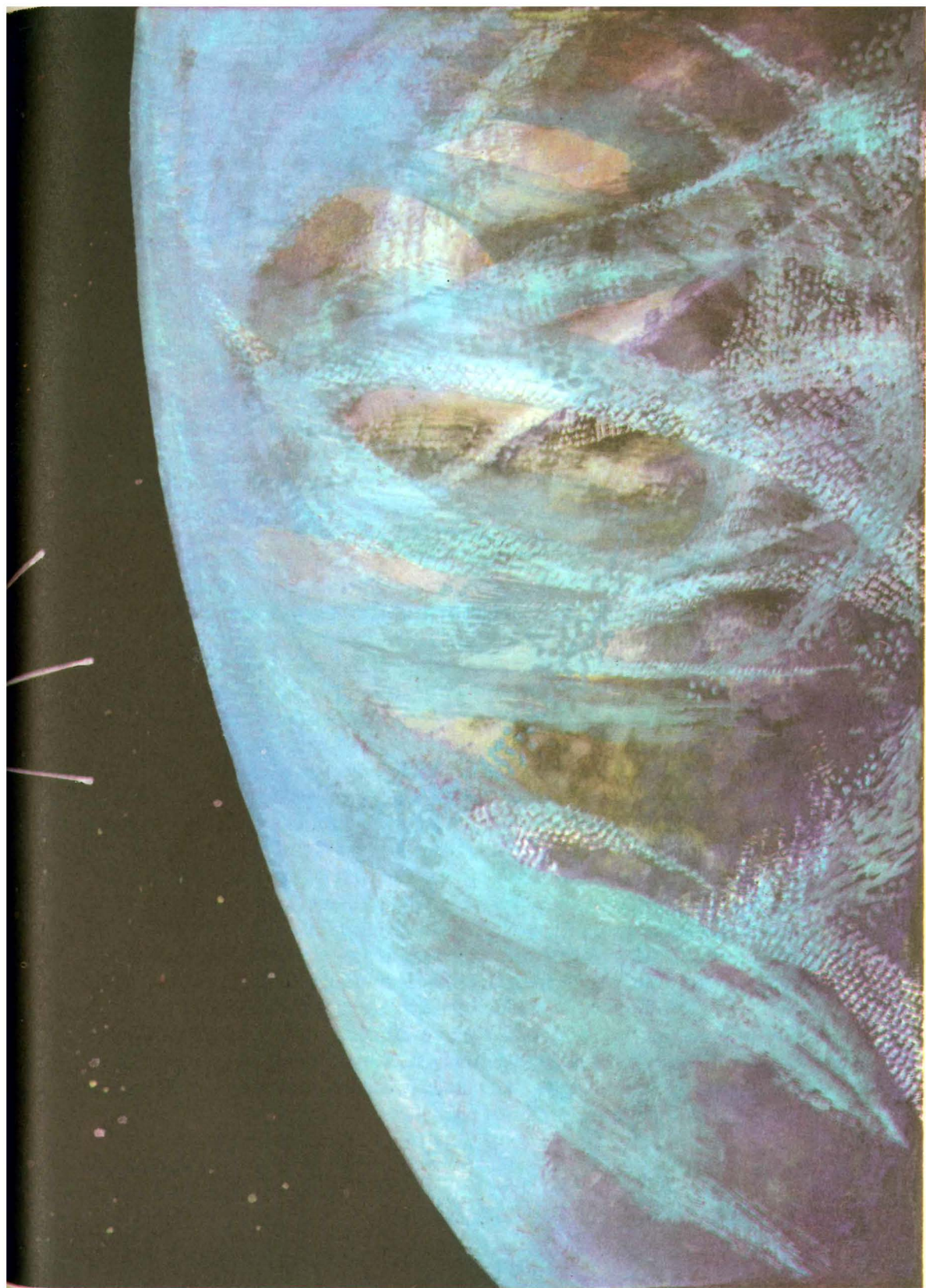
Um in der Vergangenheit Fehlschläge in der amerikanischen Weltraum-

Ausstieg aus Wos-hod

Der erste Mensch, der sich frei im Weltall bewegte,
war der sowjetische Kosmonaut Leonid Leonow







technik zu begründen, erzählten manche westliche Propagandisten die Mär von der robusten, aber auf primitive Weise zuverlässigen Technik der Russen und der hochkomplizierten, aber anfälligen Technik der Amerikaner. Damit sollte die sowjetische Technik abgewertet und die amerikanische zu einer überzüchteten feinnervigen Diva aufgeputzt werden. Es gab keinen größeren Unsinn.

Das Kriterium für den Wert einer Technik besteht darin, ob sie gut und zuverlässig funktioniert oder nicht. Wenn ein technisches Erzeugnis exakt arbeiten soll, muß es so wenig stör anfällig wie nur irgend möglich sein, das heißt, man muß die anfänglich zumeist sehr komplizierte technische Lösung vereinfachen.

Dieser Prozeß des immerwährenden Durchdenkens eines Problems, bis mit einfachsten Mitteln die größtmögliche technische Perfektion erreicht wird, erfordert viel größeren geistigen und technischen Aufwand, als wenn man bei der ersten komplizierten und deshalb vervollkommnungsbedürftigen technischen Lösung stehenbleibt. Der Erfolg dieses radikalen, unschematischen Denkens drückt sich schließlich in einer idealen, zuverlässigen und wenig stör anfälligen Lösung aus.

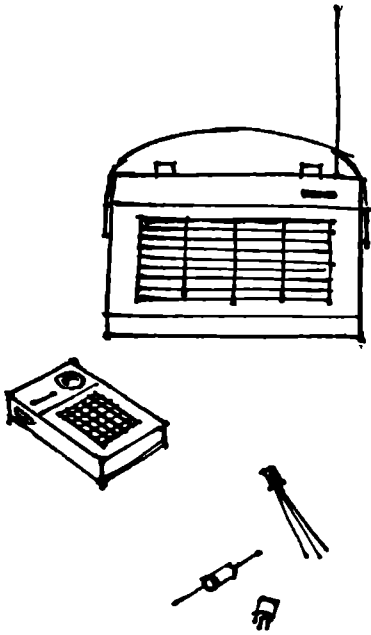
Professor Peter Adolf Thießen, Ehrenvorsitzender des Forschungsrates unserer Republik, stellte einmal fest:

„Auf solchen Zusammenhängen beruht unter anderem der Vorsprung der sowjetischen Strahlantriebe. Wer neuzeitliche sowjetische Entwicklungen kennt, ist verblüfft über die Einfachheit der Lösungen und die große Betriebssicherheit der Aggregate.“

Das Einfache ist also die Frucht großer geistiger und technischer Anstrengungen — es ist aus dem Komplizierten geworden. Wenn man weiß, daß eine Weltraumrakete aus etwa einer halben Million Einzelteilen besteht, kann man sich ungefähr vorstellen, was es bedeutet, für so viele einzelne Elemente die ideal einfache Lösung zu finden.

Und trotz allem bleibt die Weltraumtechnik so kompliziert und anspruchsvoll wie kein anderer Zweig der Technik. Denn wenn auch nur eines dieser Einzelteile versagt, ausfällt, bricht, durchbrennt, dann reißt es auch die 99,9 Prozent tadellos funktionierenden Teile der Rakete mit in die Tiefe. Raketentechnik ist teuer — aber sie macht sich auch bezahlt. Nicht zuletzt deshalb, weil die Weltraumtechnik in vielfacher Weise auch auf die Entwicklung der allgemeinen Technik zurückwirkt.

Viele Tausende Arbeiter, Techniker und Wissenschaftler sind in Sternensstadt oder in gewöhnlichen Betrieben, Spezialwerkstätten oder Forschungsabteilungen mit der sowjetischen Weltraumtechnik verbunden. Von den Ergebnissen ihrer Arbeit, ihren Metallen, Plastwerkstoffen, Gie-



Bereiterzeugnissen, elektronischen Bauelementen, elektromechanischen Geräten, den Hunderttausenden Einzelteilen, die zu einer Rakete gehören, hängt es ab, ob sie fliegen wird oder nicht.

Über diese Menschen sagte einmal German Titow:

„Der Flug war das Ergebnis angespannter wissenschaftlicher Arbeit eines Kollektivs von vielen tausend Menschen. Mir fiel dabei eine zwar beneidenswerte, aber doch keineswegs besonders bedeutsame Rolle zu. Bedeutsam, wenn man sie mit dem ganzen Umfang der Aufgaben vergleicht, die von anderen, einstweilen noch nicht genannten Helden der Arbeit bewältigt wurden. Wollte ich mich in die Pose eines Stars werfen, hieße das nur jene bestehlen, deren Verdienste unermesslich größer sind als die meinigen.“

Führt man sich die jahrelang bewährte Zuverlässigkeit der sowjetischen Raketentechnik vor Augen, dann weiß man, daß diese präzise Arbeit in den sowjetischen Industriebetrieben ebenfalls ein Kriterium für diese Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Industrie überhaupt ist.

Da in den haushohen Raketenungetümen keine Schmiedearbeit, sondern vergleichsweise Uhrmacherarbeit steckt – viele Tausende Stunden fehlerloser Uhrmacherarbeit, ist diese Präzision ein Kriterium für die Arbeitsfertigkeit und hohe Arbeitsmoral der sowjetischen Arbeiter und Ingenieure. Alles das kommt auch der Entwicklung der allgemeinen industriellen Technik zugute. Der Einfluß geht aber noch viel weiter.

Die Forderung der Weltraumtechnik nach kleinen und zuverlässigen elektronischen Bauelementen, die in Trägerraketen von Raumschiffen notwendig wurden, führte, wie wir schon sahen, auf dem Gebiet der elektronischen Rechenautomaten zu einer radikalen Veränderung. Zugleich sind die transistorisierten Rundfunkempfänger, die Automatisierungsmittel und Meßgeräte eine Frucht dieser Entwicklung. Wer denkt wohl daran, daß sein „Mikki“ oder eine andere „Zwergheule“ eigentlich ein Produkt der Weltraumtechnik ist?

Dr.-Ing. Rühle weist noch auf andere Anregungen hin, die in die industrielle Praxis einfließen:

„Auch auf dem Gebiet der Feinmechanik und Elektromechanik wurde die Entwicklung sehr stark beeinflusst. Miniaturkugellager höchster Präzision, extrem leichte Verbindungselemente, elektrische Kleinstmotoren, hochtemperaturbeständiges Lei-

tungsmaterial sind nur einige wenige Beispiele aus der langen Liste der Bauelemente der Elektrik, Mechanik, Hydraulik und Pneumatik.

Die Forderungen der Konstrukteure an die Werkstoffe leiten sich in erster Linie aus der Notwendigkeit der Verringerung des Leergewichts der Trägerrakete ab. Hinzu kommen an bestimmten Stellen sehr hohe Wärmebeanspruchungen. Bei den Raumschiffen muß die Außenhaut bei sehr tiefen Temperaturen die notwendige Festigkeit haben und vakuumdicht sein.

Als Ergebnis dieser Forderungen ist eine Reihe neuer Werkstoffe entstanden, die sowohl direkt in die Konstruktion eingehen als auch für Werkzeuge zur Bearbeitung dieser Stoffe verwendet werden. Neue Stahllegierungen, Titan- und Berylliumlegierungen, Aluminiumlegierungen und refraktäre — nicht oder nur schwer veränderliche — Werkstoffe sind entstanden und finden immer mehr Eingang in die allgemeine Technik. Die Anwendung dieser Werkstoffe, besonders in der chemischen Industrie, ermöglicht es, wesentlich höhere Betriebswerte einzuhalten, wie Druck und Temperatur, und erhöht damit die Produktivität. Auch der Einsatz neuer Kunststoffe für technische Zwecke wurde stark gefördert, wobei besonders die Verbundwerkstoffe, wie glasfaserverstärkte Kunststoffe, eine große Rolle spielen.

Auf dem Gebiet der Entwicklung von Anlagen und Geräten ist gleichfalls durch die Erfordernisse der Weltraumfahrt ein sehr starker Impuls gegeben worden, der sich auf vielen Gebieten auswirkt. Die Entwicklung der Radartechnik, der Empfänger und Verstärker höchster Empfindlichkeit wurde sehr einschneidend beeinflußt. Neben der Meßtechnik haben besonders die Steuerungs- und Regelungstechnik und die elektronische Rechentechnik sehr intensive Anregungen erhalten. Während auf der ersten Stufe der Automatisierung der Produktion die automatischen Prozesse bestimmten, wie sich die Steuerungs- und Regelungstechnik entwickelt, wird die höhere Stufe in entscheidendem Maße durch die technische Seite der Kosmonautik beeinflußt.

Nicht zu unterschätzen ist auch die große Bedeutung, die die Trägerraketenkonstruktion für die Leichtbauweise und besonders für die Fertigungstechnologie hat. Der Bau zum Beispiel von Fernsehsendern und ähnlichen Bauwerken kann heute mit einer materialsparenden Technik ausgeführt werden, die

vor der Entwicklung der selbsttragenden Großraketen nicht möglich gewesen wäre. Auch auf die Montageeinrichtungen, wie Turmdrehkräne, Gerüstbau und so weiter, hat die Raketentechnik zurückgewirkt.“

Damit wird noch einmal auf eine andere Weise die oft gestellte Frage beantwortet: Was hat es eigentlich für einen praktischen Nutzen, daß so schrecklich viel Geld dafür ausgegeben wird, Raketen ins All zu schießen? Es ist nicht nur der unmittelbar im Kosmos gewonnene Erkenntniszuwachs, mit dem sich die Weltraumtechnik bezahlt macht, es sind ebenso die Rückwirkungen auf das allgemeine technische Niveau. Vieles von dem, was heute zur Selbstverständlichkeit zu werden beginnt und im Zuge der technischen Revolution auch unsere Industrie grundlegend umwandelt, wäre undenkbar ohne die Ergebnisse und Erfolge der Weltraumtechnik, auch wenn wir oftmals den Zusammenhang nicht erkennen. In der Gemeinschaft der sozialistischen Länder sind demnach auch diejenigen, die gar nicht direkt an der Weltraumforschung und Raketentechnik beteiligt sind, Nutznießer der großen technischen Entwicklungen. Nimmt man alles zusammen, was aus Atomwissenschaft und -technik, aus Weltraumforschung und -technik, aus den „Elektronengehirnen“ und den Möglichkeiten der Vollautomatisierung dem Menschen an Produktivkräften zuwächst, so lassen sich im Kosmos und auf Erden Träume verwirklichen, die noch vor kurzem als Utopie galten. Sie verwirklichen sich als Ergebnisse der industriellen Stärke, des Bildungsstandes und des Verantwortungsbewußtseins einer Gesellschaftsordnung, die im Himmel wie auf Erden dem Menschen das Tor zur Zukunft geöffnet hat.

Die Wechselbeziehungen — Heinrich Mauersberger — Für die Automatisierung geeignet? — Porträt in Stahl — Metallische Werkstoffe — In der Retorte geschaffen

Die Wechselbeziehungen

zwischen wissenschaftlichen Fortschritten und industrieller Technik sind sehr eng. Es wäre aber ein Irrtum, wollte man annehmen, daß Wissenschaftler und Forscher von jeher darauf aus gewesen wären, der praktischen Technik voranzuhelfen.

Erinnern wir uns: als Heinrich Hertz die elektromagnetischen Wellen entdeckte, ging es ihm um die Klärung einer wissenschaftlichen Hypothese, um ein Problem der Grundlagenforschung. Daß sich aus seiner Entdeckung einmal die gesamte drahtlose Technik — ein weltweiter Telegrafieverkehr, Rundfunk und Fernsehen — entwickeln würde, konnte er nicht voraussehen. Viele andere Erfindungen und Forschungsergebnisse mußten erst noch hinzukommen, sich in verschiedenen Entwicklungsstadien mehr oder weniger zufällig treffen, damit im Schnittpunkt mehrerer wissenschaftlich-technischer Richtungen wieder eine neue Idee entstehen und technische Gestalt gewinnen konnte.

Erst hundert Jahre nach der Entdeckung des elektrischen Stromes entstand ein gebrauchsfähiger Elektromotor, und zwanzig Jahre dauerte es dann noch, bis die Glühlampe hinzukam.

Hundert Jahre lang benutzte man bereits das Steinkohlengas für Beleuchtungszwecke, aber erst 1885 wurde ein Glühkörper, der Auersche Glühstrumpf, erfunden, der ein ordentliches Gaslicht gab. Im gleichen Jahr nahm aber auch schon die erste Elektrizitätszentrale in Berlin ihren Betrieb auf, und der Siegeszug der Elektrizität und der Kohlenfadenglühlampe begann. Dabei war zu dieser Zeit bereits der modernste unserer Beleuchtungskörper erfunden: die Leuchtstoffröhre, die wir in der Geißlerschen Röhre kennenlernten.

Es ist also richtig, daß naturwissenschaftliche, technische und industrielle Fortschritte in allerengster Wechselbeziehung stehen, aber diese Beziehungen waren unregelmäßig, und sehr oft ergaben sie sich zufällig.

Betrachtet man manche Entwicklungslinie in der Technikgeschichte, so könnte man glauben, es habe sich nicht nur folgerichtig eines aus dem anderen ergeben, sondern es hätte auch ein enger Zusammenhang zwischen den einzelnen Gliedern der Entwicklungskette bestanden. Aber in der Regel war das Gegenteil der Fall. Tausende Wissenschaftler, Forscher und Erfinder, in der Industrie tätige Ingenieure und Einzelgänger arbeiteten nebeneinander oder gegeneinander. Unzählige Versuche wurden Dutzende Male wiederholt, andere ebensooft übersehen, und die Vertreter der reinen Wissenschaft wollten oft nichts von dem wissen, was die Praktiker aus ihren Ergebnissen machten. Die durch die Forschung möglich gewordenen technischen Fortschritte setzten sich also oftmals nur auf Umwegen durch. Hinzu kam noch, daß im Kapitalismus die herrschende Klasse, in deren Besitz sich die Fabriken und Werke befanden, häufig ja gar nicht daran interessiert war, neue wissenschaftliche Erkenntnisse in der technischen Praxis anwendbar zu machen. Das tat sie nur, wenn sich aus technischen Fortschritten große wirtschaftliche Vorteile ergaben. Diese Vorteile und Gewinne waren aber durchaus nicht immer offenkundig. Und so blieb manches, was schon lange technisch möglich war, unverwirklicht und unbeachtet. Daraus ergaben sich tragische Erfinderschicksale. Es hieß dann, sie seien mit ihren Ideen zu früh gekommen und am Unverstand der Menschen gescheitert. In Wahrheit waren sie Opfer der gesellschaftlichen Verhältnisse ihrer Zeit.

Wagte schließlich einer das Risiko, einer neuen Erfindung zum Durchbruch zu verhelfen, dann setzte sehr bald ein Wettrennen ein, die anderen Unternehmer jagten hinterher, und ein erbitterter Konkurrenzkampf brach aus. Trotz dieses Gegeneinanders und der sporadischen Anwendung wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse in der industriellen Praxis waren die Fortschritte in den letzten hundert Jahren so groß, daß schon unsere Großeltern aus dem Staunen über die neomodischen Dinge, gemeint waren Auto und Radio, Flugzeuge, Kino oder Kunstseide, nicht herauskamen, obwohl alle diese Neuerungen in einem geradezu gemächlichen Tempo erfolgten. Man hatte Zeit, sich an das elektrische Licht zu gewöhnen, an die immer schneller werdenden Autos und an neue Maschinen.

Wie anders ist das alles zu unserer Zeit! Wissenschaft und Technik haben ein Fortschrittstempo gewonnen, wie sie es nie zuvor hatten. Experten haben errechnet, daß sich gegenwärtig der Umfang der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in einem Zeitraum von 5 bis 7 Jahren verdoppelt! Die

Schatzkammer des menschlichen Wissens füllt sich auf eine geradezu phantastische Weise. Das ist kein Wunder, denn gegenwärtig sind auf der Welt so viele Wissenschaftler tätig wie in der ganzen vorangegangenen Menschheitsgeschichte zusammengenommen!

Das hat zur Folge, daß sich auch in der praktischen Nutzung der Forschungsergebnisse eine immer größer werdende Tempozunahme zeigt: Es dauerte hundert Jahre, bis aus den Entdeckungen des elektrischen Stromes praktischer Nutzen gezogen wurde, aber bereits fünf Jahre nach der Entdeckung der Kernspaltung wurde der erste Reaktor gebaut. Vor reichlich zwanzig Jahren gab es die ersten elektronischen Rechenautomaten zur Lösung ganz spezieller Aufgaben, heute läßt sich schon nicht mehr aufzählen, wo und wie die „Elektronendenker“ in Wissenschaft, Volkswirtschaft und der automatisierten Produktion verwendet werden. Als der erste Erdsatellit in den Weltraum gebracht wurde, wagten ganz Kühne die Voraussicht, sie würden es noch erleben, daß auch Menschen ins All gelangen. Wenige Jahre danach kann man alle Weltraumfahrer schon kaum noch beim Namen aufzählen.

Die Ereignisse überstürzen sich. Das, was unseren Großeltern Gesprächsstoff für viele Jahre gegeben hätte, ist für uns kaum eine Woche Gegenstand der Unterhaltung, weil ständig Bedeutungsvolleres geschieht. Lehrbücher, die früher jahrzehntelang als Standardwerke galten, sind mitunter heute bereits veraltet, wenn sie im Druck erscheinen. Das gilt auch für die industrielle Praxis: Betriebsanlagen, die auf den Zeichenbrettern der Konstrukteure noch dem neuesten Stand entsprechen, können bereits hoffnungslos veraltet sein, wenn sie nach einigen Jahren in der Praxis die Produktion aufnehmen sollen.

In der chemischen Produktion gilt es als Faustregel, daß alle sechs bis sieben Jahre ein Verfahren überholt ist. Das heißt also, man muß eine sehr genaue Vorstellung davon haben, in welcher Richtung sich die verschiedenen Formen der Erzeugung und die Erzeugnisse selbst entwickeln und verändern. Sonst kann es geschehen, daß eine eben eingeweihte chemische Anlage bereits veraltet ist und eigentlich nur noch Schrottwert hat, da weder die Art, wie mit ihr produziert wird, noch das Produkt dem wissenschaftlich-technischen Höchststand entsprechen. Die Erzeugnisse sind auf dem Weltmarkt nicht zu verkaufen, weil es bessere und billigere gibt. Man spricht dann davon, daß die Anlage „moralisch verschlissen“ ist. Sie hat keinen Wert mehr, obwohl noch gar kein „physischer Verschleiß“, keine maschinelle Abnutzung stattgefunden hat, denn sie ist ja nagelneu. Dieser Widerspruch zwischen den Fristen des moralischen und des physischen Verschleißes, also der allmählichen Abnutzung im Gebrauch, wird zusehends größer. Der sowjetische Volkswirtschaftler Iwa-

now hat das am Beispiel des englischen Flugzeugbaues untersucht und festgestellt:

„Während das Passagierflugzeug der Vorkriegsproduktion ‚Douglas DC-3‘ moralisch 15 bis 18 Jahre nach der Auslieferung an den Markt veraltete, veraltete das Nachkriegsflugzeug ‚Lockheed Constellation‘ nach sieben Jahren, ‚Lockheed-Superconstellation‘ nach vier bis fünf Jahren, das englische Turboflugzeug ‚Komet IV‘, ausgeliefert im Jahre 1959, nach vier Jahren. Und schließlich veraltete das letzte Modell der Firma Douglas aircraft, ‚Douglas DC-9‘, moralisch bereits in der Konstruktion.“

Dieses atemberaubende Fortschrittstempo, bei dem auf allen Gebieten der Technik das heute noch Gute morgen schon durch Besseres, Neues ersetzt wird, hat seine Ursache darin, daß wissenschaftliche Forschung und technische Praxis ganz eng aneinandergerückt sind.

Es wird längst nicht mehr dem Zufall überlassen, ob irgend jemand mit einem von der Forschung entdeckten Phänomen etwas anfangen, einen technischen Nutzen aus ihm ziehen kann. Die Entwicklungslinien von Wissenschaft und Technik kreuzen sich nicht mehr zufällig und gelegentlich, sie sind eng miteinander verbunden und verknüpft. Diese Zusammenführung von Wissenschaft und Praxis bewirkt, daß die Forschungsergebnisse schnell und direkt Eingang in die industrielle Produktion finden. Entwicklungen, die früher — gewissermaßen in der Manufakturperiode der Wissenschaft und der unsystematischen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis — jahrzehntelang gedauert hätten, vollziehen sich jetzt in Monaten und Jahren. Die Wissenschaft wird im vollen Umfang zur Produktivkraft, und sie durchdringt die industrielle Produktion.

Man könnte meinen, daß nun auch in den kapitalistischen Ländern alle Hemmnisse beseitigt wären, die es in der Zeit der sporadischen Anwendung der Wissenschaft gegeben hat. Aber das trifft trotz des in speziellen Entwicklungslinien so augenscheinlich gestiegenen Fortschrittstempos nicht zu. Die Monopole beeilen sich durchaus nicht immer bei der Einführung radikaler Neuerungen, und vieles, was in den Forschungslaboratorien der Industrie ausgearbeitet worden ist, bleibt unveröffentlicht und unverwendet. Manche Entdeckungen und Erfindungen werden geheimgehalten und hinter Panzertüren verschlossen. Es wird nur ein Teil von dem genutzt, was die Wissenschaft an neuen Erkenntnisschätzen aufgehäuft hat. Heute wie gestern hindern die kapitalistischen Profitinteressen die Wissenschaft daran, sich ungehemmt entfalten und der Praxis nutzen zu können.

Ganz anders ist das in den sozialistischen Ländern: Hier ist das wissenschaftlich-technische Fortschrittstempo und dessen weitere Erhöhung geradezu eine Voraussetzung, um die mit der kommunistischen Gesellschaft angestrebten Ziele zu erreichen. Der revolutionären Gesellschaft entspricht die revolutionäre Wissenschaft und Technik, sie bedingen und ergänzen einander. Und in einer auf höchste Planziele orientierten Volkswirtschaft, in der es keine Profit- und Ausbeuterinteressen gibt, kann und muß sich die Wissenschaft als Produktivkraft ungehemmt entfalten. Die heutigen und künftigen Träger der Wissenschaft müssen dafür sorgen, daß es keinen Bereich der Produktion und der Lebensgestaltung gibt, der im Traditionellen erstarrt.

Es heißt mitunter, daß uns auf dem Weg ins Jahr 2000 noch wahre Wunder erwarten. Erwarten sie uns wirklich? Gewiß nicht. Die Wunder von morgen stellen sich nicht von selbst ein, sie erscheinen nicht als das Ergebnis von Genieblitzen. Jeder Fortschritt muß — heute wie morgen — erarbeitet und erkämpft werden, er bedarf des persönlichen Einsatzes und des Mutes. Ja, er verlangt unter Umständen Opfer. Denn an fast jeder Stelle, die für etwas Neues geeignet ist, steht Altes, und das Alte verteidigt sich zäh. Es hat die Erfahrung und Bewährung für sich, das Neue muß sich erst als das Bessere beweisen. Für diesen Beweis muß man kämpfen.

Heinrich Mauersberger

ist ein solcher Kämpfer, der vom Alten fast erdrückt worden wäre, weil er etwas radikal Neues wollte.

Er wurde am 11. Februar 1909 in Neukirchen bei Zwickau geboren. In dieser Landgemeinde hatte die Textilindustrie schon längst Einzug gehalten, und Mauersberger wuchs in der Nachbarschaft klappernder Maschinen auf. Sein Wunsch war, Maschinenbauer zu werden. Aber als er ein junger Mann war, schüttelten Krisen das Land, es herrschten Kurzarbeit und Arbeitslosigkeit. Seine Eltern konnten gar nicht daran denken, ihm ein so langes Studium zu finanzieren. So wurde er Färbereitechniker, arbeitete, qualifizierte sich zum Ingenieur, heiratete, und als er meinte, nun einige Sicherheit im Leben gewonnen zu haben, schoben sich die dunklen Wolken des Krieges zusammen.

Nach dem zweiten Weltkrieg, als er nach Hause zurückkehrte, lag auch die Textilindustrie in Trümmern. Er beschloß, eine Strickerei einzurichten, denn es fehlten Textilien aller Art. Es gab aber auch keine Strickmaschinen. Also baute er sich selbst ein Versuchsmuster aus Holz, Pappe und

Leim. Allerdings ließen sich auf der einfachen Maschine nur Gardinstoffe stricken. Damit war er nicht zufrieden. Denn jetzt wurden nicht Gardinen, sondern in erster Linie warme Kleidungsstücke gebraucht. Er suchte nach einer Lösung, ein dichteres Maschenwerk bekommen zu können, so daß aus Gardinen eben ein ordentlicher Strickstoff wird. Er versuchte, zusätzliche Kettfäden einzuarbeiten. Aber auch das war noch nicht das Richtige.

„Beim Suchen nach besseren Lösungen beobachtete ich eines schönen Tages, wie meine Frau an ihrer Nähmaschine saß und an einer zerschlissenen Tischdecke die losen Fäden in der schadhafte Stelle durch mehrfaches Übernähen wieder verfestigte. In diesem Augenblick kam mir der Gedanke: man darf die Maschen der Strickware mit den eingelegten Fäden eben nicht durch Stricken, sondern man muß sie durch Nähen mit der Kettenstichmaschine herstellen!“

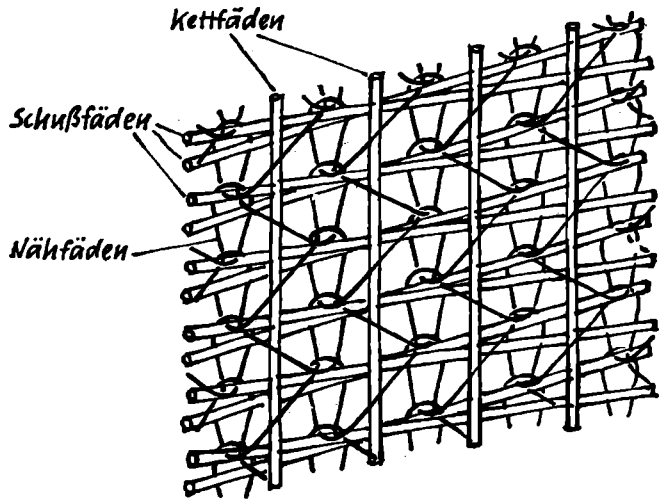
Das war eine neue Idee, ein prinzipiell neuer Weg, Textilien herzustellen. Mauersberger überschlug die mögliche Leistungsfähigkeit einer auf diese Weise „nähenden“ statt „strickenden“ Maschine. Und seine Frau, die eigentliche Anregerin der neuen Gedanken, erfuhr sofort:

„daß man mit einer Strickmaschine in der Stunde, na, sagen wir, zehn Meter Stoff herstellen kann. Mit einer Nähmaschine, die 5000 Stiche in der Minute näht, kann man aber zehn Meter Stoff in der Minute oder 600 Meter Stoff in der Stunde vernähen!“

Dann saß Heinrich Mauersberger vor seinem Arbeitstisch und grübelte: gewiß, er war vom Stricken ausgegangen. Aber im Grunde genommen würde durch die neue Nähtechnologie eine bessere Art des Webens möglich.

Gewebt wird, indem die Fäden in Kett- und Schußrichtung untereinander verflochten werden. Seit 6000 Jahren wird nach dieser Technologie gewebt — ob auf Webrahmen, den alten Handwebstühlen, den Cartwrightschen mechanischen Webstühlen oder auf den modernen Webautomaten. Die Gewebe entstehen aus Kette und Schuß. Auch die weitblickendsten Technologen und Textilmaschinenbauer hatten bisher keine Möglichkeit gesehen, nach einem anderen Prinzip Stoffe und Webwarenqualitäten herzustellen. Ihre Anstrengungen richteten sich immer nur darauf, die Webgeschwindigkeiten zu erhöhen, und das war ihnen ja auch gelungen.

Auf modernen Webautomaten können 5 Meter Stoff in der Stunde hergestellt werden, ein tüchtiger Weber kann vier, sechs, ja sogar zehn solcher Webautomaten bedienen. Wenn er aber nun eine Maschine konstruieren würde, bei der ein System von dicht nebeneinander angebrachten Näh-



Schema der Nähwirktechnik

nadeln den hin- und herfliegenden Schützen ersetzen könnte, dann wäre es möglich, mit Nähmaschinengeschwindigkeit Stoffe herzustellen!

„Ich habe mir damals vorgestellt, daß man die Fäden in Kett- und Schußrichtung als Fadenschleier ohne direkte Verbindung anordnet und darüber näht. Es mußte erreicht werden, daß dieser übernähte Stoff die gleichen Eigenschaften wie eine Webware bekommt. Ein Stoff dieser Art hätte einen noch höheren Wert als ein Strickstoff, da die Formbeständigkeit der Webware wertvoller als die Dehnbarkeit der Wirk- und Strickwaren ist.“

Mit diesen Überlegungen Heinrich Mauersbergers wurde eine Entwicklung eingeleitet, die zu einer Weltsensation wurde und zu einer Revolution in der Textilindustrie führen sollte.

Er begann auf dem Zeichenbrett, dann aus Holz und Pappe seiner Idee Gestalt zu geben, und er fand im Institut für Textilmaschinen in Karl-Marx-Stadt Mitarbeiter, die ihm halfen, die neuartigen Gedanken in die Praxis umzusetzen. Aber es gab Schwierigkeiten in Hülle und Fülle. Un-erhört viel Neues mußte erdacht und ausgeknobelt werden.

1954 erhielt der Erfinder den Nationalpreis der DDR, und die Zeitungen begannen über „Malimo“ zu schreiben. „Malimo“ war das Zauberwort für die neue Näh-Wirk-Technologie; es ergibt sich aus den Anfangsbuchstaben von Mauersberger, Limbach, dem Wohnort des Erfinders, und Molton, der Stoffqualität, die als erste in großen Mengen hergestellt wurde.

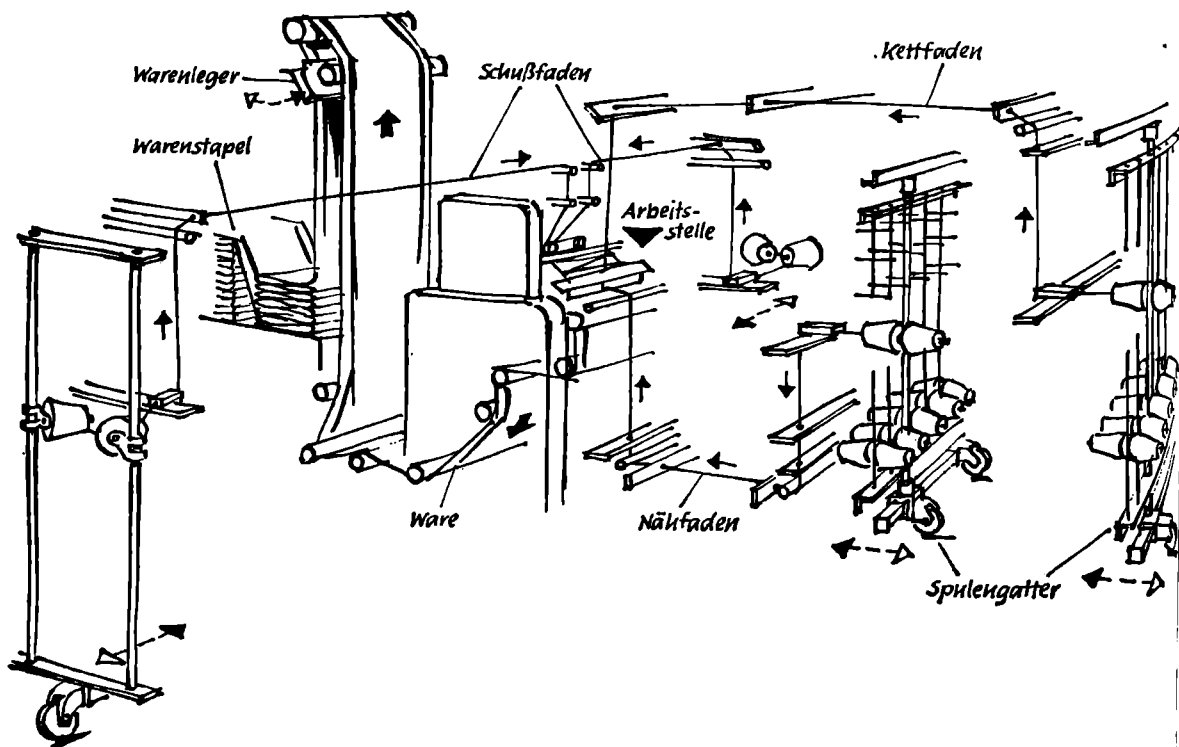
Aber noch gab es keine im Produktionseinsatz bewährten Malimo-Maschinen – nur Versuchsmuster. Selbst der Bau, die Erprobung und ständige Vervollkommnung dieser Muster mußten im Kampf gegen Behinderung aller Art durchgesetzt werden.

„Die Arbeit erforderte natürlich ein Abweichen von lieben alten, aber ausgetretenen Pfaden und stößt daher oft auf große Widerstände. Aber nachdem sich die Technologie der Weberei seit 6000 Jahren praktisch unverändert erhalten hat, und nachdem viele Generationen ihre Möglichkeiten wohl fast bis zur Neige ausgeschöpft haben, kann dem technischen Fortschritt nur dann weitergeholfen werden, wenn man den Mut findet, grundsätzliche Veränderungen anzupacken, wie das bei dem Nähwirkverfahren der Fall ist.“

Vielen Anhängern, Konstrukteuren und Experten der „klassischen“ Textiltechnologie und des traditionellen Textilmaschinenbaues waren Mauersbergers Überlegungen und Versuche zu radikal. Andere sahen in ihm einen unbequemen Außenseiter, der ihr ganzes Programm durcheinanderbrachte, und manche waren einfach neidisch, wenn sie an die möglichen Erfolge der Malimo-Maschine dachten.

Heinrich Mauersberger lernte den Konservatismus in seinen verschiedenen Formen kennen. Er begriff sogar, daß es für manche nicht einfach

Schema der Arbeitsweise einer „Malimo 500“



ist, sich von liebgewordenen technischen Lösungen zu trennen und andere anzuerkennen. Mitunter war er aber doch niedergeschlagen, wenn bei der Begutachtung und Bewertung seiner Arbeit allzu ungerecht verfahren wurde.

Er und seine Mitarbeiter gaben jedoch nicht auf, weil sie sich ihrer Sache sicher waren und auf die Unterstützung weitblickender Menschen aus Wirtschaft und Staat bauen konnten. Sie alle wußten, wenn sich erst einmal die technischen und ökonomischen Vorteile in der Produktion herausgestellt haben würden, hatten sie gesiegt.

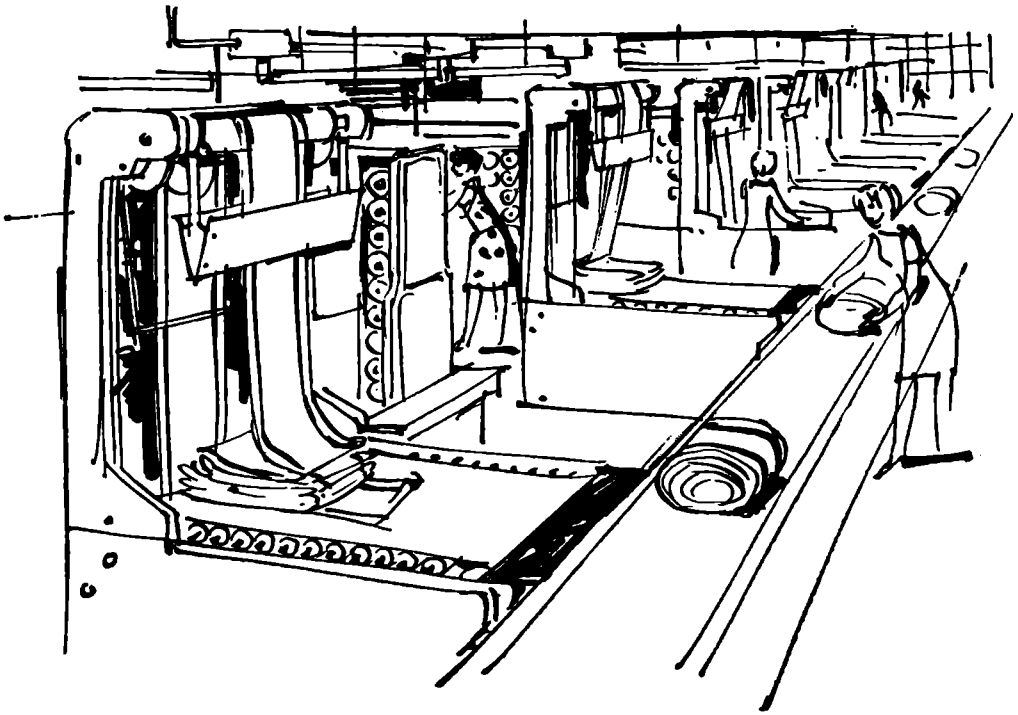
In dieser Zeit wurde der Erfinder, der durch seine Patente und die Fachzeitschriften in aller Welt bekannt geworden war, oftmals „eingeladen“, im westlichen Ausland seine Arbeiten fortzusetzen. Er dachte nicht daran, seine Republik und mit ihr seine ganze bisherige Arbeit zu verraten. Die sozialistische Industrie brauchte die höhere Arbeitsproduktivität. Wer seine Maschinen haben wollte, sollte sie von der DDR kaufen.

„So wurde ‚Malimo‘ entwickelt, bei dem nun tatsächlich die Kett- und Schußfäden übereinanderliegen, ohne miteinander verflochten zu sein, dafür aber sind sie durch Nähte in der Längsrichtung miteinander verbunden. In seinen Festigkeitseigenschaften und in seiner Formbeständigkeit ist Malimo nicht von Webwaren zu unterscheiden, dafür liegen aber die Produktionsgeschwindigkeiten, von der Zahl der eingetragenen Schüsse aus gesehen, 20mal so hoch und, von der Leistung in laufenden Metern aus gesehen, 60 mal so hoch wie beim Webstuhl.“

Im VEB Tüllmaschinenbau Karl-Marx-Stadt wurden die nach dem Baukastenprinzip konstruierten Maschinen hergestellt und sehr bald auch in Serie produziert. Im Cranzahler Werk des VEB Cunersdorfer Wirkwarenfabrik arbeitete im Malimo-Saal die erste Maschinenreihe, und an jeder Malimo-Maschine wurde in einer Minute mit 2,50 Meter Stoff die Halbstundenleistung eines Webautomaten erreicht! Aber nicht nur die Stoffbahnen flossen mit großer Geschwindigkeit aus der Malimo-Maschine, die Arbeiterinnen begrüßten auch noch einen anderen Vorteil: sind die Websäle wahre Lärmhöhlen, so arbeiten die Malimo-Maschinen fast geräuschlos!

Dreizehn Jahre hatte Heinrich Mauersberger um die beste konstruktive Lösung für Maschinen seiner Näh-Wirk-Technologie ringen und sie im Kampf durchsetzen müssen.

Heute hat sich nicht nur der hohe volkswirtschaftliche Nutzen von Malimo längst erwiesen, überall in der Welt sind Malimo-Maschinen gefragt und werden in Lizenz nachgebaut.



Heinrich Mauersberger hat noch andere „Mali“-Technologien und Maschinen entwickelt. Es entstand das „Maliwatt“-Verfahren, mit dem Steppwatte und ähnliches hergestellt wird, „Malipol“ zur Herstellung maschenfester Frottierware oder von flauschigen Mantelstoffen und „Malikustik“, ein Verfahren zur Erzeugung moderner Schallschutzmittel, wie Matten, Platten, Tapeten.

Jedes Kind kennt die Malimo-Erzeugnisse, und die Möglichkeiten einer noch weitergehenden Verwendung sind längst nicht ausgeschöpft. Wir wissen nun, was hinter diesem Zauberwort steckt und in welcher ungeahnten Weise es die Arbeitsproduktivität in der Textilindustrie erhöht hat. Wir wissen auch, wer der Mann ist, der mit Mut und Beharrlichkeit eine bessere technische Lösung fand und durchsetzte als jenes Verfahren, das in der Steinzeit unsere Ahnen vom Flechten ableiteten und auf den Webrahmen übertrugen.

Wenn man genau hinsieht und einiges von dem noch im Kopf hat, was uns auf unserem Weg durch 100 000 Jahre Technikgeschichte begegnet ist, so entdeckt man vielerorts unvermutet, daß sich alte handwerkliche Techni-

ken noch heute am Leben befinden. Sie sind in vielen Fällen in die industrielle Technik eingeflossen und für Maschinen geeignet gemacht worden. Aber heute, wo nach noch rationelleren Produktionsmethoden gesucht und untersucht wird, ob sich eine Technologie für die Automatisierung eignet, ist es notwendig, darüber nachzudenken, ob denn diese Technologie überhaupt die einzig mögliche und richtige ist. Wäre nicht ein völlig anderes Verfahren denkbar, und wäre das nicht viel besser

für die Automatisierung geeignet?

Professor Thießen, Ehrenvorsitzender des Forschungsrates der DDR, sagte einmal:

„Die Forderungen an die Forschung für die nächste Zeit bestehen darin, die Verfahrenszüge oft in radikaler Abwendung vom Bisherigen neu zu durchdenken und immer wieder zu durchdenken, bis man auf jene einfachsten Formen kommt, die nachher ein ebenfalls einfaches System der Regel- und Rückregelvorrichtungen ermöglichen. Entsprechende Überlegungen sind in allen Fällen nötig, in denen verwickelte Prozesse mechanisiert und automatisiert werden sollen.“

Wir betrachten es beispielsweise als selbstverständlich, daß heute schon längst nicht mehr alle Fäden aus natürlichen Fasern gewonnen werden. Die verschiedenartigen synthetischen Fasern, wie Dederon oder Grisuten, übertreffen sie in der Qualität bei weitem. Dennoch wird auch mit den synthetischen Materialien nachgeahmt, was einstmals auf der Grundlage der natürlichen Fasern entstanden war: sie kommen als Fäden aus der Spinnöse, um dann, ähnlich wie natürliche Fasern, verarbeitet zu werden. Es wird gestrickt, gewirkt, sie werden gewebt, der Stoff wird zugeschnitten und von Frauen am Band mit Nähmaschinen in Kleidungsstücke oder Wäsche verwandelt.

Die Frage wird einmal auftauchen, ob sich aus diesem synthetischen Material nicht durch eine andere Technologie der Stoffherzeugung etwas herstellen läßt, was besser ist und einfachere Formen der Weiterverarbeitung in Kleidungs- oder Wäschestücke zuläßt. Könnte man dieses Material nicht in Flächen herstellen, die bereits die Formen fertig zugeschnittener Teile haben? Wäre es nicht möglich, diese Teile dann zusammenzukleben oder auf andere fadenlose Art zu verbinden, statt zu nähen? Ließen sich die Materialien nicht in Stoffe von verschiedenartiger Struktur verwandeln und mit Effekten versehen, die wir heute noch gar nicht kennen?

Stoffe, die in Griff, Glanz und Trageeigenschaften die unseren übertreffen?

Das alles sind Fragen, die ganz sicher eines Tages vor den Konfektionsbetrieben und Wäschefabriken stehen werden. Die Modegestalter werden dann mit einer Palette von Stoffen umgehen, die nicht nur die Grundlage für eine selbstverständlich modische, zweckmäßige und hygienische Bekleidung ist, die neuartige Technologie wird ihnen auch die Aufgabe stellen, den Entwurf in die automatische Serienfertigung überzuführen. Dann freilich wird die Bekleidungsindustrie nicht mehr auf Zuschneider, Näherinnen und Büglerinnen angewiesen sein.

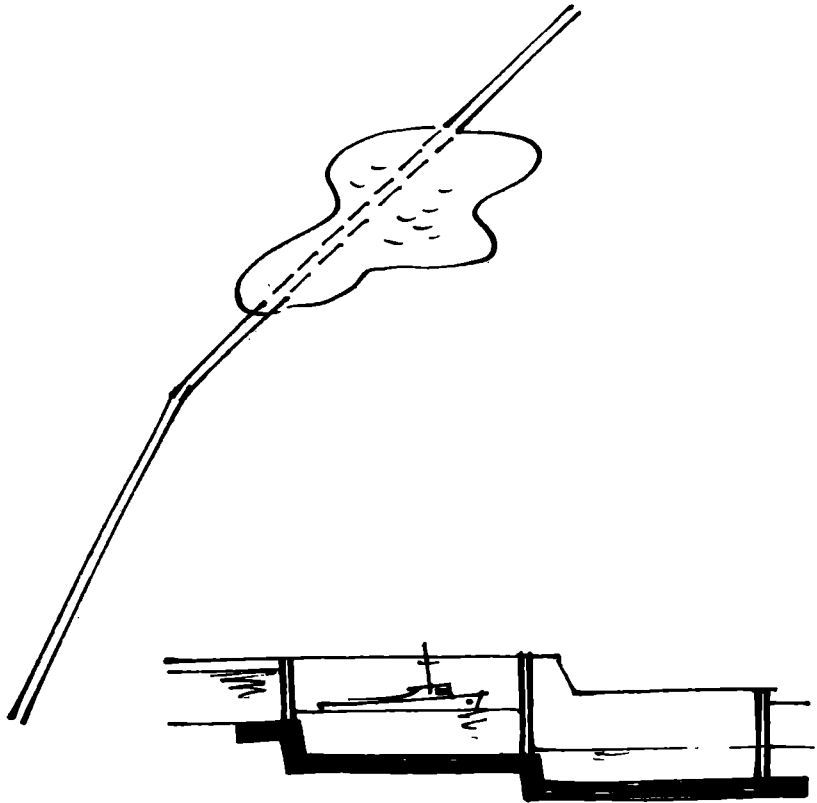
In vielen anderen Fällen haben sich schon heute radikal neue Lösungen glänzend bewährt: Mit Mauerstein und Kelle wären die neuen Städte und Stadtteile, Siedlungen und Fabriken nicht so rasch und zweckmäßig aufzubauen gewesen. Wir wundern uns nicht mehr, wenn wir auf einer Baustelle ein ganzes Zimmer am Kran hängen sehen. Vorfabrizierte Fertigteile aus Beton werden von Spezialfahrzeugen aus der „Häuserfabrik“, dem Betonwerk, herangefahren und montiert. Große Turmdrehkräne und ein Dutzend Monteure arbeiten an vielgeschossigen Neubauten, die zusehends in die Höhe wachsen. Sie haben ein Heer von Bauarbeitern, die die Gerüste bevölkerten und mit Kelle und Kalk und Mauersteinen die Wände hochzogen, überflüssig gemacht. Es ist ein alltägliches Bild geworden, wenn in einer vom Kran emporgehobenen „Bauzelle“ auch schon die Badewanne hängt oder bereits verglaste Fenster, Türen oder Balkone in den Bauelementen enthalten sind.

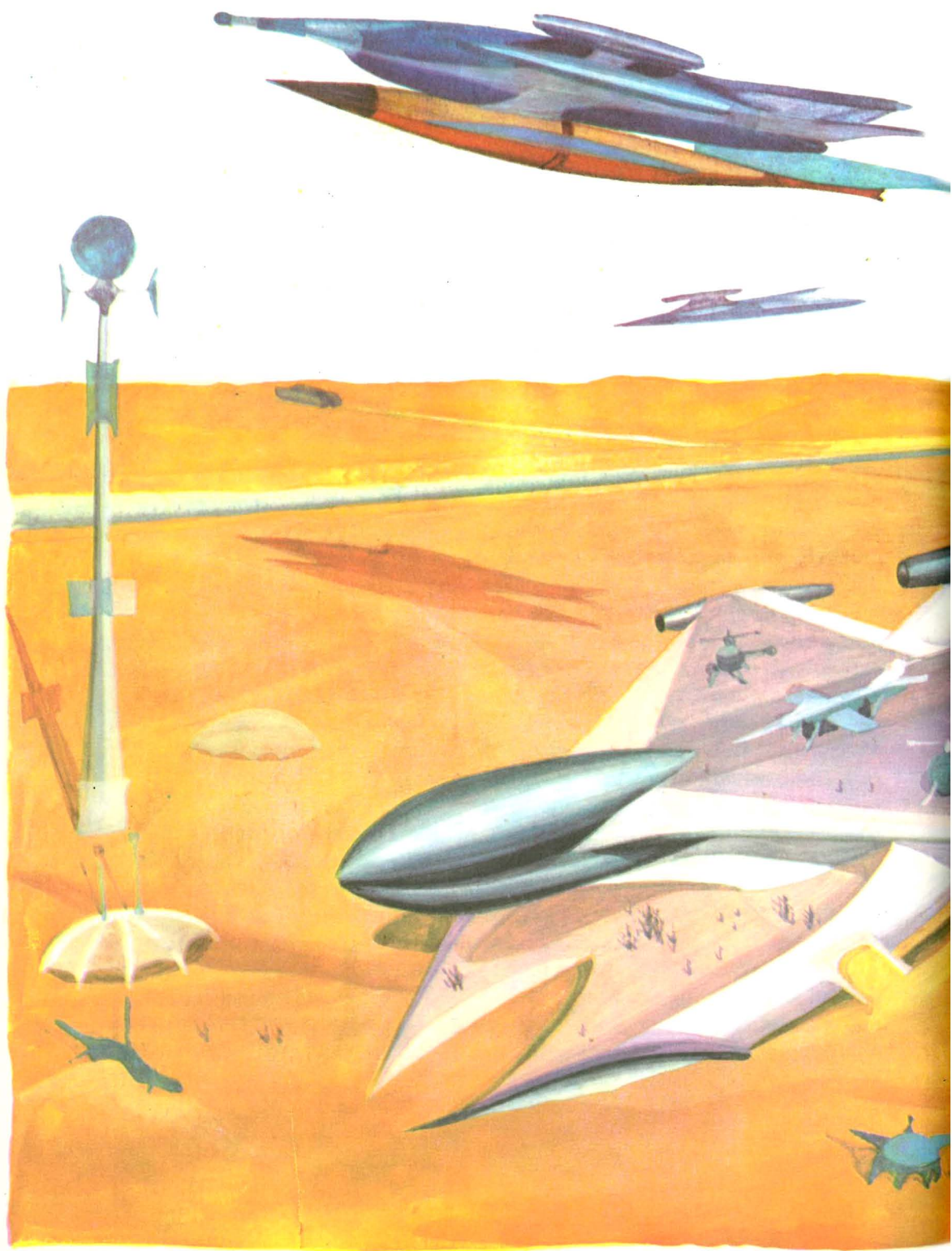
Freilich kann man noch nicht überall so bauen. Die riesigen Kräne und Transportfahrzeuge könnten nicht auf jede beliebige Dorfstraße gelangen. Ganz gewiß wird man sie brauchen, wenn einmal neue Agro-Städte entstehen, in denen dann auch der Landbevölkerung aller Komfort des großstädtischen Lebens geboten wird. Gegenwärtig hätten aber viele Traktoristenwohnungen oder Schulen, Ställe, Scheunen und Werkstätten nicht gebaut werden können, wenn es die alten Ziegeleien, Maurer und Zimmerleute nicht gäbe.

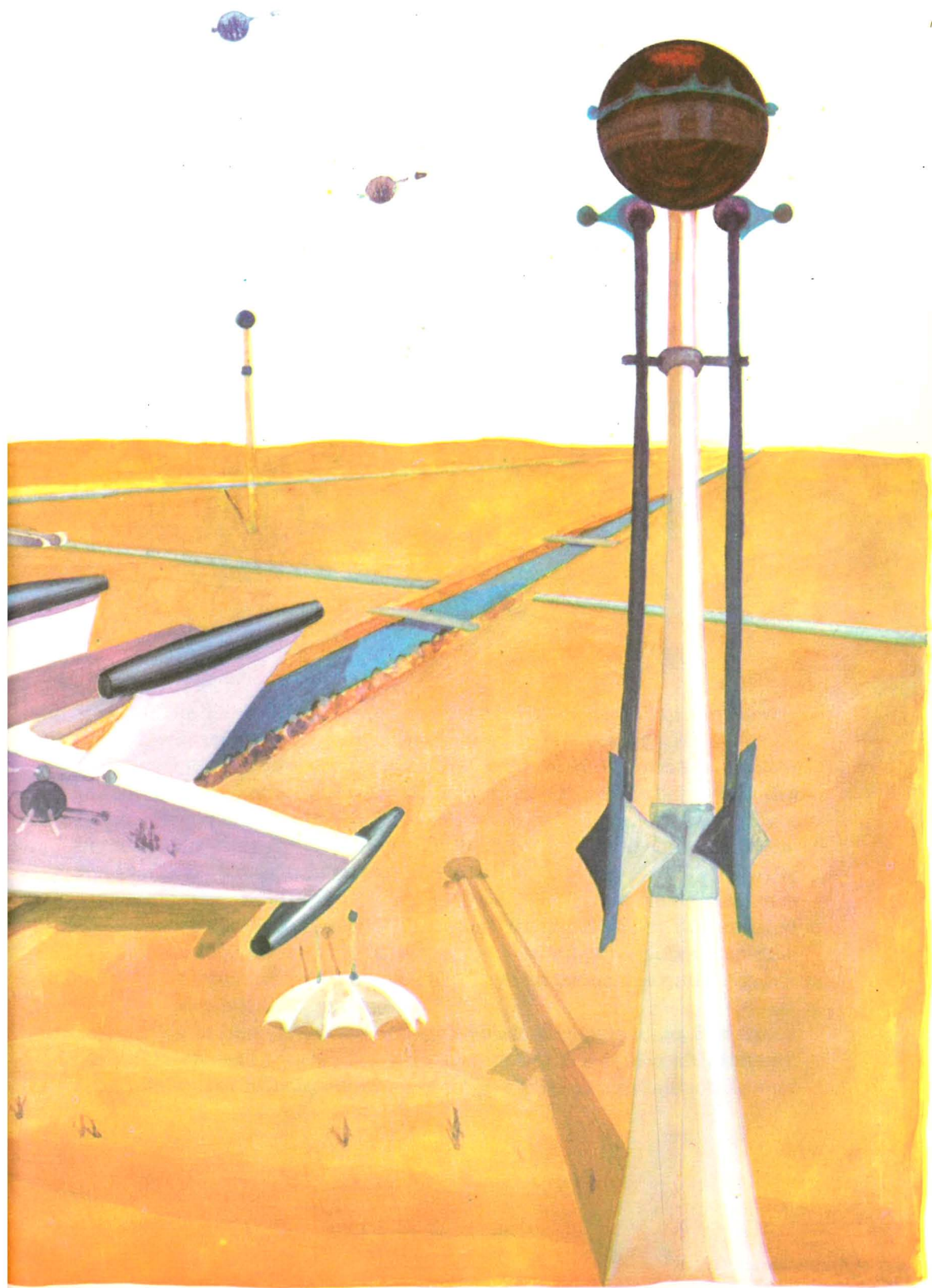
Man muß also wissen, in welchem Verhältnis neben den Mitteln der hochmodernen Technik auch die alte handwerkliche Technik noch bestehenbleiben muß. Die volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte, die im Lande konkret bestehenden Bedingungen, sind also ausschlaggebend dafür, in welchen vorbereiteten Bahnen sich neue technische Möglichkeiten verwirklichen lassen.

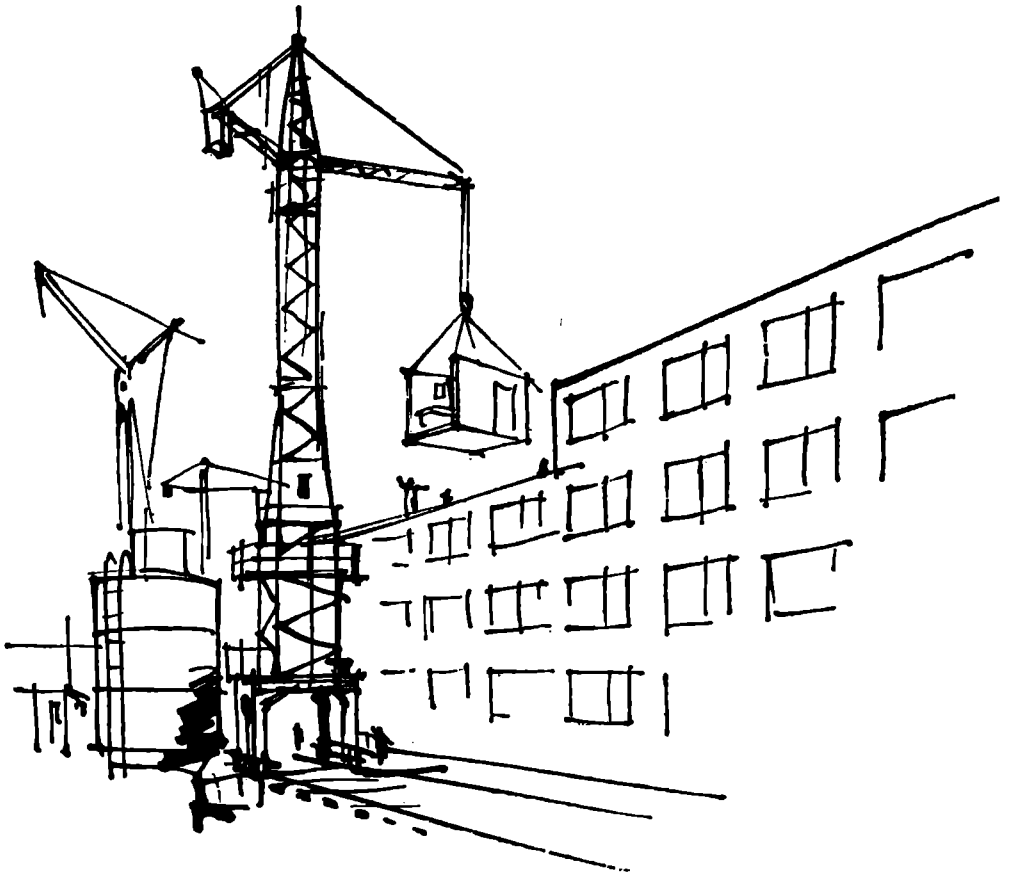
Bei uns behindern Brücken, schmale Straßen und enge Dörfer die breiten Einsatzmöglichkeiten der modernen Bautechnik auf dem Lande. In den unendlichen Weiten der Sowjetunion hingegen gibt es oftmals gar keine

Fahrende, fliegende und schwimmende Kombines
für Kanal- und Straßenbau





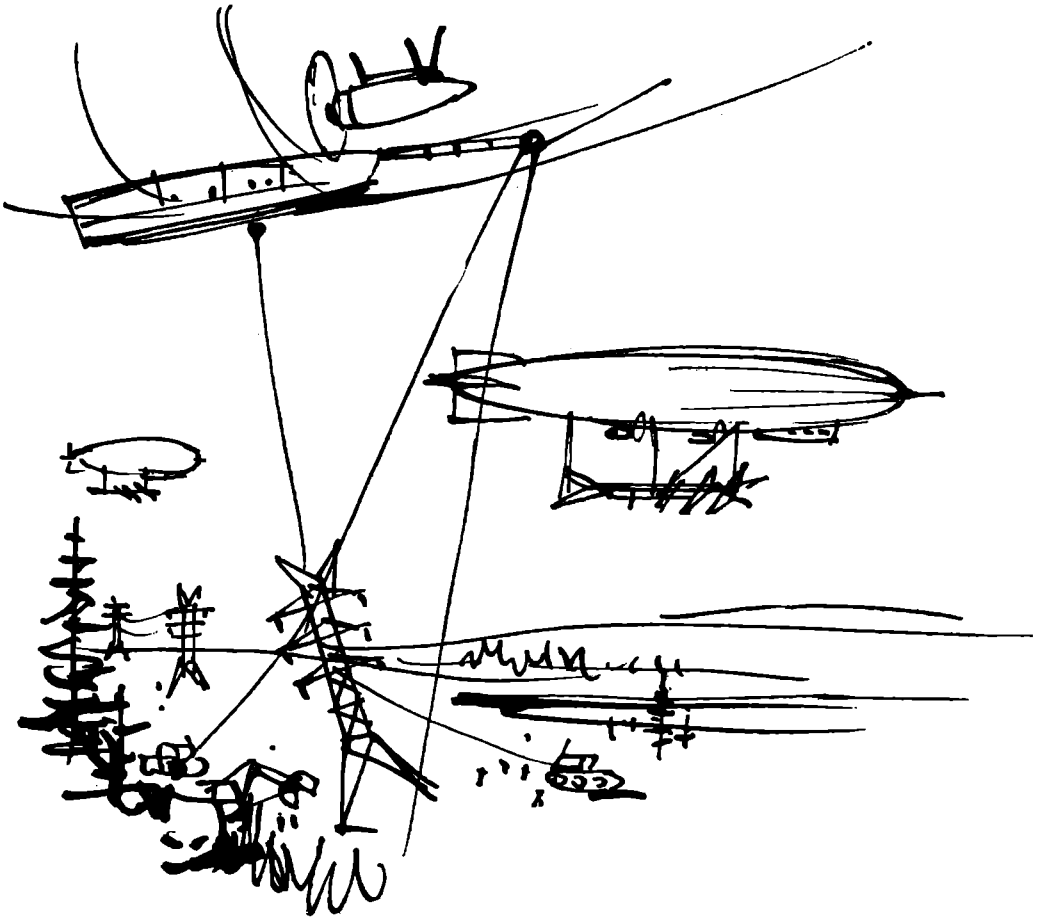




Straßen. Die Zentren der Besiedlung liegen Hunderte Kilometer auseinander. Dennoch werden in unerschlossenen Gebieten riesige Wasserkraftwerke gebaut, neue Bergbauzentren und Erdölreviere geschaffen. Gleichlaufend damit wachsen neue Städte aus der Erde. Dabei spielt das Transportproblem eine große Rolle. Neue Verkehrslinien müssen gebaut werden. Aber diese Aufgaben sind mit unseren Bedingungen des Straßen- und Eisenbahnbaues nicht zu vergleichen:

„denn zwei Drittel des sowjetischen Territoriums sind unzugängliche Gebiete. 70 Prozent des gigantischen Raumes sind mit Sümpfen und ewig gefrorenem Boden bedeckt. In solchen Gegenden Straßen und Flugplätze zu bauen bedeutet, den Boden mit Gold zu pflastern.“

So heißt es in einer Veröffentlichung, die als Ergebnis einer Konferenz von Experten des Luftschiffbaues herausgegeben wurde. Sie schlagen vor, ein großes Luftschiffbauprogramm in Angriff zu nehmen; Luftschiffe – so



haben sie errechnet – sind die geeigneten Lastenschlepper in den Weiten Sibiriens. Sie können Fabrikausrüstungen, Bohrtürme und Schreitbagger, vorgefertigte Bauelemente für Werkhallen und Wohnhäuser an jeden beliebigen Ort bringen. Eine solche Luftschiffflotte könnte ganze vorgefertigte Städte in die Taiga verfrachten. Luftschiffe wären auch noch auf andere Art nützlich. Der Bau der 3800 Kilometer langen Hochspannungsleitung vom Wasserkraftwerk an der unteren Lena kostet mehr als das Kraftwerk selbst. Der Hauptgrund liegt in den Schwierigkeiten beim Transport der Masten und Leitungen. Luftschiffe könnten Dutzende Millionen Rubel einsparen helfen, weil sie nicht nur über alle Unwegsamkeiten hinweg die stählernen Mastenungetüme transportieren, sondern sie auch als fliegende Kräne aufrichten würden.

Wer also bisher geglaubt hatte, die moderne Luftfahrt mit der Entwicklung überschneller Maschinen hätte das Luftschiff überflüssig gemacht, muß vielleicht seine Meinung ändern. Als Lufttransporter ist es leistungsfähiger und wirtschaftlicher als ein Transportflugzeug, das ja, je größer und schneller es ist, um so höhere Anforderungen an Landepisten stellt. Ein Luftschiff kann überall zu Boden gehen, es muß nur eine Haltemannschaft dasein, die es an den ausgeworfenen Seilen packt.

Unter neuen volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten und neuen Erfordernissen der Technik kann also auch eine Entwicklungsrichtung wieder höchst aktuell und zukunftsreich sein, die man als technisch überholt und unmodern ansah. Das heißt natürlich nicht, daß auch bei uns Luftschiffe als Transporter notwendig wären, jedenfalls nicht, um Fertigbauteile oder Montagekräne auf ein Dorf zu bringen. Vielleicht wird sich aber später einmal herausstellen, daß für bestimmte Zwecke, etwa den Transport großer Turbinen in ein Wasserkraftwerk oder großer chemischer Reaktoren, ein solcher Lufttransporter für überschwere Lasten sehr geeignet sein kann.

Verschiedene sowjetische Experten sind der Meinung, daß ihr Land sehr bald über eine starke und leistungsfähige Luftschiff flotte verfügen wird, und damit würde diesem „Umweg“ in der Entwicklung der Luftfahrt ein neuer Weg oder, besser gesagt, sein wirklicher Weg eröffnet.

Man kann bei der Suche nach neuen Lösungen häufig auf Gedanken zurückgreifen, die schon früher einmal gedacht worden sind, die sich aber damals nicht in die Praxis umsetzen ließen. Eine solche „vorgedachte“ Lösung steckt auch im modernen Stahlschmelzverfahren durch Sauerstoffaufblasen.

Wir wissen, Henry Bessemer machte mit der „Bessemerbirne“ und dem Windfrischverfahren die Produktion von Massenstahl möglich. Nun wußte er damals aber schon, daß es nicht einfach darauf ankam, „Luft“ in den Konverter zu blasen, denn die Luft enthält ja fast 80 Prozent Stickstoff. Es kam auf den nur zu 20 Prozent in der Luft enthaltenen Sauerstoff an. Bessemer hatte schon vor hundert Jahren den Gedanken, reinen Sauerstoff einzublasen, um damit schneller und besser Roheisen in Stahl zu verwandeln. Damals gab es aber kein wirtschaftliches Verfahren zur Erzeugung großer Mengen reinen Sauerstoffes für technische Zwecke.

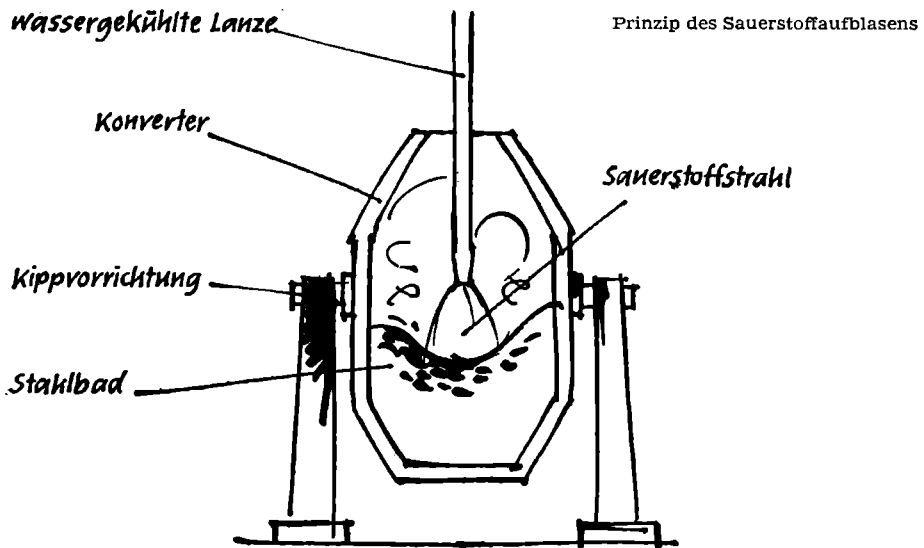
Erst 80 Jahre später wurde der Gedanke wieder aufgegriffen, denn inzwischen konnte nach dem Linde-Fraenkl-Verfahren reiner Sauerstoff in Großanlagen hergestellt werden.

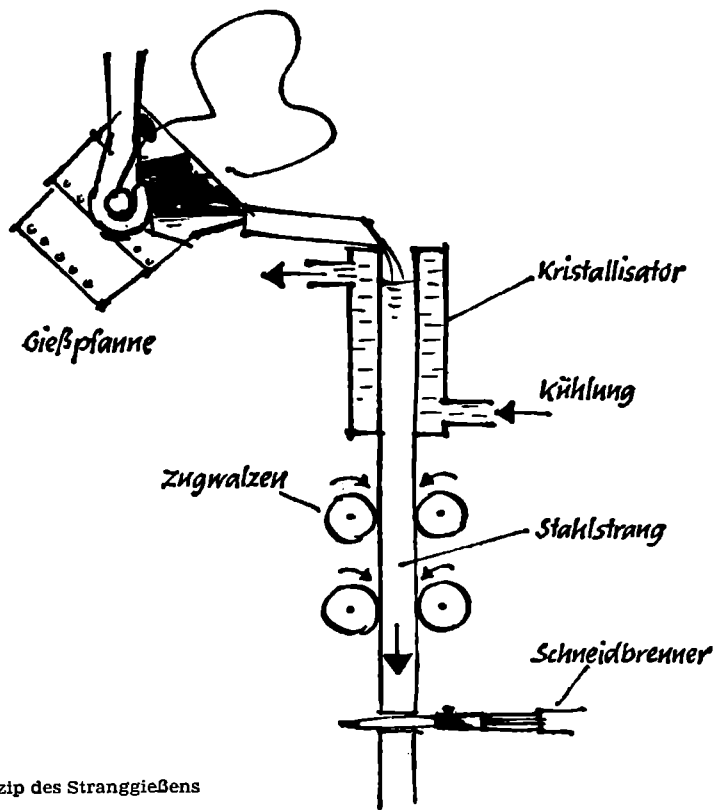
In die Konverter wird technischer Sauerstoff mit einem Druck von 6 bis 16 Atmosphären durch eine wassergekühlte Lanze auf das Stahlbad geblasen. Im „Brennfleck“ herrscht eine Temperatur bis zu 2500 Grad Cel-

sius! Der im Sauerstoffkonverter erblasene Stahl ist praktisch frei von Stickstoff und ebenso rein und formbar wie der im Siemens-Martin-Ofen erzeugte Stahl. Da eine Schmelze weniger als 30 Minuten dauert, erreicht man, auch wenn der Konverter nur 50 Tonnen Roheisen aufnehmen kann, die gleiche Jahresleistung wie mit einem 500-Tonnen-Siemens-Martin-Ofen. Aber auch in den Siemens-Martin-Öfen, in denen bekanntlich Roheisen und Schrott zu Stahl zusammengeschmolzen werden, kann man durch sauerstoffangereicherten Wind die Schmelzzeit verringern.

Der große Nachteil, der aber auch in dieser verbesserten Technologie steckt, ist die Herstellung von Stahl in großen Portionen. In den Siemens-Martin-Öfen werden alle zehn bis zwölf Stunden 100 oder 500 und noch mehr Tonnen Stahl abgestochen. Nicht nur die Öfen müssen so groß sein, um solche Mengen fassen zu können, auch Gießpfannen, Kokillen, Kräne und die Hallenkonstruktionen selbst müssen diesen zwar portionsweisen, aber mengenmäßig hohen Belastungen angepaßt sein. Bei den Sauerstoffkonvertern ist es ähnlich. Sie lassen alle halben Stunden eine Charge in die Pfanne fließen.

Dieser diskontinuierliche Prozeß gefällt den Metallurgen schon seit langem nicht, und sie sind darauf aus, eine kontinuierliche Herstellung möglich zu machen. Sie wollen gewissermaßen von der Einzelanfertigung zur Fließfertigung übergehen. Die ununterbrochen arbeitende „Stahlschmelzmaschine“ geisterte immer als eine Wunschvorstellung durch die Stahlwerke. Aber erst jetzt ist mit dem sogenannten Stranggußverfahren eine solche kontinuierliche Stahlherstellung möglich geworden.





Prinzip des Stranggießens

Da wird zunächst der flüssige Stahl aus der Gießpfanne nicht in einzelne Kokillen gegossen, in denen er auf natürliche Weise zu Blöcken erstarrt, sondern er fließt in einen röhrenförmigen, wassergekühlten Kristallisator. Verläßt der Stahlstrang den Kristallisator, so ist seine Oberfläche bereits von außen erstarrt, während er im Kern noch flüssig ist. Die intensive Oberflächenkühlung durch Wasser läßt auf seinem weiteren Weg auch den Kern erstarren. Er gelangt, immer noch als Strang, vor einen Sauerstoffschneidbrenner, der dann in gewünschter Länge „Halbzeug“ für die Walzstraßen abtrennt.

Dieser kontinuierliche Strangguß setzt natürlich voraus, daß das Stahlschmelzaggregat zu dem Zeitpunkt, an dem aus einer Gießpfanne aller Stahl in die Stranggußanlage vergossen ist, sich inzwischen eine zweite Gießpfanne mit Stahl gefüllt hat, sonst entstehen Stillstands- und Verlustzeiten.

Die Koordinierung zwischen Schmelzen und Strangguß führte zu verschiedenen Lösungen.

Die Stahlschmelzaggregate brauchten kein so großes Fassungsvermögen mehr zu haben, aber die Schmelzzeiten mußten bedeutend verringert werden. Dazu verhelfen Vorschmelzaggregate, aus denen das flüssige

Material bereits vorgefrischt in die Siemens-Martin-Öfen gelangt, oder Aggregate, die eigens für ein kontinuierliches Stahlfrischen geschaffen wurden.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in dieser Richtung sind noch im vollen Gange, denn die Ziele sind viel weiter gesteckt. Es geht in der Zukunft nicht nur um kontinuierliche Stahlherstellung. Auch die das Roheisen erzeugenden Hochöfen müssen an den kontinuierlichen Prozeß angeschlossen werden und schließlich auch die Walzwerke, so daß ein koordiniert und kontinuierlich arbeitendes Kombinat entsteht. Nur ein solcher Produktionsfluß, bei dem das Material nicht unentwegt erhitzt, abgekühlt, wieder erhitzt und neuerlich abgekühlt wird, ist geeignet für die vollständige Automatisierung.

In der Sowjetunion lebte bis vor kurzem ein Metallurge, der als Wissenschaftler großen internationalen Ruf genoß; er war eine Berühmtheit, Mitglied vieler Akademien und Ehrendoktor der Freiburger Bergakademie, ein Mann, dessen Leben ein

Porträt in Stahl

ist und in seiner Wirkung bis weit in die Zukunft reicht.

Am Anfang des Lebensweges Iwan Bardins, der einmal einer der bedeutendsten Metallurgen der Erde werden sollte, stand das graue Elend der armen, landlosen russischen Bauern.

„Ganz deutlich zeichnet sich in meinem Gedächtnis ein kleines, altersschwaches, schiefes Häuschen ab, an einem verwilderten Teich am äußersten Ende des Dorfes. Oft saß dort mein Großvater auf der Sawalnika und träumte davon, einmal Besitzer eines Gespanns Pferde, einer Kuh und einiger Deßjatinen Land zu sein.“

Iwan — das war der Wunsch seiner Familie — sollte lernen. Er sollte schreiben und lesen können, um womöglich Agronom zu werden, wenn nicht gar Gutsverwalter. Er besuchte sechs Jahre die landwirtschaftliche Schule, aber Agronom wollte er nicht werden. Eine solche Zukunft sagte ihm nicht zu. Er träumte von Maschinen. Nach Überwindung vieler Schwierigkeiten gelang es ihm, in das Kiewer Polytechnische Institut aufgenommen zu werden.

„Ich absolvierte die chemische Abteilung des Instituts, erhielt den Titel eines Ingenieurs und träumte in meiner Naivität, daß nun das Tor ins Leben weit vor mir aufgetan sei.“

Seine Hoffnungen erfüllten sich nicht. Da im alten Rußland viele Betriebe und Hüttenwerke Ausländern gehörten, mußte der Hütteningenieur Bardin trübe Erfahrungen machen.

„Diese Ausländer lassen sich nicht einmal in Verhandlungen mit russischen Ingenieuren ein und nehmen sie nicht bei sich auf. Sie haben wenig Interesse daran, daß russische Fachleute in die Geheimnisse ihrer Produktionsweise eindringen. Nur als ungelernter Arbeiter kann man bei ihnen eingestellt werden.“

Alle Versuche, in Rußland eine Stellung als Hütteningenieur zu finden, schlugen fehl. Sollte er nun doch als Agronom arbeiten oder sich als Landmesser verdingen?

Bardin wanderte aus, er ging nach Amerika. Dort würde er schon Arbeit als Hüttenmann finden.

Aber im Land der „unbegrenzten Möglichkeiten“ wurden Ausländer nicht als Ingenieure eingestellt. Er mußte im Walzwerk arbeiten, das Walzgut von einem Förderband herunterholen, mit Ketten umschlingen und zum Kran abschleppen.

„Es war eine verteufelt schwere Arbeit. Der Schweiß floß in Strömen. Vor Hitze verschmachtet, trank ich täglich Dutzende Liter Wasser. Ich kannte die goldene Regel noch nicht, wonach derjenige, der in heißen Werkstätten arbeitet, nicht trinken darf, so groß sein Durst auch sein mag. Ich aber stillte meinen Durst, das wirkte sich schwer auf das Herz aus, und ich zog mir so innerhalb von sechs Monaten einen Herzfehler zu.“

Er fühlte seine Kräfte schwinden. Als er den Abteilungsleiter um eine leichtere Arbeit bat, verwies er darauf, daß er eigentlich Ingenieur sei.

„Noch am gleichen Tag wurde ich entlassen. Ich war krank, müde, litt an Atemnot, also kam ich für die Werke nicht mehr in Betracht. Das war das Amerika der Reichen, das Land der teuren Maschinen und billigen Menschenleben.“

Nach Rußland zurückgekehrt, fand er schließlich eine Stellung als Zeichner in einem Hüttenwerk. Hier machte er die Bekanntschaft des damals berühmten russischen Hüttenmannes Kurako. Das war ein Mann, der mit großen Kenntnissen und viel Begeisterung für Hochöfen die primitiven Hütten in Gang hielt und immer dann gerufen wurde, wenn Schwierigkeiten in einem Werk auftraten. Er wußte jedoch, daß es Besseres gab als diese elenden, kleinen und unvollkommenen Hochöfen.

„Er träumte davon, ein großes mechanisiertes Verhüttungswerk in Rußland aufzubauen. Aber im damaligen Rußland mußte er seine hervorragenden Fähigkeiten bei unbedeutenden Umbauarbeiten verpulvern. Mich hatte Kurako nicht nur zum erfah-

renen Hüttenmann, zum Hütteningenieur gemacht, sondern er lehrte mich auch, von einer hochentwickelten Verhüttungstechnik zu träumen.“

Erst nach der siegreichen Revolution entstanden auch für Bardin die Voraussetzungen dafür, seine Hoffnungen zu verwirklichen. Im Vertrauen auf den Sieg der Roten Armee hatte er in der Ukraine das Hüttenwerk intakt gehalten, auch als es zeitweilig von den Konterrevolutionären besetzt war.

Nach der Wiedereinnahme durch die Rote Armee erzeugte sein Werk als erstes Eisen und Stahl für die befreite Heimat.

Dann begann er mit dem systematischen Umbau der alten Werke. Er machte Kurakos Träume wahr, leitete in Kusnezsk den Aufbau eines modernen Hüttenwerkes, entwickelte neue metallurgische Verfahren, schuf eine ganze Schule junger Metallurgen und organisierte den Aufbau der riesigen Hüttenindustrie in der Sowjetunion.

Aber – und das ist das entscheidende – er hatte auch eine sehr lebendige Vorstellung davon, wie sich die Metallurgie in Zukunft entwickeln müsse.

„In der nächsten Zeit schon wird der Prozeß der Metallgewinnung kontinuierlich verlaufen können. Aus dem Hochofen wird pausenlos Roheisen herausfließen. Dabei liefert auch unser heutiger Hochofen 2000 Tonnen innerhalb vierundzwanzig Stunden, das heißt also mehr als eine Tonne pro Minute.

Später wird das so sein: In den glühenden Strom des frisch erschmolzenen Roheisens wird Sauerstoff eingeblasen. Über der Wanne, wo dieser Prozeß abläuft, lodert eine starke Flamme. Dadurch wird das Eisen von dem überflüssigen Kohlenstoff befreit, desgleichen werden Schwefel, Phosphor und die übrigen Eisenbegleiter reduziert, denn auch sie würden die Qualität des Metalls herabsetzen.

Was dann in die Kokillen der pausenlos arbeitenden Gießmaschinen einströmt, ist also kein Roheisen mehr, sondern bereits fertiger Stahl. Aus den Kokillen wandern die gegossenen Stahlblöcke direkt in das Walzwerk, um hier zwischen den Walzenpaaren in die gewünschten Profile gebracht zu werden. Einen solchen fortlaufenden technologischen Prozeß wird man natürlich leichter automatisieren können, als das bei der heute noch üblichen Isolierung der einzelnen Arbeitsgänge möglich ist.“

Inzwischen ist ein automatisches Riesenkombinat, das jährlich 20 bis 25 Millionen Tonnen Stahl produzieren wird, projektiert. Elektronik und Automatik werden hier jede Handarbeit überflüssig machen. Roheisen

und Stahl, nicht mehr in Gießpfannen und mit Kränen transportiert, fließen in einem geschlossenen Rohrsystem. Hochöfen, Stahlschmelzaggregate, Stranggußanlagen und Walzwerke stellen eine einheitliche, kontinuierlich produzierende Anlage dar.

Iwan Bardins Gedanken gingen aber in eine noch fernere Zukunft und sahen eine radikale Änderung der alten Technologie voraus.

„Wahrscheinlich wird auch einmal die gesamte Konstruktion des Hochofens grundlegend verändert werden: der Teil, der zur Metallgewinnung dient, besteht aus einem horizontal angelegten Aggregat. Dieses Aggregat hat die Gestalt eines großen rotierenden Rohres.

Von der einen Seite wird das Gerät mit dem sorgfältig gereinigten und zu Pulver zermahlenden Erz beschickt — das ist reines Metalloxyd ohne alle Beimischungen —, und von der anderen Seite wird ein Gas zugeführt, beispielsweise Wasserstoff. Als Ergebnis dieses technologischen Prozesses erhält man ein feines, pulverförmiges Metall, das unter Beisetzung der geeigneten Legierungselemente umgeschmolzen oder auch sofort gepreßt werden kann.“

Diese Methode der direkten Metallgewinnung aus dem Erz wird sich mit einer Technologie verbinden, die wir in ihren Anfängen schon heute erleben: die Pulvermetallurgie. Hierbei wird das Metall pulverisiert und unter Metallpulverpressen in Formen gepreßt. Die Formteile werden dann in Öfen, deren Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes des betreffenden Metalls liegen, „zusammengebacken“, gesintert. Die Pulvermetallurgie kennt keine Abfälle, keine Nachbearbeitung der gepreßten Teile.

Da die Metallpulver miteinander gemischt, mit verschiedenartigen Zusätzen versehen werden können, lassen sich Werkstoffe mit ganz besonderen Eigenschaften herstellen, wie sie durch Schmelzen und Gießen nicht zu erreichen wären.

Professor Dr. Bardin erlag im Jahre 1960 seinem alten Herzleiden. Bis dahin hatte er in fast allen sozialistischen Ländern sein Wissen und seine Erfahrungen zum Aufbau der Hüttenindustrie beigesteuert. Der Enkel eines leibeigenen Bauern starb als Vizepräsident der sowjetischen Akademie der Wissenschaften.

Er hatte in entscheidender Weise dazu beigetragen, daß die Stahlproduktion seines Landes von 4,2 Millionen Tonnen im Jahre 1913 auf 27,3 Millionen Tonnen im Jahre 1950 und auf 70,7 Millionen Tonnen im Jahre 1960 anwuchs.

Jetzt ist die 100-Millionen-Tonnen-Grenze bereits überschritten, und

1980 wird die sowjetische Stahlerzeugung jährlich 250 Millionen Tonnen betragen.

Stahl ist auch heute noch der wichtigste Werkstoff. Allerdings, es gewinnen immer mehr neue

metallische Werkstoffe

an Bedeutung. Man könnte glauben, daß schon alle Möglichkeiten auf diesem Gebiet ausgeschöpft wären und daß so viel Neues gar nicht hinzukommen könnte. Aber es ist nicht so. Wir kennen ungefähr hundert Elemente, die zu einem großen Teil Legierungen bilden. Von dieser Anzahl ausgehend, machte einmal der sowjetische Physiker Professor Kapiza folgende Rechnung auf:

„Wir wollen annehmen, daß die Beschreibung der Eigenschaften eines Metalls oder einer Legierung (Festigkeit, Hitzebeständigkeit, Elastizität, elektrische Leitfähigkeit usw.) eine Seite einnimmt. Um die Eigenschaften allein der Elemente zu beschreiben, sind dann 100 Seiten, für die der aus zwei Komponenten bestehenden Legierungen aber schon 10 000 Seiten erforderlich. Die Legierungen dreifacher Systeme beanspruchen schon 1 000 000 Seiten.

Es ist leicht einzusehen, daß es außerhalb unserer Möglichkeiten liegt, alle Legierungen aus 3 Komponenten systematisch zu untersuchen und zu beschreiben. Hier zeigen sich die natürlichen Grenzen der empirischen Forschungsmethoden. Kybernetische Maschinen erweitern selbstverständlich auch hier unsere Möglichkeiten, aber trotzdem muß man zugeben, daß das Problem der Herstellung von neuen Legierungen mit vorgegebenen Eigenschaften aus mehr als drei Komponenten noch nicht exakt gelöst ist. In der Praxis werden jedoch bekanntlich schon Legierungen mit vier oder mehr Bestandteilen verwendet.“

Es gilt also, die Gesetzmäßigkeiten der Legierungen aufzudecken, mit Hilfe elektronischer Rechenautomaten alle Zusammenschmelzungen theoretisch „durchzuspielen“, um zu erfahren, welche unter den vielen möglichen — aber auf dem Erprobungs- und Erfahrungswege unmöglich herzustellenden — Legierungen der verschiedensten Mischungsverhältnisse die gewünschten Eigenschaften besitzen. Auch das ist nicht einfach. Denn es gibt noch keine Theorie, die alle mechanischen Eigenschaften eines

Stoffes mit seiner chemischen Zusammensetzung und seiner physikalischen Struktur quantitativ verknüpft. Deshalb wird es an diesem Abschnitt der Forschung zunächst noch beim Probieren, dem mühevollen Sammeln von Erfahrungsdaten, bleiben. Dabei hängt von neuen Legierungen, von metallischen Werkstoffen mit bestimmten Eigenschaften, so viel ab. Wäre beispielsweise die Wärmebeständigkeit der gegenwärtig bekannten Materialien nur um zehn bis fünfzehn Prozent geringer, würde keine kosmische Rakete fliegen können, wäre der Flug zum Mond unmöglich. Nun, der Werkstoff, der die Höllenglut in den Raketenbrennkammern umschließt, ist gefunden worden. Aber was würde möglich werden, wenn man die Hitzebeständigkeit einer Legierung um wenige hundert Grad und die Festigkeit um ein Viertel steigern könnte? Dann könnten mit einemmal viele technische Probleme gelöst werden. Kein Wunder, daß in Forschungsinstituten in aller Welt an der Erprobung neuer Legierungen für Sonderwerkstoffe gearbeitet wird.

Ein Weg zu Metallen von neuer Qualität führt über den Elektronenstrahl-Mehrkammerofen. In ihm werden Metalle im Hochvakuum mit einem Elektronenstrahl geschmolzen. Solche Öfen sind von Manfred von Ardenne und einem Kollektiv in der DDR entwickelt worden.

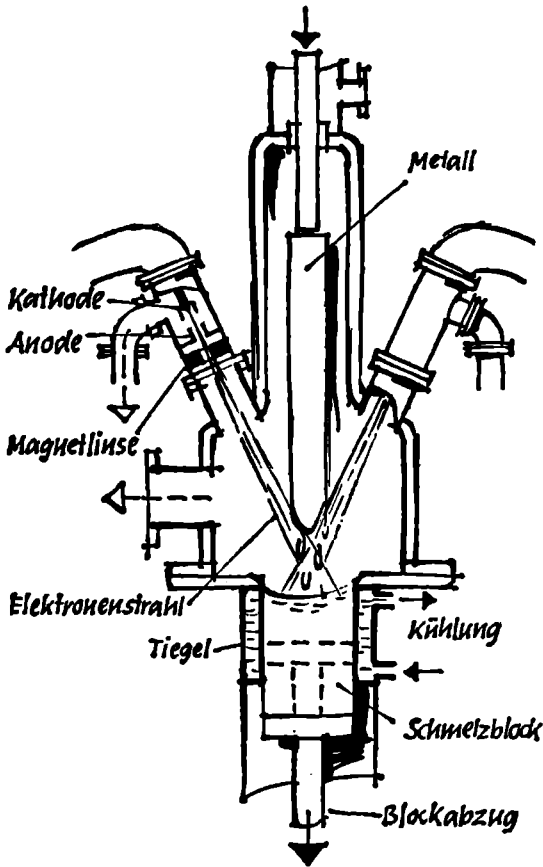
Im Edelstahlwerk in Freital werden in solchen Anlagen zum Beispiel Spezialstähle erschmolzen, die so hohe Zähigkeitswerte haben, wie sie bisher überhaupt noch nicht erreicht worden sind und deshalb auch in keinem Lehrbuch zu finden waren. Auch andere Metalle werden in solchen Anlagen umgeschmolzen und veredelt.

Der Ofenraum wird luftleer gemacht, in ein Hochvakuum verwandelt. Dabei wird eine „Luftverdünnung“ von 1:100 000 erreicht. Der schmelzende Strahl wird in einem Elektronenbeschleuniger erzeugt und durch ein System von magnetischen Linsen in den Ofenraum gelenkt. Hier treffen die mit hoher Geschwindigkeit fliegenden Teilchen auf die Oberfläche des eingesetzten Metalls. Die Bewegungsenergie verwandelt sich beim Aufprall fast vollständig in Wärme, und das Metall schmilzt. Es tropft in einen wassergekühlten Kupfertiegel.

Der Elektronenstrahl kann so abgelenkt werden, daß er zwischen dem zu schmelzenden Metall und der Schmelze im Tiegel pendelt. Er schmilzt und hält flüssig.

Die großen Vorteile der Vakuummetallurgie bestehen darin, daß das umzuschmelzende Metall nicht wie in anderen Schmelzöfen mit Fremdstoffen, wie Gas oder Koks, in Verbindung kommt, die es verunreinigen. Im Gegenteil, es entgast unter den Bedingungen des Vakuums vollständig, so daß Metalle oder Metallegierungen von höchster Reinheit und genauester chemischer Zusammensetzung entstehen.

Schema eines Elektronenstrahlrofens



Man kann den Elektronenstrahl aber auch so eng bündeln, daß in einem winzigen Brennfleck höchste Temperaturen entstehen. Wolfram schmilzt dann nicht nur, es verdampft. Der Siedepunkt für Wolfram liegt bei 6000 Grad Celsius, das entspricht der Temperatur auf der Oberfläche der Sonne. Allerdings, im Hochvakuum erfolgt eine solche Siedepunktniedrigung, daß Wolfram bereits bei 2560 Grad Celsius verdampft. Die Möglichkeit, Metalle verdampfen zu können, macht man sich zunutze, indem man optische Erzeugnisse, die eine Antireflexionsschicht brauchen, oder Plättchen für Schichtwiderstände, wie sie von der Elektronik verwendet werden, mit einer Metallschicht bedampft. Dieses Aufdampfen hauchdünner metallischer oder nichtmetallischer Stoffe ist vor allem für Optik und Elektronik heute schon ganz unerläßlich geworden.

Obwohl sich die Vakuummetallurgie noch am Anfang ihrer Entwicklung befindet, hat sie bereits einen hohen Stand erreicht, denn im Elektronenstrahl – oder nach anderen Verfahren im elektrischen Lichtbogen – werden Metalle von so guten chemischen und mechanischen Eigenschaften

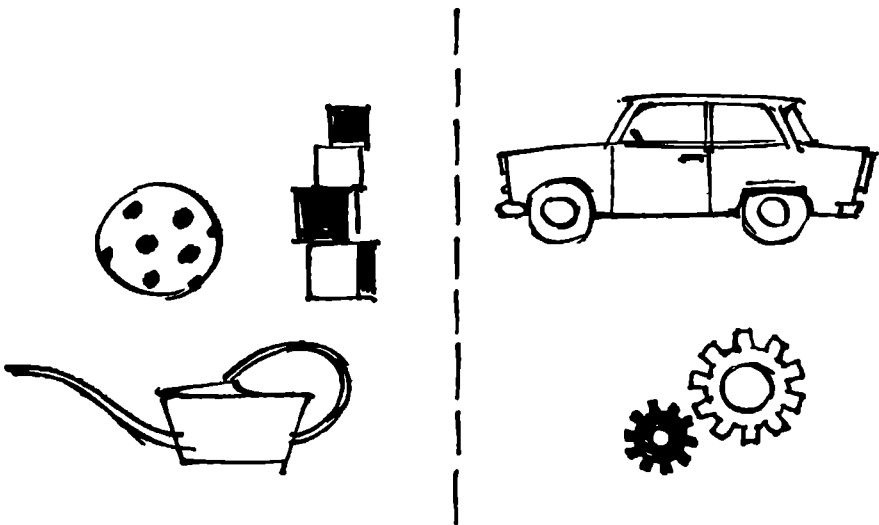
erzeugt, wie sie bisher im Fabrikationsbetrieb nicht hergestellt werden konnten.

Immer mehr dringen in die industrielle Technik, in Konsumgüterproduktion, Bauwesen und Haushalt auch die Plastwerkstoffe ein, die von den Chemikern

in der Retorte geschaffen

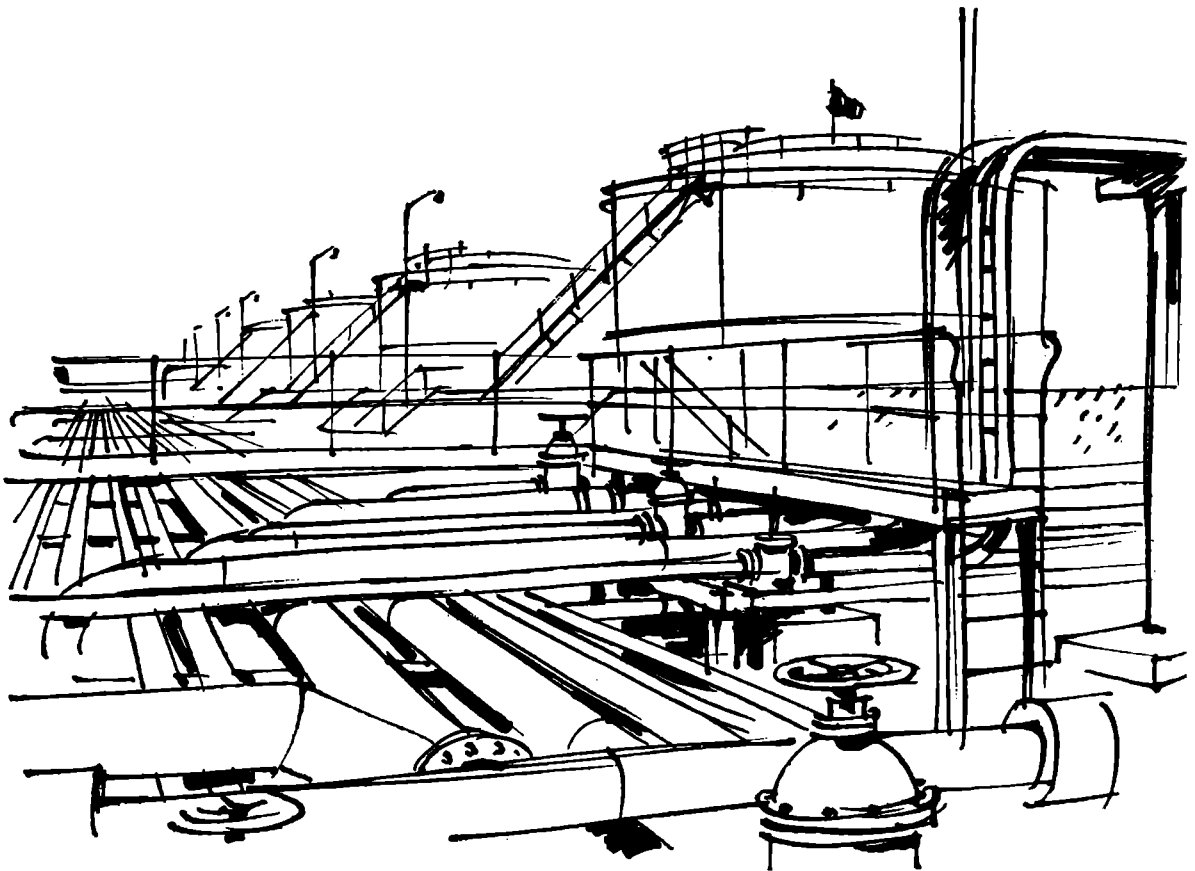
werden, mit Eigenschaften, wie sie kein Metall hat. An Plaste haben wir uns schon so sehr gewöhnt, daß sie uns in unserer Umgebung gar nicht mehr als etwas Besonderes auffallen. Wer spricht noch über Gießkannen, Radiogehäuse oder Dachrinnen aus Plaste? Sie sind ebenso selbstverständlich wie die synthetischen Fasern, die aus unserer Bekleidung nicht mehr hinwegzudenken sind.

Alles das sind Materialien, die eine ganz beträchtliche Erweiterung der Rohstoffgrundlage für die gesamte Industrie darstellen. Die Chemiebetriebe ersetzen nicht nur Wälder, Baumwollfelder, Schafherden und Bergwerke, sie bringen auch Stoffe hervor, die es in der Natur nicht gibt, mit Eigenschaften, wie sie in keinem Naturstoff vorhanden sind. Diese in der Retorte konstruierten Werkstoffe spielen in Industrie und Bauwesen eine immer bedeutungsvollere Rolle. Um sie in großen Mengen herzustellen, braucht man eine sichere und ausbaufähige Rohstoffgrundlage.



Bis vor kurzem beruhte unsere Chemieproduktion ausschließlich auf der Braunkohlenbasis. Aus ihr gewannen wir alle die Veredlungsprodukte, die uns in Form von Fasern, Plasten, Elasten, Medikamenten, Kosmetika, Düngemitteln usw. bekannt sind. Seitdem durch eine große transkontinentale Erdölferrnleitung von sowjetischen Erdölrevieren in ununterbrochenem Strom Öl nach Schwedt an der Oder fließt, haben wir eine zweite Grundlage für die chemische Industrie erhalten. Mit dem Erdölverarbeitungswerk Schwedt und dem mit ihm durch Rohrleitungen verbundenen Leunawerk II beginnen wir den Ausbau einer mächtigen Petrolchemie. Auch das klingt uns alles schon sehr vertraut, dabei steckt hinter dem Vertrauten etwas Sensationelles, etwas in der bisherigen Geschichte Einmaliges, kennzeichnend für die neue Technik und das neue Verhältnis der Menschen.

Das imperialistische Deutschland hat dreimal versucht, sich der Ölquellen von Baku zu bemächtigen: im ersten Weltkrieg, in den Jahren des Interventionskrieges gegen die Sowjetunion und im zweiten Weltkrieg. Jedesmal wurden die Räuber geschlagen und aus dem Land geworfen. Die deutschen Konzern- und Bankherren erreichten ihr Ziel nicht.



Was diesen Räubern verwehrt war, ergibt sich unter Bedingungen sozialistischer brüderlicher Zusammenarbeit als eine Folge der gegenseitigen Hilfe: sowjetisches Erdöl fließt in die sozialistische DDR. Es fließt aus dem Kuibyschewer Revier bis an die Oder in einer Erdölleitung, die mit Recht den Namen „Freundschaft“ trägt, weil sie aller Welt sichtbar macht, daß nicht Kriege, Landraub und Ausplünderung der Naturreichtümer auf fremden Territorien, sondern Freundschaft und sozialistische Gemeinschaftsarbeit den Sieg davontragen.

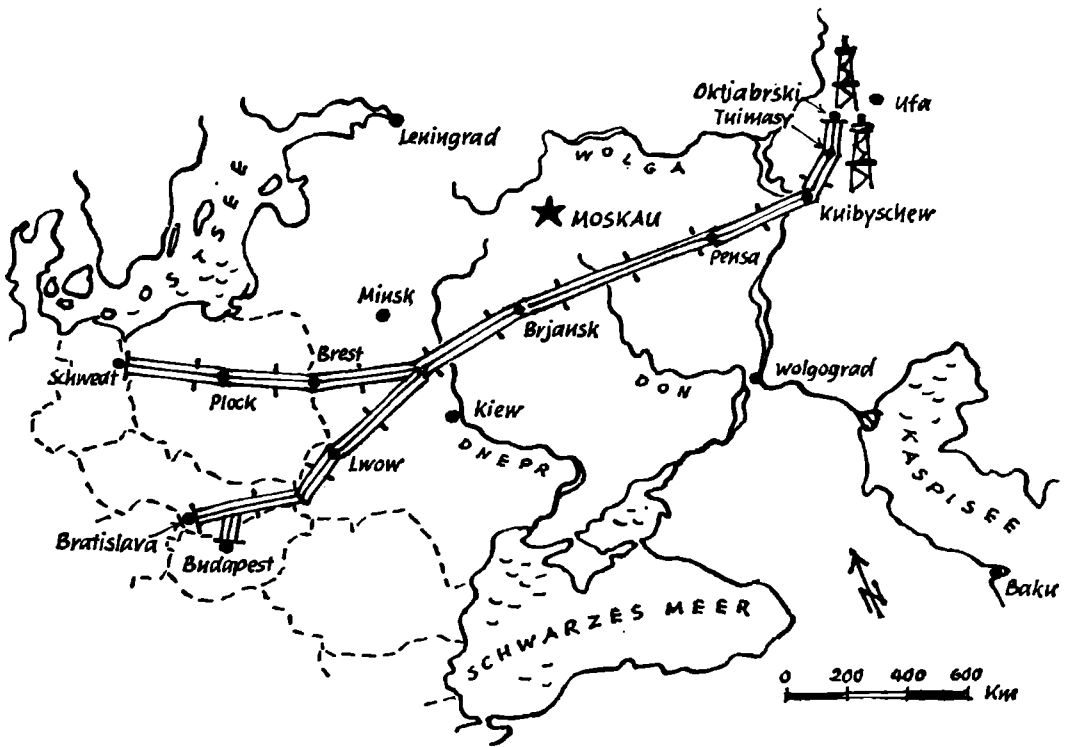
Schon der Bau der riesigen unterirdischen Arterie mit einer Gesamtlänge von etwa fünfeinhalbtausend Kilometern ist ohne Beispiel. Wissenschaftler und Techniker aus fünf Ländern, sowjetische, polnische, tschechoslowakische, ungarische und DDR-Experten, schufen das Gesamtprojekt. Die Sowjetunion rüstete den ersten Bauabschnitt in einer Länge von 1600 Kilometern aus. Polen lieferte die Rohre für die nördliche Abzweigung, die Tschechoslowakei die Armaturen, die DDR alle Pumpaggregate mittlerer Leistungsfähigkeit mit automatischer Steuerung, Ungarn Fernmeldegeräte und automatische Einrichtungen.

Im Dezember 1959 waren die Verträge unterschrieben worden, im Dezember 1963 stand die gesamte Leitung. Sowjetisches Erdöl floß in die neuen Erdölverarbeitungswerke in Polen, der DDR, der ČSSR und Ungarn.

Einige Vergleiche können illustrieren, welche Leistungen die Erbauer dieser Erdölleitung vollbrachten, die Berge, Flüsse und Sümpfe überwand. Um den riesigen Rohren in frostfreier Tiefe ein Bett zu graben, mußten rund 12 Millionen Kubikmeter Erdreich bewegt werden. Zur Bewältigung einer solchen Erdmasse hätten sämtliche Abraumgroßgeräte des Braunkohlentagebaues in Böhlen rund fünf Monate lang arbeiten müssen. Mit der Erdbewegung allein war es nicht getan. Auf der nördlichen in die DDR führenden 1100 Kilometer langen Trasse mußten 50 Eisenbahnlinien, 150 Straßen und 37 Flüsse überquert werden.

Oft arbeiteten die Rohrleger weit entfernt von Städten und Siedlungen in Wäldern und Sumpfbereichen, schweißten bei klirrendem Frost und in drückender Hitze die Rohre zusammen. Bei diesem Werk bewährte sich ein internationales Kollektiv sozialistischer Arbeiter, Techniker und Wissenschaftler.

Worin besteht nun der Vorteil der Petrolchemie? In erster Linie darin, daß aus Erdöl viele Produkte leichter und schneller zu gewinnen sind als aus Braunkohle. Im Erdöl sind die Bausteine chemischer Synthesen in vorgefertigter Form enthalten, deshalb hat die Petrolchemie weniger Verfahrensstufen zu den Hauptprodukten als die Kohlechemie. Äthylen, der Ausgangsstoff für Plaste, kann um fast die Hälfte billiger hergestellt werden als der entsprechende Plastgrundstoff bei der Kohlechemie auf dem

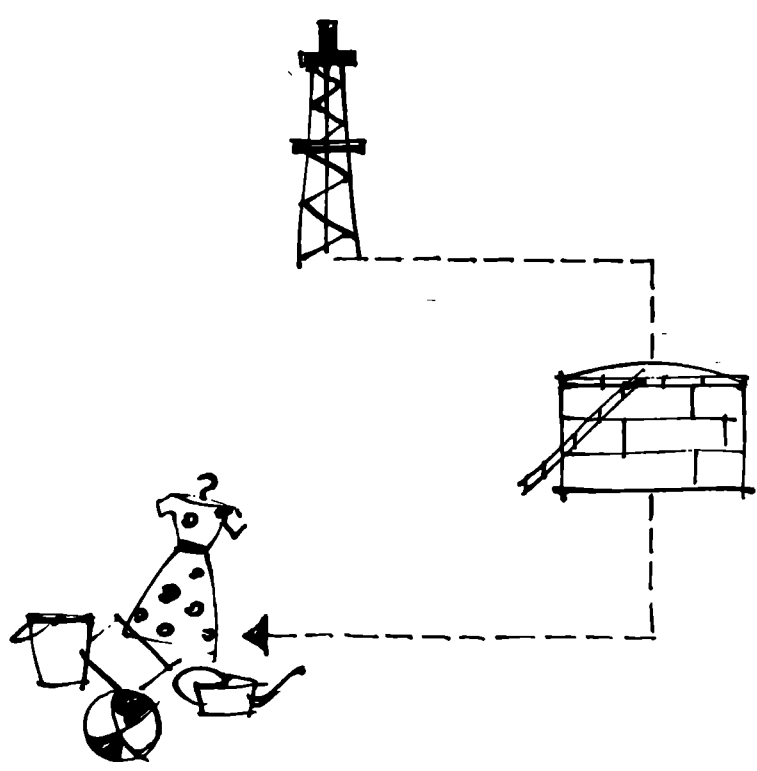


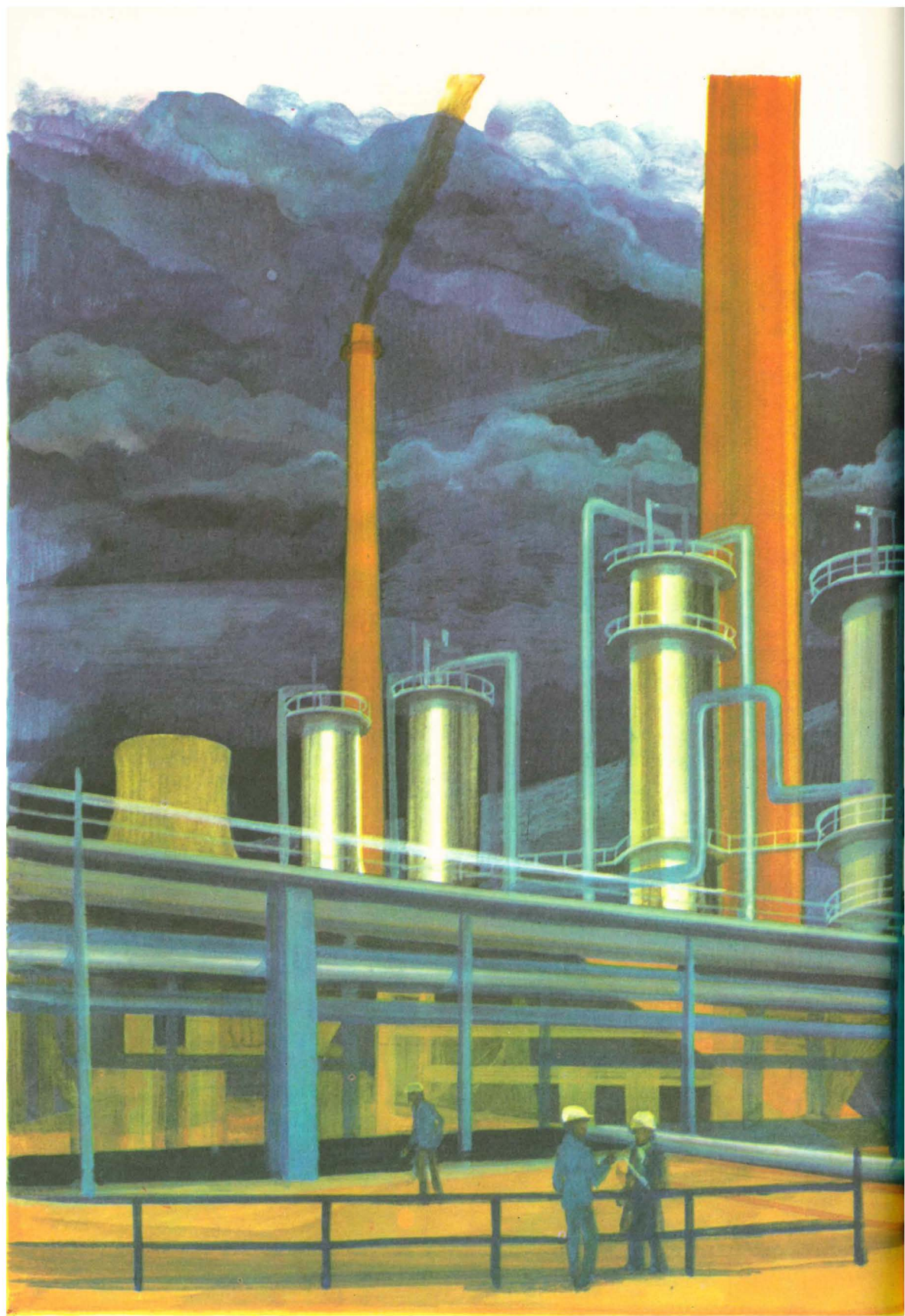
Erdölleitung „Freundschaft“

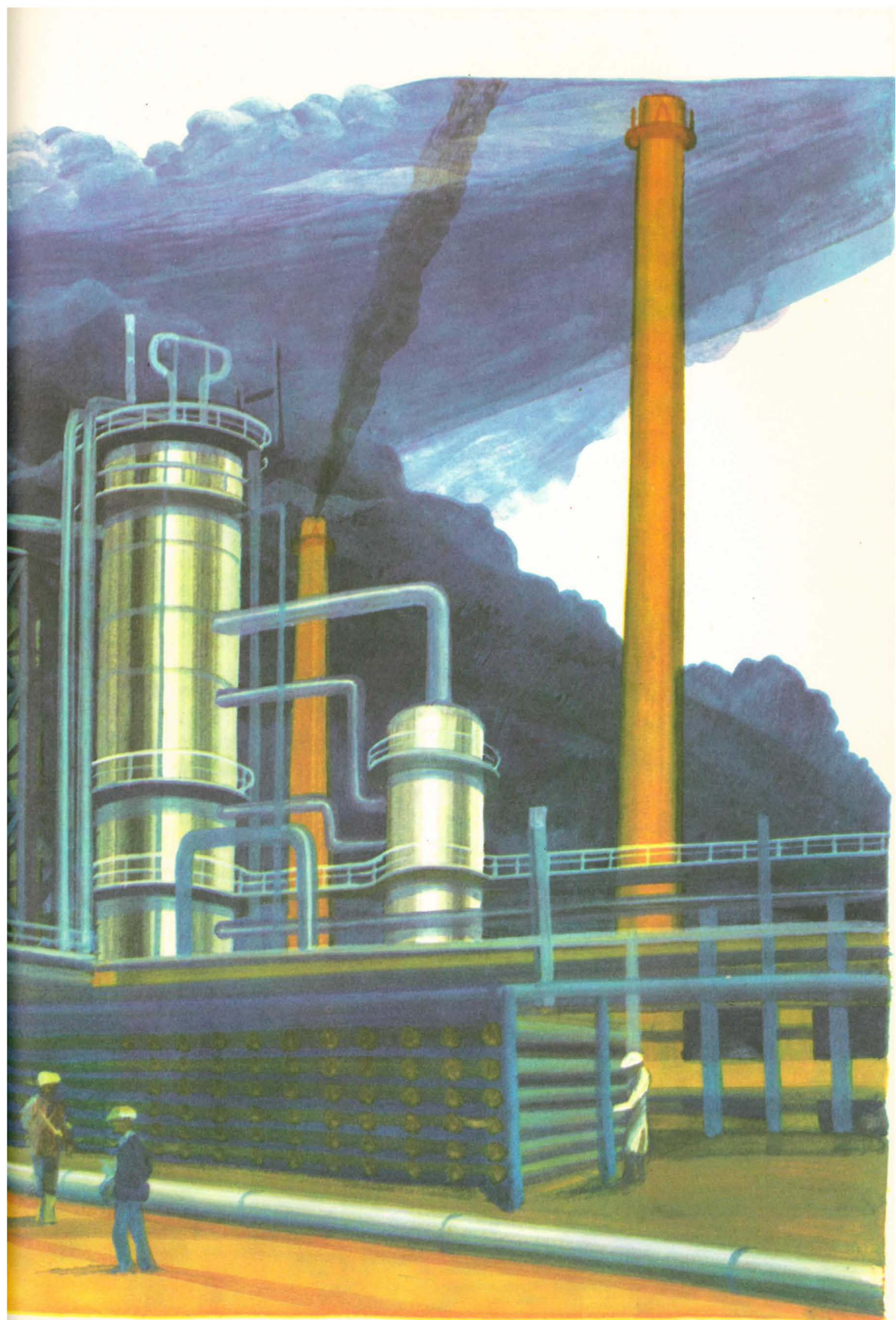
Weg über Karbid. Außerdem lassen sich aus einer Tonne Erdöl ebensoviel chemische Grundstoffe gewinnen wie aus 15 Tonnen Rohbraunkohle! Die Vorteile sind also beträchtlich, und es ist kein Wunder, daß man sagt, unsere chemische Industrie steht erst jetzt richtig und fest auf zwei Beinen: auf Kohle und Erdöl. Die Plaste werden also in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. Dabei kann man schon jetzt sagen, daß sie sich neben den metallischen und anderen Werkstoffen einen hervorragenden Platz erobert und in allen Zweigen der Wirtschaft Eingang gefunden haben. Innerhalb so kurzer Zeit ist das in der Geschichte der Technik noch niemals von einer anderen Werkstoffgruppe erreicht worden. Und das ist keine Modesache.

Um eine Tonne Plaste herzustellen, werden 1,5 bis 2 Tonnen petrochemische Grundstoffe gebraucht. Will man eine Tonne Nickel herstellen, muß man 200 Tonnen Nickelerz verhütten. Der volkswirtschaftliche Nutzen liegt so offen auf der Hand, daß das rasche Vordringen der Plastwerkstoffe keinen Menschen wundern kann. Es kommt noch mehr hinzu: Während nämlich der Ausnutzungsgrad von Metall im Maschinenbau etwa bei 70 Prozent liegt, der Rest geht als Abfall wieder in die Hüttenwerke zu-

Erdölverarbeitungswerk Schwedt





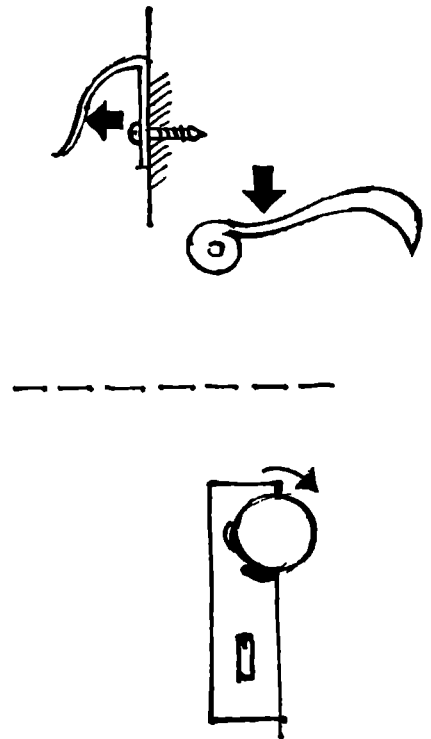


rück, wird eine Tonne Plast zu 90 bis 95 Prozent ausgenutzt. Plaste als Konstruktionselemente im Maschinenbau machen eine prinzipiell neue Verarbeitungstechnologie notwendig. Da wird nicht mehr gegossen, gedreht, gebohrt und gefräst. Die Bauteile entstehen in Spritzautomaten oder werden gepreßt und sind ohne jede Nachbearbeitung zu montieren.

Freilich, wir erinnern uns, daß es eine große Umstellung gab, als die Maschinen nicht mehr vom Zimmermann aus Holz, sondern von den Vätern des modernen Maschinenbaues aus Eisen gemacht wurden. Eine noch größere Umstellung verlangt die Verwendung von Plastwerkstoffen anstelle von Metall. Da ist nicht nur eine neue Formgebung notwendig, da muß von Grund auf neu gedacht werden.

Die modernen Automaten-, Maschinen- und Gerätebauer werden noch mehr von der Chemie verstehen müssen als heute der Metallarbeiter vom Metall, denn die vielfältigen Plastwerkstoffe müssen kombiniert, entsprechend ihrer Eigenart verwendet werden. Für jedes Material bedarf es eines anderen Verarbeitungsverfahrens, zusätzlicher Hilfs-, Füll- und Stützstoffe, besonderer physikalischer Maßnahmen, wie radioaktive Bestrahlung, um gewünschte Eigenschaften zu erhalten. Kurzum, der Umgang mit hochmolekularen Werkstoffen, denen die Chemiker immer neue und bessere Eigenschaften „anzüchten“, erfordert eine noch größere Kenntniszunahme, als sie beim Sprung vom Zimmermann zum Maschinenbauer notwendig war.

Was daraus wird, wenn man gedankenlos Plaste in gleicher Form verwendet wie Metall, erleben wir heute noch an vielen Stellen. Ein dünner Schalengriff oder eine geschwungene Türklinke aus Plast bricht, ein kugelförmiger Drehgriff könnte ewig halten. Die Formgebung muß dem Material entsprechen, denn die neuen Werkstoffe sind keine Austauschstoffe, die anstelle der herkömmlichen in gleicher Weise verwendet werden können, sondern neue Werkstoffe, mit denen der alte Zweck auf bessere Weise erreicht wird. Diese bessere Weise, die neue Form also, muß fast in jedem Falle erst gesucht werden. Unterläßt man das, dann schimpfen die Benutzer oder Käufer



auf den „Ersatz“, der nichts taugt. Das müssen alle beachten, die heute in der Elektrotechnik, im Maschinen- und Apparatebau, in der Industrie für Haushaltwaren, im Fahrzeug, und Möbelbau, im Bauwesen mit Kunststoffen umgehen. Dabei muß man auch wissen, daß bei vielen Plasten gegenwärtig noch nicht bekannt ist, wo ihre volle Lebensdauer liegt, welchen Alterungserscheinungen sie unterworfen sind und wie die vielfältigen Einflüsse der Umwelt auf sie wirken. Es bleibt für die Zukunft die Aufgabe von Chemikern, Physikern und Ingenieuren, langlebige Kunststoffwerkstoffe, geeignet für Dauer- und Hochbelastungen, zu entwickeln.

Die Chemieindustrie ist einer der führenden Zweige unserer Volkswirtschaft. Neben dem Chemieanlagenbau haben auch der Maschinenbau, die Betriebsmeß-, Steuerungs- und Regelungstechnik zur Automatisierung der Anlagen und der wissenschaftliche Gerätebau große Aufgaben zu erfüllen. Diese Industriezweige stellen wiederum an unzählige Zulieferer Anforderungen, die von verschleißfesten, hitze- und säurebeständigen Materialien bis zu Pumpen größter Leistungsfähigkeit und Stoffen höchster Reinheit reichen. Daraus wird deutlich, daß die gesamte Volkswirtschaft an der Verwirklichung des großen Chemieprogramms unserer Republik beteiligt ist und den erhöhten Qualitätsanforderungen der Chemie entsprechen muß.

Der Wissenschaft, der Forschungsarbeit im Neuland und der schnellen Einführung neuer Erkenntnisse in die Praxis kommt in der Chemie eine besonders große Bedeutung zu, da es sehr leicht geschehen kann, daß man wissenschaftlich und industriell zurückbleibt, sich nicht auf die Erfordernisse und Möglichkeiten von morgen einstellt und Projekte zu verwirklichen beginnt, die dann bereits veraltet und technisch überholt sind.

In welche Richtungen gehen nun die Entwicklungslinien der chemischen Forschungen? Der sowjetische Chemiker und Nobelpreisträger Semjonow, Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften, meint, daß die Chemie der Zukunft gewissermaßen eine Chemie unter besonderen Bedingungen sei. Chemische Vorgänge würden dann hochwirksam und ganz anders ablaufen als heute.

„Vor allem gehört hierzu die Strahlenchemie. Die Einwirkung der Strahlen ermöglicht die Durchführung praktisch aller Typen chemischer Reaktionen und dient bei Kettenreaktionen als wirksamer Initiator chemischer Umwandlungen.

Eine andere Möglichkeit zur Schaffung hochwirksamer chemischer Vorgänge liegt in der Nutzung des Plasmas sowie sehr hoher Temperaturen überhaupt. Bei Temperaturen von 10 000 Grad befinden sich die Stoffe praktisch in atomisiertem Zustand. Wenn wir zum Beispiel, nachdem wir die Temperatur

gesenkt haben, die Rekombination herbeiführen und dabei das System das Gleichgewicht nicht erreichen lassen, das der niedrigen Temperatur entspricht, würden wir eine wichtige Methode zur Synthese in die Hand bekommen.“

Schon allein diese beiden Entwicklungsrichtungen zeigen, daß in Zukunft noch produktivere chemische Prozesse möglich sein werden, die über das heute Vorstellbare hinausgehen und die auch die künftige Chemieindustrie wieder grundlegend verändern werden, denn hinzu kommen noch Möglichkeiten, die sich aus einer Verbindung der „Chemie der hohen Energien“ mit der „Chemie der tiefen Temperaturen“ ergeben. Welche Synthesen dann möglich sein werden, kann kein Mensch sagen. Gewiß ist jedoch, daß im Vergleich zu dem, was sich für die Zukunft abzeichnet, wir heute erst die Anfänge einer sinnvollen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik erleben.

Wir dürfen sicher sein, daß wir selbst noch an vielen grundlegenden und radikalen Veränderungen beteiligt sein werden und daß wir bei der wissenschaftlichen Durchdringung der Produktion Verstandeskräfte, Initiative und Mut brauchen werden, weil eben oftmals ein neuer Gedanke als Undank gegenüber dem Bewährten, Althergebrachten gilt. Deshalb müssen Neuerer auch Kämpfer sein.

DIE NEUE WELT

Der Wettlauf zum Jahr 2000 — Ingenieure korrigieren die Natur — Die neue Welt — Im Kosmos wie auf Erden

Der Wettlauf zum Jahr 2000

sei im vollen Gange, meint der westdeutsche Professor Fritz Baade. Er hat ein umfangreiches Buch darüber geschrieben und die Aussichten eingeschätzt, die in den beiden Teilen der Welt bestehen, einen Zustand zu erreichen, den man wünschenswert für eine Welt von morgen hält.

Professor Baade, langjähriger Direktor des Weltwirtschaftsinstituts in Kiel, hat eine sehr genaue Kenntnis über die wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen in der Welt. Auch er ist in Sorge darüber, ob dieser Weg in ein Paradies oder zur Selbstvernichtung der Menschheit führt.

„Unsere Welt, die mit so großer Geschwindigkeit auf das Jahr 2000 zustrebt, ist nicht eine einheitliche, sondern eine geteilte — manche sagen: eine gespaltene — Welt. Der Weg der Menschheit zum Jahre 2000 kann daher sehr wohl als ein Wettlauf zwischen beiden Formen der politischen und wirtschaftlichen Gestaltung des menschlichen Lebens betrachtet werden. Wenn unsere Kinder und Enkel überhaupt die Hoffnung haben sollen, das Jahr 2000 noch zu erleben, und wenn die Welt, in der sie tätig werden, eine lebenswerte Welt sein soll, so muß der Wettlauf zwischen den beiden Sphären der geteilten Welt ein friedlicher Wettlauf sein.“

Um diesen friedlichen Wettbewerb zwischen den beiden gesellschaftlichen Systemen, um die von den sozialistischen Ländern betriebene Politik der friedlichen Koexistenz geht es allen, denen die Zukunft wirklich am Herzen liegt. Und dieser Wettbewerb kann, wie Baade sagt, nur ein einziges Ziel haben, das sinnvoll ist. „Den Bau einer völlig neuen Welt, einer Welt ohne Hunger, ohne Armut und ohne Krieg.“

Wir haben erfahren, wie sich Fortschritte auf verschiedenen Gebieten entwickelten und wie verflochten sie miteinander sind.

Wenn wir unsere Überlegungen zusammenfassen, können wir sagen, daß wir den Anbeginn eines Zeitalters erleben, in dem auf der Grundlage einer hochentwickelten Technik neue Erkenntnisse der Naturwissenschaften Einzug in die Produktion halten und in dem es möglich geworden ist, mit Hilfe einer großzügig geplanten Forschungs- und Entwicklungsarbeit innerhalb kürzester Zeit nahezu alle Gebiete der Wissenschaft, der Produktion, des Verkehrs – ja die gesamte materielle und geistige Produktion des Menschen zu revolutionieren.

Dieses Zeitalter hat schon begonnen. Es wird in dem Teil der Welt die schnellsten und nachhaltigsten Erfolge zeitigen, dessen gesamte gesellschaftliche und wirtschaftliche Ordnung dieser revolutionären Umwälzung entspricht.

Die sozialistische Gesellschaftsordnung will einen Überfluß an allem schaffen, will alle Springquellen des gesellschaftlichen Reichtums zum Fließen bringen, sie braucht also die neuen Energiequellen, die elektronischen Anlagen, die hochproduktiven Automaten. Deshalb sind auch alle Kräfte in Wissenschaft und Technik, in Forschungsstätten und Betrieben auf die Lösung dieser umwälzenden Aufgaben konzentriert. Hier sind die Menschen auf die technische Revolution vorbereitet, sie verhelfen ihr durch ihre schöpferische Mitarbeit zum Durchbruch und halten sie unter Kontrolle.

Es ist gut, wenn man weiß, daß man in einer Gesellschaft aufwächst, in der nicht nur für die persönliche Entwicklung alle Chancen gegeben sind, sondern die in ihrer ganzen Ordnung auf der Höhe der modernen Entwicklung steht, die sich umfassend die wissenschaftlich-technischen Fortschritte zunutze machen kann und damit die Voraussetzungen dafür hat, den Wettlauf zum Jahre 2000 zu gewinnen. Diese Gesellschaft prägt den Charakter unseres Zeitalters, des Zeitalters der revolutionären Umgestaltung zum Sozialismus und zum Kommunismus.

Dabei soll aber auch keineswegs verschwiegen werden, daß diejenigen Monopolherren, Großaktionäre und Politiker, die in den westlichen Ländern ihre Überlegenheit dahinschwenden sehen und den Ausgang des Wettbewerbs fürchten müssen, auch weiterhin versuchen werden, uns aufzuhalten und Knüppel zwischen die Beine zu werfen. Sie schrecken nicht davor zurück, Kriege zu entfesseln, wenn sich irgendwo in der Welt unterdrückte Völker aus ihrer Abhängigkeit befreien wollen.

Es wäre also falsch, würden wir glauben, daß der Weg in die neue Welt unbehindert und ohne Gefahr vor Wegelagerern und Räubern sei. Zum Glück für uns und für die alte wie die neue Welt ist aber auch der Frieden

bewaffnet und wird es bleiben müssen, bis überall die historisch bereits heute überlebten, aber noch um ihre Existenz ringenden imperialistischen Kräfte von den Völkern dieser Länder entmachtet werden.

Ingenieure korrigieren die Natur,

sie durchbohren Gebirge, leiten Flüsse um und bewässern Wüsten. An der Stelle, an der wir den Menschen auf seinem „Weg aus der Wildnis“ die ersten großen Ingenieurbauten zur Wasserregulierung errichten sahen, ist eines der größten Bauunternehmen der Neuzeit vollendet worden: der Staudamm von Assuan am Nil. Er ist ein großes Projekt – entworfen von sowjetischen Experten und errichtet mit den Mitteln der sowjetischen Technik. Der Kostenaufwand ist beträchtlich, aber setzt man diese Kosten mit anderen Aufwendungen in Vergleich, dann sind sie minimal.

Professor Steenbeck, ein bedeutender Gelehrter und Vorsitzender des Forschungsrates der DDR, hat diesen Vergleich angestellt:

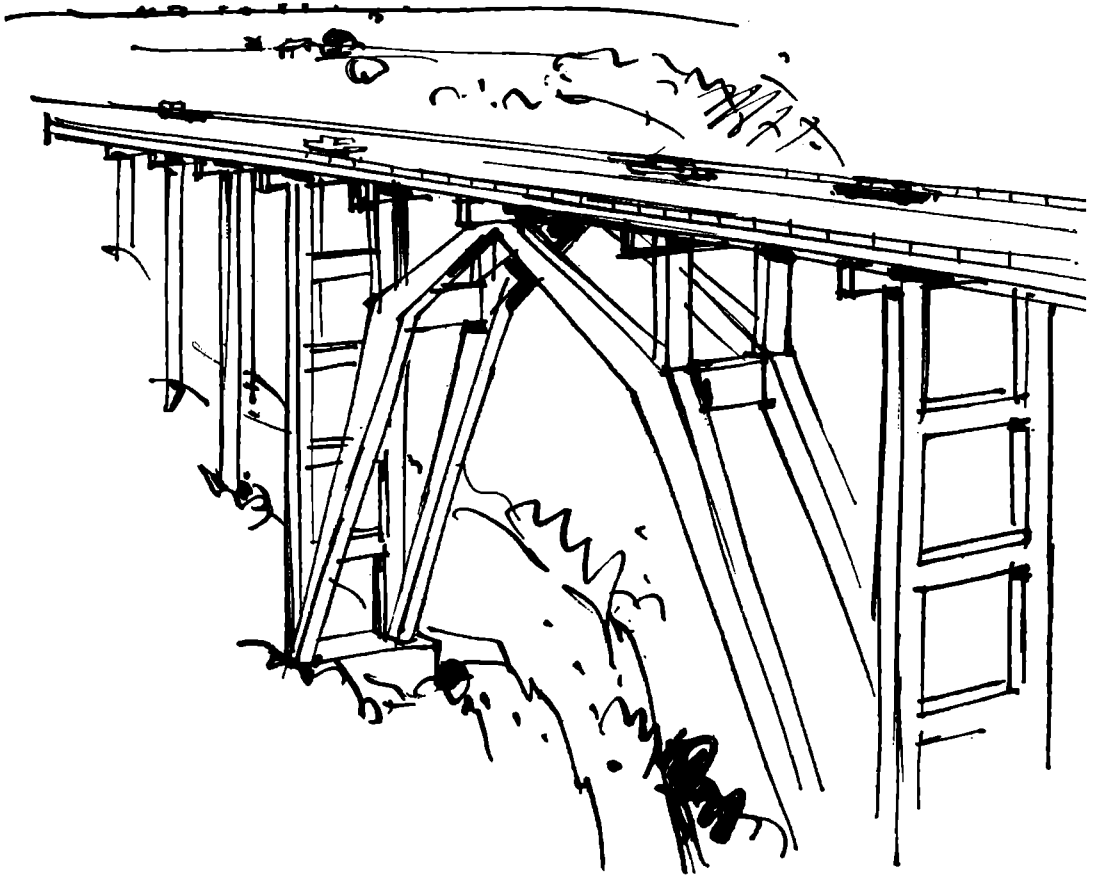
„Der Bau des Assuanstaudammes mit allem, was an Elektrifizierung und Bewässerungsanlagen dazu gehört, um für 20 Millionen Menschen dauernd Nahrung und Wohlstand zu ermöglichen, kostet weniger, als heute – im Frieden! – in einem einzigen Monat für eine Rüstung vertan wird, die in wenigen Jahren doch veraltet und entwertet sein wird.“

Man kann sich nach diesem Vergleich nicht nur ausmalen, wie hoch die alljährlichen Rüstungsausgaben in der Welt sind, man kann sich auch vorstellen, welche enormen Mittel einer Welt des Friedens zur Verfügung stehen könnten. Und diese Bauwerke sind notwendig, denn es gilt, natürliche Unzulänglichkeiten und die Folgen unbedachten Raubbaues zu beseitigen.

Die natürlichen Unzulänglichkeiten bestehen darin, daß die Erde mit ihren Bergen und Flüssen, Festlandmassen und Meeren ja keineswegs so beschaffen ist, wie der Mensch sie sich wünscht.

Entsprechend seinen technischen Möglichkeiten und gesellschaftlichen Bedürfnissen verändert er also die natürlichen Gegebenheiten: Er schlägt Brücken über Täler, sticht Kanäle durch das Land, überwindet mit Schleusen Höhenunterschiede, verbindet Meere miteinander, legt Tunnel unter den Meeresboden, um Inseln an Kontinente anzuschließen.

Die Ingenieure unserer Tage vermögen viel. Wer hätte vor einigen Jahrzehnten geglaubt, daß einmal Schiffsriesen mitten durch das europäische



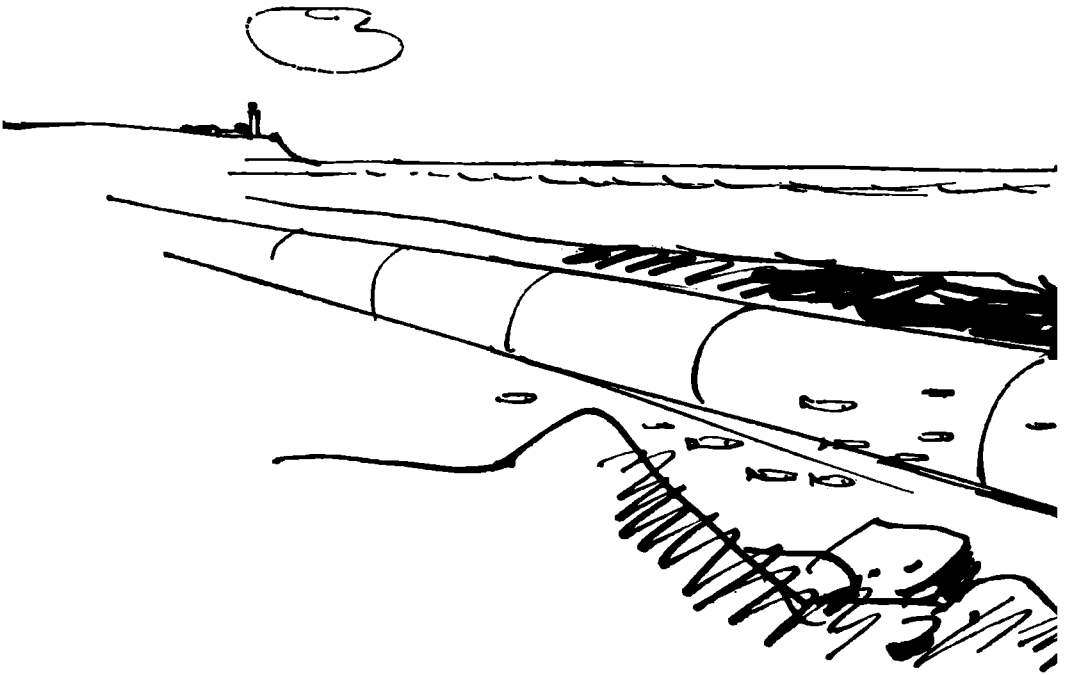
Festland fahren würden? Heute sind die meeresverbindenden Kanäle quer durch die Sowjetunion eine Tatsache. Heute wird selbst ein Bergriesen wie der Sankt Bernhard durchbohrt wie irgendein Mittelgebirgszug, und aus der Idee eines Tunnelbaues zwischen England und Frankreich ist ein reales Projekt geworden.

In der Vergangenheit wurden aber auch solche Eingriffe in die Natur vorgenommen, die die natürlichen Gegebenheiten sehr zum Nachteil für die Menschen veränderten. Rings um das Mittelmeer, dort, wo im Altertum die ersten Hochkulturen in Blüte standen, ebenso wie am Indus, Ganges, Changjiang und Huanghe beruhte die Dauerbesiedlung auf der Bändigung des Wassers. Die regulierten Überschwemmungen schufen einen dauernd fruchtbaren Ackerboden.

Aber diese Zivilisationen beruhten auch auf Holz. Es begann der Raubbau am Wald. Die Phönizier machten den Libanon kahl, die Griechen fällten ihre Wälder, die Römer holzten Italien, Nordafrika und die Iberische Halbinsel ab: Sie verfeuerten die Wälder, verwandelten sie in Baumaterial und Schiffe. Holz war ihr wichtigster Rohstoff. An Aufforstung dachte natürlich niemand. Das war verständlich, da sich keiner der Folgen des Raubbaues bewußt war. Es schien, als wäre der Reichtum unerschöpflich.

So schwanden im Verlaufe vieler Jahrhunderte die Wälder dahin. Nichts blieb von den heiligen Hainen der Griechen oder den Wäldern Anatoliens. Die Folgen waren schrecklich: kahle Berghänge, nackte Felsen, Karst! Die fruchtbare Erde wurde davongespült, in die Meere geschwemmt. Mit den schwindenden Wäldern sank der Grundwasserspiegel, Quellen und Flüsse versiegten, der Regen blieb aus, da der Wasserkreislauf gestört war. Das Klima veränderte sich.

Heute bedecken Geröllfelder, Steppen und Wüsten das alte Kulturland, auf dem einstmals die Ernten des Römischen Reiches wuchsen. Die Bauern erzielen auf kleinen Ackerstreifen nur kümmerliche Erträge. Und von Jahr zu Jahr wird es weniger Acker für immer weniger Bauern. Dabei könnten diese in der günstigsten Klimazone gelegenen Länder blühende Gärten von paradiesischer Fruchtbarkeit sein.

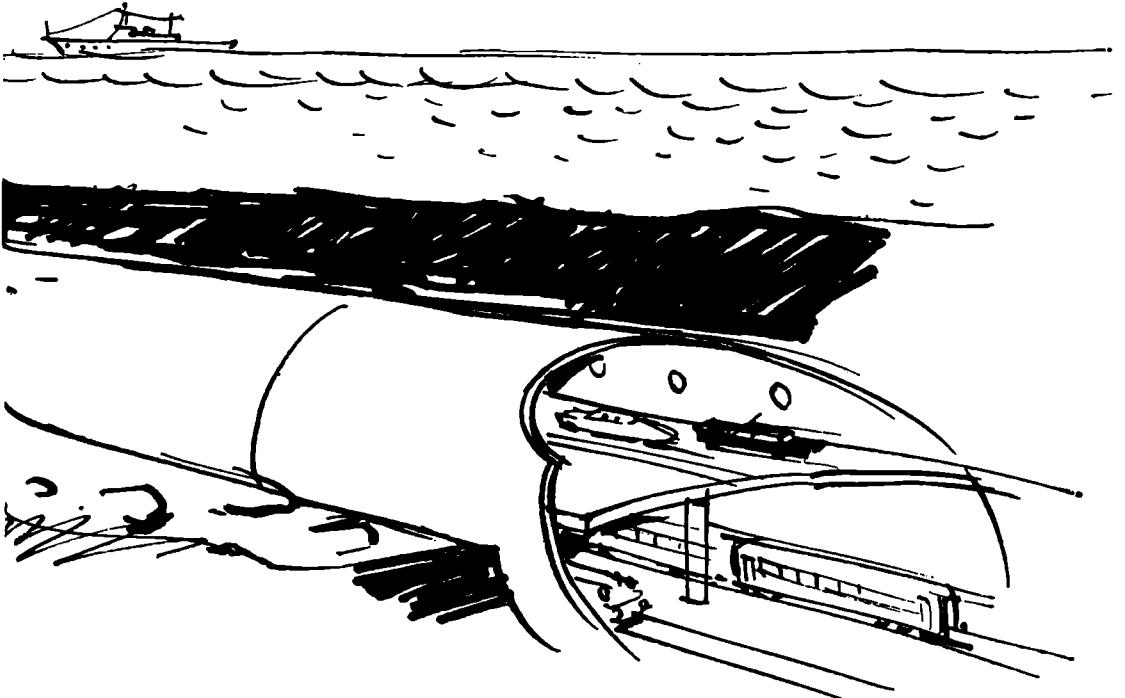


Der Mensch stellt sich Aufgaben, für die er Mittel und Möglichkeiten hat und für deren Lösung die Zeit gesellschaftlich reif ist. In diesem Sinne korrigiert er die Natur und macht die Fehler des früheren Wirtschaftens der Menschen auf der Erde wieder gut.

Wir wollen davon absehen, daß gegenwärtig noch auf dem amerikanischen Kontinent – in voller Kenntnis dessen, was geschieht – der Raubbau an der Natur weitergetrieben wird. Riesige Wüsten sind dort von Menschenhand geschaffen worden, und die Bodenerosion greift immer weiter um sich, weil, durch Anbaubeschränkungen gefördert, Äcker brach liegenbleiben und der Wüste ausgeliefert werden. Aus einstmaligen saftigen Savannen und fruchtbarsten Ackerböden sind Einöden geworden, in denen kein Baum und Strauch mehr steht, auf die monatelang kein Tropfen Regen fällt, über denen nur der Wind in einer Staubfahne die Erde davonweht.

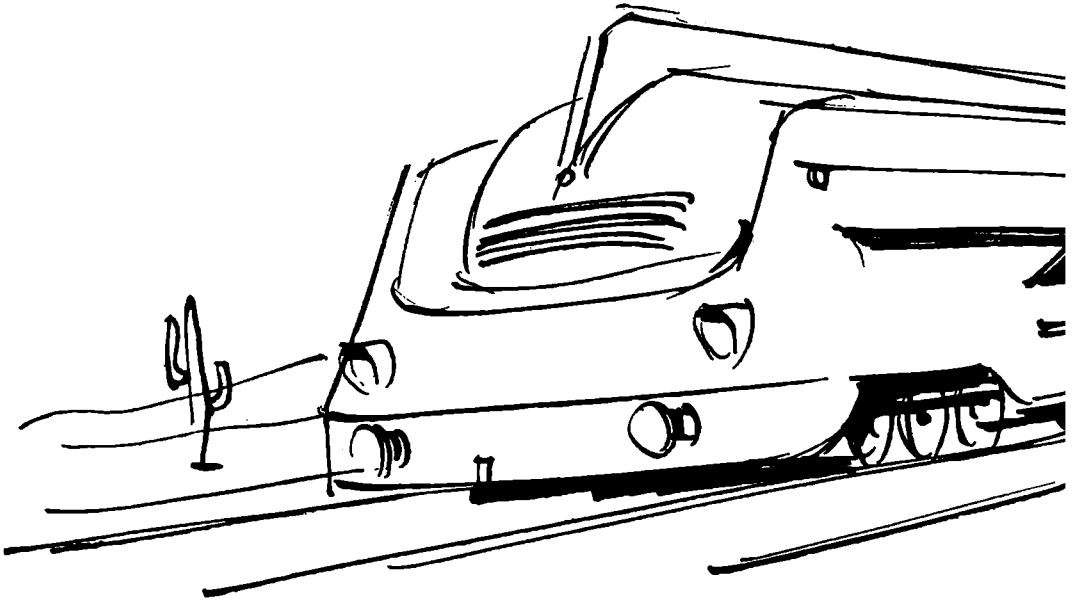
Die neue Welt

wird auch diese Schäden wiedergutmachen, die in einer Zeit entstanden sind, als nur der „Dollar von heute“ etwas galt und in der nach dem Wort „Nach uns die Sintflut“ gewirtschaftet wurde.



Die Entfernungen schrumpfen in der neuen Welt noch mehr zusammen, nicht nur, weil interkontinentale Raketen ein normales Fernverkehrsmittel geworden sind und große Passagierflugzeuge längst mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit fliegen. Auf der Erde führt eine Superbahn über die Kontinente. Amerika, Europa, Afrika und Asien sind durch breite Schienenstränge miteinander verbunden. Mit 300 km/h brausen die automatisch gesteuerten Eisenbahnzüge über die Strecken. Dabei spürt man weder das Tempo noch Schienenstöße. Die Züge sind rollende Hotels – vergleichbar nur mit dem Komfort und der Bequemlichkeit, wie sie die großen Passagierschiffe zu bieten haben, mit gläsernen Aussichtswagen, Liegedecks, Restaurants, Sport- und Vergnügungsstätten, Kino und Klubräumen und natürlich Büro- und Arbeitszimmern. Von den Wohn- und Schlafräumen aus ist man, wie aus einem Hotelzimmer, durch Telefon mit der Welt verbunden, kann fernsprechen und fernsehen.

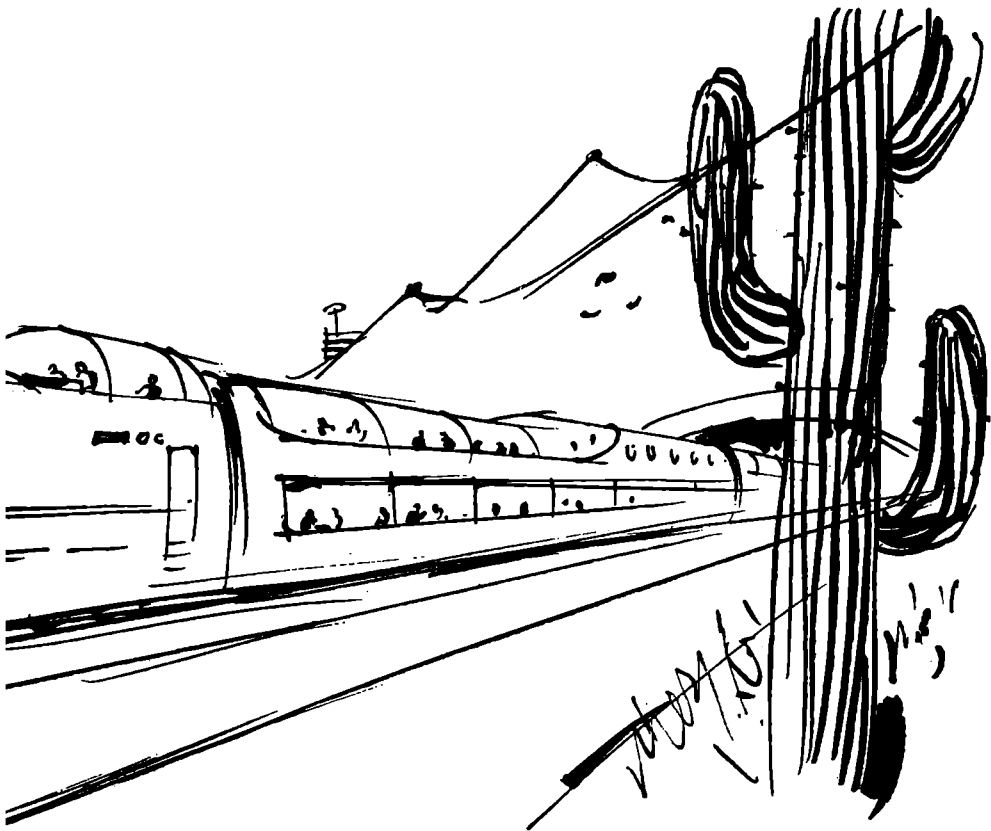
Die Hauptstrecken dieser Superbahn führen von London über Paris nach Moskau. Von Paris geht über Spanien eine Linie nach Afrika, gabelt sich dort nach Südafrika und der arabischen Halbinsel.



Auch von Moskau aus gibt es zwei Hauptlinien: eine über den Ural, durch Sibirien in den Fernen Osten, die zweite über Kasachstan nach Indien. Von der sibirischen Hauptlinie führen zwei Abzweigungen: eine geht durch die Mongolische Volksrepublik bis nach Peking, die andere nach Wladiwostok. Die Hauptlinie zieht sich durch den Nordosten der Sowjetunion, überquert die Beringstraße, geht durch Alaska und Kanada bis San Francisco; von dort beginnt eine Abzweigung nach New York, während die Hauptstrecke längs des Kontinents verläuft und in Brasilien endet.

Dieses Netz der Superbahn führt über riesige Brücken, die vielmehr Stau-
mauern großer Kraftwerke sind, durchquert in Tunneln das Himalaja-
Massiv und andere Bergketten und verläuft über tausend Kilometer nörd-
lich des Polarkreises.

Auf dieser Weltstrecke reisen nicht nur Passagiere auf angenehmste
Weise, hier rollen auch Transportzüge, fahrende Speicher, Kühlhallen
oder Silos, die mehr Güter auf einmal verfrachten können, als Hochsee-
schiffe es vermögen.

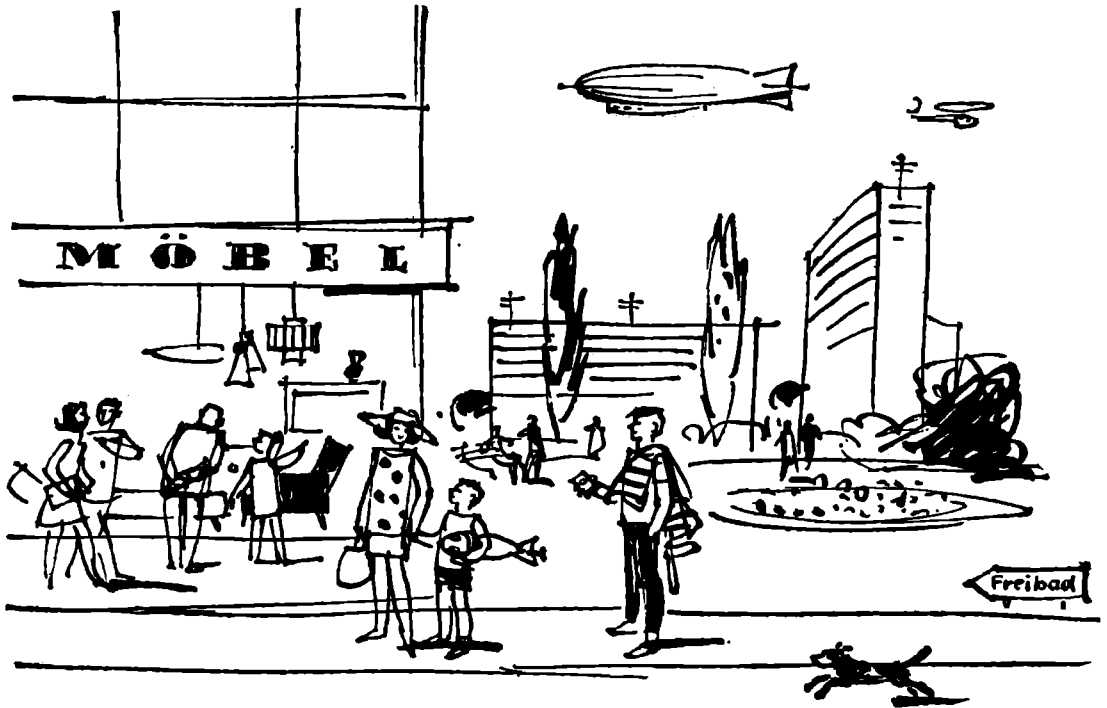


Viele, die reisen müssen oder wollen, benutzen diese Superbahn nicht nur des Komforts wegen oder weil sie an alle Eisenbahnstrecken mit ebenso schnellen Zügen Anschluß hat. Man hat es gar nicht so schrecklich eilig und will etwas von der Welt sehen, die man umrundet.

Auch im Straßenverkehr hat sich viel geändert. Es gab eine Zeit, da waren die Straßen durch den Autoverkehr verstopft, und besonders die älteren Städte schienen in der Verkehrsflut zu ertrinken. Später merkte man, daß es viel zuviel Autos gab, denn die meisten standen ja doch die längste Zeit still – auf dem Parkplatz, in Garagen, oder sie blockierten Straßen. Dann kamen Elektromobile auf und die von einem unterirdischen Netz mit Energie gespeisten Hochfrequenzwagen für den Fernverkehr auf Autobahnen. Von da ab war es endgültig klar, daß sich das Auto als privat-eigenes Beförderungsmittel völlig überlebt hatte. Mit zwei Autos gleichzeitig kann man nicht fahren. Man kauft sich also nun nicht mehr ein Auto, sondern erhält mit der Fahrprüfung zugleich einen Zündschlüssel, mit dem man dann jedes beliebige parkende und freie Elektromobil benutzen kann. Sind die Besorgungen erledigt, läßt man es für den nächsten stehen. Dasselbe trifft zu, wenn man am Autobahnring in einen anderen Typ umsteigen will. Ein technischer Dienst sorgt dafür, daß die Wagen in Ordnung gehalten und gepflegt werden. Sie sind ein ebensolcher Gebrauchsgegenstand geworden wie etwa die Bänke in den Parks. Im übrigen sind auch die Stadtzentren frei von diesen Wagen, man geht spazieren. Wer es eilig hat, stellt sich auf die in die Fußwege eingelassenen Rollstreifen, auf denen er dann so rasch dahingleitet wie auf einem Förderband.

Mit den neuen Verkehrsmitteln gelangen wir nun überall hin und können Gebiete besuchen, in denen die Erde ihr Gesicht verändert hat. Wenn wir in unserem Superexpress über die Kontinente brausen, sehen wir, daß nicht nur himmelhohe Bergmassive, sondern auch mittelhohe Berge untertunnelt sind. Um eine schnurgerade Streckenführung zu erreichen, haben sich die Erbauer der Bahn durch alle Hindernisse hindurchgefressen. Das scheint ihnen nicht einmal besondere Mühe zu machen.

An einer Tunnelbaustelle beobachten wir Arbeiter, die sich durch einen Berg bohren. Das heißt: wir sehen es nicht direkt, denn an der Arbeitsstelle im Inneren des Berges ist kein Mensch. Auf den Fernsehschirmen am Steuerpult des die Bohrung leitenden Ingenieurs verfolgen wir, was vor sich geht. Wir sehen in die Höllenglut eines Schmelzofens und spüren förmlich die Hitze, die im Zentrum des weißen Glutballes herrscht. Ein automatisches Aggregat, ein Hochfrequenz-Gitterstrahler, löst im Berginneren diese Hitze aus. Er „beschießt“ mit gleißenden Lichtstrahlen den Fels, und wie unter einem riesigen Schweißbrenner lodert das Gestein auf, dampft und zerschmilzt. Es sammelt sich als glutheiße Lava in einer Rinne,



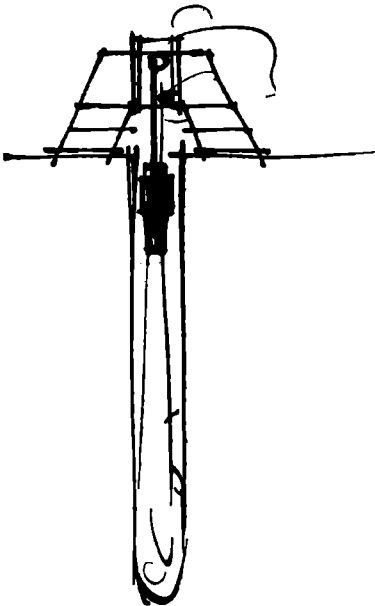
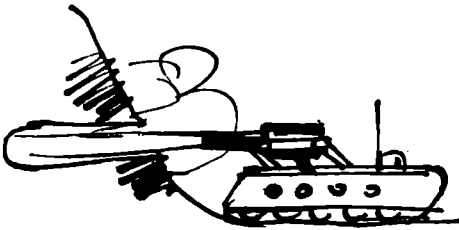
die den zähflüssigen Brei aus dem Berg führt. Es erreicht die außen vorbereiteten Formen, in denen das fließende Gestein zu Quadern erstarrt. Innerhalb von Stunden frißt der gewaltige Strahl eine größere Strecke Fels, als früher durch Bohren und Sprengen in Wochen vorgetrieben werden konnte.

Es werden aber nicht nur solche Röhren, deren Wandungen durch die Gesteinsschmelze wie glasiert sind, durch die Berge getrieben, man verwendet auch Thermobohrer nach dem Raketenprinzip. Auf einem mächtigen Bohrwagen ist eine Raketendüse montiert. Aus ihr schießt mit Überschallgeschwindigkeit der hocherhitzte Gasstrahl, und die gleiche Kraft, die Raketen in die Höhe treibt, schmilzt nun vom verankerten Bohrwagen aus den Fels. Der pfeifende, blauweiße Strahl geht in den Granit hinein wie das Messer in die Butter. So werden Tunnelbauten, die in der Zeit der Preßluftbohrer Jahrzehnte gedauert hatten, innerhalb von Monaten vollendet und sind längst nicht mehr mit einem so großen Aufwand verbunden wie früher.

Die Feuerbohrer können sich mit hoher Geschwindigkeit auch senkrecht in die Tiefe bohren und verschwinden in der Erde wie ein glühender

Stahl in einem Schneehaufen. Sie machen auch Bohrungen möglich, um die Wärme aus dem Erdinneren hervorzuholen, und ersetzen ganze Bergwerke. Die Kohle wird nicht mehr unter Tage abgebaut, sondern unterirdisch verschwelt, und nur die Gase, die ja alle für die Chemie interessanten Substanzen enthalten, werden den chemischen Werken zugeleitet. Aus dem Bergmann unter Tage ist ein Mann im weißen Laboratoriumskittel geworden. Mit Hilfe unterirdischer Rohrsysteme werden auch die Gase von mächtigen schwelenden Schieferschichten an die Oberfläche gebracht, Salze werden in ihren Lagerstätten gelöst, durch starke Säuren baut man auch die Metalle unterirdisch ab und bringt sie als Lösung an die Oberfläche.

Diese Bohrtechnik, die gewissermaßen einen unterirdischen Verkehr möglich macht, wird gestatten, eines Tages bis in die Magmaschicht der Erde vorzudringen. Dann wird der Mensch den großen Hochofen der Natur anzapfen können, in dem sich die Elemente, unter den Bedingungen des kolossalen Drucks im Erdinnern, im Zustand eines Universalmetalls befinden.



Ins Erdinnere getriebene Bohrlöcher ermöglichen auch, das Leben im Polarkreis und in den Gebieten des ewig gefrorenen Bodens zu verändern. Hier benutzt man die in tieferen Schichten des Erdinneren herrschende Hitze zum Betrieb großer Wasserheizungen. Das heiße Erdwasser reicht aus, um die neuen arktischen Städte zu beheizen. Diese Wohnsiedlungen im hohen Norden sind fruchtbare Oasen inmitten von Eis und Schnee. Wir gelangen im Hubschrauber in eine solche Stadt. Schon von ferne sehen wir sie als eine strahlend helle Glocke. Und in der Tat, die hohen zylinderförmigen Wohn- und Industriekomplexe, die Straßen und Parks werden von einer riesigen Kuppel aus durchsichtigem Plast überspannt. Auf einer mehr als einen Quadratkilometer großen Fläche ist wie in einem gigantischen Gewächshaus ein künstliches Klima geschaffen. Pflanzen grünen und blühen, die Menschen gehen in Straßenanzügen, während draußen,

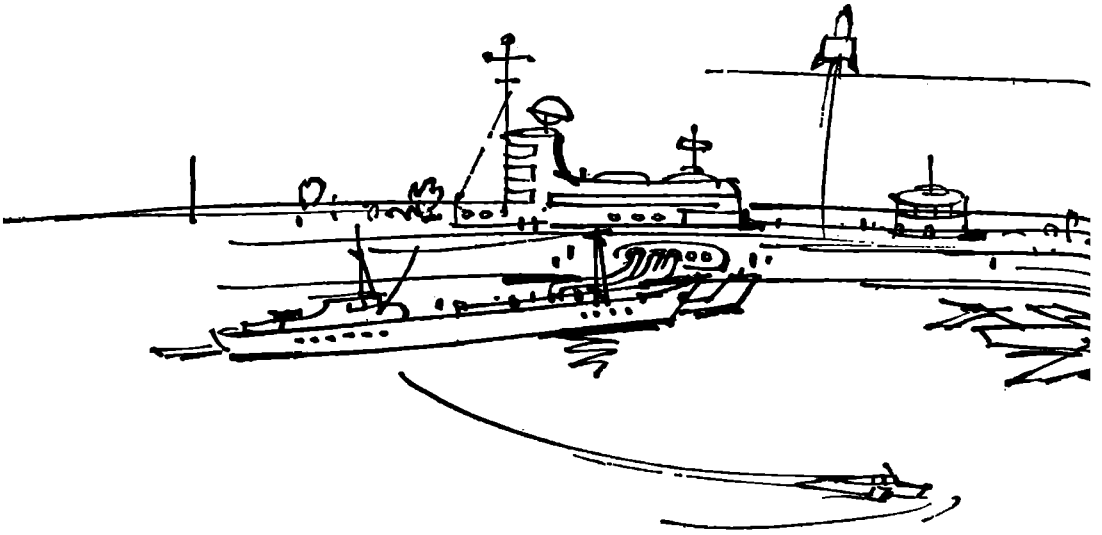
durch die Plasthülle abgehalten, 40 Grad Frost herrschen. Wir landen auf einer runden Plattform mitten auf der Kuppel und sinken mit der Plattform langsam in ein Gebäude hinein, während sich über uns die Einflugsöffnung wieder hermetisch verschließt. Eben noch waren wir von Schneestürmen geschüttelt, jetzt betreten wir eine Stadt, in der ewiger Frühling zu herrschen scheint. Wir sind von einem milden goldorange-farbenen Licht umgeben, atmen würzige Luft und gehen über Plattenwege einer Ladenstraße, deren Mittelstreifen aus blühenden Sträuchern und Blumenrabatten besteht.

Mehr als zehntausend Menschen leben, arbeiten und vergnügen sich in dieser Stadt aus Stahl, Aluminium und Plast. Sie kommen sich keineswegs als Bewohner eines weltentlegenen Gebietes vor. Fernsehen verbindet sie mit den Weltzentren. Wie überall schiebt auch hier der Interessierte jeden Abend die Rolle mit der Aufzeichnungsautomatik vor den Bildschirm seines Gerätes, damit er früh die in einer Nachtsendung „ferngedruckten Zeitungen“ lesen kann. Und daß sie nicht nur darauf angewiesen sind, was von außen zu ihnen kommt, zeigt das Leben in den Klubs, Theatern, Sportstätten und den Hobby-Instituten, in denen jeder nach Begabung und Neigung sein privates Steckenpferd reitet.

Es war einmal daran gedacht worden, durch eine Umleitung des Golfstromes das Klima des hohen Nordens zu verändern. Die Kernenergie sollte mithelfen, das Eis des Arktischen Ozeans zu schmelzen, um aus der unwirtlichen Landregion mit ewig gefrorenem Boden eine milde Klimazone zu machen. Diesen Plan hat man aber sehr bald fallen lassen, weil das große Abtauen die Meere zum Überlaufen gebracht hätte und weite Festlandgebiete allmählich im Wasser versunken wären. Die blühenden Oasen unter dem Kunststoffschirm sind ein anderer Weg zur Besiedelung und wirtschaftlichen Erschließung der rohstoffreichen Gebiete des hohen Nordens und des antarktischen Kontinents.

Ihnen vergleichbar sind Städte im Südchinesischen Meer und an den japanischen Inseln. Es sind ebenfalls Oasen in vordem zu dauernder Besiedlung ungeeigneten Bezirken, vom Menschen geschaffene Inseln.

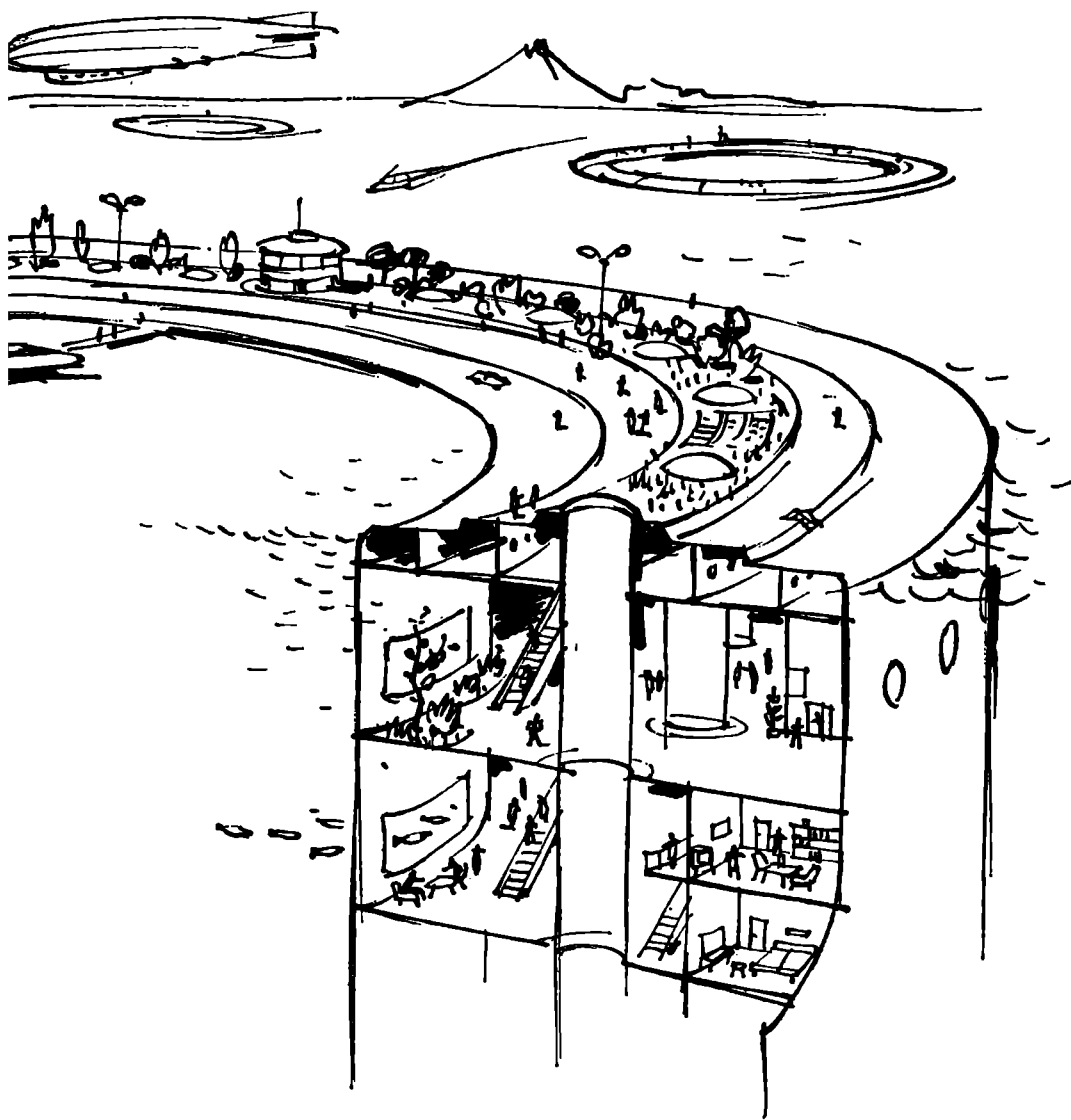
Diese künstliche Inselwelt erstreckt sich in den verhältnismäßig flachen Meeresteilen des Südchinesischen Meeres zwischen den Inseln Indonesiens und reicht bis Australien. Wenn wir sie überfliegen, meinen wir große Rettungsringe schwimmen zu sehen; gehen wir aber auf eines dieser ringförmigen Gebilde herab, wächst ein riesiges Atoll aus dem Meer, bestanden mit Bäumen und Sträuchern, Sende- und Empfangsanlagen. Wir landen auf der runden Wasserfläche im Inneren der ringförmigen Insel. In diesem völlig ruhigen „Binnenmeer“ wassern verschiedene andere Flugboote und Luftschiffe, vor allem liegen Transportschiffe an den Kais.



Wir gehen über einen Schwimmsteg an „Land“ und betreten die sich stufenförmig erhebenden Wülste des Inselringes. Die Terrassenbauten sind mit großen gewölbten Fenstern versehen, und auf dem Oberteil des Ringes, zwischen Parkanlagen und Gemüsebeeten, liegen flache gläserne Kuppeln, die das Tageslicht in großen Schächten bis tief ins Innere der Insel hinabführen. Denn die künstliche Insel ist kein auf dem Wasser schwimmender großer Ring, sondern eine aufrecht verankerte riesige Röhre, deren oberer Teil aus dem Wasser herausragt. Befände sich dieses Inselbauwerk auf dem Lande, würden wir vor einem wolkenkratzerhohen Rundbau stehen.

In der Wandung des Zylinders gibt es Wohnungen, Arbeitsräume, Institute, Speisesäle und alles, was zu einer richtigen Stadt gehört, in der über tausend Menschen leben und arbeiten. Auf Rolltreppen gleiten wir in die Tiefe, und über große, durch das Rund führende Korridore mit Lichthöfen, Pflanzenschmuck und Sesselgruppen gelangen wir zu den Produktionsstätten im unteren Teil der künstlichen Insel.

Das Sonnenlicht in den Schächten, der sanfte Schimmer der selbstleuchtenden Wände, die angenehme Klimatisierung, das alles erinnert an ein gepflegtes Sanatorium. Nichts ist davon zu spüren, daß man sich mitten im Ozean befindet. Nun erfahren wir auch, warum solche künstlichen Inseln gebaut werden. Nicht etwa, weil die um das Dreifache größer gewordene Weltbevölkerung keinen Platz mehr auf den Festländern der



Erde hätte, sondern weil die Weltmeere, die rund 70 Prozent der Erdoberfläche bedecken, in der Vergangenheit fast gar nicht genutzt wurden. Dabei birgt auch dieser Teil der Erde die größten Reichtümer.

Früher, so hören wir von einem Ingenieur, der eine von der Insel entfernte, auf dem Meeresboden arbeitende automatische Anlage „fährt“, galten die Meere eigentlich nur als ein großes Verkehrshindernis. Man holte auch schon Fische heraus, aber wenn vom Reichtum des Meeres die Rede war, dann meinte man eben nur die Heringschwärme und den Tran

der Wale. Von den wirklichen Schätzen der Meere wußte man wenig oder konnte sie nicht nutzen.

Wir haben viele und riesige Lager wertvoller Erze unter dem Meeresboden und in den vom Wasser bedeckten Gebirgen entdeckt, unterseeische Ölviehere erschlossen und fördern auch die seit Jahrmillionen auf dem Meeresgrund abgelagerten Planktonschichten. Sie sind der wertvollste Dünger für die bewässerten Wüsten- und Steppengebiete in Australien und Asien.

An anderen Stellen wird von künstlichen Inseln aus eine regelrechte Fischwirtschaft betrieben. Die Fischschwärme werden innerhalb großer Netze auf den Meeresweiden gehalten wie Haustiere, es gibt richtige Walzuchtgebiete.

Manche Meeresfabriken sind auf den Abbau der Seetangfelder spezialisiert. Aus diesen unerschöpflichen Grünmassen werden so viele chemische Produkte hergestellt, wie man sie früher nur aus Kohle und Erdöl gewinnen konnte. Außerdem läßt sich Seetang auch als Viehfutter verwenden.

Auch das Meereswasser ist nützlich geworden. In schwimmenden Fabriken werden seltene Metalle und Spurenelemente tonnenweise gewonnen. Mit der Nutzung der Meere beginnt man die Rohstoff- und Nahrungsbasis ins Unermeßliche zu vergrößern. Auch Kulturpflanzenforscher und -züchter, die sich früher ja fast nur um die Landpflanzen gekümmert haben, nehmen sich schon längst der Wasserpflanzen an und haben entdeckt, daß sie ungemein große Vorzüge besitzen.

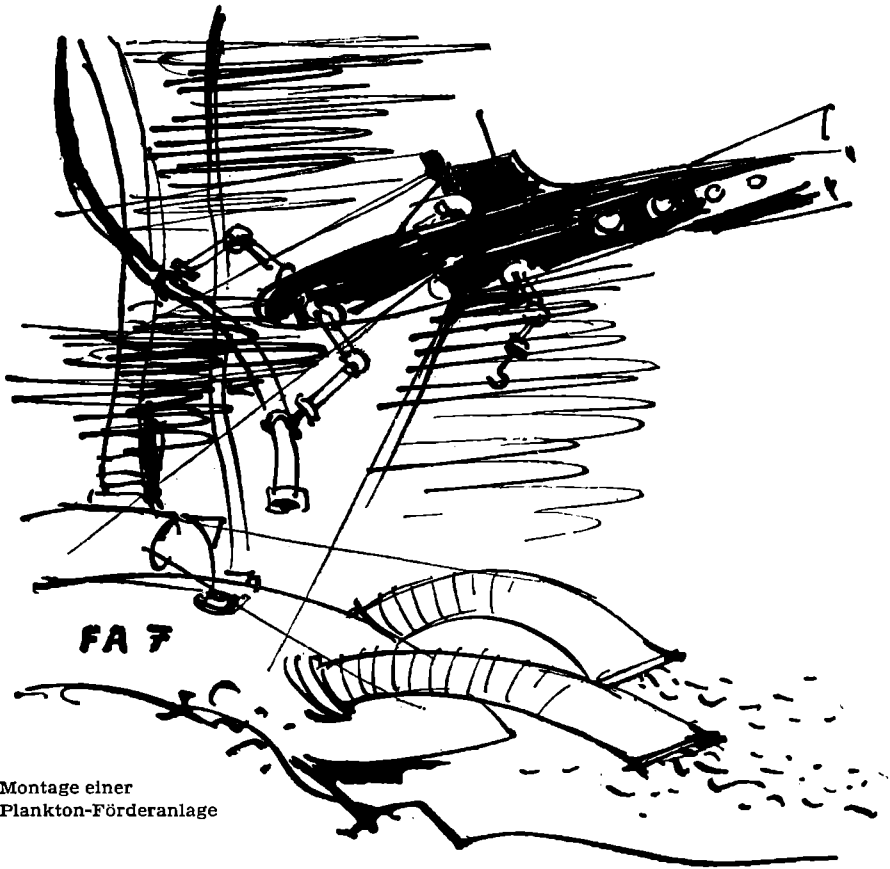
Der Ingenieur, dem wir diese Erklärungen verdanken, baut mit einer ferngesteuerten Förderanlage ein Planktonrevier ab, er hat in einer Senkung des Meeresbodens ein besonders ergiebiges Lager vor die Saugrohre des Unterwassergleiters, eines auf Kufen über den Meeresgrund fahrenden Abbaugerätes, bekommen. Über ein System von Röhren, Schläuchen und durch verschiedene Trocknungs- und Aufbereitungsanlagen in der Inselfabrik gelangt das nährstoffreiche Düngemittel in die Laderäume der Frachtschiffe.

Bemannte kleine Unterseeboote, an deren Außenwänden verschiedenartige Manipulatoren als Werkzeuge angebracht sind, besorgen notwendig werdende Rohrverlegungen oder beseitigen Störungen in den Filtern. Diesen „Rittern der Tiefe“, die als Techniker, Fischereiwirtschaftler, Meeresbiologen oder Geologen den „Antikosmos“, den Meeresgrund, erschlossen haben, sind mit dem seltsamen Leben und den Wundern der Tiefsee vertraut. Mitunter entdecken sie im Strahlenkegel der Scheinwerfer ihrer U-Boote aber auch Wracks, vor Jahrhunderten untergegangene Dschunken, Segelschiffe und Dampfer. Manche werden gehoben. Und

so ist der Meeresgrund auch zu einer Fundgrube für die Historiker geworden.

Eine eindrucksvolle Vorstellung davon, wie Projekte größten Ausmaßes verwirklicht werden, erhalten wir auf einer Fahrt mit unserem Superexpress. Wir rasen auf dem Schienenweg von Europa nach Afrika. Unser Zug fährt über einen Damm, der die Meerenge von Gibraltar wie eine Scheidewand durchzieht und Europa mit Afrika verbindet. Der Damm ist 29 Kilometer lang, auf seiner Sohle hat er eine Breite von über einem halben Kilometer und ist auch ebenso hoch. Dieser Damm ist aber nicht nur für Eisenbahnlinien und Autostraßen gebaut, er ist tatsächlich eine Scheidewand zwischen dem Atlantischen Ozean und dem Mittelmeer.

Wir lassen uns sagen, daß große Wasserkraftwerke in diesen mächtigen Damm eingebaut sind. Das Wasser des Atlantiks stürzt sich auf die Turbinenschaufeln und erzeugt Strom, denn der Wasserspiegel des Mittel-



Montage einer
Plankton-Förderanlage

meeres ist viel tiefer als der des Atlantiks. Schiffe überwinden in Schleusen den Niveauunterschied. Aber auch die Wasserkraftwerke waren nicht der Grund für diesen Dammbau. Beabsichtigt ist, daß der Spiegel des Mittelmeeres im Verlaufe einiger Jahrzehnte ständig absinkt und das Meer weitgehend austrocknet.

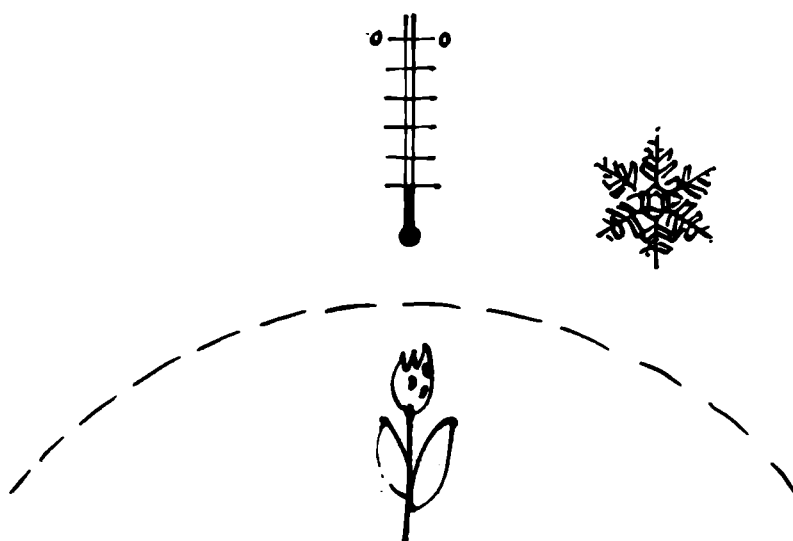
Das Mittelmeer, so meinte schon in der Vergangenheit ein deutscher Ingenieur, sei ursprünglich gar kein so großes Meer gewesen. Der Wasserstand wäre vor Jahrzehntausenden um wenigstens 1000 Meter niedriger gewesen, weil damals durch ein Felsmassiv die Straße von Gibraltar abgeriegelt und Europa mit Afrika auf natürliche Weise verbunden gewesen sei. Die Hälfte der später vom Mittelmeer eingenommenen Fläche sei fruchtbares Siedlungsgebiet, bewohnt von Völkern der ältesten Kulturen, gewesen. Eine vulkanische Katastrophe habe die Landverbindung zum Einsturz gebracht, und der Atlantik sei mit vernichtender Gewalt über die blühenden Länder hereingebrochen. Diese Katastrophe wäre der Ausgangspunkt für die Legende von der Sintflut geworden. So mutmaßte in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts der deutsche Ingenieur und Architekt Hermann Sörgel. Darauf baute er den Plan auf, der jetzt verwirklicht ist.

Der Spiegel des Mittelmeeres sinkt von Jahr zu Jahr, da ihm bei Gibraltar und den Dardanellen keine Wassermassen mehr zugeführt werden, sondern nur vergleichsweise geringe „Wasserstrahlen“ durch die Turbinenschächte in den Staumauern. Es ist ein Verdunstungsmeer. Die einmündenden Flüsse vermögen das Absinken nicht aufzuhalten. Hinzu kommt, daß über Pumpwerke und Kanäle den Wassern des Mittelmeeres Wege in die Sahara eröffnet werden. Freilich muß dem Wasser erst das Salz entzogen werden, um zu verhindern, daß in der Sahara statt fruchtbaren Ackerbodens eine Kette neuer Salzseen entsteht. Mit dem Salz werden in den großen Anlagen aber zugleich auch andere im Wasser enthaltene Bestandteile, wie Brom, Magnesium und Kali, gewonnen.

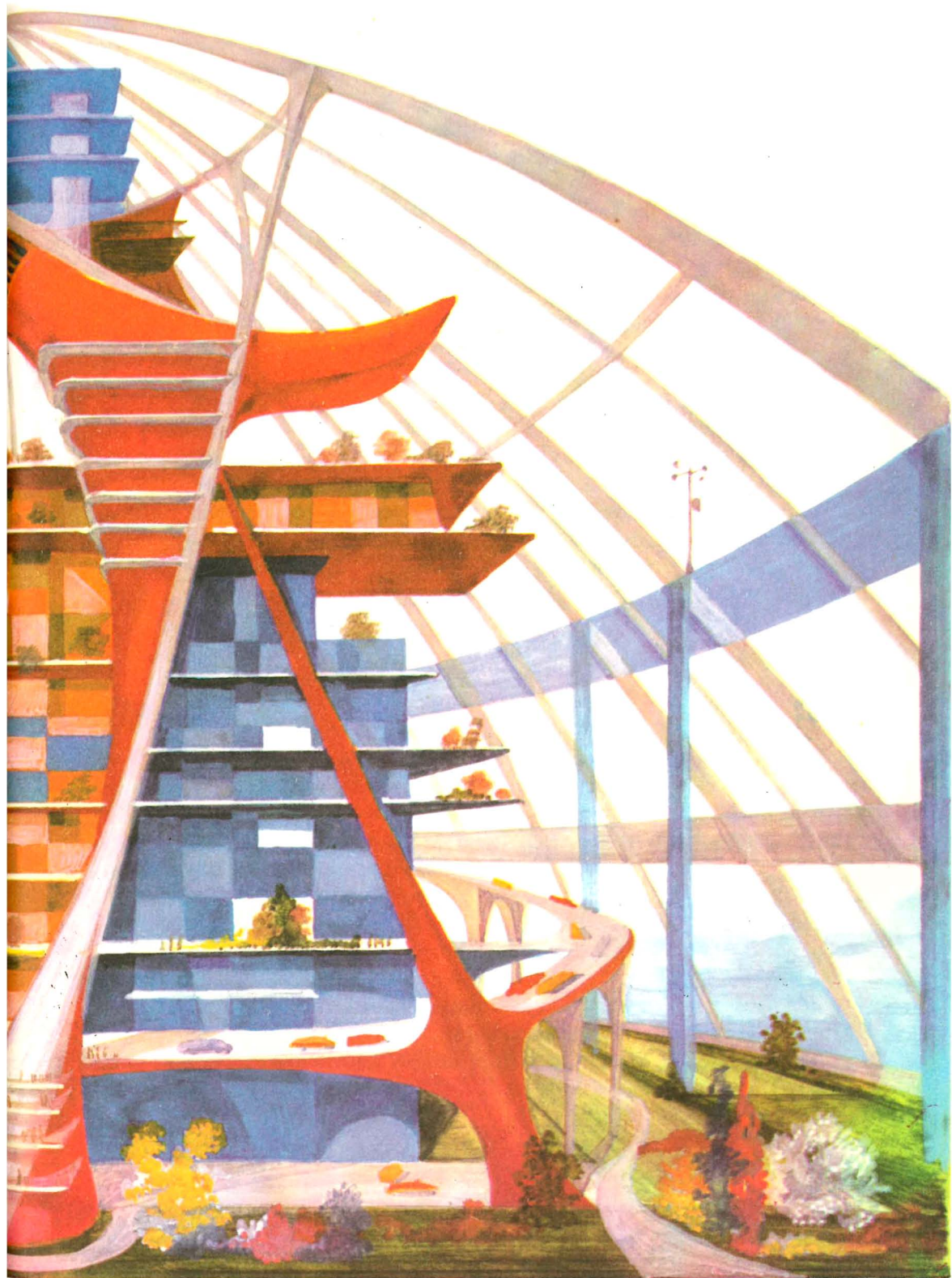
Innerhalb der nächsten Jahrzehnte wird das Mittelmeer verschwunden sein. Übrig bleiben einige große Seen, da, wo das ursprüngliche Meer Tiefen von über 1000 Metern hatte. Italien ist dann keine Halbinsel mehr, Marseille ein Binnenhafen, die griechischen Inseln sind mit dem Festland verbunden. 600 000 Quadratkilometer neugewonnenen Ackerlandes verbinden Europa mit Afrika als ein Gebiet paradiesischer Fruchtbarkeit.

Die Sahara ist keine Wüste mehr. Nur ein Neuntel der Riesenfläche ist Fels und Geröll, alles übrige ist, wie der Grund des ehemaligen Mittelmeeres, eine Landschaft, die von den Planern nach den Wünschen des Menschen gestaltet wird: Äcker, Plantagen, Weinhänge, zentrale Agrostädte, Erholungsgebiete und Sanatorien.

Stadt am Polarkreis unter einer Plaststoffhülle







Im Inneren Afrikas füllten sich das Kongomeer und der Tschadsee immer mehr auf. Diese riesigen Seen, die aus den großen Flüssen gespeist werden, verändern das gesamte Klima Afrikas. Das Verschwinden der weiten Trockengebiete hat zur Folge, daß zugleich auch ein Sperrgürtel verschwunden ist, der in der Vergangenheit die Regenwolken und die Meeresfeuchtigkeit zum Äquator abgedrängt hat. So hat sich zunehmend auf der ganzen nördlichen Erdhälfte das Klima verbessert: es ist feuchter und wärmer geworden.

Die Energiemengen, die in den großen Wasserkraftwerken am Kongo, Niger, Nil und aus den Staustufen der neuen Seen gewonnen werden, machten den Aufbau einer Industrie und Landwirtschaft möglich, die Afrika so vollständig in einen modernen Erdteil verwandelt haben, daß nur noch die großen Naturschutzgebiete mit Löwen, Elefanten und Antilopen an Urwald und Steppe erinnern.

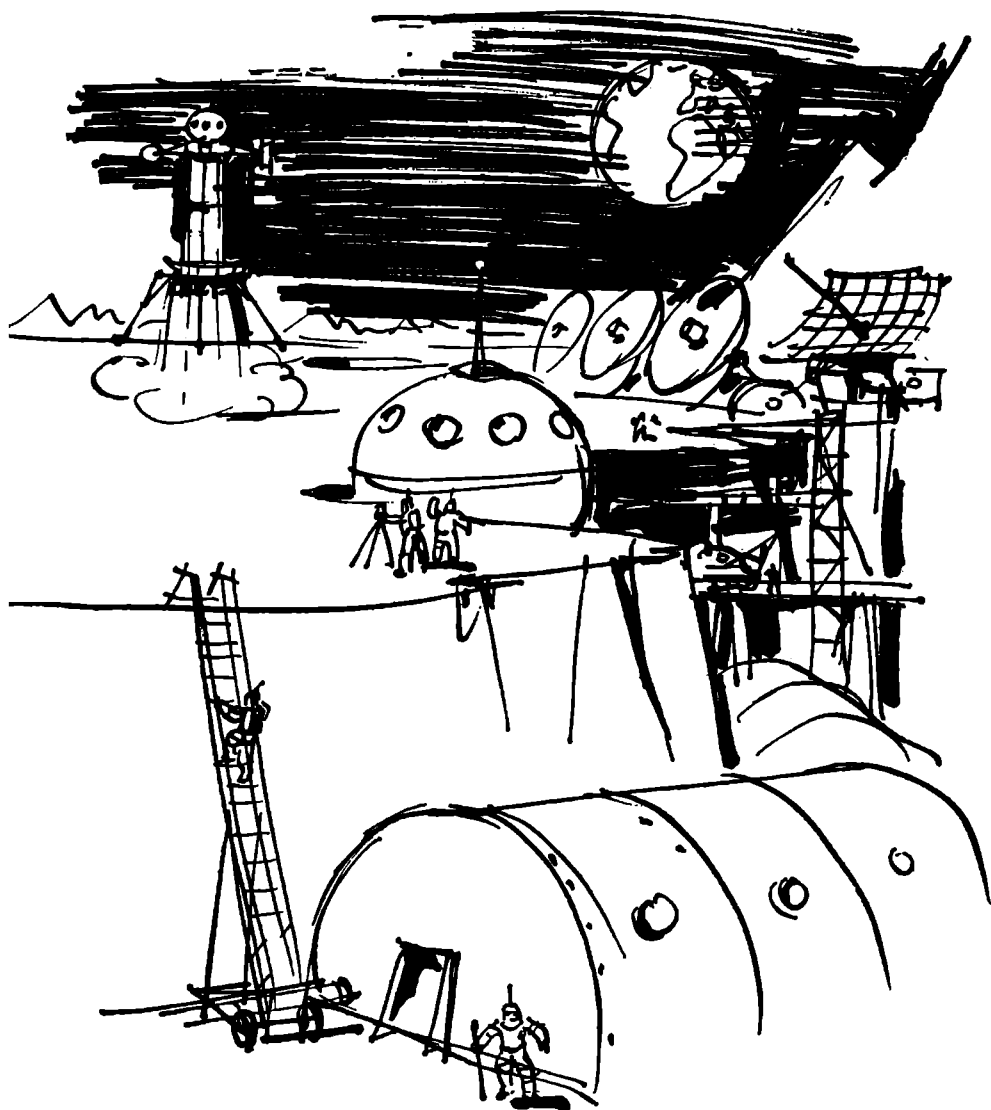
Ähnliche Umgestaltungen nach dem Willen des Menschen, aber entsprechend den Gesetzmäßigkeiten der Natur können wir auch an den großen Unternehmungen sehen, die Australien in einen fruchtbaren Kontinent und in Südamerika einstmals unerschlossene Urwaldgebiete in moderne Kulturlandschaften verwandeln.

Die ganze Erde befindet sich im Umbau. Sie wird wohnlicher, schöner und reicher. Dabei sind die Kosten für diese Umgestaltung der Natur noch nicht einmal so hoch wie die Aufwendungen, die in früherer Zeit für Kriege und Rüstungen gemacht wurden, und der Nutzen ist unermesslich.

Im Kosmos wie auf Erden

sind Leistungen möglich geworden, wie sie vor kurzer Zeit noch als undenkbar galten. Als die ersten Wissenschaftler und Kosmonauten eine Weltraumstation bezogen und in dieser irdischen Oase im Weltall ihre Arbeit aufnahmen, richteten sie ihre Teleskope auch auf die Erde. Sie sahen Meere und Kontinente, Kulturlandschaften und Urwälder, Steppen und Wüsten. Auf jedem der Erdteile befanden sich große weiße oder gelbe Flecken unfruchtbarer Landes.

Diese Beobachter haben ein Jahrhundert lang mit einer Zeitrafferkamera die Erde gefilmt, und man kann sich nun in rascher Bildfolge ansehen, wie diese weißen und gelben Flächen zusammenschrumpfen, aus grünen Urwaldmassen Forste und Äcker werden, endlose Steppen sich durch Kanäle, Seen, Waldschutzstreifen und Wälder in Kulturlandschaften verwandeln. Man könnte an eine überraschende Verbesserung der klimatischen Ver-



hältnisse auf der Erde denken. Aber alles das ist kein Geschenk der Natur, sondern das Werk des Menschen, der damit begonnen hat, den Erdball sinnvoll und planmäßig zu nutzen.

Städte wachsen aus der Erde. Ihre Lichter strahlen nach und nach auf aus den Polargebieten, einstigem Dschungel, den ehemals unbesiedelten endlosen Weiten Asiens, Afrikas, Australiens und Südamerikas. Erst jetzt

wird die Erde gleichmäßiger bewohnt. Und wenn in der Vergangenheit einmal Menschen behauptet hatten, die Erde würde in Zukunft weder Raum noch Nahrung für eine rasch zunehmende Zahl der Weltbevölkerung bieten können, so waren sie von den überfüllten kapitalistischen Städten der alten Welt ausgegangen. Die neue Welt hat Raum und Nahrung für alle, und kein Mensch spricht noch von denen, die eine solche Überbevölkerungs-Katastrophe ankündigten.

Inzwischen begann man aber nicht nur, die Erde gründlich umzugestalten, der Mensch hat auch den Mond und die erdnahen Planeten mit wissenschaftlichen Laboratorien besetzt. Auch in dieser Hinsicht ist er erst jetzt richtig zum Herren der Erde geworden, er ist nicht mehr ihr Gefangener. Er kann sein Haus verlassen.

Allerdings ziehen es die Menschen noch immer vor, ihre freie Zeit auf dem Wasser, in Wäldern oder in Kultur- und Sportstätten als auf dem Mond oder in einem Weltraumschiff zu verbringen. In der Arbeit und im Vergnügen ist es bis jetzt dabei geblieben, daß der Mensch ein Kind der Erde ist und nur hier die idealen Bedingungen seines Lebens und Glücks findet.

Das soll freilich nicht heißen, daß er sich nicht auch in Weltraumschiffen und -stationen oder in Planetenlaboratorien wohl fühlt. Wer dort arbeiten muß, wird nichts vermissen, aber es hat sich seit Gagarins Tagen noch nichts daran geändert, daß jeder froh ist, wenn er mit beiden Beinen wieder fest auf der Mutter Erde steht.

ZEIT DER RIESEN

Die neuen Wege — Laserstrahlen — Das Ziel

Die neuen Wege

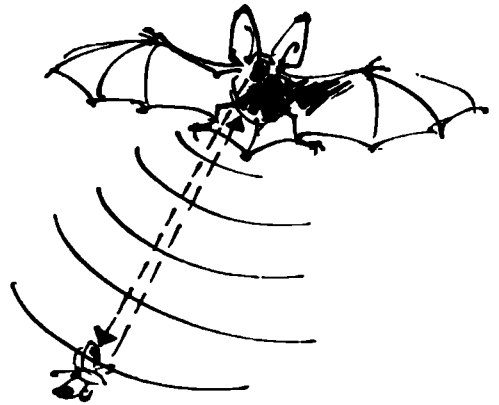
die in dieses kommende Zeitalter des Umbaus der Erde und des Überflusses führen, werden in der Gegenwart bereitet. Niemand weiß, ob alles genau so sein wird, wie wir es uns eben vorgestellt haben; vielleicht kommt es zu anderen, besseren Projekten und Lösungen. Aber alles, was wir erwähnten, zeichnet sich schon heute ab, liegt als Projekt vor, ist bereits konstruiert oder wird technisch real. Natürlich kommt immer Neues hinzu, und die Forschungsfortschritte sind so groß, daß noch viele Überraschungen zu erwarten sind.

Gegenwärtig erleben wir, wie sich aus der wechselseitigen Befruchtung und Durchdringung von wissenschaftlich-technischen und industriellen Fortschritten ganz neue Wissenschaftszweige herausbilden, die vielleicht morgen schon eine umwälzende Bedeutung haben können. Für manche dieser neuen Arbeitsrichtungen gibt es heute noch nicht einmal Lehrbücher, nur Probleme, Aufgaben und Forschungsziele, die sich aus der Praxis des Lebens und der wissenschaftlichen Entwicklung ergeben.

Eines der aussichtsreichsten Forschungsgebiete eröffnet sich mit der Bionik. Diese Bezeichnung kommt vom griechischen Wort „bion“ und bedeutet soviel wie Lebenselement, das heißt: Element eines biologischen Systems. Die Aufgabe dieses neuen Wissenschaftszweiges besteht darin, biologische Systeme sowie die ihnen zugrunde liegenden Prinzipien zu erforschen und zu prüfen, ob sich ähnliche Lösungen in der Technik anwenden lassen. Einige Beispiele werden zeigen, was damit gemeint ist.

Die Fledermäuse galten als seltsame Tiere, nicht nur, weil sie, ohne Vögel zu sein, fliegen, sondern weil sie es in stockdunkler Nacht tun. Auch die Wissenschaftler konnten nicht erklären, wie sie sich auf ihren Nachtfügen orientieren. Es hieß, sie hätten besonders scharfe Augen und ein so feines Gehör, daß sie die Insekten im Fluge wahrnehmen und erjagen könnten. Erst als sich vor zwei Jahrzehnten die Radartechnik entwickelte und mit

Hilfe der Ultraschallortung Blindflug und Echolot möglich wurden, entdeckte man, daß auch die Fledermäuse sich durch Ultraschall im Raum orientieren. Sie sind imstande, Ultraschalltöne auszusenden, 5 bis 150 Töne in der Sekunde, je nachdem, wie kompliziert das Gelände ist. Sie fangen die als Echo zurückkommenden Wellen wieder auf und gewinnen aus dem von Hauswänden, Bäumen und Sträuchern zurückgeworfenen, vielgestaltigen Wellenecho ein akustisches Raumbild.



Für die Ingenieure hatte sich wieder einmal herausgestellt, daß der Mensch etwas geschaffen hat, was es in der Natur bereits gibt und sogar besser. Die Ingenieure sind immer bestrebt, mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Leistung zu erzielen. In dieser Hinsicht übertrifft die natürliche Radaranlage der Fledermäuse das künstliche neue Sinnesorgan des Menschen. Die Fledermäuse „arbeiten“ mit einem beträchtlich geringeren Energieaufwand. Wenn es uns gelänge, unsere Radargeräte nach dem Fledermausprinzip zu bauen, würde sich ihre Empfindlichkeit um das Zwanzigmilliardenfache erhöhen!

Die Biologen waren in der Vergangenheit diesem Sinnesorgan der Fledermäuse nicht auf die Spur gekommen. Wäre dieses Phänomen vielleicht schon eher geklärt worden, wenn sich die Physiker mit ihm befaßt hätten? Denn die Biologen können die „Fragen“, die sie im Experiment an die Organismen stellen, nicht immer so formulieren, daß die Natur darauf auch antwortet. Sie brauchen dazu die Hilfe anderer Wissenschaftler, einmal, um noch unerkannte Naturvorgänge aufzudecken, zum anderen aber auch, um zu sehen, ob sich für die Technik ein Nutzen daraus gewinnen läßt. Professor Kapiza, der berühmte sowjetische Physiker, sagte einmal:

„Durch das Studium der Biologie müssen wir die Physik zu bereichern trachten. Die Natur ist immer noch ein besserer Ingenieur als der Mensch, und wir verstehen noch nicht alles, was sie geschaffen hat.“

In diesem Zusammenhang erwähnte er, daß es in den Laboratorien schon eine Fülle von Geräten gibt, die weit empfindlicher sind als natürliche Sinnesorgane. Allerdings mit einer Ausnahme:

„Das Laboratorium hat nichts, was mit dem feinen Geruchssinn einer Hund Nase verglichen werden könnte. Der Hund riecht eine winzige Menge von Atomen und übertrifft damit jeden

vom Menschen geschaffenen Apparat. Aber wir wissen nicht, wie die Natur ein so leistungsfähiges Instrument wie den Geruchssinn geschaffen hat und worauf seine Leistungsfähigkeit beruht. Die Physiker sollten anfangen, diese Probleme zu studieren.“

Inzwischen haben die Physiker gemeinsam mit Biologen und anderen Wissenschaftlern begonnen, auf diesem Gebiet zu arbeiten. Die Natur ist ein besserer Ingenieur als der Mensch. Das ist kein Wunder. Sie hat Milliarden Jahre gewissermaßen in einem Riesenlaboratorium gearbeitet und ungezählte Experimente angestellt. Dabei haben sich im Verlaufe der Entwicklung hochgezüchtete Eigenschaften und Sinnesorgane von phantastischer Funktionstüchtigkeit herausgebildet. Sie muß der Techniker kennen und studieren, wenn er seine eigenen Geräte zu einer hohen Leistung bringen will oder wenn er nach neuen Prinzipien sucht. Es ist eine Tatsache, daß in der Natur auch heute noch mehr Patente stecken, als jemals an Erfinder vergeben wurden. Nur, man muß sie erforschen, denn Patentschriften hat sie leider nicht angefertigt.

Diese Patentgeheimnisse stecken hinter all den Fragen, die wir selbst mitunter stellen: Wie vermögen sich die Vögel im Raum zu orientieren? Wie finden sie sich auf ihrem Flug über 10 000 bis 17 000 Kilometer Entfernung zurecht, und wie finden sie sogar ihr altes Nest wieder? Wie orientieren sich die Aale auf ihrer Wanderung zum Laichplatz in der Sargassosee? Wie funktioniert das Organ der Fische, die sich mit einem elektrischen Feld umgeben? Wie ist das Organ beschaffen, mit dem die Klapperschlange auf Infrarotstrahlen reagiert und damit Wärmeunterschiede von einem tausendstel Grad wahrnimmt? Wie finden Schmetterlinge zueinander? Verständigen sich Insekten mit Hilfe elektromagnetischer Wellen? Wie funktionieren die Leuchtorgane der Tiefseefische? Woher wissen Bienen, wie spät es ist?

Fragen über Fragen, dabei könnte man die Aufzählung seitenlang fortsetzen. Von ihrer richtigen Beantwortung hängt außerordentlich viel ab.

Der Nilhecht beispielsweise, der sich auch einer elektrischen Orientierung bedient, ist zu einem besonders wichtigen Studienobjekt geworden. Die Bioniker wollen das Organ finden, mit dem er sich über das Raumbild informiert und zwischen Isolatoren und Leitern genau zu unterscheiden vermag. Das Nilhecht-Ortungsprinzip könnte für uns interessant werden, da übliche Echoanlagen zwischen einem in der Tiefe schwimmenden Wal und einem U-Boot nicht unterscheiden können.

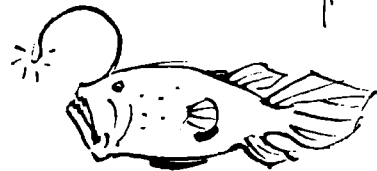
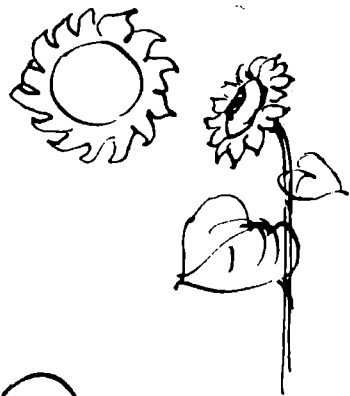
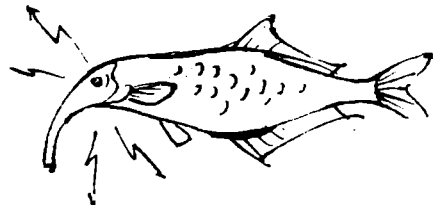
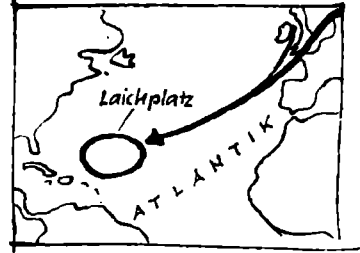
Andere Forscher befassen sich mit Insekten. Sie nehmen tatsächlich an, daß deren Fühler die Rolle von Antennen spielen und sie sich mit elektromagnetischen Wellen verständigen. Aufgefangen hat man solche Wellen

allerdings noch nicht. Es heißt, sie seien so kurz, daß wir sie noch nicht messen können. Techniker haben errechnet, daß ein zehntausendstel Watt genügt, um eine Strecke von über sieben Kilometern zu überbrücken. Diese Leistung könnte auch ein Insekt aufbringen, denn bei einer Sendezeit von anderthalb Minuten würde es nur ein vierhunderttausendstel Gramm Fett verbrauchen. Wenn der Mensch hinter das Geheimnis so winzig kleiner Sende- und Empfangsanlagen käme, könnte das eine unerhört große praktische Bedeutung für die Informations- und Steuerungstechnik haben.

Beim Flußkrebis ist ein erstaunliches Gleichgewichtsorgan entdeckt worden. Es ist von außerordentlicher Empfindlichkeit gegenüber Verlagerungen in jeder beliebigen Richtung und gegen Vibration. Noch wissen wir nicht, wie es beschaffen ist und wie es funktioniert. Aber wenn das geklärt ist, werden Geräte entstehen, mit denen die künftigen Erforscher des Erdinneren bei ihrem Abstieg ihren Standort genau bestimmen können.

Kürzlich wurde festgestellt, daß Ratten ein Organ besitzen, mit dem sie auf Röntgenstrahlen zu reagieren vermögen. Sie sprechen bereits auf eine Dosis von nur 20 Milliröntgen, gegeben in einer Zehntelsekunde, an! Es ist verständlich, daß die Bioniker diese seltene Fähigkeit mit besonderer Aufmerksamkeit studieren, um herauszufinden, wie dieses natürliche „Strahlennachweisgerät“ funktioniert.

Die Sonnenblume besitzt die Eigenschaft, ihren Kopf ständig der Sonne zuzuwenden. Kann man dieses „Verfolgungsprinzip“ zur Speisung der Sonnenbatterien in kosmischen Forschungslaboratorien kopieren? Die Ingenieure beschäftigen sich damit.



Aber auch in anderer Weise lernen die Ingenieure von Naturformen. Da ist zum Beispiel in der Sowjetunion das Modell Pinguin entwickelt worden, ein schneegängiges Fahrzeug, das nichts mehr mit einem Schlitten und nur noch wenig mit einem Automobil zu tun hat. Bei seiner Konstruktion wurde das „Pinguinprinzip“ angewendet. Dieser originelle Vogel bewegt sich im lockeren Schnee, indem er auf dem Bauch liegt und sich mit den flügelartigen Flossen wie auf Skistöcken abstößt. Dieses Gleitprinzip ist für das neue Fahrzeug übernommen worden. Es liegt mit dem Boden — dem Bauch — auf der Schneefläche, und zwei Radschaukeln stoßen es vorwärts. Es gleitet mühelos über lockeren, hohen Schnee, sinkt nicht ein, ist leicht lenkbar und erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Es übertrifft bei weitem die motorisierten Schneefahrzeuge alter Art, wie Propellerschlitten oder Raupenfahrzeuge.

Andere Bioniker fanden heraus, daß die Form des Wals der Fortbewegung im Wasser viel besser angepaßt ist als die messerförmigen modernen Schiffe. Japanische Schiffsbauer nutzten diese Entdeckung, bauten ein Hochseeschiff in Walform. Es stellte sich heraus, daß es im Vergleich zu anderen viel wirtschaftlicher ist: bei gleicher Tragfähigkeit und Geschwindigkeit brauchen die Motoren dieses Schiffes eine um 25 Prozent geringere Leistung aufzubringen!

Diese Beispiele — es sind nur sehr wenige, denn in nahezu allen Bereichen tierischen und pflanzlichen Lebens forschen die Bioniker — zeigen, wie die neue Wissenschaft nicht nur zu erklären versucht, was bisher unerklärlich war, sondern daß sie dem Menschen und seiner Technik alles das nutzbar machen will, was die Natur in höchster Vollendung in anderen Organismen ausgebildet hat.

Wurde in der Technik der Vergangenheit das Material der Natur gewissermaßen nur als Roh-, Bau- und Werkstoff oder die bloße Muskelkraft der Tiere genutzt, so eröffnet sich jetzt sogar die Möglichkeit, natürliche Organismen in technischen Systemen zu verwenden. Dieser Auffassung ist jedenfalls ein so bedeutender Gelehrter wie das Präsidiumsmitglied des Wissenschaftlichen Rates für Kybernetik bei der sowjetischen Akademie der Wissenschaften Prochorow. Er sagte:

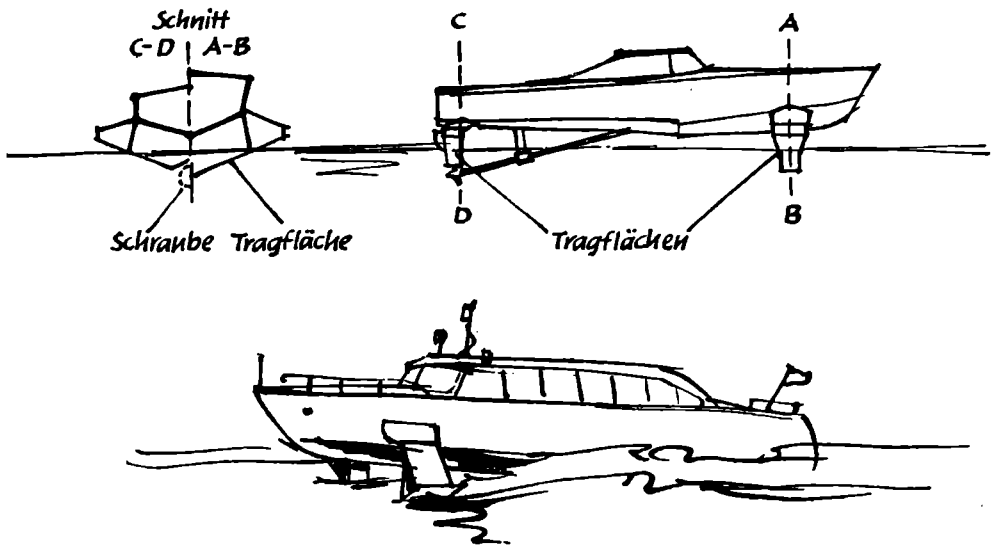
„Jedes lebende Gewebe hat bestimmte Eigenschaften, auf Reize anzusprechen. Eine einzelne Nervenfaser antwortet auf einen Reiz mit elektrischem Strom durch eine bestimmte, genau meßbare Reaktion. Diese Eigenschaft ermöglicht es offensichtlich, aus lebendem Gewebe einige Elemente und Baugruppen der Regelungstechnik zu schaffen. Man kann sich die Zeit bereits vorstellen, wo Raumschiffe mit Tieren an Bord auf den weiten Weg zum Mars oder zur Venus oder anderen Planeten

geschickt werden. Diese Tiere sind dabei nicht nur einfache Passagiere. Der Organismus dieser Tiere in Verbindung mit einfacheren technischen Systemen wird komplizierte Aufgaben der Steuerung des Raumschiffes lösen. Sie werden zum zuverlässigen und genauen Hilfsmittel, um das Flugregime zu regulieren.“

Dieser „Einbau“ niederer Lebewesen in technische Systeme wäre eine Möglichkeit, die wahrscheinlich nur für so außerordentliche Unternehmungen in Frage käme wie eben beim Raumflug. Im allgemeinen „begnügt“ sich die Bionik damit, nicht die natürlichen Organismen direkt, sondern die Prinzipien ihrer „Konstruktion“ zu nutzen. Und damit ist schon für die Entwicklung der modernen Technik eine wahre Goldader angeschlagen worden.

Das kann jedoch nicht heißen, daß alle neuen Entwicklungsrichtungen in der Technik aus der Bionik hervorgehen würden. Wenn zum Beispiel fliegende Autos und Unterwasserhubschrauber oder Schiffe mit Tragflächen von sich reden machen, so hat das ursächlich mit Bionik nichts zu tun. Dieser äußere Gestaltwandel ergibt sich aus anderen Überlegungen. Die phantastischen Autos ohne Räder, die damit nun auch das letzte verloren haben, was sie noch mit den Kutschen und Karren und der jahrhundertelangen Entwicklung des Rades verbanden, machen den Sprung zu einer neuen Qualität „Fahrzeug“ besonders deutlich.

Tragflächenboot

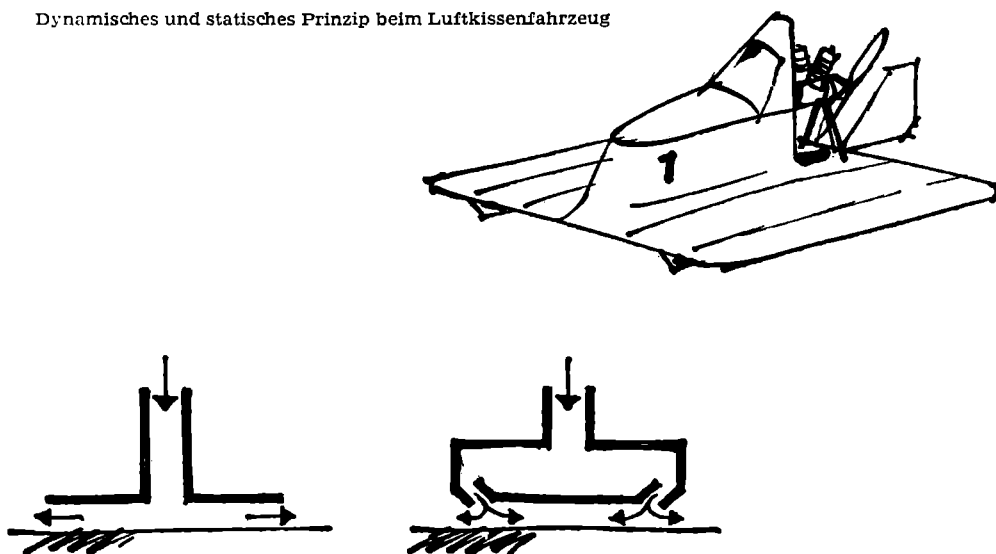


Das Rad erreicht seinen äußersten Nutzwert bei Geschwindigkeiten von 300 km/h. So meinen die Fachleute. Darüber hinaus wird die Vibration unerträglich, und die Kontrolle über die Steuerung geht verloren. Will man das Tempo im Landverkehr erhöhen, so muß sich das ohne Räder vollziehen. Hinzu kommt, daß mit einem Räderfahrzeug hohe Geschwindigkeiten ohnehin nur auf ganz sicheren Straßen erreicht werden können.

Der Gedanke, die Luft nicht in Reifen zu pressen, sondern sie als Luftpolster unter dem ganzen Auto zu verwenden und auf die Räder zu verzichten, ist nicht neu. In der Sowjetunion beschäftigen sich schon seit 1953 Ingenieure mit solchen Fahrzeugen, die auf ihrem Luftkissen rutschen.

Damals wurde von Gennadi Turkin die erste Diplomarbeit über das „Auto ohne Räder“ verfaßt. Kurze Zeit später funktionierten die ersten Modelle, und bald darauf glitt auch ein großes Versuchsmuster über die Waldwege eines Moskauer Vorortes. Von ausströmender Preßluft zehn Zentimeter über den Erdboden gehoben, wurde es von einer Luftschraube – wie sie bei Autoschlitten üblich ist – vorwärts bewegt. Es schwebte fest und sicher auf dem Luftkissen, ging elastisch über alle Unebenheiten hinweg, und da es fast keinen anderen Widerstand zu überwinden hatte als den der Luft, gewann es große Geschwindigkeit. Das war der erste Versuch in der Sowjetunion.

Dynamisches und statisches Prinzip beim Luftkissenfahrzeug



Vier Jahre später gerieten englische Techniker und französische Zollbeamte in Calais in Streit. Ein englischer Prahm hatte eine 4,5 Tonnen schwere Maschine nach Calais gebracht, die wie ein plattgewalzter Riesenfannkuchen aussah. Die französischen Beamten verlangten, daß dieses Monstrum in den Einfuhrpapieren entweder als Wasser- oder als Luftfahrzeug deklariert wird. Die Engländer behaupteten, es sei keines von beiden, sondern solle als „fliegende Untertasse“ an Land gebracht werden. Das wiederum lehnten die Zollbeamten als unseriös ab. Erst nach einer Stunde des Streitens einigte man sich auf die Bezeichnung „Spezialfahrzeug“, und so passierte die „fliegende Untertasse“ die französische Grenze. Am nächsten Tag überquerte sie in einer spektakulären Fahrt den Ärmelkanal. Von der englischen Küste aus wurde die Ankunft von einem Rundfunkreporter geschildert.

„In den Ferngläsern taucht weit draußen auf dem Wasser ein verschwommener Fleck auf. Er schiebt sich näher heran, wächst mit jeder Sekunde. Dann ist deutlich ein blitzendes, scheibenförmiges Gebilde zu erkennen, gekrönt von einem trichterförmigen Aufbau. Dicht über der Wasseroberfläche rast es heran, schleudert haushohe Schaumfontänen empor und läßt eine kochende See zurück. In den nächsten Augenblicken überstürzen sich die Ereignisse. Das Fahrzeug rast auf den Strand zu – aber es bremst seine Fahrt noch immer nicht. Gleich muß es zerschellen. Aber nein, da hebt es plötzlich seine Vorderkante. Der schimmernde Metallbau schnellte in die Höhe und beginnt, die Böschung hinaufzugleiten. Für die Dauer eines Augenblicks erkennt man hinter den blitzenden Reflexen von Glas und Metall ein Gesicht. Dann wird die Riesenscheibe langsamer, steht jetzt direkt über dem Boden, senkt sich, steht mit seltsamen Metallfüßen auf dem Sand.“

Seither wird die „fliegende Untertasse“ in England als eine nationale Errungenschaft gefeiert. Den Kern dieses – wie es besser heißt – „Hovercraft“ oder Schwebefahrzeuges bildet ein stabiler Mahagoni-Propeller, der ständig einen kräftigen Luftstrom durch Düsen nach unten ausstößt. Die ausströmende Luft bildet das Kissen, auf dem das Fahrzeug gleitet. Ein Teil des Luftstroms kann vom Piloten in waagrecht angeordnete Düsen geleitet werden, so daß der dadurch erzeugte Rückstoß das Schwebefahrzeug wunschgemäß entweder vorwärts, rückwärts oder auch nach der Seite drückt.

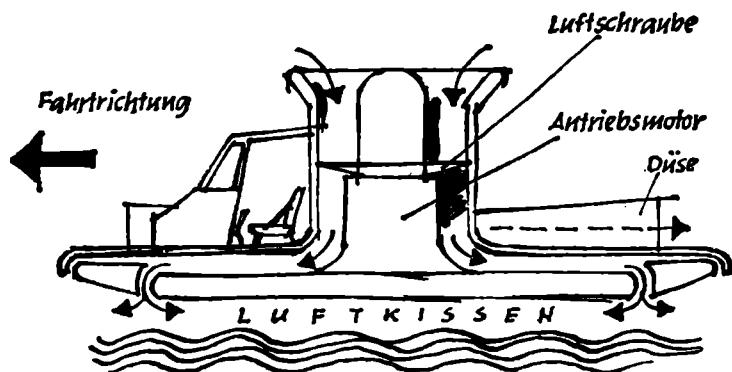
Inzwischen haben die englischen Konstrukteure bereits Entwürfe fertig für Schwebefahrzeuge, die 40 Tonnen schwer sind und etwa 80 Personen befördern sollen. Geplant sind Schwebefahrzeuge, die rund 400 Tonnen

schwer sind und bis zu 150 Autos und 300 bis 400 Passagiere über den Kanal tragen sollen.

Alles das ist keineswegs utopisch. Auch sowjetische Ingenieure planen Luftkissenfahrzeuge, die einen Durchmesser von 500 Metern haben werden. Denn das Luftkissen ist um so stabiler, die Funktionssicherheit um so höher, je größer der Durchmesser der Scheibe ist. Natürlich sind solche Giganten am besten als Wasser- bzw. Überwasserfahrzeuge geeignet. Zunächst gibt es eine ganze Anzahl von Versuchsmodellen – Luftkissenautos und Luftkissenschiffe –, die sich mehr oder weniger bewährt haben. Aus Gorki, der Stadt, in der der Kraftwagen „Tschaika“ gebaut wird, kommt auch das Luftkissenfahrzeug „Tschaika“.

Es besitzt den gleichen Motor wie der Tschaika-Wagen und hat das gleiche Lenksystem, so daß jeder Kraftfahrer ohne Pilotenprüfung die „Möwe“ dirigieren kann. Das Antriebsprinzip ist recht einfach. Der Motor treibt mehrere Luftschrauben an, die die angesaugte Luft durch Düsen nach unten drücken. Durch diesen Druck wird das Fahrzeug einige Zentimeter angehoben, und ein zusätzlicher Mechanismus treibt es vorwärts. Der Reibungswiderstand mit dem Boden fällt weg, so daß sich die Maschine





völlig erschütterungsfrei fortbewegt und mit verhältnismäßig wenig PS hohe Geschwindigkeiten erzielt.

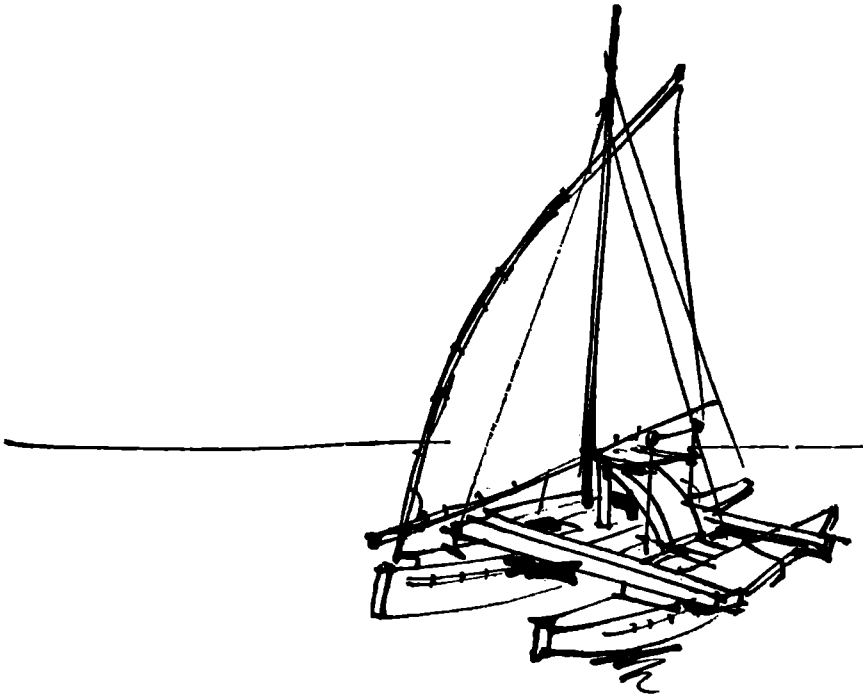
Welche Vorteile hat nun dieses Fahrzeug? Es ist an keine Straße gebunden und kann sich über Sümpfe, Schnee, Sand oder Wasser fortbewegen. Über dem Wasser erreicht der Luftkissenwagen wesentlich höhere Geschwindigkeiten als unsere Flußschiffe. Außerdem ist der Leistungsverbrauch für das Halten des Apparates in der Luft sehr gering. Für eine Tonne Fluggewicht braucht zum Beispiel das Flugzeug einen Motor, der mindestens 200 PS leistet. Hubschrauber brauchen 400 PS. Für das Luftkissenfahrzeug würde ein 60- bis 100-PS-Motor genügen.

In mehr als 70 Ländern wird an der Konstruktion solcher Luftkissenautos gearbeitet, und es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sie sich als Spezialfahrzeuge ausgezeichnet bewähren und als große Schwebefahrzeuge im Passagierdienst Bedeutung erhalten werden.

Diesen Fahrzeugen von neuer Qualität kann man die Luftkissenschiffe an die Seite stellen, die auf den Werften in Gorki und Leningrad gebaut werden. Während sich die Unterwasserflügelschiffe bei zunehmender Fahrtgeschwindigkeit weit aus dem Wasser herausheben, sich sozusagen auf ihre Tragflächen stützen, gleiten die Luftkissenschiffe völlig außerhalb des Wassers über die Oberfläche dahin. Die große Bedeutung dieser Schiffe besteht darin, daß mit ihnen auch bisher unbefahrbare Nebenflüsse großer Ströme, seichte Gewässer und ausgetrocknete Flußläufe — insgesamt viele Millionen Kilometer Wasserstraßen — „schiffbar“ gemacht werden.

In diesen Land- und Wasserfahrzeugen stecken neue Prinzipien, neue Überlegungen, es werden technische Möglichkeiten genutzt, die vordem nicht bestanden.

Etwas ganz anderes ist es mit einem Schiffstyp, der als Doppelrumpfschiff, als Katamaran, bezeichnet wird. Der Katamaran war lange Zeit nur ein



exotisches Wunderding, mit dem die Einwohner der Inseln des Indischen und Stillen Ozeans die Gewässer befuhren: kleine Boote mit hölzernen Auslegern, oder zwei- und dreirümpfige Boote, mit einer gemeinsamen Plattform verbunden, Schiffe, die sehr schnell und erstaunlich seetüchtig sind.

Unsere Schiffbauer hatten an der Tradition der Einrumpfschiffe festgehalten und diese immer weiter verbessert und vervollkommnet: Die Maschinenleistung wurde vergrößert, die Geschwindigkeit erhöht und die Tragkraft gesteigert. Aber an der Form der Schiffe änderte sich im Verlaufe der letzten fünfzig Jahre prinzipiell nichts.

Schließlich tauchte die Frage auf, ob denn die Schiffe, so wie sie gegenwärtig sind, die beste Lösung darstellen. Die Konstrukteure fragten sich: Was hemmt die Schiffe? Warum erreicht ein solcher Riese wie die „Queen Elizabeth“ nur 55,6 Kilometer in der Stunde? Es liegt am Wasserwiderstand. Wie ein Keil schneidet der Schiffsbug in das Wasser und treibt es nach beiden Seiten auseinander. Dazu kommt noch der erhebliche Reibungswiderstand, den die Schiffswand im Wasser erzeugt, vor allem, wenn sich Tang, Algen, Muscheln, Krebse angesiedelt haben und Rost die Stahlplatten anfrisst.

Den Widerstand, den die Rumpfform hervorruft, versuchten die Schiffbauer zu überwinden, indem sie das Schiff schlanker und länger bauten.

Aber das Wasser wird am Bug und an den Seitenwänden zu Wellen aufgetürmt.

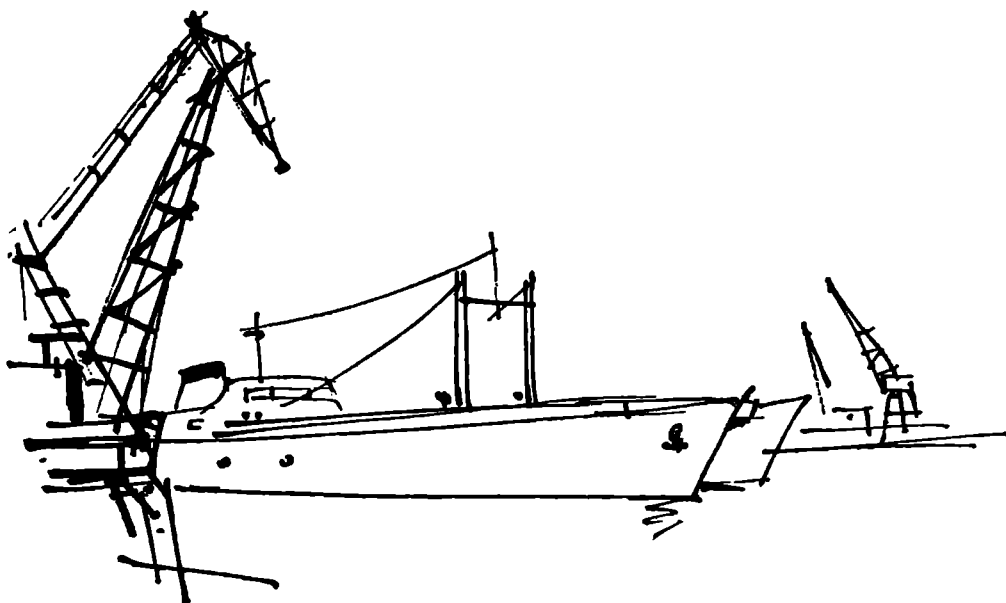
Gerade die langgestreckten, schnellen Schiffe verbrauchen den Löwenanteil an Energie dazu, diesen Widerstand zu überwinden. Die wirtschaftlich vertretbaren Geschwindigkeiten auf dem Wasser haben sich deshalb nicht steigern lassen.

Die Konstrukteure suchten prinzipiell neue Wege; Gleit- und Tragflächenboote tauchten auf.

Professor Michael Alferjew vom Institut für Schiffbau in Gorki trat mit der Erklärung an die Öffentlichkeit: Wir werden Schiffe bauen, die einhundert Kilometer in der Stunde zurücklegen, und zwar Katamaran-schiffe! Diese durch ein verbreitertes Deck miteinander verbundenen Doppelrumpfschiffe verursachen einen weitaus geringeren Widerstand als ein einrumpfiges Schiff. Sie sind schneller, ruhiger, seegängiger und wirtschaftlicher.

Dann lief das erste Katamaranfrachtschiff in der Gorki-Werft vom Stapel. Die beiden schmalen Rümpfe dieses Frachters sind durch ein breites Deck miteinander verbunden, das sich für die Unterbringung von Frachten besonders eignet. Die Tragfähigkeit beträgt 600 Tonnen bei einer Länge von 75 Metern und einer Breite von 15 Metern.

Seither gibt es bereits eine ganze Katamaranfamilie, Frachter, Touristen- und Urlauberschiffe. Professor Alferjew hat auch das Projekt



eines Dieselkatamarans von 2000 Tonnen ausgearbeitet, der eine Reisegeschwindigkeit von 130 Kilometern entwickeln wird.

Am Ufer der Wolga, in Gorki, wird also nicht nur die modernste Technik – Luftkissenschiff und Unterwasserflügelsschiff – geboren, hier findet auch eine jahrtausendealte Schiffbauweise ihre längst fällige Anerkennung und mit den Mitteln unserer Technik eine Ausprägung, wie sie von den alten indischen und malaiischen Schiffbauern nicht geahnt werden konnte.

Alle diese Entwicklungen zeigen das Umdenken und das Neudurchdenken alter Probleme. Dabei machen sich unterschiedliche Einflüsse von einer ganz neuen Art des Naturstudiums bis zur Modifizierung uralter Schiffbauweisen geltend.

Aber auch vor wenigen Jahren erst entdeckte physikalische Effekte, wie sie zur Erzeugung der

Laserstrahlen

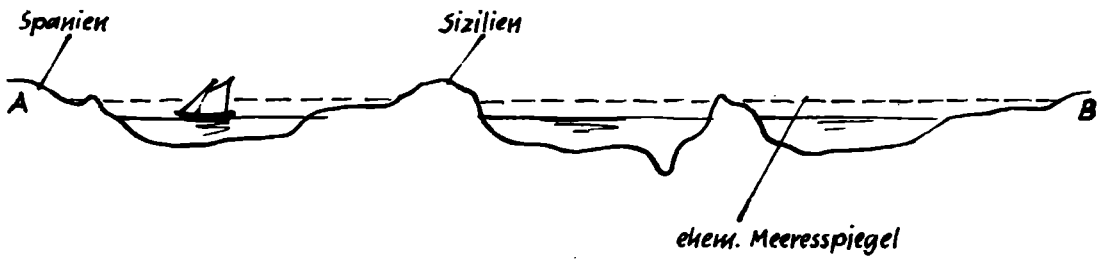
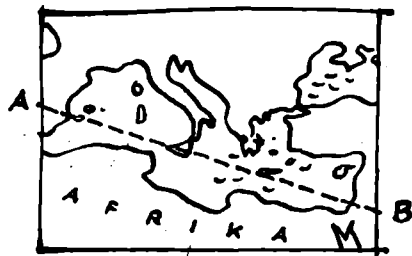
benutzt werden, finden sofort breite technische Anwendung. Mit diesem Zauberstrahl bahnt sich eine Entwicklung von ähnlich großer Bedeutung an, wie sie der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen folgte.

Der Kern dieser physikalisch-technischen Errungenschaft besteht darin, daß eine Lichtquelle geschaffen wurde, bei der nicht Licht verschiedener Wellenlängen, als inkohärentes Leuchten, ausgestrahlt wird. Denn das normale Licht besteht ja aus kurzen, unregelmäßig aufeinanderfolgenden Schwingungsstößen, den „Lichtquanten“. Der Laser, dieses Kunstwort, gibt ins Deutsche übertragen zugleich eine Definition: „Lichtangeregter, Strahlung emittierender Resonator“, sendet ein streng monochromatisches, einfarbiges Licht aus, also Licht einer bestimmten Wellenlänge, und diese Strahlung ist kohärent. Die Lichtwellen werden von den Atomen nicht spontan, sondern einheitlich auf einen Befehl hin ausgesandt. Sie marschieren gewissermaßen im Gleichschritt und laufen nicht alle durcheinander.

Die Physiker hatten schon lange Zeit nach einem Verfahren gesucht, mit dem es möglich ist, Lichtwellen ebenso zu verstärken, wie das mit Rundfunkwellen geschieht, aber es wollte nicht gelingen.

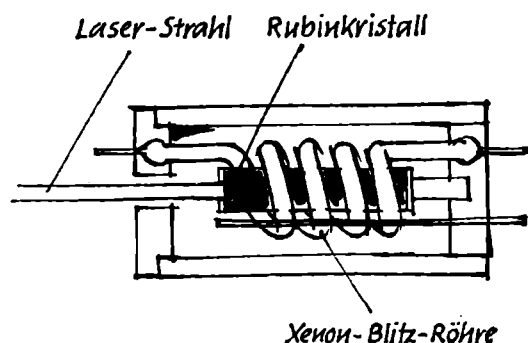
Auch die jungen sowjetischen Gelehrten Bassow und Prochorow begannen im Jahre 1952 zunächst mit dem Bau neuartiger Molekularverstärker für Radiowellen und beschäftigten sich dann – aufbauend auf den Arbeiten von Einstein, Planck, Fabrikant-UdSSR, Townes-USA und anderen – mit Quantengeneratoren, die geeignet sind, Lichtwellen zu verstärken.

Staudamm bei Gibraltar









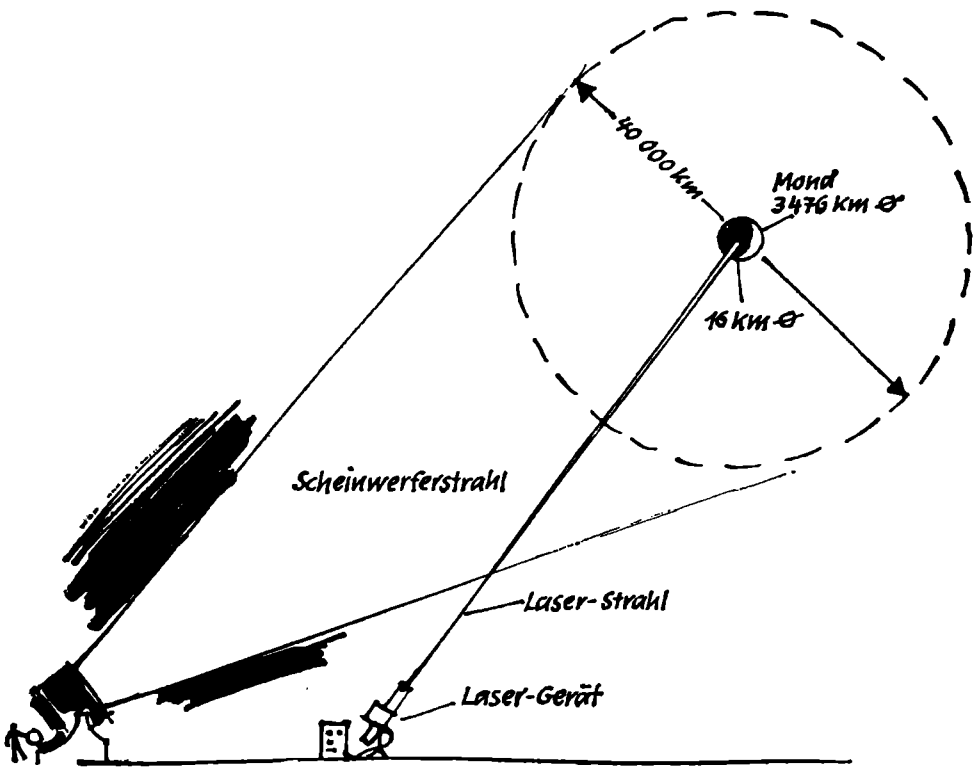
Schema eines Rubinlasers

Der erste „klassische“ Quantengenerator war ein Rubinlaser. In diesem künstlichen Rubinkristall, ein rotes Zylinderchen von 10 Zentimeter Länge und einem halben Zentimeter Durchmesser, sind Chrom-Atome enthalten, die dem Rubin seine rote Farbe verleihen. Diese Chrom-Atome werden mit Energie aufgeladen, sozusagen aufgepumpt. Diese Überschußenergie soll sie anregen, auf einen Anstoß hin einen Lichtstrahl abzugeben. Diese Lichtanregung erfolgt durch einen starken Lichtimpuls, der von einer Gasentladungslampe, die wie eine Spirale um den Rubin gelegt ist, ausgeht. Die beiden Endflächen des Rubins sind genau parallel geschliffen und mit Silber verspiegelt. Eine der Flächen ist nur zum Teil verspiegelt, so daß eine Austrittsöffnung für den Laserstrahl bleibt. Professor Nikolai Bassow beschreibt, was nun folgt:

„Sobald in dem Rubin infolge der Bestrahlung ein Überschuß an angeregten Chrom-Atomen entsteht, beginnt ein stürmischer Prozeß – die Vervielfältigung der Quanten. In einem bestimmten kritischen Moment genügt schon das Auftreffen eines einzigen Quantes, das sich genau in Längsrichtung des Kristalls bewegt, um die Schwingungserzeugung einzuleiten. Die von den spiegelnden Wänden des Kristalls reflektierten Quanten fliegen mehrfach an den angeregten Atomen vorbei, wobei sie immer neue Atome veranlassen, Energiequanten zu emittieren. Die Strahlungsleistung nimmt rasch zu, und durch die halbdurchlässige Stirnfläche dringt ein heller Strahl von rotem Licht.“

Dieser scharfgebündelte Laserstrahl ist von so hoher Energiedichte, daß mit ihm innerhalb einer Zehntelsekunde feinste Löcher in Diamanten gebohrt werden können.

Würde man in Berlin einen großen Scheinwerfer nach Osten richten, so hätte der Strahlkegel in der Höhe Warschau einen Durchmesser von



80 Kilometern, der eines Laserstrahls aber nur einen von 30 Metern. Ein zum Mond gerichteter Scheinwerfer würde dort einen Strahlkegel von 40 000 Kilometer Durchmesser haben, der eines Laserstrahls nur 16 Kilometer.

Mit optischen Mitteln läßt sich der Laserstrahl noch schärfer bündeln, zu einem feinen Punkt zusammenziehen. Damit kann man nicht nur so hohe Schmelzpunkttemperaturen erzeugen, daß ein Diamant verdampft, man kann mit dem Laserstrahl auch operieren, innere Augengeschwülste und Netzhautablösungen behandeln.

Laserstrahlen verschweißen Gold mit Silber, Gold mit Germanium, Tantal mit Kupfer und Nickel mit Aluminium.

Für alle diese speziellen Zwecke gibt es bereits besondere Laser. Dem „klassischen“ Rubinlaser wurden längst viele andere Festkörper- und Gaslaser an die Seite gestellt. Man kennt schon über 50 verschiedene Medien, mit denen der Lasereffekt zu erzielen ist.

Die sowjetischen Physiker Nikolai Bassow und Alexander Prochorow wurden gemeinsam mit dem amerikanischen Wissenschaftler Townes 1964 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet, weil sie auf dem Gebiet der Laserforschung grundlegende Erfolge errungen haben.

Davon aber, was die Technik auf allen ihren Gebieten mit dem Laser beginnen wird, können wir uns noch gar kein richtiges Bild machen. Auf einen einzigen Laserstrahl lassen sich beispielsweise Zehntausende von Funkgesprächen, Rundfunk- und Fernsehprogrammen modulieren. Man kann sich vorstellen, daß künftighin Laserstrahlen, in einem Netz von Glasfaserbündeln fortgeleitet, die Grundlage des Weltnachrichtenverkehrs bilden. Laserstrahlen können zu Leitstrahlen für landende Flugzeuge werden, sie können Funkverbindungen in kosmische Weiten herstellen und Funknachrichten in Meerestiefen tragen.

Die Anwendungsgebiete werden sich noch erweitern, weil von sowjetischen Physikern ein neuer Lasertyp, der auf der Basis von Halbleitern arbeitet, entwickelt worden ist. Diese Halbleiterlaser, Gallium-Arsenid, sind nicht größer als ein Krümel feingemahlener Zuckers, $0,2 \times 0,6$ Millimeter groß!

Mit ihnen wird es möglich sein, Laserrechenmaschinen zu bauen, die in einer Sekunde eine Billion Rechenoperationen ausführen können. Die guten alten Elektronengehirne unserer Tage werden dann wahre Schnecken sein.

Professor Prochorow gab auch theoretische Berechnungen bekannt, nach denen Geräte auf der Basis von Halbleiterlaser Lichtwellen mit einem Wirkungsgrad von fast hundert Prozent in elektrische Energie umzuwandeln vermögen. Hier zeichnet sich eine verblüffend neue Möglichkeit ab, den alten Traum der Energetiker zu erfüllen: die drahtlose Übertragung von Energie über große Entfernungen mit geringen Verlusten.

Das Ziel

zu dem all die neuen von Wissenschaft und Technik bereiteten Wege führen, haben wir anvisiert. Wir besitzen nun eine ungefähre Vorstellung davon, welche phantastischen Möglichkeiten in der Gegenwart stecken und wie sie sich in der Zukunft auswirken werden, wenn wir sie nützen. Das können wir aber nur, wenn wir uns so viel anwendungsbereites Wissen aneignen, daß wir diese hochentwickelte Wissenschaft und Technik verstehen, beherrschen und höher zu führen vermögen.

Friedrich Engels hat einmal das Zeitalter der Renaissance und des Humanismus als die Zeit bezeichnet, die Riesen brauchte und Riesen zeugte, Riesen an Denkkraft, Leidenschaft und Charakter, an Vielseitigkeit und Gelehrsamkeit. Das trifft auch auf unsere Zeit zu. Die Menschheit muß sich befreien von den Mächten und Gewalten der Vergangenheit, die alle

die wunderbaren, von Wissenschaft und Technik geschaffenen Kräfte auch wieder nur zum Schaden des Menschen benutzen und sie damit in ihr Gegenteil verkehren. In diesem Kampf müssen sich Arbeiter, Techniker und Wissenschaftler in aller Welt auf das Beispiel, die Erfolge und Fortschritte der sozialistischen Länder stützen.

Bei uns sind die gesellschaftlichen Voraussetzungen für größte Erfolge geschaffen, alle wissenschaftlichen und technischen Perspektiven können erreicht und noch weitergehende eröffnet werden.

Überall in Fabriken und Instituten, in Forschungsstätten und Schulen wird mit Fleiß und Hingabe gearbeitet und gelernt. Es gibt keine Grenzen und Hindernisse für weitere Fortschritte. Begrenzungen ergeben sich nur aus dem jeweiligen Stand des Wissens. Aber die wissenschaftlich denkenden und forschenden Menschen können in Gemeinschaftsarbeit diese Grenzen weiter und weiter hinausschieben.

Wie groß die wissenschaftlichen und technischen Mittel auch sein mögen, wie gewaltig die Kräfte, mit denen Raketen auf ferne Planeten oder Stolten weit ins Erdinnere getrieben werden, und wie schnell die Flugzeuge, die Elektronengehirne oder die produzierenden Automaten, nichts wäre falscher, als diese Technik als groß und mächtig zu preisen. Groß ist allein der Mensch, der sie schuf, der Arbeiter, der Ingenieur, der Wissenschaftler. Mächtig ist die Gesellschaftsordnung, mit der er die Technik und sich selbst aus den Händen der Ausbeuter befreite und in der er Arbeit, Technik, Wissenschaft und die Ordnung des menschlichen Zusammenlebens wieder zu einer klassenlosen Einheit fügt.

Gewaltig sind die atomaren Kräfte. Gewaltiger ist der in schöpferischer Gemeinschaft arbeitende, denkende und forschende Mensch, der sie geweckt hat und sie zügelt. Er ist ein Riese, der das Antlitz der Erde neu prägt, der in die Sterne greift und die Welt liebt, weil er weiß, wie weit und mühevoll der Weg aus der Wildnis war und wie schwer es dem Menschen gemacht wurde, zu werden, was er ist: Herr der Welt und seines Schicksals.

PERSONEN- UND SACHREGISTER

- I = „Der Weg aus der Wildnis“
II = „Ideen, Erfinder und Patente“
III = „Automaten, Forscher und Raketen“

- Abd al Rahman I/124
Achard II/169
Ackerbauern I/31, 41
„Adler“ I/215
AEG II/250 ff., III/24
Acolsball I/84 f.
Affenmenschen I/9 ff.
Aggregat 4 (V 2) III/133–136, 140
Agricola I/133 ff.
Aikens III/84
Akademien II/137–142, 170 f., 175, 218,
224, 236, III/25, 60, 62 f., 74, 85, 88,
117, 126, 185, 194, 220
Alberti I/109
Alexander II. III/112 f.
Alexander III. III/113
Alferjew III/227 f.
Algebra I/116
Alpha-Strahlen III/36–42
Ampère II/173, 221 f.
Androiden I/156
Anilin II/154–158
Anode III/20
Apollotempel II/210
Arabische Kultur I/115 ff.
Arbeiterbewegung, revolutionäre
I/181 ff., II/85, 133
Arbeiterklasse II/95, 266
Arbeitsfertigkeit II/11
Archimedes I/74
Ardenne II/204 ff., 207, III/187
Aristoteles I/74, 180, 186
Arkwright I/174 f., 177, II/24
Artamonow I/223
Assuan-Staudamm III/198
Astronauten III/148 ff., 153 f.
Atlas-Rakete III/151
Atombatterie III/72
Atombombe III/48–60, 63 f., 93
Atombombenabwurf III/59, 63
Atomenergie III/41, 58, 61, 110
Atomkern III/31 f., 37 f.
Atomkraftwerk III/67
Atom-Maschine III/46, 48, 54
Atommeiler III/49–52
Atommodell III/38 f.
Atomwissenschaft III/7, 31–78
Ausbeutung I/177, 180 ff., 182, II/20
Automat II/34
Automaten, erste I/25, 75 f.
Automatisierung III/92–111, 175
Automatisierung, kapitalistische
III/100–103
Automatisierung, sozialistische
III/103–111
Autorennen, erstes II/77
Baade III/196
Babbage III/80
Bacon I/193, II/136 f.
Badische Anilin- und Soda-Fabrik
II/157

Bain II/172
 Baird II/202 f.
 Bardin III/182–185
 Bariumplatinzyanür III/22
 Barsanti II/60
 Bassow III/228 ff.
 Bauernkriege I/133 f., 164 f.
 Baumeister, mittelalterliche I/108 ff.
 Baumgarten II/114
 Baumwolle II/23, 26 ff., 30, 145
 Baumwollentkernungsmaschine II/27 ff.
 Bayer II/157
 Bebel I/117
 Becquerel III/25, 29, 32
 Becquerel-Strahlen III/27
 Behring III/16
 Bell II/187 ff.
 Benz I/225, II/67, 70–80, 89
 Benzin II/80
 Benzinmotor II/65–80, 84
 Berblinger II/123
 Bergbau I/134 ff.
 Bernal III/31
 Bernstein II/211 f.
 Bernsteinstraße I/186
 Berthollet II/146
 BESM III/85
 Bessemer II/49–56, III/179
 Bessemerbirne II/49–54, 58
 Beta-Strahlen III/36
 Betonfertigteile III/176
 Bionik III/216–221
 Black II/142
 Blanchard II/108
 Blitzableiter II/209, 218
 Blochinzew III/64
 Blockhaus I/26, 31
 Bock II/211
 Bohr III/38, 43, 48
 Bohrmaschine II/34
 Bohrwerk II/10
 Bois-Reymond, Du II/236
 Bolschewiki III/113
 Borsig I/217 ff., II/154
 Bortenwebstuhl I/169
 Böttger II/144
 Boulton I/102, II/7 ff., 14, 142
 Boulton & Watt I/102, 179, 181, 197, 206,
 II/7
 Bramah II/12 f.
 Branca I/85 f.
 Brandt II/134
 Braun II/204
 Braun, von III/131–136, 140–145
 Brecht I/40
 Bredow II/197
 Brennofen I/34
 Bronze I/34 f., 53
 Brown II/34
 Bruno I/154
 Brustblattgeschirr I/69
 Buchdruck I/126 ff.
 Büchsenmeister I/120 ff.
 Byron I/179 f.
 Cape Kennedy III/151
 Carpenter III/149 f., 154
 Cartwright I/176, 178
 Cavendish II/100, 109, III/32
 Cawley I/96 f.
 Cayley II/123 ff.
 Češpiva III/135
 Chadwick III/40
 Chanute II/127
 Chappe II/166–169
 Chariton III/62
 Charles II/103 ff., 107, 109
 Charlière (Wasserstoffballon) II/104, 107
 Chartistenbewegung I/181 f.
 Chemie II/143–158, III/189–195
 Chemieprogramm III/194
 Chemische Großindustrie II/148, 157 f.
 Chinin II/156
 Chlor II/146
 Chtopin III/62
 Clement II/17
 Columella I/63
 Cooke II/174 f.
 Cort II/46 ff.
 Cotton-Gin II/27 ff.

Cox III/34
 Crampton I/175
 Cugnot I/195 f., II/85
 Curie III/27–31, 33, 38, 40–43, 56

 Dädalus I/74
 Daimler I/225, II/64–71, 73 f., 76, 78 ff.,
 114–117, 129, III/71
 Damian II/123
 Dampfhammer II/15, 18 ff.
 Dampfmaschine I/85, 87 ff., 94–105, 176,
 179, 196 ff., 212 ff., 217, II/7 ff., 13, 19,
 60 f., 68, 84 f., 87, 111, 113, 125, 224, 249
 Dampfswagen I/195 ff., 197 f., 220 f., II/77,
 85
 Dampfzylinder II/9 f.
 Darby II/40 ff.
 Darwin II/142, III/31
 Davy II/221
 Dederon III/175
 Degen II/123
 Demidow II/43 f.
 Deprez II/243 f., 252
 Descartes II/137
 Detektorempfänger II/198 f.
 Diesel II/84–95
 Dieselmotor II/84–95
 Dinnendahl I/212
 Diode II/197
 Doppelrumpfschiff III/225–228
 Dornberger III/132, 136
 Dornier II/133
 Drais I/194, 221 ff.
 Drehbank II/10 ff., 13, 32
 Droz I/158 f.
 Dualsystem III/84
 Dudley II/38 ff.
 Dufay II/213, 217
 Dunant III/16
 Dunlop I/224
 Duralumin II/122
 Dürer I/131
 Dürr II/116
 Dynamit III/7, 11–17
 Dynamo II/223, 226

 Ebene, schiefe I/37, 51
 Eckener II/121
 Edison II/179, 189, 241 f., 244 ff., 248, 257,
 III/23
 Eginhard I/148
 Einstein II/199 f., III/45, 48 f., 56 ff., 60, 228
 Eisen I/54 f.
 Eisenbahnen I/199 ff., 204–220
 Eisenbahn, Gutachten gegen I/207
 Elektrisiermaschine II/213 f., 220
 Elektrizität II/191, 212–263
 Elektrizitäts-Ausstellung II/240 f., 243,
 252 ff.
 Elektrizitätswerk II/248–263
 Elektroenergie II/208–263
 Elektrokonzerne III/24
 Elektromobil II/67, 77, III/204
 Elektromotor II/111, 224 f., 236 f., 249
 Elektron II/212
 Elektronen II/208, III/20, 33, 36, 38 ff.
 Elektronenmikroskop III/20 f.
 Elektronenröhren III/85
 Elektronenstrahl-Mehrkammerofen
 III/187 f.
 Elektronenstrahlröhre II/204 ff., III/20
 Elektronentheorie III/20
 Elektronik III/87 ff.
 Energiebedarf III/74 ff.
 Energieumwandlung III/72
 Engelhorn II/157
 Engels I/9, 30, 115, 181 f., 219, II/244,
 III/231
 Erdmann II/227
 Erdölleitung „Freundschaft“ III/191 f.
 Esnault-Pelterie III/129
 Explorer I III/145

 Fabrikant III/228
 Fabrikationsgeheimnis II/23
 Fahrrad I/223 ff.
 Fairbairn I/143
 Fallschirm II/98
 Faraday II/172, 191, 221 ff., III/34
 Farrell III/57 f.
 Faustkeil I/11 ff.

Feather III/41
 Fermi III/41 ff., 46–55, 59
 Fernrohr I/154, II/89
 Fernsehen II/200–207
 Festkörperrakete III/131
 Feudalismus I/64, 77 f., 164 f., 170 f., 213
 Feuer I/12 ff.
 Feuerbohrer I/15
 Feuer setzen I/137
 Feuerstein I/11, 20, 185
 Fiedelbohrer I/15, 53
 Fitch II/32
 Flammenzeichen II/160
 Fleming II/196
 Flerow III/62
 Fliehkraftregler I/103
 Fließband II/82
 Flugapparate II/98, 122–135
 Flügel, künstliche II/96 ff.
 Flugkolbenmaschine II/60
 Flugzeug II/124–135
 Flugzeugindustrie II/84, 132–135
 Fluoreszenz III/21 ff.
 Flüssigkeitsrakete III/125 f., 131
 Flußstahl II/53
 Ford II/82
 Förderanlagen I/139
 Forest II/197
 Fortschrittstempo III/165–169, 216
 Franck III/58 f.
 Franklin II/214–218
 Frenckel III/64
 Friedensnobelpreis III/16
 Friedrich II. II/141, 144
 Frisch III/45, 48
 Froben I/136
 Fulton II/28
 Fust I/129

 Gagarin III/146–149, 152, 157 f., 215
 Gale II/177, 181
 Galeere I/73, 78, 124
 Galilei I/90, 153 f., II/136
 Galvani II/218 ff.
 Gamma-Strahlen III/36

 Ganswindt II/113, 116, III/114 ff.
 Gauß II/172 ff.
 Gay-Lussac II/150
 Geiger III/35–38
 Geigerzähler III/36 f.
 Geisenhof II/80
 Geißler III/17 ff., 21
 Geißlersche Röhren III/19 ff., 165
 General Electric II/259
 Generatoren II/225, 236
 Gesellschaft, sozialistische III/17
 Gewichtsuhren I/150 ff.
 Gewindesystem II/17
 Gewitter II/209, 216 ff.
 Gibraltar-Damm III/211 ff.
 Giffard II/111 f.
 Gilbert II/212
 Gilchrist II/56
 Gleichrichter II/226
 Glenn III/149 f., 153
 Glühlampe III/20
 Goddard III/128, 131
 GOELRO-Plan II/260 ff., III/61
 Goethe I/189 ff., II/107 f.
 Goldmacher II/144 ff.
 Gore III/67
 Götterkult I/46, 85
 Grabstock I/27 f.
 Grade II/130
 Galath II/214
 Gray II/217
 Griechisches Feuer I/117
 Grissom III/148
 Grisuten III/175
 Guericke I/90 ff., II/99, 138, 213 f.
 Gusmao II/99 f.
 Gußeisen I/83
 Gutenberg I/127 ff.
 Gutenbergbibel I/129

 Hacke I/27 f.
 Haenlein II/111
 Hahn III/34 f., 42–45, 48, 54
 Halban III/45
 Halbleiter-Laser III/231

Halske II/231, 239
 Hammerwerk I/81 ff., 137
 Handfertigkeit I/9, 160
 Hannibal II/162
 Hansa II/165
 Hargreaves I/173 ff., 177
 Harkins III/41
 Harkort I/214 f.
 Harrison I/155
 Harun al Raschid I/148
 Hebel I/37, 49 ff., 81
 Heckrueder I/123 f.
 Hedley I/202
 Heisenberg III/38, 54
 Helmholtz II/190 f.
 Henlein I/152 f., 155
 Henry II/177, 181
 Herodot I/51, II/162, 210
 Heron von Alexandrien I/75, 84 f., 155
 Hertz II/190–194, III/165
 Hildebrand II/80
 „Himmelselektrizität“ II/214–218
 Hippokrates I/56
 Hittorf III/20 f., 23
 Hochdruckdampfmaschine I/197, 199
 Hochofen I/84, II/38, 41–44, 90
 Hochspannung II/253 f.
 Hoeft III/129
 Hoff, van't III/15
 Hofmann II/154 ff.
 Höhlenzeichnungen I/22
 Hohlguß II/19
 Holzkohle II/36–44
 Homer I/56
 Hovercraft (Schwebefahrzeug) III/223 f.
 Hubschrauber II/113, III/115
 Humanismus I/115
 Humboldt II/172
 Huntsman II/45 ff.
 Hütte I/18
 Hutton II/142
 Huygens I/93, 153 ff.
 IG-Farben-Konzern II/157
 Indigo II/154–158
 Induktion II/223
 Industrielle Revolution I/176 f., 179,
 II/52
 Infeld III/60, 64, 130
 Ingenieurkunst II/17
 Initialzündung III/9
 Inseln, künstliche III/207–210
 Iwanow III/167 f.
 Jablotschkow II/67
 Jackson II/177
 Jacobi II/224 f., 228
 Jacquard I/158 f.
 Jacquardmaschine (Musterwebstuhl)
 I/158 f.
 Jeffries II/108
 Joffe III/64, 67
 Jouvans I/151
 Junkers II/133
 Juno-Rakete III/145
 Jupiter-Rakete III/145
 Kaiserer II/110 f.
 Kapitalismus I/82, 115, 170 ff., III/93, 166
 Kapitalisten II/20, 78 f., 94 f., 122,
 132–135, 157, 233, 237 ff., 260, 262, 265 ff.
 Kapiza III/64, 186, 217
 Karavelle I/124
 Karl der Große I/148
 Katamaran III/225–226
 Kathode III/20
 Kathodenstrahlen III/20 f., 33
 Kay I/172
 Keldysch III/88, 156
 Kelvin III/31
 Kempelen I/156
 Kennan II/179
 Kepler I/90, 153, II/136
 Kernreaktor III/52, 167
 Kernspaltung III/41–78, 167
 Kernverschmelzung III/69
 Kettenreaktion III/45 f., 49 ff., 54, 62 f.
 Kibaltschitsch III/113 f.
 Kieselgur III/11
 Kinderarbeit I/178, 181 f.

Klassengesellschaft I/36, 177 ff., 180 ff.
 Klassenherrschaft I/45, 47, 177 ff., 180 ff.
 Klassenkampf I/60, 182 f., 219, II/20
 Kleinschmiede I/145 ff.
 Kleist II/215
 Klopstock II/107
 Knöpfke II/198
 Kogge I/124
 Kohlrausch III/21
 Koks II/38–42
 Kölliker III/22
 Kolumbus I/125, 133, II/136
 Kommunismus II/268, III/5 f., 104–110,
 197
 Kompaß I/122 f.
 Kondensator II/210, 215
 Kondratjuk III/136
 Konkurrenz I/171 ff., II/20, 26, 46, 48, 82,
 197, 250 f., III/166
 Kopernikus I/90, 153, II/136
 Koroljow III/155–157
 Kosmonauten III/112, 117, 148 ff., 151 f.,
 157 f., 213
 Kowarski III/45
 Kraftfahrzeugindustrie II/79–84
 Kraftwagen I/198
 Kramish III/62
 Krebs II/111, III/29
 Kreß II/129
 Kriegsflugzeuge II/132–135
 Kriegsmaschinen, römische I/66
 Kristallphysik III/21
 Krjakutnoi II/100
 Krshishanowski II/261
 Krupp II/89 f., 92 f., 133
 Krylow III/80
 Kugelgestalt der Erde I/124
 Kühlanlagen II/87 f.
 Kundt III/21
 Kunstmeister I/97, 106, 135, 139 f., 160
 Kunstuhren I/145 ff.
 Kuntz III/135
 Kurako III/183 f.
 Kurtschatow III/62–74
 Kybernetik III/90–95, 110
 Laika III/145
 Lalande II/100
 Lametrie I/155
 Lana II/99
 Langen II/63 ff.
 Langley II/129
 Laserstrahlen III/228–231
 Latein, Sprache der Gelehrten I/131
 Laue III/54
 Laufrad I/222–225
 Lavoisier II/146
 Lavrence II/32 f.
 Lawrence III/49
 Lebedew III/85
 Leblanc II/147
 Lebon II/60
 Le Bon II/152
 Legierungen III/186 f.
 Leibniz I/141 f., II/138–141, 144, 213 f.,
 III/80
 Leidener-(Kleistsche)Flasche II/216,
 220, III/19
 Leitspindelrehbank II/13 ff.
 Lenin II/260 ff., III/61
 Leninpreis III/7
 Lenoir II/60 ff., 66
 Leuchtgas II/151 ff.
 Leuchtgasmotor II/60 ff.
 Leuchtröhre III/20
 Leuchtschirm III/22
 Lichtenberg II/100
 Lieben II/197
 Liebig II/80, 148 ff., 154
 Liebknecht II/133
 Lilienthal II/125 ff.
 Lilley III/97
 Linde II/87 f.
 List I/214 ff.
 Lohnarbeiter I/170, 181
 Lokomotive I/198
 Lokomotive, elektrische II/241
 Lokomotive, fußbewegende I/202 f.
 Lokomotiven-Wettlauf I/208 ff.
 Lorentz III/20
 Lübke III/132, 135

Ludditen I/178 f., 182
 Luftkissenfahrzeug II/222–225
 Luftreifen I/224
 Luftschiff, lenkbares II/110–122,
 III/121 ff., 177 ff.
 Luftschraube II/98, 126
 Luftverflüssigung II/87
 Lumineszenz III/20
 Luna XIII III/159
 Lunik III III/159
 Luther I/131 ff.

Magdeburger Halbkugel I/91, II/89
 Magellan II/136
 Magnus II/227, 236
 Malikustik III/174
 Malimo III/171–174
 Malipol III/174
 Maliwatt III/174
 Manufakturen, kapitalistische
 I/170–180, 213
 Marathonlauf II/162
 Marconi II/194 ff.
 Marcus II/66
 Maria-Theresia II/145
 Mariner 4 III/159
 Marsden III/37 f.
 Marx I/176 f., 180, 182, 219, II/244, 266
 Maschinen als Teufelswerk I/112, 159
 Maschinenbau II/7–35
 Maschineningenieure I/108 ff.
 Maschinenstürmer I/160, 177 ff., 180
 Matteucci II/60
 Maudslay II/11–20
 Mauersberger III/169–174
 Maxim II/128
 Maxwell II/191 ff., III/20
 Maybach II/65, 67, 70, 79, 117
 Mehrspindel-Drehmaschine II/34 f.
 Mehrwert I/182
 Meitner III/41–45, 48
 Mercury III/148, 155
 Metalltechnik I/34, 57
 Mikrometer II/17
 Mikrominiaturisierung III/87 ff.

Mikromodule III/88
 Miller II/239–257, 263
 Mitscherlich II/80
 Mohammed I/115 f.
 Molekularelektronik III/88 f.
 Montgolfier II/100–109
 Montgolfière (Heißluftballon)
 II/102–109
 Morse II/177–182
 Moses II/210, 215
 Moshaiski II/125 f.
 Motoren II/60–94, 111
 Motorflug, erster II/127 f.
 Motorkutsche II/70 ff.
 Motorrad II/68 ff., 74, 80
 Motorwagen (Automobil) II/72–84
 Mühlenbauer I/143 ff.
 Müntzer I/133 f., 165
 Murdock I/196 f., II/142, 151 f.
 Muspratt II/147
 Musschenbroek II/215
 Musterwebstuhl (Jacquardmaschine)
 I/158 f.

Nachrichtentechnik, drahtlose
 II/189–207
 Nachrichtenübermittlung II/159–207
 Nähwirktechnik III/170–174
 Napoleon I/213 f., II/109, 169 ff., 172
 Narodnaja Wolja III/113
 Nasmyth II/14–20, 54
 Nebel III/131
 Neilson II/50 ff.
 Neuronen III/90
 Neutronen III/38 ff., 41, 50 ff., 54
 Newcomen I/96 f.
 Newton I/195, III/31
 Nipkow II/200 ff., 207
 Nipkow-Scheibe II/201 ff., 204
 Nitroglyzerin III/7 ff.
 Nobel III/7–17
 Nobelpreis III/7, 14 ff., 24, 29, 34, 40, 47,
 60, 194, 230
 Nobelpulver III/13
 Noddack III/42 f.

Oberth III/130
 Odhner III/80
 Oerstedt II/173, 221 f.
 Ohm II/227
 Ohren des Königs II/162
 Opel III/131
 Oppenheimer III/55, 58
 Otto II/61–65, 88

 Pafflow III/62
 Papier, Erfindung des I/125
 Papin I/93 ff., 96, 195
 Papyrus I/60, 126
 Paraffin II/155
 Pariser Kommune II/116
 Pascal III/79 f.
 Passy III/16
 Patentschutz I/87 f.
 Pauli III/38
 Pechblende III/27
 Pénaud II/126
 Pergament I/126
 Periodisches System III/28
 Perkin II/156 f.
 Peter I. (der Große) II/43 f., 141
 Petrarca I/119
 Petrolchemie III/190 ff.
 Petrshak III/62
 Petruschewski II/194, III/121
 Pflanzstock I/27
 Pflug I/28, 78
 Pfuel II/145
 Pharao I/44 ff.
 Phosphoreszenz III/25 f.
 Pi Scheng I/127
 Pieck II/133
 Pilcher II/128
 Planck III/43, 54 f., 228
 Plaste III/189–194
 Platon I/74
 Plinius II/211
 Plücker III/18 ff., 21
 Plutarch I/56
 Polenius III/80
 Polonium III/27 f.
 Polsunow I/99 f.
 Popow II/194
 Porzellan II/144
 Positronen III/40
 Posthalterei II/164 f.
 Postkutsche II/163
 Pottasche II/145 f.
 Potter I/96
 Priester I/46 f., 85
 Priestley II/142
 Privatbesitz I/35 f.
 Prochorow III/220, 228, 230 f.
 Proletariat I/65, 181, II/85
 Prometheus I/14
 Proton I III/159
 Protonen III/40
 PS I/104
 Puddelstahl II/47 ff., 50
 Puddelverfahren II/47 ff.
 Puffing-Billy I/202
 Pulvermetallurgie III/185
 Pulverraketen I/118
 Pyramiden I/40, 47, 51 ff.

 Quantengeneratoren III/228 ff.
 Quecksilber-Luftpumpe III/19

 Rad I/36 f., 188
 Radartechnik III/21, 216 f.
 Radioaktive Isotope III/40, 77 f.
 Radioaktivität III/27, 29–78
 Radium III/27 ff., 30 f., 36, 41, 44
 Radiumindustrie III/29
 „Rakete“ I/210 f.
 Raketenantrieb II/113
 Raketenauto III/131
 Raketenflugzeug III/131
 Raketenmotor III/114 ff., 128, 131
 Ramses III. II/209
 Ramsey I/87
 Rasin I/165
 Rathenau II/244–251
 Ravel II/66
 Réaumur II/58

Rechenautomaten, „künstliche Gehirne“
 III/79, 82–111, 167, 231
 Rechenmaschinen, mechanische
 III/79 ff.
 Rechenzentrum III/90
 Redstone-Rakete III/145, 151
 Reibungselektrizität II/211–213
 Reis II/186 f.
 Renaissance I/112 ff.
 Renard II/111
 Reuther III/103
 Revolverdrehmaschine II/32 ff.
 Richmann II/218
 Riedel III/131
 Ries II/236
 Rivaz II/66
 Robbins II/32 f.
 Robert II/103, 107
 Roberts III/60
 Roheisen II/36–59
 Romanow II/67
 Romaschka III/72
 Röntgen III/15, 17–25
 Röntgenröhre III/24
 Röntgenstrahlen III/17, 22, 25
 Röntgentechnik III/21, 24
 Roosevelt III/49, 57 f.
 Rosen III/141 f.
 Rozier II/106–109
 Ruggles III/62
 Rühle III/162 f.
 Rundfunk II/197–200
 Runge II/150, 153–157
 Rutherford III/31–40, 61
 Ryan III/142 f.

 Sacharow II/109
 Salzstraßen I/186
 Sander III/131
 Sandformguß II/42
 Sauerstoffaufblas-Verfahren III/179 f.
 Savery I/95, 195
 „Saxonia“ I/215
 Schachspielender Türke I/156 f.
 Schamschurenkow I/194

 Schickard III/80
 Schießpulver I/118 ff.
 Schießpulvermaschine I/93
 Schiffschronometer I/155
 Schiffsschleppwege I/188
 Schleifmaschine II/34
 Schlingenfalle I/25
 Schmelzhütten I/135
 Schmelzofen II/36
 Schmiedestahl I/81
 Schnellläufer II/162 f.
 Schnellhobelmaschine II/19
 Schnellpost II/164
 Schnellschützen I/172, 175
 Schöffner I/129
 Schraubenschneidemaschine II/19
 Schriftsprache, einheitliche deutsche
 I/133
 Schubert I/215
 Schwarz, Berthold I/119
 Schwarz, David II/112, 116
 Schwarzpulver III/7
 Schwefelsäure II/145
 Schwerkraftfallen I/22–24, 67
 Schwippgalgen I/24
 Segelflug II/124, 126 f.
 Segelwagen I/192 f.
 Segre III/41, 51
 Seefeld II/145
 Selbstfahrer I/193 ff.
 Seldowitsch III/62
 Semjonow III/194
 Seneca I/75
 Serienproduktion II/8, 12, 31, 35, 64,
 82
 Shepard III/148
 Siemens II/174, 182, 189, 226–239, 241,
 246
 Siemens & Halske II/232, 237, 244, 250
 Siemens-Martin-Ofen II/57 ff., III/180,
 182
 Sklavenaufstand I/60 f., 65
 Sklaverei I/40–75
 Slaby II/195
 Slater II/24 f.

Sodafabrikation II/146 ff.
 Soddy III/33
 Somerset I/88
 Sömmering II/171 f.
 Sonnenuhr I/145 f.
 Sörgel III/212
 Sowjetwissenschaft III/60
 Sozialismus I/182, II/95
 Spektroskopie III/19
 Spencer II/32, 216
 Spinner I/33, 161–183
 Spinnerei, mechanische I/174 ff.
 Spinning-Jenny I/173 ff., 177
 Spinnmaschinen, mechanische II/7, 24
 Sprat II/137
 Sprengelatine III/13
 Sputnik I III/138 ff., 144
 Sputnik II III/145
 Staatliches Radiumministerium III/60
 Stahl II/38, 42–59
 Stahlschienen I/201
 Starkstrom II/236
 Staudämme I/42, 48, 50 f.
 Steenbeck III/198
 Steinbohrmaschine I/16
 Steinheil II/174 ff.
 Steinheilschrift II/175 f.
 Steinkohle II/37–41
 Steinkohlenteer II/153–156
 Steinmetz II/258–263
 Steinzeit I/9–39
 Stepanow-Skworzow III/61
 Stephenson I/200, 204–211, 215
 Sternensdt III/157 f.
 Steuerung, automatische II/19
 Stoletow III/122
 Strahlenchemie III/194
 Strahltriebwerke III/136 ff.
 Stranggußverfahren III/180 f.
 Straßmann III/42–45, 48
 Sturgeon II/226
 Sully-Prudhomme III/16
 Superbahn III/202 ff.
 Suttner II/12 ff., 16
 Szilard III/48 f., 56, 58
 Tamm III/64
 Tauschpartner I/31, 184 ff.
 Taxis II/165
 Technikgeschichte III/166
 Technische Revolution III/92 ff.
 Teilung der Arbeit, erste gesellschaftliche
 I/30
 Teilung der Arbeit, zweite gesellschaftliche
 I/35
 Telefon II/186–189
 Telegraf, galvanischer II/171 f.
 Telegrafennlinien II/162–186
 Telegrafisten II/179 ff.
 Textilindustrie II/145 ff.
 Textilmaschinen II/23–26
 Thales von Milet II/211, 221
 Thälmann III/135
 Thenard II/150
 Thermen I/66
 Thermobohrer III/204 ff.
 Thießen III/161, 175
 Thomas II/55 ff.
 Thomasbirne II/56
 Thomasius II/138 f.
 Thomasmehl II/56
 Thomson, Joseph John III/31 f.
 Thomson, Robert William I/224
 Thorium III/31, 34
 Tichonrawow III/136, 143
 Tiegelstahl II/46 f.
 Titan-Rakete III/151
 Titow III/146–149, 151 f., 157 f., 161
 Töpferei I/17, 33
 Töpferscheibe I/39
 Torricelli I/91
 Torsionsfallen I/24, 66
 Townes III/228, 230
 Transatlantik-Kabel II/182–185
 Transferstraßen III/95 f.
 Transformatoren II/252, 257 ff.
 Transistor III/85
 Transurane III/42 f.
 Trapesnikow III/91
 Tretmühle I/72 f.
 Trevithick I/197 ff.

Trichtermühlen I/57
 Triode II/197
 Trommelzeichen II/159 f.
 Truman III/58
 Tsai Lun I/125
 Tschirnhaus II/144
 Tuchscherer II/67
 Tupolew III/66
 Turkin III/222
 Tyler I/165
 Tylock III/102

 Ultraschallortung III/217
 Universal-Fräsmaschine II/34
 Unterwasserflügelsschiff III/225, 228
 Urack II/198
 Uran III/25 ff., 32, 41–46
 Urgemeinschaft I/29 f., 40, 45, 47

 Vail II/177
 Vakuum I/90 f., 93 f., 96, II/99
 Vakuummetallurgie III/187 f.
 Valier III/131
 Vanguard-Rakete III/144
 Varley III/20
 Vaucanson I/157 f.
 Venussonde III/159
 Verbundsystem II/257
 Vergoldung, galvanische II/228 ff.
 Verkehrszentrale III/107 f.
 Verlegersystem I/166, 170
 Verne III/124
 Versorgungszentralen III/107
 Viehzähmer und Ackerbauern
 I/29
 Viehzüchter I/31, 41
 Viertaktmotor II/62–67, 70, 80, 88
 Viking-Rakete III/141
 Vinci, Leonardo da I/79 f., 109 ff., 114,
 122, 162, II/97 f.
 Volkhart III/131
 Volta II/66, 218–220
 Voltasäule II/220
 Vox-Haus II/198

 Walchenseekraftwerk II/256 f.
 Ward II/145
 Warenproduktion I/35
 Wasserhebemaschine I/88 f., 92, 95 ff.
 Wasserkraft II/244, 251, 254 ff., 257
 Wasserleitungen, römische I/65 f.
 Wasserrad I/70 f., 82, 84, 92, 137, 166 f.,
 174 f., II/9, 31
 Wasserstoff II/100, 104, 107
 Wasserstoff, schwerer III/70
 Wasserstoffbombe III/64, 69
 Wasseruhren I/146 f.
 Watt I/99–106, 176, 196 f., II/7 ff., 55, 142,
 152, III/31
 Weben I/33, 58, 161–183
 Weber III/172 ff.
 Webstuhl, mechanischer I/176, 214, II/7
 Weigel II/138
 Weizensäcker III/56
 Weksler III/64, 66
 Wellen, elektromagnetische II/192 ff.
 Weltraumfahrt III/124–184
 Weltraumschiff II/113
 Weltraumstation III/128 f., 140–144, 213
 Weltraumtechnik III/110, 157–164
 Werkzeugmaschinen II/7–35
 Wernadski III/60 f.
 Westinghouse II/257
 Wheatstone II/174 f., 182
 Whitney II/26–32
 Whitworth II/17, 19 f., 64
 Wiek I/150 f.
 Wiener III/90–95, 101
 Wikinger I/123
 Wildbeuter u. Sammler I/13
 Wilde II/235
 Wilkinson I/102, II/9 f.
 Wilm II/122
 Wilson II/19
 Winderhitzer II/51
 Windkanal III/123
 Windkraftmaschine I/141 f.
 Windmühle I/79 f.
 Winzer (Winsor) II/153
 Wissenschaft II/87, 156–158, 267 f., III/13

Wissenschaft, Anfänge der I/46 f., 54, 68,
74, 77
Wissenschaft und aufsteigendes
Bürgertum I/113
Wölfert II/114 ff.
Wolfmüller II/80
Woshod III/157
Wostok III/157
Wright II/127–130

X-Strahlen III/17, 22 f.

Zander III/136 f.
Zeigertelegraphen II/173 ff., 231
Zentralbibliothek III/105 f.
Zeppelin II/114–122
Ziolkowski II/112, III/116–128, 130, 136,
138, 156
Ziolkowskische Gleichung III/124
Zons II/61
Zunftwesen I/167 ff., 170
Zuse III/83 f.
Zweitaktmotor II/67, 70, 72, 80
Zyklotron III/62

ZEITTADEL ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK

Vor unserer Zeitrechnung

- 800 000 bis 40 000 Entwicklung der steinzeitlichen Technik bis Faustkeil, Schaber und Kratzer, Zähmung des Feuers. Unterkunft in Höhlen und Erdhöhlen
- 40 000 bis 12 000 Entwicklung spezieller Werkzeuge und Gerätschaften: steinerne Messer, Speer- und Pfeilspitzen; Knochenwerkzeuge; Bau von Fallen und Erdhöhlen
- 12 000 bis 4000 Herstellung von Tongefäßen, Anfänge des Flechtens, Gebrauch von Beilen und Äxten beim Bau von Hütten und Pfahlbauten
- 4000 bis 3000 Steinerner Sägen, Hämmer; Bearbeitung der Werkzeuge durch Bohren, Schleifen, Polieren. Steinerner Hacken zur Bodenbearbeitung. Beginn des Spinnens und Webens; erste Verwendung der auf der Erdoberfläche gediegen vorkommenden Metalle Gold, Silber, Kupfer, Meteoreisen. Häuser in Lehmbauweise
Ägypten: Herstellung von Ziegelsteinen
Indien: Bau von Räderkarren
- um 3500 Ägypten: Papyrus als Schreibmaterial
- um 3000 Erste Wasserbauanlagen in den Tälern des Hwangho, Indus, Nil und zwischen Euphrat und Tigris. Gebrauch der Töpferscheibe. Einführung der Sonnenuhr in China, Indien und Ägypten. Astronomische Beobachtungen mittels einfacher Geräte
- um 2500 Bau der Pyramiden als Grabstätten ägyptischer Herrscher
- um 2400 Erschmelzen von Eisen in China
- um 2000 Eisen, Kupfer, Blei und Zinn werden im Orient und später in den Mittelmeerländern gewonnen und verarbeitet. Bronzene Werkzeuge und Waffen. Ägyptische Flußschiffe mit Riemen und Rahsegel. Nordischer Kulturkreis: Einbaum; China: Seidenraupenzucht; Wolle, Baumwolle und Leinen sind bekannt
- um 1500 Drechselbank mit Schnurzug und Fiedelbogen; Ent- und Bewässerungsanlagen
- um 1400 Gewinnung von Luppeneisen und Oberflächenhärtung in Armenien. Verwendung von Pergament in Ägypten

- um 1000 Im Orient und in den Mittelmeerländern wird Eisen Gebrauchsmetall. Ägypten: Glas und Emaille werden für Schmuckgegenstände verwendet. In Salzburg (Mitterberg) wird Kupfer, in Tirol (Hall) Salz bergmännisch gewonnen
- um 900 China: Vervielfältigung mittels Abzug von Steinplatten. Kleinasien: Teppichweberei
- um 600 Schiffsschleifbahn über die Landenge von Korinth (7,4 km)
- um 585 Griechenland: Entdeckung des Magnetismus im Eisenstein
- um 577 Griechenland: Entdeckung der Reibungselektrizität an Bernstein (elektron)
- um 550 Griechenland: Bronze-guß
- um 500 Griechenland: Seegehende Ruderschiffe, etwa 35 m lang, 5 m breit (150 Tonnen)
Griechische Gelehrte entdecken Gesetzmäßigkeiten der Mechanik und Physik
- um 425 Griechenland: Fackeltelegrafie
- um 400 Torsionsgeschütze
- 390 Griechenland: Filz aus Tierhaaren
- 312 Rom: Bau der Straße Via Appia (Rom—Capua), 198 km lang, 8 m breit
- 305 Erste Wasserleitung (16 km) nach Rom
- 3. Jh. Griechenland: Kolbenpumpe, Wasserorgel, Wasseruhr, Preßluftgeschütz (Ktesibios). China: Kompaß, Beginn des Baues der „Großen Mauer“
- um 300 Seide aus China gelangt über Indien und Persien nach Europa
- 290 Ägypten: Schreibtäfelchen aus Wachs und Blei
- um 240 Flaschenzug, Schraube zum Wasserheben, Kriegsmaschinen (Archimedes)
- 240 In der Alexandrinischen Bibliothek sind über 400 000 Papyrusrollen vorhanden
- 215 China: Haarpinsel als Schreibgerät
- 2. Jh. Hebel, Kurbel, Walze, Rad, Rolle, Flaschenzug, Schraube, Schnecke und Zahnrad als Maschinenteile bekannt
- 1. Jh. Syrien: Glasbläserei
- 60 Rom: Erste regelmäßige Veröffentlichung von Nachrichten

Seit unserer Zeitrechnung

- 1. Jh. Pneumatische Apparate und Automatentheater (Heron). Rom: Armbrust, Schraubenpresse, erste geheftete Pergamentbücher, Schreibfedern aus Metall. Kunstvolle öffentliche Bauten: Tempel, Theater, Thermen, „Kolosseum“ für 50 000 Zuschauer. Bau von Wasserrädern. Fensterscheiben aus rohem Glas
- um 100 China: Papier aus Hanf und Lumpen (Tsai lun)
- 3. Jh. Indien: Aus Eisen geschmiedete Säule in Kutub
- 6. Jh. China: Erstes Porzellan; Blockdruck mit geschnitzten Holztafeln (Hochdruck)

- um 900 China: Druck von Kupferplatten
Bergmännische Salzgewinnung in Lüneburg
- 9./10. Jh. In Europa kommen neuartiger Sattel, Steigbügel und Zaumzeug auf sowie durch Nägel befestigte Hufeisen
- 10. Jh. Silber- und Kupferbergbau im Harz
Armbrust
Bau von Windmühlen im Orient
Renn- und Schmiedefeuer im Bergischen Land und in der Steiermark
- um 1041 China: Der Schmied Bi-Schen druckt mit zusammengesetzten beweglichen Einzellettern aus gebranntem Ton oder Holz
- 11./12. Jh. Verbreitung des Papiers in Mitteleuropa
Ausdehnung der Dreifelderwirtschaft in Europa
Verbreitung von Windmühlen und unterschlächtigen Wasserrädern
Segelschiffe (ohne Ruderer) mit drehbarem Heckruder
Trittwebstuhl
Gotisches Strebersystem
Ziegelbauweise in Deutschland
Manufakturen für Tuch- und Seidenweberei in Italien
- 13. Jh. Entwicklung des schweren Räderpfluges mit Messer, Pflugschar und Streichbrett
Kompaß in Europa
Geschliffene Brillengläser in Italien
Schiffahrtsschleusen in Deutschland und Holland
Schießpulver in China
Handspinnrad kommt in Europa auf
Gewichtsräderuhren
Alpenstraße über den St.-Gotthard-Paß
- um 1350 Mit Holzkohle betriebene Hochöfen in Westeuropa
Erste Stahlerzeugung im Frischfeuer
Erste Tuchmanufaktur in England
Oberschlächtiges Wasserrad
- 1387 Trittwebstuhl mit zwei Schäften erstmalig in Nürnberg abgebildet
- 1390 Erste Papiermühle Deutschlands bei Nürnberg
- 1398 Elbe-Trave-Kanal mit Schleusen vollendet
- 14. Jh. Erste Hochöfen in Westeuropa
- 1400 Drehbänke werden mittels Wippe oder Handkurbel mit Schwungrad angetrieben
Druck mit beweglichen Bronzelettern in Korea bekannt
Eisenguß im westlichen Deutschland
- 1445 Gutenberg erfindet ein Gießgerät zur Herstellung von Lettern
- 1450 Die deutsche Bockwindmühle kommt auf
- 1455 J. Gutenberg druckt die 42-Zeilen-Bibel
- 1470 Bau der ersten Viermastschiffe auf deutschen Werften
- 1480 Flügelspinnrad
Erster Alpentunnel (75 m lang) am Monte Viso erbaut

- um 1500 Maschinenentwürfe von Leonardo da Vinci
 - Pferdegöpel im Bergbau
 - Schraubstock in Nürnberg
 - Vertikalbohrwerke mit Göpelantrieb zum Ausbohren von Geschützrohren
- 1510 Taschenuhr (P. Henlein)
- 1512 Naßpochwerk
- 1520 „De revolutionibus orbium coelestium“ („Über die Bewegung der Weltkörper“) von N. Kopernikus erscheint
- um 1550 Erste hölzerne Spurbahnen im deutschen Bergbau
 - Holzblasebälge zur Bewetterung im Bergbau (Nürnberg und Harz)
- 1553 Erstes, in altslawischer Sprache gedrucktes Buch
- 1555 „De re metallica“ von G. Agricola, erste umfassende wissenschaftlich-technische Darstellung des Bergbaus und Hüttenwesens, erscheint
- Erfindung von Stangenkünsten zur Kraftübertragung im erzgebirgischen Bergbau
- 1561 Support-Drehbank in Nürnberg (H. Spaichel)
- 1579 Erwähnung des ersten Bandwebstuhles
- 1589 Strumpfwirkstuhl (Strickmaschine) in England (W. Lee)
- 1590 Die Holländer J. und Z. Janssen erfinden das zusammengesetzte Mikroskop
- 1619 Erste Versuche, Roheisen mittels Steinkohle zu erschmelzen (D. Dudley)
- 1623 Prinzipielle Einführung von Patenten zur Wahrung der Erfinderrechte in England
- 1642 Rechenmaschine zum Addieren (B. Pascal)
- 1650 O. v. Guericke erfindet die Elektrisiermaschine und für seine Versuche mit den „Magdeburger Halbkugeln“ die Luftpumpe
- 1657 Pendeluhr mit Spindelhemmung (Chr. Huygens)
- 1668 Erstes Spiegelfernrohr (I. Newton)
- 1671 Entdeckung des elektrischen Funkens (G. W. Leibniz)
- 1673 Rechenmaschine zum Multiplizieren (G. W. Leibniz)
- Atmosphärische Schießpulver-Maschine (Chr. Huygens)
- 1681 Dampfdruckkochtopf mit Sicherheitsventil (D. Papin)
- 1681–85 Wasserhebewerk bei Marly erbaut
- 1690 Atmosphärische Dampfmaschine mit Zylinder und Kolben (D. Papin)
- 1698 Kolbenlose Dampfmaschine zum Wasserheben in Bergwerken (Th. Savery)
- 1701 Erste Straßenlaternen in Deutschland (Leipzig)
- 1709 Rotes Steinzeug, ab 1715 feines Hartporzellan, in Meißen fabrikmäßig produziert (J. G. Böttger)
- 1711 Atmosphärische Kolbendampfmaschine zum Wasserheben (Th. Newcomen)
- 1718 Quecksilberthermometer (G. D. Fahrenheit)
- 1718–29 Nachform-Drehmaschinen mit mechanischem Meißelhalter (A. K. Nartow)
- 1733 Schnellschützen am Webstuhl (J. Kay)
- Spinnmaschine (J. Wyatt und L. Paul)
- 1735 Erzeugung von Roheisen mit Hilfe von Steinkohlenkoks (A. Darby)

- 1740 Erste Versuche, Gußstahl im Tiegel zu erschmelzen (B. Huntsman)
- 1745 Selbsttätiger Musterwebstuhl (J. Vaucanson und später J. M. Jacquard)
- 1747 Entdeckung des Zuckergehalts in der Rübe (A. S. Marggraf)
- 1748 Stahlschreibfeder (J. Jansen)
- 1749 Herstellung von Schwefelsäure nach dem Bleikammerverfahren (J. Roebuck)
- 1752 Blitzableiter (B. Franklin)
- 1763 Dampfmaschine für Gebläseantrieb (I. I. Pölsunow)
- 1764 Spinnmaschine „Spinning-Jenny“ (J. Hargreaves)
- 1766 Gründung der Bergakademie Freiberg, der ältesten technischen Hochschule
- 1769 Direkt wirkende Niederdruckdampfmaschine mit getrenntem Kondensator patentiert (J. Watt)
- Flügelspinnmaschine (R. Arkwright)
- Todesstrafe in England für „Maschinenstürmer“
- 1770 Erster Straßen-Dampfwagen (N. J. Cugnot)
- Eisenschienen für Grubenwagen im englischen Bergbau
- 1771 Erste durch Wasserkraft betriebene mechanische Spinnereifabrik in Cromford, England (R. Arkwright)
- 1775 Bohrmaschine für Dampfmaschinenzylinder (J. Wilkinson)
- 1779 Erste gußeiserne Bogenbrücke (A. Darby)
- 1783 Heißluftballon (J. M. und J. E. Montgolfier)
- Wasserstoffballon (J. A. C. Charles)
- 1784 Doppelt wirkende Dampfmaschine mit Drehbewegung und Schwungrad (J. Watt)
- Puddelverfahren zur Erzeugung schmiedbaren Eisens. Beginn der modernen Walzwerkstechnik (H. Cort)
- 1785 Mechanischer Webstuhl erfunden (E. Cartwright)
- Ballonflug über den Ärmelkanal (F. F. Blanchard)
- 1786 Entdeckung der (Berührungs-)Elektrizität bei Tierversuchen (L. A. Galvani)
- 1791 Optischer Telegraph (C. Chappe)
- Soda aus Kochsalz, Schwefelsäure, Kohle, Kalk (N. Leblanc)
- 1792 Steinkohlengas für Beleuchtungszwecke (W. Murdock)
- Wollkämmaschine (E. Cartwright)
- 1793 Baumwollentkernmaschine (E. Whitney)
- 1795 Hydraulische Presse (J. Bramah)
- 1796 Steinflachdruck-Verfahren (A. Senefelder)
- 1797 Supportdrehbank mit Leitspindel „englische Drehbank“ (H. Maudslay)
- 1800 Hochdruckdampfmaschine (R. Trevithick)
- Kettenstichnähmaschine (B. Krems)
- Voltasche Säule (A. Volta)
- 1801 Fahrrad aus Metall mit Tretkurbeln (Artamonow)
- Straßendampfwagen mit Hochdruckmaschine (R. Trevithick)
- 1802 Rübenzuckerfabrik (F. C. Achard)
- 1807 Schaufelrad-Flußdampfschiff (R. Fulton)

- 1812 Zylinderdruckmaschine (Schnellpresse) für den Buchdruck (F. Koenig)
- 1813 Lokomotive „Puffing-Billy“ (W. Hedley)
Hinrichtung von 18 Maschinenstürmern, „Ludditen“, in York
- 1814 Erste Stephenson-Lokomotive
- 1817 Laufrad (K. F. v. Drais)
- 1818 Fräsmaschine mit automatischem Schlittenantrieb (E. Whitney)
- 1819 Amerikanisches Übersee-Dampfschiff „Savannah“
- 1820 Entdeckung des Elektromagnetismus (H. Chr. Oersted)
- 1825 Mehrere Gasanstalten in London, Ausbreitung der Gasbeleuchtung
- 1826 Erfindung der Schiffsschraube (J. Ressel)
- 1829 „Rocket“, erste entwicklungsfähige Dampflokomotive (G. Stephenson)
Mikrometerschraube (H. Maudslay)
- 1830 Erste Personeneisenbahn Liverpool–Manchester
Automatische Wagenspinnmaschine „Selfaktor“ (R. Roberts)
- 1831 Elektromagnetische Induktion entdeckt (M. Faraday)
- 1832 Erster rotierender – von Hand angetriebener – Stromerzeuger (H. Pixii)
- 1833 Elektromagnetischer Nadeltelegraf (K. F. Gauß und W. E. Weber)
Anilin, Karbol und Resol im Steinkohlenteer gefunden (F. F. Runge)
Erste Grundlagen für eine photographische Methode erfunden (L. J. Daguerre)
- 1834 Getreidemähmaschine (McCormick)
Erster batteriegespeister Elektromotor größerer Leistung (M. H. v. Jacobi)
- 1835 Erste deutsche Eisenbahnlinie Nürnberg–Fürth
- 1836 Nähmaschine mit Öhrnadel und Schiffchen (J. M. Madersberger)
- 1837 Nadeltelegraf (K. A. Steinheil)
Schreibtelegraf, 1844 betriebsreif (S. Morse)
- 1839 Dampfhammer (J. Nasmyth)
Galvanoplastik (M. H. v. Jacobi)
Erfindung der Kautschuk-Heißvulkanisation (Ch. Goodyear)
- 1840 Kunstdünger (J. v. Liebig)
- 1841 Einheitliches Gewindesystem (J. Withworth)
- 1844 Papierstoff aus Holzschliff (F. G. Keller)
- 1845 Schießbaumwolle (Ch. F. Schönbein)
Erfindung des Luftreifens (R. W. Thompson)
Revolverdrehbank, Stahlhalter für 8 Werkzeuge (St. Fitch)
- 1846 Verbesserter elektrischer Zeigertelegraf (W. v. Siemens)
- 1848–54 Bau des Semmeringtunnels (1430 m)
- 1849 Überdruck-Wasserturbine (J. Francis)
- 1850 Dampfpflügen mittels Lokomobilen und Seilzug (J. Fowler)
Rundschiebersteuerung für Dampfmaschinen (G. H. Corliss)
Stahlguß (J. Mayer)
- 1850/51 Tauchboot (W. Bauer)
- 1851 Funkeninduktor (H. D. Rühmkorff)
- 1852 Erstes unstarres lenkbares Luftschiff mit Dampfmaschinenantrieb (H. J. Giffard)

- 1853 Atmosphärischer Gasmotor mit Flugkolben (E. Barsanti und F. Matteucci)
- 1855 Bessemer-„Konverter“ zur Stahlerzeugung (H. Bessemer)
- 1856 Beginn der Teerfarbenindustrie, zuerst: Anilin-Violett (W. H. Perkin)
Doppel-T-Anker erfunden (W. v. Siemens)
- 1857 Werkzeugstahl mit Zusätzen von Wolfram und Chrom (R. Mushet)
- 1859 Erste Petroleumbohrungen in Amerika (G. L. Drake)
- 1860 Direkt wirkender Gasmotor mit elektrischer Zündung (J. J. E. Lenoir)
Patent auf Fahrradretrokurbel (E. Michaux)
- 1861 Erfindung des Telefons (Ph. Reis)
„Regenerativ-Feuerung“ für Öfen in der Glasindustrie (F. und W. Siemens)
- 1862 Schrämmaschinen mit Schneidscheiben und -ketten im englischen Bergbau
- 1863 Rotationsdruckmaschine (W. Bullock)
Ammoniak-Soda-Prozeß (E. Solvay)
- 1864 Siemens-Martin-Stahlverfahren (P. Martin und W. Siemens)
Betriebsfähiges Modell einer hölzernen Schreibmaschine (P. Mitterhofer)
- 1866 Inbetriebnahme des regelmäßigen Atlantik-Telegraphenverkehrs (C. W. Field)
Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips und Konstruktion einer betriebsreifen Dynamomaschine (W. v. Siemens)
- 1867 Entwicklung des Eisenbetonbaues (J. Monier)
Aus Nitroglyzerin und Kieselgur wird Dynamit (A. Nobel)
Bau betriebsreifer Schreibmaschinen in den USA (Ch. L. Sholes, S. W. Soulé und C. S. Glidden)
Verbesserter atmosphärischer Gasmotor (N. A. Otto und E. Langen)
Verfahren zur Keimabtötung durch Erhitzen (L. Pasteur)
Zelluloid (J. W. Hyatt)
- 1868 Durchgehende Druckluftbremse für Eisenbahnen (G. Westinghouse)
- 1869 Lichtdruckverfahren (J. Albert)
Suezkanal vollendet (F. Lesseps)
- 1870 Indigo-Synthese (A. v. Baeyer und K. Heumann)
- 1871 Photographische Trockenplatte mit Bromsilbergelatineschicht (R. L. Maddox)
- 1873 Ammoniak-Kältemaschine (C. v. Linde)
- 1874 Zellulosegewinnung durch chemische Aufschließung des Holzes (A. Mitscherlich)
- 1875 Benzinkraftwagen (von S. Marcus nicht weiterentwickelt)
- 1876 Viertaktgasmotor mit Verdichtung (N. A. Otto)
Fernsprecher (G. Bell)
Elektrische Lichtbogenlampe (P. N. Jablotschkow)
- 1877 Phonograph (Th. A. Edison)
Verbesserung des Mikrofons (Th. A. Edison, D. E. Hughes, E. Berliner u. a.)
- 1878 Erste vollautomatische, farbenbindende Mähmaschine in Amerika
- 1879 Elektrische Kohlefadenglühlampe mit Schraubsockel (Th. A. Edison)
Elektrische Lokomotive von 3 PS (W. v. Siemens)

- 1880 Elektrischer Aufzug (W. v. Siemens)
Stahlerschmelzung im elektrischen Lichtbogenofen (W. Siemens)
- 1881 Erste elektrische Straßenbahn in Berlin-Lichterfelde (Siemens & Halske)
- 1882 Erste Energieübertragung (auf 57 km) (M. Deprez)
Erstes elektrisches Kraftwerk der Welt in New York (Th. A. Edison)
Achtzylinder-Viertakt-Verbrennungsmotor mit elektrischer Zündung (O. S. Kostowitsch)
Rasterätzung „Autotypie“ für den Druck von Fotografien (G. Meisenbach)
- 1883 Entwicklungsfähiger schnelllaufender, leichter Benzinmotor (G. Daimler und W. Maybach)
Lochscheibe zum Abtasten und Zusammensetzen von Bildern (Fernsehtechnik) erfunden (P. Nipkow)
- 1884 Setzmaschine „Linotype“ (O. Mergenthaler)
Kunstseide aus Nitrozellulose (H. de Chardonnet)
- 1885 Schrägwalzverfahren für nahtlose Rohre (R. u. M. Mannesmann)
Motorzweirad (G. Daimler)
Dreirädriger Kraftwagen (C. Benz)
Erste Elektrizitätszentrale in Berlin
- 1886 Vierrädriger Motorkraftwagen (G. Daimler)
Entdeckung der schnellen elektrischen Schwingungen (Radiowellen) (H. Hertz)
- 1887 Magnetzündapparat (R. Bosch)
Grammophon und Schallplatte (E. Berliner)
- 1888 Spannbeton (W. Doehring)
- 1889 „Eiffelturm“ in Paris in Stahlkonstruktion (A. G. Eiffel)
Webautomaten mit automatischem Schützenwechsel (J. H. Northrop)
- 1890–96 Gleitflüge (O. Lilienthal)
- 1891 Beginn des Beton-Makadam-Straßenbaues in Deutschland
- 1893 Photozelle (J. Elster und H. Geifel)
Metallfadenglühlampe mit Osmiumfaden, erste fabrikmäßig hergestellte Glühlampe (K. Auer v. Welsbach)
- 1893–97 Entwicklung des Dieselmotors (R. Diesel)
- 1895 Gasverflüssigung nach dem Gegenstromprinzip (C. v. Linde)
Entdeckung der kurzwelligen elektromagnetischen Strahlen (W. K. Röntgen)
Kinematograph (A. und K. Lumière)
Antenne und drahtlose Telegrafie (A. S. Popow)
Luftbereifung im Kraftwagenbau (J. B. Dunlop)
- 1897 Funkentelegrafie-Versuche (G. Marconi)
- 1898 Kathodenstrahlröhre (K. F. Braun)
- 1899 Automatische Flaschenblasmaschine (M. J. Owens)
- 1900 Einkammerschnellbremse (G. Knorr)
Starrluftschiff (F. v. Zeppelin)
- 1901 Kristalldetektor (K. F. Braun)
Erste Versuche der Lichttonaufzeichnung (E. Ruhmer)
- 1903 Sauerstoffschneidverfahren (E. Menne)

- Erster gesteuerter Motorflug (O. und W. Wright)
 Kunstseide aus Viskose (C. H. Stearn und Ch. F. Topham)
 K. E. Ziolkowski veröffentlicht seine Arbeit „Die Erforschung des Welt-
 raumes durch Raketengeräte“
- 1904 Elektronenröhre „Diode“ (J. A. Fleming)
 Entwicklungsarbeiten zur Bildtelegrafie (A. Korn)
- 1905 Autogenschweißverfahren (Fouché)
 Offsetdruck (C. Hermann und J. W. Rubel)
 A. Einstein begründet die spezielle Relativitätstheorie
- 1906 Duralumin (A. Wilm)
 Kunstharze aus Phenol und Formaldehyd „Bakelit“ (C. H. Baekeland)
 Verstärkerröhre (L. de Forest und R. v. Lieben)
 Erste Gasturbine (H. Holzwarth)
 Diesellokomotive (A. Klose)
- 1907 Dreielektrodenröhre „Triode“ (L. de Forest)
 Hochfrequenzmaschine für Telegrafie über große Entfernungen (R. A. Fes-
 senden und E. F. W. Alexanderson)
 Betongießverfahren (Th. A. Edison)
- 1908 Kreiselkompaß (H. Anschütz-Kaempfe)
- 1909 Flug über den Ärmelkanal in 27 $\frac{1}{3}$ min (L. Blériot)
- 1910 Rotationstiefdruckverfahren (E. Mertens)
 Anlasser für Kraftfahrzeuge (Ch. Kettering)
- 1912 Säurebeständige, nichtrostende Chromnickelstähle
 Schnellaufende Wasserturbine mit verstellbaren Leitschaufeln (V. Kaplan)
- 1913 Förderbänder und Arbeitstakt-Verfahren bei der Kraftfahrzeugmontage in
 den Ford-Werken
 Röhrensender (A. Meißner)
 Ammoniak-Hochdrucksynthese (F. Haber und C. Bosch)
 Benzingewinnung durch Kohleverflüssigung (F. Bergius)
 Azetat-Kunstseide fabrikmäßig hergestellt
 Gasgefüllte elektrische Glühlampe mit Wolframdrahtwendel (I. Langmuir)
 Panama-Kanal vollendet
- 1914 Frachtschiff mit turboelektrischem Antrieb in Schweden
- 1915 A. Einstein entwickelt die allgemeine Relativitätstheorie
 Erstes Ganzmetallflugzeug (H. Junkers)
 Dampfstrahlpumpe (S. A. Borowik)
 Erste Versuche, synthetischen Kautschuk zu erzeugen
- 1919 Tonfilm / öffentliche Vorführung 1922 (H. Vogt, J. Engl, J. Masolle)
- 1919–21 Große Senderöhren mit Wasserkühlung (M. A. Bontsch-Brujewitsch)
- 1920 Vistra-Zellwolle
 Kathodenstrahloszillograph (W. Rogowski)
 Einführung des Schleudergußverfahrens
- 1922 Turbinenbohrer (M. A. Kapeljuschnikow)
 Kohleverflüssigung im Niederdruckverfahren (F. Fischer und H. Tropsch)
- 1923 Kraftwagen-Dieselmotor

- 1924 Unterhaltungs-Rundfunk in Berlin eröffnet
 Luftschiff ZR III überfliegt den Atlantik
 Verdichter-Turbinenstrahltriebwerk für Flugzeuge (W. I. Basarow)
 Kleinbildkamera „Leica“ serienmäßig erzeugt
 Bildtelegrafie mit Kerrzelle (A. Karolus)
 Blasversatz im Bergbau zum Ausfüllen der abgebauten Hohlräume
 Verwendung vollmechanisierter Abraumförderbrücken im Braunkohlentagebau
- 1926 Beginn der Elektronenoptik (H. Busch)
 Erste Fernsehvorführung (J. L. Baird)
- 1927 Überquerung des Atlantiks mit einem Flugzeug (Ch. Lindbergh)
- 1928 Schallaufzeichnung mit Magnetband (F. Pfeumer)
 Versuche mit Raketenfahrzeugen (M. Valier)
 Erste Hochdruckdampflokomotive in Deutschland in Dienst gestellt
 Synthetischer Kautschuk (S. W. Lebedew)
 Erste Farbfernsehversuche (J. L. Baird)
- 1929 Beginn der Halbleiterforschung (A. I. Joffe)
- 1930 Fotosetzmaschine (E. Uher)
 Erster Schweröflflugmotor (H. Junkers)
 Strahltriebwerk „Schmidt-Rohr“ (P. Schmidt)
- 1930–33 Erste sowjetische Flüssigkeitsraketen-Triebwerke OR–1 und OR–2 (F. A. Zander)
- 1931 Raketenversuche in Deutschland (K. Riedel, R. Nebel u. a.)
- 1933 Erste Fernschreib-Ämter in Berlin und Hamburg
 Erste dieselelektrische Schnelltriebwagen in Deutschland
 Fernsehen in den USA zur Betriebsreife entwickelt (V. K. Zworykin)
 Elektronenmikroskopie (M. Knoll, B. v. Borries, E. Ruska u. a.)
 Erster Höhenflug einer mit einem Flüssigkeitsstrahltriebwerk ausgerüsteten Versuchsrakete in der UdSSR
- 1934 Versuche zur Funkmeßortung „Radar“ (R. Watson-Watt)
 Frédéric und Irène Joliot-Curie entdecken die künstliche Radioaktivität
- 1935 Inbetriebnahme des Fernsenders Berlin-Witzleben
 Versuche zur industriellen Anwendung des Stranggußverfahrens in der UdSSR und den USA
- 1936 Farbtonfilm in Deutschland
 Agfacolor-Verfahren für naturfarbige Kleinbildfotografie (Wilmans und Schneider)
 Synthetischer Kautschuk „Buna“ in Deutschland industriell hergestellt
 Hydromechanische Verfahren zur Kohlegewinnung unter Tage in der UdSSR
- 1936/37 Herstellung erster Proben von Polyäthylen in der UdSSR und in England
- 1936–38 Herstellung der synthetischen Fasern Nylon (W. H. Carothers) und Perlon (P. Schlack)
- 1937 Düsenmotor (F. Whittle)
 Entwicklung eines Hubschraubers in Deutschland

- 1937–38 Benzingewinnung durch katalytisches Cracken (E. Houdry)
- 1938 Erste Urankernspaltung (O. Hahn und F. Straßmann)
Unterirdische Vergasung von Kohle in der UdSSR
- 1939 Raketenversuche mit Gleichstrom-Luftstrahl-Triebwerk in der UdSSR (I. A. Merkulow)
Erstes Düsenflugzeug in Deutschland
- 1940 Siliziumorganische Verbindungen „Silikone“ (R. Müller)
Kohlenkombines, „Panzerförderer“, mechanisieren Gewinnung und Förderung vor Ort
Erste Düsenflugzeuge in der UdSSR und England entwickelt
- 1942 Erste Kettenreaktion in einem Kernreaktor (E. Fermi)
Raketenversuche in Deutschland, „Aggregat 4“ (V 2) (W. v. Braun)
- 1943 Elektrofunkungsverfahren zur Metallbearbeitung (B. R. und N. I. Lasarenko)
Erprobung des ersten amerikanischen Düsenflugzeuges
- 1945 Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki durch die USA
Bau des ersten sowjetischen Düsenjägers „Jak-15“
Elektronengesteuerte Großrechenmaschine ENIAC mit 18 000 Röhren in Pennsylvania/USA (H. Mauchly und J. P. Eckert)
- 1946 Erste sowjetische Taktstraßen zur Bearbeitung von Motorblöcken
- 1948 N. Wiener veröffentlicht sein Werk „Kybernetik“
Nutzung des Halbleitereffektes in der Technik
- 1949 Erster Atombombenversuch in der UdSSR
Einführung der Automatisierung und Telemechanik in sowjetischen Wasserkraftwerken
Erste vollautomatische Betriebe und Werke in der UdSSR
Beginn der Entwicklung der Mali-Technologie in der DDR. Weitere Vervollkommnung bis in die Gegenwart (H. Mauersberger)
- 1950 Erste Farbfernsehsendungen in den USA
Feldelektronenmikroskop (E. W. Müller)
- 1952–64 Beginn der Maser- und Laserforschung und erste Anwendung des Laserstrahles in Wissenschaft, Forschung, Technik und Industrie (N. Bassow und A. Prochorow, UdSSR; Ch. H. Townes, USA. Nobelpreis 1964)
- 1952 Roheisengewinnung im Niederschachtofen in der DDR (K. Säuberlich) unter Verwendung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks (G. Bilkenroth und E. Rammler)
Erster Wasserstoffbombenversuch in den USA
Beginn der Fernsehversuchssendungen in der DDR, Aufbau eines UKW- und Fernsehnetzes
- 1953 Erster Wasserstoffbomben-Versuch in der UdSSR
Atomhalbleiterbatterie
Erste Versuche zur technischen Lösung des Luftkissenfahrzeuges in der UdSSR (G. Turkin)
- 1954 Erstes Atomkraftwerk der Welt liefert in der UdSSR Elektroenergie
- 1954–60 Erprobung verschiedener Reaktortypen in der UdSSR und Aufnahme der Serienproduktion für Kernkraftwerke

- 1955–59 In der UdSSR und den sozialistischen Ländern werden die Flugzeuge vom Typ TU–104, IL–18, AN–10, TU–114 u. a. eingesetzt
- 1955 Beginn des Aufbaues einer leistungsfähigen Kunstfaser-Industrie in der DDR
Atomunterseeboot „Nautilus“ (USA)
- 1957 Start des ersten künstlichen Erdsatelliten der Welt in der UdSSR, „Sputnik“; Beginn der planmäßigen Erforschung des Weltraumes
Erstes englisches Luftkissen-Schwebefahrzeug „Hovercraft“ überquert den Ärmelkanal
Entwicklung des Sauerstoffaufblasverfahrens in der UdSSR
Stapellauf des ersten Atomeisbrechers „Lenin“ in der UdSSR
- 1958 Start des ersten amerikanischen künstlichen Erdsatelliten „Explorer 1“
- 1960 Errichtung der ersten Industrieanlage zum Stranggießen von Stahl in der UdSSR
Fortschreitende Mikro-Miniaturisierung der elektronischen Bauelemente
- 1961 Erster bemannter Weltraumflug mit dem Raumschiff „Wostok“ (J. A. Gagarin)
- 1962 Elektronenstrahlmehrkammerofen in der DDR (M. v. Ardenne)
- 1964 „Bionik“ als neuer Wissenschaftszweig entsteht
- 1966 Beginn des Aufbaues von Rechenzentren in der DDR und Nutzung der elektronischen Datenverarbeitung in Wissenschaft, Industrie, Landwirtschaft und Verwaltung
Erstes, mit Hilfe der UdSSR errichtetes Atomkraftwerk der DDR bei Rheinsberg nimmt Betrieb auf

INHALTSVERZEICHNIS

DAS JAHR 2000	5
KRÄFTE AUS DEM UNSICHTBAREN	
Die Größe und Tragik Nobels	7
Dynamit	11
Die geheimnisvollen X-Strahlen	17
Strahlende Stoffe	25
Radioaktivität	27
Ein Entdeckerrausch	31
Die künstliche Radioaktivität	38
Die Kernspaltung	42
Die Kettenreaktion	45
Das Drama des Atoms	48
Im Spiegel der Atomphysik	60
Im Institut „Igor Kurtschatow“	64
Romaschka	72
Der Energiebedarf	74
Strahlenquellen in der Technik	77

„KÜNSTLICHE GEHIRNE“

REVOLUTIONIEREN DIE TECHNIK

Rechenbrett und Zählrahmen	79
Elektronische Rechenautomaten	82
Der Vater der Kybernetik	90
Die Anfänge der Automatisierung	95
Ein Knopfdruck genügt	99
Stadt der Zukunft	104

DER WEG ZU DEN STERNEN

Raketen, Satelliten und Weltraumschiffe	112
Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski	116
Träumer und Konstrukteure	128
Die Bezwinger des Kosmos	136
Zerstörte Illusionen	144
Die ersten im Weltraum	146
Sternenstadt und Weltraumtechnik	158

NEUE FORSCHUNGEN – NEUE TECHNIK

Die Wechselbeziehungen	165
Heinrich Mauersberger	169
Für die Automatisierung geeignet?	175
Porträt in Stahl	182
Metallische Werkstoffe	186
In der Retorte geschaffen	189

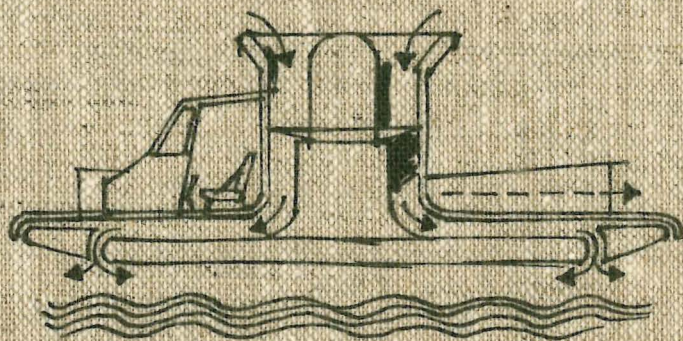
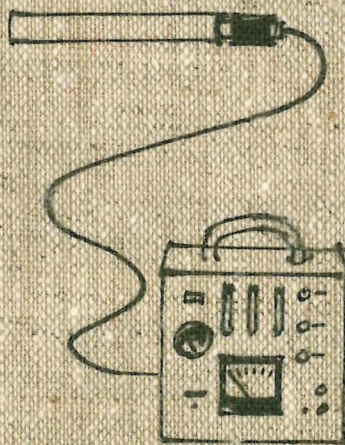
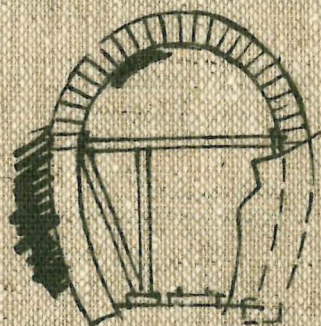
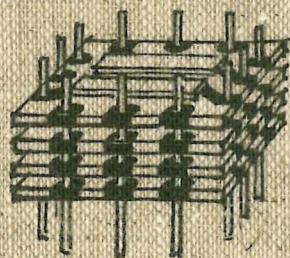
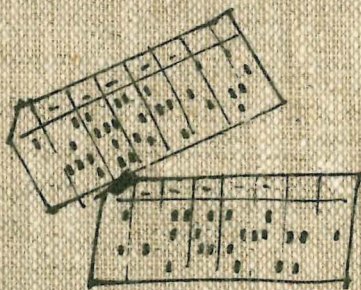
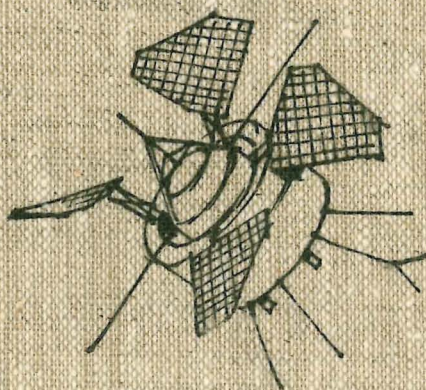
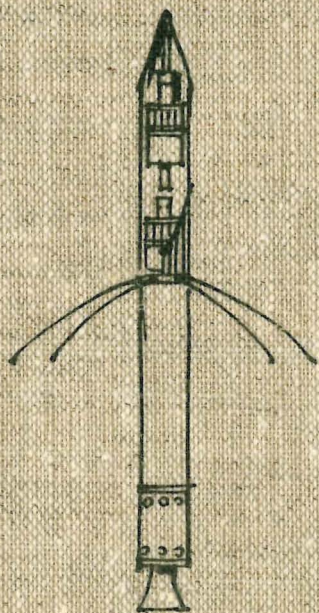
DIE NEUE WELT

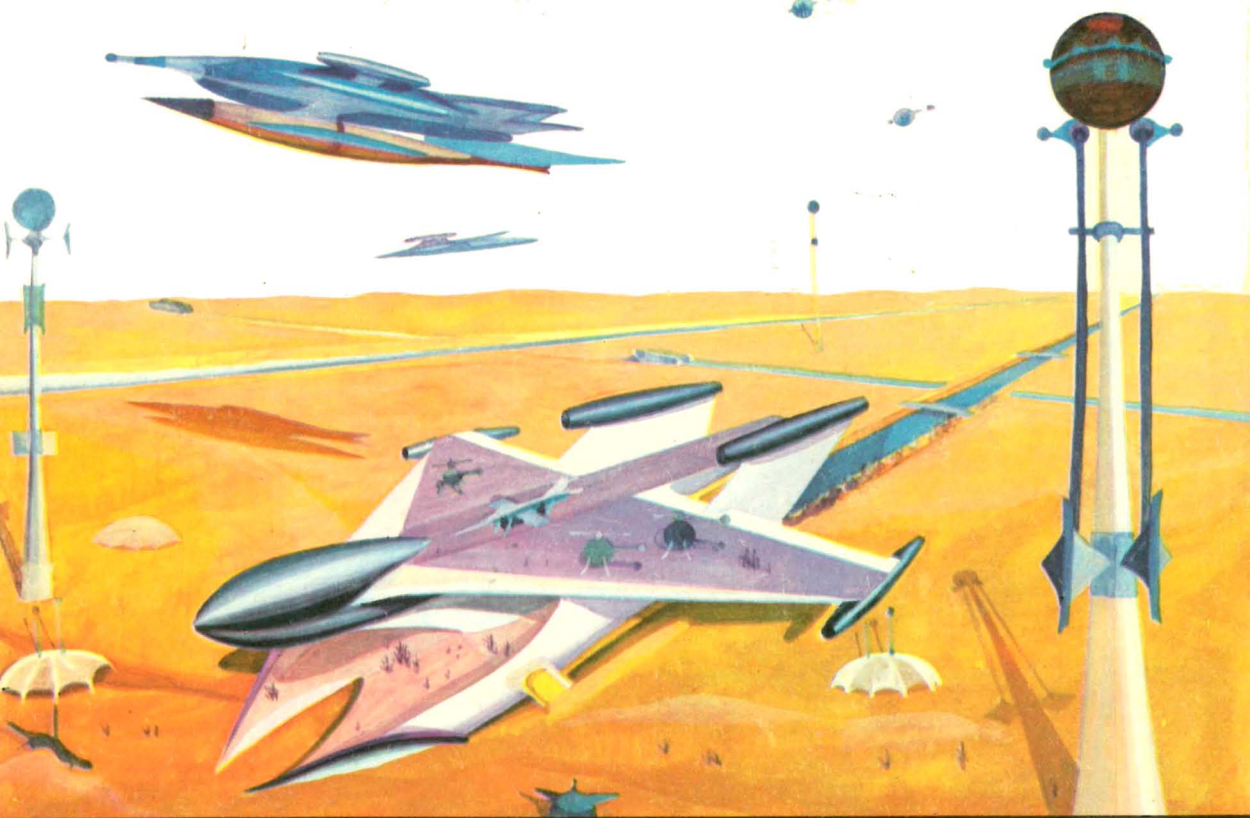
Der Wettlauf zum Jahr 2000	196
Ingenieure korrigieren die Natur	198
Die neue Welt	201
Im Kosmos wie auf Erden	213

ZEIT DER RIESEN

Die neuen Wege	216
Laserstrahlen	228
Das Ziel	231
Personen- und Sachregister	233
Zeittafel zur Geschichte der Technik	245

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN – DDR 1968
Lizenz-Nr. 304-270/318/77-(45)
Gesamtherstellung: Karl-Marx-Werk PöBneck V 15/30 · 4. Auflage
LSV 7820
Für Leser von 13 Jahren an
Bestell-Nr. 628 367 5
DDR 12,80 M





12 FARBTAFELN VON GERHARD PREUSS UND ÜBER 100 ZEICHNUNGEN VON H. K. BOGDANSKI

