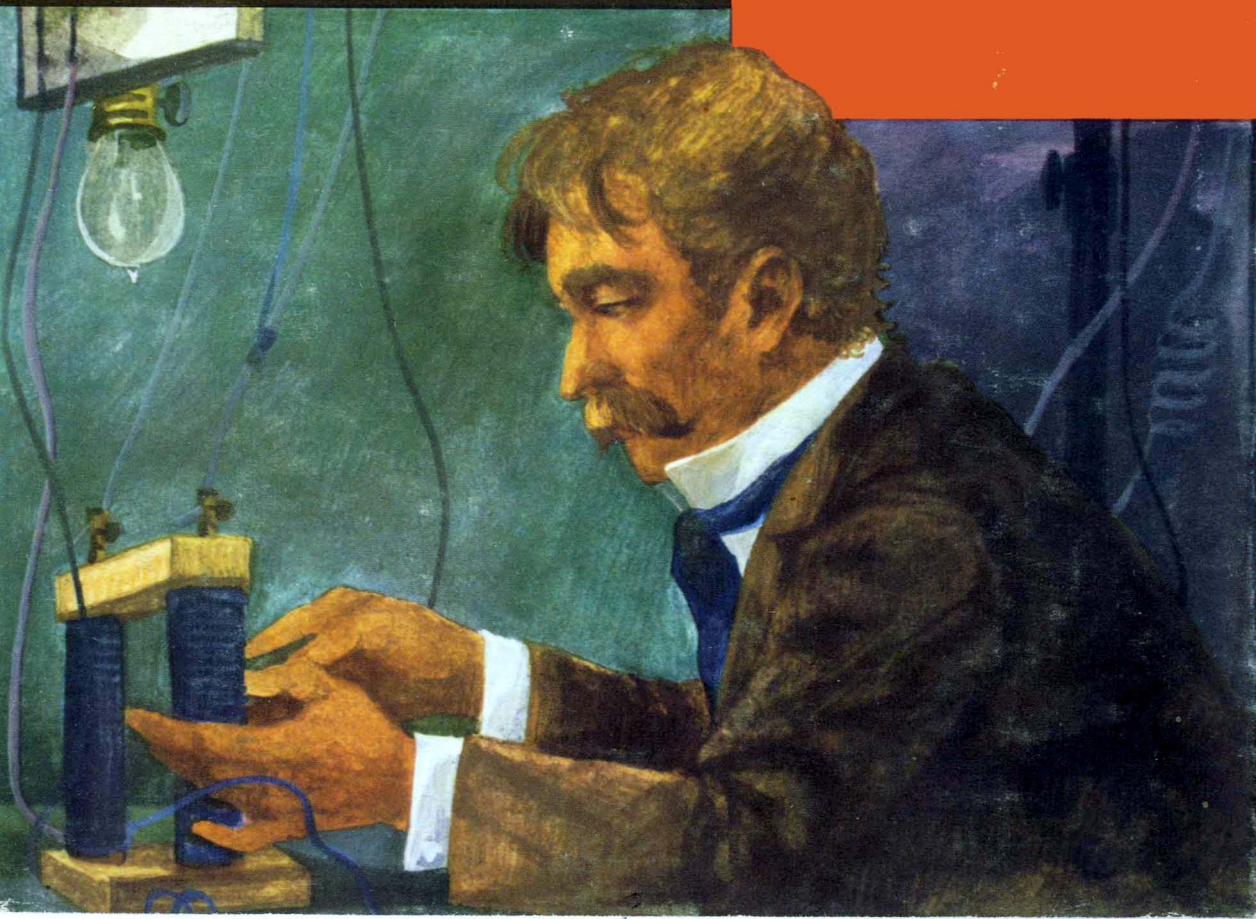
PETER KLEMM

IDEEN ERFINDER UND PATENTE

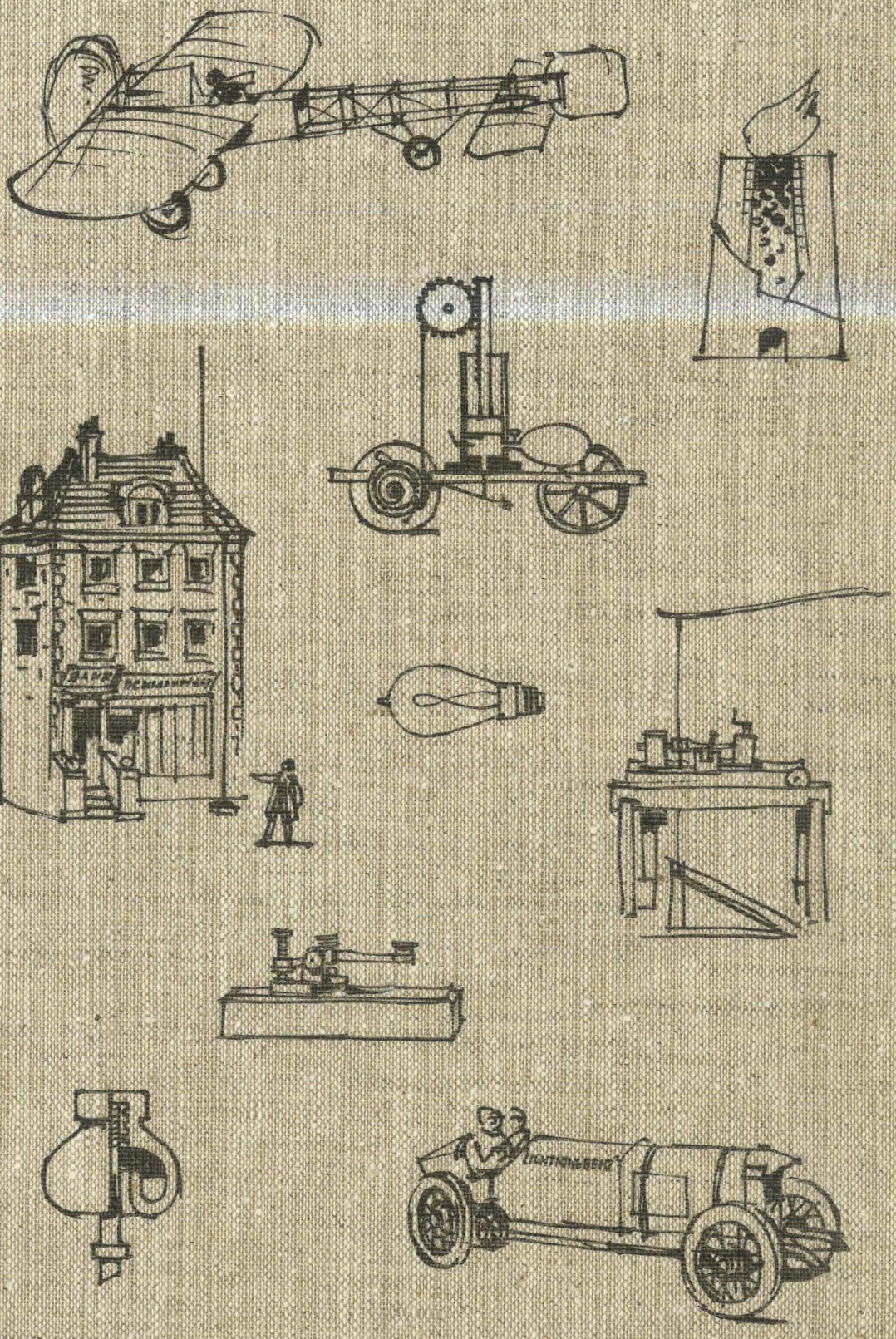
GESCHICHTEN AUS 100000 JAHREN TECHNIK



Die Morsetelegrafen setzten sic
in Amerika schnell durch. E
dauerte nur einige Jahre, bi
entlang der Eisenbahnstrecke
die Telegrafendrähte sich vo
Stadt zu Stadt schwanger
Einer der berühmtesten Tele
grafisten war Thomas Alv
Edison. Er erwarb sich auf die
sem Gebiet der Elektrotechni
so viele Kenntnisse, daß e
selbst zum großen Erfinde
werden konnte.
Die Morsezeichen sich selbst
tätig auf einen Papierstreife
markieren zu lassen war prak
tisch – aber es dauerte zu lang
Mehr als etwa 50 Morsezeiche
in der Minute konnten mit den
vom Hebel des Ankers beweg
ten Schreibstift nicht auf de
Papierstreifen gebracht werden
Die Telegrafisten hatten längs
gelernt, allein aus dem An
schlag des Ankers die Zeiche
nach Gehör aufzunehmen un
sie sofort in geläufiger Buch
stabenschrift aufzuschreiben
Damit konnte eine doppelt
Telegraflergeschwindigkeit er
reicht werden.
Als Edison im Bostoner Tele
grafenbüro eine neue Stellun
annahm, wollten ihm die Tele
grafisten einen Streich spielen
Sie setzten ihn an den New
Yorker Draht. Auf der Gegen
seite saß der beste New-Yorke
Telegrafist; mit ihm hatten si
verabredet, er möge den
„Neuen" tüchtig einheizen. De
New-Yorker tat sein Bestes. E
setzte schon mit einem hohe
Tempo ein und steigerte e
ständig. Aber Edison wa
durchaus nicht aus der Ruhe z
bringen, seine Feder flog nu
so über das Papier. Auch al
dem New-Yorker die Luft aus
zugehen begann, seine mit de
Handtaste gemorsten Signal
sich verwirrten und die Buch
staben ineinanderliefen, bracht
Edison die verstümmelten Sen
dungen richtig zu Papier. Dan
aber drehte er den Spieß un
und telegrafierte nach New
York: „Junger Freund, ver-
suche es doch einmal mit dem
anderen Fuß!" ...
Zum Begründer der drahtlosen
Nachrichtentechnik wurde aber
nicht ein Bastler oder Erfinder,
dem es um die Verwirklichung
einer bestimmten Vorstellung
ging, sondern ein Wissenschaft-
ler, der eine wissenschaftliche
Theorie durch einen prakti-
schen Versuch zu beweisen
trachtete: der Physiker Hein-
rich Hertz.
Es begann mit einem kleinen
Zettel, der an der verschlosse-
nen Tür des Physikalischen In-
stituts zu Karlsruhe hing und
auf dem zu lesen war, daß die
Vorlesungen für vierzehn Tage
ausfallen. Heinrich Hertz, der
an diesem Institut als Hoch-
schullehrer tätig war, experi-
mentierte. Er hatte einen
Generalangriff auf ein wissen-
schaftliches Problem begonnen
– und dabei wollte er nicht ge-
stört werden.
Was war hinter den verschlos-
senen Türen geschehen, was
bedeuteten seine Untersuchun-
gen, und auf welchen theoreti-
schen Voraussetzungen bauten
sie auf?
Das sind nur einige der vielen
Fragen, die der Autor Peter
Klemm in seinem zweiten
Band der Geschichten aus
100 000 Jahren Technik beant-
wortet, der die Entwicklung
des modernen Maschinen- und
Motorenbaues, der Eisen- und
Stahlerzeugung, des Nachrich-
tenwesens, der Chemie und
der Elektrotechnik zum Inhalt
hat. „Ideen, Erfinder und Pa-
tente" ist die unmittelbare
Fortsetzung des ersten Bandes
„Der Weg aus der Wildnis".

DER KINDERBUCHVERLAG
BERLIN

12,80



IDEEN, ERFINDER UND PATENTE

PETER KLEMM

IDEEN ERFINDER UND PATENTE

GESCHICHTEN AUS 100000 JAHREN TECHNIK

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

SCHUTZUMSCHLAG UND FARBTAFELN VON GERHARD PREUSS

EINBAND UND ILLUSTRATIONEN VON HEINZ-KARL BOGDANSKI

DER WEG DES MENSCHEN

der aus der grauen Frühzeit der Geschichte ins Heute führt, begann mit einem aufgelesenen Stein. Er führte auf einen ersten Höhepunkt des Daseins, als der Mensch das Feuer in seine Gewalt bekam. In der beständigen Auseinandersetzung mit der Natur, im Kampf um die Sicherung seines Lebens und die Verbesserung seiner Daseinsweise gewann der Mensch durch Naturbeobachtungen auch die ersten Naturerkenntnisse, die er bei der Jagd, in der handwerklichen Technik und später im Ackerbau immer besser nutzen lernte.

Im ersten Band unserer Geschichten aus 100 000 Jahren Technik – „Der Weg aus der Wildnis" – verfolgten wir einige Abschnitte des abenteuerlichen Weges, auf dem der Mensch durch seine Arbeit zu dem wurde, was er heute ist, und auf dem er alles das schuf, was heute als selbstverständlich erscheint: Häuser und Städte, Maschinen und Fabriken, Eisenbahnen und Schiffe, Ackerbau und Landtechnik. Wir erlebten mit, wie die Jäger der Altsteinzeit ihre Mammutfallen bauten; wir erfuhren, wie die ersten handwerklichen Techniken entstanden und wie entdeckt wurde, daß die Erde nach dem Willen des Menschen Früchte hervorbringen kann. Wir sahen, wie sich in den großen Sklavenhalterstaaten der Antike die Technik entfalten konnte, wem sie nützte und wer sie mit den Muskeln seiner Arme und Beine in Bewegung halten mußte.

Wir hörten davon, wie im Orient Wissenschaft und Technik aufblühten, als sich über Europa die Schatten des Mittelalters gelegt hatten, und wie mit dem Erstarken des Bürgertums, mit Renaissance und Humanismus auch im europäischen Bereich Wissenschaft und Technik wieder lebensnah wurden. Wir lernten die Kunstmeister aus dem Bergbau kennen, zogen mit fahrenden „Mühlenärzten" über das Land und begriffen in den Manufakturen, daß technische Fortschritte und Erfindungen immer dann

gemacht werden, wenn die Entwicklungen in der Produktion und in der Form des gesellschaftlichen Zusammenlebens der Menschen sie erfordern. Wir erfuhren auch, daß technische Erfindungen niemals das Werk eines einzelnen sind. In ihnen drückt sich immer das Wissen, die Arbeitserfahrung und die technische Fähigkeit des ganzen Volkes aus. Wie recht hatte James Watt, als er bekannte, daß er auf den Schultern vieler Erfinder gestanden habe. Aber ebensosehr, wie er die Erfahrungen seiner unmittelbaren Vorläufer nutzte, war er auch angewiesen auf alle handwerklichen Künste der besten und erfahrensten Zimmerleute, Schmiede, Eisengießer und Schlosser seiner Zeit.

Mit Watts Dampfmaschine und den neuen Textilmaschinen begann das Zeitalter der industriellen Revolution, der kapitalistischen Fabriken, in denen innerhalb eines Jahres soviel produziert wurde wie vorher in den Handwerkerstuben und Manufakturen im Verlaufe von fünfzig Jahren. Bis zu dieser großen Umwälzung, während der die Handarbeit durch die Maschinenarbeit abgelöst wurde und in deren Verlauf auch unser Land sein industrielles Gepräge erhielt, haben wir die Entwicklung im ersten Band kennengelernt. Die Folgen dieser Periode bestimmen zu einem Teil auch noch die Technik, die Wissenschaft, das gesellschaftliche und politische Leben unserer Tage.

Zugleich aber haben sich durch die gewaltigen wissenschaftlich-technischen Fortschritte, die in der Gegenwart errungen wurden, ganz neue und früher ungeahnte Perspektiven eröffnet. Die Epoche der Automatisierung der Produktion, der Atomenergie, der Weltraumtechnik, der Kunststoffe und der künstlichen Gehirne hat begonnen. Wir erleben eine Epoche der größten Umwälzungen in der Technik und in der Gesellschaft. Und wir haben das Glück, an diesen revolutionären Umwälzungen unmittelbar beteiligt zu sein, denn wir erleben sie nicht nur, wir vollziehen sie mit.

DIE VÄTER DES MODERNEN MASCHINENBAUS

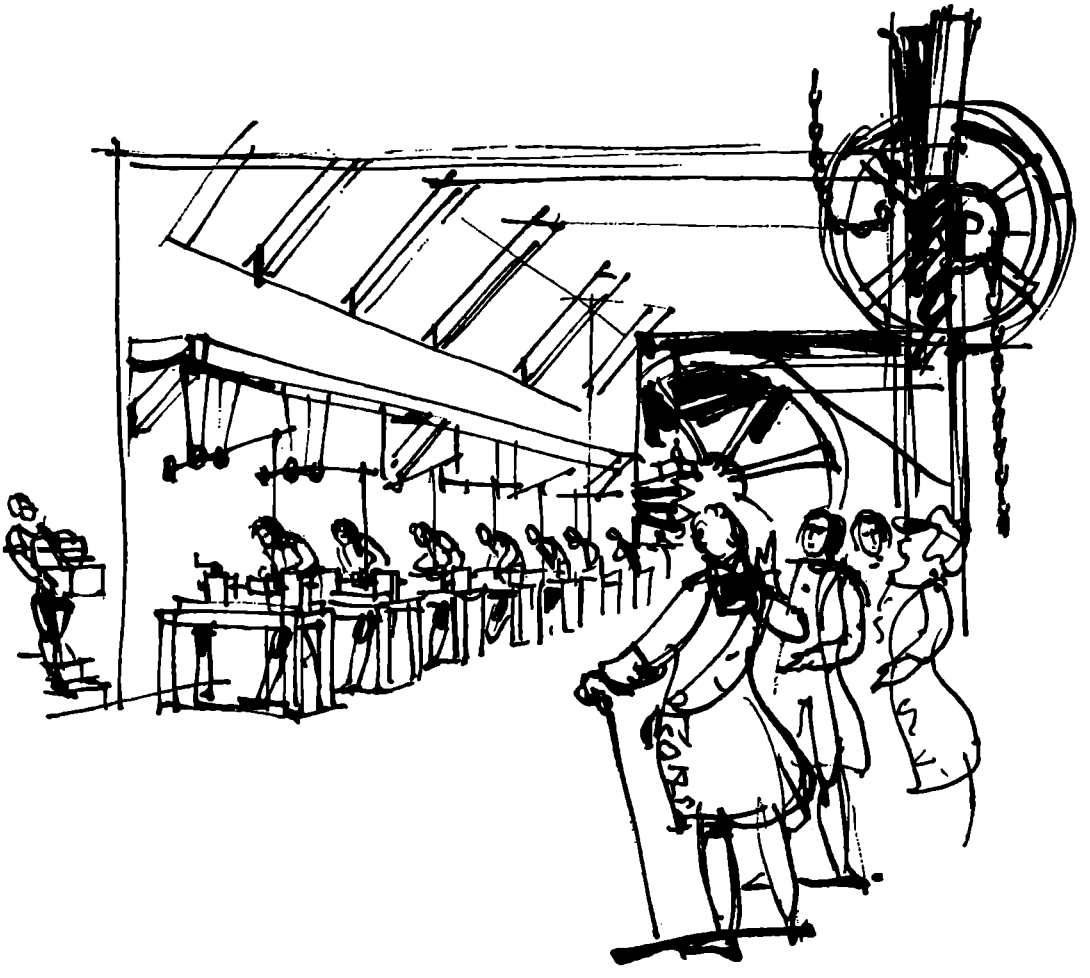
Die Bahnbrecher — Henry Maudslay — Wiege der modernen Industrie — Schule des Maschinenbaus

Die Bahnbrecher

auf dem Gebiet des modernen Maschinenbaus müssen wir zunächst wieder in England suchen. Wir begegnen ihnen zu Beginn des 19. Jahrhunderts, zu einer Zeit also, in der die ersten Dampfmaschinen mit tosendem Lärm den Beginn eines neuen Abschnitts der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung ankündigten. Damals gab es allerdings noch keine Maschinenbauer, wie wir sie kennen, es gab auch alle die Maschinen noch nicht, die heute selbstverständlich und notwendig sind, um mit ihnen die Tausende Einzelteile für eine neue Maschine herzustellen oder zu bearbeiten.

Die damals neuen Textilmaschinen — die mechanischen Webstühle und Spinnmaschinen — bestanden im wesentlichen aus Holz. Die Mechaniker, die sie in ihren Werkstätten bauten, waren zumeist gelernte Zimmerer, Tischler oder Drechsler. Auch die Dampfmaschinenbauer der Firma Boulton & Watt waren noch keine Maschinenbauer in unserem Sinne, aber sie brachten immerhin einige Grundvoraussetzungen mit, welche sie für diesen neuentstandenen Beruf besonders geeignet machten: Sie waren an höchste Präzision in der Metallbearbeitung gewöhnt und konnten nach Zeichnung arbeiten.

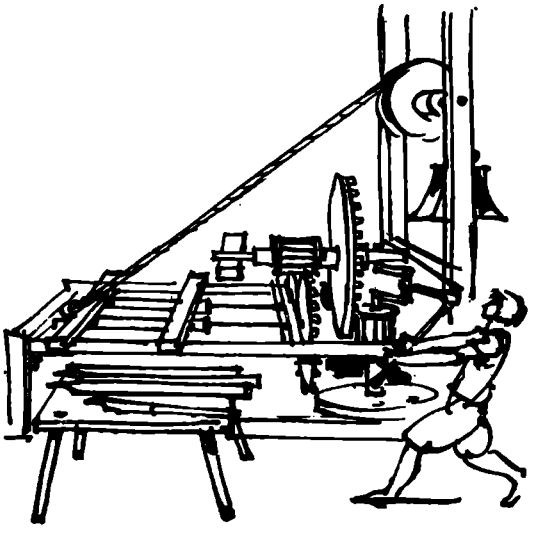
Matthew Boulton war schon ein bedeutender Fabrikant, als James Watt noch der unbekannte Universitätsmechaniker in Glasgow war. Er stellte Metall- und Eisenkurzwaren her, kunstgewerbliche Erzeugnisse aus Blattgold und Goldbronze, silberne Tafelgeschirre und Schnallen für Schuhe und Kniehosen. Da seinerzeit Frankreich in diesen modischen Erzeugnissen als tonangebend galt, schickte Boulton einen Teil seiner Erzeugnisse nach Frankreich, um sie dann als „französisches Erzeugnis" wieder nach England einzuführen und entsprechend teurer zu verkaufen. Boulton war ein raffinierter Geschäftsmann, aber auch ein ebenso ge-



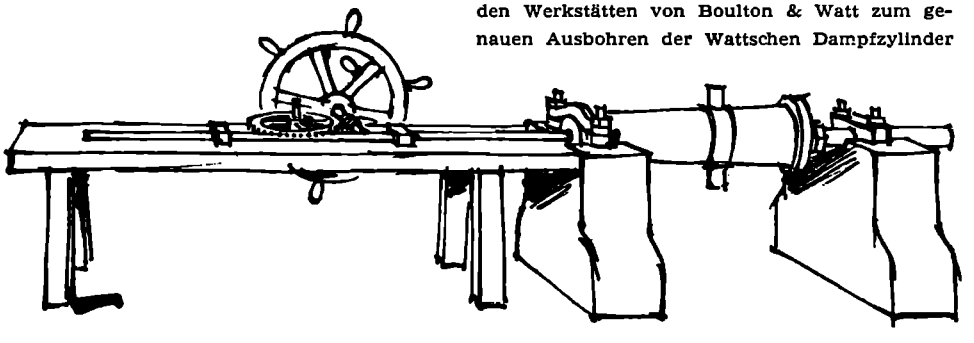
schickter Fabrikant. Er baute eine Serienproduktion billiger Uhren auf, kümmerte sich um die Verbesserung der Münz- und Prägetechnik und schuf neuartige Maschinen für staatliche Münzstätten in aller Welt. Bereits 1775 — in der Zeit der kleinen Manufakturbetriebe also — beschäftigte Boulton in seinem Großbetrieb über 800 Arbeiter. Wer aus dem Ausland nach England kam, wollte seine Fabrik sehen. Fürsten und Diplomaten, Künstler und Kaufleute fuhren nach Soho, in der Nähe von Birmingham, um Boulton zu besuchen.

Für James Watt war es sicherlich ein Glück, daß er mit Boulton zusammentraf. Denn hier fand er die geschickten Arbeiter, die er für seine Maschine brauchte, und in Boulton selbst einen Unternehmer, dem kein Geschäft zu kühn war, wenn es nur Erfolg versprach. Watt hingegen wollte mit Geschäften am liebsten nichts zu tun haben.

Boulton war aber auch noch aus einem anderen Grund an Watts Dampfmaschine interessiert. Er mußte nämlich zu seinem eigenen Leidwesen erfahren, daß eine Fabrik, die nur auf Wasserkraft angewiesen war, sehr behindert blieb. Zwei große Wasserräder trieben die Maschinen seiner Werkstätten an. Aber bei niedrigem Wasserstand und erst recht bei großer Trockenheit waren sie nur eine höchst unzureichende Antriebskraft. Als Boulton mit James Watt zusammenkam, nahm er deshalb mit Eifer dessen Gedanken und Vorschläge auf. Zunächst kamen nur einige Einzelteile für die Dampfmaschine aus der Fabrik von Boulton: Ventile, Kolbenstangen, Stopfbuchsen. Aber das waren schon Spezialitäten, deren Anfertigung höchstes Können erforderte.
Die Dampfzylinder wurden von dem damals berühmten Eisengießer John Wilkinson hergestellt, der es verstand, auf einem eigens für diesen



Mit einem solchen „Bohrwerk" konnten um 1600 zwar schon zwei Gewehrläufe in einem Arbeitsgang ausgebohrt werden, aber auf den Millimeter kam es dabei nicht so an



John Wilkinsons Bohrmaschine diente seit 1775 in den Werkstätten von Boulton & Watt zum genauen Ausbohren der Wattschen Dampfzylinder

Zweck konstruierten Bohrwerk die Zylinder bis auf $^1/_4$ Zoll genau auszubohren. Die größten und genauesten Bohrungen, die es bis dahin auszuführen galt, waren die von Kanonenrohren und Gewehrläufen. Das heißt, die Innenfläche des gegossenen Kanonenrohres wurde geglättet, wobei es auf kleine Unregelmäßigkeiten nicht ankam, wenn nur die Geschosse glatt hindurchgingen.

Watt brauchte für seine Dampfzylinder jedoch eine größere Genauigkeit. Zwischen Kolben und Zylinderwandung sollte nur ein möglichst geringer und gleichmäßig großer Spielraum sein. Wilkinson konstruierte für diese Arbeit ein neuartiges Ausbohrdrehwerk, dessen Hauptteil eine durch den fest eingespannten Zylinder gehende Führungsstange für das Bohrwerkzeug war. Jetzt konnte der Stahl nicht mehr abweichen und dadurch an der einen Stelle der Zylinderwandung mehr als an der anderen wegnehmen. So wurde der erste achtzehnzöllige Dampfzylinder zu Watts völliger Zufriedenheit ausgebohrt. Wilkinsons Bohrwerk war also die erste Werkzeugmaschine zur Metallbearbeitung.

In der Herstellung der Einzelteile aber bewährten sich die Metallarbeiter der Fabrik von Boulton in Soho. Dabei hatten sie keine anderen mechanischen Hilfen als eine primitive Maschine, die wie eine Drechselbank funktionierte; der den Span abhebende Drehstahl wurde mittels einer Vorlage mit der Hand gegen das sich drehende Werkstück gedrückt. Dieses Drehen von Hand war eine ebenso große Kunst wie das Ausbohren der langen Dampfzylinder.

Die Drehbank bestand aus einem bankartigen Gestell, auf dem sich zwei gegenüberliegende kegelförmige Spitzen befanden. Eine dieser Spitzen war beweglich und konnte verschoben werden, so daß das Werkstück zwischen den Spitzen eingespannt werden konnte. Um das Werkstück herum wurde ein Strick geschlungen, dessen oberes Ende mit einer federnden Stange an der Decke und dessen unteres Ende mit einem Fußtritt verbunden war. Beim Niederdrücken des Fußtritts wurde das Werkstück in Umdrehung versetzt. War der Fußtritt ganz heruntergetreten, zog ihn die federnde Stange an der Decke wieder hoch. Mit dem Drehmeißel wurde nun statt Holz Metall bearbeitet. Das, was der Drechsler bei der Holzbearbeitung ohne besonderen Kraftaufwand zuwege brachte – unter dem mit der Hand geführten Stahl Holzspäne vom sich drehenden Werkstück hervorschießen zu lassen und kunstvolle Stuhlbeine zu drechseln –, das kostete den Metallarbeiter viel körperliche Kraft. Die Drehgeschwindigkeit war unregelmäßig, und da auch der Druck des Drehmeißels und die Führung nicht immer gleich stark und sicher waren, wurden die überdrehten Flächen der Wellen und Bolzen meist sehr ungleichmäßig.

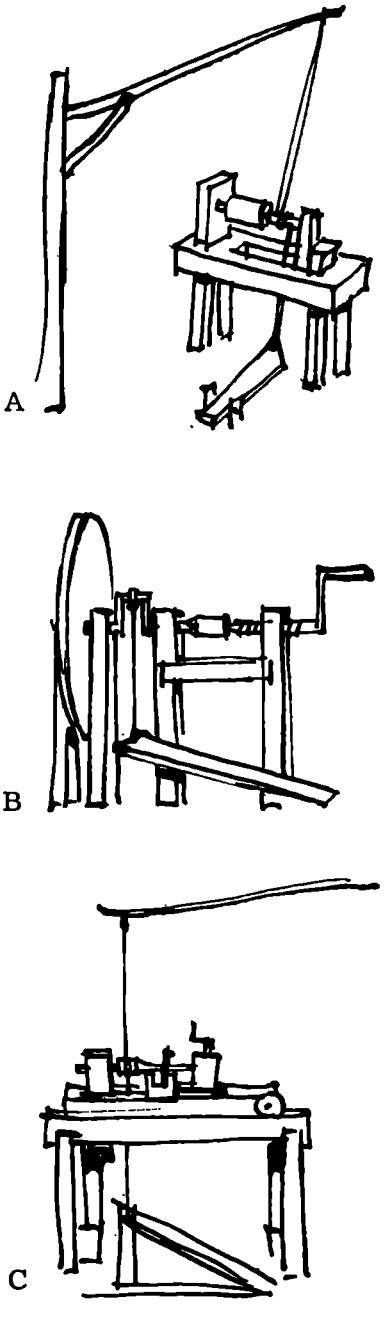
Wie groß die Leistungen dieser Dreher waren, kann man heute kaum noch ermessen. Viele der Facharbeiter von heute, die es gewohnt sind, mit komplizierten Maschinen und Werkzeugen umzugehen, würden unter solch primitiven Arbeitsbedingungen sicherlich nichts Rechtes zustande bringen.

Von der Arbeitsfertigkeit dieser ersten Maschinenbauer wird für gewöhnlich kein besonderes Aufhebens gemacht; zumeist werden sie nicht einmal erwähnt, obwohl es doch in allererster Linie von ihnen abhing, in Eisen und Stahl zur Gestalt werden zu lassen, was Erfinder – wie James Watt – zu Papier gebracht hatten. Es ist daher auch kein Wunder, daß aus den Reihen dieser geschickten Maschinenbauer im anbrechenden Zeitalter der Dampfmaschine und der industriellen Fabrikation einige der Männer hervorgingen, die selbst zu Ingenieuren und Erfindern wurden: Sie schufen sich die Werkzeugmaschinen, die zum Bau anderer Maschinen notwendig waren.

Da wäre als erster dieser hervorragende Maschinenbauer

Henry Maudslay

zu nennen. Bereits als Zwölfjähriger mußte er mit zur Arbeit gehen, in die staatlichen Kanonenwerkstätten, in denen auch sein Vater als Zimmermann arbeitete. Zwei Jahre lang half er, Pulver in die Geschosse zu füllen. Dann wurde er in die Werkstatt zu seinem Vater gesteckt. Aber lieber als mit Hobel und Säge wollte er mit Schmiede-

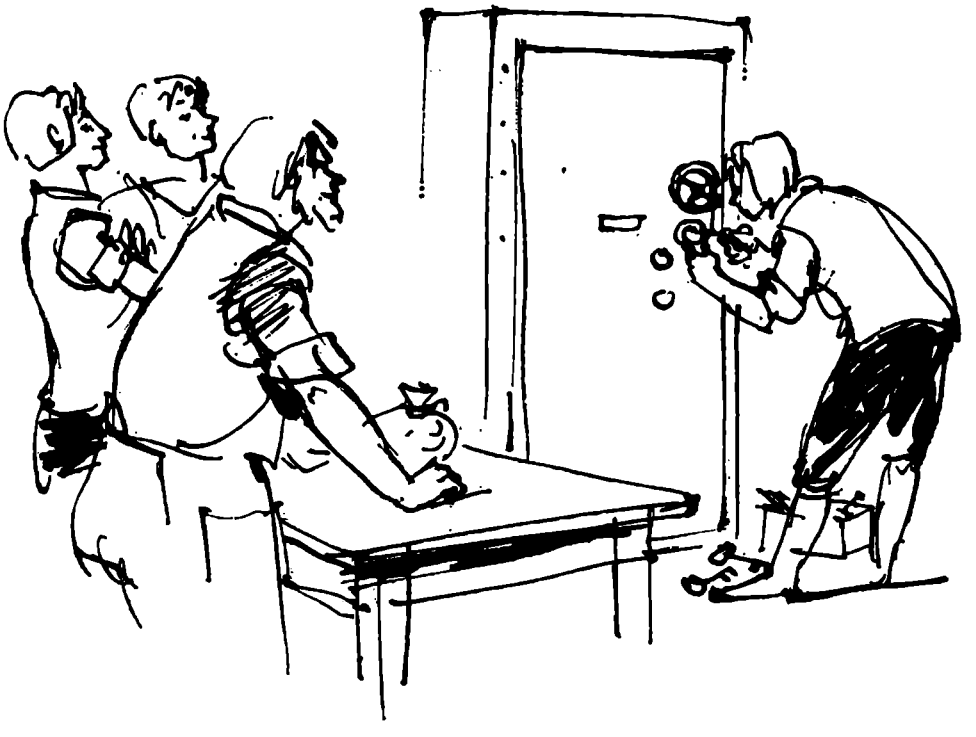


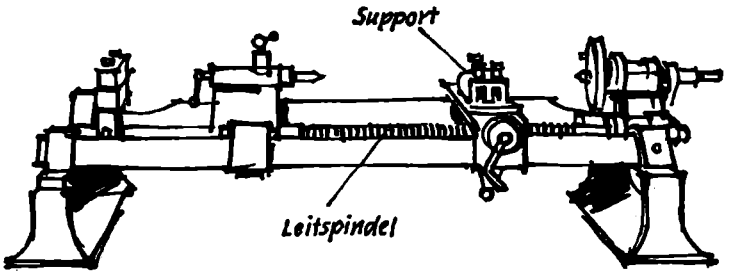
A Drechselbank mit Wippe und Fußantrieb um 1400
B Drehbank um 1500
C Drehbank um 1700

hammer und Feile arbeiten. Er wurde Schmied; sehr bald sogar ein solcher Meister in der Kunst des Schmiedens, daß sich seine Geschicklichkeit in den Londoner Werkstätten herumsprach. Es hieß, er sei einer von denen, die sogar einen Floh beschlagen könnten!

Henry Maudslay ging in die Werkstatt eines anderen tüchtigen Mannes, Joseph Bramah, der Kindheit und erste Jugend auf dem Acker verbracht hatte, bis ein Unfall dieser Arbeit ein Ende setzte und er zu einem Tischler in die Lehre ging. Später sattelte Bramah jedoch vom Holz aufs Metall um. Was er am Holz an Arbeitsgenauigkeit gelernt hatte, verwandte er nun aufs Eisen.

Er erfand das erste äußerst kompliziert gebaute Sicherheitsschloß, das 80 Jahre lang das beste Schloß blieb. Die 200 Pfund, die Bramah demjenigen geben wollte, dem es gelänge, sein Patentschloß zu öffnen, brauchte er nie auszuzahlen. Erst 1851 — fast 60 Jahre nach der Erfindung — vermochte nach fünfzigstündiger Arbeit ein Amerikaner das Schloß zu öffnen. Um aber diese Patent-Sicherheitsschlösser mit ihren vielen und höchst verwickelten Einzelteilen präzise und trotzdem in einer so großen Anzahl herzustellen, daß man sie serienmäßig montieren konnte, brauchte man maschinelle Hilfsmittel. Dafür war Henry Maudslay der geeignete Mann. Auch als sich Bramah mit der Konstruktion einer hydraulischen Presse — einer Wassersäulenmaschine — be-

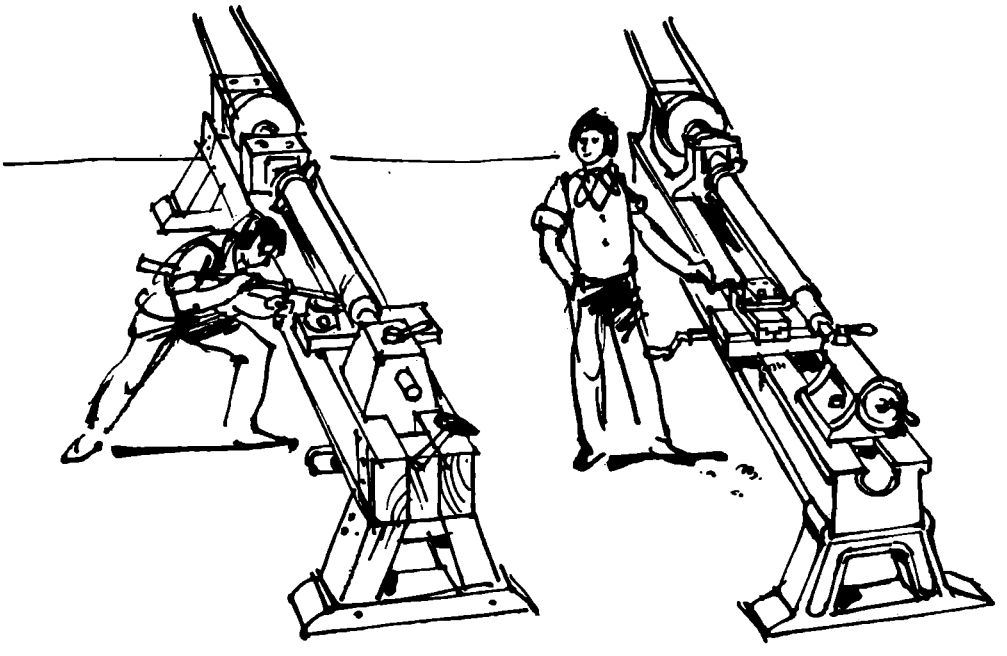




Maudslays erste Leitspindeldrehbank, die Stamm-Mutter der in aller Welt benutzten „englischen Drehbank"

faßte, bei der er den Wasserdruck auf eine Presse einwirken ließ, oder als er eine Holzhobelmaschine konstruierte, immer steuerte auch Henry Maudslay seine Erfahrungen und seine Geschicklichkeit bei.
Maudslay war einer der exaktesten Maschinenbauer; er war auch exakt im Denken. Um die Arbeitsgenauigkeit zu erhöhen und die Arbeit produktiver zu machen, nahm er sich — zunächst gemeinsam mit Bramah — der Drehbank an. Wie gesagt, diese Drehbank war aus der Drechslerwerkstatt in die Metallwerkstätten gekommen, und wir wissen, wie schwer es war, auf ihr eine gute Arbeit zu leisten. Maudslay und Bramah konstruierten einen Werkzeugschlitten, der auf dem Drehbankbett mit Hilfe einer sich drehenden Schraubenspindel gleichmäßig vorwärts geführt wurde und in dem der Drehmeißel fest eingespannt war.
1797 hatte Maudslay seine erste Leitspindeldrehbank mit mechanischem Antrieb und fester Führung des Drehstahls im „Support" oder Werkzeugschlitten fertig. Diese jahrzehntelang als „englische Drehbank" in aller Welt benutzte Maschine wurde zur Universalwerkzeugmaschine in der Metallbearbeitung. Mit dem mechanisch geführten Drehmeißel, dem durch Schraubenübertragung hervorgerufenen gleichbleibend und genau erfolgenden Vorschub des Werkzeuges am sich drehenden Werkstück und mit dem Antrieb der Drehbank durch die über Transmissionen übertragene Kraft der Dampfmaschine waren eine Arbeitsgenauigkeit und eine Schnittgeschwindigkeit möglich geworden, wie sie zuvor nicht die geschicktesten unter den besten Metallhandwerkern erreichen konnten. Maudslays Maschine, die er noch mit handwerksmäßigen Mitteln angefertigt hatte, wurde nun zur Stamm-Mutter einer ganzen Familie von Werkzeugmaschinen, mit denen Stück um Stück die Arbeitsgeschicklichkeit der besten Metallarbeiter auf Maschinen übertragen wurde.

> „So einfach und unbedeutend wie dieses Zubehör zur Drehbank erscheinen mag, glauben wir doch nicht zuviel zu behaupten, wenn wir feststellen, daß sein Einfluß auf die Verbesserung



In einem zeitgenössischen Katalog wird die leichtere Arbeit an der Leitspindeldrehbank der schweren Arbeit an der Drehbank alter Art gegenübergestellt

> und Ausbreitung des Gebrauchs der Maschinerie ebenso groß gewesen ist wie der, den Watts Verbesserungen der Dampfmaschine selbst hervorgerufen haben. Seine Einführung hatte sofort eine Verbesserung und Verbilligung aller Maschinerie zur Folge und trieb zu späteren Erfindungen und Verbesserungen",

schrieb damals die englische Zeitung „The Industry of Nations" über Maudslays Leitspindeldrehbank.
Maudslays Werkstatt — er hatte sich inzwischen selbständig gemacht — wurde zu einer ebenso berühmten

Wiege der modernen Industrie

wie die Dampfmaschinenfabrik von Boulton & Watt. Wer es als Maschinenbauer zu etwas bringen wollte, versuchte zu Maudslay zu kommen. So auch James Nasmyth aus Schottland, ein junger Mann, dessen Vater als Porträtmaler ein leidliches Auskommen hatte und der es ihm sogar ermöglichen konnte, einige Jahre in Edinburgh zu studieren.

Maudslay wollte zunächst gar nichts von Nasmyth wissen. So gern er Lehrlinge einstellte, die von ihm abhängig waren und aus denen er Fachleute für seine Maschinenfabrik machen konnte, so ungern nahm er die finanziell nicht auf ihn angewiesenen Söhne wohlhabender Leute als Praktikanten an. Sie wollten ernstlich ja doch nichts lernen, waren eingebildet und faul. Als Maudslay sich jedoch mit Nasmyth befaßte, seine Zeichnungen sah und davon hörte, daß Nasmyth schon einen Dampfwagen gebaut hatte, nahm er ihn doch auf. Er sollte sich ausnahmsweise nicht enttäuscht sehen. Nasmyth wurde ein bedeutender Konstrukteur und der Erfinder des Dampfhammers. Ihm verdanken wir eine autobiographische Schilderung, die uns auch Henry Maudslay als Ingenieur und wissenschaftlich denkenden Techniker näherbringt:

> „Einer von Maudslays Lieblingsgrundsätzen war: ‚Gewinne erst einmal eine klare Vorstellung von dem, was du bewerkstelligen möchtest, dann wird es dir aller Wahrscheinlichkeit nach auch gelingen, es auszuführen.' Ein anderer Grundsatz war: ‚Wache streng über deine Werkstoffe; mache dich los von jedem Pfund Werkstoff, das du nicht unbedingt brauchst; stelle dir selbst die Frage: Welche Aufgabe hat der Werkstoff zu erfüllen? Vermeide das unnütz Komplizierte und mache alles so einfach wie nur möglich!' "

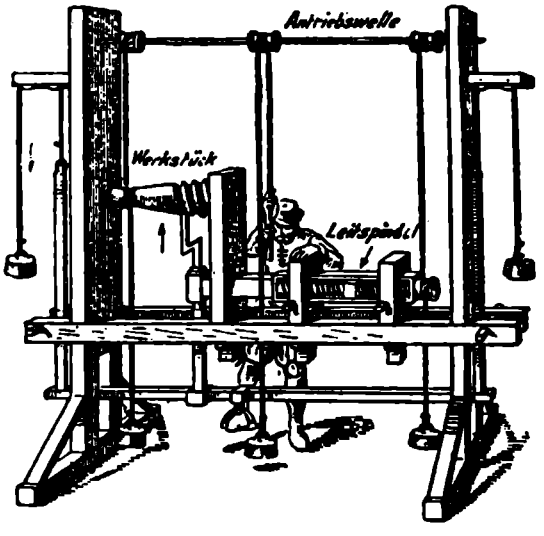
Maudslays Maschinen waren vollständig aus Eisen; er gab den Teilen und Übergängen auch bereits die Abrundungen, die für die eisernen Maschinen typisch sind — im Gegensatz zu den Maschinen, die aus Holz gefertigt waren, bei denen die Holzbalkenkonstruktion ohne scharfe Ecken und Kanten nicht auskam. Maudslay vermied bei seinen guß- und schmiedeeisernen Teilen Kanten und Ecken. Er wußte, welche Formen der Werkstoff verlangte. Auch seine Metallarbeiter erzog er zu diesem Form- und Materialgefühl. So hielt er ihnen zum Beispiel ihre eigene Hand vor Augen und wies sie darauf hin, wie die Natur die Finger mit dem Handteller durch Rundungen verbunden hatte und wie auch am Körper alles abgerundet und in Kurven ineinander übergeht.

> „Überragende Geschicklichkeit oder hohes technisches Können waren bei ihm im weiten Maße Wissenschaft. Jedes Werkstück wurde nach unerschütterlichen wissenschaftlichen Grundsätzen betrachtet, die im Hinblick auf den Gebrauch und die Behandlung der Werkstoffe angewandt wurden. Das war es, was seinem Umgang mit Werkzeugen und Werkstoffen so viel Reiz und Genuß verlieh. Er liebte diese Art der Arbeit weit mehr um ihrer selbst willen als wegen ihrer materiellen Erträgnisse."

Maudslay baute nicht nur Werkzeugmaschinen, die zur Massenherstellung bestimmter Einzelteile gebraucht wurden, er baute später auch Dampfmaschinen für Fabriken und Schiffe. Bei dieser Arbeit kam er dazu, die Schraubenfabrikation zu verbessern. Schrauben wurden damals noch in Handarbeit hergestellt — mit Feile und Meißel. Jede Schraube war also eine Einzelanfertigung. Die zu der betreffenden Schraube gehörige Mutter paßte deshalb auch nur auf diese eine Schraube. Alle übrigen Schrauben hatten andere Gewindeformen, andere Steigungen, andere Durchmesser. Keine Schraube glich der anderen. Da die Herstellung langwierig war, benutzte man Schrauben nur, wenn es gar nicht anders ging. Zumeist behalf man sich mit Keilen, wie man sie vom Holzbau her kannte. Dabei wäre mit Schrauben die Montage der Maschinen viel einfacher gewesen.

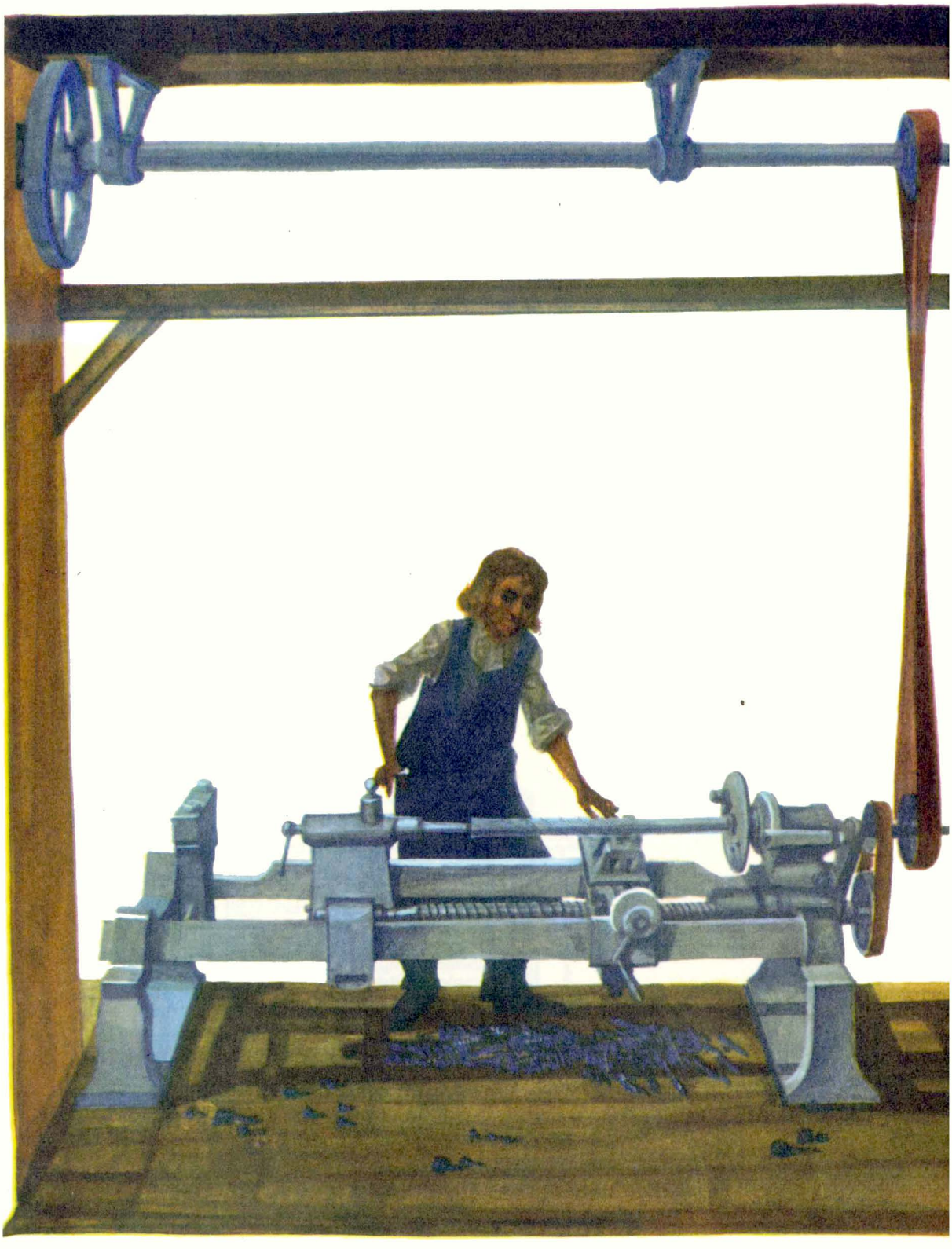
Nasmyth beschrieb, wie sehr sich Maudslay dafür interessierte, ein System in diese Unordnung der Schraubengrößen zu bringen:

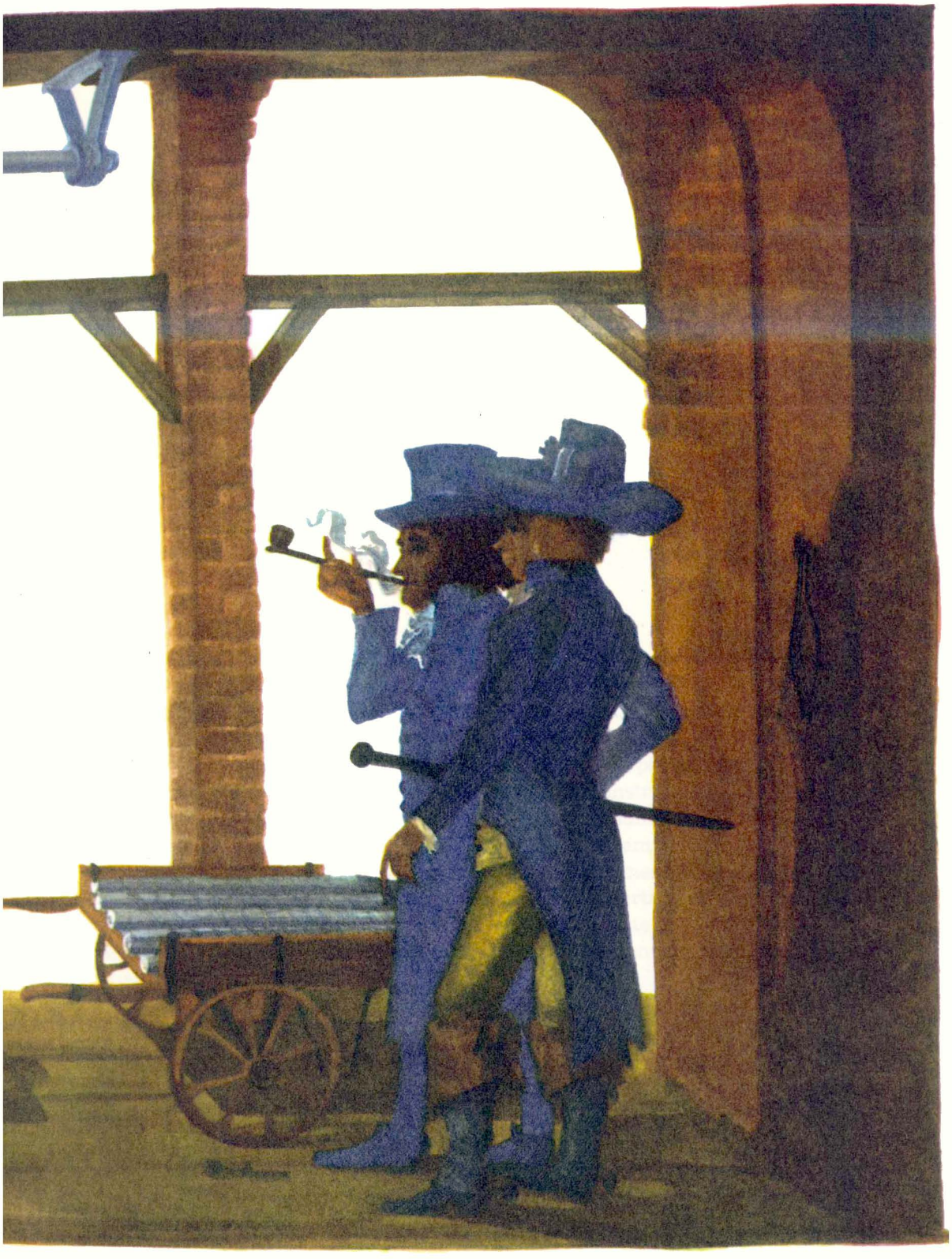
> „Nur jene, die in diesen verhältnismäßig frühen Tagen des Maschinenbaues lebten, können sich einen hinreichenden Begriff von dem Verdruß, der Verzögerung und den Kosten machen, den dieser vollkommene Mangel an System mit sich brachte. Nur jene können auch die umfassenden Dienste würdigen, die der mechanischen Technik von Herrn Maudslay erwiesen wurden, welcher als erster die praktischen Maßverhältnisse ein-

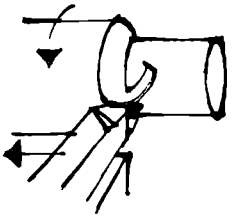


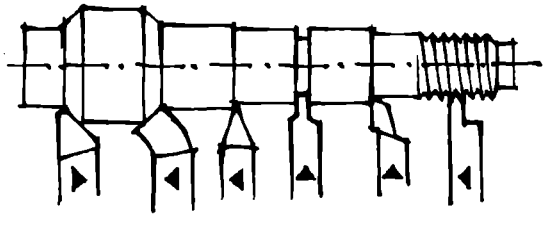
Mittelalterliche Drehbank zum Gewindeschneiden. Der Antrieb erfolgte durch die geschickte Anordnung der verschiedenen Gewichte

In den Werkstätten von Henry Maudslay wurden mit vielbestaunter Präzision Maschinenteile auf Maschinen hergestellt. Durch den Support wurde aus der Drehbank die Drehmaschine – eine Werkzeugmaschine, die eine Serienproduktion einander gleicher Einzelteile möglich machte. Karl Marx unterstrich die revolutionierende Bedeutung dieser Erfindung mit den Worten: „Diese mechanische Vorrichtung ersetzt nicht irgendein besonderes Werkzeug, sondern die menschliche Hand selbst ... So gelang es, die geometrischen Formen der einzelnen Maschinenteile mit einem Grad von Leichtigkeit, Genauigkeit und Raschheit zu produzieren, den keine gehäufte Erfahrung der Hand des geschicktesten Arbeiters verleihen konnte."









führte, die sich als nötig erwiesen, um Abhilfe von den Schwierigkeiten zu schaffen. In seinem System der Schraubenschneidemaschinen und in seinen Gewindebohrern und Prägestöcken sowie Schraubengeräten im allgemeinen gab er in der Tat ein Beispiel und die Grundlage für alles, was seitdem in diesem wesentlichen Zweig des Maschinenbaues geschaffen worden ist.

Jene, die das große Glück hatten, unter ihm zu arbeiten, und die den Nutzen seiner Praktik erfahren haben, sind ihm mit Eifer und Geschick gefolgt."

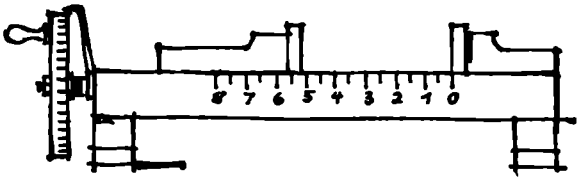
Ein anderer Schüler Maudslays, Joseph Whitworth, brachte als erster eine grundsätzliche Regelung in die verschiedenen Schraubenformen; er typisierte sie und machte mit seinem Gewindesystem auch seinen Namen unsterblich.

Die Oxford-Street in London, in der Maudslay seine Maschinenfabrik hatte, wurde zu einer

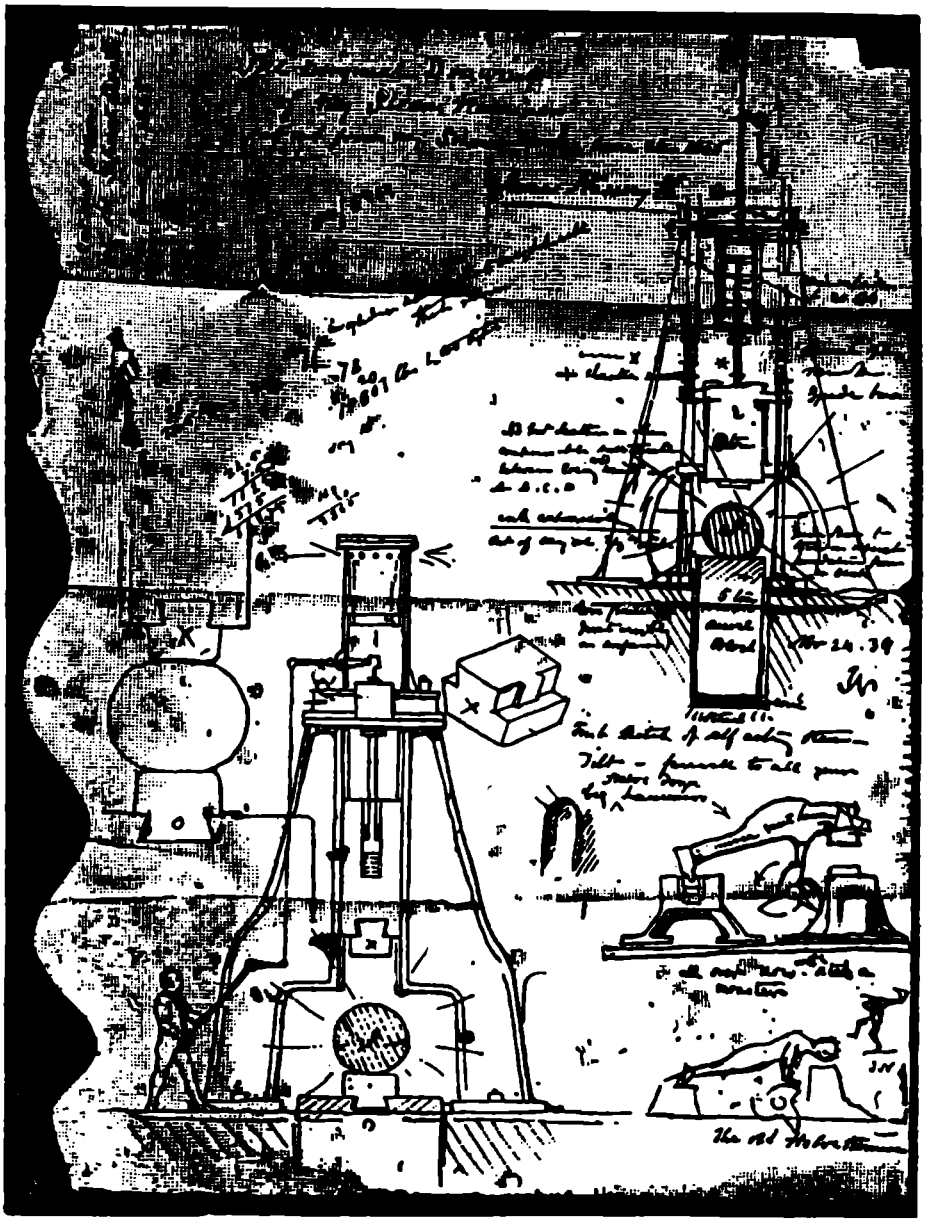
Schule des Maschinenbaus

und der Ingenieurkunst. Maudslay lehrte seine Mitarbeiter sehen, denken und gestalten. Und da er selbst von den allerbesten seiner Facharbeiter an Geschicklichkeit und Arbeitsgenauigkeit nicht übertroffen werden konnte, wurde er auch als ein wirklicher Meister von ihnen anerkannt.

Von seinen Mitarbeitern machte sich als erster Joseph Clement, Sohn eines Handwerkers und begabter Zeichner und Konstrukteur, selbständig. Er baute Werkzeugmaschinen von besonders hoher Präzision. Damals begann man im Maschinenbau bereits mit einem tausendstel Zoll Genauigkeit zu rechnen; Maudslay selbst hatte sich einen „Meß-Schraubstock" gebaut, ein Mikrometer, mit dem er auf hundertstel und tausendstel Zoll genau messen konnte! Clement verbesserte auch die Drehmaschine, indem er sie mit einem selbstzentrierenden Spannfutter ausstattete.



Maudslays „Meß-Schraubstock", das erste Mikrometer



Originalskizze zu dem Dampfhammer von James Nasmyth (1839)

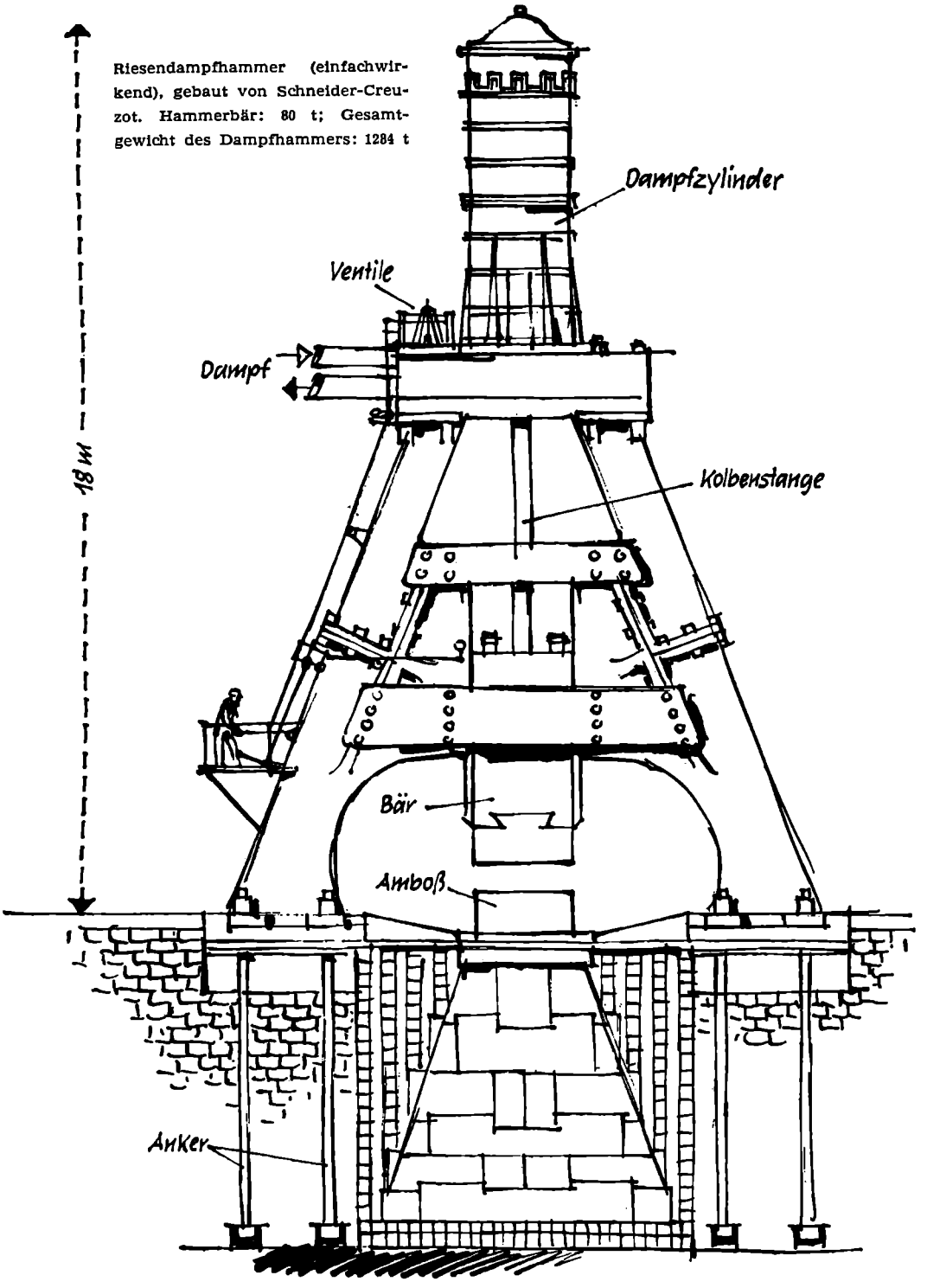
Joseph Whitworth gründete in Manchester eine eigene Werkstatt; er baute Dreh-, Bohr-, Hobel- und Stoßmaschinen. Dabei führte er bereits zu dieser Anfangszeit des Werkzeugmaschinenbaus für seine Maschinen den Hohlguß ein; das heißt, vor allem das „Bett" der Maschine war nicht mehr voll und massiv, sondern innen hohl, um Material zu sparen und das Gewicht der Maschinen zu verringern. Er erfand die sogenannte Kluppe – einen aus hartem Stahl angefertigten Gewindeschneider, mit dem man auf Bolzen ein Außengewinde anbringen konnte – und später eine Schraubenschneidemaschine.
Der dritte unter den bedeutendsten Schülern Maudslays war der schon erwähnte James Nasmyth, der sich nach Maudslays Tod ebenfalls in Manchester niederließ und besonders hochwertige Werkzeuge und Maschinen sowie Dampfmaschinen und Dampfkessel herstellte. Um die Gießereiarbeit zu erleichtern, erfand er eine große Gießpfanne, die durch Schnecke und Schneckenrad gekippt wurde. Neben dem Dampfhammer, der aus der Schmiedetechnik sehr bald nicht mehr hinwegzudenken war, denn nur mit seiner Hilfe konnte man die immer größer werdenden Werkstücke schmieden, erfand er auch die Dampframme. Im Werkzeugmaschinenbau bereicherte er die Ausstattung der mechanischen Abteilungen um die Schnellhobelmaschine.
Den Dampfhammer erfand Nasmyth, weil man von ihm eine Schiffswelle von der damals geradezu sagenhaften Größe von 22 Fuß Länge und 2 Fuß Durchmesser haben wollte. Die Originalskizze seiner Erfindung zeigt einen aufwärts stehenden Dampfzylinder, an dessen Kolbenstange ein großer Hammerblock – der „Bär" – befestigt ist. Durch ein Ventil wurde Dampf in den Zylinder eingelassen, der mit dem Kolben auch den Bären in die Höhe hob. Ließ man den Dampf entweichen, fiel der Bär herab auf das zu schmiedende Werkstück.
Es war gar nicht so einfach, damit genaue Schläge auszuführen. Als die Inhaber des Eisenwerkes in Low Meer einen solchen Hammer von Nasmyth kaufen wollten, ließen sie die Finger davon, nachdem sie den Hammer bei Nasmyth in Betrieb gesehen hatten. Das ärgerte den Erfinder. Er setzte alle seine Mitarbeiter an die Verbesserung des Monstrums. Nach fünf Monaten war aus dem Dampfhammer eine ganz sicher zu bedienende Maschine geworden. Der Bär gehorchte dem Druck eines Fingers, er schnellte auf und ab, hielt im Fallen inne, sauste auf den glühenden Eisenblock nieder oder berührte ihn nur gerade an der Oberfläche – ganz wie man wollte. Dem Cheftechniker Wilson war die Erfindung der „automatischen Steuerung" gelungen: Der fallende oder in die Höhe schnellende Hammerbär löste selbst an einer Steuerstange die Ventile für den Dampfeinlaß und -auslaß aus, so daß er im-

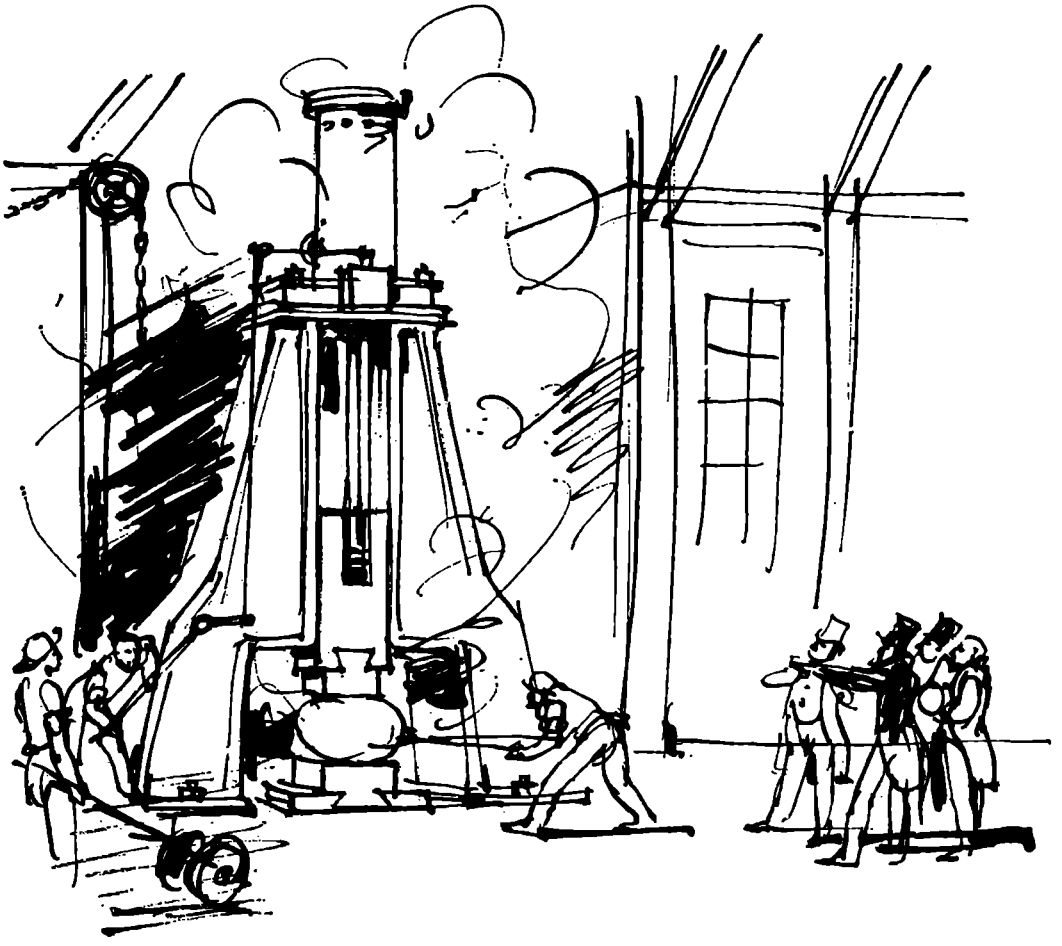
merzu herab- und hinaufsauste, ohne daß ein Arbeiter die Ventile schließen und öffnen mußte. Das Spiel des Bären konnte so präzise reguliert werden, daß ein Arbeiter getrost seine Hand auf den Amboß legen konnte – nicht ein Haar wurde ihm gekrümmt. Ein Ingenieur der damaligen Zeit sagte über diesen verbesserten Dampfhammer: Die Erfindung hatte keine Kindheit, sie trat mit voller Wirkungskraft ins Leben, wie ein Produkt jahrelanger Studien und Erfahrungen.

Die vier Engländer – Maudslay, Nasmyth, Whitworth und Clement – waren also als Maschinenbauer auch Erfinder von Werkzeugmaschinen. Der Werkzeugmaschinenbau wurde zu einem der wichtigsten Zweige der Industrie, lieferte er doch alle die Maschinen, die man zum Bau neuer Maschinen brauchte. Und mit der industriellen Großproduktion von Maschinen – Werkzeugmaschinen, Textilmaschinen, Dampfmaschinen, Lokomotiven, Schiffsmaschinen – schossen die Fabriken aus der Erde wie Pilze nach einem warmen Regen. Die neuen englischen Industriegebiete wuchsen in die Höhe, gingen in die Breite und saugten immer mehr Menschen auf, die vom Lande und aus den Handwerkerstuben in die rußigen Fabrikstädte kamen.

Wir sahen schon im ersten Band unserer Geschichten aus der Geschichte der Technik, im Kapitel „Kette und Schuß", wie der endlos lange Arbeitstag der Fabrikarbeiter, der Frauen und Kinder aussah, wie niedrig ihr Lohn und wie erbarmungswürdig ihr Leben war. Wir begriffen auch, wie groß der Sieg war, als im Verlaufe der ersten machtvollen Kämpfe der organisierten englischen Arbeiterklasse im Jahre 1847 der zehnstündige Arbeitstag für Frauen und Minderjährige sowie für einige Gruppen der männlichen Arbeiter errungen werden konnte. Da aber nun die kapitalistischen Fabrikanten die Arbeitszeit nicht mehr willkürlich festsetzen und auf zwölf, sechzehn oder sogar achtzehn Stunden ausdehnen konnten, waren sie daran interessiert, daß die Maschinen noch weiter verbessert wurden. Sie wollten nun die durch den festgelegten Arbeitstag beschränkte zeitliche Ausbeutung durch eine intensivere Leistung der Arbeiter an schnelleren und produktiveren Maschinen vergrößern.

Die Entwicklung von immer neuen und besseren Maschinen, die eine Aufgabe der Ingenieure und Techniker war, erfolgte im Konkurrenzkampf eines Fabrikanten gegen den anderen. Jeder von ihnen trachtete danach, bei möglichst niedrigen Lohnkosten schneller und mehr zu produzieren als die anderen, die Konkurrenten allmählich ganz aus dem Felde zu schlagen und den Markt mit den eigenen Erzeugnissen zu beherrschen. Dieser Kampf um die Vorherrschaft wurde von den englischen Fabrikanten nicht nur gegeneinander geführt, die englische Kapitalistenklasse führte ihn auch gemeinsam gegen die sich in den anderen


Riesendampfhammer (einfachwirkend), gebaut von Schneider-Creuzot. Hammerbär: 80 t; Gesamtgewicht des Dampfhammers: 1284 t
18 m
Dampfzylinder
Ventile
Dampf
Kolbenstange
Bär
Amboß
Anker



Ländern entwickelnden kapitalistischen Industrien. Die englische Bourgeoisie wollte mit allen Mitteln die Vorherrschaft Englands als industriell führendes Land in der Welt erhalten und die technischen Fortschritte als ihr Monopol schützen. England sollte die alleinige Werkstatt der Welt bleiben. Dieses Bestreben trat schon mit dem Beginn der kapitalistischen Industrialisierung auf.

GEHEIMAGENTEN SCHÜTZEN MASCHINEN

Bei Todesstrafe verboten — Maschinenbau in Amerika — Die Maschine funktionierte — 15 000 Gewehre — Die Revolverdrehmaschine

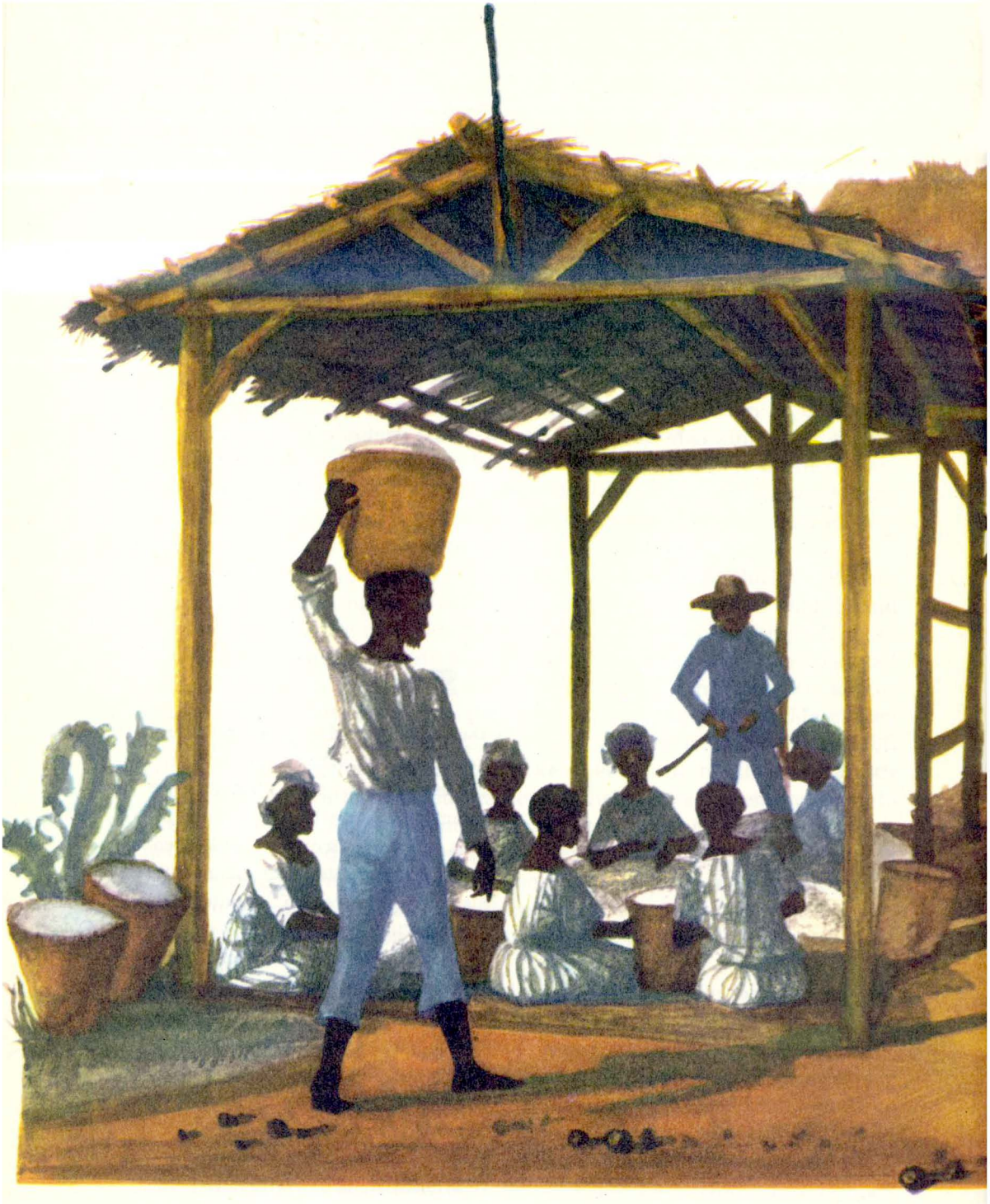
Bei Todesstrafe verboten

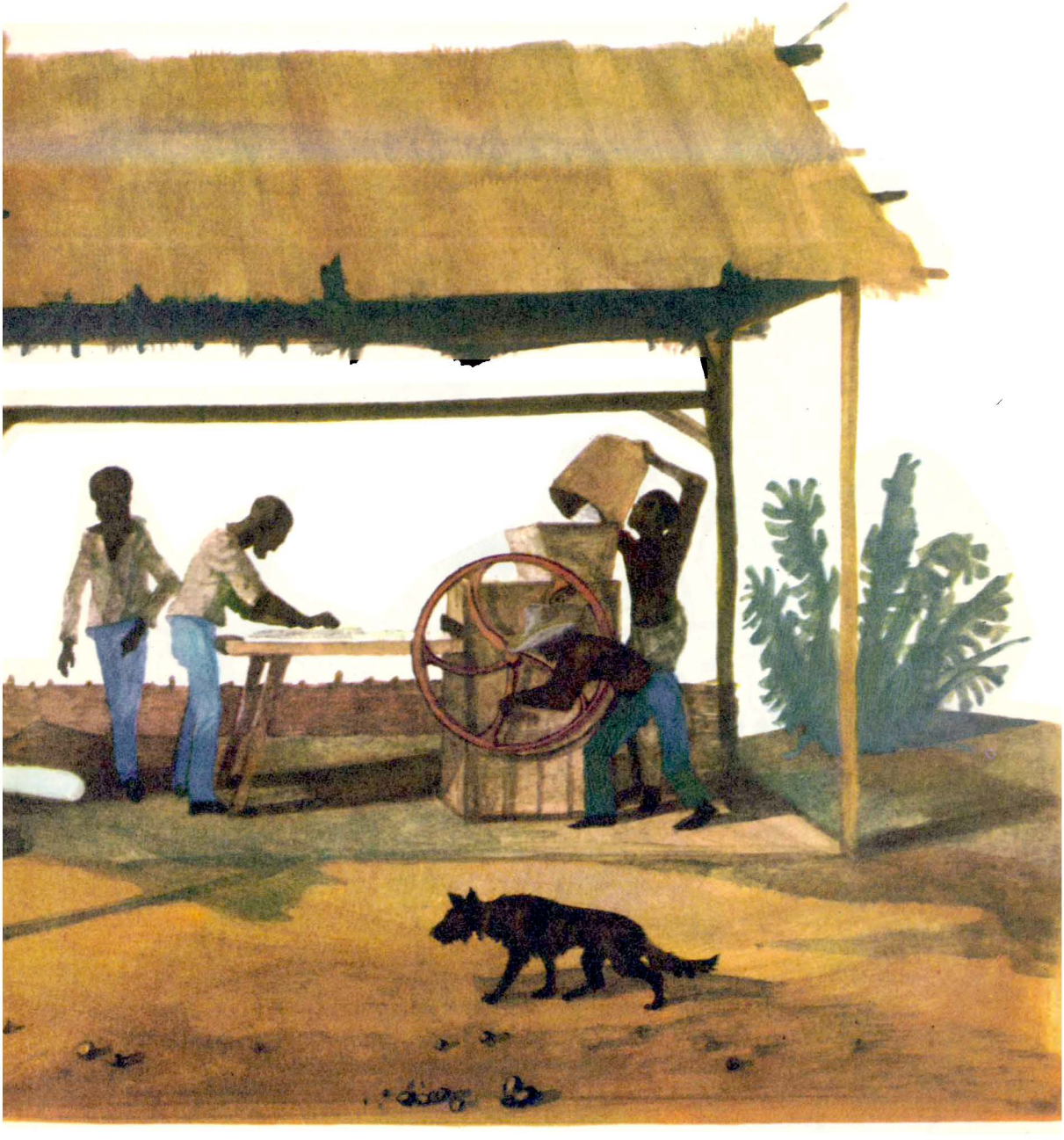
hatte die englische Regierung die Ausfuhr von Textilmaschinen. Die englischen Textilfabrikanten wollten auch weiterhin die Welt mit ihren Baumwollwaren beliefern und sich ihre Monopolstellung auf diesem Gebiet nicht dadurch nehmen lassen, daß etwa Textilmaschinen in Amerika oder auf dem europäischen Festland aufgestellt wurden. Es durften also keine Textilmaschinen ins Ausland verkauft werden, auch die Weitergabe von Patenten war bei Todesstrafe verboten. Um ganz sicherzugehen, daß die Fabrikationsgeheimnisse im Lande blieben, war es sogar allen Mechanikern oder Handwerkern verboten, England zu verlassen. Geheimagenten überwachten die Maschinenfabriken und Werkstätten. Sie kontrollierten die Auswanderer und Reisenden, durchsuchten die Schiffe, und wehe dem, der so unvorsichtig war, eine technische Zeichnung oder ein Modell bei sich zu führen.

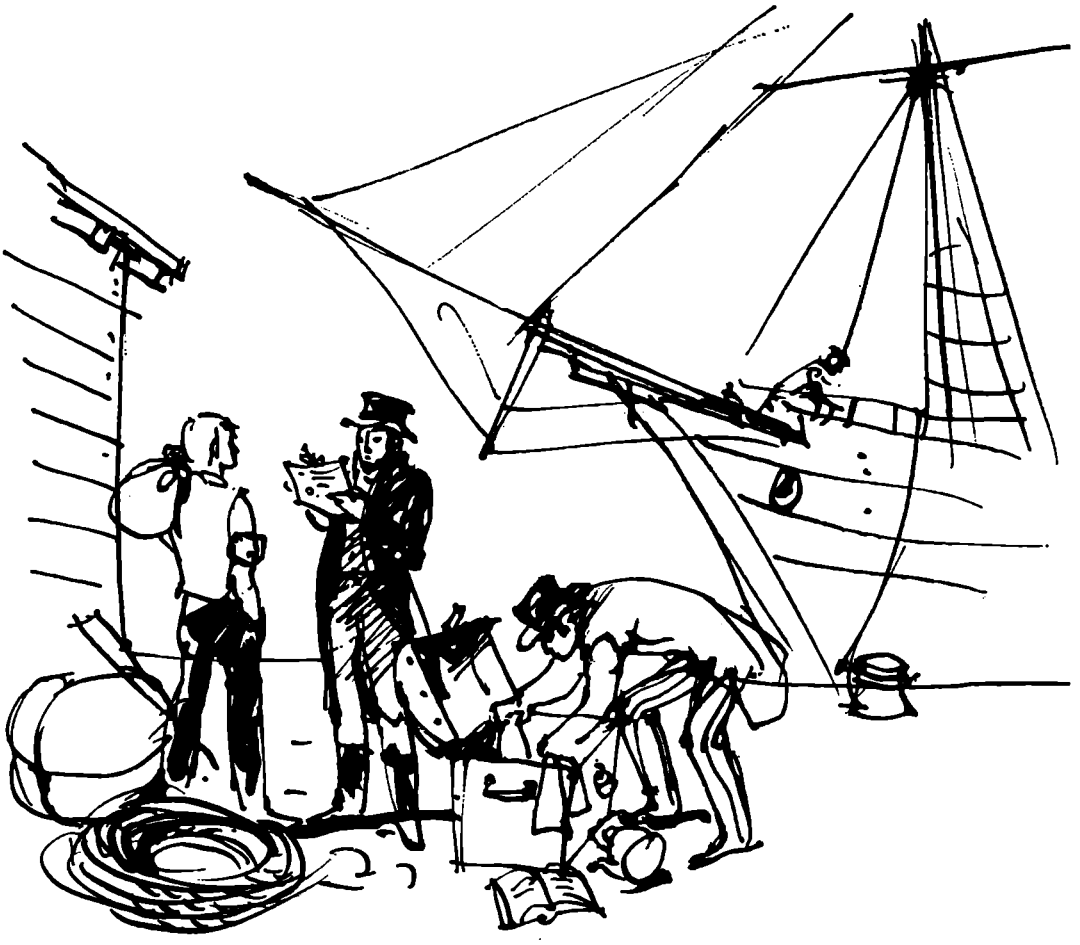
Nun war aber vor allem ein Land ganz besonders am Aufbau einer eigenen Textilindustrie interessiert: die Vereinigten Staaten von Amerika. Dieses Land hatte sich in einem erbitterten Unabhängigkeitskrieg aus der Kolonialgewalt Englands befreit und seine Souveränität gewonnen. Aber so frei, wie es den Anschein hatte, waren die Vereinigten Staaten doch wieder nicht. Die südlichen Bundesstaaten, in denen fast ausschließlich Baumwolle angebaut wurde, hingen nach wie vor völlig von England ab, weil die englische Baumwollindustrie der einzige Abnehmer der amerikanischen Baumwollernten war. In Amerika gab es keine Textilindustrie. Und daß auch in Zukunft die Amerikaner ihre Baumwolle billig an England verkaufen und teure englische Gewebe wieder einführen mußten, dafür glaubten die englischen Industriellen gesorgt zu

haben. Amerika erhielt keine Textilmaschinen und keinen Ingenieur, der sie hätte bauen können. Die Geheimagenten lagen auf der Lauer!
Die Regierungen der amerikanischen Südstaaten hatten hohe Belohnungen ausgesetzt für denjenigen, der imstande wäre, englische Textilmaschinen nachzubauen. Es fehlte nicht an unternehmungslustigen Leuten, die es auch versuchten; aber was dabei herauskam, war gänzlich unbrauchbar. In England verspotteten die Zeitungen diese Versuche: Wie könnten sich die amerikanischen Hinterwäldler auch nur einbilden, so komplizierte und hochentwickelte Maschinen bauen zu wollen, wie sie eben auf der ganzen Welt nur die englischen Fabrikanten herstellen können!
Solche großmäuligen Sätze erregten aber Widerspruch in England selbst. Die Arbeiter, die Mechaniker und Maschinenbauer wußten ja, daß nicht die Fabrikanten, sondern sie es waren, die diese Maschinen bauten. Sie mußten für einen Hungerlohn arbeiten und durften England nicht verlassen, obwohl sie natürlich von Amerika, dem Land der unbegrenzten Möglichkeiten, mit magnetischer Kraft angezogen wurden, weil es dort mehr demokratische Freiheiten gab als in England.
Besonders verärgert war Samuel Slater, ein junger geschickter Mechaniker. Die Anmaßung der Fabrikanten, die im Vierspänner fuhren und im Club allabendlich mehr verspielten, als sie ihren Arbeitern an Löhnen auszahlten, machte ihn wütend. Er beschloß, sich für die Mißachtung zu rächen und dem Hochmut der Unternehmer einen Dämpfer aufzusetzen. Slater wollte nach Amerika gehen und dort zeigen, wer Maschinen bauen kann. Natürlich war er sich der damit verbundenen Gefahr bewußt. Deshalb ging er sehr gescheit zu Werke — er wurde nämlich allmählich „verrückt", trieb allerlei unnützes Zeug, führte wirre Reden und brachte in der Werkstatt nichts Ordentliches mehr zustande. Er wurde entlassen. Seine Freunde bedauerten den armen Kranken, der sich jedoch heimlich ins Fäustchen lachte, weil sein Plan so gut gelang. Als er sich, mit einem Auswanderungsschein nach den Vereinigten Staaten in der Tasche, von seinen Freunden verabschiedete, wünschten sie ihm Glück und gute Besserung.
Die Geheimagenten hatten auf den Wirrkopf keinen Verdacht. In seinem spärlichen Gepäck war auch nichts Verdächtiges zu finden. Slater brauchte jedoch keine Zeichnungen. Als er jenseits des „großen Teiches" an Land ging, suchte er nach einem Geldgeber, den er auch sehr schnell fand, und baute innerhalb ganz kurzer Zeit die Spinnmaschine von Arkwright bis auf die letzte Schraube genau nach.
Zehn Jahre später arbeiteten in Amerika bereits zwölf große Spinnereien. Wenn damit auch das Monopol der englischen Baumwollindustrie noch

Das Abzupfen der Baumwollfasern vom Kern war aufwendiger und zeitraubender als das Pflücken der Baumwolle. Es gab nicht Hände genug, um große Ernten zu entkernen. Mitunter verfaulte mehr Baumwolle als entkernt werden konnte. Die „Cotton-Gin" beseitigte in den amerikanischen Baumwollstaaten dieses Hemmnis und diente der unbeschränkten Erweiterung des Baumwollanbaus. Dieser Baumwoll-Entkerner ist ein Beispiel dafür, wie durch eine einzige Erfindung, die — für sich genommen — noch gar nicht einmal eine technische Sensation ist, Rohstoffbasis und Welthandel entscheidend beeinflußt werden.







Die Geheimagenten hatten auf den Wirrkopf keinen Verdacht

nicht zu erschüttern war, so hatte Slater doch den Grund gelegt für die amerikanische Textilindustrie, und die Engländer mußten sich der Drohung fügen. Später allerdings holten sie zu einem vernichtenden Schlag gegen die amerikanische Textilindustrie aus. Sie überschwemmten die USA eine Zeitlang mit spottbilligen Textilwaren. Den Verlust glichen sie dadurch aus, daß sie die Preise in Europa erhöhten. Die amerikanischen

Textilfabrikanten konnten dieser mit Schleuderpreisen auftretenden Konkurrenz nichts entgegensetzen und gingen pleite.
Die Textilmaschinen waren zwar nun zunächst wieder überflüssig geworden — aber das Fundament für einen

Maschinenbau in Amerika

war geschaffen. Zu diesem amerikanischen Maschinenbau hatte noch ein anderer etwas Wesentliches hinzugefügt: Elias Whitney. Er baute Violinen, reparierte Uhren, und während des Unabhängigkeitskrieges gegen England stellte er Schießnadeln her, die von den Amerikanern für ihre Gewehre gebraucht wurden. Whitney studierte und ging schließlich als Hauslehrer auf eine Farm in den Süden. Hier wurde er mit der Nase auf ein Grundproblem der amerikanischen Baumwollpflanzer gestoßen. Die Hauptarbeit war das Reinigen der Baumwolle, das heißt das Abzupfen der Fasern vom Kern. Dieses Reinigen war eine Arbeit, die von den aus Afrika nach Amerika verschleppten Negersklaven verrichtet werden mußte. Innerhalb von hundert Jahren, von 1680 bis 1780, hatten allein die Engländer rund 2,2 Millionen Afrikaner als Sklaven in die amerikanischen Baumwollstaaten gebracht! Schwarze Hände hatten die Ländereien urbar gemacht und die Baumwolle gepflanzt; schwarze Hände pflückten für die Pflanzer das weiße Gold von den Sträuchern und zupften tagaus, tagein die Fasern vom Kern. Das war eine schlimme Arbeit; die Kerne faulten sehr schnell, und die Arbeiter saßen inmitten einer Wolke entsetzlichen Gestanks. Sosehr sie sich aber auch anstrengten, sie mußten Monate zupfen, um so viel Baumwolle zu entkernen, wie auf einen Ballen geht: 250 Kilogramm. Während die Baumwollhändler beste Preise boten und die Textilfabrikanten in England auf die Baumwolle warteten, saßen die Sklaven und zupften. Die Pflanzer verfluchten Gott und die Welt. Sie hätten soviel Baumwolle verkaufen können wie nie zuvor. Die immer zahlreicher und größer werdenden englischen Fabriken hungerten danach — aber die Pflanzer konnten die wachsende Baumwollnachfrage nicht befriedigen, da sie nicht Hände genug hatten, die Baumwolle zu reinigen. Wenn die Ernte gut war, wurde das Unglück noch größer, denn dann verfaulte die Hälfte in den Schuppen, weil sie nicht schnell genug entkernt werden konnte. Aus diesem Grunde war es auch unmöglich, die Plantagen zu erweitern, um mehr Baumwolle anzubauen. Und das alles, obwohl die Engländer die Ballen sozusagen mit purem Golde aufwogen!

Elias Whitney hatte noch nie eine Baumwollplantage gesehen, als er von diesen Problemen hörte. Er fuhr hinaus, sah sich die Sache an, steckte eine Handvoll Baumwollblüten in die Tasche und versicherte, daß er in ein paar Tagen eine Lösung gefunden haben würde. In einem Schuppen begann er mit Werkzeugen, die für den Hufbeschlag und grobe Zimmermannsarbeiten gerade ausreichten, eine Maschine zu bauen.
Nach zehn Tagen bat er die Farmersfrau, bei der er wohnte, ihre Freunde und Nachbarn einzuladen, er wolle ihnen etwas zeigen. Als diese sich erwartungsvoll in den Schuppen drängten, setzte Whitney eine Maschine in Bewegung, die man auf den ersten Blick für eine merkwürdige Kreissäge halten konnte: Eine waagerechte Platte war mit einem Dutzend Schlitzen versehen, in denen eine Reihe fein gezahnter Stahlscheiben rotierte, wenn man eine Kurbel drehte. Schüttete man die Baumwolle auf den Arbeitstisch, erfaßten die Zähne der sich drehenden Scheiben die Faserbüschel und zogen sie durch die schmalen Schlitze. Dabei sprangen die Kerne oder andere feste Schmutzteile ab.

Die Maschine funktionierte

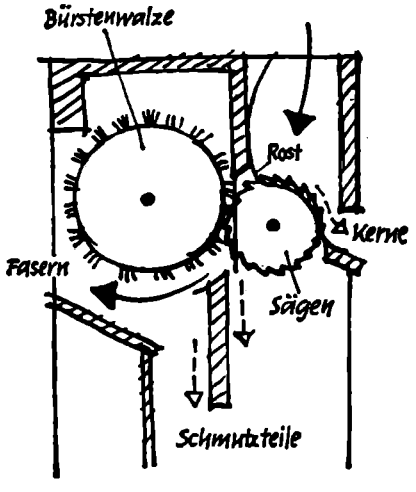
ausgezeichnet, die Baumwolle wurde vollkommen gereinigt. Schon nach wenigen Minuten konnte man so viel Baumwollfasern unter dem Tisch zusammenkehren, wie es der Tagesleistung eines Arbeiters entsprach. Aber dann gab es eine Stockung, die Baumwolle ballte sich zwischen den Zähnen zusammen, klemmte in den Schlitzen, die Maschine blieb stehen. Durch Ausbürsten der Zähne konnte die Stockung schnell behoben werden. Daran merkte Whitney allerdings, daß er die Maschine noch vervollkommnen mußte. Die Pflanzer hatten jedoch genug gesehen. Sie wußten, daß man die Sache im Prinzip so machen konnte. Die Cotton-Gin, wie man diese Baumwollentkernungsmaschine nannte, war eine Sensation; was machte es schon, daß man einen Arbeiter mit einer Bürste danebenstellen mußte. Man würde trotzdem hundertmal mehr Baumwolle reinigen können als durch Handarbeit. Die Pflanzer setzten sich auf ihre Pferde und ritten fort. Daheim angekommen, jagten sie ihre Sklaven auf die Felder, ließen neuen Boden urbar machen, kauften noch Land dazu und trieben Wagenbauer und Schmiede auf, die ihnen nach dem Vorbild von Whitneys Maschine Cotton-Gins bauen mußten. Von nun ab sollte für sie keine Ernte mehr groß genug sein!
Elias Whitney verbesserte im Verlauf der nächsten Monate seine Maschine noch weiter: Er verwandelte sie in einen Zylinder, in den von

oben die Samenbüschel hineingeschüttet wurden, und eine Reihe scharfer Bürsten streifte die Fasern von den Zähnen der rotierenden „Sägeblätter". Mit einem Freund gründete er die Firma Miller & Whitney; er wollte die Cotton-Gin in großer Anzahl bauen.
Aber bevor er auch nur noch eine weitere Maschine hergestellt und noch ehe er das beantragte Patent auf sie erhalten hatte, waren schon alle möglichen Handwerker und Pflanzer dabei, sie nachzubauen. Viele Maschinen waren bereits in Betrieb. Schließlich wurde Whitneys neue Maschine, die zum Modell aller nachfolgenden werden sollte, auch noch gestohlen! Whitney appellierte an den Kongreß und wies nach, daß in 60 Fällen gewerbsmäßig seine Maschine gebaut wurde, ohne daß er die Erlaubnis gegeben habe oder finanziell daran beteiligt sei. Es dauerte sehr lange, bis er ein gerichtliches Urteil herbeiführen konnte und einen gesetzlichen Anspruch auf einen Anteil an den Einkünften erhielt, die andere aus dem Bau der von ihm erfundenen Maschine erzielten. An seinen Freund Robert Fulton, den Erbauer des ersten praktisch brauchbaren Dampfschiffes, schrieb Whitney:

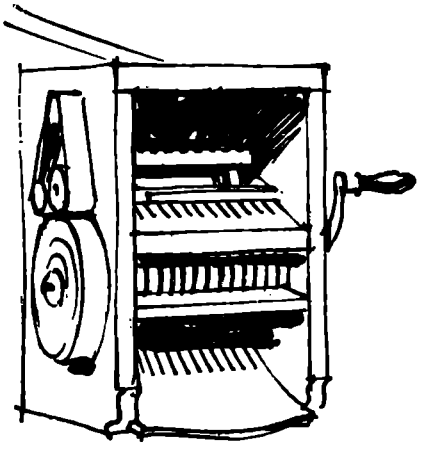
„Meine Erfindung war neu und von jeder anderen scharf unterschieden; sie stand einzig und allein da. Sie war nicht verwandt mit irgend etwas, was vorher bekannt war, und es wird selten der Fall eintreten, daß eine Erfindung oder eine Verbesserung so deutlich gekennzeichnet und so klar und eingehend dargestellt werden kann; ich habe immer geglaubt, daß ich keine Schwierigkeiten hätte, Rechte zu beanspruchen, die beachtet werden, selbst wenn die Erfindung weniger wertvoll gewesen wäre und nur von einem kleinen Teil der Öffentlichkeit benutzt worden wäre. Da aber die Maschine fast für jeden Pflanzer in den Baumwollgebieten ungeheuer nutzbringend ist, waren alle daran interessiert, die Patentrechte zu verletzen, und jeder wurde des anderen Feind."

Whitney war verzweifelt. Im Gerichtssaal in Georgia machte es ihm sogar Schwierigkeiten, den Beweis zu erbringen, daß seine Maschinen – die unrechtmäßig nachgebauten Maschinen – bereits liefen, obwohl im Augenblick der Verhandlung, wie er an Fulton schrieb,

„. . . an drei verschiedenen Stellen in dem Gebäude, in dem der Gerichtshof saß, Maschinen dieser Art in Tätigkeit waren, und alle in solcher Nähe, daß das Geratter der Räder deutlich auf den Treppenstufen des Gerichtshauses zu hören war . . ."



Cotton-Gin (Schnitt)



Cotton-Gin, Whitneys neues Modell

Für die Pflanzer gab es nun überhaupt keine Grenze mehr; sie bauten so viel Baumwolle an, daß die ganzen Südstaaten buchstäblich mit einem weißen Vlies überzogen waren. Sie verdienten Geld wie nie zuvor. Die uferlose Ausdehnung führte dazu, daß die Großgrundbesitzer endgültig alles Land an sich brachten. Die Zeit der Kolonisten, die mit dem Planwagen in die Wildnis zogen und — wo es ihnen gefiel — ein Stück Land urbar machten, war endgültig vorbei. Die Bodenpreise kletterten enorm in die Höhe. Für die Negersklaven, die man vor der Erfindung der Cotton-Gin für 200 Dollar kaufen konnte, mußte man den Sklavenhändlern bald das Doppelte zahlen. 1840 kostete ein einigermaßen kräftiger Sklave sogar 1000 Dollar. Auf den großen Plantagen waren 300 bis 600 Sklaven beschäftigt, die mittleren kamen mit der Hälfte aus — kleine Plantagen gab es nicht mehr. Mit der Cotton-Gin wurde das Land völlig zum Baumwoll-Land; niemand baute noch Zuckerrohr oder Getreide, Gemüse oder Tabak an. Die Baumwolle war Königin.

Elias Whitney, dem dieser Reichtum zu danken war, ging zunächst leer aus. Später allerdings zahlte ihm einer der Südstaaten 50 000 Dollar aus, in Anerkennung seiner Verdienste um die Hebung des Baumwollanbaues. 1795 aber, als zu allem Unglück auch noch seine Werkstatt abbrannte, hatte er 4000 Dollar Schulden und ein Patent, das nichts wert war, weil keiner seine Rechte respektierte.

Selbst wenn Elias Whitney „nur" die Cotton-Gin erfunden hätte, wäre ihm eine bessere Behandlung zu wünschen gewesen, als sie ihm tatsächlich widerfahren ist. Er hat aber noch mehr geschaffen; er hat nämlich nicht nur durch die Mechanisierung eines wichtigen Abschnitts die Rohstoffproduktion auf die Höhe der mechanisierten Textilindustrie gebracht, er hat auch die Fabrikation der einzelnen Teile auf das Niveau des Maschinenzeitalters gehoben. Und das geschah so: Whitney erhielt von der Regierung der Vereinigten Staaten den Auftrag,

15 000 Gewehre

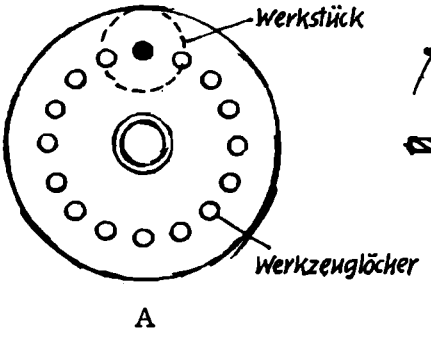
für die Armee herzustellen. Das war eine große Aufgabe, denn Whitney war weder ein Büchsenmacher noch ein Schmied. Ihm war klar, daß er diese große Anzahl an Gewehren nur herstellen konnte, wenn er sie serienmäßig fabrizierte. Das hieß aber: Die Einzelteile der Gewehre mußten einander gleichen wie ein Wassertropfen dem anderen. Nur dann konnten die Teile auch so zusammengesetzt werden, daß hintereinander die 15 000 Gewehre entstanden. Das wichtigste war also, einen Maschi-

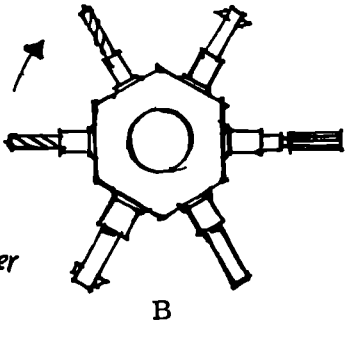
nenpark zu schaffen, mit dem die Teile so exakt hergestellt werden konnten, daß sie praktisch untereinander austauschbar waren.
Zunächst suchte Whitney nach einigen geschickten Maschinenbauern. Dann begann er, mit ihnen eine Werkstatt aufzubauen und einzurichten. Zwei Jahre verbrachte er damit, Werkzeugmaschinen herzustellen, die er durch Wasserräder antreiben ließ. Auf diesen Maschinen wollte er in einem genau aufgegliederten Arbeitsgang die Einzelteile der Gewehre herstellen lassen.
Whitney sprach mit Offizieren und Büchsenmachern über seine Vorstellungen von der Massenfabrikation. Aber alle zuckten nur mitleidig mit den Schultern; wie sollte so etwas gehen, und warum sollte ein Gewehr wie das andere sein? Jedes Gewehr war ein Stück für sich. Selbst beim gleichen Typ wichen die einzelnen Exemplare ein wenig voneinander ab. Die Hauptsache war doch, daß annähernd die Bohrungen des Laufes den gleichen Durchmesser hatten, damit die Kugeln paßten. Ging irgendein Teil kaputt, mußte das Gewehr in die Werkstatt; dort wurde es repariert. Whitney wollte das ganz anders machen, aber die Fachleute lachten ihn aus.
Die Regierung drängte auf die Lieferung der Gewehre, denn seit zwei Jahren war noch nicht ein einziges aus der Werkstatt gekommen. Doch eines Tages ließ sich Whitney im Büro des Kriegsministers melden. Er brachte eine Anzahl großer Pakete mit. In diesen Paketen waren jeweils zehn Stück von der gleichen Sorte Einzelteile der Gewehre. Whitney öffnete alle Pakete und begann, aus jedem Paket ein Teil entnehmend, das erste Gewehr zusammenzubauen. Die versammelten Offiziere machten große Augen. Sie kamen aus dem Staunen nicht mehr heraus, denn Whitney montierte alle zehn Gewehre, ohne daß es auch nur notwendig gewesen wäre, durch einige Feilstriche ein Teil noch genau aufs Maß zu bringen. Das hatte er schon vorher so präzis tun lassen, daß er tatsächlich behaupten konnte: „Jedes Teil ist austauschbar mit allen übrigen gleichen Teilen der gleichen Serie."
Dieses Verfahren und dieses System, das sogenannte „Amerikanische System der austauschbaren Teile", wurde in Amerika — und natürlich auch in England — in den verschiedensten Industriezweigen eingeführt. Damit war der Serien- und Massenfabrikation die Tür geöffnet.
Whitney erfand noch einige Vorrichtungen, die speziell dieser Massenfabrikation dienten; so zum Beispiel Schablonen, mit deren Hilfe eine Vielzahl von Bohrungen von einer Platte auf eine andere eingebracht werden konnte, ohne daß jedesmal gemessen werden mußte.
Auch in den späteren Jahrzehnten trugen amerikanische Maschinenbauer und Ingenieure wesentlich zur Verbesserung der Werkzeugmaschi-

nen bei. Wie auf dem Gebiet der Textilwaren, wollte England auch auf allen übrigen Gebieten Amerika in Abhängigkeit von sich erhalten. Es wollte fertige Gebrauchsgüter nach Amerika verkaufen, aber keine Maschinen, die zum Aufbau einer eigenen Industrie geführt hätten. Der Bedarf in der „Neuen Welt" war riesengroß. Es fehlte auch nicht an Unternehmern, die in diesem Lande, in dem es für die kapitalistische Entwicklung keine aus feudalistischen Zeiten überkommenen Hemmnisse gab, die industrielle Entwicklung in Gang brachten. Da sie jedoch nur auf Umwegen an englische Maschinen und hinter englische Fabrikationsgeheimnisse kommen konnten, versuchten die amerikanischen Ingenieure, eigene und womöglich noch bessere Maschinen und Herstellungsmethoden zu erfinden, die vor allem für die Massenfabrikation geeignet waren und bei denen man nicht unbedingt auf gelernte Facharbeiter und Spezialisten angewiesen war, denn die waren knapp im ganzen Lande.
1845 stellte der Amerikaner Fitch eine ganz neuartige Drehmaschine her, die dann von den beiden Amerikanern Robbins und Lavrence noch verbessert und 1854 groß herausgebracht wurde:

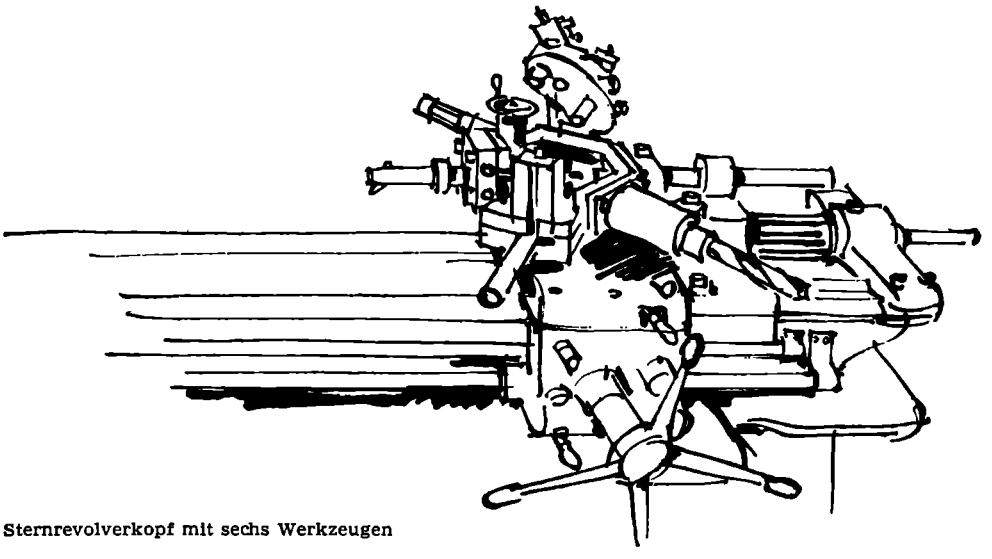
Die Revolverdrehmaschine

Der Name ist verwandt mit dem als Schußwaffe bekannten Revolver, bei dem eine Trommel, in der die Patronen stecken, nach jedem abgefeuerten Schuß automatisch eine neue Patrone vor den Lauf bringt.
Wir wissen, die Drehmaschinen — wie wir sie von nun ab nennen wollen, weil sie mit der primitiven Drehbank des Drechslers nichts mehr zu tun haben — waren mit einem Support und einem Werkzeughalter ausgerüstet; in ihn konnte man die Stähle einspannen, mit denen man das





A Trommelrevolverkopf (Vorderansicht)
B Sternrevolverkopf (Draufsicht)



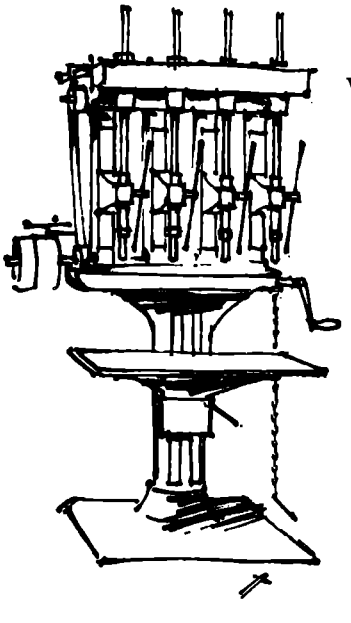
Sternrevolverkopf mit sechs Werkzeugen

Werkstück bearbeiten wollte: den Stahl zum Schruppen (zum groben Vordrehen), den zum Schlichten (zum Fertigdrehen), den zum Gewindeschneiden, den zum Abstechen des fertigen Teiles von der eingespannten Materialstange und so weiter. Wenn man also Schrauben oder andere Massenartikel herstellen wollte, mußten nacheinander immer neue Werkzeuge eingespannt werden.

Robbins und Lavrence konstruierten einen Werkzeughalter, der die Form eines Revolverkopfes hatte. In ihn konnten sechs oder noch mehr Werkzeuge eingespannt werden. Hatte ein Stahl seine Arbeit erledigt, drehte der Arbeiter einfach am Revolverkopf und brachte den nächsten Stahl an das Werkstück. Eine Schrauben-Revolverdrehmaschine funktionierte so: Das erste Werkzeug drehte die Metallstange auf die erforderliche Schaftdicke ab, das zweite schnitt das Gewinde, das dritte gab dem Schraubenkopf die Form, und das vierte stach die fertige Schraube von der Metallstange ab.

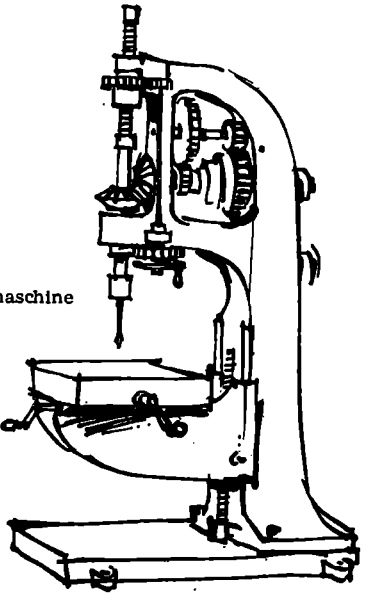
Später — 1873 durch Christopher M. Spencer — wurde diese Revolverdrehmaschine noch so weit vervollkommnet, daß auch das Drehen des Revolverkopfes automatisch erfolgte. Daraus entstanden dann zu Beginn unseres Jahrhunderts die automatischen Revolverdrehmaschinen. Werkzeugwechsel und Nachschieben des Materials vollziehen sich selbsttätig, so daß ein solcher „Ganzautomat" so lange Schrauben, Bolzen, Ventilstößel, Fahrradnaben oder andere Dinge produziert, wie ihm Material zugeführt wird. Als jedoch die ersten Revolverdrehmaschinen in den amerikanischen Werkstätten standen, hätten wahrscheinlich auch die optimistischsten Konstrukteure nicht geglaubt, daß nur sechzig Jahre

vergehen würden, um aus der Revolverdrehmaschine einen „Automaten" werden zu lassen.
Damals, in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, wurden in Amerika auch die Schleifmaschine und die sogenannte Universal-Fräsmaschine erfunden. Beide haben Joseph R. Brown zum Vater. Um Nähmaschinennadeln in Massenfabrikation genau auf das vorgeschriebene Maß abschleifen zu können, spannte Brown in eine Drehmaschine anstelle des Stahls eine Schleifscheibe. Diese erste Schleifmaschine wurde zur Stamm-Mutter der vielen und komplizierten Schleifmaschinen, die in fast allen Industriezweigen eine so große Bedeutung haben.
Um genau ineinander passende Zahnräder herstellen zu können, die sich nicht erst im Betrieb knirschend ineinandermahlen und allmählich selbst passend abschleifen mußten, wurde von Brown die Räder-Fräs- und Schleifmaschine konstruiert, eine Maschine, auf der das Werkstück gleichzeitig vor- und seitwärts bewegt werden konnte, so daß mit Hilfe von Spiralfräsern alle Zahnradformen, auch konische, gefräst werden konnten.
In Amerika wurde auch die Bohrmaschine erfunden, die mit einer ganzen Serie von Bohrern ausgerüstet ist, so daß gleichzeitig mehrere Löcher in ein Werkstück eingebracht werden können; ebenso die Mehr-



Vierspindelbohrmaschine

Bohrmaschine



spindeldrehmaschinen, auf denen mehrere Werkstücke gleichzeitig bearbeitet werden, und Spezialmaschinen für die verschiedenartigsten Bearbeitungsformen, auf denen serienmäßig bestimmte Teile für die Massenfabrikation hergestellt werden.

Wir sehen: Der Werkzeugmaschinenbau hatte zwar im „klassischen" Industrieland England begonnen, er erlebte aber zunächst in den Vereinigten Staaten von Amerika eine sehr rasche Blütezeit, weil dort ein riesiger Markt für Güter aller Art vorhanden und von den Kapitalisten buchstäblich ein ganzer Erdteil wirtschaftlich zu erschließen war. Die amerikanischen Fabrikanten und Ingenieure suchten von vornherein Herstellungsverfahren und Maschinen zu entwickeln, die mit einer geringen Zahl von Arbeitern eine Serienproduktion möglich machten. Das entsprach dem Mangel an Fachkräften und dem großen Bedarf an Konsum- und Gebrauchsgütern, an Ausrüstungen und Maschinen. In den USA wurden deshalb auch zuerst Konfektionswaren der verschiedensten Art — Anzüge, Kleider, Nähmaschinen, Möbel, Fahrräder und schließlich Autos — in industrieller Massenfertigung hergestellt.

Bevor wir uns jedoch mit dieser hochentwickelten Form der von Whitney aufgebrachten Produktion der austauschbaren Teile befassen, müssen wir uns noch einmal an die Tatsache erinnern, daß mit allen diesen neuen Maschinen das Zeitalter des Eisens und Stahls eigentlich erst richtig begann. Und wenn wir noch daran denken, daß zu eben dieser Zeit auch die Eisenbahnen ein immer dichteres Schienennetz über die Kontinente legten, dann glauben wir recht gern, daß jetzt innerhalb eines Jahres mehr Eisen, Stahl und Kohle gebraucht wurden, als vordem im Verlaufe von Jahrhunderten erzeugt und verarbeitet worden waren. Das, was als revolutionierende technische Umwälzung in der Leichtindustrie begonnen hatte und im Maschinenbau sich fortsetzte, wirkte nun auch auf die Grundstoffindustrie, auf Bergbau und Hüttenwesen ein.

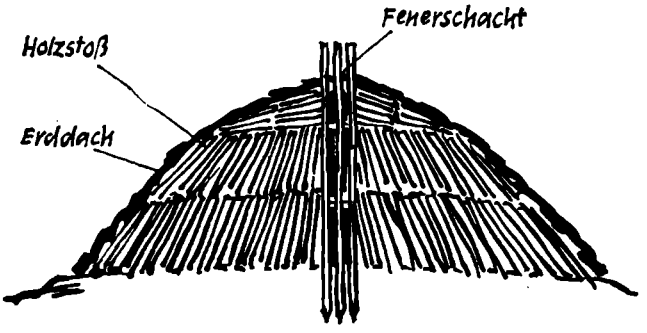
VON EISENMÄNNERN UND STAHLWERKERN

Das Roheisen — Ehe zwischen Eisen und Kohle — Die berühmten russischen Waffenschmiede — Tiegelstahl — Das Puddelverfahren — Henry Bessemer — Siemens und Martin

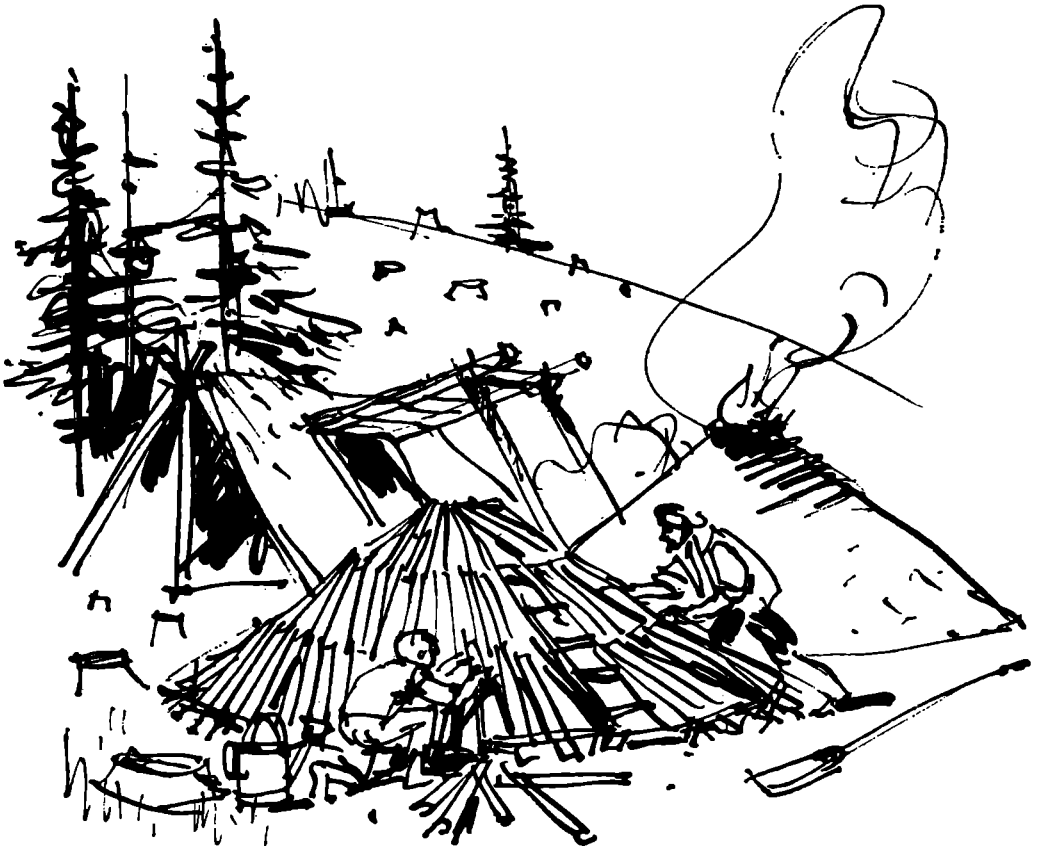
Das Roheisen

wurde zum ersten Male flüssig, als die Hüttenleute und Schmiede sich die Wasserkraft der Flüsse dienstbar gemacht hatten und von Wasserrädern die Blasebälge ihrer Schmelzöfen antreiben ließen. Wenn man jedoch das Roheisen in schmiedbares Eisen verwandeln wollte, mußte man es ein zweites Mal im Windstrom schmelzen — es frischen. Im Frischfeuer, einem mit Blasebälgen heftig angefachten Holzkohlenfeuer, wurden im Roheisen diejenigen Bestandteile — vor allem der Kohlenstoff — beseitigt, die das Eisen spröd und brüchig machten und es hinderten, Schmiedeeisen zu sein.

Dieses so erzeugte Schmiedeeisen war teuer. Um es herzustellen, wurden große Mengen von Holzkohle verbraucht. Dort, wo über längere Zeit hinweg Eisenhütten arbeiteten, wo Hochöfen und Frischfeuer loderten, war im weiten Umkreis der Wald verschwunden. Die Köhler hatten ihn in ihren Meilern allmählich vollständig in Holzkohle verwandelt, und



Holzkohlenmeiler (Schnitt)



nicht selten mußten die Hütten ihre Tätigkeit einstellen, weil der Holzmangel zu groß war. An eine rechtzeitige Aufforstung war natürlich nicht gedacht worden. Eisenwerke — so hieß es — machen reiche Väter und arme Kinder. Und man sah es nicht gern, wenn irgendwo ein Hüttenwerk aufgebaut wurde, das den Wald aufzufressen begann.
In England hatte die Vernichtung der Wälder einen so hohen Grad erreicht, daß 1674 alle königlichen Eisenwerke in Forest of Dean abgerissen wurden, „damit nicht die Eisenwerke die Versorgung der Flotte mit Bauholz für die Schiffe beeinträchtigen". Die Regierung trug sich mit der Absicht, die Eisenverhüttung in ganz England zu verbieten. Auch in Irland hatte das Eisen die Wälder verschlungen, und das zu einer Zeit, wo die englische Flotte die Weltmeere zu beherrschen begann und die Werften mehr Bauholz brauchten als je zuvor.
Lag es nicht nahe, anstelle der Holzkohle Steinkohle zur Eisenerzeugung zu verwenden? Gewiß, als Brennmaterial wurde Steinkohle schon ver-

wendet. In London wurden die Öfen der Wohnungen damit geheizt. Der Ruß und Gestank lagerte über der Stadt. Holzfeuerung konnten sich nur reiche Leute leisten, die ihr Brennholz von weither aus eigenen Wäldern kommen ließen; denn um London herum standen schon längst keine Bäume mehr. Aber in Eisenschmelzöfen konnte man mit der Steinkohle nichts anfangen — jedenfalls so lange nicht, bis Dud Dudley sich der Sache annahm. Er war nicht der erste, der versuchte, Eisenerz mit Hilfe von Kohle zu schmelzen. Schon die Königin Elisabeth hatte Patente vergeben, „mit Steinkohlen und Torf Eisen und Stahl herzustellen und Blei zu schmelzen". Aber alle diese Versuche schlugen fehl, weil die Steinkohle ihren hohen Schwefelgehalt in das Eisen abgab und es dadurch unbrauchbar machte.

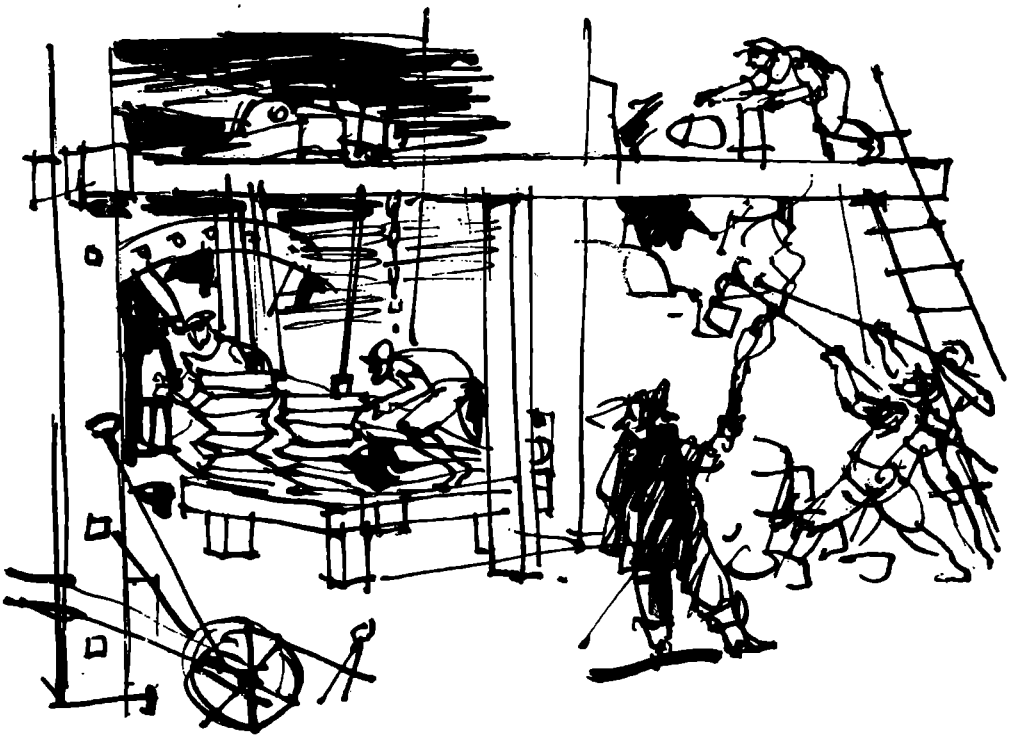
Wenn man der neueren Geschichte des Eisens, die sich mit Dud Dudley gerade aus dem Reiche der Legende herauslöst, glauben will, so muß er als erster Eisenmann aus Steinkohle Koks hergestellt haben. Das heißt, er verschwelte die Steinkohle genauso, wie auch das Holz verschwelt wurde; er befreite sie dadurch von allen flüchtigen Bestandteilen. Wie er seine Kokerei betrieb, das wissen wir allerdings nicht, denn er nahm sein Geheimnis mit ins Grab.

Dud Dudley hat in der Geschichte der Metallurgie nicht viel mehr als eine blasse Erinnerung hinterlassen. Aber seine Lebensumstände sind interessant und charakteristisch, weil er das Schicksal vieler „Vorläufer" in der Technikgeschichte teilt, die als unglückliche Erfinder enden, weil noch nicht alle die Bedingungen herangereift sind, die eine volle Entfaltung ihrer Erfindung sichern.

Als Dud Dudley anfangs des 17. Jahrhunderts die Eisenhütten seines Vaters, Lord Edward, in Dudley übernahm, traf er auf die gleiche Kalamität, die in allen Eisengebieten herrschte: Die Eisenminen waren ergiebig, und 20 000 Schmiede, die in diesem Gebiet ihr Handwerk betrieben, wollten von der Hütte beliefert sein — aber der Wald ringsum war abgeholzt. Von weit her mußte man die Holzkohle antransportieren lassen. Das war teuer und unbequem.

Mit verschwelter Steinkohle versuchte Dudley, der Not abzuhelfen. Sein Eisen war gut, und er konnte es billiger verkaufen als andere Hütten. Er hatte den richtigen Brennstoff für den Hochofen gefunden. Das war aber gar nicht im Sinne seiner Konkurrenten. Ihre Handlanger überfielen sein Eisenwerk, rissen die Öfen ein und zerschnitten die Blasebälge. Als Dudley das Werk wieder errichtet hatte, wurde es erneut überfallen und dem Erdboden gleichgemacht. Er verließ diese Gegend und baute — diesmal mit geliehenem Geld — einen neuen Kokshochofen auf. Der neue Ofen stand aber nur einige Wochen, dann lag er wieder in

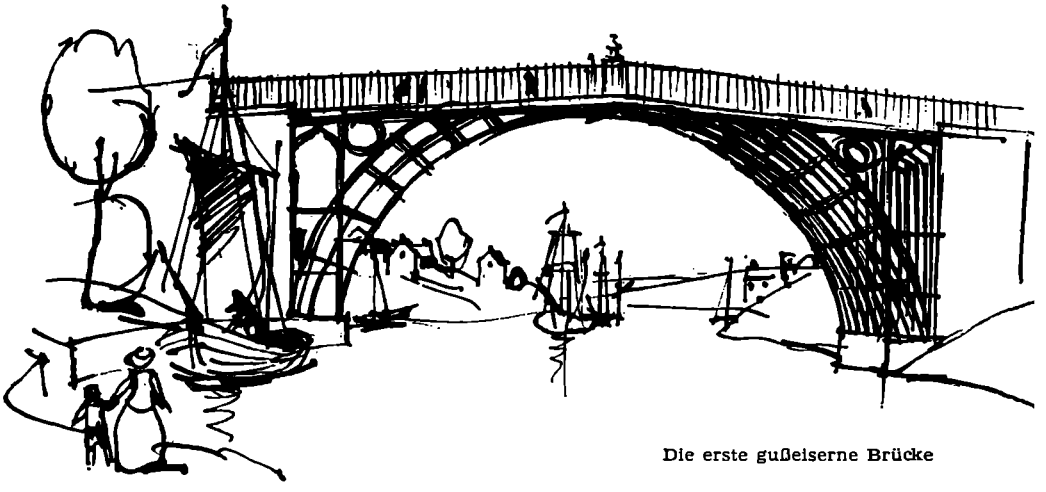
Trümmern. Dud Dudley mußte ins Schuldgefängnis, weil er seine Gläubiger nicht bezahlen konnte.
Damit endet eigentlich die Geschichte dieses Mannes, der das Eisen mit der Kohle zusammenbrachte, der aber unentwegt daran gehindert wurde, dafür zu sorgen, daß auch eine dauerhafte Ehe daraus wurde. Dudley starb jedoch nicht im Schuldgefängnis. Die englische Revolution brachte ihm die Freiheit — aber zum Eisen konnte er nicht mehr zurück. Von adliger Herkunft, stand er auf seiten des Königs und kämpfte gegen Oliver Cromwell. Er wurde General der Artillerie und erhielt schwere Verwundungen. Als die Partei des Königs geschlagen und er selbst gefangen und zum Tode verurteilt war, konnte er auf Krücken fliehen und sich als bettelnder Krüppel verkriechen.
Nachdem das englische Bürgertum seine Rechte und seine Macht gesichert glaubte und mit Karl II. einen Monarchen auf den Thron setzte, der sich dem Parlament fügte, hoffte Dudley zurückzubekommen, was er eingebüßt hatte: seine Patente und finanzielle Unterstützung. Er bekam



beides nicht, obwohl sich die Regierung mit dem Gedanken trug, alle die wäldermordenden Eisenwerke zu schließen.
Mit 85 Jahren starb Dudley, ohne etwas erreicht zu haben. Er hinterließ einige wissenschaftliche Abhandlungen; jedoch das Geheimnis der Koksherstellung nahm er mit ins Grab.
Zu einer festen und wirklich dauerhaften

Ehe zwischen Eisen und Kohle

kam es erst hundert Jahre nach den erfolgreichen Versuchen Dud Dudleys. Dieser historische Vorgang ist mit der Eisenhüttenfamilie Darby verbunden, die innerhalb von drei Generationen das Problem löste und das neue Verfahren zum Allgemeinbesitz der Eisenindustrie machte.
Die Familie Darby entstammte der gleichen Gegend wie Dudley, dem Land, in dem Kohle und Eisen beieinanderliegen, in dem aber das Holz knapp ist. Abraham Darby hatte ein altes Eisenwerk gekauft und griff die Idee des Kokses wieder auf. Er mischte die verschwelte Steinkohle aber noch mit Holzkohle und Torf. Nach einigen Jahren der Versuche und immer neuer Rückschläge gewann er 1709 das erste brauchbare Koks-Roheisen, wobei ihm der Umstand sehr zustatten kam, daß die von ihm benutzte Kohle ohnehin sehr schwefelarm war.
Aber noch einmal traten Umstände ein, die der Entwicklung ein Bein stellten. Abraham Darby starb schon 1717. Seine Witwe und ihre beiden Jungen, von denen der älteste erst sechs Jahre alt war, mußten das Werk der Verwaltung eines Verwandten überlassen. Später stellte sich heraus, daß dieser Verwandte ein Betrüger war. Noch schlimmer: Er hatte auch die Experimente nicht fortgesetzt oder weiterführen lassen, so daß dann, als Abraham Darby II. als 19jähriger die Leitung des Werkes übernahm und die Schulden des Betrügers abzuarbeiten begann, alle Erinnerungen an die bereits von seinem Vater erzielten Erfolge getilgt waren. Niemand hätte zu sagen gewußt, daß man in den Öfen des Werkes schon einmal Roheisen auf Koks erschmolzen hatte — längst war man zur Holzkohle zurückgekehrt. Die Umstände trieben nun auch Abraham II. dazu, einen Ausweg aus dem Dilemma des Holzmangels zu suchen und zu finden, wenn er nicht, wie hundert andere, das Werk schließen wollte. Daß er nichts von den Erfahrungen seiner Vorgänger wußte, geht daraus hervor, daß er wieder ganz von vorn anfing.
Er brachte die Steinkohle direkt in den Ofen und versuchte, das Erz zu schmelzen. Dabei erlitt er die bekannten Rückschläge: Die Steinkohle



Die erste gußeiserne Brücke

buk zu großen Schlacken zusammen, es kam keine ordentliche Schmelze zustande, und das, was an Eisen herauslief, verdiente diesen Namen nicht. Dann mischte er die Steinkohle mit Holzkohle. Die Ergebnisse waren nicht besser. Folgerichtig kam Abraham II. wieder auf den Gedanken, die Steinkohle zu verschwelen. Er tat das so, wie man Kohle aus Holz brennt. Als er sich nach und nach in Meilern einen notwendigen Vorrat an Koks geschaffen hatte, begann er, den Hochofen zu füllen.

Aber auch der richtige Weg wollte sich nicht auf Anhieb als der Weg zum Erfolg zu erkennen geben. Abraham II. verdarb einige Schmelzen, weil er erst das Mischungsverhältnis und die Windzufuhr ausprobieren mußte. Sechs Tage und Nächte ging er vom Ofen nicht weg. Endlich floß das Roheisen so heraus, wie er es sich gewünscht hatte. Es war ihm gelungen, Eisenerz allein mit Koks zu schmelzen.

Das geschah im Jahre 1735, hundertfünfzehn Jahre nach den Versuchen Dud Dudleys. Was mit jenem ungenutzt und abgelehnt ins Grab sank, wurde nun zum bejubelten Ereignis und nach und nach zu einem selbstverständlichen Verfahren. Von den 300 Schmelzöfen, die es in England gab, waren zu dieser Zeit nur noch 59 in Betrieb. Die Jahresproduktion betrug nur wenig mehr als 17 000 Tonnen. Das Eisen war knapp und teuer. Nun aber war ein Weg zur Massenproduktion von Roheisen gewiesen; erst jetzt konnte man die Wälder schonen, ohne auf das Eisen zu verzichten.

Abraham III. führte das Werk seiner Väter fort und machte die Darbyschen Eisenwerke zum größten Hüttenbetrieb Englands. Er setzte übrigens dem Namen Darby ein Denkmal, das noch heute steht: die erste in der Geschichte bekannte gußeiserne Brücke, die in einem Bogen von über 30 Metern den Severn-Fluß überspannt und die so hoch ist, daß die Flußschiffe unter ihr hindurchfahren können. Man kann diese Brücke –

eine technische Sensation ihrer Zeit — als ein Symbol der Vereinigung zwischen Kohle und Eisen ansehen, als deren Ergebnis England zur größten Eisenmacht der Welt wurde.

Am Ende des 18. Jahrhunderts produzierte England in den Kokshochöfen bereits 156 000 Tonnen Roheisen. Dieses Roheisen war infolge seines hohen Gehaltes an Schwefel und Silizium besonders dünnflüssig und gut vergießbar. Es eignete sich vorzüglich zur Herstellung dünnwandiger und komplizierter Gußstücke. Der Sandformguß und neue Methoden des Eisenkunstgusses verdrängten auf vielen Gebieten das geschmiedete Eisen. Allerdings hatte dieses Koks-Roheisen den großen Nachteil, daß es ungeeignet war für den Frischprozeß. Man hatte ein in großer Menge herstellbares Eisen gewonnen, das ein Mittelding war zwischen Roheisen und Gußeisen. Es war vielseitig verwendbar — nur eben Stahl, gefrischtes und ausgeschmiedetes Eisen, hatte man nicht.

Nach wie vor bestand die Anweisung der englischen Admiralität, daß bei der Erfüllung ihrer Aufträge für Schiffsausrüstungen aller Art, von den Ankerketten bis zu den Granaten, kein englischer Stahl verwendet werden durfte. Der in England verarbeitete Stahl kam in seinen besten Qualitäten aus Schweden oder Rußland. Ende des 18. Jahrhunderts führte Rußland jährlich 40 000 Tonnen Stahl nach England aus, eine für damalige Verhältnisse ganz ungeheure Menge. Der allerbeste Stahl kam allerdings aus Indien; er war unvergleichlich mit allem, was an Klingen-

stahl in Europa hergestellt wurde. Allerdings kostete er auch bis zu 150 000 Mark je Tonne, denn er konnte nur in geringen Mengen hergestellt werden. Das Roheisen kam in kleine Lehmtiegel, die zunächst mit Blättern und feuchtem Lehm verschlossen und in der Sonne getrocknet wurden. Danach wurde es tage- oder wochenlang in einem schmalen Ofen erhitzt. Portionsweise füllte man den geschmolzenen Stahl dann in einen Lehmtopf. Dieses Verfahren — und alles, was außerdem noch dazugehörte, um Eisen in Stahl zu verwandeln — wurde natürlich geheimgehalten.
Die größte Eisenmacht der Erde war jedoch Rußland.

Die berühmten russischen Waffenschmiede

die bereits vor der Zeit Peters des Großen Kanonen gossen, die bis nach Westeuropa ausgeführt wurden, saßen seit alters im Ural und im Gebiet von Tula. Der Zar, der Rußland auf den Weg zu einer absolutistischen Großmacht führte und die wirtschaftlichen Möglichkeiten des riesigen Reiches ausnutzen ließ, übernahm also bereits fachkundige Eisenhüttenmänner, Schmiede und Bergleute. Aber erst unter seiner Regierung und im Verlaufe seiner Reformpläne erwuchsen die wirtschaftlichen Kräfte, die aus Rußland das Land der Bergwerke und Hütten machten.
Ein Tulaer Schmied, Nikita Demidow, wurde zum Organisator der Eisenhüttenindustrie des Zaren. Er lieferte dem Zaren, was er brauchte — für die Armee, die Flotte und für den Bau von Petersburg. Dafür durfte er selbst herrschen wie ein Zar in seinem Reich, der Schatzkammer am Ural. Demidow war der erste große Montan-Industrielle der Erde, sein Unternehmen war größer als ganz England. Er begründete eine Dynastie von Eisenhüttenleuten, die Fürsten waren. Seine Söhne teilten zwar sein Reich, aber jeder von ihnen vermehrte mit der Zahl der Werke und Gruben auch Vermögen und Besitz. Sie waren unermeßlich reich. Demidows Sohn Prokopi lieh der Zarin Katharina II. während des Türkischen Krieges, ohne mit der Wimper zu zucken, vier Millionen Rubel. Dabei verstand er sich auch auf das Hüttenwesen. In seinen Werken waren die größten Hochöfen der Welt in Betrieb. Diese Holzkohleöfen — Mangel an Holz war in Rußland ja unbekannt — lieferten innerhalb von 24 Stunden 25 Tonnen Roheisen. Eine solche Leistung wurde mit Öfen dieser Art nirgends in der Welt erreicht. Hinzu kam, daß Erze verhüttet wurden, die es in dieser Güte nur noch in Schweden gab. Aus

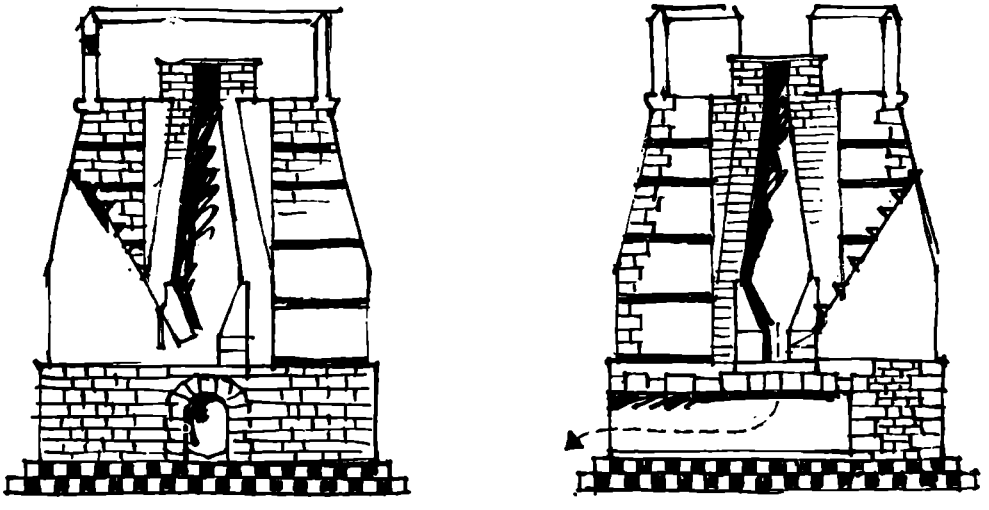
diesen Erzen wurde auch der Stahl gewonnen, der allein die Qualität hatte, um für die Aufträge der britischen Admiralität verwendet zu werden. Im übrigen herrschten auch die Nachfolger Demidows wie selbstherrliche Souveräne.

Ihre Enkel und Urenkel freilich beschäftigten sich schon nicht mehr mit Erzen und Hüttenwerken, sie hielten sich nur noch an das geprägte Metall. Sie gaben das Geld mit vollen Händen aus, verkamen und gingen ruhmlos unter. Auch die Hüttenwerke wurden nicht weiterentwickelt; die primitiven Produktionsmethoden blieben lange Zeit bestehen, auch dann, als in England schon neue Methoden der Eisen- und Stahlproduktion angewendet wurden.

Die Nachfolger Peters des Großen führten dessen Reformen nicht weiter. Sie und die Fürsten und Großgrundbesitzer, die über das riesige und an Bodenschätzen unermeßlich reiche Land herrschten, waren voller Mißtrauen gegenüber allen wirtschaftlichen und technischen Neuerungen. Sie befürchteten, daß sich alles Neue auch gegen ihre feudalistische Herrschaft richten würde, und so behinderten sie alles, was sich irgendwo an Fortschrittlichem regte.

Für England bestand inzwischen die Notwendigkeit, sich von den ausländischen Stahllieferungen frei zu machen. Das heißt, man mußte nach Mitteln und Wegen suchen, das englische Koks-Roheisen so behandeln zu lernen, um aus ihm einen ebenso guten Stahl zu erhalten, wie ihn das russische Holz-Roheisen lieferte.

Holzkohlen-Hochofen (Schnitt), 17. Jahrhundert

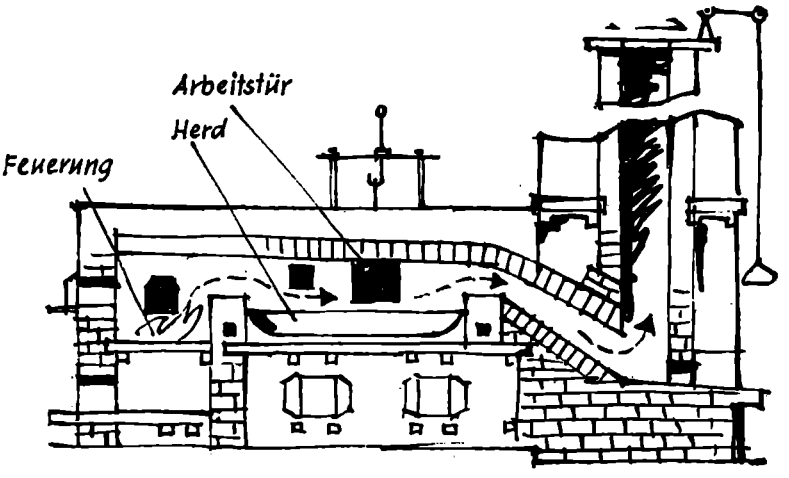


Daß man aus dem englischen sogenannten Zementstahl einen Stahl gewinnen konnte, der höchsten Ansprüchen genügt, bewies als erster der Uhrmacher, Chirurg und Augenarzt Benjamin Huntsman. Er gedachte den Stahl durch mehrfaches Umschmelzen zu reinigen. Das war bis dahin noch nicht versucht worden, denn Stahl galt als unschmelzbar. Natürlich hielt Huntsman seine Versuche so geheim, daß man auch heute noch nicht genau sagen kann, wie er den Stahl zum Schmelzen brachte, und auch nicht, ob er auf irgendeine Weise von der in Indien üblichen Methode etwas erfahren hatte. Sicher ist, daß er gewußt — oder geahnt — haben muß, welche Bestandteile es sind, die dem Stahl schaden und die demzufolge ausgetrieben werden müssen: Kohlenstoff und Schwefel. Wenn er also den Stahl veredeln wollte, durfte er beim Schmelzen das Metall nicht noch mehr mit diesen unerwünschten Stoffen anreichern. Er durfte die Schmelze nicht mit der brennenden Kohle in Verbindung bringen. Deshalb brachte er den Stahl in kleinen verschließbaren Tontiegeln, die er in einen Kohleofen stellte, zum Schmelzen. Daß es lange gedauert haben muß, bevor

er im Ofen die notwendige hohe Temperatur sowie die rechte Art und Dauer des Schmelzens gefunden hat, lasen die Nachbarn an den mißglückten Schmelzergebnissen ab, die er heimlich im Garten vergrub. Endlich hatte er aber doch den

Tiegelstahl

oder den Gußstahl, wie er ihn haben wollte. Zum ersten Male war Stahl flüssig geworden und durch Umschmelzen zu veredeln. Das war 1740.
Den Stahlfabrikanten von Sheffield gefiel es natürlich gar nicht, daß ein Außenseiter einen besseren Stahl zu machen verstand als sie. Sie sahen voraus, welche große Einbuße sie erlitten, wenn der Gußstahl von Huntsman im großen Umfange hergestellt würde. Frankreich kaufte schon sehr bald nur noch Erzeugnisse, die aus diesem Stahl hergestellt waren. Die Sheffielder versuchten, ein Ausfuhrverbot für Gußstahl durchzusetzen, aber die englische Regierung lehnte ab. Obwohl Huntsman das Geheimnis seines Tiegelstahlrezeptes ängstlich hütete, bekamen es die Sheffielder Stahlfabrikanten doch heraus und stellten sich auf das neue Verfahren um. Sie konnten das um so leichter, da Huntsman kein Patent auf seine Methode genommen hatte. Nun waren wieder die Stahlfabrikanten von Birmingham — die klassischen Konkurrenten der Sheffielder — im Hintertreffen. Aber sie ruhten nicht eher, bis sie durch einen ihrer Leute, der sich als Bettler verkleidete und in diesem Aufzug in einer kalten Nacht bei Huntsman Einlaß erhielt, das Geheimnis der Tiegelstahlbereitung ausspioniert hatten. Benjamin Huntsman, der den alten Mann selbst zum warmen Schmelzofen geführt und ihm die Suppe an sein gemütliches Lager gebracht hatte, würde ihn wahrscheinlich ebenso eigenhändig zur Tür hinausgeworfen haben, hätte er in ihm den Hüttenbesitzer Samuel Walker erkannt.
Von nun an verbreitete sich die Gußstahlherstellung in ganz England. Aber auch dieser Tiegelstahl hatte einen großen Fehler: Er ließ sich nur in geringen Mengen herstellen und war so teuer, daß er nur zu besonderen Zwecken verwendet werden konnte. Nach wie vor war deshalb für gewöhnlich der alte Zementstahl in Gebrauch, und immer noch stand die Aufgabe, Stahl aus Roheisen zu gewinnen.
Ein anderer Außenseiter, Henry Cort, der als Schiffsmakler mit Eisen und Stahl eigentlich gar nichts zu tun hatte, überdachte diese Aufgabe. Auch dieser Londoner Schiffsagent ging davon aus, daß der Kohlenstoff aus dem Roheisen vertrieben werden muß, ohne daß Schwefel hinzu-



Puddelofen
(Schnitt)

kam. Da die alten Frischfeuer dafür nicht taugten, mußte ein Flammofen gebaut werden, in dem das Roheisen erhitzt und verflüssigt werden konnte, ohne daß das Metall mit dem Koks in Berührung kam. Und damit aller Kohlenstoff an die Oberfläche kam und in den Flammengasen verbrannte, mußte die Schmelze immerzu mit langen Stahlstangen umgerührt werden. Nach diesem Umrühren, englisch: „to puddle", erhielt die Methode schließlich auch ihren Namen:

Das Puddelverfahren

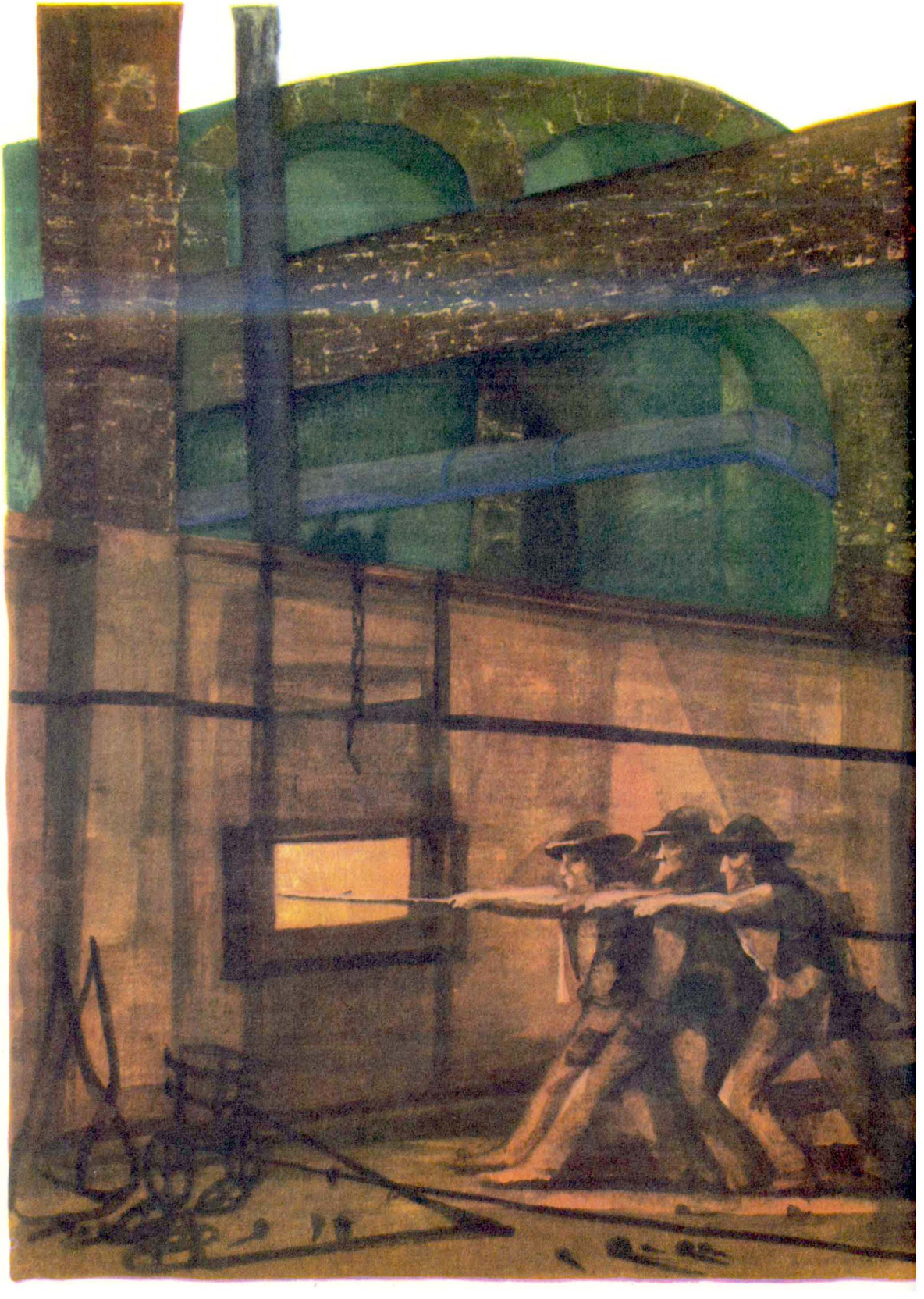
Bevor Cort das Verfahren praktisch erproben konnte, mußte er sich einen Geldgeber suchen. Er fand ihn in Gestalt des Zahlmeisters der britischen Marine Jellicoe, dessen Sohn als Teilhaber in die Firma eintrat, die Henry Cort gründete. Cort baute ein kleines Stahlwerk auf, konstruierte die Puddelöfen und brachte durch sein Verfahren einen außerordentlich brauchbaren Stahl zustande, der in größeren Mengen hergestellt werden konnte als der Tiegelstahl von Huntsman. Im Jahre 1784 erhielt Cort ein Patent, und es gab keinen, der nicht den unerhörten Fortschritt in der Stahlproduktion anerkannt hätte.
Da England zu dieser Zeit gerade seine dreizehn amerikanischen Kolonien im Unabhängigkeitskrieg verloren hatte, konnte Lord Sheffield mit Fug und Recht sagen:

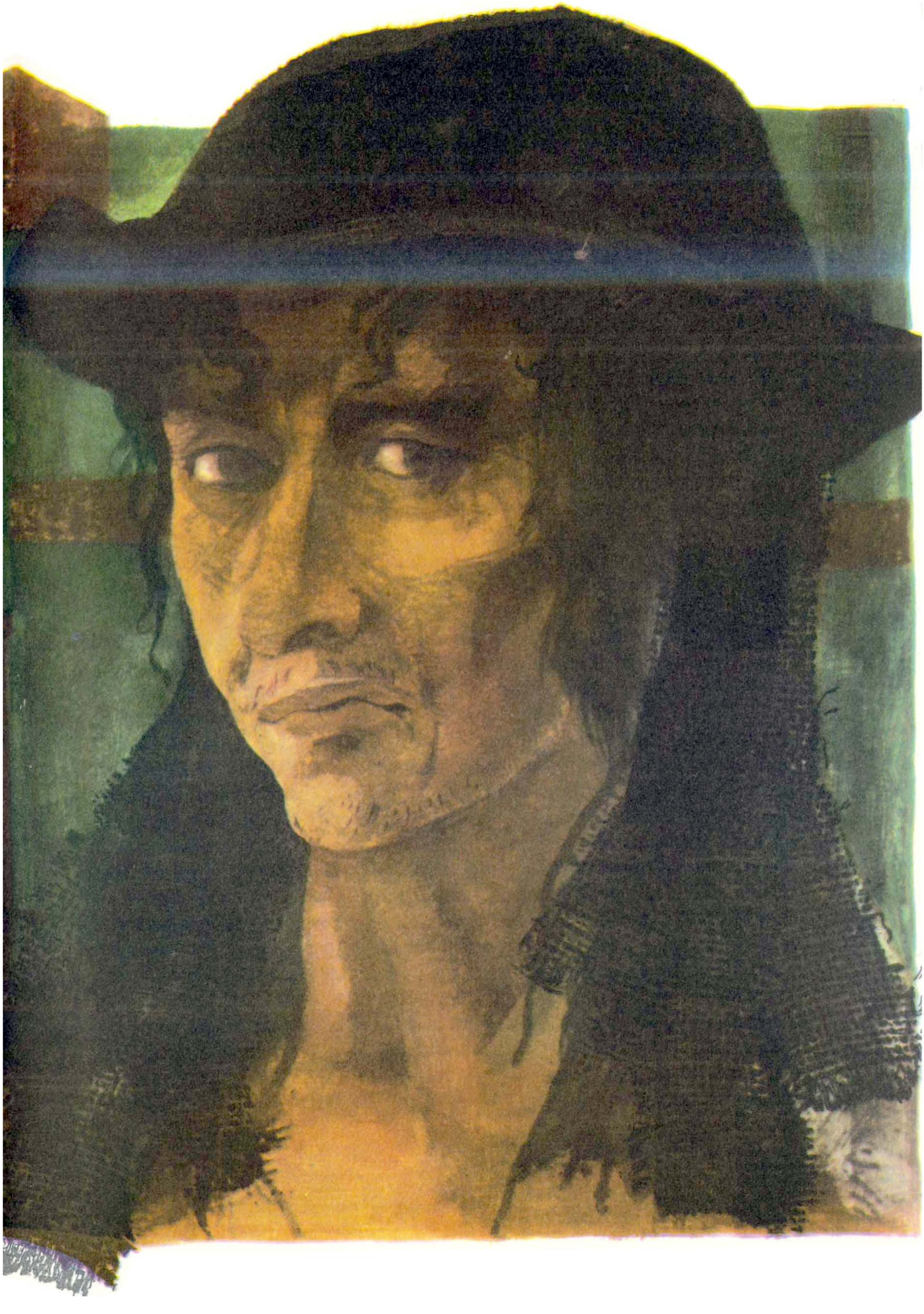
> „Die Cortsche Erfindung wird uns mehr Nutzen bringen als die dreizehn Kolonien, denn sie macht uns zum führenden Land des Eisenhandels und der Schiffahrt."

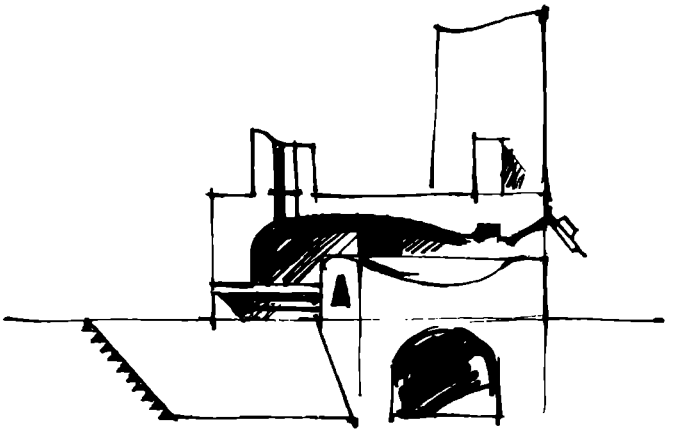
Mit dieser Voraussage sollte er recht haben. Allerdings, dem Urheber dieser segensreichen Erfindung hatte auch diesmal wieder der Teufel ein Bein gestellt: Cort stürzte in Elend und Armut. Die Verbindung seines Geschäftes zur Admiralität hatte er sich als das sicherste Fundament gedacht. Sein Teilhaber brachte ihm nicht nur das Geld ein, was er selbst nicht hatte, er sorgte auch für die Aufträge, die Cort dann brauchte, als sich die Überlegenheit und Preiswürdigkeit seines Puddelstahls herausgestellt hatte. Alles war also in Ordnung. Jedoch nur so lange, wie der alte Marine-Zahlmeister lebte. Als dieser gestorben und mit großem Pomp begraben worden war, stellte sich heraus, daß er ein ganz geriebener Betrüger gewesen war. Der Zahlmeister hatte sich sehr frei der ihm anvertrauten Kasse bedient, und es konnte kein Zweifel daran sein, daß auch die Kapitaleinlage in der Firma Cort aus der Admiralitätskasse stammte. Henry Cort hatte also, ohne die geringste Ahnung über die wahren Quellen des hohen Beamten zu haben, seine Fabrik mit unterschlagenen Geldern aufgebaut! Obwohl er völlig unschuldig war, wurde seine Firma beschlagnahmt und ihm sein Patent genommen. Der Skandal wurde von den Konkurrenten so sehr aufgebauscht, daß Cort über Nacht ein armer Mann war, der nun mit seiner dreizehnköpfigen Familie im Elend saß, während die anderen Stahlmänner sein Patent nutzten und so viel Puddelstahl herstellten, wie immer sie wollten. Auch sein Walzwerk benutzten sie. Cort hatte ein Walzgerüst aus zwei Walzen gebaut, in die er Rillen in verschiedener Größe hatte einbringen lassen. Brachte man ein Stück rotwarmen Stahl vor die größte Öffnung, so wurde es von den sich drehenden Walzen zusammengepreßt und in der Größe der Rille ausgewalzt. Der Stahlblock konnte so — je nachdem, durch welche Öffnungen man ihn noch schickte — auf jede beliebige Dicke ausgewalzt werden. Auch davon hatte Henry Cort nichts mehr. Der Mann, der England zum bedeutendsten Stahlerzeuger machte, wäre mitsamt seiner Familie verhungert, hätte ihm später nicht das Parlament eine Rente von jährlich 200 Pfund Sterling ausgesetzt, so daß wenigstens der ärgste Hunger gestillt werden konnte. Henry Cort starb im Jahre 1800 in Armut und Verlassenheit. Im selben Jahre wurden bereits 60 000 Tonnen Puddelstahl nach seinem Patent hergestellt.

In allen englischen Stahlwerken war die Arbeit der Puddler zur schlimmsten Fron geworden. Halbnackt und triefend vor Schweiß, standen sie an glühenden Öfen und rührten mit langen Stangen das Eisen um. Da es zunehmend verteigte und zu einem zähen Brei wurde, machte auch das Puddeln immer größere Mühe, bis schließlich der 200 bis 250 Kilogramm schwere Eiseneinsatz überhaupt nicht mehr umzubrechen war. Die Puddelöfen ruinierten die Gesundheit der Stahlwerker. Die von

Wenn im Puddelofen das Eisen dickflüssig und zäh geworden war, reichte häufig die Kraft eines Mannes nicht mehr aus, es weiterhin umzurühren. Mit der hakenbewehrten Stange wurde dann ein Klumpen abgetrennt, aus dem Ofen geholt und unter den Dampfhammer gebracht, unter dem er zu sogenanntem „Schweißeisen" gehämmert wurde. Die Puddler mußten eine schwere und kräftezehrende Arbeit leisten — dabei mußten sie aber auch äußerst geschickt und erfahren sein, denn wenn sie die Schlacke nicht ordentlich aus der Schmelze brachten oder zuviel beziehungsweise zuwenig Luft in das Eisen „puddelten", gewannen sie schlechten Stahl.







der Hitze ausgedörrten und verbrannten Männer hielten nur kurze Zeit durch, dann waren sie körperlich völlig gebrochen.
In der weiteren Geschichte des Stahls stoßen wir nun auf einen Mann, dessen Namen wir auch heute noch in den Stahlwerken begegnen:

Henry Bessemer

Erfinder der sogenannten Bessemerbirne. Auch er war ein Außenseiter, kein Hüttenmann von Hause aus. Das erschien ihm sogar als ein großer Vorteil, denn

> „... ich hatte nichts zu verlernen; mein Kopf war offen und frei für jeden neuen Gedanken, ohne daß ich es nötig hatte, gegen Vorurteile, wie sie auf Grund lebenslänglicher Erfahrungen und Arbeitsgewohnheiten entstehen, anzukämpfen."

Als Lehrling in der Schriftgießerei seines Vaters lernte er zwar mit flüssigen Metallen umzugehen, aber sie erweckten nicht seine Phantasie. Bessemer erfand schon als junger Mann einige Dinge, die zeigten, daß er sehr vielseitig war: Stempelprägeformen, Samtpreßwalzen, Letterngießmaschinen, Pressen zur Herstellung von Bleistiftminen aus Graphitstaub, ein maschinelles Verfahren zur Erzeugung von Bronzestaub, Brikettpressen, Schmelzöfen für optisches Glas und vieles andere. Nicht alles wurde aufgegriffen, manche Erfindungen blieben ungenutzt, und um den Ertrag mancher anderen wurde er geprellt. Aber das störte ihn nicht besonders.
Zum Stahl kam Bessemer auf dem Umweg über eine andere Erfindung. Er hatte sich überlegt, daß die Geschosse der Kanonen viel besser und genauer fliegen würden, wenn sie keine Kugelform hätten, sondern länglich und zugespitzt wären. Versetzte man sie beim Verlassen des Kanonenrohrs noch in Drehung, verlieh man ihnen einen Drall, so würden sie noch zielsicherer fliegen. Um diesen Drall zu erreichen, versah er jedoch nicht das Kanonenrohr mit „Zügen", wie sie später üblich wurden, sondern er brachte an den Geschossen Kanäle an. Die Explosivkraft des Pulvergases sollte in die gezogenen Kanäle hineinfahren und dem Geschoß, wenn es aus dem Lauf getrieben wurde, eine Drehbewegung vermitteln. Das war gut überlegt, aber die englischen Militärs gestatteten ihm keine Versuche. Bessemer wandte sich nach Frankreich und begann dort auf einem Schießplatz seine Experimente. Sie verliefen zur völligen Zufriedenheit der französischen Offiziere. Aber die schweren Geschosse und die große Beanspruchung der Geschützrohre

stimmten sie bedenklich. Sehr viele Schüsse würde man bestimmt nicht aus den gußeisernen Kanonenrohren feuern können, dann würden sie bersten oder wären deformiert. Es war im Jahre 1854, als auf diese Weise Henry Bessemer zum ersten Male mit dem Problem der Widerstandsfähigkeit von Eisen oder Stahl in Berührung kam. Und von Stund an interessierte ihn diese Angelegenheit viel mehr als sein Ausgangspunkt, die Geschosse und Geschütze. Er wollte nun einen Stahl schaffen, besser und billiger als Puddelstahl.

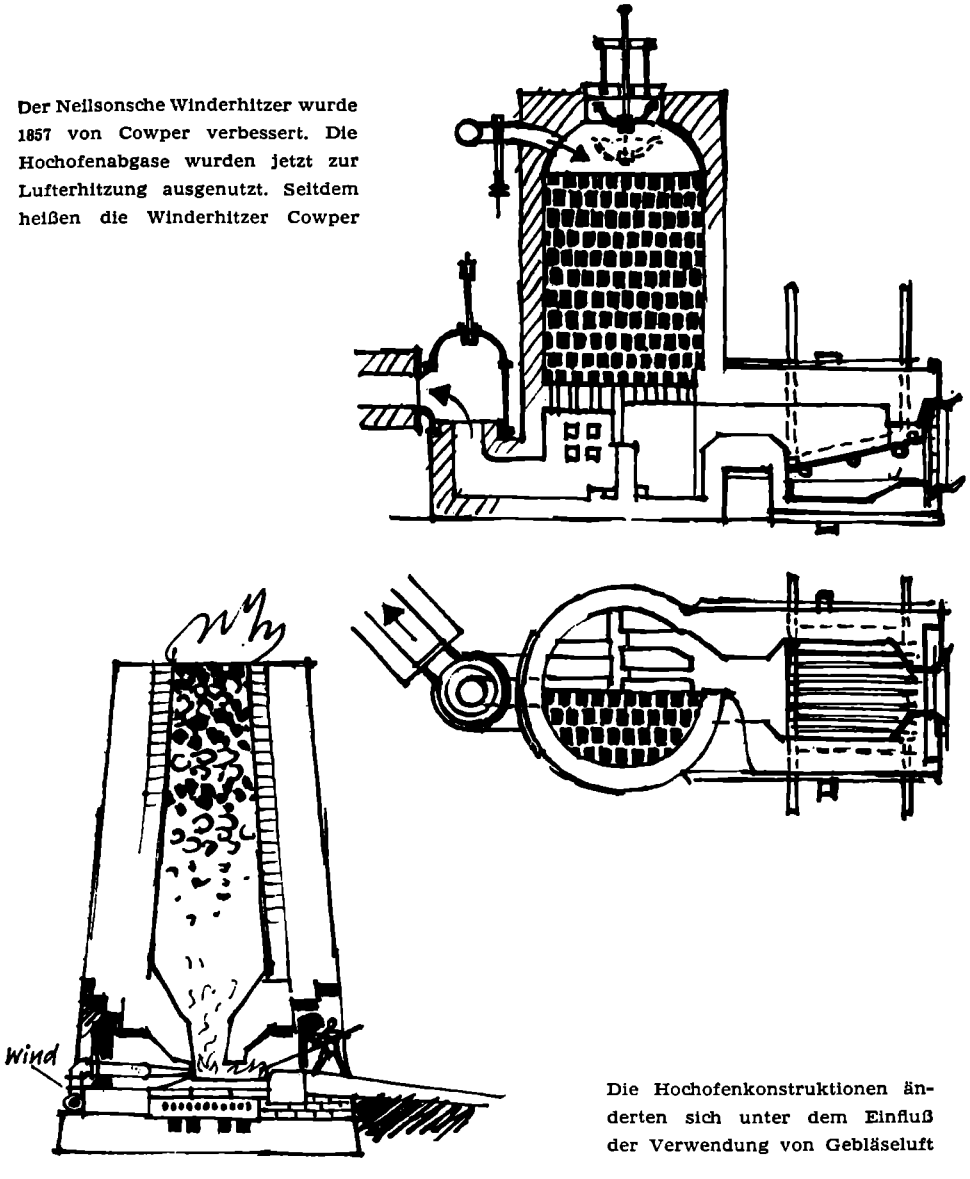
Bessemer begann seine Versuche, ohne auch nur einen Gedanken darauf zu verwenden, was vor ihm schon alles erprobt worden war. Er schmolz Roheisen in einem Flammofen. Durch verstärkte Luftzufuhr versuchte er, eine Temperaturerhöhung zu erreichen. Dabei machte er eine Beobachtung, die ihn sehr nachdenklich stimmte. Bessemer fand nämlich, daß einige Gußeisenstücke nicht geschmolzen waren, und sie schmolzen auch nicht, als er noch mehr Luft zuführte.

Er kam bald dahinter, daß diese Eisenstücke innen hohl waren. Die äußere Kruste aber war schmiedbares Eisen, war Stahl geworden, der nicht schmolz, weil sein Schmelzpunkt viel höher liegt. Warum waren aber die inneren Teile nicht ebenfalls Stahl geworden, warum waren sie als Gußeisen geschmolzen? Vor dieser Frage und dieser Beobachtung mußten schon Dutzende vor Bessemer gestanden haben, aber die Fachleute hatten sie bisher wohl nicht für interessant oder wichtig genug gehalten. Henry Bessemer ahnte, was im Eisen vorgegangen war. Unter dem Einfluß des Luftstromes hatte sich die Oberfläche der Gußeisenstücke in Stahl verwandelt. Es müßte also gelingen, durch bloßes Einblasen von Luft in flüssiges Roheisen ein schmiedbares Eisen, den Stahl zu gewinnen!

Das war ein revolutionärer Gedanke, der den alten Hüttenleuten geradezu entsetzlich gewesen wäre, wenn sie ihn geahnt hätten. Denn sie wußten ja am besten, was es mit der Luft auf sich hatte. Jahrhundertelang hatte man kalte Luft in die Hochöfen geblasen: mit Blasebälgen, mit gußeisernen Zylindern und schließlich mit Windanlagen, die von Dampfmaschinen betrieben wurden. Die größten Gebläse, die zu dieser Zeit in England in Betrieb waren, jagten 1245 Kubikmeter Wind in jeder Minute in die Hochöfen, und sie wurden von Maschinen mit einer Leistung von 650 PS angetrieben. Aber dieser Wind war nicht kalt — er war heiß!

Diese umwälzende Neuerung hatte vor kurzem erst James Beaumont Neilson eingeführt. Er war der Sohn eines Grubenmaschinisten und hatte sich zum Gaswerkdirektor emporgearbeitet; er war solange nicht mit dem Hüttenwesen in Berührung gekommen, bis ihn ein Hüttenbesitzer bat, eine Methode ausfindig zu machen, mit der es gelänge, die Ge-

Der Neilsonsche Winderhitzer wurde 1857 von Cowper verbessert. Die Hochofenabgase wurden jetzt zur Lufterhitzung ausgenutzt. Seitdem heißen die Winderhitzer Cowper



Die Hochofenkonstruktionen änderten sich unter dem Einfluß der Verwendung von Gebläseluft

bläseluft zu reinigen. Neilson hatte ein Verfahren zur Reinigung des Leuchtgases erfunden. Es fiel ihm deshalb nicht schwer, den Schwefel aus der Gebläseluft des Hochofens zu entfernen.

Bei seinen Versuchen kam er dahinter, daß heißes Gas beim Verbrennen viel höhere Temperaturen entwickelt als kaltes Gas, auch heiße Luft facht das Feuer zu weit größerer Hitze an. Die Hüttenmänner, denen er seine Beobachtungen mitteilte, hatten aber die entgegengesetzte Beob-

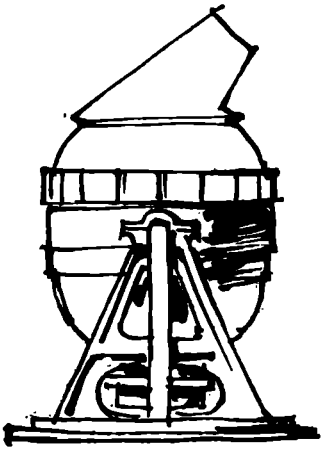
achtung gemacht: Gerade im Winter brannten doch die Hochöfen am besten! Daß das nicht mit der Kälte, sondern mit den größeren Sauerstoffmengen zusammenhing, wußte man damals noch nicht. Neilson hatte Mühe, einen Hüttenmann zu finden, der ihm einen Versuch am Hochofen erlaubte. Jeder war froh, wenn sein Ofen einigermaßen gutes Eisen lieferte, und Experimente waren gar nicht nach dem Geschmack der Hüttenleute. 1830 konnte Neilson in der Clyde-Hütte einen Versuch anstellen, der sofort die Richtigkeit seiner Überlegungen bewies. Hatte man beim Einblasen von kaltem Wind 8 Tonnen Koks je Tonne Roheisen gebraucht, so kam man beim Einblasen von heißer Luft mit 5 Tonnen Koks aus. Später sank der Brennstoffverbrauch sogar noch einmal bis auf die Hälfte. Es war offenkundig: Da man die großen Windmengen nicht mehr im Ofen erwärmen mußte, brauchte man weniger Brennstoff; hinzu kam, daß sich auch die Schmelzdauer verringerte. Kein Wunder, daß sich das Neilsonsche Verfahren der Winderhitzung sehr rasch durchsetzte. Bald wußte jeder Hütten- und Stahlwerker, daß eine Massenerzeugung von Roheisen ebensosehr mit dem Koks wie mit der eingeblasenen heißen Luft zu tun hatte.

Lieferten zu Beginn der industriellen Revolution die englischen Hochöfen täglich vier bis sechs Tonnen Roheisen, so waren sie in der Mitte des 19. Jahrhunderts bereits bei einer Tagesleistung von 20 bis 30 Tonnen angelangt. Die Erzeugungskosten, die um 1800 noch bei rund 400 Mark pro Tonne Roheisen lagen, waren auf ein Bruchteil dieses Preises gesunken. Kurzum: Die heiße Luft hatte sich als ein wahrer Segen erwiesen. Und nun kam Henry Bessemer daher und wollte wieder kalte Luft in das Roheisen blasen, um Stahl daraus zu machen!

Zum Glück kannte Bessemer diesen ganzen Entwicklungsgang nicht. Er war unbelastet von allem — wer weiß, ob er sonst nicht auch vor der kalten Luft zurückgewichen wäre. Als er in einem Tiegel, in den er durch ein Gasrohr Luft hineindrückte, das erste Roheisen in Stahl verwandelt hatte, wiederholte er den Versuch im größeren Maßstab. Er brachte sieben Zentner geschmolzenes Roheisen in ein großes Gefäß aus Stahlblech, das er mit Feuersteinen und Lehm ausgekleidet hatte. Durch sechs Öffnungen in der Nähe des Bodens ließ er Frischluft einblasen. Zunächst verbrannte die eingeblasene Luft das Silizium, „Unreinheiten" schwammen als Schlacke an der Oberfläche. Dieser Prozeß verlief ruhig. Dann aber verbrannte der Kohlenstoff. Es gurgelte, brauste, toste; Funken sprühten, und helle Flammen schlugen aus dem Gefäß ... so lange, bis das Roheisen herabgekohlt, zu Stahl geworden war. Henry Bessemer hatte den aufregenden Versuch durchgestanden; mit klopfendem Herzen zwar, denn er mußte befürchten, daß das umherspritzende glühende

Metall die Gebäude in Brand setzte. Er blieb auch unerschrocken, als die Flammen aus dem Gefäß schlugen, obwohl er doch überhaupt kein Feuer in diesem „Ofen“ hatte, sondern nur Luft in das flüssige Roheisen blies. Diese Luftzufuhr stellte er so lange nicht ab, bis sich die glühende Masse beruhigt hatte und der Luftstrom gleichmäßig sprudelnd das Metall durchdrang. Es ging natürlich nicht um die Luft schlechthin, sondern um den Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff verbindet und bei der Verbrennung die Wärme erzeugt, die den Stahl flüssig macht.
Bessemer hatte entdeckt, wie man ohne Feuer „frischt“ und mit Hilfe von Luft aus Roheisen unmittelbar Stahl macht. Als er den Lehmpfropfen aus der Bodenöffnung schlug, floß Stahl aus dem Gefäß – bester, weicher, schmiedbarer Stahl, der sich im kalten Zustand mit dem Hammer bearbeiten ließ, ohne Risse zu zeigen.
Bessemer baute sein Verfahren aus. Dabei kam ihm zugute, daß er bereits einen Glasschmelzofen konstruiert hatte, der in einem Gestell kippbar in zwei Zapfen saß. Davon ausgehend, konstruierte er einen birnenförmigen „Konverter“, die Bessemerbirne, bei der die Windzufuhr von unten durch Düsen am Boden des Gefäßes erfolgte. Von nun ab konnten innerhalb von zwanzig Minuten in einer einzigen Bessemerbirne drei Tonnen Stahl erblasen werden, den man Flußstahl nannte.
Noch im gleichen Jahre wurde Henry Bessemer aufgefordert, auf einer Versammlung der gelehrten Gesellschaft „British Association“ über „die Herstellung von schmiedbarem Eisen ohne Brennstoff“ zu sprechen. Er wurde gefeiert wie ein echter Held, denn alle Anwesenden wußten, was es bedeutete, nun endlich Stahl in jeder gewünschten Menge produzieren

Bessemerbirne (Konverter)



Bessemerbirne „bläst“ (Schnitt)

Vetter von Thomas, Percy Carlyle Gilchrist, oft nicht erwähnt, dabei könnte das „Thomas-Verfahren" ebensogut auch „Gilchrist-Verfahren" heißen. Ohne diesen Hüttenchemiker hätte der Londoner Anwaltsgehilfe und Gerichtsschreiber Thomas wahrscheinlich niemals das Phosphorproblem in der Bessemerbirne gelöst.

Allerdings war auch Thomas technisch außerordentlich interessiert. In seiner Freizeit hörte er Vorlesungen über technische Chemie. Dabei erfuhr er im Jahre 1870, daß derjenige auf der Stelle sein Glück machen würde, dem es gelänge, beim Bessemer-Verfahren auch den Phosphor zu entfernen.

Thomas begann planmäßig das Problem einzukreisen. 1875 erbrachten seine Versuche ein erstes Ergebnis. Er fand heraus, daß Kalkstein, mit einer kleinen Menge Wasserglas vermischt, ein basisches Futter zur Auskleidung der Bessemerbirne abgeben müßte, ein Futter, von dem der schädliche Phosphor gebunden wird. Thomas trat mit seinem Vetter Gilchrist in Verbindung. Der wußte natürlich auch, daß die saure Ausmauerung der Bessemerbirne den Phosphor nicht aufnimmt. Aber welcher Kalkstein vermochte zugleich den hohen Temperaturen zu widerstehen? Sie probierten weiter und stellten schließlich fest, daß ein Futter aus magnesiahaltigem Kalkstein, aus gebranntem Dolomit, am besten den Erfordernissen entsprach.

Thomas machte 1878 auf einer Sitzung des „Iron and Steel Instituts" Mitteilung über ihre Versuche, die jedoch von niemandem zur Kenntnis genommen wurden. Ein Jahr später hatten Thomas und Gilchrist durch aufsehenerregende Großversuche die Brauchbarkeit ihres neuen Verfahrens bewiesen, und nun kam auch Thomas auf der Versammlung der Eisen- und Stahlmänner zu Wort. Doch nicht nur das: Henry Bessemer überreichte dem jungen Mann selbst die goldene Bessemer-Medaille.

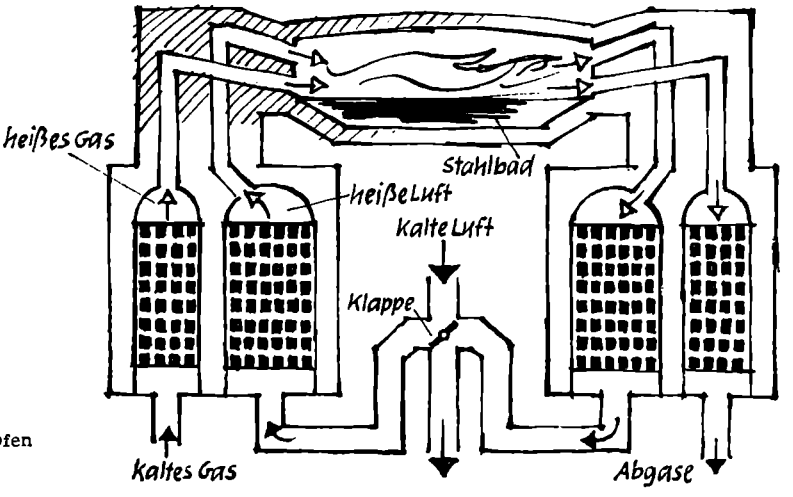
Mit dem Thomas-Verfahren war die Bessemerbirne nun auch zur Thomasbirne geworden, je nachdem, ob sie eine saure oder eine basische Ausmauerung hatte. Dieses neue Verfahren gelangte sehr schnell und reibungslos zur allgemeinen Anerkennung. Es brachte ihren Erfindern viel Geld ein.

Sidney Thomas konnte sich jedoch nur kurze Zeit seiner Erfolge freuen. Er starb mit 35 Jahren an Lungentuberkulose, an jener Krankheit, der so oft die aus Armut und Unterernährung Kommenden erlagen und die ihn auch als Millionär nicht verließ. Thomas erlebte aber noch, daß aus dem Thomas-Verfahren ein weiterer Nutzen gezogen wurde: Der dem Roheisen entzogene und in der Schlacke enthaltene Phosphor begann als wertvolles Düngemittel — als Thomasmehl — der Landwirtschaft zu dienen.

Zum Bessemer- und Thomas-Verfahren trat ungefähr zur gleichen Zeit noch ein drittes, das in die Hüttenwerke Einzug hielt und dem es mit zu verdanken ist, daß der steil ansteigende Bedarf an Stahl im Zeitalter der Industrialisierung gedeckt werden konnte: das Verfahren von

Siemens und Martin

Beteiligt an der Entwicklung dieses Verfahrens sind zwei der acht Gebrüder Siemens, über die wir in einem anderen Zusammenhang noch mehr erfahren werden, außerdem der französische Stahlfachmann Pierre Martin.
Auch diese Geschichte beginnt wieder auf einem Gebiet, das zunächst mit dem Stahl gar nichts zu tun hat. Wilhelm Siemens — der in England das elektrotechnische Berliner Unternehmen Siemens & Halske vertrat — war ein äußerst fähiger Techniker. Er war bemüht, einen neuartigen Wärmemotor zu schaffen, der wirtschaftlicher arbeiten sollte als die Dampfmaschine. Dabei spielte der von ihm und seinem Bruder Friedrich verfolgte Gedanke der sogenannten Regenerierung der Wärme eine Rolle. Diese „Regenerativ-Feuerung", wie sie 1861 in einem Ofen erprobt wurde, hatte mehrere Kammern, die mit dem Feuerungsraum und dem Schornstein durch bewegliche Klappen verbunden waren. Mit Hilfe dieser Klappen wurden die in den Ofen einströmende



Siemens-Martin-Ofen
(Schnitt)

Verbrennungsluft und das Gas so geleitet, daß sie jeweils durch die heißesten Vorwärmkammern in den Feuerungsraum strömen mußten. Die Verbrennung des vorgewärmten Gases erzeugte im Ofen viel höhere Temperaturen, als es sonst möglich war. Während Friedrich Siemens in Deutschland diese Regenerativ-Feuerung für die Glashütten brauchbar machte, beschäftigte sich Wilhelm in London mit dem Eisen, jedoch ohne besonderen Erfolg.

Auf die Beine gestellt wurde die Sache erst durch Pierre Martin. Der französische Hüttenmann befaßte sich mit Eisen, wie es nicht geliebt wird: mit verrostetem Schrott. Schon der französische Gelehrte de Réaumur hatte 1722 darauf hingewiesen, daß man durch Zusammenschmelzen von Roheisen, Stahlschrott und Eisenoxiden einen hochwertigen Stahl erhalten müßte. Versucht hatte das aber bis jetzt noch niemand: Schrott war zu nichts zu gebrauchen, er war ein Opfer des Rostes. Martin nahm sich des Schrottes an, weil er den Gedanken hatte, daß dieser Rost, das Eisenoxid — der Sauerstoff also — wunderbar geeignet wäre, beim Zusammenschmelzen mit Roheisen den Kohlenstoff aus dem Roheisen herauszuholen. In dem Flammofen, den er für seine Versuche benutzte, konnte er jedoch die erforderlichen hohen Temperaturen nicht erreichen. Erst als er die Regenerativ-Feuerung anwendete, erhielt er die hohen Temperaturen, die er brauchte, um Stahlschrott und Roheisen zusammenzuschmelzen.

Die erste Charge erschmolz er im Jahre 1864. Drei Jahre später erhielten Siemens und Martin auf der Pariser Weltausstellung die höchsten Auszeichnungen für die Erzeugung von Stahl. Mit diesem Verfahren, das nach Martin das Einschmelzen von Stahlschrott erlaubte und dazu den Regenerativofen von Siemens benötigte, hatten die Stahlwerke nun eine Methode zur Massenherstellung von Qualitätsstählen erhalten.

Wir wissen, daß der in der Bessemerbirne ablaufende Prozeß sich mit vulkanischer Gewalt innerhalb von 15 bis 20 Minuten vollzieht. Während dieses explosionsartigen Ablaufs können kaum Stahlproben entnommen und Analysen gemacht werden, um festzustellen, welche Beimischungen erfolgen müssen, damit eine bestimmte Qualität erreicht wird. Beim Siemens-Martin-Verfahren war die Qualität nicht mehr vom Zufall abhängig. Hier dauerte der Schmelzvorgang zwar mehrere Stunden, aber dafür war er ein in jeder Phase kontrollierbarer und regulierbarer Vorgang. Daher kommt es, daß das Siemens-Martin-Verfahren eine Grundlage zur Massenerzeugung von Stahl wurde.

Auch dieser erreichte Fortschritt in der Entwicklung der modernen Technik hat eine tragische Seite. Wilhelm Siemens, der „Engländer", als Wissenschaftler und Techniker hoch geehrt und in den englischen Adels-

stand erhoben, starb 1883. In der Westminsterabtei erhielt er ein Gedenkfenster und in der Geschichte der Technik einen festen Platz. Pierre Martin aber, der bescheidene Mann aus Südfrankreich, verschwand sang- und klanglos. Als sich 1909 einige französische Stahlindustrielle mit den Grundlagen ihrer Erfolge beschäftigten, kamen sie darauf, daß man eigentlich dem großen Landsmann Pierre Martin ein Denkmal setzen müßte. Sie ließen nach den Quellen forschen, suchten Geburts- und Sterbejahr und andere Daten aus seinem Leben zu erfahren. Es war aber nicht festzustellen, wann er verstorben war und wo er begraben lag.
Damit könnte die Geschichte zu Ende sein, denn es hätte dem schon zu Lebzeiten jedem Ruhm und allen Aufhebens abgeneigten Pierre Martin entsprochen, wenn er sich auch still aus der Welt davongemacht hätte. Das Leben ließ jedoch die Geschichte weitergehen, denn Pierre Martin lebte noch. 1910 wurde er in einer Dachstube eines Pariser Vororts entdeckt, als ein Greis von fast 90 Jahren, als hilfloser Bettler, nur am Leben erhalten vom Mitleid anderer Armer. Jetzt holten ihn die Industriellen, die schon Millionen durch ihn verdient hatten, aus seiner Vergessenheit heraus, posaunten seinen Ruhm und ihre Bemühungen um ihn in die Welt. Allerdings machten sie dadurch nur noch deutlicher, mit welchem Undank sie fast ein halbes Jahrhundert hindurch den Erfinder bedacht hatten. Pierre Martin bekam sein Denkmal und die englische goldene Bessemer-Medaille. Ja, sogar eine französische Pierre-Martin-Medaille wurde gestiftet. Fünf Jahre lang lebte Martin noch hochgeehrt im Wohlstand und übte Dankbarkeit denen gegenüber, die ihm, als er hilflos und hungrig war, das Leben erhalten hatten.
Diese Eisen- und Stahlmänner waren es also, deren Namen mit den wesentlichsten Fortschritten in den Hütten- und Stahlwerken verbunden sind. Durch ihre Erfindungen schufen sie die Grundlagen für das Entstehen der großen Zentren der Eisen- und Stahlindustrie in den Kohlengebieten von Sheffield, Pittsburgh und im Ruhrgebiet. Sie ermöglichten den Bau der Riesenwerke, die mit ihren lodernden Hochöfen, dröhnenden Schmiedehämmern und donnernden Walzenstraßen, ihren Schächten und Fördertürmen das Gesicht ganzer Landschaften prägten, in denen Hunderttausende von Hochöfnern, Stahlwerkern und Kumpeln das Material schufen, mit dem alle weiteren Fortschritte möglich wurden im Zeitalter des klassischen Maschinenbaus und — der Motoren.

KAMPF UM MOTOREN

Die Geschichte der Motoren — Betrieben durch Luft — Viertaktmotor in aller Welt — Das erste Daimler-Motorrad — Er experimentierte mit wahrer Leidenschaft — Kutschen ohne Pferde — Das Auto — Der Dieselmotor — Patent Nr. 67 207

Die Geschichte der Motoren

begann mit der Entwicklung eines Motors, der als stationäre Kraftmaschine gedacht war. Die Dampfmaschine arbeitete nicht wirtschaftlich genug; selbst die beste vermochte nur 20 Prozent der von der verbrennenden Kohle gelieferten Wärme in Leistung zu verwandeln. Die übrigen 80 Prozent verschwanden mit dem entweichenden Dampf, zogen mit der erhitzten Luft durch den Schornstein oder wurden als Ausstrahlung abgegeben. Die ungetümen Maschinen waren Riesen im Verbrauch, aber Zwerge in der Leistung. Sie mußten also verbessert werden. Hinzu kam, daß sich diese kohlenfressenden Riesen gar nicht für alle Betriebe eigneten. Manche brauchten ja viel weniger Antriebskraft, als diese Maschinen lieferten. Je kleiner man aber die Dampfmaschine baute, um so größer wurde ihre Unwirtschaftlichkeit. Die Fabrikanten brauchten also neben den großen auch die kleinen Kraftmaschinen. Und weil sie gebraucht wurden, erfand man sie auch.

Technisch waren die Voraussetzungen dafür geschaffen worden durch den mit Hilfe der Dampfmaschinen erreichten hohen Stand des Maschinenbaues und der erkannten Verwendungsmöglichkeit des Leuchtgases. Etienne Lenoir, ein ehemaliger Arbeiter in einer Pariser Bronzefabrik, war der erste, dem es 1860 gelang, einen Gasmotor zu bauen und in Gang zu bringen. Beides war nämlich durchaus nicht dasselbe. Schon Philippe Lebon hatte 1801 in einer Patentschrift einen Leuchtgasmotor beschrieben, in England und in den USA befaßten sich verschiedene Erfinder mit solchen Motoren, und auch die Italiener Barsanti und Matteucci hatten schon 1853 eine solche Flugkolbenmaschine gebaut. Aber der

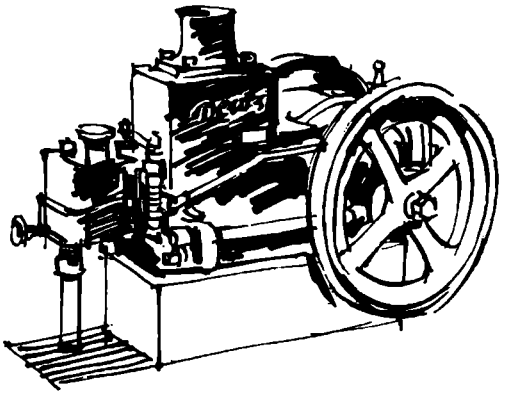
erste Motor, der betriebssicher lief, war der von Lenoir. Der Erfinder setzte die größten Hoffnungen in ihn. Er wollte nicht nur den Kleinmotor schaffen, sondern mit größeren Gasmotoren der Dampfmaschine überhaupt den Garaus machen. Der Motor – laut Patentschrift:

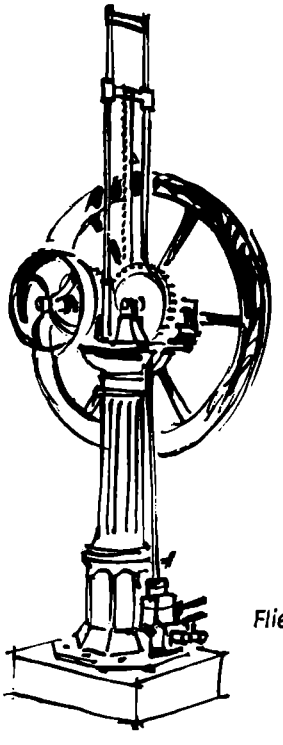
Betrieben durch Luft

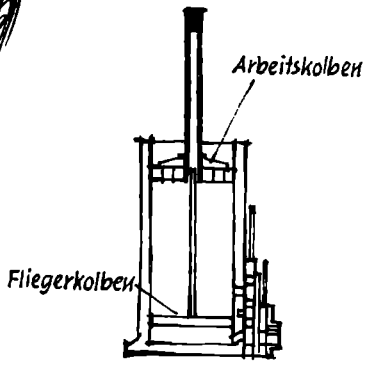
welche durch Verbrennung von Leuchtgas ausgedehnt wird – war ein Zweitaktmotor. Das im Zylinder zur Explosion gebrachte Gas-Luft-Gemisch schleuderte den Kolben im Zylinder nach oben; unter dem hochfliegenden Kolben entstand ein luftleerer Raum, die Außenluft drückte den Kolben wieder nach unten. Eine neuerliche Explosion jagte ihn wieder hinauf und so fort. Die Zündung des Gas-Luft-Gemisches erfolgte durch einen Funkeninduktor. Der Motor lief laut, weil der Kolben unten gegen den Zylinderboden und oben gegen die Hubbegrenzung knallte; er verschlang auch viel Gas, und man mußte mit der Ölkanne in der Hand dabeistehen, um ihn reibungslos in Gang zu halten. Aber er lief und war imstande, Werkzeugmaschinen in kleinen Werkstätten anzutreiben. Lenoir war unermüdlich bestrebt, seinen Motor zu verbessern. Um den Verkauf brauchte er sich keine Sorgen zu machen, denn überall wurde nach ihm verlangt, auch in Deutschland, vor allem im industriell sich rasch entwickelnden Rheinland.

Dort kam auch der Handlungsgehilfe Nikolaus Otto mit dem Motor in Berührung. Der junge Mann besaß keine technische oder handwerkliche Ausbildung, aber das Problem einer wirtschaftlichen kleinen Kraftmaschine interessierte ihn doch sehr. Vom Kölner Mechaniker Zons ließ er sich ein Lenoirsches Modellmaschinchen bauen, mit dem er zu experimentieren begann. Dabei entdeckte er, daß es besser ist, das Gas-Luft-Gemisch nicht in der Mitte des Hubes zu zünden, wie es bei der Lenoirschen Maschine geschah, sondern erst, wenn der Kolben auf dem Totpunkt stand und das Gas-Luft-Gemisch verdichtet, komprimiert war. Diese Entdeckung begeisterte ihn so, daß er überzeugt war, auf dieser Grundlage bessere Maschinen bauen zu können als Lenoir. Noch im gleichen Jahre, 1861, ließ er sich von Meister Zons eine Maschine bauen, die aus vier Zylindern bestand. In ihr erfolgte nacheinander in jedem Zylinder Ansaugen, Verdichten, Verbrennen und Ausstoßen. Diese vier Takte bilden einen Arbeitsgang, bei dem aber nur der dritte Takt – Verbrennen – ein Arbeitstakt ist. Da sich aber immer jeweils ein Kolben im Arbeitstakt befindet, während die anderen ansaugen, verdichten oder die

Kleinmotor (4 PS) für Handwerk und Landwirtschaft, betrieben mit Leuchtgas oder Leichtöl



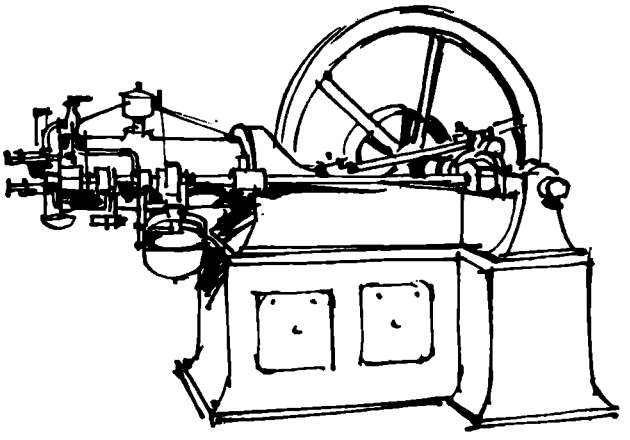




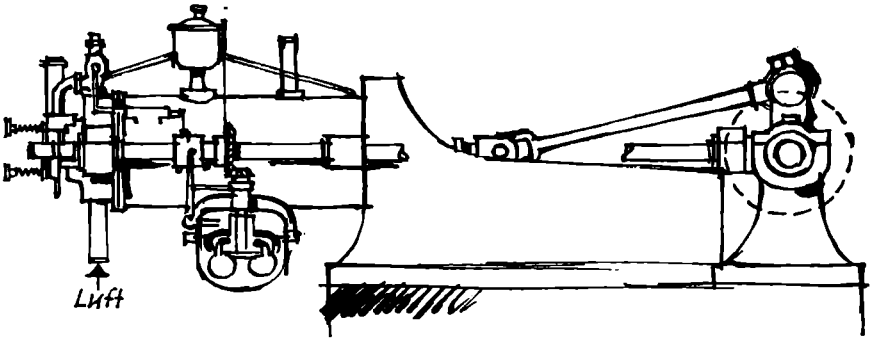
Ottos Gasmotor mit Schema

Verbrennungsgase ausstoßen, und ein Schwungrad die Kraft der einzelnen Arbeitstakte aufnimmt und für den gleichmäßigen Übergang der Takte sorgt, läuft der Motor gleichmäßig und „rund". Natürlich lief dieser erste Viertaktmotor durchaus noch nicht gleichmäßig, im Gegenteil: Die Kolben knallten so in den Zylindern, daß es Nikolaus Otto angst und bange wurde, und eines Tages flog ihm dann auch die Maschine um die Ohren.

Er gab zunächst die Arbeit am Viertaktmotor auf und entwickelte eine einzylindrige atmosphärische Gasmaschine. Auch mit ihr kam er nicht recht weiter, weil er keine Lösung fand, die Kraft vom fliegenden Kolben auf die Antriebswelle mit dem Schwungrad zu übertragen.



Ottos Viertaktmotor



Viertaktmotor, mitgestaltet von Daimler (Schnitt)

Erst als er sich mit dem jungen Ingenieur Eugen Langen zusammentat, der das notwendige Geld in die nun 1864 gegründete Firma N. A. Otto & Cie steckte und als befähigter Konstrukteur des Maschinenfachs die noch fehlenden Ideen beisteuerte, ging die Sache voran. Langen erfand für den Motor ein „Schaltwerk": Der Kolben trieb in einem aufrecht stehenden Zylinder von langem Hub eine Zahnstange nach oben. Dabei nahm sie im Schaltwerk, oberhalb des Zylinders, den Zahnkranz der Kupplungsscheibe lose mit. Wenn der äußere Luftdruck auf den Kolben wirkte und ihn in den Zylinder drückte, verklemmte sich der Zahnkranz mit der Festscheibe — kuppelte ein — und übertrug den Antrieb auf die Schwungradwelle. So war jedes Mal der zweite Takt ein Arbeitstakt.

1867 gingen sie mit diesem Motor auf die Weltausstellung nach Paris. Sie überraschten dort die Ausstellungsleitung durch die Wirtschaftlichkeit und den niedrigen Gasverbrauch des Motors so sehr, daß die Herren sogar heimlich nach verborgenen Zuleitungen zum Motor suchen ließen. Aber es gab keine. Otto und Langen erhielten eine Goldmedaille; Lenoir und die übrigen Gasmotorenfabrikanten waren überboten.

Nun begannen Otto und Langen mit der Serienfertigung ihres preisgekrönten Gasmotors, der bald in vielen Werkstätten und kleinen Industriebetrieben lief.

Zufrieden waren die beiden Freunde jedoch keineswegs. Nikolaus Otto, der – weil er ja ursprünglich Kaufmann war – die kaufmännische Leitung des Betriebes hatte, konnte seinen Viertaktmotor nicht aus dem Kopfe bekommen. 1875 trat er schließlich mit seinen neuen Plänen hervor. Er glaubte, die richtige Mischung von Gas und Luft und die Art der Zündung gefunden zu haben. Die Versuche ergaben, daß der Motor ruhig und gleichmäßig lief.

Ende 1876 kamen bereits die ersten Viertaktmotoren als „Ottos neuer Motor" auf den Markt. 1877 erhielt er ein Patent darauf, und 1878 bestaunte die Fachwelt in Paris diese Maschine. Während bisher die Verbrennungsmotoren nicht über 3 PS hinausgekommen waren, stiegen die Leistungen mit dem neuen Motor auf 80 und 100 PS.

An der Verbesserung des Gasmotors und der konstruktiven Entwicklung des Viertaktmotors war Gottlieb Daimler maßgeblich beteiligt. Daimler war ein sehr guter Ingenieur. Er hatte Büchsenmacher gelernt und als Gesellenstück eine ordentliche doppelläufige Taschenpistole hergestellt. Dann studierte er an der Stuttgarter „Polytechnischen Schule", der Vorläuferin der späteren Technischen Hochschule, das Ingenieurfach. Anschließend arbeitete er in England. Daimler war dort in den hervorragendsten Fabriken gewesen: in der Werkzeug- und Lokomotivfabrik Roberts & Co. und in der Werkzeugmaschinenfabrik Joseph Whitworth. Bei Richard Roberts lernte er alles kennen, was an modernen Maschinen überhaupt gebaut wurde: Spinnmaschinen, mechanische Webstühle, Schlagmühlen, Stanzmaschinen, Dampfmaschinen und Lokomotiven. Diese Vielfältigkeit regte den jungen Ingenieur natürlich außerordentlich an. In Whitworths Fabrik erlebte er eine Präzisionsarbeit, wie sie bis dahin fast einmalig war. In den Werkstätten Whitworths – so sagte er – habe er sich „gesunde Grundsätze für technische Arbeit und Ingenieurtüchtigkeit" geholt. Zwei Jahre war er in England geblieben, dann arbeitete er in Karlsruhe, baute Lokomotiven und trug sich mit Plänen für einen schnellaufenden Motor. Mit diesen reichen Erfahrungen ausgerüstet, trat Daimler in die Gasmotorenfabrik Deutz ein.

Daimler und Otto waren, ebenso wie Langen, Direktoren der „Gasmotorenfabrik Deutz". So hieß die Aktiengesellschaft, die aus der ehemaligen kleinen Werkstatt von Otto und Langen hervorgegangen war. Daimler und Otto vertrugen sich nicht besonders gut, weil sich Otto als ehemaliger Handlungsgehilfe gegenüber dem ihm wissenschaftlich und technisch überlegenen Ingenieur Daimler im Nachteil fühlte, und Daimler nahm auch kein Blatt vor den Mund, wenn es galt, Otto von einem technischen Fehler zu überzeugen. Aber noch weniger vertrug Daimler sich mit Langen. Von ihm fühlte er sich getäuscht; denn Daimler war nur technischer Direktor geworden, weil Langen ihm zugesichert hatte, daß er in der Fabrik seine Ideen von einem schnellaufenden Benzinmotor verwirklichen könnte. Bisher hatten er und sein Freund Wilhelm Maybach, der Leiter des Deutzer Konstruktionsbüros wurde, aber nur Gasmotoren technisch reif machen helfen. Sie hatten die Großproduktion solcher Motoren organisiert und Arbeiter und Meister für diese Arbeiten geschult — von einem leichten, schnellaufenden Benzinmotor war jedoch keine Rede mehr. Als der

Viertaktmotor in aller Welt

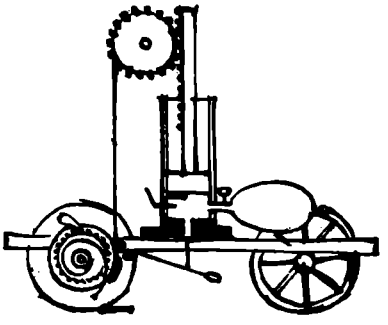
verlangt wurde, die Fabrik erweitert werden mußte und alle Kräfte gebraucht wurden, um die Aufträge zu erfüllen, wollten Langen und Otto überhaupt nichts mehr von den Daimlerschen Ideen hören. Der Aufsichtsrat und Langen wollten mit dem Viertaktmotor Profite erzielen, sie wollten das glänzende Geschäft voll ausnutzen und dachten gar nicht daran, eine Sache zu versuchen, deren Ausgang ungewiß war. Aus den vorwärtsstrebenden Technikern waren reaktionäre kapitalistische Unternehmer geworden. Maßgebend für sie war der Profit, den sie aus der Produktion der von ihnen geschaffenen Motoren erzielen konnten, alles andere war ihnen gleichgültig.

Als Gottlieb Daimler 1881 nach einer ausgedehnten Reise durch Rußland in einem Bericht feststellte, welcher unerhörte Bedarf dort für Gasmotoren und vor allem für Motoren zum Antrieb von Fahrzeugen und Flußschiffen bestand, die mit Benzin — einem Produkt des im Lande selbst billig gewonnenen Erdöls — betrieben werden könnten, wurde ihm gekündigt. Die Deutzer wollten wieder Herren im eigenen Hause sein und sich nicht beständig durch die Einspruchs- und Mitbestimmungsrechte eines Angestellten behindern lassen. Deshalb boten sie ihm an, er möge — da er Rußland doch so gut kenne — in Petersburg ein Zweiggeschäft der

Gasmotorenfabrik einrichten, so wie sie schon Zweigunternehmen in anderen Ländern hatten. Daimler verzichtete auf diese Möglichkeit, da er in Petersburg ebensowenig wie in Deutz an der Entwicklung des ihm vorschwebenden Motors hätte arbeiten können, und fügte sich lieber der Kündigung.

Daimler zog nach Bad Cannstatt bei Stuttgart, mietete ein Haus, richtete einen Schuppen als Werkstatt ein und steckte jahrelang alle Einkünfte, die er — gewissermaßen als Früchte seiner vergangenen Arbeit — aus Aktien der Deutzer Gasmotorenfabrik hatte, in seinen entstehenden Daimlermotor, der vom Gasschlauch unabhängig und als schnellaufender Motor zum Antrieb eines Fahrzeuges geeignet sein sollte.

Er war nicht der erste, der an einen solchen Motor dachte. Der Schweizer Rivaz hatte 1806 ein Fahrzeug gezimmert und einen „Motor" konstruiert, der in seiner Einfachheit der sogenannten Voltaschen Explosionspistole glich. Hatte Volta einen Lauf mit Gas gefüllt, das Gas elektrisch gezündet und eine Kugel durch den Explosionsdruck aus dem Lauf jagen lassen, so betrieb Rivaz nach dem gleichen Prinzip einen Kolben in einer Röhre, der eine Zahnstange hin und her riß, die wiederum über ein Zahnrad und einen Seilzug den Wagen in ruckartige Bewegung versetzte. Rivaz stellte aber, entmutigt über die Unvollkommenheit, seine Versuche ein.



Rivaz-Modell

Etienne Lenoir hatte seinen Gasmotor einmal in eine Kutsche gesetzt und war 15 Kilometer weit damit gefahren. Dann war das mitgeführte Gas alle. Da der Motor aber viel zu langsam war, gab Lenoir diese Entwicklungsrichtung auf. 1868 hatte ein anderer Franzose, Pierre Ravel, ein Patent auf einen Motor erhalten, der durch die Explosion eines Petroleumgemisches arbeiten sollte. Sein Motor versank jedoch mitsamt dem Schuppen, in dem er entstanden war, und allen Lebenshoffnungen des Erfinders in den Befestigungswällen und Gräben, die 1870 zum Schutze gegen die auf Paris vorrückenden deutschen Truppen angelegt werden mußten.

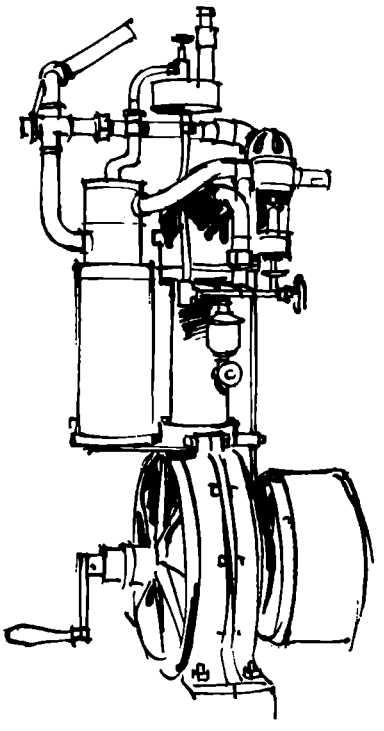
1875 führte der Mechaniker Siegfried Marcus — gebürtig aus Malchin in Mecklenburg — in Wien ein Fahrzeug mit einem Benzinmotor vor. Ihm wurden die Versuche verboten, weil der Motor einen beängstigenden Lärm vollführte. Der hölzerne Wagen wanderte ins Museum, der mittellose Mechaniker stellte die Versuche ein.

Fünf Jahre später fuhr Louis Tuchscherer aus Schönheide im Erzgebirge mit einer Kutsche, die von einem Zweitaktmotor eigener Konstruktion vorwärts bewegt wurde. Auch ihm fehlte das Geld, um seinen Motor zu vervollkommnen oder sich seine Konstruktion auch nur patentieren zu lassen.

In diesen achtziger Jahren fuhren in Rußland und auch in Paris die ersten Elektromobile. Die Russen Jablotschkow und Romanow entwickelten ein Elektromobil, dessen zwei Elektromotoren, die von Akkumulatoren gespeist wurden, über eine Kette je ein Hinterrad der Kutsche antrieben.

Aber das Automobil entstand nicht aus dem Elektrowagen, sondern schließlich doch aus der Benzinkutsche, an der so viele bisher erfolglos herumgebastelt hatten.

Für sie alle gilt, was Carl Benz einmal schrieb, der unabhängig von Gottlieb Daimler, aber zur gleichen Zeit mit ihm, zum Schöpfer des ersten Automobils wurde.



Daimlers Einzylindermotor, 1885

> „Wenn jeder Versuchswagen, der mit einem Uhrwerk, mit einer Dampf- oder Gasmaschine angetrieben, aber nie betriebsbrauchbar wurde, in die Klasse der Automobile gerechnet wird, dann gibt es ein ganzes Heer von Automobilerfindern. Kleiner wird das Heer, wenn wir die Frage präziser stellen: ‚Wer hat das Benzinautomobil erfunden?' Und nur ganz wenige können bestehen vor der Frage: ‚Wer hat das Benzinautomobil wirklich mobil und betriebsfähig gemacht?' . . ."

Kehren wir also wieder zurück zu Gottlieb Daimler, der mit Wilhelm Maybach zusammen den Ottoschen Viertaktmotor konstruktiv so weiterentwickelte, daß aus den 180 Umdrehungen pro Minute 900 und mehr, aus den 660 Kilogramm Gewicht pro PS nur noch 40 Kilogramm wurden, daß die Zündung für den schnellaufenden Motor sicher funktionierte und vor allem, daß er vom Gasschlauch loskam und mit vergastem Benzin betrieben werden konnte.

1883 liefen die ersten drei Motoren in Daimlers Werkstatt. Er besaß die Patente dafür und war sich im klaren, daß er einen „Fortschritt von universeller Bedeutung" erzielt hatte.

Gottlieb Daimler kannte alle Entwicklungsstufen des Motoren- und Maschinenbaus, und er besaß die beste theoretische und praktische Ausbildung, die sich denken läßt. Er hatte sich in England und Deutschland in den führenden Maschinenfabriken umgetan und konnte jedes Einzelteil einer Dampfmaschine oder eines Gasmotors auf Anhieb zeichnen und mit eigenen Händen herstellen. Er verstand auch, eine Großproduktion und einen Motorenserienbau einzurichten. Trotz aller dieser Voraussetzungen wandte er sich an die Deutzer Gasmotorenfabrik und bot ihr die Auswertung seines Motors an. Der Aufsichtsrat ließ ihm noch am gleichen Tag mitteilen, „man lege auf seine Neuerungen keinen Wert und gedenke nicht, sie einzuführen". Die Aktionäre der Gasmotorenfabrik wollten ihre erprobten Motoren verkaufen, wollten sicheren Gewinn und nichts Neues. Vielleicht hofften sie, durch ihre Ablehnung die Fabrikation des Benzinmotors überhaupt abwürgen zu können. Doch sie irrten sich: 1885 fuhr

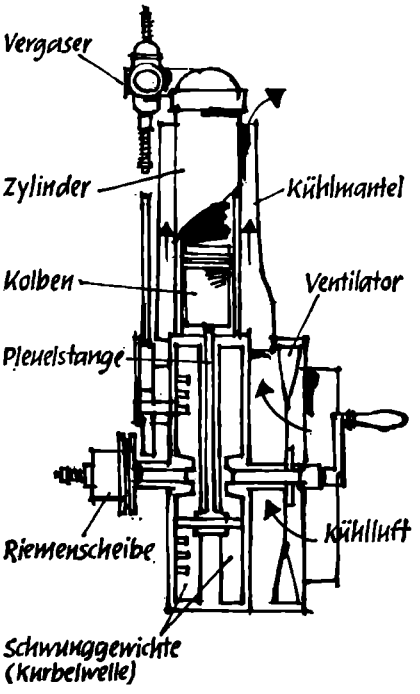
Das erste Daimler-Motorrad

Es war ein lebensgefährliches Vehikel — und man könnte lächeln, wenn man die Abbildungen dieses Fahrzeuges sieht und sich unsere modernen Motorräder vorstellt. Aber vor 80 Jahren gab es noch kein Vorbild für irgendein Fahrzeug, das seine Kraftquelle in sich selbst hat, in der durch ununterbrochen erfolgende chemische und physikalische Prozesse die Kraft entwickelt wird, die das Fahrzeug auf der Straße vorwärts bewegt. Alles mußte erst erdacht werden: Kraftübertragung, Getriebe, Schaltung, Kupplung, Lenkung, Bremsen. Hinzu kam, daß Benzin ein äußerst gefährlicher Stoff ist, mit dem niemand freiwillig etwas zu tun haben wollte. Daimlers Motor hatte eine Glührohrzündung, und die fortwährenden Explosionen im Zylinder klangen wie das Knallen eines in die Luft fliegenden Munitionsstapels. Nein, die Sache war gar nicht vertrauenerweckend. Und die Aufregung war groß, als Daimlers ältester Sohn Paul am 10. November 1885 seine erste Ausfahrt machte und die „kolossale" Entfernung von Cannstatt nach Untertürkheim — drei Kilometer! — zurücklegte.

Ein zeitgenössischer Bericht beschreibt uns, wie man mit diesem ersten aller Motorräder umzugehen hatte:

> „Unter dem Sitze befindet sich der Motor, der $^1/_2$ PS stark ist; er findet zwischen den Beinen des Reiters bequem Platz. Der Motor saugt das zum Betriebe nötige Petroleum selbsttätig

aus dem ‚Reservoir' ein, und der Radfahrer braucht nur die Menge des Zuflusses durch einen Hahn regulieren. Wenn der Motor in Gang gesetzt werden soll, so wird unter dem Glührohr die kleine Lampe angezündet und der Motor mittelst der Kurbel einmal angedreht. Diese Vorbereitung ist in einer Minute geschehen; der Motor arbeitet ruhig, da zur Dämpfung des Auspuffs in die Auspuffleitung ein Auspufftopf eingeschaltet ist. Das Rad steht noch still – soll es in Bewegung gesetzt werden, so besteigt der Radfahrer dasselbe, ergreift das Steuer und bringt den Motor mit dem Veloziped-Rade in Verbindung. Dies geschieht durch den Hebel, die Schnur und die Spannrolle, durch diese wird nämlich der Treibriemen gegen die Scheiben angezogen. Die Riemenscheiben dienen zur Erzielung verschiedener Geschwindigkeiten; wird der Treibriemen in die obere Lage gebracht, so fährt das Fahrrad langsam, von der unteren Lage aus erzielt er ein schnelleres Fahren. Die Bremse wird durch eine Schnur angezogen, die für den Fahrer bequem erreichbar ist; will man das Fahrrad zum Stillstand bringen, so schaltet man durch einen Hebel zwischen Sitz und Lenkrad den Treibriemen aus, und alle Bewegung hat ein Ende."

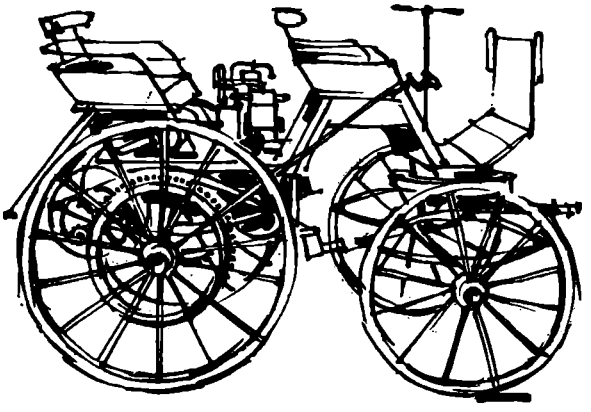


Daimlers erster Fahrzeugmotor (Schnitt)

Daimler wollte „jedermann sein Pferd" schaffen, „. . . ein Fahrzeug, das motorisch betrieben, eine entsprechende Schnelligkeit entwickelt und es wenigstens einer Person gestattet, frei und ungebunden die Landstraße zu benutzen".

Im Jahre darauf, 1886, kaufte Gottlieb Daimler bei dem königlichen Hoflieferanten für Wagenbau aller Art in Stuttgart eine extrafeine Kutsche, ein Americain, das Beste, was es damals an Kutschwagen gab. Er ließ die Deichsel abnehmen und baute zwischen die Vorder- und Hintersitze einen $1^1/_2$-PS-Motor ein. Im Herbst 1886 begannen die Probefahrten mit der ersten Motor-Kutsche; sie entwickelte die Geschwindigkeit von 18 Kilometern in der Stunde. Im gleichen Jahre fuhr auch Daimlers erstes Motorboot den Neckar hinauf; denn Daimlers Gesuch, „mit einer einfachen Auto-Droschke auf den Straßen Cannstatts Fahrversuche machen zu dürfen", war — wie es hieß — „straßenpolizeilich abschlägig beschieden" worden. Nun wollte Daimler seine Cannstatter durch ein Flußboot langsam an die „gefährlichen" Motoren gewöhnen. Auf dem Wasser — so meinte auch die Polizei — „könne man ruhig abwarten, bis er mit seinem stinkenden Kasten in die Luft fliege". Aber das geschah nicht. Im Gegenteil, Daimlers Motoren wurden sehr bald in immer mehr Boote gesetzt, und sie halfen der „Motorisierung" voran.

Während sich in Cannstatt mit diesen Fahrzeugen das neue Zeitalter der Motorisierung ankündigte, bastelte in Mannheim, unabhängig von Daimler und Maybach, auch Carl Benz an einem Zweitakt- und später an einem Viertakt-Benzinmotor. Am 3. Juli 1886 fuhr der erste dreirädrige Benzwagen. Der Motor besaß eine elektrische Induktionszündung und wurde von einem selbsttätigen Wasserumlauf mit Rückführung gekühlt. Benz hatte neben einem Differentialgetriebe auch neuartige Bremsen konstruiert und sein Vehikel überhaupt so zweckmäßig gebaut, daß Motor und Fahrzeug zueinander paßten, viel besser als bei den ersten Daimlerwagen, die tatsächlich einer Kutsche ohne Pferde glichen.



Daimlers Motorwagen

Auch Carl Benz war ein studierter Ingenieur, der einen ähnlichen Weg wie Gottlieb Daimler genommen hatte. Schon in der Schule hieß es von ihm, daß er das Pulver zum zweiten Male erfinden wollte, denn

Er experimentierte mit wahrer Leidenschaft

Sein Vater, ein Schmied, wie alle seine Vorfahren, hatte als einer der ersten in Deutschland eine Lokomotive geführt. Im April 1843 wurde die Eisenbahnstrecke Karlsruhe—Heidelberg eröffnet, und Hansjörg Benz dirigierte eine der gewaltigen Lokomotiven. Andernorts wurden mit Vorliebe Engländer für den Umgang mit so titanischen Kräften gewonnen. Drei Jahre später war der vielbewunderte Mann aber bereits tot. Eine Lokomotive war infolge falscher Weichenstellung auf der Strecke aus den Schienen gesprungen. Hansjörg Benz hatte sie wieder einsetzen helfen. Noch schweißnaß von der Anstrengung, hatte er danach seine eigene Lokomotive bestiegen. Auf dem damals noch ungeschützten Führerstand erkältete er sich. Einige Zeit später starb er an Lungenentzündung. Aber die schmale Pension, die die Witwe erhielt, ermöglichte es immerhin, daß ihr Sohn Carl das Gymnasium und das Technikum besuchen konnte.

Carl Benz hatte das Glück, Lehrer zu finden, die seine mathematischen und naturwissenschaftlichen Neigungen förderten und ihn zu immer weitergehenden Experimenten anregten. Er wußte,

„... daß das produktive Schaffen eine Quelle der persönlichen Initiative und der Unternehmungslust werden kann. Nicht das

angelernte Buchwissen war für mich das höchste Ziel, sondern das selbsterarbeitete Erfahrungswissen. Im praktischen Ringen mit Problemen erblicke ich heute noch den größten Erziehungswert der Naturwissenschaften."

Carl Benz studierte bei den damals berühmten Theoretikern des Maschinenbaus Ferdinand Redtenbacher und Franz Grashof. Nach abgeschlossenem Ingenieurstudium ging er nicht in ein Konstruktionsbüro, sondern als Metallarbeiter in die Lokomotivenfabrik in Karlsruhe. Zweieinhalb Jahre lang arbeitete er an Schraubstock, Drehbank und Amboß. Dann erst machte er sich in Mannheim mit einer kleinen mechanischen Werkstatt selbständig, um den Traum zu verwirklichen, mit dem er sich schon von Jugend an beschäftigte, den Traum vom schienenlosen Fahrzeug, vom Motorwagen.

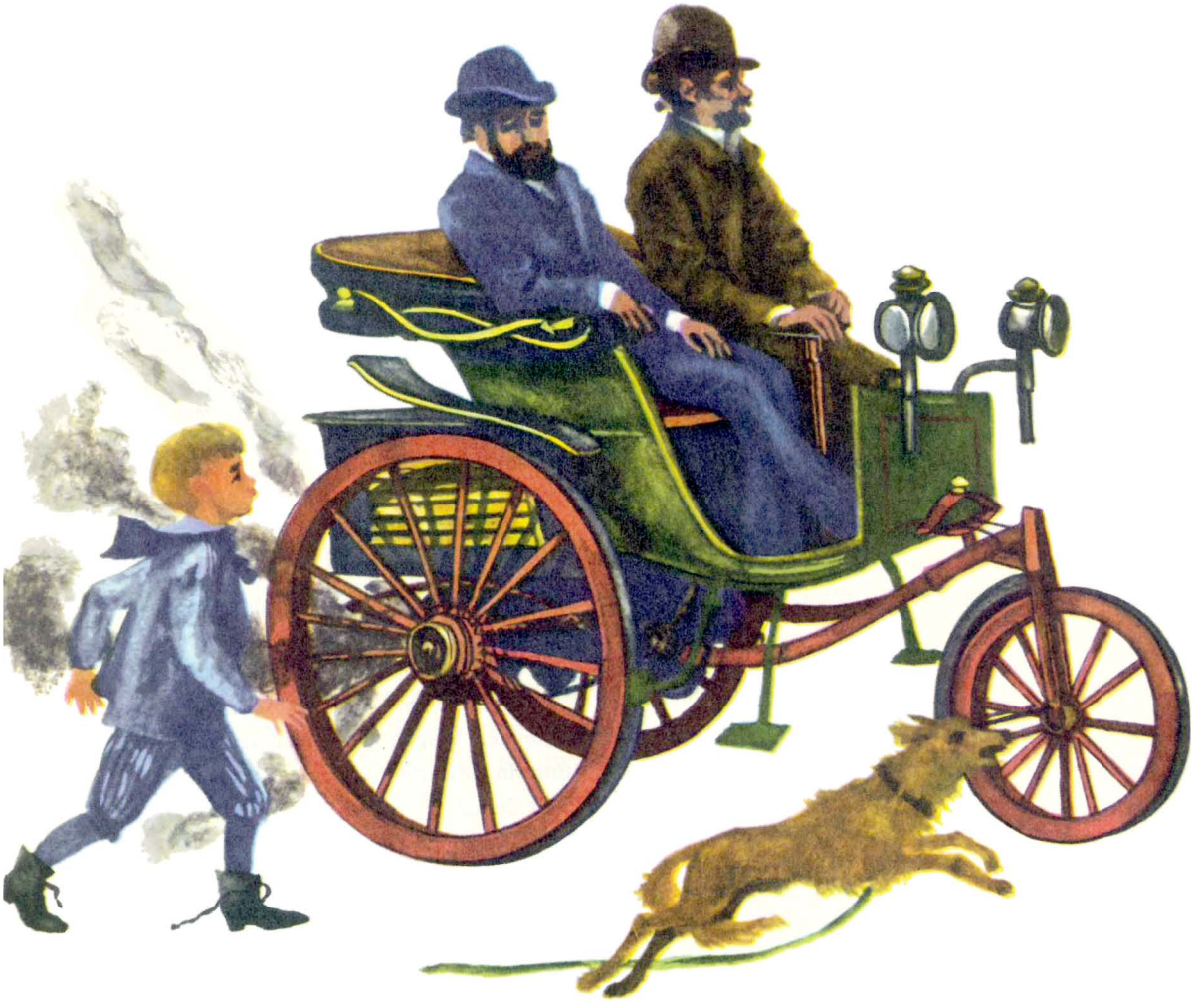
Er begann zunächst mit dem Bau von stationären Zweitakt-Gasmotoren zum Antrieb für Pumpen. Das Geschäft ließ sich gut an, seine Motoren waren zuverlässig. Er konnte die Werkstatt vergrößern und mehr Arbeiter anstellen. Aber er hatte fremdes Kapital in seinem Betrieb, der sich allmählich zur Mannheimer Gasmotorenfabrik und zur Aktiengesellschaft ausweitete. Die Aktionäre lobten den tüchtigen Techniker Benz sehr und noch mehr seine guten Motoren, aber von seinem Automobil wollten sie nichts wissen.

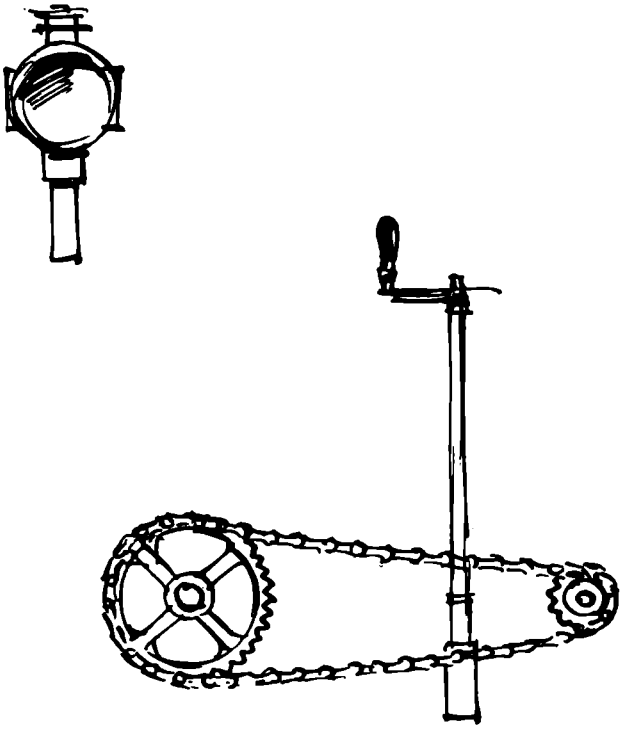
„So stand dem hoffnungsfrohen Optimismus eine undurchdringliche Wolkenwand von Geschäftsskeptizismus und Geldpessimismus gegenüber. Bei dieser Sachlage war es klar, daß ich auf die Dauer nicht die Rolle der ‚ausgepreßten Zitrone' spielen wollte. Ich trat aus der Gesellschaft aus."

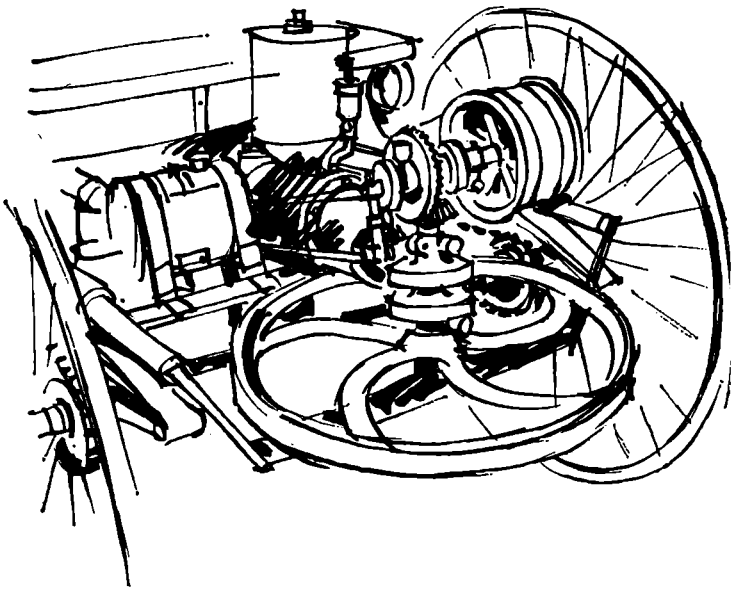
Carl Benz fand einen neuen Geldgeber, der wenigstens den Bau von Motorwagen mit ins Programm der ins Leben zu rufenden Firma aufnehmen ließ, wenn auch erst an zweiter Stelle und nachdem so viele reale Werte geschaffen waren, daß Benz von sicherer Position aus seinem „Luftbild" nachjagen konnte. Dank der flotten Produktion und des ebenso flotten Absatzes der ortsfesten Zweitaktmotoren dauerte die Schaffung dieser realen Werte nur ein Jahr. Als Benz endlich beginnen konnte, stellte sich heraus, wie unerläßlich es gewesen war, daß er eine so gute praktische Ausbildung genommen hatte.

„Nur dadurch, daß der praktische Arbeiter und der technische Forscher sich in mir die Hände reichten, war es mir möglich, dem werdenden Motorwagen alle Tücken, Launen und Bosheiten auszutreiben. Dabei verneigte sich unbewußt der Praktiker vor dem Theoretiker, wo oft das Umgekehrte am Platze gewesen wäre."

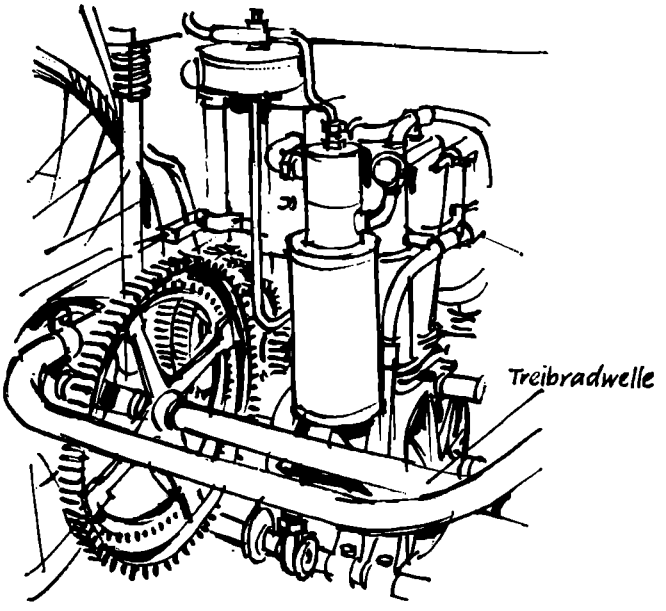
Mit diesem Benz-Wagen erfolgte 1888 die erste Fernfahrt von Mannheim nach Pforzheim, über 180 Kilometer Entfernung! Im gleichen Jahr erregte der Wagen auf einer Ausstellung in München großes Aufsehen. Über den „Selbstbeweglichen" schrieb das Münchner Tageblatt: „... rollte der Wagen, ohne Umstände alle Kurven nehmend und den entgegenkommenden Fuhrwerken und den verschiedenen Fußgängern ausweichend, verfolgt von einer großen Zahl atemlos nacheilender Leute. Die Bewunderung sämtlicher Passanten, welche sich momentan über das ihnen gewordene Bild kaum zu fassen vermochten, war ebenso allgemein als groß."







Benz' dreirädriger Motor-Wagen (Motor, Kupplung und Getriebe)



Antrieb des Daimler-Stahlradwagens von 1889

Auch er mußte das Vergaserproblem lösen, hinter das richtige Benzin-Luft-Gemisch kommen, mußte sich die Spulen für seinen Funkeninduktor, der die Zündung besorgen sollte, selbst wickeln und mit Dynamos die magnetelektrische Zündung ausprobieren sowie die Möglichkeiten der Wasserkühlung, der Kraftübertragung, des Leerlaufs, des Ausgleichgetriebes und der Bremsung finden.

> „Konnte eines dieser Einzel- oder Unterprobleme nicht gelöst werden, so war es unmöglich, den Motorwagen betriebsbrauchbar und straßenreif zu machen."

Der vorsichtige und durch viele schlimme Erfahrungen in der Deutzer Gasmotorenfabrik gewitzigte Daimler hatte sich Patent um Patent für den Aufbau seines Motors geholt und auch den Motor als ganzen erst im Motorrad vor die Augen der Welt gebracht, nachdem er ihn patentiert bekommen hatte. Carl Benz aber fuhr schon fast ein dreiviertel Jahr mit seinem dreirädrigen Motorwagen, bevor er — überzeugt, seine praktische Verwendungsmöglichkeit und seinen wirtschaftlichen Zukunftswert bewiesen zu haben — eine Patentschrift anfertigte und einreichte.

> „Der 29. Januar 1886 ist der Tag, an dem meine Erfindung patentrechtlich geschützt wird. Dieses erste Patent auf einen fertiggestellten und praktisch brauchbaren Motorwagen zur Beförderung mehrerer Personen ist zum Geburtsschein des neuzeitlichen Motorwagens geworden."

In Cannstatt wie in Mannheim liefen die Menschen vor diesen

Kutschen ohne Pferde

in panischer Angst davon. Auch die Fachwelt nahm diese Neuheit mit sehr geteilten Meinungen auf. Noch im Herderschen „Jahrbuch der Naturwissenschaften" von 1888/89 kann man lesen:

> „... hat Benz einen Benzinwagen gebaut, welcher auf der Münchner Ausstellung Aufsehen erregte. Diese Anwendung der Benzinmaschine dürfte indessen ebensowenig zukunftsreich sein, wie die des Dampfes auf die Fortbewegung von Straßenfuhrwerken."

Diese Einschätzung gab nicht irgendein weltferner Gelehrter, sondern ein Beamter des Kaiserlichen Patentamtes zu Berlin, ein Mann also, der mit dem neuesten Stand der Technik, ihren Entwicklungstendenzen und ihren naturwissenschaftlichen und wirtschaftlichen Grundlagen wohl vertraut gewesen sein mußte.

KAISERLICHES PATENTAMT.

AUSGEGEBEN DEN 2. NOVEMBER 1886

PATENTSCHRIFT

— № 37435 —

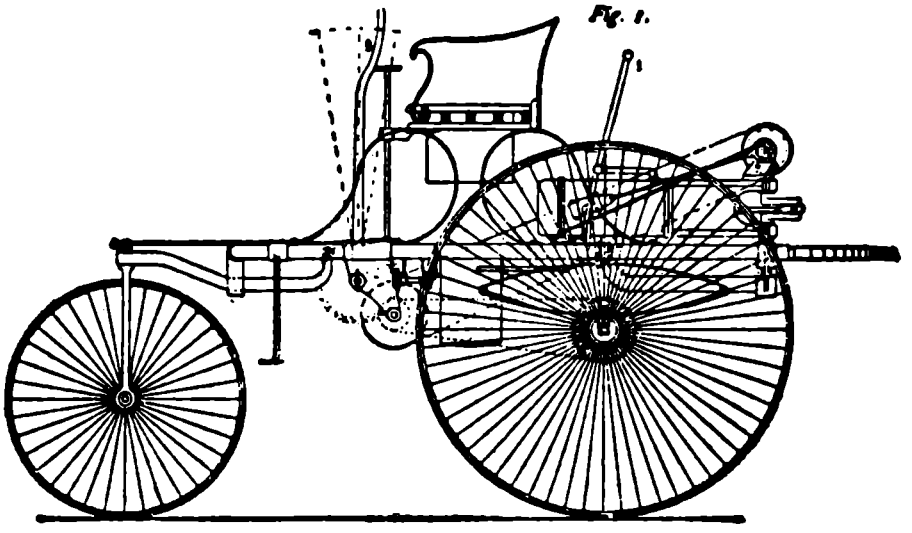
KLASSE 46: Luft- und Gaskraftmaschinen.

BENZ & CO. in MANNHEIM.

Fahrzeug mit Gasmotorenbetrieb.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 29. Januar 1886 ab.

Fig. 1.

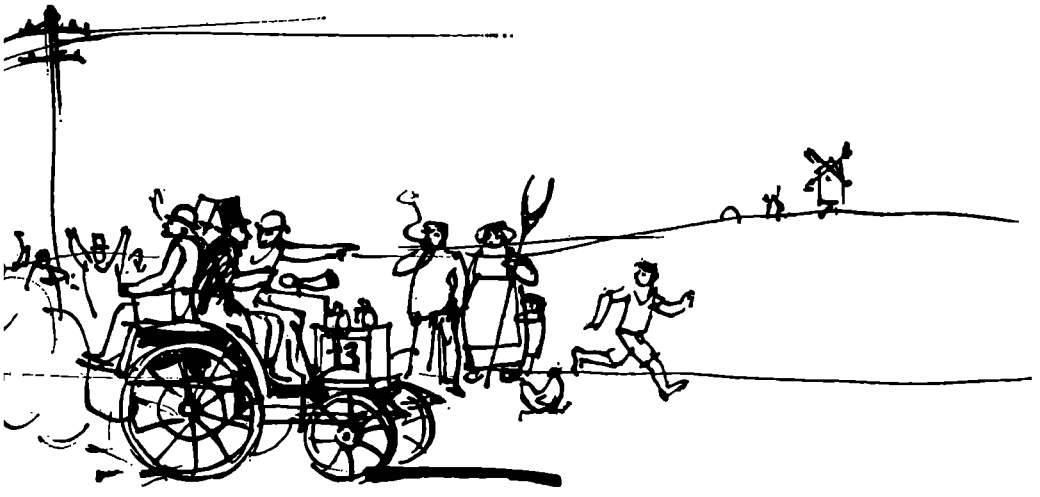


Das berühmte Benz-Patent, Titelblatt der Patentschrift

Der Ausbreitung des Motorwagens wurden arge Hemmnisse bereitet. In Mannheim fand man heraus, daß im Großherzogtum Baden „das Fahren mit elementarer Kraft" ohnehin verboten war. Benz mußte deshalb seinen Wagen im Schuppen lassen. Als er endlich eine Genehmigung des Ministeriums zur Benutzung seines Wagens erhielt, wurde ihm auch nur erlaubt, in der Stadt mit einer Geschwindigkeit von 6 Kilometern in der Stunde und außerhalb nicht mehr als 12 Kilometer in der Stunde zu fahren.

In Deutschland war die Aufnahmebereitschaft für Motorwagen überhaupt sehr gering. Die reichen und wohlhabenden Leute zogen es vor, mit eleganten Kutschen und schönen Pferden zu renommieren — und das Volk lief zu Fuß. Es war deshalb kein Wunder, daß Benz und Daimler, auf dem Wege über die Pariser Weltausstellung, ihre ersten Wagen nach Frankreich verkauften und dort schließlich die Werkstätten fanden, die den Vertrieb, die Betreuung und auch den Lizenzbau übernahmen. England und Amerika folgten nach.

Aber auch in diesen Ländern wiederholte sich — fast unter den gleichen Vorzeichen —, was beim Aufkommen der Lokomotive geschehen war: Die ersten Automobilisten wurden mit Steinen beworfen, die Pfarrer wetterten gegen die stinkenden Ungetüme, die die Straße zum Höllenpfuhle machten, und auch Wissenschaftler fanden sich, die das Autofahren als gesundheitsschädlich erklärten.



Sogar das Wettrennen zwischen dem Alten und dem Neuen fand statt, nämlich 1894 beim „Wettbewerb für Wagen ohne Pferde", einem Wagenrennen von Paris nach Rouen. Von den 102 Fahrzeugen, die am Start standen, wurden zwar einige schon von Benzinmotoren betrieben, aber die Mehrzahl waren Dampfkutschen, von Preßluft oder Wasserdruck betriebene Wagen, Elektromobile oder von Federkraft bewegte Fahrzeuge. Das Ziel erreichten aber nur die 15 Wagen mit Benzinmotoren — zwei davon mit Daimlermotoren. Auf diese beiden Wagen entfiel auch der erste Preis von 5000 Francs, weil sie „den Bestimmungen des Wettbewerbs so gut entsprochen haben, daß ihnen beiden der erste Preis mit Recht gebührt".

Das Rennen muß übrigens sehr aufregend gewesen sein. Zeitgenössische Chronisten berichten davon, daß einer der Dampfwagenfahrer sogar schlohweißes Haar dabei bekommen hat — vor Angst, er könnte mit seinem Gefährt in die Luft fliegen. Auf Schotterstraßen gab es Achs- und Radbrüche, und überall sah man fluchende, reparierende oder resignierende Wettkampfteilnehmer.

Die ersten französischen Rennen und die in vielen Ländern nachfolgenden Wettfahrten halfen nicht nur, den Automobilsport populär zu machen, sie halfen auch bei der Entwicklung der Motoren und der Fahrzeuge selbst. Die Rennen wurden gewissermaßen zu Vergleichen der industriellen und technischen Leistungsfähigkeit, und die gewonnenen

Erfahrungen flossen in den Motoren- und Fahrzeugbau ein. Sie entschieden zwischen elektrischer und Glührohrzündung, verhalfen der Wasserkühlung zum Durchbruch, beseitigten den Riemen und schufen statt dessen Zahnräder und Kupplung für die Kraftübertragung. Die Rennen waren eine Materialerprobung für Reifen und Brennstoffe, Kolben und Lagerschalen, Kugellager und Zündspulen.
Schon damals wurden mit dem Automobil Leistungen erzielt, die man für gewöhnlich erst unserer Zeit zuordnet. Bereits 1904 stand der Geschwindigkeitsweltrekord bei 148,5 Kilometer in der Stunde, und 1911 erreichte ein Benzwagen schon 228 Kilometer pro Stunde!
Als besondere Leistung ist auch die Fahrt eines Kraftwagens der „Russisch-Baltischen Waggonfabrik Riga" zu erwähnen, der 1909 die 500 Kilometer lange Strecke von Petersburg nach Riga in acht Stunden zurücklegte. Eine erstaunliche Dauerleistung, wenn man die damaligen Straßenverhältnisse berücksichtigt.
Wie wir sahen, hatten auch alle Motorenbauer auf den Schultern vieler Erfinder vor ihnen gestanden. Sie hatten das ganze technische Wissen ihrer Zeit gebraucht, um — wieder in Gemeinschaft mit anderen Wissenschaftlern, Technikern und Praktikern — ihre Erfindungen technisch reif zu machen. Auch diese Erfindungen waren also keineswegs das Ergebnis einsamer Grübeleien.
In Deutschland hatte sich in diesen Entstehungsjahren des Automobils die Schwerindustrie machtvoll entwickelt. Eisen- und Stahlwerke, Bergwerke und chemische Betriebe waren entstanden. Die Großbourgeoisie holte nach der Reichsgründung durch Bismarck in Preußen-Deutschland nach, was sich in England und Frankreich bereits vollzogen hatte: die umfassende kapitalistische Industrialisierung. Das geschah von vornherein unter einem sehr gefährlichen politischen Aspekt, der sich aus dem Nachhinken der deutschen Entwicklung ergab: Die deutschen Industriegewaltigen, die Monopolherren und Bankiers, wollten den Auslandsmarkt erobern, sich Absatzgebiete und Rohstoffquellen verschaffen. Und so bauten sie nicht nur Lokomotiven und Dampfmaschinen, Industrieausrüstungen und Werkzeugmaschinen, sondern auch Schlachtschiffe und Kanonen, Panzerplatten, Festungswerke und Eisenbahngeschütze.
Diese Großindustriellen hatten anderes im Kopf als eine so lächerliche Sache wie das Automobil. Deshalb blieb es den Erfinder-Ingenieuren auch selbst überlassen, ihre Produktion aufzubauen und das Geld dafür aufzutreiben. Dabei machte Daimler noch einmal die bittere Erfahrung wie in der Gasmotorenfabrik: Die beteiligten Unternehmer wollten sicheren Gewinn, aber keine weiteren Versuche. Es kam sogar soweit, daß sie ihn ganz aus dem Werk hinausdrängten, für dessen Existenz er

den Grund gelegt hatte. Gottlieb Daimler beklagte sich bitter darüber, wie seine Aktionäre

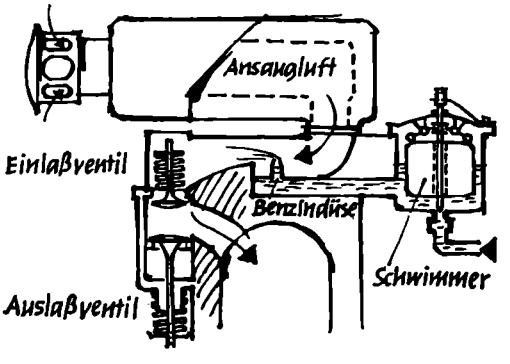
> „... in souveräner Unterschätzung meiner eigenen Arbeit und nur das eigene Kapital gelten lassend, sofort die Gewalt an sich zu reißen begannen, in schülerhafter Weise experimentierten, ein ganzes Heer von persönlichen Günstlingen mit hohen Gehältern, absoluter Geschäftsuntüchtigkeit, aber um so größerer Untertänigkeit gegen sie selbst als Beamte der Gesellschaft anstellten ..."

Daimler stand mit seinen Bemühungen, den Wagen zu verbessern und dadurch einen großen Käuferkreis zu finden, allein. Die Leitung der Gesellschaft wollte Motoren verkaufen und Geld verdienen. Sie empfahlen ihm, als er 1892 aus der „Daimler-Motoren-Gesellschaft" ausschied, „er möge doch seine utopischen Erfindergedanken aufgeben und seine geistige Arbeit ebenso wie sein Geld in nützlichere Dinge stecken".

Wieder begann er von vorn. In einem Gartensaal eines stillgelegten Hotels richtete er, zusammen mit seinem alten Freund Maybach, eine Versuchswerkstätte ein und befaßte sich mit seinen Automobilen.

Erst fünf Jahre später, nach Prozessen und Scherereien der unerfreulichsten Art und nachdem die Aktionäre sahen, daß sie ohne Daimler nicht auskamen, trat er wieder mit Maybach in die Gesellschaft ein. Er brachte die vielen konstruktiven Verbesserungen mit, die er in seiner Gartensaal-Werkstatt entwickelt hatte.

Als Daimler im Jahre 1900 starb, gab es in Deutschland zwölf Betriebe, in denen 1773 Arbeiter Automobile bauten; bis zum Ende des Jahres 1901 hatten sie 845 Personenwagen, 39 Lastwagen und 41 Motorräder hergestellt. Mit diesen ersten Kraftfahrzeugen begann die Motorisierung in Deutschland und die Kraftfahrzeugindustrie.

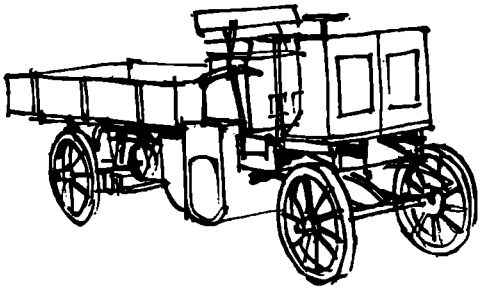


Spritzdüsenvergaser, 1893

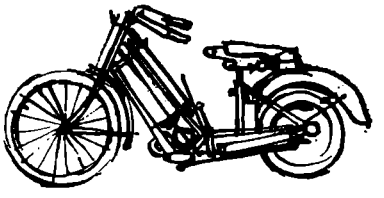
Den Namen „Motorrad" hat übrigens nicht der eigentliche Erfinder Daimler erdacht. Es waren die Leipziger Hildebrand, Wolfmüller und Geisenhof, die seit 1889 kleine Dampfmaschinen und später Zweitakt- und Viertakt-Benzinmotoren in extra starke Fahrgestelle einbauten und die schon 1894 hundert Arbeiter im „Motorradbau" in Leipzig beschäftigt hatten.
Um bei Namen zu bleiben, sei noch gesagt, daß auch der Name Benzin nichts mit Carl Benz zu tun hat. Er leitet sich her von Benzol, eine Benennung, die auf den Chemiker Justus von Liebig zurückzuführen ist. Der Berliner Chemiker Eilard Mitscherlich untersuchte 1833 die Benzolsäure und spaltete einen Kohlenwasserstoff ab, den er Benzin nannte. Und Benzin wurde nun auch das leichtflüchtige, aus Erdöl destillierte Gemisch von Kohlenwasserstoffen genannt, das man als Lösungsmittel in der Gummi-Industrie, bei der Verarbeitung von Harzen oder als Fleckenmittel verwendete. Es stand in Drogerien und Apotheken, und niemand hätte geahnt, daß Benzin und Erdöl einmal durch die Motorisierung eine solche Bedeutung erlangen würden.

Das Auto

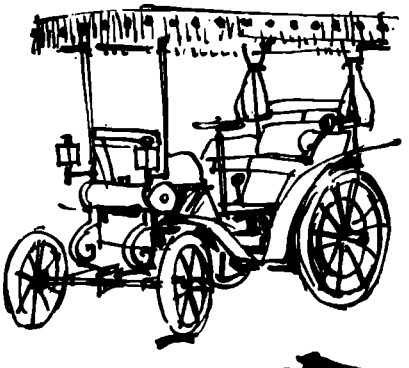
in Deutschland erfunden und in vielen europäischen Ländern weiterentwickelt, wurde zuerst in den USA zu einem Produkt der Massenherstellung, die sich dort bereits auf anderen Gebieten durchgesetzt hatte. Hier entstand die wirkliche Autoindustrie, dieses Gebilde aus so vielen Teilen, daß man sie kaum alle aufzählen kann.
Zunächst wurden an alle vorhandenen Industriezweige neue Anforderungen gestellt. Die Stahlwerke und Gießereien, die elektrotechnischen Betriebe, die Gummi- und Reifenwerke oder die Glasfabriken mußten sich in ihren Erzeugnissen und deren Qualität auf die Belange des Automobilbaues einstellen.
Dazu entstanden neue Fabriken, die zwar direkt nichts miteinander zu tun hatten, die aber von der Zündkerzenherstellung bis zum Kugellagerwerk alle als Zulieferer für die gleiche Industrie arbeiteten. In ihnen wiederum war eine ganze Armee von erfindungsreichen Ingenieuren tätig, die an der Vervollkommnung des Gusses der Zylinderblöcke, der Lagermetalle, der Kolbenformen, der Ventile, der Zündvorrichtungen, der Getriebe, der Bremsen, der Reifen und so weiter arbeiteten.
Neue Werkzeugmaschinen wurden gebraucht, die geeignet sein mußten für eine solche Präzisionsarbeit, wie sie zur Zeit des nun schon klassisch



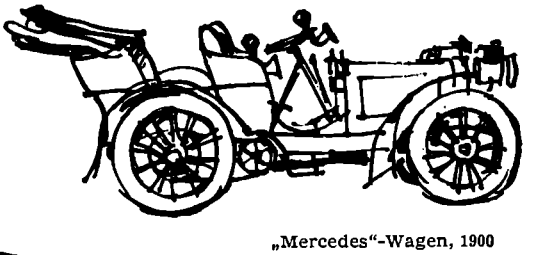
Daimler-Lastkraftwagen, 1891



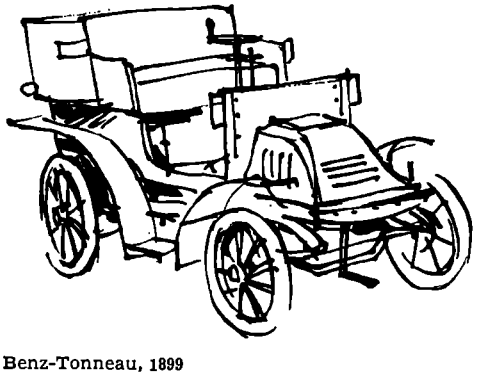
Motorrad, 1894



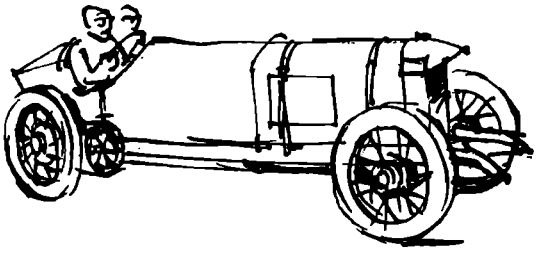
Daimlers „vis-à-vis", 1894



„Mercedes"-Wagen, 1900

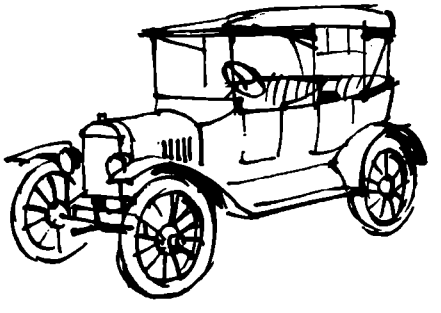


Benz-Tonneau, 1899



„Blitzen-Benz", 1911 (erreichte 211 km/h)

werdenden Maschinenbaus mit seinen mächtigen Kolben, Kesseln und Schwungrädern noch nicht notwendig gewesen war.
Das Auto, vom Erfindungsgedanken bis zu jedem einzelnen Wagen, der als Ergebnis der industriellen Serienproduktion aus der Fabrik fuhr, ist also das Produkt einer immerwährenden kollektiven geistigen und industriellen Arbeit, ganz gleich, welche Fabrikmarke am Fahrzeug stand oder steht.
In den Autofabriken, in denen alle zugelieferten Teile zusammenflossen, wurden neue Arbeitsmethoden entwickelt. Es entstand das Taktverfahren. Damit Autofabrikanten, wie Henry Ford, die höchsten Profite erzielen und möglichst billigere Wagen als die Konkurrenz auf den Markt bringen konnten, wurden die Arbeiten so in einzelne Handgriffe zergliedert, daß jeder von den Tausenden Arbeitern in stumpfsinniger Hast immer nur einen einzigen oder wenige Griffe auszuführen hatte. So wurde der Arbeiter am Fließband oder innerhalb der Maschinensäle völlig zu einem Muskel im technischen Getriebe degradiert.



Fords Modell T

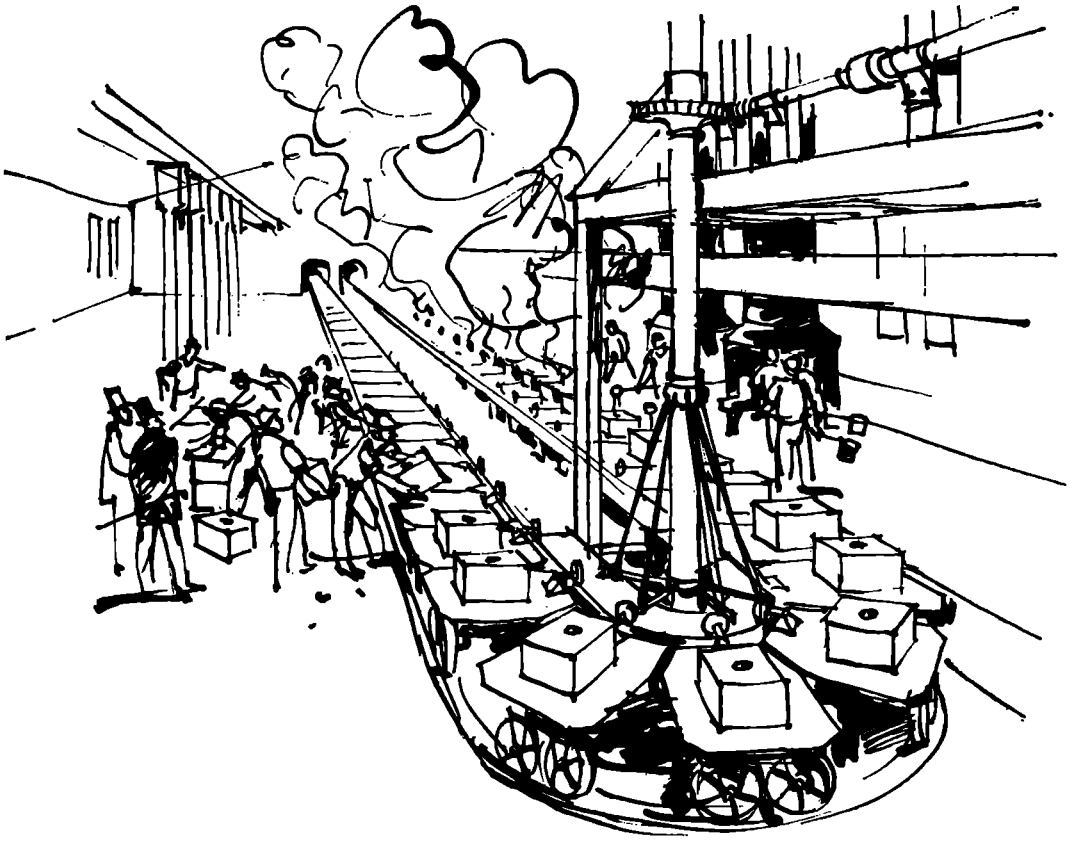
Während in Deutschland 1907 immerhin schon 14 500 Arbeiter in Autofabriken beschäftigt waren, zählte man in Amerika sogar 75 000. Im Jahre 1910 wurden in den USA 187 000 Kraftwagen hergestellt. Von 1909 bis 1926 hatte allein Henry Ford an den in dieser Zeit hergestellten 15 Millionen Wagen des damals berühmten Modells T viele hundert Millionen Dollar verdient. 1926 kam täglich genau eine weitere Million Dollar dazu! Diese tägliche Million mußten ihm die Arbeiter in seinen Werken in Detroit verdienen, deren Kräfte schon damals durch die ausgeklügeltsten und raffiniertesten Methoden ausgenutzt wurden. Dabei verstand es Ford, auf eine besonders niederträchtige Art sein Fließbandsystem, seine Arbeitshetze, seine Rücksichtslosigkeit gegen kranke oder alternde Arbeiter sowie die harten Strafen bei geringsten Verstößen nach außen hin durch eine zur Schau gestellte scheinheilige Wohltätigkeit, durch Geschichten über seine Bescheidenheit, seinen Fleiß und seine Sparsamkeit, mit der er sein Vermögen Cent um Cent „zusammengetragen" habe, zu verschleiern.
In den USA wurde der billige Wagen sehr bald zu einem notwendigen Beförderungsmittel. Manche Arbeiter hätten ohne ihn nicht von Bau-

stelle zu Baustelle ziehen oder ihre oft sehr entfernt liegenden Fabriken erreichen können. Die Farmer im weiten Lande transportierten Brennholz oder Gemüse im unverwüstlichen Modell T, und sonntags ratterten sie mit der Familie in die nächste Stadt. Der Wagen fuhr hart und laut, aber es gab kaum Reparaturen. War er wirklich auf den schlechten Straßen eines Tages zu Bruch gefahren, so tat der Motor bestimmt noch viele Jahre als stationäre Maschine seinen Dienst, pumpte Wasser oder betrieb ein Sägegatter.

Im alten Europa blieb das Auto ein Luxus, ein Vergnügen der herrschenden Klasse. Es blieb auch teuer, denn es konnte teuer sein: Diejenigen, die sich einen Wagen leisten konnten, brauchten es mit dem Hundertmarkschein nicht so genau zu nehmen. Für die anderen wäre er auch dann noch unerschwinglich gewesen, wenn er 500 Mark billiger gewesen wäre.

In Deutschland geriet die Autoindustrie, nachdem die Pionierarbeit geleistet und Geld zu verdienen war, schnell in die Fänge der großen Konzerne. Sie erfüllte ein Bedürfnis der herrschenden Klasse, aber Last-

Mit der Massenfabrikation beginnt im ausgehenden 19. Jahrhundert in den USA die Arbeit am „laufenden Band". Bei der Firma Westinghouse wurden schon kleine Gußstücke im Fließverfahren hergestellt



wagen und Omnibusse beschleunigten auch den Güter- und Personenverkehr. So wurde die Autoindustrie auch in Deutschland zu einem Hebel der allgemeinen industriellen Entwicklung. Für lange Zeit galt die Leistungsfähigkeit der Automobilindustrie eines Landes als das Spiegelbild für die Leistungsstärke und den Stand der Präzisionsarbeit der Gesamtindustrie des betreffenden Landes überhaupt. Das wurde erst anders, als eine neue Kette von Erfindungen eine Industrie ins Leben rief, die noch größere Ansprüche stellte: die Flugzeugindustrie.
Bevor wir jedoch die Verwirklichung des Traumes vom Fliegen nachzeichnen wollen, müssen wir noch einmal zum Anfang zurückkehren. Wir waren ja davon ausgegangen, daß der Motorenbau begonnen wurde, um eine wirtschaftlichere Kraftmaschine als die Dampfmaschine zu erhalten. Auf dem Wege über den stationären Gasmotor entstand dann auch der mobile Benzinmotor. Von gleicher Bedeutung ist aber ein anderer Motor, der heute die Schiffe über die Meere treibt, Lokomotiven oder andere Fahrzeuge und Kraftstationen in Bewegung setzt:

Der Dieselmotor

Auch er hat eine erzählenswerte Geschichte und einen Urheber, aus dessen Leben man einiges lernen kann.
Im Personenstandsregister der Präfektur des 6. Pariser Bezirks ist unter der Rubrik „Geburten" am 18. März 1858 eingetragen: Diesel, Rudolf Christian Charles, geboren in der Wohnung der Eltern, Rue Notre Dame de Nazareth Nr. 38 ... Und am Ende der Zeile steht ein kleines Kreuz. Dieses Kreuz hinter Eintragungen der Präfektur bedeutete, daß es sich bei der betreffenden Person um ein verdächtiges Subjekt handelte. Und die Diesels waren verdächtig – denn sie waren Deutsche.
Nach der in Deutschland niedergeschlagenen bürgerlichen Revolution von 1848 mußten viele Deutsche außer Landes fliehen. Manche waren nach Frankreich, nach Paris gegangen. Paris war damals neben London die bedeutendste Weltstadt. Fabriken, Warenhäuser und große Bahnhöfe entstanden, die Gasbeleuchtung kam auf, Pferdebahnen und Omnibusse fuhren durch die Straßen. Hier war das Zentrum der Kunst, der Naturwissenschaft und Technik auf dem Kontinent. Die kapitalistische Industrialisierung machte mächtige Fortschritte; die französische Großbourgeoisie hatte sich mit Napoleon III. den Kaiser und den Machtapparat geschaffen, den sie brauchte, um die Herrschaft über das Volk ausüben zu können.

Aber immer häufiger kam es zu Unruhen. Die Arbeiter, die in den Junikämpfen des Jahres 1848 gegen das Bürgertum eine schwere Niederlage erlitten hatten, formierten sich neu. Es entstand die revolutionäre sozialistische Arbeiterbewegung. Auch die internationalen Beziehungen des Proletariats erstarkten. Die Gründung der ersten Internationale stand auf der Tagesordnung. Deshalb auch das Mißtrauen der Behörden des zweiten französischen Kaiserreiches gegen die Ausländer, besonders gegen die Arbeiter und Handwerker, die ja alle im Verdacht standen, Sozialisten zu sein. Und deshalb also auch das Kreuz hinter Rudolf Diesels Geburtseintragung.

Aber dieser Verdacht war unbegründet, denn Vater Diesel hatte nicht wegen seiner revolutionären Gesinnung aus Deutschland weggehen müssen. Er war ganz einfach als wandernder Handwerksgeselle nach Paris gekommen und hatte sich hier ansässig gemacht, in der Hoffnung, in dieser mächtigen Stadt ein besseres Fortkommen zu finden als im heimatlichen Augsburg. Er heiratete, richtete mit seiner Frau gemeinsam eine kleine Werkstatt ein und stellte, dem modischen Geschmack der Stadt entsprechend, feine Lederwaren aus Saffian her. Die Geschäfte gingen nicht immer gut. Die Kinder mußten von klein auf mitarbeiten. Es wurde gespart, an allen Ecken und Enden geknausert; aber sie kamen aus der Not nicht heraus.

Trotzdem hatte die Pariser Zeit ihr Gutes. Als Neunjähriger besuchte Rudolf Diesel mit seinem Vater die Weltausstellung, und ihm erschloß sich mit einem Schlage die ganze große Welt der Technik. Er sah Dampfmaschinen und Fesselballons, Maschinen und Motoren, Schiffe und Fotografien; er hörte von Luftschiffen, den Geheimnissen der Elektrizität, von Chemie, Physik und Mechanik — es war eine Welt der Wunder, die ihn nun nicht mehr losließ.

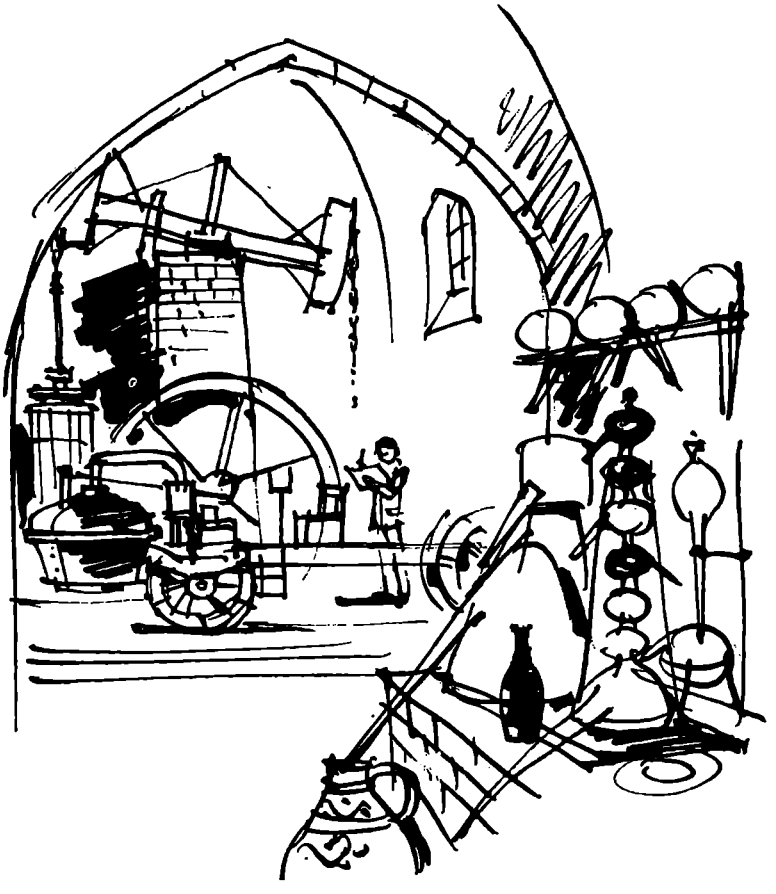
In einem alten Kloster, in der Nähe des Boulevard Sebastopol, befindet sich das älteste technische Museum der Welt, das Conservatoire des Arts et Metiers. Als Rudolf Diesel diese Schatzkammer erst entdeckt hatte, trieb es ihn immer wieder in das dunkle Gewölbe des alten Klosters. Hier stand Joseph Cugnots dreirädriger Dampfwagen, daneben standen Dampfmaschinen und Modelle aller Art, physikalische und chemische Apparaturen und Geräte, die Büsten großer Gelehrter und Ingenieure. Rudolf Diesel zeichnete die Maschinen und Apparate im alten Klostergebäude ab, untersuchte ihre Wirkungsweise, bastelte und experimentierte. Ihm war bald klar, daß er Ingenieur werden würde. Er hatte keinen anderen Berufswunsch, kein anderes Ziel.

1870 beendete der Krieg zwischen Frankreich und Preußen Diesels Pariser Zeit. Napoleon III. hatte gehofft, durch einen siegreichen Krieg seine

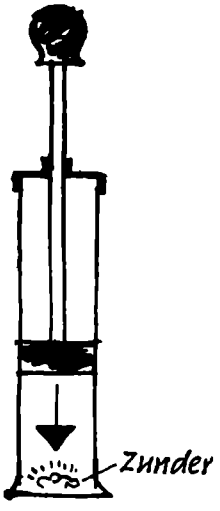
Stellung zu festigen. Er verlor aber die entscheidende Schlacht bei Sedan und ergab sich den Preußen. In Paris wurde die Republik ausgerufen. Das Volk forderte von der bürgerlichen provisorischen Regierung die Verteidigung des Vaterlandes, denn Bismarck gab sich nicht mit dem errungenen Sieg zufrieden. Er begann einen Eroberungskrieg gegen Frankreich und ließ seine Truppen auf Paris vorrücken. Hier wurden alle Deutschen ausgewiesen, und auch die Familie Diesel mußte das Land verlassen. Sie fuhr nach Dieppe, von hier aus mit einem Dampfer nach England.

Diesels lebten dann in London. Der Vater fand nur selten einmal Arbeit, in der Familie fehlte es oft am Nötigsten. Theodor Diesel war vor allem darauf bedacht, seinen Sohn Rudolf wieder in geordnete Verhältnisse und in eine Schule zu bringen. Verwandte in Augsburg erboten sich schließlich, den Jungen aufzunehmen. Der Zwölfjährige machte sich allein auf die weite Reise, und nach acht Tagen kam er in Augsburg an.

Zur gleichen Zeit, da in Paris die Kommune herrschte und die Bürger die Stadt heldenhaft gegen das preußische Heer und gegen die Truppen der gegenrevolutionären Versailler Regierung verteidigten, begann Rudolf Diesel bei den Augsburger Pflegeeltern seinen Sturm auf die Festung Wissenschaft. Es war ein harter Kampf. Er mußte sich durch Stun-



dengeben Geld verdienen und, da die Eltern seine Berufswünsche nicht billigten, durch besonders gute Leistungen beweisen, daß er zum Ingenieur geeignet war.
Er arbeitete tagaus, tagein von früh bis Mitternacht. Rudolf Diesel war längst der beste Schüler; er erreichte die besten Prüfungsergebnisse, die jemals in dieser Gewerbeschule erzielt wurden, und dennoch war er nicht zufrieden mit sich. Zu vieles gab es noch, von dem er nichts oder nur wenig wußte. Auch in der Industrieschule hielt dieser Eifer an. Obwohl Vater Diesel versuchte, den Jungen von seinen Vorsätzen abzubringen, ging Rudolf nach München und begann das Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule. Hier, bei Professor Karl von Linde, hörte er auch davon, daß die Dampfmaschine, dieser Riese, mit dem die ganze kapitalistische Großindustrie in Gang gekommen war, keineswegs ein Riese ist.
Karl von Linde, Wissenschaftler und Erfinder in einer Person, ist der Bau der ersten Kältemaschinen und Kühlanlagen, die Entdeckung der Luftverflüssigung und der Bau von Luftverflüssigungsanlagen zu danken. Er war einer der Wissenschaftler, die dafür sorgten, daß auch an den Universitäten die Erfolge der technischen Wissenschaften zur Kenntnis genommen wurden. Das war gar nicht selbstverständlich, denn viele der Theorie ergebenen Wissenschaftler hatten Angst davor, daß „die Trompetenklänge technischer Erfolge die leise Musik der Naturgesetze übertönen, der wir hier lauschen". Linde wollte die erkannten Naturgesetze anwendbar machen, einen Nutzen für die Menschen aus ihnen erzielen. Deshalb wies er auch immer wieder seine Studenten auf die Notwendigkeit hin, wissenschaftlich an technische Probleme heranzugehen. Nicht den bastelnden Erfinder, der vielleicht zufällig eine brauchbare Lösung findet, sondern den wissenschaftlich arbeitenden Ingenieur stellte er seinen Studenten als Idealtyp vor, den Ingenieur, der vorher begründen und beweisen kann, was erfunden werden muß, damit die bestimmte Lösung auch erreicht wird.
Damals mag Linde in manchen seiner Studenten den Gedanken gepflanzt haben, die Dampfmaschine zu verbessern, ihren Wirkungsgrad zu erhöhen und ihren Betrieb rentabler zu machen. Diesel dachte jedoch an etwas anderes: Er wollte die Dampfmaschine überhaupt überflüssig machen; er wollte eine ganz neue Kraftmaschine ohne Kessel und ohne Dampf erfinden.
Sein Examen an der Technischen Hochschule war hart wie selten eines, es dauerte mehrere Tage. Dann gratulierten ihm die Professoren stürmisch, denn er hatte Leistungen erreicht, wie sie seit Gründung des Polytechnikums von noch keinem Studenten erzielt worden waren. Beson-



Kompressions-
feuerzeug

ders stolz auf ihn war Professor Karl von Linde. Er hatte das überragende technische Talent Diesels als erster erkannt. Nun veranlaßte er den jungen Ingenieur, sich am Eismaschinenbau zu beteiligen. Diesel, der gut französisch sprach, ging nach einer kurzen Einarbeitungszeit nach Paris und übernahm hier die Leitung einer Linde-Eismaschinenfabrik. Obwohl Diesel nun als Direktor und Konstrukteur, als Monteur und Patentverwalter vollauf beschäftigt war, fand er immer noch die Zeit, sich mit seinem Motor zu befassen. Er heiratete — aber der Motor blieb Mittelpunkt seines Denkens. Er verlegte sein Arbeitsgebiet nach Berlin — die Motorpläne beherrschten ihn auch dort.

Zuerst hatte er daran gedacht, den Motor mit Ammoniak zu betreiben; aber nach sechsjähriger Arbeit mußte er einsehen, daß er mit seinen Gedanken in eine falsche Richtung geraten war. Diesel erinnerte sich schließlich eines Schulversuchs mit einem Kompressionsfeuerzeug. Das war ein gläserner Zylinder, oben und unten fest verschlossen, in ihm eine Kolbenstange mit Kolben, wie bei einer Luftpumpe. Stieß man den Kolben mit aller Kraft hinunter, brachte die im Zylinder zusammengepreßte heiße Luft ein kleines Stück Zunder zum Aufglühen. Wenn anstelle des Zunders etwas Benzin, Petroleum oder Kohlenstaub wäre, so würde sich dieses entzünden und durch den entstehenden Gasdruck den Kolben wieder hochtreiben. Den Brennstoff müßte man also feinzerstäubt in die zusammengepreßte und dabei stark erwärmte Luft einblasen. Bei diesen Überlegungen wurde Rudolf Diesel überhaupt nicht beeinflußt durch den Viertaktmotor von Otto. Seine Gedanken kamen aus einer ganz anderen Richtung: Um Dampf und Kessel überflüssig zu machen, wollte er die Verbrennung in den Arbeitszylinder verlegen und auf dem Wege einer hohen Verdichtung mit heißer Luft arbeiten. Der Ottomotor hingegen saugt ein Gemisch von Luft und einem gasförmigen oder flüssigen Brennstoff in den Zylinder ein, verdichtet es und entzündet es mit Hilfe einer Zündvorrichtung. Der Dieselmotor aber sollte reine Luft einsaugen, sie hochverdichten und den eingespritzten Brennstoff ohne Zündvorrichtung entzünden.

„Erfinden heißt, einen aus einer Reihe von Irrtümern herausgeschälten richtigen Grundgedanken durch zahlreiche Mißerfolge und Kompromisse hindurch zum praktischen Erfolg führen."

Diesel hatte recht. Es dauerte sogar sehr lange, bis der praktische Erfolg sich einstellte, und er mußte viele Kompromisse machen. Im Winter 1891/92 brachte er endlich seinen Motor zu Papier. Am 28. Februar 1892 erhielt er das berühmte

Patent Nr. 67 207

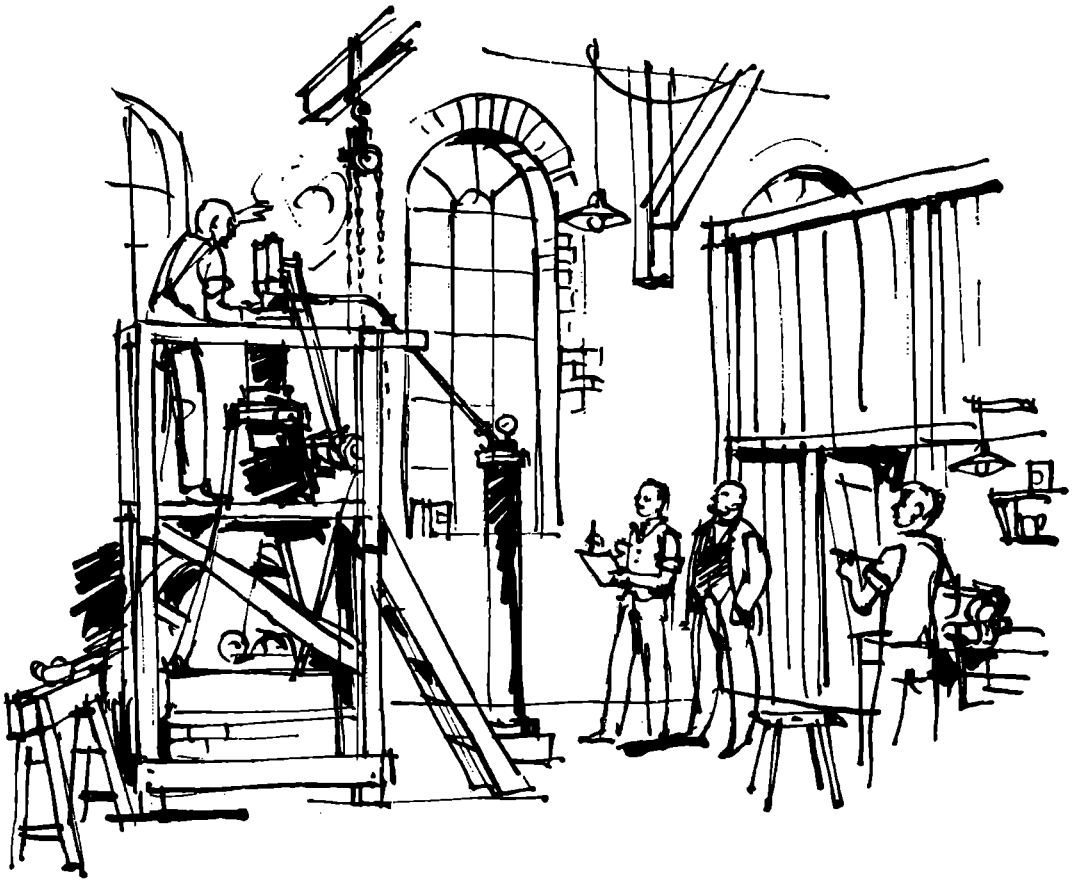
das er in späteren Prozessen verteidigen mußte, weil auch andere sich mit ähnlichen Ideen beschäftigt hatten, die aber im Gegensatz zu Rudolf Diesel nichts zuwege brachten. Auch für sie gilt schließlich, was Carl Benz im Hinblick auf das Heer der Automobilerfinder sagte und was Diesel mit folgenden Sätzen beschrieb:

> „Nie und nimmer kann eine Idee allein als Erfindung bezeichnet werden; man nehme aus der Liste der Erfindungen beliebige heraus: das Fernrohr oder die Magdeburger Halbkugeln, den Spinnstuhl, die Nähmaschine oder die Dampfmaschine, immer gilt als Erfindung nur die ausgeführte Idee. Deshalb kann man auch jeder fertigen Erfindung nachweisen, daß ähnliche Gedanken mit mehr oder weniger Bestimmtheit und Bewußtsein auch anderen oft schon lange vorher vorgeschwebt haben. Immer liegt zwischen der Idee und der fertigen Erfindung die eigentliche Arbeits- und Leidenszeit des Erfinders."

Aber noch stand ja auch Diesels Motor nur auf dem Papier. Er mußte gebaut, erprobt und verbessert werden. Wer aber sollte ihn bauen? Wer sollte das Geld für die notwendigen Versuche geben?

> „Nur die allerbesten und mächtigsten Werke kamen für den Bau einer Maschine in Betracht, die mit unerhörten und gänzlich ungewohnten Drücken arbeiten sollte. Mit eigenen unzulänglichen Geldmitteln und in einer kümmerlichen Werkstatt war der Motor nicht zu bauen, das wußte Diesel."

So schreibt sein Sohn in einem Lebensbericht über das nun entstandene Dilemma. Diesel versuchte, die „allerbesten und mächtigsten Werke" für seine Pläne zu gewinnen. Und wahrhaftig, er „gewann" sie: Im Verlaufe eines Jahres trat Diesel alle deutschen und österreichischen Rechte auf seine Patente an Krupp und an die Augsburger Maschinenfabrik ab, die beide ihre „Diesel-Interessen" zu einem Konsortium vereinigten. Krupp — der „Kanonenkönig" und Waffenschmied des deutschen Imperialismus — hielt es für möglich, daß aus dem Dieselmotor ein Gasmotor werden könnte, der einmal auch die sogenannten armen Gase



verwerten könnte, die noch ungenutzt aus den vielen Hochöfen der Kruppschen Werke entwichen, weil die bisher existierenden Gasmotoren sie nicht zu verbrennen vermochten. Außerdem konnte der Dieselmotor einen neuen Fabrikationszweig für das Magdeburger Krupp-Gruson-Werk abgeben, und nicht zuletzt brauchte eine solche neue Kraftmaschine, die aus besonders guten Werkstoffen sein mußte, besten Stahl – also Krupp-Stahl – in großen Mengen.

Diesel hatte seine Patentrechte verloren, aber sich damit die Möglichkeit erkauft, den Motor auch wirklich bauen zu können, denn beide Firmen finanzierten nun die Versuche. Er sollte für sie einen verkaufsfähigen Motor entwickeln.

Am 10. August 1893 puffte zum ersten Mal der Motor hinter einem Holzverschlag in der Montagehalle der Augsburger Maschinenfabrik, die erste explosionsartige Verbrennung hatte sich vollzogen.

„Der Motor hat heute seinen ersten selbständigen Ruck getan. Nur einmal herum, aber das Prinzip ist damit gerettet. Unsere Ambition geht nun vorläufig dahin, daß er ein bißchen alleine läuft, und dann machen wir Pause."

Der Zylinder war schnell voller Ruß, die Ventile und Kolbenringe hielten nicht mehr dicht, die Luft blies ab, die Verdichtung wurde immer niedriger. Diesel erkannte, daß der Zylinderraum noch nicht die richtige Größe, Form und Lage hatte. Und es sollte noch Jahre dauern, ehe er die richtige Gestalt des Verbrennungsraumes fand.

Heute weiß jeder Autoschlosser, wie weit im oberen Totpunkt der Zylinder vom Kolben entfernt sein soll und welche Form Zylinderdeckel und Kolben haben müssen. Diesel mußte das alles erst finden und erfinden. Er tröstete sich selbst:

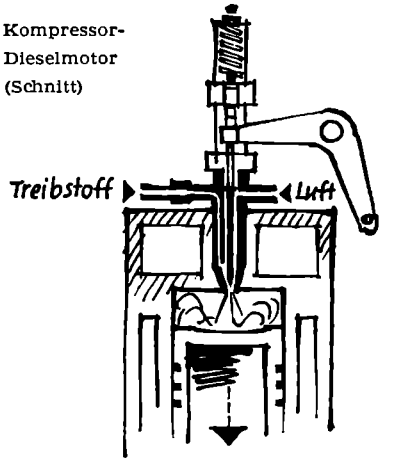
„Gut, der erste Motor geht nicht. Der zweite wird unvollkommen gehen, und der dritte wird gut."

Es gab eine schier endlose Kette von Mißerfolgen, von Trugschlüssen, die zu neuen Mißerfolgen führten. Es war wirklich die große Leidenszeit des Erfinders. Endlich, 1897, lief der Motor auch mit Rohöl, und im Sommer 1898 trat er zum ersten Male auf einer Kraft- und Arbeitsmaschinenausstellung in München vor die Öffentlichkeit, ausgerüstet mit all dem, was auch heute noch zum Dieselmotor gehört: Nadelventil, Luftpumpe, Brennstoffeinspritzpumpe und Anlaßvorrichtung. Stolz schrieb Diesel:

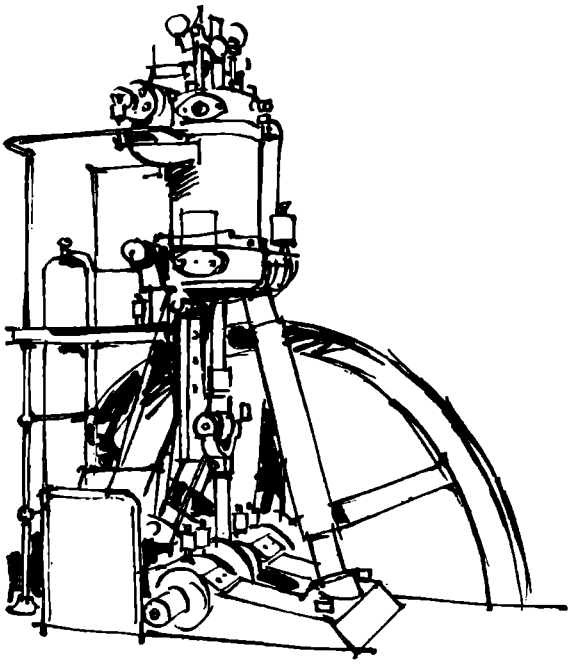
„Noch kein menschlicher Motor hat das erreicht, was der meine ergab. Ich rechne mit einem Wirkungsgrad von rund 32 Prozent gegenüber durchschnittlich 15 Prozent der Dampfmaschine."

In England und Amerika, in vielen Ländern des Kontinents und in Deutschland hatten verschiedene Firmen den Bau von Dieselmotoren aufgenommen. Noch hatten die Motoren Kinderkrankheiten. Manche Fabriken waren für die Herstellung auch ungeeignet. Aber alle eintretenden Fehlschläge gingen auf das Konto Rudolf Diesels.

Er mußte die Fehler beheben, Betriebe entsprechend umstellen und in Prozessen seine Erfindung verteidigen. Die Geschäfte, Reisen, Verhandlungen und Ärgernisse rieben ihn immer mehr auf. Im Herbst 1898 war er am Ende seiner Kräfte. Die Kopfschmer-



Kompressor-Dieselmotor (Schnitt)



Dieselmotor aus dem Jahre 1897

zen verließen ihn nicht mehr, und er fürchtete das Schlimmste für sich. Diesel war ein Erfinder von Weltruf geworden — aber er durchlebte ein Martyrium. War sein Leben bisher eine Kette von übermäßiger Arbeit, Rückschlägen und Triumphen gewesen, so erlitt er jetzt, je besser die Motoren liefen, fast nur noch Rückschläge. Seine körperliche und geistige Beanspruchung war schließlich so groß, daß er selbst glaubte, in geistige Umnachtung zu stürzen. Sollte das aber geschehen, dann fürchtete er um seine Familie, die er bei weitem nicht so versorgt hielt, wie es der Bedeutung seiner Erfindung entsprochen hätte. Und das machte ihm neue Sorgen. Er kaufte Grundstücke; sie sollten Sicherheiten sein — und wurden zu Trägern neuer finanzieller Unsicherheiten. Kurzum: Er hatte sich innerhalb weniger Jahre noch zusätzlich mit solchen Sorgen belastet, die allein der Nervenkraft eines Dutzends Männer bedurft hätten. 1898 schrieb er an Krupp:

„Ich bin zu der Einsicht gekommen, daß meine Kräfte zu einer richtigen und sachgemäßen Bewältigung der Geschäfte nicht mehr ausreichen. Meine Bestrebungen, derselben Herr zu werden, haben nur zu einer bedeutenden Erschütterung meiner Gesundheit geführt, und trotzdem bin ich immer wieder von meinem einzigen Lebensziel, der technischen Vervollkommnung meiner Motoren und der Durchführung weiterer

> Versuche, abgehalten worden. Ich bin nun den wiederholt an mich gelangten Aufforderungen, meine sämtlichen Motorunternehmungen zu einer Gesellschaft zu vereinigen, nähergetreten."

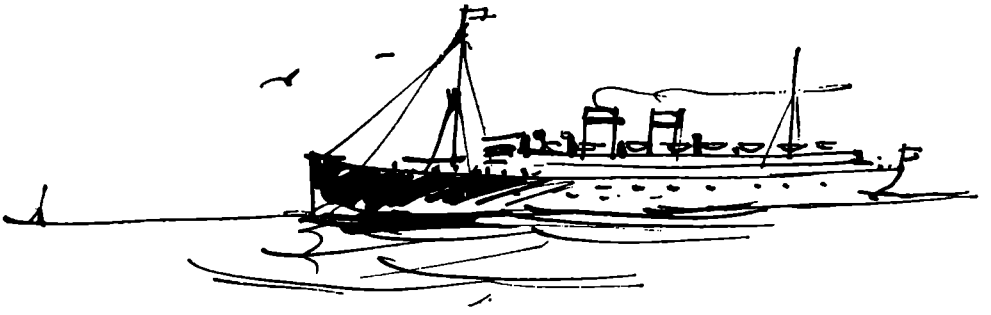
Krupp gründete gemeinsam mit einigen Banken am 17. September 1898 die Dieselmotoren-AG. Die Gesellschaft übernahm das Konstruktionsbüro Diesels, der außerdem der Gesellschaft alle seine inzwischen erworbenen Aktien von Dieselfirmen und alle seine noch nicht vergebenen Patente und Rechte übertrug. Dafür wurde Diesel ausgezahlt und erhielt nun Aktien dieser neuen Gesellschaft.

Rudolf Diesel fühlte sich wie von einer schweren Last befreit. Er ging in ein Sanatorium, suchte und fand dort Heilung von seiner schweren Nervenerkrankung. Nach seiner Genesung stellte sich die Abtretung aller seiner Rechte als ein Fehler, als eine Tragödie heraus. Die Augsburger Maschinenfabrik hatte Pfuscharbeit geliefert. Innerhalb kurzer Zeit war die einst so präzise arbeitende Fabrik so herabgewirtschaftet, daß man an eine Sabotage denken könnte, ausgehend von den stärksten Mitgliedern der „Diesel-Gesellschaft" mit Krupp an der Spitze, die den kleinen Fabrikanten aus dem großen Geschäft hinausdrängen wollten. Wieder war dadurch Diesels Erfindung in Mißkredit gekommen. Die Diesel-Aktien hatten einen neuen Tiefstand erreicht, obwohl die anderen Betriebe die Dieselmotoren mit ausgezeichnetem Erfolg bauten und verkauften. Die Augsburger Maschinenfabrik schloß ihre Pforten.

Diesel war vom Geschäft ausgeschlossen, er wollte sich aber am weiteren Entwicklungsweg seines Motors wieder beteiligen. Er gründete ein eigenes Konstruktionsbüro in München, und bald war eine neue Zweitakt-Dieselmaschine fertig. Diesel konstruierte Lokomotiven und schwere Schiffsmaschinen und experimentierte mit Automotoren. Diese Patente behielt er für sich, er vergab sie nur in Lizenz oder beteiligte sich an Betrieben außerhalb Deutschlands. 1910 schrieb er an seine Frau:

> „Ich habe gezeigt, daß ich noch lebe und daß man mit mir rechnen muß, das ist mir die Hauptsache. Nur noch etwas Geduld und eine Zeit harter Arbeit, dann kommen schöne Tage und Erfolge für unser Alter und eine schöne Zukunft für unsere Kinder."

Diese Hoffnung sollte sich aber nicht erfüllen. Diesel verlor Geld, das er sicher angelegt glaubte, er verlor auch die künstlich im Kurs niedrig gehaltenen Aktien der „Diesel-Gesellschaft" an das Krupp-Konsortium. Ein Kauf von Ölfeldern erwies sich als ein neuer Fehlschlag, und schließlich betrog ihn auch noch ein Spekulant, so daß er Hypotheken auf sein Münchner Haus nehmen mußte.



Im Jahre 1913, als bereits Millionen PS in Dieselmotoren Maschinen und Kraftstationen betrieben, Wasser aus der Tiefe pumpten, Ozeanriesen übers Meer trieben, als die Hersteller dieser Motoren Millionengewinne erzielt hatten, war der Erfinder und rastlose Vervollkommner des Motors am Ende — finanziell am Ende. Er allein wußte, daß es am 1. Oktober 1913 zu einer Katastrophe kommen würde, weil an diesem Tage Zinsverpflichtungen zu erfüllen waren, denen er nicht mehr nachkommen konnte.

Man könnte annehmen, es hätte ihm ein leichtes sein müssen, aus dem Kreis seiner vermögenden Freunde und Bekannten finanzielle Hilfe zu erhalten. Aber er verzichtete darauf, vor ihnen als Bittsteller zu erscheinen. Er hatte sich zu einem Außenseiter gemacht. Rudolf Diesel trug sich mit Ideen, die darauf abzielten, Wirtschaft und Gesellschaft in eine sinnvollere Ordnung zu bringen. Er hatte selbst das materielle Elend sehr drückend verspüren müssen, und er blieb — wie sein Sohn schreibt —

> „... ergriffen von der wirtschaftlichen Not und den Schwankungen der Konjunktur, welche die Existenz der Massen immer wieder bedrohen. Er erkennt die ungeheuren Fehler des kapitalistischen Wirtschaftssystems."

Und er glaubte auch, eine Möglichkeit gefunden zu haben, diese Fehler auszumerzen. In einem 1903 erschienenen Buche, das er „Solidarismus" nannte, regte er eine Art Volkskasse an, in die jeder an jedem Tag einen Pfennig einzahlen sollte. Binnen kurzem wären auf diese Weise Millionen- und Milliardenbeträge beisammen, mit denen „... die ersten selbständigen nichtkapitalistischen Betriebe in Gang gebracht werden könnten". Er träumte also von der Überwindung des Kapitalismus „ohne Revolution und ohne Schädigung vorhandener Interessen". Es war eine aus ehrlichem Herzen entstandene Utopie. Diesel berücksichtigte nicht, daß der Kapitalismus die Wirtschafts- und Herrschaftsform einer Klasse ist, die sich nicht mit Sammelbüchsenaktionen entmachten läßt. Er igno-

rierte ihre politische Macht und genauso auch die politische Rolle der Arbeiterklasse, die — von der historischen Entwicklung selbst hervorgebracht — den revolutionären Übergang vom Kapitalismus zum Sozialismus vorbereitete. Von diesen Sozialisten wollte Rudolf Diesel freilich nichts wissen. Er glaubte, die Vorzüge des Sozialismus mit der bürgerlichen Gesellschaft irgendwie vereinigen zu können. Dazu bedurfte es — seiner Meinung nach — nur der solidarischen Opferpfennige. Noch besser wäre es natürlich, wenn die Industriellen ihre Betriebe freiwillig hergeben, die Aktionäre ihre Aktien ins Feuer werfen und alle Händler auf ihre Spekulationsgewinne verzichten würden. Schon hätte man die durch „Solidarismus hervorgerufene wirtschaftliche und kulturelle Blüte der Zukunft".

So naiv Rudolf Diesels Vorstellung auch war, und so gering der Anklang, den sie fand, die Großbourgeoisie, der er ja seinem Einkommen und seiner Stellung nach selbst angehörte, sah sich durch sein Buch, seine Gedanken und die von ihm ausgehenden propagandistischen Bestrebungen peinlich berührt. Er verstieß gegen alle Normen ihres Denkens und Tuns. Das verstärkte das Mißtrauen, ja die Feindschaft gegen ihn. Er hatte das Vertrauen der Klasse verloren, zu der er gehörte. Andererseits hinderten ihn seine verschwommenen Ideen, sich konsequent auf die Seite der Klasse zu stellen, die allein imstande war, der kapitalistischen Elendswirtschaft ein Ende zu machen: die Arbeiterklasse. Er fühlte sich also in mehrfacher Hinsicht als ein Gescheiterter und sah sich am Ende der Hoffnungen, die er persönlich und im Hinblick auf die gesellschaftlichen Veränderungen gehegt hatte.

Am Abend des 29. September 1913 bestieg er im Hafen von Antwerpen den Dampfer „Dresden". Er wollte nach England fahren, weil dort die Errichtung einer neuen Dieselmotorenfabrik geplant war, in deren Direktion er eintreten sollte. Als das Schiff jenseits des Kanals ankam, war Rudolf Diesel nicht mehr an Bord. In der Nähe der Reling fand ein Schiffsoffizier seinen Hut und Überzieher. Das Bett in seiner Kabine war unberührt, sein Reisegepäck war vollständig vorhanden; im zurückgelassenen Kalender stand hinter dem 29. September ein kleines Bleistiftkreuz.

DER TRAUM VOM FLIEGEN

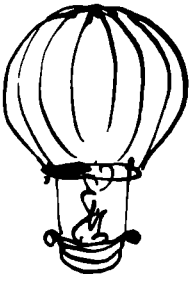
Der Wunsch des Menschen — Leichter als die Luft
Die Eroberung der Luft — Zeppelin — Das Flugzeug — Die Wrights flogen

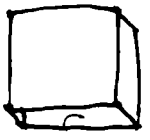
Der Wunsch des Menschen

fliegen zu können, ist sicherlich so alt wie der schaffende, denkende und träumende Mensch selbst. In den Sagen und Märchen der Völker aller Erdteile ist der Fluggedanke lebendig. Die Menschen bevölkerten den Himmel ihrer Phantasie mit geflügelten Göttern und ließen irdische Helden mit Hilfe von Flügelgewändern, Zaubermaschinen und gezähmten Vögeln die Erdenschwere überwinden. Aus China, dem Land der fliegenden Drachen, drangen auf dem Weg über Indien und Arabien viele fliegende Märchengestalten in die abendländische Literatur ein. In einem Südseemärchen wird von Klubud singal erzählt, einem Fischer, der sich einen künstlichen Vogel baute. Die Wagandas im afrikanischen Ugandagebiet rühmen die Stärke ihres fliegenden Kriegers Kibaga. Die Kalmücken erzählen eine Sage von einem Brüderpaar, das sich einen hölzernen Vogel baute, und die Kis-Indianer im nordwestlichen Kanada vom fliegenden Jüngling Ayate, der sich mit einer Möwenhaut aus seiner Gefangenschaft befreite, aber ins Meer stürzte. Auch der Ikarus der griechischen Sage, der mit seinem Vater, dem berühmten Dädalus, aus der Gefangenschaft des Königs Minos von Kreta entfliehen wollte, stürzte ins Meer, weil er der Sonne zu nahe kam, die das Wachs seiner künstlichen Flügelschwingen erweichte. Im nordischen Sagenkreis ist es der Schmied Wieland, der vom König Neiding gefangengesetzt wurde und dem — damit er nicht entfliehen konnte — die Sehnen am Knie zerschnitten worden waren. Aber der kunstreiche Schmied schuf sich ein Federkleid, nahm schreckliche Rache an seinen Peinigern und gewann fliegend die Freiheit.

Wie viele Gefangene und Sklaven mögen diesem Traum vom Flug in die Freiheit nachgehangen haben? Und wie viele, die sich als bloße Gefan-

An einer Gasblase im Luftmeer hängend, so begann die abenteuerliche Eroberung des Himmels. Noch im Jahre 1782 hatte der berühmte französische Astronom Joseph Lalande erklärt, es sei völlig unmöglich, daß ein Mensch sich in die Luft erheben und dort halten könne. Kein Mittel sei denkbar, um das zu erreichen. Ein Jahr später erhoben sich bemannte Ballone in die Lüfte, und aus der von Heißluft in die Höhe getragenen Montgolfière entwickelte sich sehr schnell der Ballon, der auch heute noch für bestimmte wissenschaftliche Zwecke oder von Ballonfahrern aus sportlichem Interesse benutzt wird.

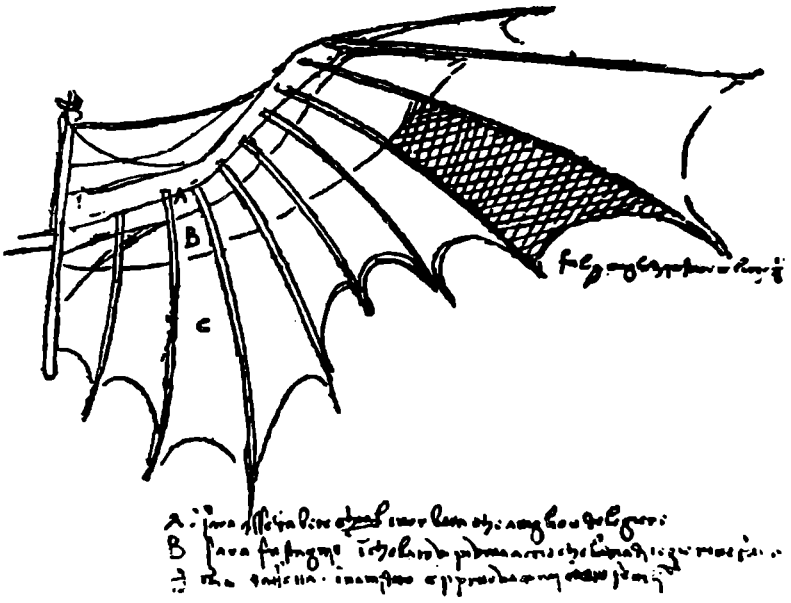




gene der Erde fühlten, verfolgten neidisch den Flug der Vögel, die sich in Gefilden tummelten, die dem mühsam über die Erde kriechenden Menschen verschlossen waren. Es blieb aber sicherlich nicht nur bei diesen Träumen, beim Neid und der Bewunderung. Ebenso wie es die dem sagenhaften Baumeister, Künstler und Ingenieur Dädalus zugeschriebenen Werke gibt – den Palast des Königs Minos, den Tempel der Britomantis oder die Athene in Knossos –, hat es ganz gewiß auch die Federschwingen und den todesmutigen Mann gegeben, der sich vielleicht von der Höhe einer Burg mit kräftigem Flügelschlage in die Luft erheben wollte und zu Tode stürzte! Weil das Vorbild der fliegenden Vögel zu deutlich und der Wunsch, es ihnen gleichzutun, zu groß war, wird dieser Versuch auch sicherlich nicht nur einmal gemacht worden sein. Immer wieder und überall wird es Männer gegeben haben, die mit künstlichen Flügelschwingen das Unmögliche erzwingen wollten, und die ihre Verwegenheit mit dem Leben bezahlen mußten.

Bis zum Mittelalter hatte sich die schmerzliche Erkenntnis so weit verstärkt, daß der Mensch eben nicht fliegen kann, wenn es mit rechten Dingen zugeht. Nur dort, wo der Teufel seine Hand im Spiele hatte, wo alles Unmögliche möglich wurde, konnte natürlich auch geflogen werden – selbst ohne Flügel und Apparate. Den Hexen und Zauberern sollte der Besenstiel oder die Mistforke genügen, um – hui, durch den Schornstein, oben hinaus und nirgend an – zum Blocksberg, zum Hexentanzplatz zu fliegen. Unter diesem schrecklichen Aberglauben, der von der Kirche und den Richtern der Inquisition hartnäckig am Leben erhalten wurde, weil er Gelegenheit gab, unter der Anschuldigung, mit dem Teufel im Bunde zu stehen, unliebsame Männer und Frauen oder gelehrte Leute auf den Scheiterhaufen zu bringen, hatte auch der erste Flugwissenschaftler besonders zu leiden – der Maler Leonardo da Vinci, von dem wir schon einmal im ersten Band hörten. Er flog nicht, aber er dachte nach über das Fliegen, so wie er über vieles nachdachte.

Leonardo ging als Künstler wie als Wissenschaftler bei der Natur selbst in die Lehre und kümmerte sich nicht darum, was die kirchlichen Autoritäten bestimmten, sagten und lehrten. Vieles von dem, was er trieb, war verboten; aber er studierte an heimlich beschafften Leichen die Anatomie des Menschen, er untersuchte die Natur der Luft, des Wassers und den Mechanismus des Vogelfluges. Er konstruierte neuartige Windmühlen und Wasserräder in Form von Turbinen, er entwarf selbstfahrende Wagen, eine Spinnmaschine, eine Druckpresse, einen Tauchapparat und vieles andere mehr. Wie kaum einer seiner Zeit beherrschte er die Prinzipien der Mechanik und den Bau von Maschinenelementen. Fast alles blieb aber auf dem Papier. Denn seine Erfindungen waren den ökonomi-



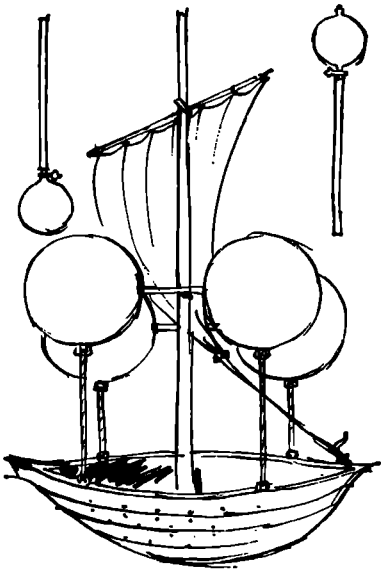
schen Bedürfnissen, die eben erst in den italienischen Manufakturen heranreiften, um eine Nasenlänge voraus. Nach seinem Tode verschwanden seine Aufzeichnungen und Tagebücher und tauchten erst dann wieder auf, als alle seine Gedanken bereits verwirklicht waren. Sie verschwanden, weil Francesco Melzi, in dessen Hände die kostbaren Aufzeichnungen gelangten, die gleiche Furcht vor der Inquisition hatte, unter der auch Leonardo selbst schon lebte. Diese Inquisition veranlaßte Leonardo, seine ketzerischen Gedanken und Pläne in kleiner Spiegelschrift zu schreiben und alles geheimzuhalten, was das Mißtrauen der Dominikaner, der überall herumschnüffelnden „Hunde des Herrn", geweckt hätte. So hielt er auch seine Gedanken über den Fallschirm und die Luftschraube geheim, und niemand weiß, ob er nicht vielleicht doch heimlich die Flugapparate baute, die er in den ersten Jahren des 16. Jahrhunderts auf dem Papier entworfen hatte.

Er war nicht beim Studium des Fluges der Vögel und Insekten stehengeblieben, er hatte auch die flugphysikalischen Bedingungen — die aerostatischen und aerodynamischen — der stehenden und bewegten Luft untersucht. Als Vorbild für seine technischen Überlegungen wählte er die Fledermaus. In ihren Flughäuten sah er die Schwingen, die — aus Holzstreben und Barchent, gestärktem Taft und Leder gefertigt — auch zu einem Fluggerät des Menschen werden könnten. Natürlich wußte er, daß die Kraft der Arme allein nicht ausreichen würde, um einen geflü-

gelten Menschen in die Höhe zu bringen. Deshalb konstruierte er Mechanismen, die den kräftigen Beinen die Hauptarbeit übertragen sollten. Aber auch auf diese Weise wäre das Fliegen unmöglich gewesen.
Die Luftfahrt begann schließlich nicht mit geflügelten Menschen, mit künstlichen Vogelschwingen, Hebeln und Drähten, sondern mit Ballonen,

Leichter als die Luft

Schon 1624 berichtete ein französischer Missionar, er habe während seines Aufenthaltes in Peking in alten Schriften gelesen, daß zur Feier einer Thronbesteigung im Jahre 1306 bunte Papierkugeln in die Luft gestiegen seien. Daß im Lande der Papierlampions schon sehr frühzeitig die Entdeckung gemacht wurde, daß erwärmte Luft eine papierne Hülle in die Höhe zu tragen vermag, ist sehr naheliegend.
Als Otto von Guericke das Vakuum geschaffen hatte, war auch der Gedanke, den 1670 Francesco de Lana entwickelte, gar nicht so falsch. Man brauchte, so meinte er, nur eine leichte, dünnwandige Kugel luftleer zu machen, und schon würde sie in die Höhe steigen. Das war gut überlegt; aber die Existenz einer solchen Kugel wäre unmöglich, denn wäre sie „dünnwandig und leicht", würde sie vom atmosphärischen Außendruck sofort zerquetscht, wären die Wände, die das Vakuum umschließen, dick genug, um den Druck auszuhalten, würde die Kugel wieder so schwer sein, daß sie nie in die Luft steigen könnte.
1709 soll in Lissabon eine papierne Kugel geflogen sein. In einer alten Handschrift wird berichtet, daß Bartholomeu Lourenco de Gusmao am 8. August in Gegenwart des portugiesischen Königs einen kleinen Modellballon vorführte, in dessen Gondel eine Flamme brannte. Der Ballon sei langsam in die Höhe gestiegen, dann aber an eine Wand gestoßen, in Brand



Mit vier luftleer gemachten Kupferkugeln von 20 Fuß Durchmesser wollte de Lana in die Lüfte steigen

geraten und herabgefallen. Auch einige Stoffe im Saale hätten Feuer gefangen, „aber Ihre Majestät waren so freundlich, es nicht übelzunehmen". Dieser Bericht, der eigentlich die Erfindung des Heißluftballons in Europa umschließt, ist so aufgebauscht worden, als sei Gusmao selbst mit dem Ballon aufgestiegen und abgestürzt. Sensationelle Schwindelberichte wurden auf Flugblättern in die Welt gebracht. In einem Wiener Flugblatt hieß es, Gusmao sei

> „. . . morgens um 6 Uhr von Lissabon mit seiner neu-inventierten Lufft-Maschine abgefahren / Als er den Mond vorbey paßiret / sagte er / hätte er wahrgenommen / daß / als man ihn auff demselben ansichtig worden / ein großer Tumult entstanden."

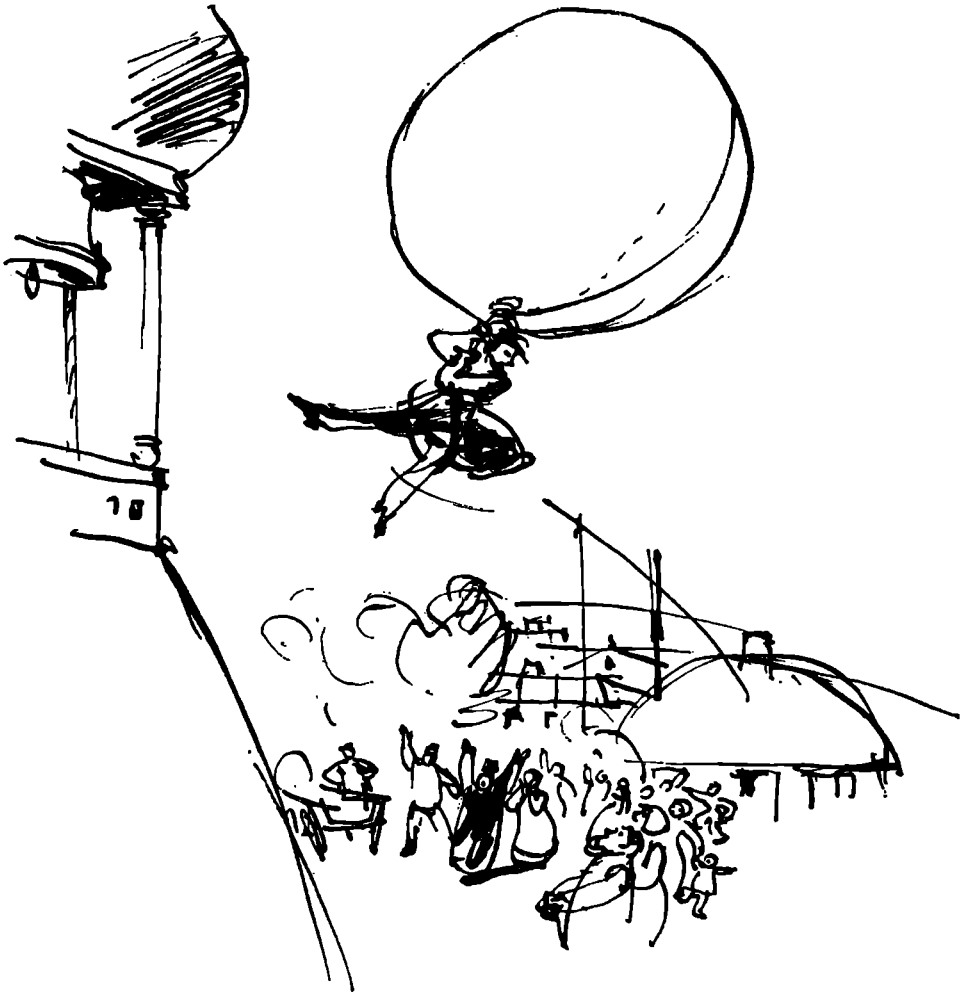
Überall lachte man über den „Schwindler" Gusmao. Auch in Lissabon, wo sein erster Versuch nicht allzuviel Begeisterung ausgelöst hatte, mußte das Interesse des Hofes wohl so vollständig abgesunken sein, daß er sein neues großes Luftschiff „Passarola" gar nicht mehr ausprobierte. Vielleicht hatte Gusmao auch selbst den Mut verloren, denn er wurde mit Spottgedichten geradezu ausgepeitscht und ausgetrommelt.

Auch in Rußland muß es eine lokale Fliegersensation gegeben haben, denn ein altes Dokument berichtet:

> „Im Jahre 1731 baute der Amtsschreiber Krjakutnoi, der aus Nerechta (Jaroslawl) stammt, in Anwesenheit des Woiwoden ein Furwin von der Form eines großen Balles, blies es mit unreinem, übelriechendem Rauch auf, befestigte daran eine Schlinge, setzte sich hinein, und eine unreine Macht hob ihn hoch, höher als die Birken, und schleuderte ihn dann gegen den Glockenturm, aber er band sich an das Glockenseil und rettete damit sein Leben."

Noch 1782 erklärte der französische Astronom Joseph Lalande, es sei kein Mittel denkbar, mit dem sich ein Mensch in die Luft erheben und dort halten könnte. Dabei ließ zu ebendieser Zeit der Göttinger Physikprofessor Georg Christoph Lichtenberg mit Wasserstoff gefüllte Seifenblasen in die Luft schweben. Es war der englische Chemiker Henry Cavendish, der die „brennbare Luft", eben das Gas Wasserstoff, entdeckt und in reiner Form gewonnen hatte.

Auch die Brüder Joseph und Etienne Montgolfier hatten in einem Buch von diesem Wasserstoffgas gelesen, das vierzehnmal leichter als Luft sei. Genau das war es, was sie suchten. Denn die beiden Brüder — Söhne eines Papierfabrikanten im französischen Städtchen Annonay — wollten doch einen Körper schaffen, der leichter als die ihn umgebende Luft sein und in die Höhe steigen sollte. Sie hatten schon Wolken eingefangen und



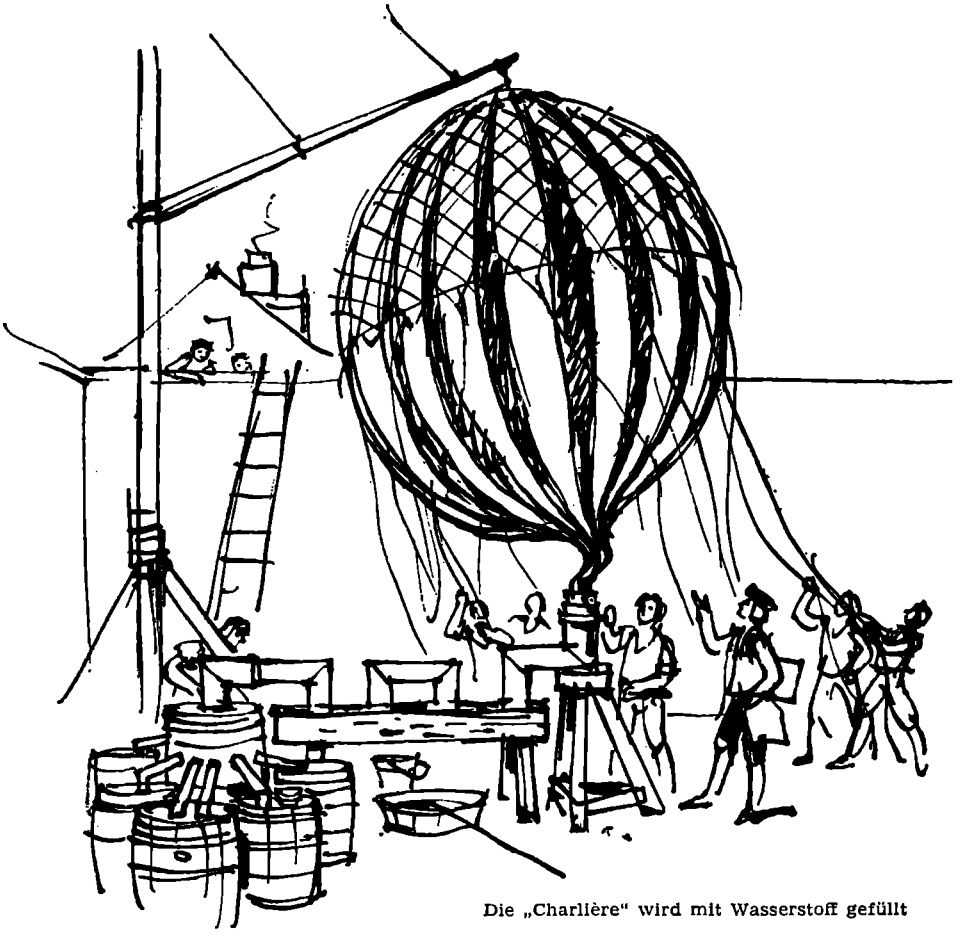
in Papiertüten gefüllt, das heißt künstliche Wolken, nämlich Wasserdampf. Aber der Dampf schlug sich nieder, und das nasse Papier fiel zu Boden, statt in die Luft zu steigen. Dann hatten sie es mit Qualm versucht, denn auch den trieb es doch in die Höhe! Das war ebenfalls nicht gegangen, weil es ja auf die heiße Luft und keineswegs auf den Rauch ankam. Nun füllten sie Wasserstoff in eine Papiertüte. Sooft sie es aber auch versuchten, die Hülle stieg nicht, weil das Papier porös war und das Gas entweichen ließ. Sie steckten die Versuche mit dem Wasserstoff wieder auf und sannen auf ein anderes Mittel. Schließlich entdeckten sie das Geheimnis des heißen Rauches, der aufsteigenden „Feuerluft". Ein Modellballon, unter dem ein Feuerchen brannte, stieg auch mühelos bis an

die Zimmerdecke, und mit diesem „praktischen“ Erfolg begann nun auch ihr Irrweg, der sie nicht zum Ziele führte.

Am 5. Juni 1783 stieg vom Marktplatz zu Annonay, vor einer tausendköpfigen Menschenmenge und den versammelten Landständen, die erste große Montgolfière in die Luft! Solch einen Jubel hatte die Stadt noch nicht erlebt: Die Menschen fielen einander um den Hals, Frauen sanken in Ohnmacht, und der Herr Pfarrer schimpfte über den gotteslästerlichen Versuch, in die Himmelsräume einzudringen. Wirklich, es war Ungeheuerliches geschehen. Ein Körper, von Menschenhand geschaffen, schwebte hinauf zu den Wolken. Noch tagelang war das kleine Städtchen buchstäblich außer Rand und Band. Am Abend des großen Tages schrieb Etienne Montgolfier einen Brief, in dem es hieß:

> „Die Maschine blieb nur zehn Minuten in der Luft, weil das Gas durch die Knopflöcher und Nadelstiche und wegen anderer Unvollkommenheiten herausging. Der Wind wehte zur Zeit des Versuchs aus Süden, und es regnete. Die Maschine sank so sanft herab, daß sie an dem Weinberge, auf welchem sie sich niederließ, weder Reben noch Pfähle zerbrach.“

Mit diesem Brief und auf hundert anderen Wegen gelangte die sensationelle Kunde nach Paris. In der Akademie und am Hofe war man erfreut und beleidigt zugleich. Ein so großes Ereignis hatte nicht irgendwo in der Provinz stattzufinden, sondern natürlich in Paris. Deshalb wurden die Montgolfiers sofort in die Hauptstadt beordert, damit sie hier ihren Versuch wiederholen – oder eigentlich ihn erst richtig, in Gegenwart des Hofes, stattfinden ließen.



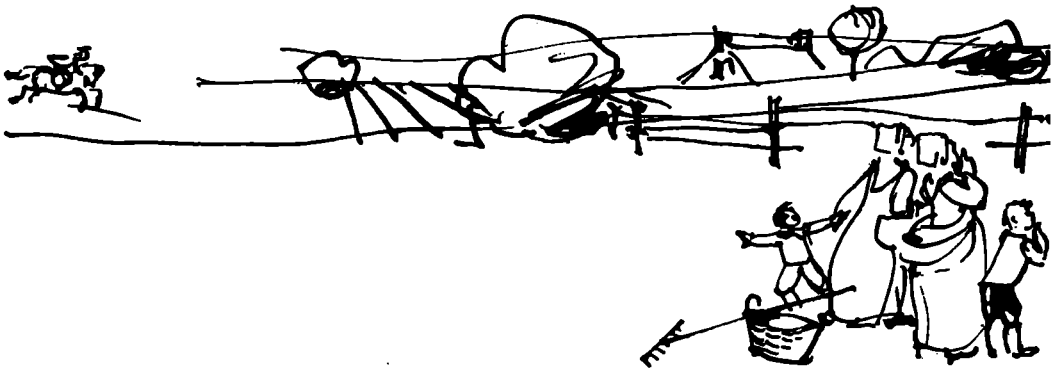
Die „Charlière" wird mit Wasserstoff gefüllt

Da die Brüder einen neuen, schöneren und größeren Ballon bauen wollten, wurde den Gelehrten der Akademie die Zeit zu lang. Sie beschlossen, sofort selbst einen Ballon zu erfinden, und trieben die Mittel dafür durch eine öffentliche Geldsammlung auf. Professor Charles wurde als Physiker und Mann von raschen Entschlüssen für geeignet gehalten, ein solches aerostatisches Gerät zu bauen. Ihm zur Seite stellte man zwei kunstfertige Mechaniker, das Brüderpaar Robert. Und diese drei erfanden nun — gewissermaßen auf Bestellung — den richtigen Luftballon.
Die Montgolfiers dichteten ihrer heißen Luft, die sie aus verbrennendem Stroh — gemischt mit Schafwolle — gewannen, irgendwelche „elektrische" Eigenschaften an und machten ein großes Geheimnis daraus. Wahrscheinlich, weil es ihnen selbst als zu einfach erschien, daß ihre Ballone „nur" von der heißen Luft in die Höhe getragen wurden. Charles war Wissenschaftler und sagte sich, daß die Montgolfiers ihren Ballon

natürlich nur mit Wasserstoff gefüllt haben konnten. Er überlegte also, wie man eine solche große Menge Wasserstoff herstellen könnte. Währenddem hatten die beiden Mechaniker eine Ballonhülle aus Seide angefertigt, mit einer Kautschuklösung überzogen und dicht gemacht. Dann wurde der Ballon gefüllt. Aus einem geschlossenen Faß – dessen Boden mit Eisenfeilspänen bedeckt war, über die man Schwefelsäure gegossen hatte – leitete man den entstehenden Wasserstoff durch eine Röhre direkt in die sich allmählich aufblähende Ballonhülle. Vier Tage dauerte allein die Füllung. Noch nie waren 25 Kubikmeter Wasserstoff hergestellt worden, und das Wissen um die Gefahr, mit diesem hochexplosiven Gas eine Katastrophe auslösen zu können, machte den Männern die Arbeit noch schwerer.

In der Nacht zum 28. August wurde der Ballon, von einem Lattengestell halb schwebend niedergehalten, zum Marsfeld transportiert. Um fünf Uhr am Nachmittag erfolgte nach einem Böllerschuß der Aufstieg. Der Ballon, die Charlière, erhob sich sehr rasch und verschwand in den Wolken. 300 000 Menschen – die Hälfte der Pariser Bevölkerung – jubelten ihm nach und feierten den großen Tag.

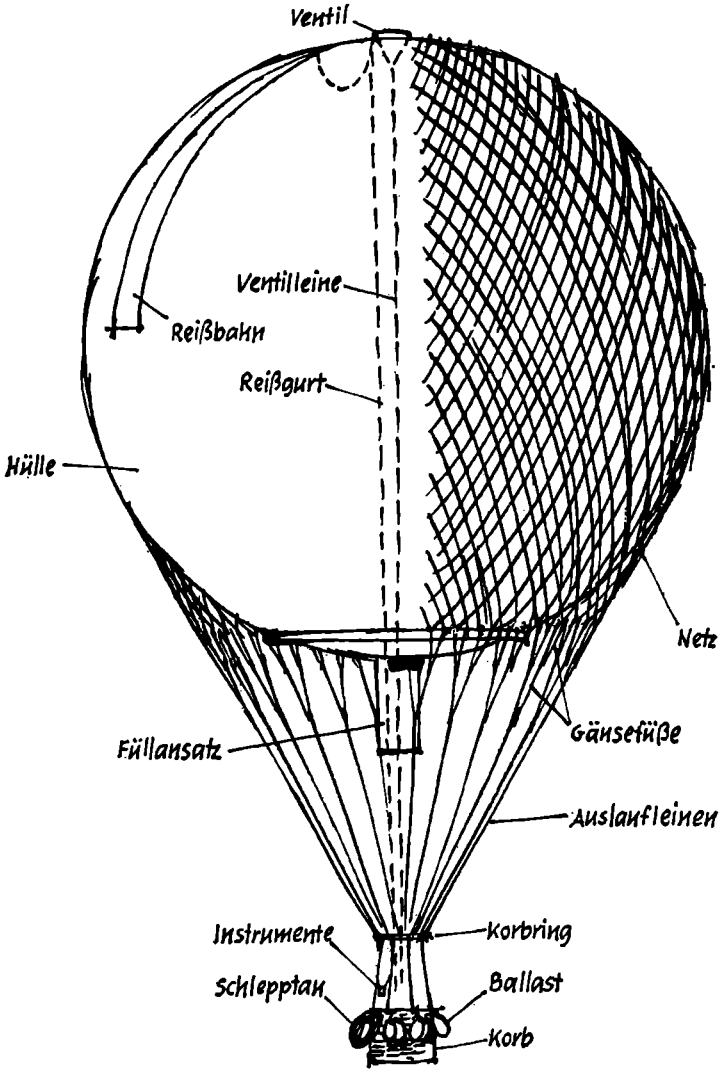
Schon nach einer Dreiviertelstunde landete der zu prall gefüllte und in großer Höhe geplatzte Ballon in einem Dorfe, 25 Kilometer von Paris entfernt. Die Bauern glaubten, der „siebenschwänzige Satan selbst sei stinkend und schnaufend zwischen sie gefahren", und stürzten sich mit Mistgabeln und Dreschflegeln auf das Ungetüm. Unter den anfeuernden Rufen zweier Mönche hieben sie das teure Stück in Fetzen. Als Charles zu Pferde in Gonesse, so hieß das Dorf, angehetzt kam, fand er nur noch einige bunte Lappen, aber eine hochbefriedigte Schar Bauern vor.



Das war die Geschichte vom Aufstieg und vom Fall des ersten richtigen Luftballons. Denn erfunden unter Nutzung und Anwendung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Mittel, die der Höhe seiner Zeit entsprachen, hat den Ballon Charles. Aber gerechterweise muß auch gesagt werden: Daß er ihn überhaupt erfunden hat, verdankt er dem Anstoß der Montgolfiers und ihrem Irrweg, der zwar zum ersten Erfolg führte, der aber über das, was in China schon 400 Jahre zuvor üblich war und selbst schon zu Kaiser Hadrians Zeiten möglich gewesen wäre, nicht hinausführte.

Am 19. September 1783 stieg im Schloßhof von Versailles der neue Heißluftballon der Montgolfiers auf. Er führte in einem Käfig einen Hammel, einen Hahn und eine Ente mit sich. Vorher aber hatte die Regierung, gewitzigt durch die Erfahrungen von Gonesse, eine „Nachricht für das Volk über das Aufsteigen von Ballonen oder Kugeln" verbreiten lassen.

> „Man hat eine Erfindung gemacht, über die nähere Belehrung zu erteilen, die Regierung für notwendig erachtet, um einem Erschrecken vorzubeugen, welche solche Erscheinungen im Volke verursachen könnten ... Wer also von jetzt an eine solche Kugel am Himmel erblickt, welche einem verfinsterten Monde ähnlich sieht, lasse sich das gesagt sein, damit er nicht davor als vor einem furchtbaren Phänomen erschrecke. Denn es ist nichts, als eine stets aus Taffet oder Leinwand zusammengesetzte, mit Papier überzogene Maschine, welche kein Übel zufügen kann und von der man die Erwartung hegen darf, daß sie eines Tages nützliche Anwendung für die Bedürfnisse der Menschen finden werde."



Moderner Freiballon

Am 21. November des gleichen Jahres fand die erste Luftfahrt von Menschen statt, und wieder in einer Montgolfiere. Pilâtre de Rozier, ein junger Mann, der in Paris Vorträge über Blitzableiter, elektrische Erscheinungen und all jene Dinge hielt, die von der Naturwissenschaft eben zutage gefördert wurden, brannte darauf, mit dem Ballon aufzusteigen. Der König aber hatte den Flug verboten. Er wollte statt dessen zwei Verbrecher begnadigen und mitfahren lassen. Aber Rozier verstand es, ihn durch Fürsprecher davon zu überzeugen, daß es Frankreichs Ehre höchst

abträglich sei, wenn ein Mörder den Ruhm haben dürfte, der erste unterm Himmel gewesen zu sein. Dieses Argument überzeugte. Rozier durfte in Begleitung des Marquis d'Arlande den Aufstieg unternehmen. Der Ballon flog 25 Minuten. Die Luftfahrer hatten das Feuer immer wieder mit neuer Nahrung, mit Stroh und Schafwolle versehen. Sie merkten jedoch nicht, was Charles schon längst wußte, daß nämlich der sich entwickelnde Qualm und Ruß die Steigfähigkeit nur verminderte. Aber die Montgolfiers bestanden auf ihrem „elektrischen Dunst" und wollten von einem hellbrennenden, rußfreien Feuer nichts wissen.
Als die Ballonfahrer direkt über Paris geschwebt und am Stadtrand wohlbehalten gelandet waren, wurden sie die gefeiertsten Menschen dieser Tage: bedichtet, besungen, in Ton modelliert und mit Orden reich geschmückt.
Vier Wochen später stieg in Paris eine neue Charlière auf, ein Wasserstoffballon, ebenfalls besetzt mit Menschen. Die Montgolfiers hatten sich selbst ihrem Ballon nicht anvertraut. Professor Charles und die Brüder Robert wagten es sofort. Sie hatten ihren neuen Ballon schon so weit entwickelt, daß er auch in hundert Jahren und selbst bis in unsere Tage hinein prinzipiell nicht vervollkommnet werden konnte. Er hatte ein Ventil, um das Gas ausströmen zu lassen, wenn der Ballon gesenkt werden sollte, das Netz über dem Ballon, an dessen Auslaufleinen die Gondel hing, und den Ballast in Sandsäcken. Sogar ein Barometer zur Höhenmessung hatte Charles unter den Arm geklemmt, als er die Gondel bestieg. Mit diesen Ballonen begann nun

Die Eroberung der Luft

Gewiß, die Luftschiffer hingen gewissermaßen nur an einer Gasblase im Luftmeer, und sie mußten sich treiben lassen, wohin der Wind sie blies. Sie waren noch weit davon entfernt, den Luftraum zu beherrschen; aber immerhin: Der Mensch flog.
Der Dichter Klopstock freute sich, daß er das noch erlebt habe. Mit Charles ginge er selbst gleich in die Luft, wie er im Schlafrock und in der Mütze dastehe; käme aber Montgolfier, so würde er sich vorher anziehen und bedenken. Und Goethe schrieb:

> „Wer die Entdeckung der Luftballone miterlebt hat, wird ein Zeugnis geben, welche Weltbewegung daraus entstand, welcher Anteil die Luftschiffer begleitete, welche Sehnsucht in so viel tausend Gemütern hervordrang . . ."

In sein Tagebuch aber notierte er zu diesem Ereignis ärgerlich:

„Die Luftballone werden entdeckt. Wie nahe ich dieser Entdeckung gewesen! Einiger Verdruß, es nicht selbst entdeckt zu haben ... Ich habe nun selbst in meinem Herzen beschlossen, stille anzugehen und hoffe, auf die Montgolfierart eine ungeheure Kugel gewiß in die Luft zu jagen."

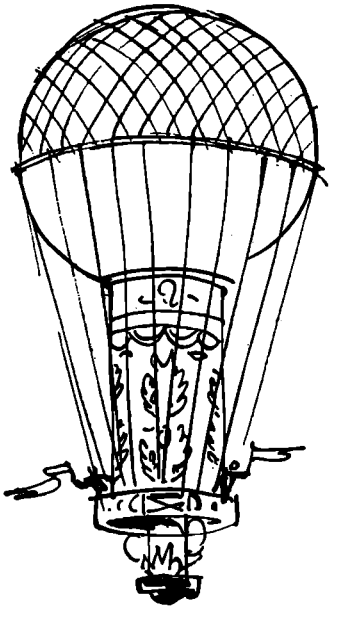
Dann begnügte er sich aber doch mit kleinen Ballonen, die über einem Feuerkörbchen hingen, zu deren Aufstieg er Frau von Stein in seinen Garten einlud.

Das erste Opfer der Ballonfahrt war übrigens — Rozier. Er stürzte an der Küste von Calais ab, als er versuchte, den Kanal zu überqueren. Dieses Unglück wurde durch Ursachen verschuldet, die sich immer ergeben, wenn die herrschenden gesellschaftlichen Kräfte sich einer Erfindung bemächtigen und sie für ihre Interessen auszunutzen beginnen.

Der Luftschiffer Blanchard hatte mit dem amerikanischen Physiker Jeffries den Ärmelkanal zwischen Dover und Calais überquert. Das Unternehmen war äußerst gefährlich, der Ballon hatte ein Leck und sank auf das Wasser herab. Nur indem die beiden Männer buchstäblich auch noch ihre letzten Kleidungsstücke als „Ballast" abwarfen, erreichten sie, knapp über dem Wasser schwebend, das rettende Land.

Der französische Hof hatte nun den ehrgeizigen Plan, Frankreich zum Beherrscher der Lüfte zu machen. Wenn sich England als Beherrscher der Meere fühlte, so sollte ihm gezeigt werden, daß das Luftmeer von nicht geringerer Bedeutung war. Notwendig war also, den Engländern die Kraft der Ballone zu demonstrieren, die von Frankreich nach England fliegen könnten. Diese Fahrt sollte Pilâtre de Rozier übernehmen. Er erhielt 100 000 Francs zum Bau eines Ballons und sollte die Luftfahrt schnell antreten.

Mit einem Ballon kann man aber nicht fliegen, wohin man will, sondern nur, wohin der Wind einen treibt. Und der Wind bläst höchst selten von Frankreich nach England, dafür aber fast immer von See her auf die Küste des Kontinents. Monatelang wartete Rozier auf günstigen Wind, der sich jedoch nicht einstellte. Es erreichten ihn immer dringendere Aufforderungen, nun endlich die Fahrt anzutreten, denn schließlich habe ihm die Regierung das viele Geld nicht gegeben, damit er an der Küste faulenze. Zum Schimpf drohte auch noch die Schande, denn die Pariser begannen Rozier, den sie vor kaum eineinhalb Jahren als Helden des Jahrhunderts bewundert und gefeiert hatten, schon als Feigling zu verspotten. Um sich nicht völlig zu ruinieren, wagte Rozier mit seinem Begleiter Romain den Aufstieg. In mittlerer Höhe geriet der Ballon in eine landeinwärts gerichtete Strömung. Um in die tiefere, seewärts gehende



Der Ballon von Rozier, 1785; eine Verbindung von Charlière und Montgolfière. Unter dem mit Wasserstoff gefüllten Ballon befand sich ein zylindrischer Heißluftballon, eine höchst gefährliche Kombination

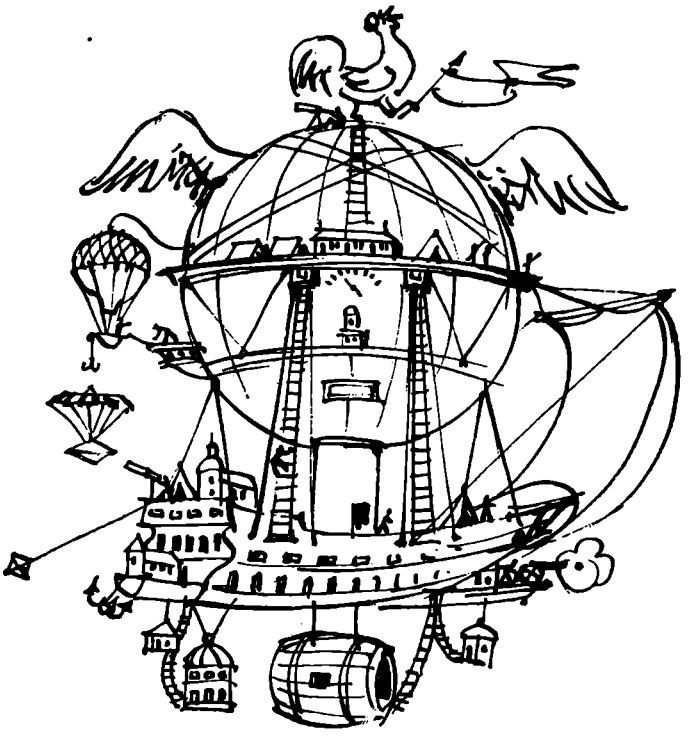
Luftströmung zu kommen, ließ Rozier Gas ab. Die straffe Ventilleine riß dabei jedoch den durch die Lagerung mürbe gewordenen Ballon ein. Das Gas entwich, und der Ballon stürzte mit den beiden Ballonführern zur Erde. Das geschah am 15. Juni 1785.

Die meisten Unfälle geschahen, wenn ein Ballonaufstieg groß angekündigt war und Tausende oder Zehntausende Menschen angelockt hatte, die nun für ihr Geld auch etwas sehen wollten. Brach dann schlechtes Wetter herein, startete der Ballonfahrer — um nicht als mutlos zu gelten oder die Gunst der Menge und das Geld zu verlieren — zumeist wider besseres Wissen und brachte sich dabei häufig um Kopf und Kragen.

Wie sicher aber bei einiger Vorsicht die Ballonfahrten waren, bewies der alte Green, ein englischer Luftschiffer, der 1600 erfolgreiche Luftreisen hinter sich brachte, dabei mehr als 700 Passagiere sicher durch die Luft führte und — schließlich friedlich im Bette starb.

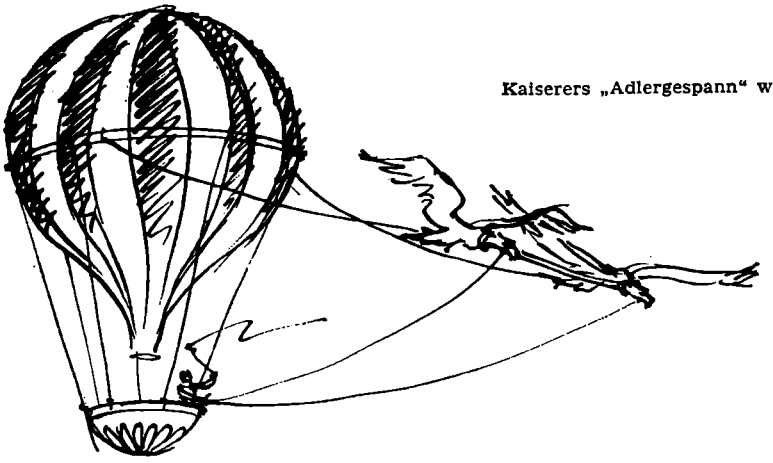
Die Franzosen stellten 1794 im Kriege gegen Österreich Luftballone in den Dienst der Beobachtung und Aufklärung. Sie erkundeten aus großer Höhe feindliche Stellungen, und es gelang den Österreichern nicht, die Ballone abzuschießen. Später wollte Napoleon sogar mit Hilfe von Ballonen einen Angriff auf England unternehmen.

Auch die Wissenschaft machte sich die neue Möglichkeit mit den Ballonen zunutze. Charles führte meteorologische Beobachtungen durch, Cavendish untersuchte die höheren Luftschichten, und auch der russische Forscher Jakob Sacharow unternahm im Auftrag der Petersburger kaiserlichen Akademie im Jahre 1805 Ballonaufstiege zum Studium des physikalischen Zustandes der Atmosphäre.

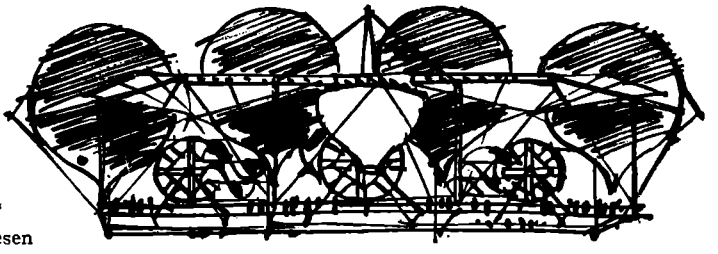


Dieser Entwurf „Minerva“ war eine reine Utopie

So recht zufrieden war man aber mit diesen Ballonen schon bald nicht mehr, denn sie waren ein Spielball der Elemente. Man müßte sie lenkbar und unabhängig von den Launen des Windes machen können. So entstanden zunächst recht phantastische Projekte für lenkbare Luftschiffe. Eines sah vor, vier Ballone hintereinander auf ein Gestell zu montieren und es aufzutakeln wie ein Segelschiff. Dieses Luftsegelschiff blieb auf dem Papier stehen, weil ein Luftschiff – im Gegensatz zum Segelschiff, das im Wasser gewissermaßen festsitzt und vom Wind vorwärts gedrückt wird – keinen festen Widerstand hat. Es schwimmt inmitten des Windes, wird vom Wind getrieben, so daß sich die Segel nicht einmal blähen würden, geschweige denn zum Manövrieren gebraucht werden können. Andere wollten die Ballone durch Pulvergase oder abgestrahlten Dampf in eine bestimmte Richtung drücken. Auch von Menschenhand betriebene fliegende Galeeren wurden vorgeschlagen. Aber die Krönung aller Gedanken bot ein Mann namens Jakob Kaiserer aus Wien, der eine Schrift über seine Erfindung, „einen Luftballon durch Adler zu regieren“, veröffentlichte. Zum Aufsteigen würde ein Ruf oder der Knall einer Peitsche hinreichen.

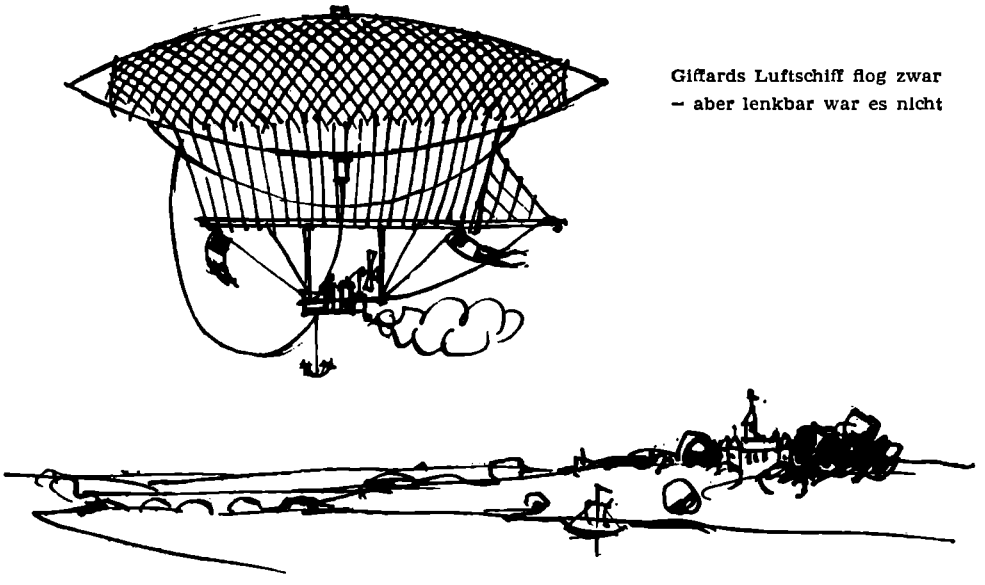


Kaiserers „Adlergespann" war ebenso naiv



Auch dieses „Luftsegelschiff"
wäre manövrierunfähig gewesen

Von diesen Phantastereien abgesehen, ging in der Praxis die Entwicklung des lenkbaren Luftschiffes parallel zur Entwicklung des Motorenbaues. Der Franzose Henri Jacques Giffard baute eine kleine Dampfmaschine, die 3 PS leistete, und befestigte sie weit unterhalb seines 44 Meter langen zigarrenförmigen Luftschiffes, damit das explosive Gas nicht etwa durch einen Funken gezündet würde. Die Dampfmaschine drehte eine dreiflügelige Luftschraube. Das Luftschiff flog, und es ging alles gut. Nur es ging etwas langsam — zwei Meter in der Sekunde —, und steuerbar war das Luftschiff selbst bei völliger Windstille kaum.
Der Deutsche Paul Haenlein rüstete 1872 ein Luftschiff mit einem Gasmotor aus. Aber diese Motoren waren ungeeignet, sie waren zu langsam, zu schwach und zu schwer. Fünf Meter legte das Luftschiff in der Sekunde zurück. Dabei verzehrte der Motor das in der Ballonhülle gespeicherte Gas. Das Luftschiff fraß sich gewissermaßen selbst auf.
Zwei Franzosen, Charles Renard und sein Mitarbeiter Krebs, bauten 1884 in ihr zigarrenförmiges Luftschiff einen Elektromotor von 9 PS ein. Es kroch knapp über den Boden hin und erreichte nach 23 Minuten Fahrzeit genau wieder die Stelle seines Startes. Man konnte es steuern, wie

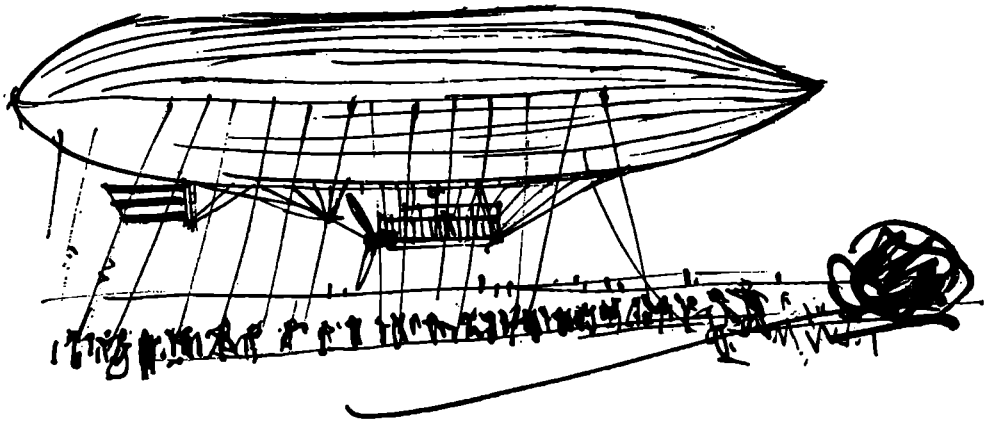


Giffards Luftschiff flog zwar – aber lenkbar war es nicht

sich bei späteren Versuchen herausstellte, das gelang aber nur bei völliger Windstille.

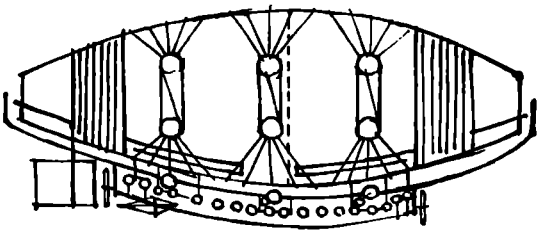
In Rußland arbeitete Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski an Plänen für ein Ganzmetall-Luftschiff. Er versuchte verzweifelt, Geld für dessen Bau aufzutreiben, aber es gelang ihm nicht. Was sollte schon ein biederer russischer Schullehrer, der Ziolkowski war, vom Fliegen verstehen? Gewiß, die Gelehrten hatten seine Modelle und Projekte geprüft, aber schließlich waren das ja auch nur Russen. So dachte man wahrscheinlich in der Abteilung VII (Luftschiffahrt) der Russischen Technischen Gesellschaft. Da aber das Kriegsministerium auf den Bau eines solchen Flugapparates drängte, beauftragte man den Österreicher David Schwarz, der sich in Petersburg angeboten hatte, ein Luftschiff zu bauen. Die Ehrfurcht vor dem Ausländer, der natürlich alles besser wissen mußte als die Russen, ging sogar so weit, daß man bei ihm auf Pläne oder Modelle überhaupt verzichtete, ihm sofort Geld, Arbeiter und Werkstätten gab und ihn bauen ließ.

Von David Schwarz wurde das erste starre, aus Aluminiumträgern bestehende und mit Aluminiumblech ummantelte Luftschiff von 47 Meter Länge gebaut. Als es 1894 im Petersburger „Luftfahrer-Lehrpark" mit Gas gefüllt wurde, riß das Gewebe der Seidenballone unter dem Aluminiummantel, und die Hülle verbog sich. Schwarz erhielt 10 000 Rubel zum Einkauf ausländischer Seide; er fuhr ab – und kehrte nie wieder. Am 3. November flog dieses Petersburger Luftschiff aber doch noch,



Das sich selbst verzehrende Luftschiff Haenleins

nachdem für einen Druckausgleich des Gases in den Ballonen gesorgt worden war. Es mußte aber wegen eines Motorschadens sofort wieder landen, und am Boden wurde es vom Wind zerstört.
Dem Berliner Hermann Ganswindt erging es ähnlich wie Ziolkowski. Dieser als ruheloser Erfinder und Original mit dem Spitznamen „Edison von Schöneberg" belegte Mann hatte schon 1883 ein Patent auf ein Großluftschiff erhalten. Wenn es lenkbar sein sollte, mußte es, so hatte er errechnet, mindestens 50 Kilometer in der Stunde fliegen. Um das zu erreichen, brauchte man eine starke Dampfmaschine, die mindestens 100 PS leistete, und um sie zu tragen, bedurfte es eines großen Luftschiffes. Er gründete Vereine, hielt Vorträge, warb überall für sein Luftschiff — und erfand nebenher noch einen Fahrradmotor, einen Hubschrauber, Kartoffelschälmaschinen, Motorpflüge, beschäftigte sich mit dem Raketenantrieb und entwarf ein Weltraumschiff. Er brannte vor Tatendrang und strömte über von immer neuen Einfällen.



Ziolkowskis Entwurf eines Ganzmetall-Luftschiffes

„Aber das Vorurtheil hat mich auf Schritt und Tritt verfolgt, meine Arbeit zerstört, mich geknechtet, mein Herzblut ausgegossen, mich in elendste Noth niedergeschmettert, und ich habe schon öfters um dieser Erfindung willen dem Tod durch elendsten Untergang sehr nahe ins Auge gesehen – eine Schmach für das Jahrhundert der Erfindungen . . ."

So schrieb er Jahre später, als sein größter Widersacher und Prozeßgegner, der Graf Zeppelin, das Luftschiff betriebsfähig und zum

Zeppelin

gemacht hatte. Der Graf Zeppelin stützte sich auf eine Reihe deutscher Erfinder. Da war der Oberförster Georg Baumgarten aus Grüna, in der Nähe des heutigen Karl-Marx-Stadt, der sein selbstgebautes Luftschiff – mit Luftschrauben, die er durch Handkurbeln bewegte – bei völliger Windstille ganz gut dirigieren konnte. Das „Chemnitzer Tageblatt" berichtete im Jahre 1879:

„Grüna, den 1. August. Gestern machte Herr Oberförster Baumgarten von hier mit seinem selbsterfundenen Flügelluftschiffe die ersten Versuche, welche wohl gelungen sind. Das Schiff wurde präzis nach jeder gewünschten Richtung hin getrieben. Das Problem, ein lenkbares Luftschiff zu konstruieren, ist einer Lösung durch die Erfindung des Herrn Baumgarten bedeutend näher gerückt."

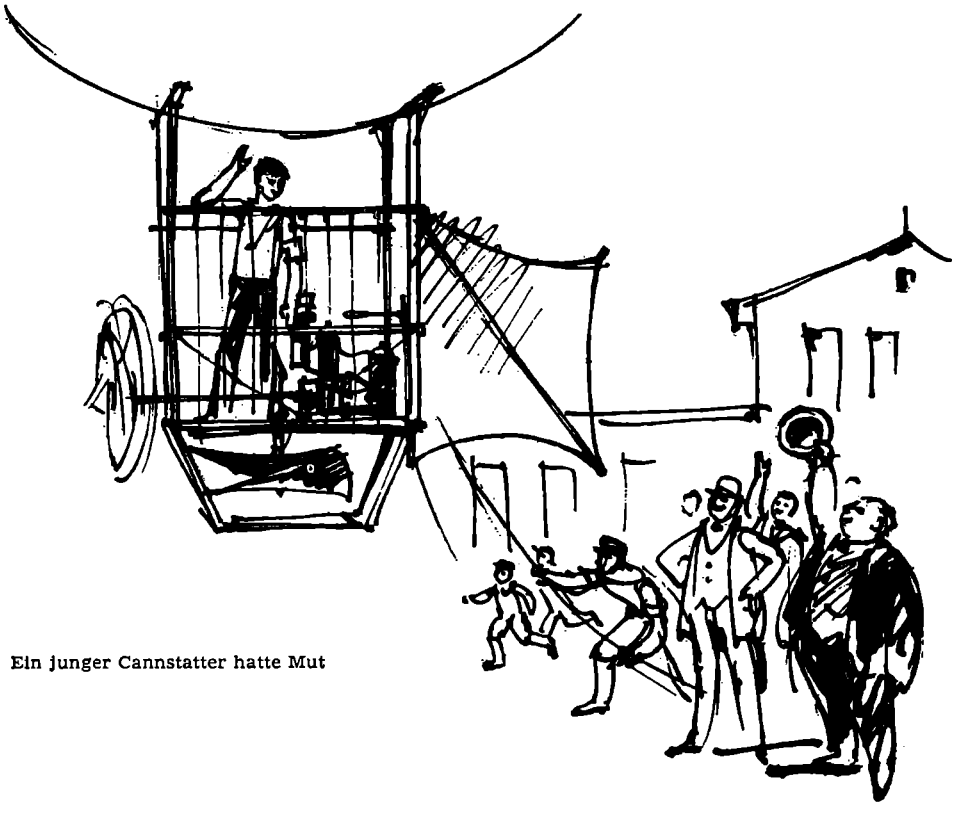
Der fliegende Oberförster wurde „ob dieser Nebendinge", die er in seinem Rabensteiner Wald betrieb, prompt aus dem königlich-sächsischen Forstdienst entlassen. Er fand jedoch einen Anhänger und Geldgeber: Dr. Wölfert, einen Verlagsbuchhändler, der Baumgartens patentierte Erfindungen unter seinem Namen von Baumgarten weiterentwickeln ließ. Ein neues Baumgarten-Wölfertsches Luftschiff stieg auf der Leipziger Nonnenwiese im Scheibenholz auf, und 1882 führten sie ihr Flügelluftschiff in Berlin der Generalität vor. Der erste Aufstieg gelang über die Maßen gut, das zweite Mal gab es Bruch. Baumgarten stürzte mit ab; er blieb zwar unverletzt, aber sein Mut war doch sehr gesunken. 1884 starb Baumgarten.

Wölfert betrieb den Luftschiffbau allein weiter. 1887 erfuhr Gottlieb Daimler von Wölferts Luftschiffplänen. Er lud ihn sofort nach Cannstatt ein und stellte gemeinsam mit ihm Versuche zur Lösung des Antriebsproblems an. Am 12. August 1888 sollte der Luftschiffstart erfolgen. In

die Gondel eingebaut war ein 2-PS-Daimlermotor, der eine Luftschraube antrieb. Aber der Ballon war so klein, daß er den sehr beleibten Buchhändler nicht in die Höhe brachte. Ein junger Cannstatter hatte jedoch Mut genug, an seiner Stelle in die Gondel zu klettern und davonzuschweben. Nach einem Flug von 4 Kilometern ging das Luftschiff nieder: Es war bei schwachem Winde lenkbar.

Aber zu einer Fortsetzung der Versuche kam es zunächst nicht, denn einen noch stärkeren und demzufolge auch schwereren Motor hätte das Luftschiff nicht zu tragen vermocht. Für den Bau eines größeren Luftschiffes fehlten wiederum die Mittel.

Erst am 6. Mai 1896 konnte Wölfert sein neues 28 Meter langes Luftschiff „Deutschland" auf dem Tempelhofer Feld bei Berlin vorführen. Es wurde von einem 8-PS-Daimlermotor betrieben. Dieser und auch die nachfolgenden erfolgreichen Versuche lösten aber keine besondere Aufmerksamkeit aus. Wölfert fand keine Interessenten und Geldgeber. Ein Jahr später, am 12. Juni 1897, als er den Militärbehörden sein Luftschiff vorführen wollte, löste sich beim Start ein Seitensteuer und beschädigte wahrscheinlich die Hülle des Ballons, so daß das ausströmende Gas sich entzündete. Wenige Minuten später stürzte das einer feurigen Lohe glei-



Ein junger Cannstatter hatte Mut

chende Luftschiff aus etwa 1000 Meter Höhe ab. Wölfert und sein Mechaniker Knabe wurden als Leichen geborgen – sie starben als Pioniere.

„Andere Unglücksgenossen sind vorausgegangen und werden trotz alledem auch ferner folgen, bis der menschliche Geist die Frage der Luftschiffahrt gelöst haben wird",

schrieb Gottlieb Daimler. Und er sollte recht behalten. Viele Opfer mußten noch gebracht werden.

1897 erhob sich vom Tempelhofer Feld das vollständig aus Aluminium hergestellte Luftschiff des kurz zuvor verstorbenen David Schwarz, der 1894 so unrühmlich aus Petersburg verschwunden war. Das Luftschiff, 41 Meter lang, hatte einen Durchmesser von 13,5 Metern und war mit einem 12-PS-Daimlermotor ausgerüstet. Bei der Landung allerdings wurde das Luftschiff vom Wind erfaßt, abgetrieben und völlig zerstört.

„... ein genial erbautes Meisterstück moderner Metallarbeit, durch dessen Bau nachgewiesen war, daß derartig große und leichte Hohlkörper konstruktiv möglich sind ..."

– wie es im Bericht des Kriegsministeriums hieß –, war vernichtet, ohne daß eine Flugerfahrung gewonnen wurde.

Graf Zeppelin kaufte der vollständig mittellosen Witwe Schwarz die Patente ihres Mannes und alle Rechte auf das Luftschiff ab. Die Schriften von Hermann Ganswindt, dessen Eingaben an das Kriegsministerium und die Patente kannte Graf Zeppelin, der 1891 als Generalleutnant aus dem Heeresdienst ausgeschieden war, ohnehin genau. Aber auch von ihm holte er sich später noch etwas, nämlich dessen Mitarbeiter, den Ingenieur Dürr.

1898 gründete der Graf die „Gesellschaft zur Förderung der Luftschiffahrt", in der sich reiche Leute als Finanziers seines Vorhabens zusammenschlossen. Sein Freund, der König von Württemberg, stellte ihm als Bauplatz eine geschützte Bucht bei Manzell am Bodensee zur Verfügung.

Der Graf wußte, welche militärische Bedeutung dem Luftschiff in einem künftigen Krieg zukommen würde. Er hatte bei der deutschen Belagerung von Paris 1870/71 die französischen Ballone kennengelernt. Er hatte erlebt, wie die Truppen der Pariser Kommune mit Hilfe von fast unangreifbaren Ballonen die Verbindung über die sie umklammernde Front hinweg zum Hinterland behielt. Gambetta hatte in einem Ballon die eingeschlossene Stadt verlassen und in ganz Frankreich den Widerstand gegen die deutschen Eroberer organisiert. Welche Aussichten sich für den Einsatz lenkbarer Luftschiffe bieten würden – die als Aufklärer und Träger von Bombenlasten eingesetzt werden könnten –, hatte Zeppelin schon 1887 in einer Denkschrift dargelegt.

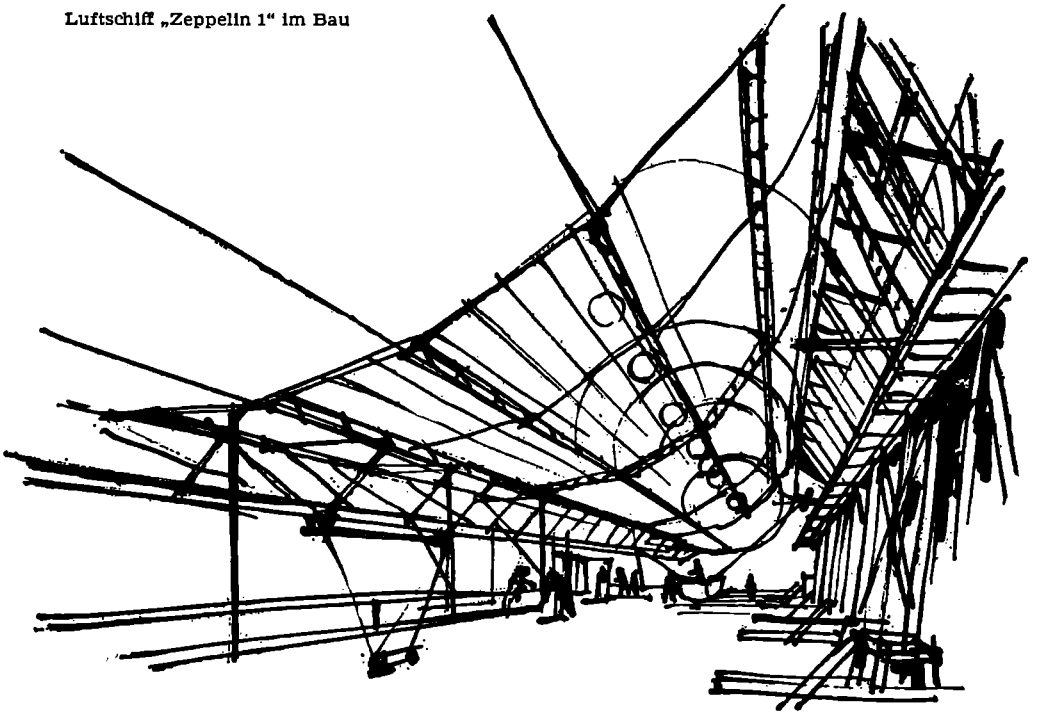
Zeppelin hatte ohne Zweifel die besten Voraussetzungen in der Hand, um aus all den ungenügenden Anfängen ein brauchbares Luftschiff zu machen. Aber auch er mußte noch Schwierigkeiten und Rückschläge aller Art überwinden und viel Energie, Opfermut und sein ganzes Organisationstalent aufbieten, um nicht schon mit dem ersten Zeppelin-Luftschiff zugrunde zu gehen.

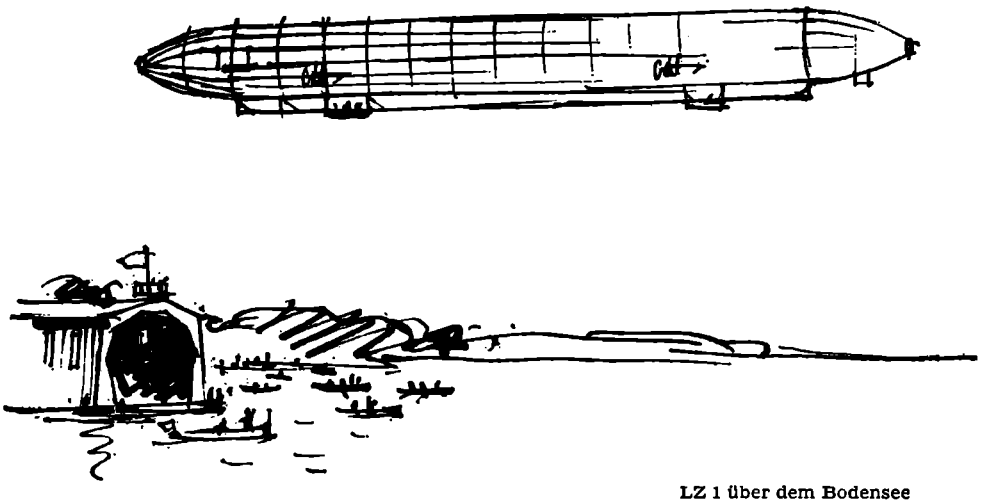
Um für den Bau des geplanten Luftschiffes ordentliche Motoren zu erhalten, trat er mit Gottlieb Daimler in enge Verbindung. Ja, er versuchte sogar, Daimler zu überreden, zum Luftschiffbau überzugehen. Damit konnte Daimler aber seinen Teilhabern nicht kommen.

> „Sie halten mich jetzt schon, wo ich doch nur Straßenfahrzeuge bauen will, für einen Narren; wenn ich ihnen sage, daß ich ‚Fahrzeuge zum in die Luft fliegen' fabrizieren möchte, halten sie mich für gemeingefährlich verrückt."

Die zwei Motoren für Zeppelins erstes Luftschiff waren ablieferungsbereit, als Daimler starb. Unmittelbar nach der Beisetzung Daimlers fuhr Wilhelm Maybach nach Manzell am Bodensee, um den Einbau in die Gondel zu leiten.

Luftschiff „Zeppelin 1" im Bau





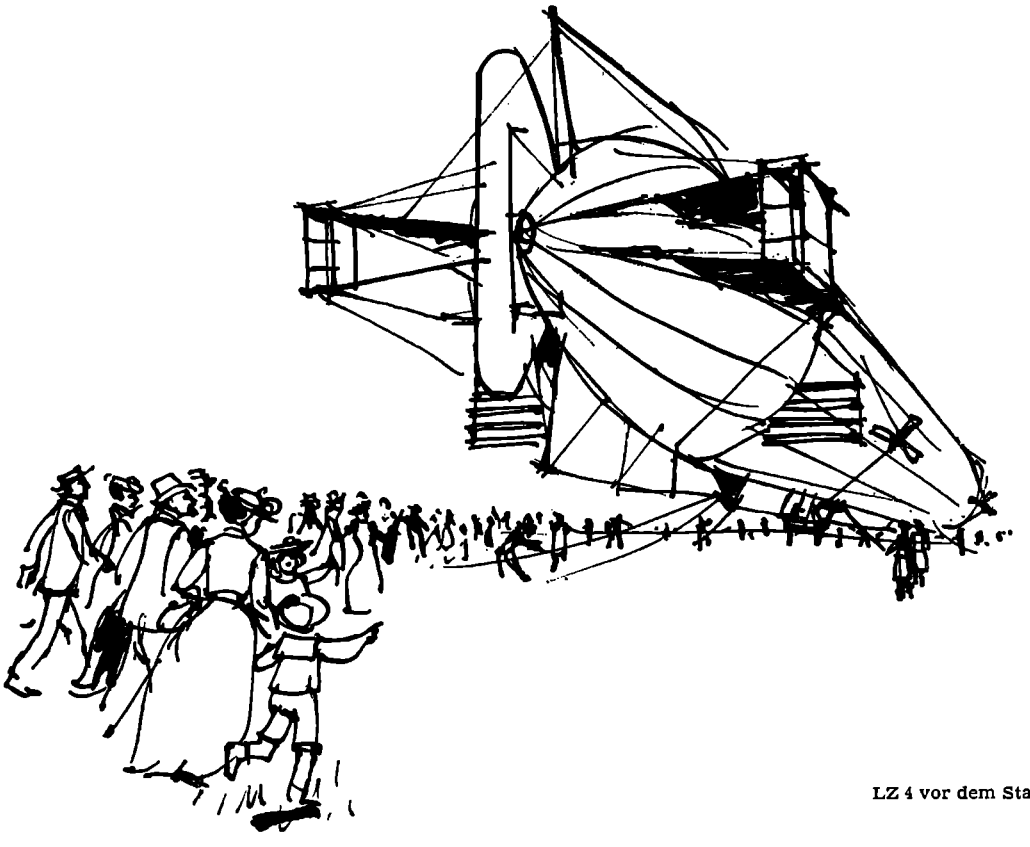
LZ 1 über dem Bodensee

LZ 1 startete am 2. Juli 1900. Es war 128 Meter lang, mit zwei Daimlermotoren von je etwa 15 PS ausgerüstet und flog mit einer Geschwindigkeit von 7,8 Metern in der Sekunde. 20 000 Zuschauer jubelten.
Aber auch dieses begeistert aufgenommene Schauspiel half dem Grafen nicht weiter. Das Prinzip hatte sich bewährt; jedoch die Geschwindigkeit war zu gering, das Gerüst zu weich, die Steuerung noch nicht sicher genug. Die Möglichkeiten zur Abänderung und zur Vervollkommnung des Luftschiffes sahen Zeppelin und seine Ingenieure sofort – aber sie hatten kein Geld mehr. Das Kapital der Gesellschaft und auch Zeppelins eigenes Geld war vom Bau des Luftschiffes verschlungen worden. Da die bisherigen Geldgeber befürchten mußten, noch weitere Verluste zu erleiden, bevor sie Profite aus dem Luftschiff-Geschäft ziehen konnten, ließen sie die „Gesellschaft zur Förderung der Luftschiffahrt" liquidieren. Zeppelin war pleite. Um die aufgelaufenen Schulden begleichen zu können, mußte er sein erstes Luftschiff sogar noch verschrotten und als Altmaterial verkaufen.
Zeppelin versuchte alles, um neues Geld aufzutreiben. Er schrieb an die 6000 reichsten Leute Deutschlands, an die Kapitalisten und Großgrundbesitzer. Den Briefen legte er zehn frankierte Postanweisungen bei. Wenn auch nur die Hälfte dieser Fabrikanten, Bankiers und Junker sich beteiligt, wenn jeder 100 Mark gespendet hätte, wären drei Millionen Mark zusammengekommen. Es kamen aber nur ganze 8000 Mark ein. Die Portokosten Zeppelins waren höher gewesen! Der Verein Deutscher

Ingenieure verweigerte Zeppelin jede Unterstützung, der Generalstab warnte vor einer materiellen oder moralischen Hilfe.
Eine im Lande Württemberg im Jahre 1905 veranstaltete Geldlotterie erbrachte schließlich das Geld für den Bau eines zweiten Luftschiffes. 1906 flog das zweite Schiff. Es wurde abgetrieben und mußte notlanden. Ein in der Nacht aufkommender Sturm zerstörte es! Wieder war Zeppelin am Ende. Aber er gab nicht auf. In vier Monaten wurde LZ 3 gebaut. Mit zwei Daimlermotoren zu je 85 PS ausgerüstet, erreichte es eine Geschwindigkeit von 12,2 Metern in der Sekunde. Zwei Jahre später flog LZ 4 in zwölf Stunden von Friedrichshafen nach Luzern und in 24 Stunden nach Mainz.

> „Es war ein Triumph ohnegleichen. Das ganze Rheintal war in festtäglicher Bewegung, wohin das Luftschiff kam, wehten die Flaggen, läuteten die Glocken, krachten die Böller, drangen die Jubelrufe empor, um den deutschen Helden zu empfangen."

So berichteten überschwenglich die Zeitungen. Viele Hunderttausende Menschen waren auf den Beinen, um sich das Schauspiel der fliegenden Zigarre anzusehen. Einige erlebten dann auch die Tragödie von Echterdingen. Dort mußte das Luftschiff bei seinem Weiterflug nach Stuttgart notlanden. Es wurde von einem Sturm am Boden zerschlagen, geriet in Brand, und in wenigen Minuten war das vielbewunderte Werk vernichtet.
Diesmal zeigte sich aber, daß das Volk die Größe des technischen Fortschritts und das Ausmaß der Katastrophe begriff: Innerhalb von 24 Stunden waren — von Echterdingen ausgehend — in einer spontanen Sammlung 900 000 Mark beisammen. Geld der Arbeiter, Handwerker und Bauern für den technischen Fortschritt, für den Zeppelin.
Inzwischen hatte auch die Heeresverwaltung einige feste Aufträge erteilt. LZ 3 war von der Reichsregierung für 1 650 000 Mark angekauft worden, und Graf Zeppelin selbst hatte außerdem noch einen als persönliche Entschädigung bezeichneten Gewinn von einer halben Million Mark eingestrichen. Der Verlust und die Finanzierung der Neubauten hätte also durch Reichsmittel und Zeppelins eigene Finanzkraft getragen werden können. Trotzdem nutzte die kaiserliche Regierung die Begeisterung der Menschen für den Zeppelin und die Trauer um den Verlust des Luftschiffes auf die schäbigste Art aus. Sie machte aus Zeppelin einen Nationalheros, den größten Erfinder aller Zeiten, und rief das Volk zu einer „Nationalspende" auf. Mit Appellen an das patriotische Bewußtsein zog man dem Volke mehr als 7 Millionen Mark an Spenden aus der Tasche. Mit diesem Geld wurde nun die Luftschiffbau-Zeppelin GmbH

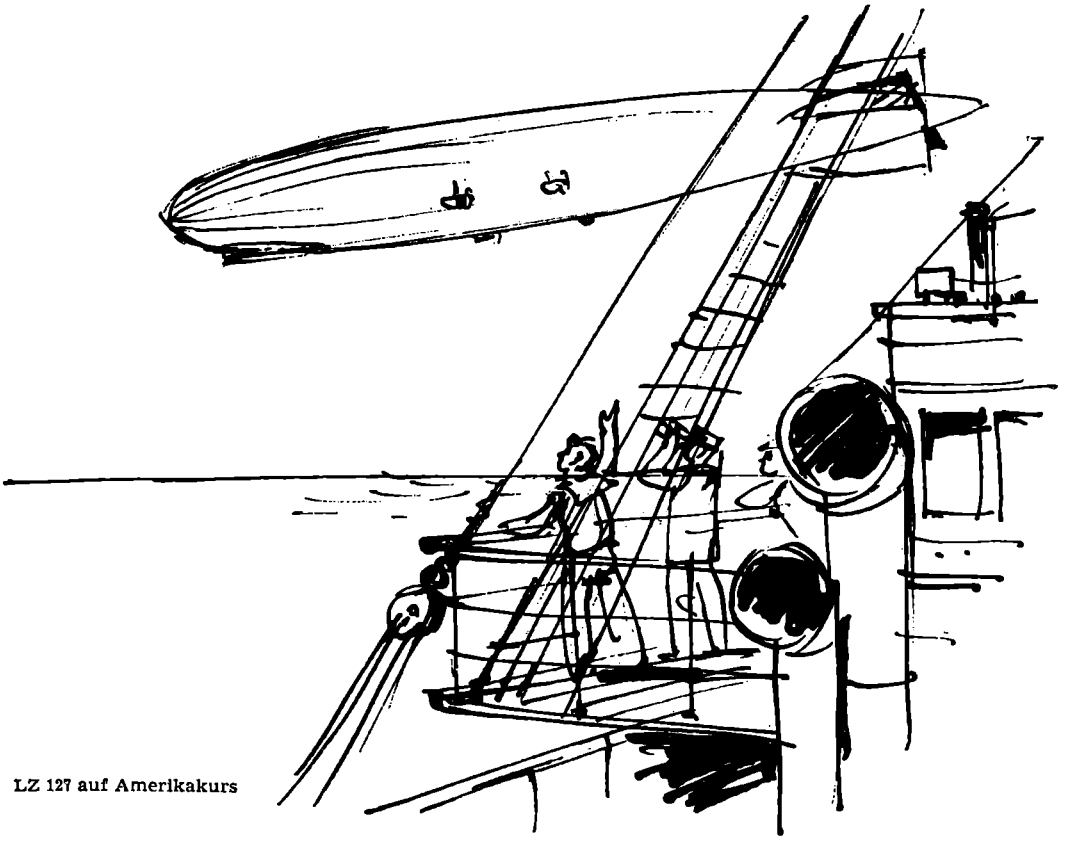


LZ 4 vor dem Start

in Friedrichshafen gegründet — ein Konzern, dessen Hauptaufgabe die Rüstung war. Neben einer Reihe „Friedenspassagierluftschiffe", von denen manche durch Unfälle und Explosionen vernichtet wurden, entstanden während des ersten Weltkrieges 66 Marine- und 35 Heeresluftschiffe. Das mit den Mitteln des Volkes aufgebaute Zeppelin-Geschäft hatte sich für die Konzernherren gelohnt!

Von allen Zeppelinen, die nach dem ersten Weltkrieg gebaut wurden, war der berühmteste LZ 127. Er überquerte mehr als hundertmal den Ozean, flog rund um die Welt und legte 1,3 Millionen Flugkilometer mit 16 200 Passagieren zurück. LZ 127 wurde 1937 abgewrackt. Im gleichen Jahre, am 6. Mai, fiel LZ 129 bei der Landung in Lakehurst (USA) einer Explosionskatastrophe zum Opfer. Daraufhin wurde LZ 130, das bereits im Bau war, kurz vor der Fertigstellung verschrottet. Die Zeit der Zeppeline war vorbei. Sie hatten ihre Aufgabe erfüllt.

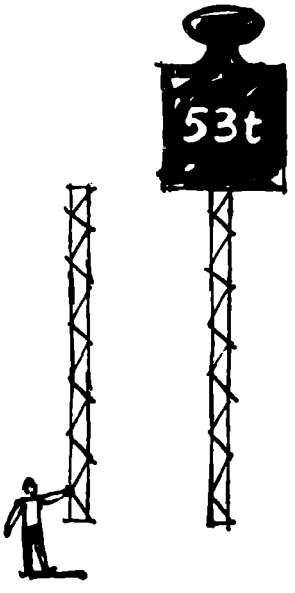
Welche Aufgabe eigentlich? So imposant die mehrere hundert Meter langen Riesenleiber auch waren, technisch bedeuteten sie einen Umweg,



LZ 127 auf Amerikakurs

und nicht einmal einen notwendigen, denn es wurde ja längst schon „richtig" geflogen — mit Geräten, schwerer als die Luft, mit weitaus schnelleren Flugzeugen. Es ist wahr: Mit den deutschen Zeppelinen, die als riesige Silberzigarren in majestätischer Ruhe am Himmel schwebten, und die überall mit Begeisterung begrüßt wurden, ist eine Zeitlang ein rechter Kult getrieben worden. Denn wo immer in Deutschland vom „stolzen Zeppelin" geschrieben wurde, folgten die Sätze vom „Triumph deutscher Technik, deutschen Wagemuts und deutscher Tatkraft, die sich in diesen silbernen Riesen so sichtbar demonstrieren".

Zur Ehre Hugo Eckeners, der nach des Grafen Tod — Graf Zeppelin war im Frühjahr 1917 gestorben — dessen Werk fortsetzte, muß aber auch gesagt werden, daß er diesen nationalistischen Propagandarummel nicht mitmachte und verhinderte, daß LZ 129 auf den Namen des faschistischen Diktators getauft wurde. Eckener sah in den Zeppelinen und den Amerika- und Weltfahrten ein Mittel der Völkerverständigung und Völkerfreundschaft. Andererseits ist aber auch wahr, daß durch die



Anfangszeit der Luftschiffahrt der Fluggedanke zu einer selbstverständlichen Sache wurde; damit wurden auch diejenigen, die es mit Fluggeräten anderer Art versuchten, in die Höhe gebracht.

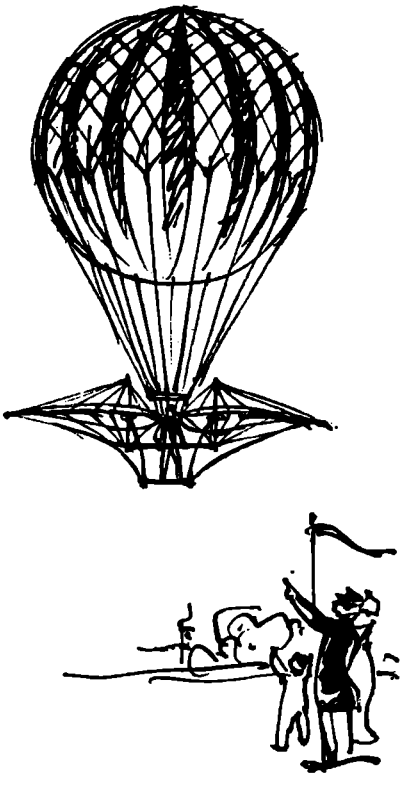
Das technisch wahrscheinlich wichtigste Ergebnis der Zeppeline war die Erfindung und Anwendung des gehärteten Aluminiums, des Duralumins. Alles, was damit zusammenhängt, ergibt wieder ein neues Bild von der Kehrseite der „Zeppelin-Medaille". Die Erfindung gelang dem Deutschen Alfred Wilm im Jahre 1907 nach jahrelanger intensiver Forschungsarbeit. Die Aluminiumlegierung mit Zusätzen von Mangan, Magnesium und Kupfer machte aus dem Leichtmetall einen Werkstoff, so fest wie Stahl. Einen Zeppelinträger aus Duralumin konnte man mit einer Hand hochheben; er hielt aber in der Längsrichtung eine Belastung von 53 Tonnen aus, das entspricht dem Gewicht zweier vollbeladener Eisenbahnwaggons! Duralumin wurde sofort für den Luftschiffbau, später für den Flugzeugbau verwendet.

Mit dem Duralumin begann auch die Zeit des Leichtmetalls in der gesamten Industrie. Aber sein Erfinder, Alfred Wilm, wurde vergessen und betrogen. Die deutschen und ausländischen Konzerne, die seine Legierung herstellten, kümmerten sich nicht um seine Patentansprüche. Er starb 1937 — zusammen mit den Zeppelinen, denen er einst das Metall geschaffen hatte — auf einer kümmerlichen Hühnerfarm bei Saalburg. Mehr hatten die Kapitalisten, die das „deutsche Ingenium" so laut priesen, diesem Manne nicht zu bieten gehabt, der Dutzende von ihnen zu Millionären gemacht und der Industrie eine neue Leichtmetallgrundlage gegeben hatte.

Zu der Zeit, als die Ballone selbstverständlich waren und die ersten Luftschiffe schon flogen, stürzten sich noch immer Menschen mit Flugapparaten, die schwerer waren als die Luft, zu Tode. Sie galten als unbelehrbare Narren. Es war ja erwiesen, daß man sich nur in die Höhe erheben konnte, wenn man von einem Körper, leichter als Luft, hinaufgetragen wurde. Aber diese Narren schufen schließlich doch dem Menschen die Flügel, auf die er seit alters hoffte.

Es begann wieder mit dem Vogelflug. Das heißt, damit hatte es eigentlich nie recht aufgehört. Zu Beginn des 16. Jahrhunderts „flog" der

Jakob Degen flog spazieren



Italiener Damian, der in schottischen Diensten stand, mit Vogelschwingen einer diplomatischen Mission voraus, die auf dem Wege nach Frankreich war. Er startete vom Dach des Schlosses und — fiel in den Hof, wo er mit gebrochenen Beinen liegenblieb. Der Flug mußte mißlingen, weil — so vermeldet die Chronik — einige Hühnerfedern in die künstlichen Flügel geraten wären, und die Neigung der Hühner, immer in Richtung ihres Hofes zu flattern, sei ja bekannt.

1810 flog der Uhrmacher Jakob Degen eine Stunde in der Umgebung Wiens spazieren. Auch er hatte sich ein künstliches Schwingenpaar an die Arme geheftet, aber das Gewicht seines Körpers ließ er von einem großen Gasballon tragen.

Der „Schneider von Ulm", Ludwig Albrecht Berblinger, verzichtete auf den Ballon und sprang vom hohen Ufer der Donau ab. Mitleidige Fischer zogen ihn aus dem Wasser. Die Ulmer Bürger hielten sich die Bäuche vor Lachen, und die Straßenjungen sangen schadenfroh:

„Der Berblinger, der Schneider, hat's Fliegen probiert,
Nau hat'n der Deifel in' Doana nei g'führt."

Zu dieser Zeit lebte in England ein reicher Landedelmann, Sir Georg Cayley, dem das Erfinden und Basteln so lieb war wie die Jagd. Ge-

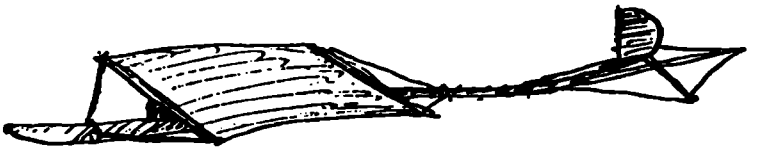
wissermaßen vom sportlichen Ehrgeiz erfüllt, irgendwie etwas Besseres zu schaffen, als schon da war, erfand er das leichte Speichenrad, einen Raupenschlepper, Signaleinrichtungen für Eisenbahnen, und neben anderen nützlichen Dingen erfand er auch

Das Flugzeug

Cayley konstruierte und baute Segelflugzeugmodelle. Er dachte auch daran, sie mit einer Maschine zu betreiben, aber seine einfachen Heißluft- und Pulvermaschinen waren dafür nicht zu verwenden. Cayley war jedoch weit mehr als ein Bastler. Er war ein Wissenschaftler, der mit der Gelehrtenwelt seiner Zeit in regem Gedankenaustausch stand, und er war der erste Flugtheoretiker. Vom Flugdrachen ausgehend, formulierte er den klassischen Satz:

„Wenn man ein Gewicht mit Hilfe einer Fläche tragen will, muß man den Widerstand der Luft durch Anwendung einer Kraft überwinden."

Cayley baute auch große Modelle von Gleitflugzeugen, die er gegen den Wind von Hügeln herab ins Tal gleiten ließ. Sein größtes Modell soll einen Flächeninhalt von 30 Quadratmetern gehabt haben.



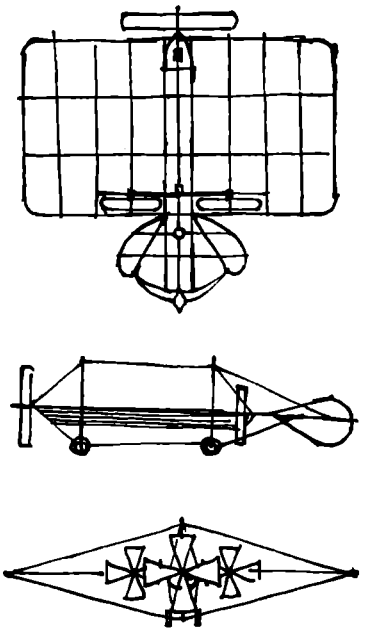
„Wunderbar, diesen edlen weißen Vogel zu sehen, wie er allein durch sein eigenes Gewicht von der Spitze des Hügels in einem Winkel von etwa 18 Grad zum Horizont in die Ebene segelte, und zwar zu irgendeinem bestimmten Punkt, je nachdem sein Steuer gesetzt war . . .",

schrieb der englische Wissenschaftler. Ein Kutscher und ein zehnjähriger Junge sollen sogar die ersten Flüge mit diesem Gleitflugzeug ausgeführt haben.

„Wenn jemand mit ihm bei leichtem Gegenwind schnell vorwärts lief, hob es ihn so stark in die Höhe, daß er kaum mehr den Boden berühren konnte, trug ihn häufig in die Luft und führte ihn mehrere Meter weit."

Niemand weiß, warum dieser Vorläufer Otto Lilienthals seine Versuche nicht weitergeführt hat. Wahrscheinlich, weil er auf einen Motor wartete, der das Flugzeug antreiben sollte. Und am Fehlen dieses Motors lag es überhaupt.

Aber allein mit einem Motor war es auch nicht getan. Das mußte Cayleys Landsmann Artingstall erfahren, der ohne alle theoretischen Überlegungen 1830 wieder zu den schlagenden Flügeln zurückkehrte. Er baute sie an eine Modell-Lokomotive, die mit Volldampf davonraste und heftig mit den von ihr selbst angetriebenen Flügeln schlug. Die Lokomotive vollführte die tollsten Bewegungen und Sprünge, nur fliegen konnte sie nicht. Schließlich platzte ihr vor lauter Überdruck der Kessel.

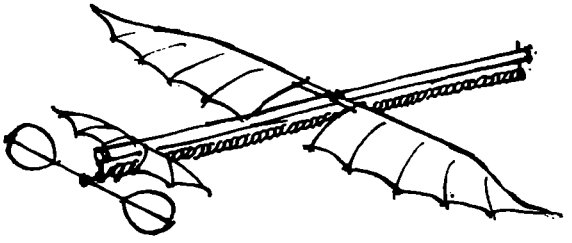


Moshaiskis Entwurf

Im Jahre 1847 bastelten Stringfellow und Henson, zwei englische Ingenieure, ein Flugzeugmodell nach Cayleys Vorbild und versahen es mit einer kleinen Dampfmaschine. Aber es flog nicht. Erst nach vielen Versuchen legte 1848 das Modellchen, an dem allein schon die Liliput-Dampfmaschine ein Meisterwerk war, eine kleine Flugstrecke zurück.

In den sechziger Jahren begann in Rußland der abgemusterte Kapitän zur See Alexander Moshaiski mit einem Drachenflieger seine ersten Flugversuche. Auch er kam vom einfachen viereckigen Drachen zu den Tragflächen und baute ein Modell: über einem Bootskörper eine Tragfläche, darunter vier Räder. Ein starkes Federwerk betrieb einen Propeller vorn am Bug und zwei hinter den Tragflächen. Eine Kommission, der auch der berühmte Mendelejew angehörte, der selbst begeisterter Ballonfahrer war, prüfte das Modell. Es flog quer durch die Petersburger Reithalle.

Am 3. November 1881 erhielt Moshaiski ein Patent mit der Auflage, in reichlich einem Jahr dieses Fluggerät herzustellen. Moshaiski zermarterte sich den Kopf, wie er zu einem leistungsstarken Motor kommen könnte. Er dachte daran, einen Lenoirschen Gasmotor als Ölmotor zu bauen, aber auf diesem Gebiet hatte keine russische Fabrik Erfahrung. Eine Dampfmaschine wäre einfacher herzustellen — so glaubte er. Aber auch diese Konstruktion, eine Dampfmaschine, die



Pénauds „Drachenflieger"-Modell von 1876

leicht, klein und trotzdem leistungsstark war, konnte in Rußland nicht hergestellt werden. Moshaiski fuhr nach England und ließ die Maschine dort bauen. 1883 war sein Flugzeug fertig. Mit Gulobjew im Pilotensitz soll es auch einige Hopser über den Exerzierplatz von Krassnoje Sselo bei Petersburg getan haben, aber geflogen ist es nicht.

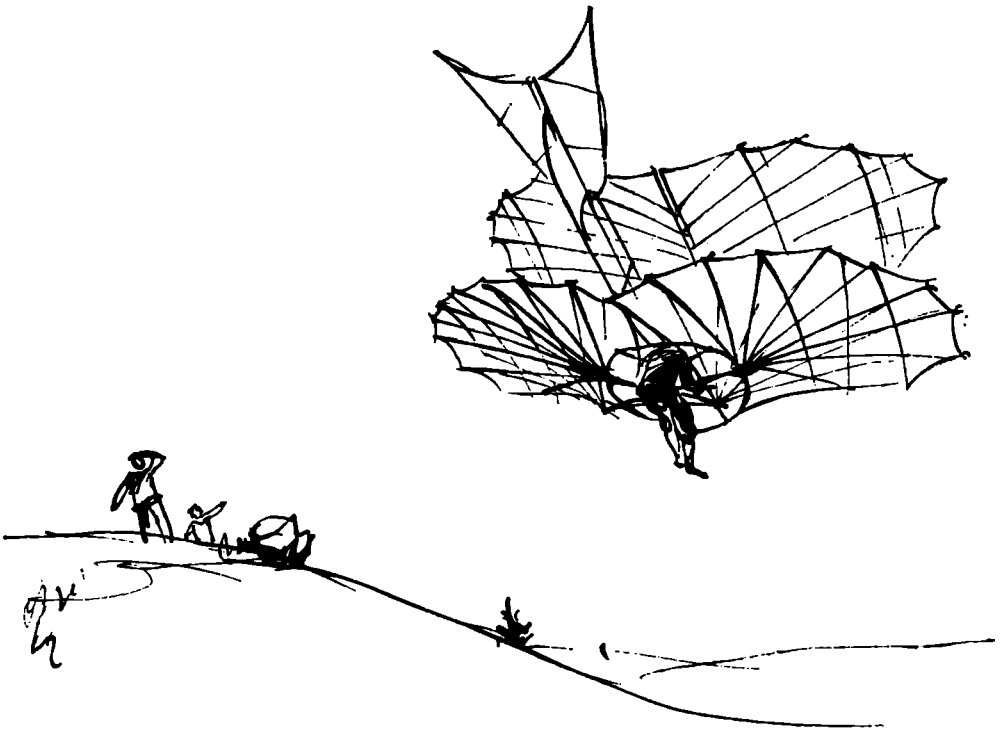
Zur gleichen Zeit flogen in Paris die Modelle des jungen Alfonse Pénaud. Sie flogen mit einem „Gummimotor", der auch heute noch kleine Spielzeugmodelle betreibt. Pénaud nahm sich voller Verzweiflung das Leben, weil er nicht wußte, wie er weiterkommen und weiterleben könnte, ohne einen geeigneten Motor, ohne richtig fliegen zu können und — ohne das für weitere Versuche notwendige Geld.

In England, Frankreich und Österreich „flogen" Modelle oder Riesenflugzeuge, die mit Dampfmaschinen ausgerüstet waren. Überall wurde auf diese oder jene Weise bewiesen, daß das Flugzeug ja eigentlich erfunden war, daß man — sozusagen an der Luftschraube hängend — fliegen konnte. Aber es fehlte eben der leichte Motor, der geeignet war, die Luftschraube genügend schnell und lange zu drehen.

Otto Lilienthal, der mit seinen Hängegleitern vom Windmühlenberg oder von einem Hügel in der Nähe seines Hauses in Berlin-Lichterfelde mehr als 2000 Gleitflüge ausführte und Weiten bis zu 350 Metern erreichte — er war tatsächlich der erste fliegende Mensch —, wies durch seine Versuche vielen Konstrukteuren den Weg.

Lilienthal stürzte 1896 tödlich ab. Sein Fliegertod und seine Arbeiten „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst" und „Die Flugapparate, allgemeine Gesichtspunkte bei der Herstellung und Anwendung" gaben vielen gleichfalls flugbesessenen Männern den Ansporn zur Fortführung seiner Versuche.

Tragisch an Otto Lilienthals Tod ist, daß er selbst genau wußte, mit seinen Hängegleitern die Grenze des Möglichen erreicht zu haben. Fortschritte konnte er nur erzielen, wenn er einen Motor einbaute. Auch diesen Motor, den er mit gepreßter Kohlensäure betreiben wollte, hatte er schon projektiert. Und an jenem 9. August 1896 wollte er nur noch



ein neues Höhensteuer ausprobieren, als ihn eine Bö erfaßte, zu Boden schmetterte und ihm die Wirbelsäule brach. Er starb am nächsten Tag.
Orville und Wilbur Wright hatten auf den Sandhügeln von Kitty Hawk in den USA ebenfalls mit Segelflugzeugen fliegen gelernt. Sie kannten Lilienthals Versuche und Veröffentlichungen, und sie fanden in dem Wissenschaftler Chanute, der sich noch als Sechzigjähriger mit dem Segelflugproblem befaßte, einen guten Berater. Sie brachten allein 1902 über 1000 Flüge hinter sich. Dabei erreichten sie Strecken bis zu 600 Metern. Aber sie wollten nur Flugerfahrung gewinnen, Sicherheit im neuen Gefilde erwerben, und vor allem, sie wollten das Flugzeug steuerbar, in der Luft sicher lenkbar machen. Damit erreichten sie einen weiten Vorsprung vor allen anderen, die sich ebenfalls mit dem Problem des Motorfluges befaßten, die aber zumeist das erste Mal in der unvollkommenen Maschine saßen, wenn der Motor lief, und die im Grunde gar nicht wußten, wie sie denn nun „fliegen" sollten. Nebenher bauten Orville und Wilbur Wright, die als Fahrradmechaniker eine kleine Werkstatt besaßen, an dem Motor, den sie in ihr Flugzeug setzen wollten. Es war ein vierzylindriger Benzinmotor von 16 PS Leistung. Am 17. Dezember 1903 wagten die Wrights den Versuch. Darüber berichteten sie:

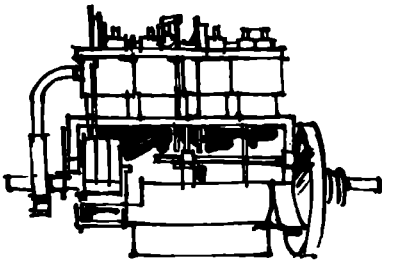
„Der erste Flug dauerte nur 12 Sekunden, eine sehr kurze Zeit im Vergleich mit der Dauer eines Vogelfluges, aber er war der erste in der Geschichte der Erde, bei dem eine Maschine

mit einem Menschen sich durch ihre eigene Kraft im freien Flug in die Luft erhoben hatte, in waagerechter Bahn ohne Verminderung der Geschwindigkeit vorwärtsgeflogen und schließlich gelandet war, ohne zum Wrack zu werden. Der zweite und dritte Flug waren etwas länger, der vierte dauerte 59 Sekunden, wobei eine Entfernung von 250 Metern zurückgelegt wurde."

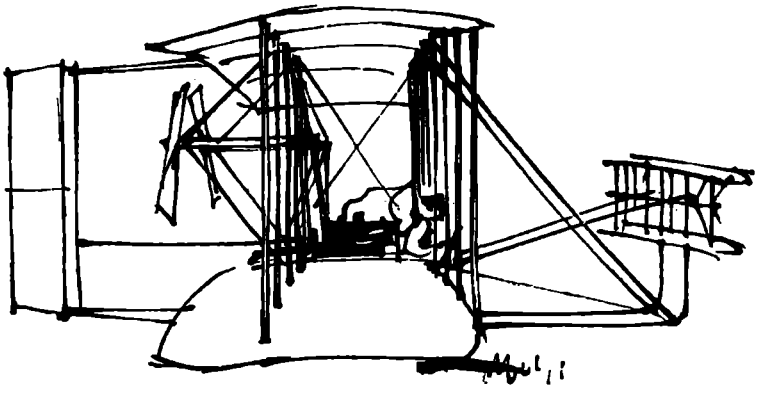
In den amerikanischen Zeitungen erschien nur eine Notiz von knapp drei Zeilen, und die Welt nahm kaum Kenntnis von diesem Ereignis. Die Menschen hatten damals die Aufschneidereien über das Fliegen einfach satt. Überall wollte jemand geflogen sein, wollte fliegen oder war gerade im Begriff, den letzten Dreh zum Fliegen noch zu erfinden.

Da war Hiram Maxim, der Engländer, der das Maschinengewehr erfunden hatte. Er ließ eine Dampfmaschine von 360 PS in einen riesigen Flugapparat bauen. Das Ungetüm stürzte wie eine Lokomotive zu Boden, als es sich von seiner als Sprungschanze gedachten Schienenstrecke leichtflügelig abheben sollte.

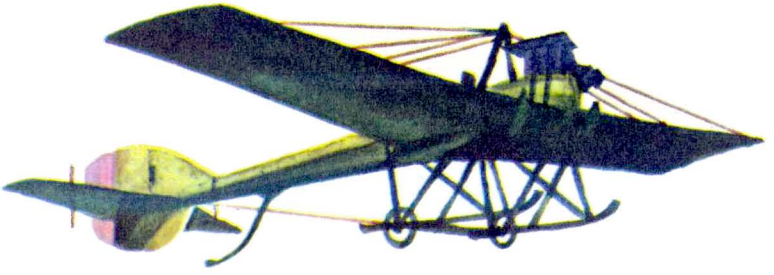
Sein Landsmann Percy Pilcher wollte mit einem Ölmotor den Propeller eines Dreideckers antreiben. Er stürzte, noch ehe er den Motor erproben konnte, bei einem Segelflugversuch tödlich ab.

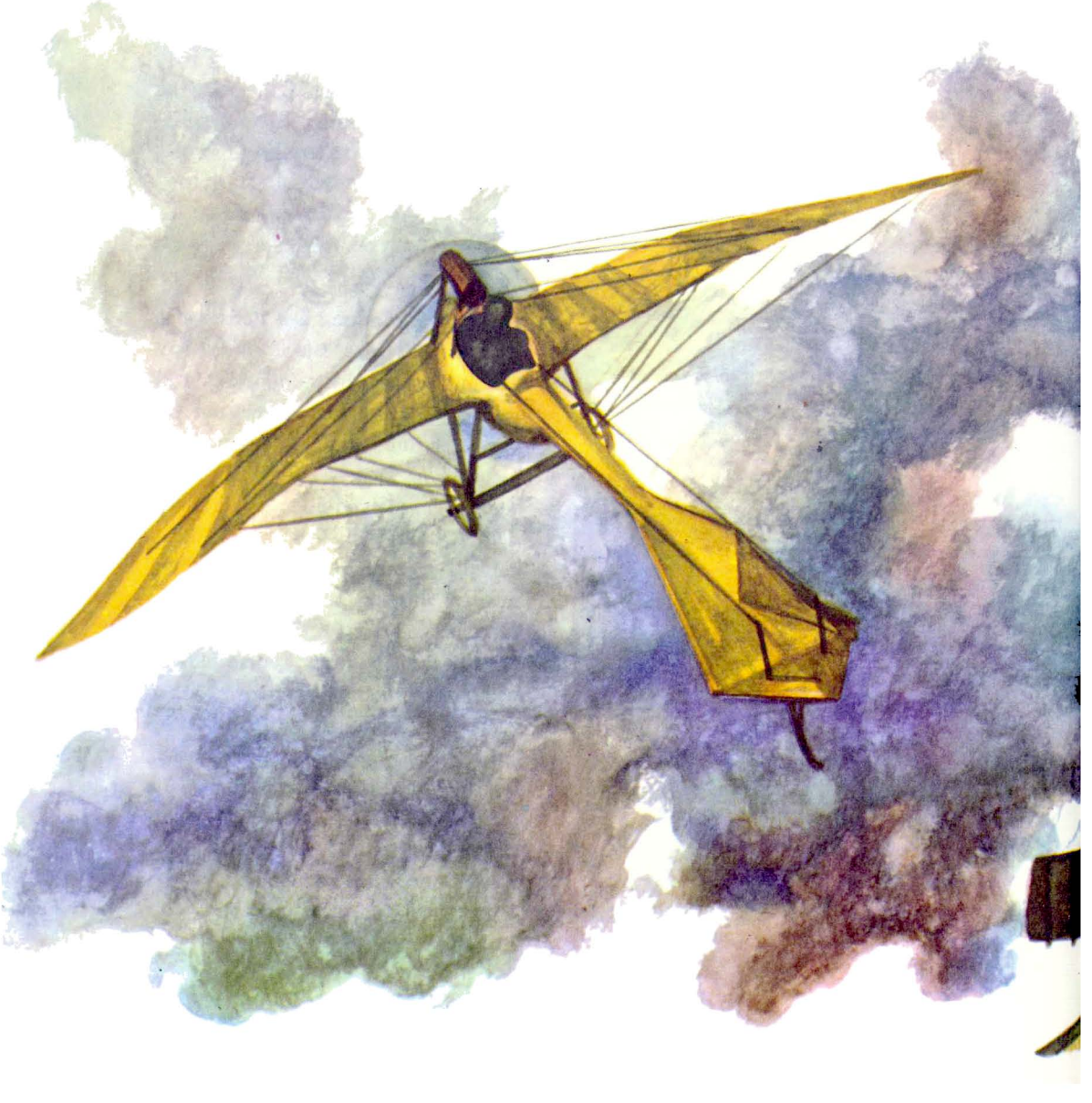


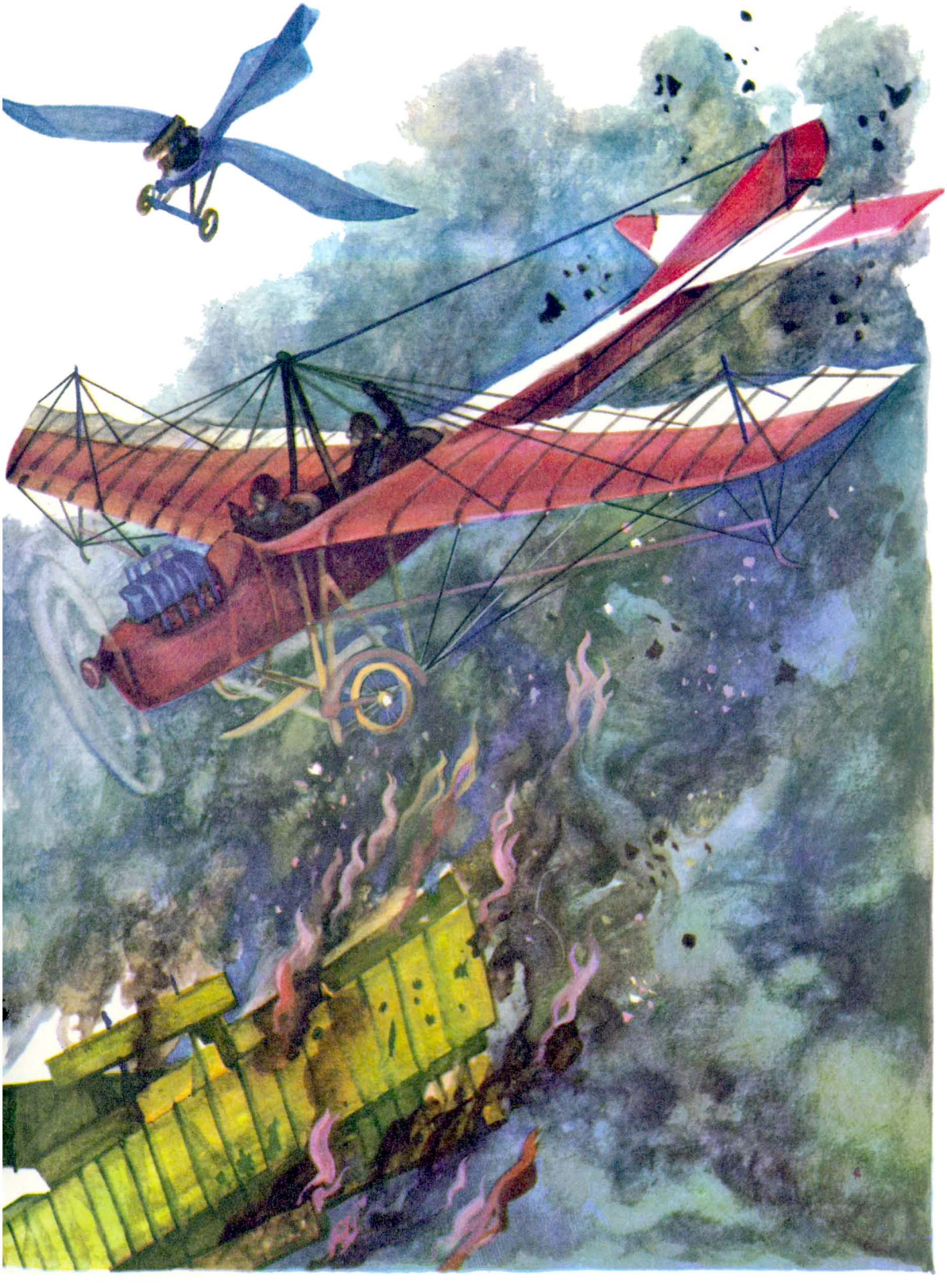
Wright – der erste Motorflug und der erste Flugmotor

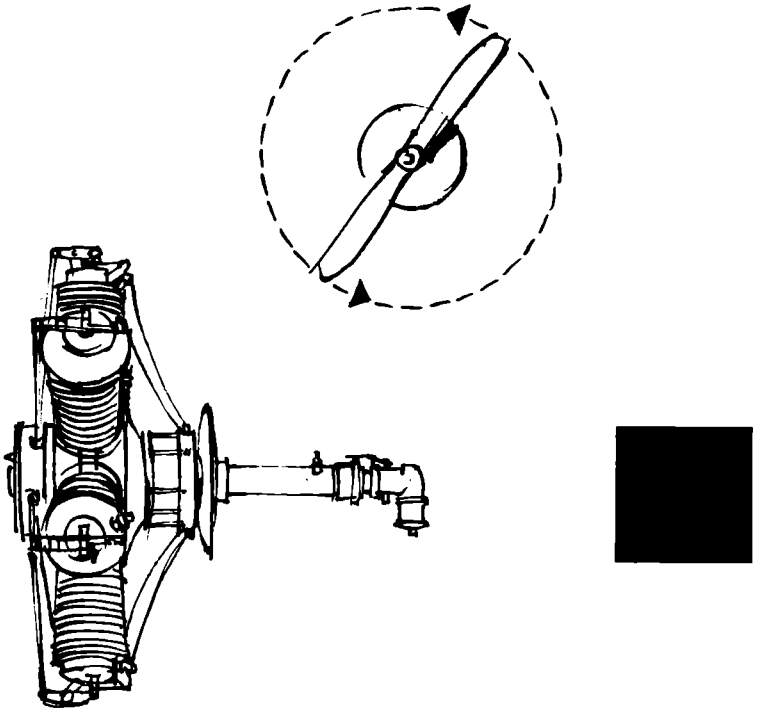


Als eine „Erfindung des Verderbens“ galt das Flugzeug. Bis über die Wolken erstreckten sich nun die Schlachtfelder, und auch das Hinterland war vor Beschuß und Bombardierung nicht mehr sicher. Die vielen Flugzeugtypen, die von allen kriegführenden Ländern im ersten Weltkrieg gebaut, erprobt und gegenseitig vernichtet wurden, dienten weder der Entwicklung der Luftfahrt, noch waren sie als „Waffe“ entscheidend; wohl aber dienten sie dem Aufbau großer Flugzeugwerke, die ein Kernstück der Rüstungsindustrie wurden. Bei friedlicher Forschung hätte die junge Fliegerei größere Erfolge erzielen können, und ungezählte Opfer wären ihr erspart geblieben.





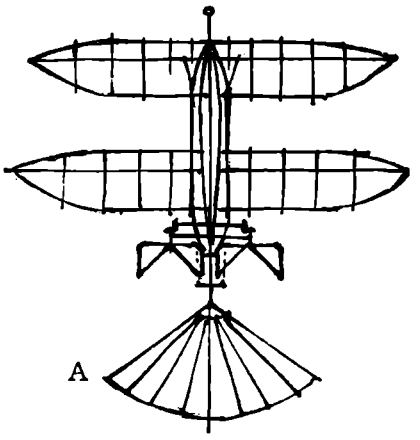


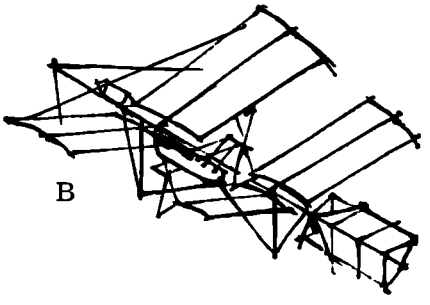


Der Österreicher Wilhelm Kreß baute einen Dreidecker als Wasserflugzeug und bestellte bei Daimler einen Motor, der 30 PS leisten, aber keinesfalls mehr als 240 Kilogramm wiegen sollte. Er bekam den Motor, aber der wog 900 Kilogramm, das war das Äußerste, was an Kleinheit erreicht werden konnte. Prompt kenterte das „Seeungetüm" — Kreß war am Ende.

Der Amerikaner Langley wollte einen Flugapparat, der von einer Dampfmaschine betrieben wurde, durch einen Katapultstart von einem Schiff aus in die Höhe bringen. Er stürzte ins Wasser und versank.

Die Welt hatte genug von der Fliegerei, und niemand dachte daran, diesen amerikanischen Galgenstricken zu glauben, die da irgendwo in North Carolina geflogen sein sollten. Doch was die Menschen entweder nicht wußten oder nicht glauben wollten, Tatsache war:

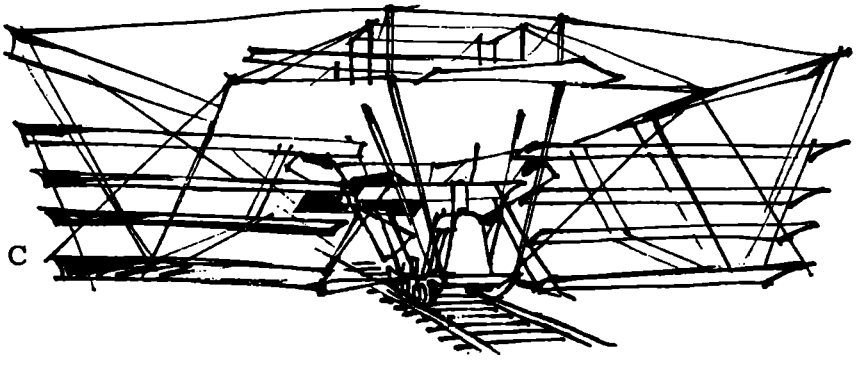




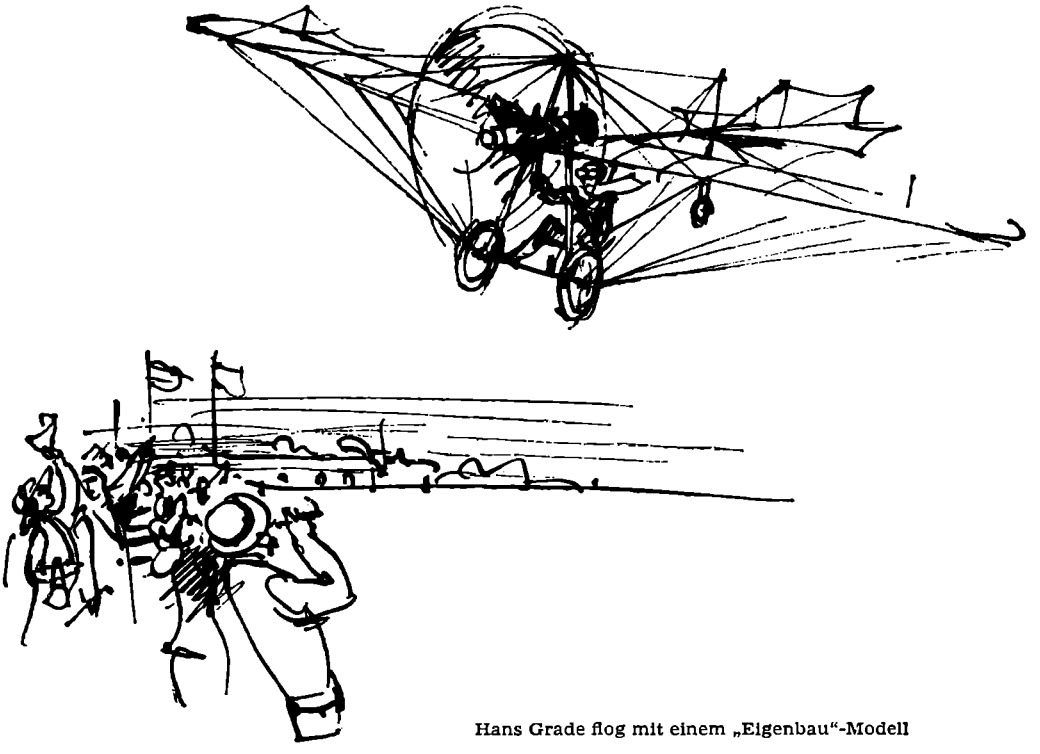
Die Wrights flogen

Sie bauten ein zweites und ein drittes Flugzeug, vervollkommneten ihre Motoren immer weiter und flogen

A Das Modell Kreß
B ... Modell Langley
C ... und Maxims gigantische „fliegende Dampfmaschine"

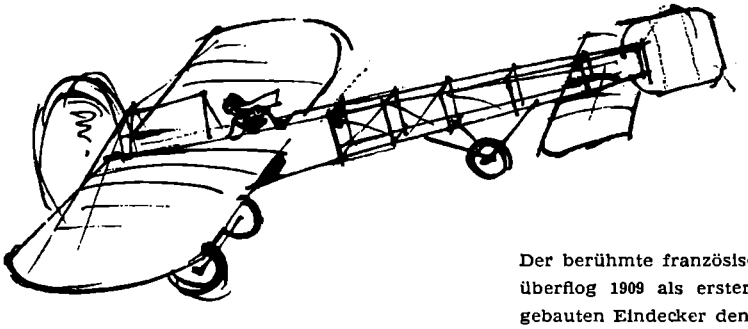


auch immer besser. 1905 legten sie bereits 39 Kilometer in 38 Minuten und 3 Sekunden zurück! Zu dieser Zeit hielten sie ihre Erfindung für abgeschlossen und ihr Flugzeug für betriebsreif.
Da nun irgend etwas geschehen mußte, um die Menschen davon zu überzeugen, daß sie wirklich fliegen konnten, wenn sie nur wollten und — wenn man ihnen Flugzeuge baute, versuchten die Brüder Wright, die amerikanische Regierung für ihre Erfindung zu interessieren. Aber die amerikanische Regierung teilte mit, daß sie absolut kein Interesse an dem Projekt habe. Die Wrights liehen sich Geld und fuhren nach England, von da nach Frankreich und dann nach Deutschland. Schließlich kehrten sie völlig entmutigt nach Amerika zurück. Niemand hatte von ihrer Erfindung etwas wissen wollen. Überall hielt man sie für Schwindler. Diese Fahrradmechaniker wollten das erreicht haben, was die eigenen fähigsten Ingenieure nicht meistern konnten? So dachten wahrscheinlich die Regierungsvertreter oder Industriellen. Außerdem: Wäre an dem Flugzeug wirklich etwas Vernünftiges, dann hätten doch die Amerikaner selbst die Erfindung der Wrights gekauft, und die beiden brauchten damit nicht in Europa hausieren zu gehen, so wie irgendwelche Patenthosenträger-Erfinder.
Inzwischen taten auch auf französischen Plätzen die ersten Motorflugzeuge schon einige Hopser. Diese „Erfolge" verleiteten die amerikanische Regierung schließlich dazu, im Jahre 1908 ein ganz bescheidenes Angebot der Wrights anzunehmen. Die beiden konnten mit ihren Maschinen immer noch die Spitze halten und ihren europäischen Konkurrenten zeigen, wie man flog.
Zwei Jahre später flog man bereits über die Alpen, den Ärmelkanal, jagte sich gegenseitig Weltrekorde ab — und viele Flieger waren schon abgestürzt. Fliegen war zum Sport für todesmutige Männer und Frauen geworden. Nur wer mit dem Leben abgeschlossen hatte, setzte sich in eine solche wacklige „Luftkiste", die aus Holzstreben, Leinwand und Drahtverspannungen bestand. Die ersten Flieger, die ihre Maschinen natürlich auch selbst bauten, wurden bestaunt wie eine Zirkus-Sensation, und sie fühlten sich auch als Akrobaten und Künstler.
In Deutschland hatte die Geschichte des Motorfluges am 30. November 1909 begonnen. An diesem Tage flog Hans Grade in einem aus Bambusstangen und Leinwand selbstgebauten Flugzeug eine große horizontale Achterschleife. Das war die Bedingung, die zu erfüllen war, um einen von dem Industriellen Lanz ausgesetzten Preis von 40 000 Mark zu gewinnen. Mit diesem Geld baute Hans Grade seine Flugzeugfabrik in Borkheide bei Beelitz aus, in der er seine berühmt gewordenen Eindeckerflugzeuge herstellte.



Hans Grade flog mit einem „Eigenbau"-Modell

In der Hauptsache flogen aber doch französische Maschinen oder Eigenbauten mit französischen Motoren. Die Franzosen hielten alle Flugrekorde. Hatte 1906 der Geschwindigkeitsrekord noch bei 41 Kilometer gelegen, so wurden 1913 bereits 203 Kilometer je Stunde erreicht.
In Johannisthal bei Berlin begann man in Baracken, die man „Flugzeugwerke Albatros" oder „Rumpler-Werke" nannte, Flugzeuge zu basteln, und in Döberitz entstand eine Fliegerschule, in der die ersten Heeresflieger ausgebildet wurden. Die deutschen Militaristen hatten den Wert der Flugzeuge als Waffe erkannt.
Tausende Zuschauer wurden durch Flugvorführungen nach Johannisthal gelockt. Die Flieger, die mit wehendem Schal und mächtiger Brille in ihren Maschinen saßen, beängstigende Kurven flogen, wurden als Lebende und als Tote gefeiert. Friedrich Wilhelm Seekatz, ein Meister, der auf dem Johannisthaler Gelände mit Propellern handelte, besaß einen Zylinder, den er bei solchen Fliegerbeerdigungen aufzusetzen pflegte. In diese Kopfbedeckung schrieb er die Namen derjenigen hinein, die er mit begraben hatte. Es waren zwanzigjährige Weltrekordler darunter und Vierzigjährige, die beim ersten Alleinflug abgestürzt waren, Besessene und Besonnene — aber tot waren sie nun alle. Bis Mitte 1912



Der berühmte französische Flieger Blériot überflog 1909 als erster in einem selbstgebauten Eindecker den Ärmelkanal

erlitten in der ganzen Welt 155 Männer und 3 Frauen den Fliegertod, in Deutschland allein 46.

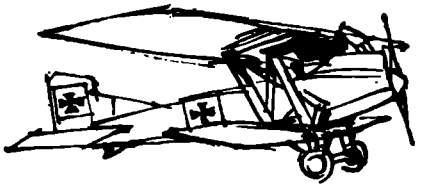
Die große Anteilnahme des Volkes am heroischen Abenteuer des Fliegens, die Begeisterung, die jede geglückte Vorführung – bei denen auch schon die ersten Kunstflugfiguren geflogen wurden – auslöste, und die Freude am technischen Fortschritt, der nun direkt bis unter die Wolken führte, wurden wieder auf die raffinierteste Weise ausgenutzt. Ähnlich der Zeppelinspende wurde 1912 die sogenannte Nationalflugspende ins Leben gerufen, mit der man dem Volke wieder über 7 Millionen Mark aus der Tasche lockte. Das Geld floß zur Entwicklung des Flugwesens für militärische Zwecke in die Flugzeugfabriken und Fliegerschulen. Wieder waren durch einen Trick die Lasten der Entwicklungs- und Pionierarbeit, die die Kapitalisten selbst nicht tragen wollten, aufs Volk abgewälzt worden. Um sich einen möglichst großen Anteil aus der Nationalflugspende zu sichern, suchte jeder bessere Flugapparate, Motoren und Bewaffnungsarten herauszubringen als die Konkurrenz. So wurde das Flugzeug als Waffe zum geplanten und vorbereiteten Angriffskrieg entwickelt.

Wir wissen: Die kapitalistische Entwicklung hatte in Deutschland spät eingesetzt, hatte sich aber dann mit Macht entfaltet und zum Aufbau einer großen Schwerindustrie, vor allem im Ruhrgebiet und in Mitteldeutschland, geführt sowie zu Fabriken und Werken der Bedarfsgüterindustrie, die viele Rohstoffe verbrauchte und die mehr Waren herstellen konnte, als in Deutschland selbst abzusetzen waren. England, Frankreich, die Vereinigten Staaten von Amerika und die übrigen hochentwickelten kapitalistischen Länder hatten längst die Welt als Absatzgebiet für ihre Waren aufgeteilt und sich andere Länder als Kolonien unterworfen, aus denen sie billige Rohstoffe und Arbeitskräfte herausholen konnten. Die deutschen Kapitalisten fühlten sich zu kurz gekommen bei dieser Aufteilung der Welt, benachteiligt gegenüber den imperialistischen Großmächten. Die Industrieherren, die Kommerzienräte

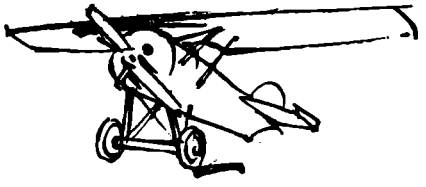
und Bankiers waren sich mit den Fürsten, Generälen und Ministern einig, daß die Welt neu aufgeteilt und Deutschland zum mächtigsten Reich unter der Sonne werden mußte. Dem Volk wurde von der Schulbank an eingebleut, die Not im Vaterlande sei eben deshalb so groß, weil Deutschland im Schatten der anderen stehen müsse, keinen Lebensraum habe, zuwenig Kolonien, zuwenig Bodenschätze. Und überhaupt: Deutschland werde vom „Erbfeind" Frankreich und dem neidischen England geknebelt und geknechtet; dem Volke bliebe gar nichts anderes übrig, als sich „einen Platz an der Sonne zu erkämpfen". Als 1914 der erste Weltkrieg ausbrach — für den sich die deutschen Imperialisten wohl gerüstet hatten mit Kruppschen Kanonen und Gasgranaten, mit Schlachtschiffen von der Kruppschen Germania-Werft oder von Blohm & Voss —, hofften natürlich auch die anderen kriegführenden Mächte, durch den Krieg ihre Besitzungen erweitern und das Kartenbild zu ihren Gunsten verändern zu können. Es war, wie Lenin schrieb, ein Kampf der Imperialisten um die Neuaufteilung der Erde.

Die Arbeiter, und vor allem die sozialistische Arbeiterbewegung in allen Ländern, verurteilten den Krieg, so wie sie schon seine Vorbereitung verurteilt hatten. Viele von denen, die — wie Karl Liebknecht oder Wilhelm Pieck — das Volk aufgerüttelt und ihm gesagt hatten, wer in Wirklichkeit der Feind der friedlichen Völker ist, wurden bestraft und eingekerkert. Die Zuchthäuser und Gefängnisse füllten sich, und die verdächtigen Sozialisten kamen in Bataillone, wo sie mit schweren Arbeiten besonders schikaniert werden konnten. Viele Millionen Soldaten fielen, Zivilisten und Kinder wurden erschossen oder verhungerten. Aber der Kanonenkönig Krupp verdiente allein im Jahre 1916 an den Kriegslieferungen 175 Millionen Mark!

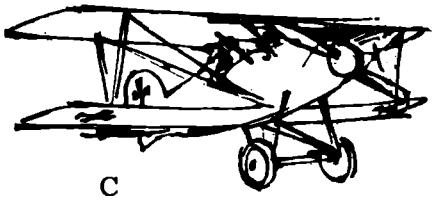
Und auch die Flugzeugfabriken verdienten. Große Konzerne, wie die AEG, die Daimler-Motorengesellschaft, die Gothaer und Hannoversche Waggonfabrik, die Siemens-Schuckert-Werke, Lanz und die Zeppelinwerke, die vordem nie etwas mit Flugzeugbau zu tun hatten, stiegen in das lohnende Geschäft ein und bauten Kriegsflugzeuge. Aus kleinen Klempnerbuden, wie der von Junkers in Dessau oder den Dornier-Werkstätten in Friedrichshafen und zwei Dutzend anderen, wurden große Betriebe, die oft Tausende von Arbeitern beschäftigten. Die Profite waren ungeheuer. Wieder hatte sich das mit der Nationalflugspende vom Volke unfreiwillig finanzierte Rüstungsgeschäft mit Millionengewinnen für die Aktionäre bezahlt gemacht. Lieferten die deutschen Flugzeugwerke im Jahre 1914 monatlich 50 bis 60 Flugzeuge, so waren es 1918 monatlich 2000. Im Herbst 1918 waren rund 5000 Flugzeuge im Einsatz; sie waren übriggeblieben von den rund 47 000 Flugzeugen, die bis dahin



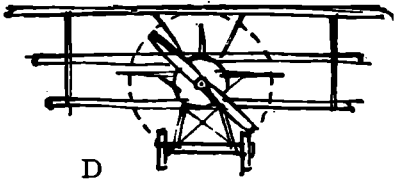
A



B



C



D

A Junkers J 4 (Schlachtflugzeug)
B Fokker D VIII
C Albatros D III (Jagdflugzeug)
D Fokker Dr I

während des Krieges an die Heeresverwaltung geliefert worden waren. Diese Zahlen beweisen, welche Bedeutung dem Flugzeug als Waffe bereits im ersten Weltkrieg zukam, welch glänzendes Geschäft sich mit Kriegsflugzeugen machen ließ, deren Lebensdauer ja nur beschränkt war, weil sie — wie die Zahlen ebenfalls aussagen — abgeschossen oder zerstört wurden und schnell ersetzt werden mußten.

Einer, der damals bei der sogenannten Sturzkommission einer Militärbehörde zur Untersuchung der Ursachen von Flugzeugabstürzen arbeitete, erinnert sich:

„... in unbeschreiblich vielen Fällen wurde nachgewiesen, daß die abgestürzten jungen Piloten durch die Schuld der deutschen Flugzeugfabrikanten den Fliegertod starben. Zwischen den einzelnen Werken herrschte der erbittertste Konkurrenzkampf um das große Geschäft mit dem Krieg; Werkspione lieferten sich ungeheure Schlachten im Dunkeln, und wenn die andere Fabrik eine bessere Konstruktion herausbrachte als die eigene, dann schreckten die ‚Waffenschmiede des Reiches' vor nichts zurück. Der Anblick der verstümmelten, mit ihren Maschinen ermordeten Piloten, an deren Leichen unsere Erhebungen stets begannen, hat damals zum erstenmal die Frage in mir geweckt, ob die deutsche Bourgeoisie das Recht und die moralische Qualität zur Führung der Nation besitze."

Es ist übrigens Generalmajor a. D. Arthur Brandt, der als junger Fliegeroffizier diese Erfahrung machte. Nach einem Weg durch Irrtümer und bittere Erkenntnisse wurde er zu jenem antifaschistischen General, den

Hitler zum Tode verurteilte, weil er ihm mit seinen Soldaten und Offizieren nicht auf dem Wege ins Verderben folgte, und der dann als Chefinspekteur der Deutschen Volkspolizei seinen festen Platz an der Seite des Volkes einnahm.

Im ersten Weltkrieg fanden 8000 deutsche Soldaten des fliegenden Personals den Tod. Ungezählt sind die, die sie als „Feinde" abschossen, auf dem Boden unter Bomben begruben und mit Maschinengewehrgarben zerfetzten. Während dieser Zeit wurden sowohl die Motoren als auch die Zellen, das heißt die Flugzeugkörper, ihre aerodynamischen Formen, die Bauweise, die Instrumente und so weiter, außerordentlich verbessert. Die einzelnen Flugzeugtypen — über 1000 wurden während des Krieges entwickelt — wurden ihren Aufgaben als Jäger, Bomber oder Aufklärer immer besser angepaßt.

Man könnte vielleicht meinen, daß dieses Beispiel zeige, wie der Krieg dazu beigetragen habe, technische Entwicklungen sehr schnell voranzutreiben. Aber bei genauerem Hinsehen erkennt man, daß das Gegenteil richtig ist. Die Erfolge in der Entwicklung der Luftfahrttechnik wären gewiß noch größer gewesen, hätte man die Beträge, die in die Rüstung flossen, der friedlichen Forschung, den wirklichen Luftfahrtpionieren, der Sportfliegerei und dem Aufbau eines Luftverkehrs zur Verfügung gestellt. Daraus wären freilich nicht die Gewinne zu ziehen gewesen wie aus der Kriegsproduktion, denn es hätte einen geringeren Verschleiß und kaum Verluste gegeben. Deshalb also, weil die „Ware" Kriegsmaterial besonders hohe Gewinne abwarf, wurde für die technische Vervollkommnung dieser „Ware" mehr getan als für eine Friedensproduktion. Daß dabei Volksvermögen verschleudert und nur die Luftfahrtindustrie, nicht aber die Luftfahrt gefördert wurde, ist klar.

Der Traum vom Fliegen war zur Wirklichkeit geworden. Er sollte sehr bald schon zu einem wahren Alptraum werden — in den Bombennächten des zweiten Weltkrieges nämlich. Wieder hatten, wie die übrigen deutschen Rüstungsgewinnler, auch die Luftfahrtindustriellen ihre große Zeit. Sie bauten weit über 113 000 Kriegsflugzeuge und heimsten Millionengewinne ein. Fast 100 000 Angehörige des fliegenden Personals stürzten sich mit ihren Maschinen zu Tode; sie wurden abgeschossen oder verbrannten in der Luft, nachdem sie selbst Städte bombardiert und in Trümmerfelder verwandelt hatten. Rund 800 000 Kriegsflugzeuge wurden von 1939 bis 1945 von allen kriegführenden Mächten gebaut. Eine ungeheure Luftflotte, deren Wert für die kapitalistischen Industriellen aber vor allem darin bestand, daß sie — abgeschossen wurde. Je größer der Verschleiß — je höher der Gewinn. Diese Maxime galt für den ersten wie für den zweiten Weltkrieg.

DIE WISSENSCHAFT HILFT PRODUZIEREN

Die Wissenschaft befreite sich — Gottfried Wilhelm Leibniz — Umwandlungen von Naturstoffen — Justus von Liebig — Leuchtgas — Abfallprodukt Teer

Die Wissenschaft befreite sich

allmählich aus der Vormundschaft der Kirche, löste sich aus den Fesseln dogmatischen Denkens und von den selbstherrlichen Meinungen der Kirchenväter.
Mit Kopernikus, Kepler und Galilei entstand ein neues astronomisches und mit Kolumbus und Magellan ein neues geographisches Weltbild. Mathematische und physikalische Forschungen deckten neue Zusammenhänge auf, Medizin und Anatomie erhielten Auftrieb.
Hatte sich im 15. Jahrhundert der wissenschaftliche Fortschritt noch auf Italien konzentriert, so verbreitete er sich bis zum Ausgang des 17. Jahrhunderts über ganz Europa. Und nicht nur an den Universitäten setzten sich die neuen Auffassungen allmählich durch, auch die Praktiker begannen sich mit wissenschaftlichen Fragen und Problemen zu beschäftigen, die sich aus ihrer Arbeit ergaben.
Bezeichnend war allerdings, daß die meisten der Gelehrten nicht ernst nahmen, was nicht in lateinischer Sprache, sondern in der Sprache des Volkes an Erkenntnissen mitgeteilt wurde. Während also die einen sich selbstbewußt des Wissens bemächtigten, verteidigten es die anderen als ihr Privileg.
Die fortschrittlichsten Wissenschaftler, wie Francis Bacon in England, wußten aber, daß das Ziel aller Wissenschaft die Bereicherung des menschlichen Lebens durch neue Entdeckungen und Erkenntnisse sein muß und daß dazu eine enge Verbindung der Wissenschaften mit der Praxis, mit der materiellen Produktion notwendig ist. Die Anregungen, die Francis Bacon gegeben hatte, führten dann auch zur Gründung der Royal Society, der Königlichen Gesellschaft, einer Vereinigung der Ge-

lehrten in England, und zu Gründungen von Akademien in vielen Ländern der Erde. Schon 1667 schrieb Thomas Sprat, einer der Mitbegründer der Royal Society, daß Menschen aus allen Schichten und Berufen in die Gesellschaft aufgenommen werden müssen:

„... denn jetzt ist der Genius des Experimentierens so sehr verbreitet, daß es sogar in unserem Volke, selbst wenn noch eine oder zwei derartige Gesellschaften gegründet würden, nicht an fähigen Menschen fehlen würde, die darin arbeiten könnten ... Wir können feststellen, daß jeden Tag edle Kostbarkeiten eingereicht werden, nicht nur aus der Hand von Gelehrten und professionellen Philosophen, sondern auch aus den Werkstätten der Mechaniker, von den Reisen der Kaufleute, von den Pflügen der Landwirte und vom Sport, den Fischteichen, den Parkanlagen, den Gärten der Adligen ..."

In Frankreich wurde Descartes zu einem Wegbereiter der neuen Auffassung von der Wissenschaft. Er schätzte die durch viele Mitarbeiter organisiert betriebene Experimentalwissenschaft besonders hoch ein.

„Sie haben mir nämlich gezeigt, daß es möglich ist, zu Erkenntnissen zu gelangen, die für das Leben recht nützlich sind, und an Stelle jener spekulativen Philosophie, wie man sie in den Schulen lehrt, eine praktische zu finden, die uns die Kraft und die Wirkung des Feuers, des Wassers, der Luft, der Gestirne, des Himmelsgewölbes und aller übrigen Körper, die uns umgeben, so genau kennen lehrt, wie wir die verschiedenen Fähigkeiten unserer Handwerker kennen, so daß wir sie in derselben Weise zu allen Zwecken, zu denen sie geeignet sind, verwenden und uns auf diese Weise gleichsam zu Meistern und Besitzern der Natur machen können."

Descartes wurde für Frankreich, was Bacon für England war: der Anreger für eine aufs Praktische gerichtete wissenschaftliche Arbeit. Die in Paris ins Leben gerufene Königliche Akademie, die Academie Royale Française, sollte die staatlichen Manufakturen, die Seidenspinnereien, Gobelinwebereien und Töpfereien technisch auf die Höhe bringen. Noch mehr allerdings diente zunächst die gelehrte Gesellschaft zur Zierde des Hofes und des Königs, denn Frankreich strebte dem Höhepunkt absolutistischer Machtentfaltung zu.

In Deutschland trat in den Jahren, als die englische und französische Akademie entstanden, auch ein Mann ins wissenschaftliche Leben, der in sich selbst eine ganze Akademie der Gelehrsamkeit und des Wissens vereinigte und der die Gründung und die Arbeit der deutschen Akademie inspirierte und leitete:

Gottfried Wilhelm Leibniz

Als Leibniz 1646 geboren wurde, lag Deutschland in Trümmern. Der Dreißigjährige Krieg war über das Land gefegt und hatte Tod und Verwüstung hinterlassen. Von den ehedem zwanzig Millionen Einwohnern waren nur noch vier Millionen am Leben. Die Äcker lagen brach, und weite Gebiete hatten sich in wüste Einöden verwandelt. Die Städte waren gebrandschatzt und vom Krieg und der Pest entvölkert, von der Pest, die auf den Marketenderwagen der Landsknechte hockte. Diejenigen, die Mord und Brand, Seuchen und Hunger überstanden hatten, waren verwahrlost und halb vertiert. Aberglaube und Unwissenheit herrschten, das Handwerk war verfallen, den Bürgern war das Selbstbewußtsein genommen. Die Fürsten, Grafen und Ritter zerrissen das Land in 2000 Schnipsel, die sie Fürstentümer, Grafschaften oder Reichsstädte nannten.

Die Familie des Professors der Moralphilosophie Friedrich Leibniz hatte die schreckliche Zeit in Leipzig überstanden. Auch diese Stadt war vom Kriege nicht verschont geblieben, aber sie war nicht so zerstört wie etwa Magdeburg, in dem sich der Bürgermeister Otto von Guericke um den Aufbau bemühte und nebenher seine aufsehenerregenden physikalischen Versuche anstellte.

Schon als Fünfzehnjähriger bezog der junge Leibniz die Universität seiner Vaterstadt und begann mit dem Studium der Rechtswissenschaft und der Philosophie. Sein Lehrer war Jakob Thomasius, der Vater von Christian Thomasius, der sich später als humanistischer Denker und deutscher Aufklärer einen Ruhm erwerben sollte, der dem eines Leibniz nicht viel nachstand. Leibniz legte in Leipzig und auch in Jena, wo er eine Zeitlang bei dem ebenfalls berühmten Mathematiker und Astronomen Erhard Weigel studierte, mit den ersten wissenschaftlichen Arbeiten glänzende Proben seiner Leistungen und seines Könnens ab.

Bei aller Anerkennung, die Leibniz erfuhr, wurde ihm jedoch die Doktorwürde unter dem Vorwand seiner allzugroßen Jugend verweigert. Deshalb mußte Leibniz nach Nürnberg gehen und sich dort an der Altdorfer Reichsdeutschen Universität als Zwanzigjähriger den Doktorhut erwerben.

So wie viele Lebensgebiete, waren auch Universitäten und Wissenschaften in Deutschland gänzlich heruntergekommen. In Geist und Sitte waren sie sogar völlig verwahrlost. Die zumeist adligen Studenten führten das Leben wüster Raufbolde, sie tyrannisierten die Bürger der Universitätsstädte, verprügelten sie, warfen ihnen die Fensterscheiben ein und

saßen mehr in den Kneipen als in den Vorlesungen ihrer Professoren. Auch diese Lehrer standen nicht immer im besten Ansehen, viele von ihnen waren moralisch nicht weniger tief gesunken als ihre Studenten. Es war deshalb kein Wunder, daß der junge Leibniz, der als Bürgersohn einem hohen Lebens- und Bildungsideal nachstrebte und angewidert war von diesem Treiben, zu der Überzeugung kam, man sollte diese Universitäten gänzlich verfallen lassen. Die Mißstände, der ungenügende wissenschaftliche Stand, der scholastische Lehrbetrieb und die völlige Verbindungslosigkeit der Universitäten zum praktischen Leben ließen in ihm den Plan reifen, auch in Deutschland nach Bacons Vorstellungen Akademien als Zentren wahrer Wissenschaft zu bilden. Zwar reformierten dann fortschrittliche deutsche Wissenschaftler, wie Christian Thomasius, der auch als erster seine Vorlesungen statt in Latein in deutscher Sprache hielt, die hohen Schulen und förderten lebendige Bildung und nützliche Wissenschaften an Stelle scholastischer Haarspaltereien, aber

Studentenleben in einer zeitgenössischen Karikatur

Leibniz blieb dem Gedanken eines akademischen Gelehrtenzentrums treu. Und nicht nur das: Er erkannte in des Reiches Zersplitterung und in der Herrschaft der vielen hundert „Souveräne", die als Könige, Fürsten und Grafen jeder ein kleines Stück von Deutschland in den Klauen hielten und es nach Gutdünken auspreßten, das größte Übel. Deshalb wollte er mit einer deutschen Akademie auch zur Überwindung der Kleinstaaterei beitragen, und wo immer er wirkte — in Mainz, Hannover oder Berlin —, liefen seine Gedanken und Bemühungen auf des Reiches Einheit hinaus.

Seine umfangreichen Aufgaben und Interessen ließen ihn zu einem sehr vielseitigen Wissenschaftler werden. Er war Philosoph und Historiker, Mathematiker und Finanzwissenschaftler, Natur- und Geisteswissenschaftler und Mechaniker in einem, und auf vielen Gebieten war er sogar ein Wegbereiter. In dieser Universalität begriff Leibniz auch die Akademie, die ihm vorschwebte. In ihr sollten alle Zweige miteinander verbunden sein, sie sollten voneinander lernen und alle gemeinsam der Praxis nützen. Zweiunddreißig Jahre lang warb er an verschiedenen deutschen Höfen für seine Akademie. Endlich, im Jahre 1700, stiftete der brandenburgische Kurfürst, der sich eben aus eigener Machtvollkommenheit zum König von Preußen gekrönt hatte, gnädigst die Sozietät der Wissenschaften. Es war eine brandenburgisch-preußische Akademie, aber Leibniz ließ keinen Zweifel daran, daß er diese Institution nicht den Interessen eines Landes unterordnen wollte. Von Anfang an war er darauf bedacht, durch die Akademie Theorie und Praxis eng miteinander zu verbinden. Denn, so fragte Leibniz,

> „. . . was hilfts dem Landmann, dem Gewerbe, wären wir allein bedacht auf die Förderung der Wissenschaften? Theorie und Praxis müssen sich vereinigen, um nicht allein Künste und Wissenschaften, sondern auch Land und Leute, Feldbau, Manufakturen, Kommerzien und, mit einem Wort, die Nahrungsmittel zu verbessern. Immer halte ich dafür, daß Taten sich zu Worten fügen, daß das Leben von der Lehre Gewinn ziehen müsse."

Jedoch Leibniz wurde enttäuscht von den gelehrten Herren, die der König nach Berlin berufen hatte. Er vermißte an ihnen den seibstlosen Eifer, der ihn beflügelte, und den Sinn für eine praktische Nützlichkeit ihres Tuns. Deshalb wurde sein Bemühen auch nur von geringen Erfolgen gekrönt. Die Wissenschaft konnte sich in Berlin und in dem in der politischen und wirtschaftlichen Entwicklung zurückgebliebenen Deutschland nicht so entfalten wie in England oder in Frankreich. Der Preußenkönig verwandte alle Mittel für den Aufbau seines Heeres. Die

neue Erfindung, der Gleichschritt der Soldaten, den Leopold von Dessau im Heer einführte, erschien dem Preußenkönig wichtiger als alles, was die Gelehrten trieben. Leibniz galt ihm als ein Mann, der nicht einmal zum Schildwachestehen taugte, und er war froh, als sich der Akademiepräsident — die Erfolglosigkeit seiner Bemühungen einsehend — nach Hannover zurückzog.

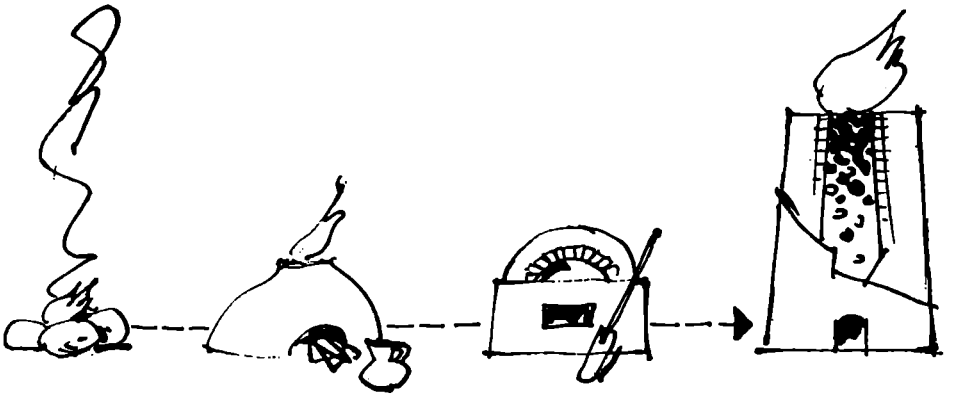
Die Vorschläge, die Leibniz später dem russischen Zaren Peter I. machte, fielen auf einen fruchtbaren Boden. Zar Peter I., der das russische Riesenreich geeint hatte und auf den Weg in die neue Zeit brachte, führte Reformen durch, die der wirtschaftlichen Entwicklung seines Landes dienen sollten. Er wußte auch, welche Bedeutung Wissenschaft und Technik für diese Entwicklung hatten. Von der geographischen Erforschung bis zur Entwicklung des Manufakturwesens und des Bergbaues sah er Aufgaben über Aufgaben, so daß er die Pläne für eine Akademie zu Petersburg sehr begrüßte und ihre Gründung betrieb. Als die Akademie im Jahre 1725 ins Leben gerufen wurde, war Peter I. kurz vorher gestorben, und auch Leibniz lebte schon seit neun Jahren nicht mehr. Bleibend aber war das Band der Wissenschaften, das beide zwischen Rußland und Deutschland knüpften. Zahlreiche deutsche Gelehrte wirkten später in der Petersburger Akademie, weil dort die wissenschaftlichen Möglichkeiten viel größer waren als in Deutschland, wo die Akademie unter den Nachfolgern von Leibniz völlig ihren wissenschaftlichen Wert verlor und schließlich zur Zeit Friedrichs II. so unter französischen Einfluß kam, daß von einer deutschen Akademie nicht mehr die Rede sein konnte.

Am Beispiel des Wirksamwerdens der Akademien in den verschiedenen Ländern kann man ablesen, ob die gesellschaftlichen Voraussetzungen für eine solche fortschrittliche Organisationsform der wissenschaftlichen Arbeit und für die wissenschaftliche Tätigkeit überhaupt vorhanden waren.

In Rußland entstand das wissenschaftliche Zentrum, weil der Zar erkannt hatte, daß er die Hilfe von Wissenschaft und Technik brauchte, wenn Rußland aus der Rückständigkeit herauskommen und die wirtschaftlichen und geistigen Kräfte entwickeln sollte, die er zur Entfaltung seiner absolutistischen Macht anstrebte.

In Frankreich stand dieser Absolutismus in vollster Blüte, obwohl die ihn nährenden Wurzeln schon so faul waren, daß die feudalistische Wirtschaftsweise auch mit Hilfe der Wissenschaft nicht mehr am Leben zu erhalten war. Im Gegenteil, die mit dem Bürgertum und dem Volk verbundenen Wissenschaftler und Philosophen waren als Aufklärer dabei, die Wurzeln der Fäulnis bloßzulegen und die ideologischen Grundfesten dieser Macht zu erschüttern.

In England hatte die bürgerliche Revolution bereits die günstigsten Bedingungen für die Entfaltung der Wissenschaft geschaffen. Hier konnte sie auch am ehesten auf einer fortgeschrittenen Stufe der wirtschaftlichen Entwicklung in der Praxis wirksam werden.
Das in Hunderte Einzelstaaten zersplitterte Deutschland stand dagegen noch ganz am Anfang dieser politischen und wirtschaftlichen Entwicklung. Aber auch auf Deutschland wirkten die Einflüsse der fortgeschrittenen Wissenschaften ein. Die Gelehrten standen untereinander in Verbindung, sie waren Mitglieder ausländischer Akademien und lasen die Veröffentlichungen anderer wissenschaftlicher Gesellschaften, so daß die Erkenntnisbreite wuchs, wo aufnahmefähige Geister vorhanden waren. Und so wie sich die besten unter den Wissenschaftlern darin einig waren, mit ihrer Arbeit der Praxis, dem Leben, der besseren Daseinsgestaltung dienen zu müssen, waren sie auch einer Meinung, daß man die gesellschaftlichen Bedingungen so verändern muß, daß sie einen günstigen Boden für eine solche Zusammenarbeit bieten.
Es ist durchaus kein Zufall, wenn wir am Anfang, als sich die neue Stellung der Wissenschaft herauszubilden und durchzusetzen begann, wieder auf viele englische Namen stoßen. Es ging mit den Wissenschaftlern wie mit den ersten Maschinenbauern. Die einen erfanden neuartige Maschinen, die Wissenschaftler entdeckten neue Zusammenhänge in der Natur. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in England brauchte diese neuen Erkenntnisse nicht nur, sie ermöglichte auch deren Entdeckung, weil sie der Wissenschaft neue Mittel und Möglichkeiten bieten konnte. So standen und stehen politischer, industrieller und wissenschaftlicher Fortschritt in einer engen Wechselbeziehung. Es wird hervorgebracht, was gebraucht wird.
Wir erinnern uns, daß wir schon aus der Erfindungsgeschichte der Dampfmaschine erfuhren, wie unmittelbar der Zusammenhang zwischen der Royal Society und den Vorläufern Watts war. Auch James Watt war von einem Wissenschaftler, dem Chemiker Black — Schöpfer einer quantitativen Wärmelehre —, auf die Idee gebracht worden, die Kondensation des Wasserdampfes außerhalb des Zylinders vor sich gehen zu lassen. In den späteren Jahren wurde diese Gemeinschaft zwischen Wissenschaftlern und Technikern noch fester. Matthew Boulton, der Dampfmaschinenfabrikant, führte ein sehr gastfreies Haus. Es waren in erster Linie Wissenschaftler, wie der Arzt und Naturphilosoph Erasmus Darwin, der Großvater von Charles Darwin, die Chemiker Priestley und Black, der Geologe Hutton, der Philosoph Hume und dazu noch manche andere, die sich hier mit Boulton, Watt und ihren Technikern, wie Murdock, trafen und mit ihnen ihre Probleme besprachen. Zunächst lernte die Wissen-



Das waren gewissermaßen chemische Versuchsöfen

schaft aus den neuen Ergebnissen der Technik und Industrie mehr, als sie beisteuern konnte. Eine Fülle neuer Aufgaben und Probleme, an die bisher niemand gedacht hatte, erwuchs der Wissenschaft aus den industriellen Fortschritten. Aber in einigen entscheidenden Punkten zeigte sich doch schon, daß die Wissenschaft auch zu helfen vermochte. Als Beispiel dafür kann das Entstehen der chemischen Industrie gelten, die ohne wissenschaftliche Grundlage gar nicht denkbar wäre.

Wir hörten schon davon, daß mit der Nutzung des Feuers der Mensch auch die ersten chemischen Prozesse beherrschen lernte. Das Herdfeuer, die Töpfer-Brennöfen, die Backöfen und die Öfen der Metallwerker, sie alle waren gewissermaßen chemische Versuchsöfen. In ihnen wurden durch chemische Reaktionen Stoffe umgewandelt. Das, was aus dem Ofen herauskam, erinnerte nicht mehr an das, was man hineingesteckt hatte – eine Umwandlung war geschehen. Noch war man weit davon entfernt, erklären zu können, wie sich diese Umwandlung vollzog und warum aus dem weichen Ton harter Stein, aus dem Mehlteig duftendes, lockeres Brot und aus den Erzbrocken Metall wurde. Aber daß solche

Umwandlungen von Naturstoffen

möglich sind, lehrte die handwerkliche Praxis. Es ist kein Wunder, daß zu Beginn einer sich herausbildenden chemischen Wissenschaft auch mystische Elemente in sie miteinbezogen wurden, denn wenn Stoffe verwandelt werden können, warum sollte dann nicht zum Beispiel auch unedles Metall in Gold verwandelt werden können? Diese zauberischen Vorstellungen, die besonders in Ägypten und später im arabischen Reich ge-

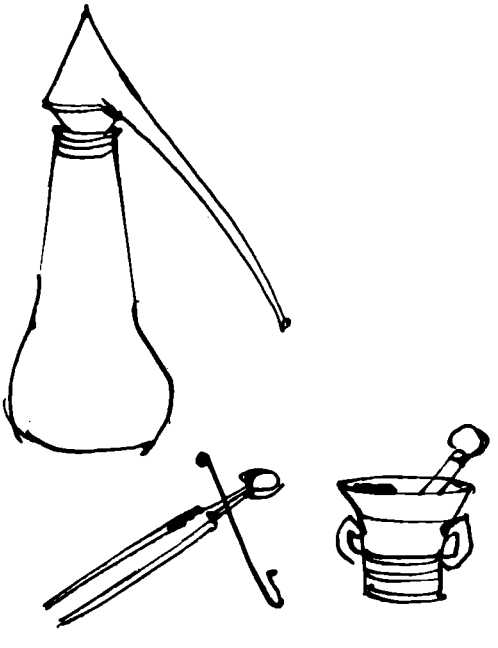
pflegt wurden, zielten darauf ab, mit Hilfe der Chemie den Stein der Weisen zu finden, Elixiere des Lebens herzustellen und natürlich: Gold zu machen! Noch heute bezeichnet man solche Versuche nach dem arabischen Ursprung als Alchimie.

Eine besondere Blütezeit erlebte die Alchimie, als mit der Entwicklung der Waren- und Geldwirtschaft im 16. bis 18. Jahrhundert der Goldhunger der Fürsten wuchs. „Goldmacher", die vorgaben, im Besitz der geheimen Rezepte zu sein, wurden von ihnen mit offenen Armen aufgenommen. Sie verschwanden zumeist bei Nacht und Nebel, nachdem sie die Hofkasse eine Zeitlang gründlich geschröpft hatten, denn ihre „Versuche" waren ja äußerst kostspielig. Wenn sie ein zweites Mal in die Hände des genasführten Fürsten gerieten, wurden sie ohne viel Federlesens aufgehängt, an einem Galgen, der mit Flittergold bezogen war.

In der Zeit, als sich Leibniz in Berlin um die Gründung der Akademie bemühte, trieb dort, in der Zornschen Apotheke am Molkenmarkt, auch ein solcher Adept sein Wesen. Johann Friedrich Böttger sollte dem Kurfürsten Friedrich die Kasse füllen. Aber der junge Goldmacher entsprang zu guter Stunde und rettete sich nach Sachsen. Hier fiel er einem anderen Fürsten in die Hände, der ihn in Dresden einsperren ließ. Zu seinem großen Glück traf Böttger hier mit dem Gelehrten Tschirnhaus zusammen, einem außerordentlich tüchtigen und experimentierfreudigen Naturforscher, der ihm zwar nicht beim „Goldmachen" helfen konnte, der aber die Aufmerksamkeit Böttgers auf die Porzellanherstellung lenkte. Denn Porzellan zu schaffen, so fein und durchsichtig wie das chinesische, das war eine Aufgabe, die der Mühe wert war. Tschirnhaus selbst hatte sich schon lange und mit einigem Erfolg mit diesem Problem befaßt. Böttger gelang es schließlich, die feine Kaolin-Tonerde zu finden und das rechte Mischungsverhältnis mit feingemahlenem Feldspat und Quarz zu entdecken, so daß er dem Fürsten statt des Goldes kostbares Porzellan präsentieren konnte. Böttger rettete damit seinen Kopf und wurde zum Begründer der Meißner Porzellanmanufaktur.

Nicht alle Alchimisten hatten einen solchen Erfolg. Der Preußenkönig Friedrich II., der als ein

Die Goldmacher, die in geheimnisvollen Alchimistenküchen ihr Wesen trieben, wurden schon von Leonardo da Vinci mit den Toren verglichen, die nach dem Perpetuum mobile suchten. Aber manche Alchimisten wurden doch zu Vorläufern der modernen Chemie. Sie lernten, aus Salpeter und Schwefelsäure Scheidewasser herzustellen und durch das Scheidewasser Silber von Gold zu trennen; sie fanden auch das Königswasser: ein Gemisch aus Salzsäure und Schwefelsäure, das sogar das Gold, den König der Metalle, zerstörte. Am Feuer, in Kesseln, in Retorten und Tiegeln entwickelten sie Arbeitsweisen, die in die Apothekerpraxis und von da in die Chemie eingingen.

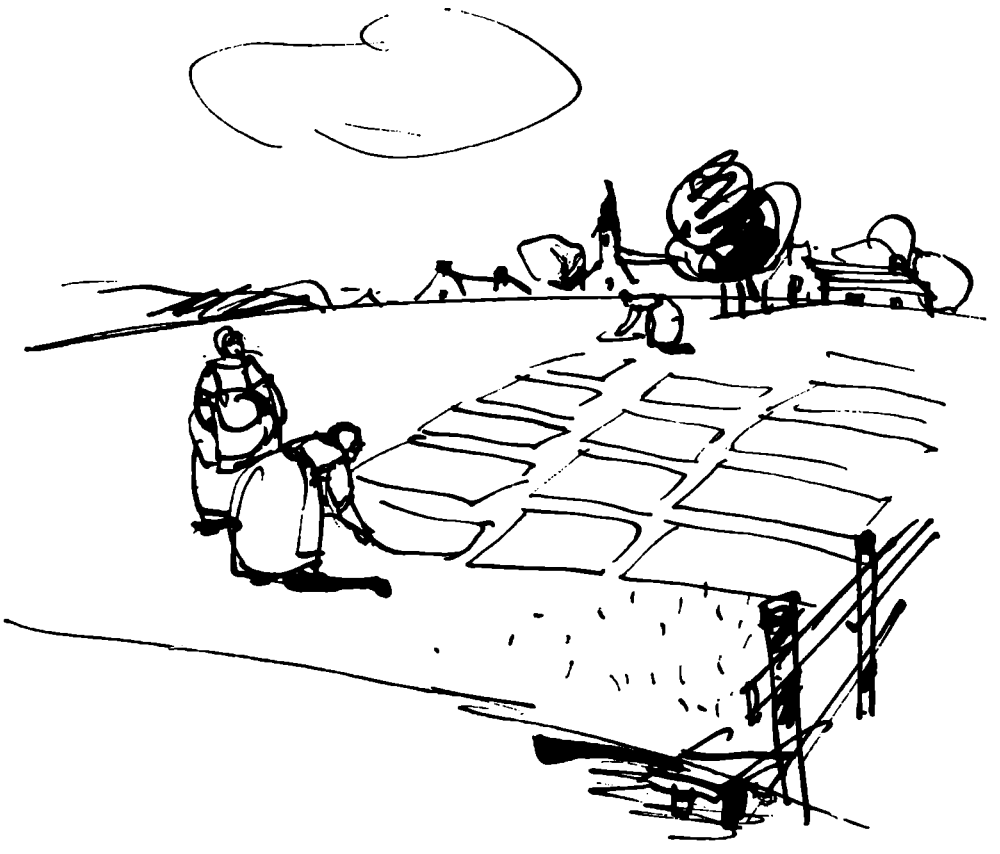


„aufgeklärter Herrscher" galt, weil an seinem Hofe Philosophen wie Voltaire und Lamettrie verkehrten, verachtete die aufs Nützliche gerichteten Wissenschaften aus tiefster Seele. Dafür aber unterhielt er in der Friedrichstraße ein Laboratorium, in dem „Goldmacher" am großen Werke waren. Allein die Alchimistin Frau von Pfuel lockte ihm 10 000 Taler für ihre Versuche aus der Tasche. Auch Maria Theresia von Österreich hatte mit ihrem „Goldmacher" Sehfeld kein Glück. Sie ließ den Schelm sogar foltern, um ihm sein Geheimnis zu entreißen, aber da er keines besaß, konnte er es auch nicht preisgeben.

Während dieser Zeit, in der die feudalen Herrscher sich mit den Zaubermitteln der Alchimie neue Reichtümer schaffen lassen wollten, hatten auch Manufakturbesitzer und frühkapitalistische Unternehmer der Chemie ihr Interesse zugewandt; weniger allerdings den „Goldmachern" — denn Gold schufen sie sich auf andere Weise selbst — als vielmehr denjenigen Chemikern, die imstande waren, durch verbesserte Verfahren und Techniken die Produktion ihrer Unternehmen zu erhöhen. Die Brauer, die Gerber und Färber, die Hüttenbesitzer und Glasfabrikanten stellten die Chemiker vor neue Aufgaben.

Zum Bleichen, zum Vergolden und Verzinnen, für die Herstellung von Filz und für Messing wurde zum Beispiel Schwefelsäure gebraucht. Diese Säure wurde hauptsächlich durch Destillation von Vitriollösungen in irdenen Retorten gewonnen. Es war ein langwieriger Prozeß, bei dem eine starke, aber teure Säure erzeugt wurde. Die Drogisten, Apotheker und Destillateure, die in ihren Laboratorien die meisten der Chemikalien herstellten, waren auf den steigenden Verbrauch gar nicht eingerichtet. Sie mußten deshalb nach Methoden suchen, die eine billige Großproduktion möglich machten. Um größere Mengen Schwefelsäure zu erzeugen, verbrannte Joshua Ward Schwefel mit etwas Salpeter in großen Glasgefäßen. An Stelle dieser großen Säureballons verwandte später John Roebuck Bleikammern. Die erste große Bleikammeranlage zur Herstellung von Schwefelsäure wurde 1749 bei Edinburgh errichtet. Sie war zugleich auch eine der ersten chemischen Fabriken, denn neben Schwefelsäure wurden auch Natron, Bleiweiß, Bleiglanz, Alaun und gehärtete Pottasche hergestellt.

Pottasche, die aus dem waldreichen Böhmen bezogen, und Soda, das hauptsächlich aus der Asche von Seetang am spanischen Mittelmeer gewonnen wurde, brauchte man zum Waschen und Bleichen von Schafwolle, Baumwolle und Rohleinen in der Textilindustrie. Wir wissen, wie schnell sich die englische Textilindustrie entwickelte. Aber mit den Woll- und Baumwollmengen wuchs auch der Verbrauch an Pottasche und Soda, ganz abgesehen davon, daß auch immer mehr Rasenflächen für die mo-



natelange Bleiche gebraucht wurden. Um ein Kilogramm Pottasche herzustellen, mußten 600 Kilogramm Eichenholz oder 1200 Kilogramm Pappelholz verascht werden, und um ein Kilogramm des kostbaren Salzes Soda zu erhalten, brauchte man sogar das Zehntausendfache an Seetang oder Seegras! Soda und Pottasche wurden aber nicht nur in der Textilindustrie, sondern auch von den Glasbläsereien und Seifensiedereien gebraucht. Die primitiven Gewinnungsmethoden, die zu einer dauernden Knappheit und schließlich zu einem Mangel bei steigenden Preisen führten, und die Abhängigkeit von den Einfuhren aus dem Auslande machten Soda und Pottasche zu einem Faktor, von dem der weitere industrielle Aufschwung abhing. Soda war für die englischen Fabrikanten wichtiger geworden als Gold. Die Chemie sollte sie aus der Zwangs- und Mangellage befreien. Es war schon viel wert, daß die Franzosen Lavoisier und Berthollet dahinterkamen, wie man Chlor als Bleichmittel verwenden und mit Chlor in Stunden erreichen kann, was bei der Rasenbleiche ebenso viele Monate dauert. Da sie zu dieser Eigenschaft des Chlors auch noch einen Weg fanden, wie es in größeren Mengen zu gewinnen ist, wurde diese neue chemische Bleichtechnik in der englischen Textilindustrie sofort eingeführt.

Pottasche oder Soda wurden aber zum Waschen und Färben trotzdem gebraucht. Schon 1775 hatte die Französische Akademie einen Preis ausgesetzt: 12 000 Livre demjenigen, dem es gelang, Soda aus Kochsalz herzustellen. Im Laboratorium war es schon gelungen, kleine Mengen Soda aus dem Natriumsalz zu gewinnen; es galt nur, ein wirtschaftliches, im Großen anwendbares Verfahren zu finden. An der Lösung dieses Problems war auch Nikolaus Leblanc, Arzt im Dienste des Herzogs von Orléans, interessiert. Nach jahrelangen Versuchen fand er mit Dizé zusammen einen Weg, um im fabrikmäßigen Betrieb Soda aus Kochsalz zu gewinnen. Das Geld zur Errichtung der Fabrik in St. Denis gab der Herzog von Orléans.

Bis 1793 produzierte die Fabrik täglich 300 Kilogramm des neuen, reinen Sodas. In diesem Jahre geschah das Unglück: Ein Sohn des Herzogs, der auf seiten der Revolutionsarmee kämpfte, erwies sich als ein Verräter, denn er lief mit seiner Abteilung zu den Österreichern über. Der alte Herzog — ebenfalls in den Verrat verwickelt — endete unter der Guillotine; sein Vermögen wurde beschlagnahmt und damit auch die Sodafabrik. Leblanc mußte die Fabrik verlassen. Dabei war sich der Wohlfahrtsausschuß sehr wohl im klaren, was die Sodaproduktion für Frankreich bedeutete. Kurz vor dieser Affäre hatte er das Ersuchen an Leblanc gerichtet, auf sein Patent zu verzichten, damit überall Sodafabriken errichtet werden könnten. Soda war von staatswichtigem Interesse. Noch immer mußte Frankreich für 30 Millionen Francs jährlich Soda einführen, obwohl es Leblanc durch seine Produktion bereits gelungen war, die spanische Monopolstellung so zu erschüttern, daß die spanischen Händler mit ihren Preisen heruntergehen mußten.

Als die zentralen Behörden die Schließung der St.-Deniser Fabrik aufhoben und Leblanc veranlaßten, die Arbeit wieder aufzunehmen, war von den Anlagen nichts mehr vorhanden. Leblanc bemühte sich um eine Neueinrichtung, aber da er ohne alle Geldmittel war und der versprochene Schadenersatz ausblieb — auch den von der Akademie ausgesetzten Preis hat er nie ausgezahlt bekommen —, gelang es ihm nicht, die Fabrik wieder in Gang zu bringen.

Eines Tages war es sogar soweit, daß er nicht mehr wußte, wovon er leben sollte. Er fand Aufnahme im Armenhaus von St. Denis, in dem er, um alle Lebenshoffnungen gebracht, im Januar 1806 seinem Leben selbst ein Ende machte. Erst zwei Jahre später nahmen in Frankreich zwei andere Fabriken die Sodaproduktion wieder auf.

Den größten Vorteil aus dem Leblanc-Verfahren zog die englische Textilindustrie. Hier war es der Ire James Muspratt, der zunächst in Liverpool eine Schwefelsäure- und Sodafabrik einrichtete und später noch

zwei weitere Sodafabriken aufbaute. Mit Schwefelsäure und Soda, die in der Metallindustrie ebenso wie in der Textilindustrie gebraucht wurden, und dem als Zwischenprodukt gewonnenen Natriumsulfat, das in die Glashütten ging, war der Grundstein für die neuentstehende englische chemische Großindustrie gelegt worden.
In Deutschland war zu dieser Zeit die Chemie der Apotheke und der kleinen Destillation noch nicht entwachsen. Aus diesen kleinen Betrieben gingen zumeist auch diejenigen hervor, die in Deutschland einmal der Chemie zum Durchbruch verhelfen sollten. Zu ihnen gehörte auch

Justus von Liebig

Sein Vater hatte eine Materialien- und Farbenhandlung; er war Drogist und Pharmazeut und stellte selbst eine ganze Reihe von Reagenzien, Präparaten, Lacken und Farben her. Im väterlichen Laboratorium erwachte in Justus der Wunsch, Chemiker zu werden.

> „Mein Vater beschäftigte sich häufig damit, manche von den Farben, die er in seinem Geschäft führte, selbst zu machen, und er hatte sich dazu ein kleines Laboratorium angelegt, zu dem ich Zutritt hatte, da ich zuweilen die Gunst genoß, ihm als Handlanger zu dienen. Das lebhafte Interesse, das ich an den Arbeiten meines Vaters nahm, führte mich von selbst auf das Lesen der Bücher, die ihn in seinen Versuchen leiteten, und es entwickelte sich in mir allmählich eine solche Leidenschaft für diese Bücher, daß ich gegen alles andere, was sonst Kinder anzieht, wie abgestumpft wurde . . ."

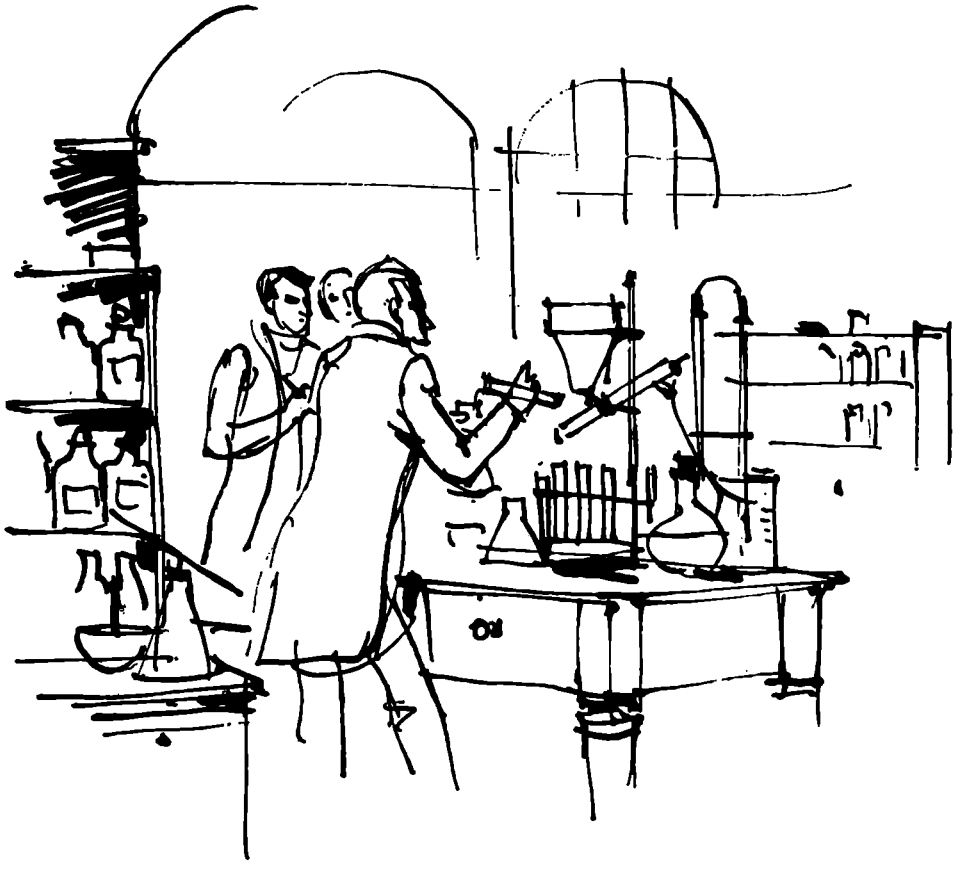
Liebig besuchte das Darmstädter Gymnasium, in dem, wie zu dieser Zeit überall, die Naturwissenschaften überhaupt keine Rolle spielten, dafür aber Latein und Griechisch desto mehr. Als der „unbegabte" Liebig von einem Lehrer einmal gefragt wurde, was er denn werden möchte, antwortete er, daß er Chemie studieren wolle. Lehrer und Schüler lachten sich halbtot über diesen närrischen Berufswunsch, denn keiner konnte sich damals vorstellen, daß Chemie etwas sei, was zu studieren wäre.
Nach einem kurzen Zwischenspiel bei einem Apotheker in Heppenheim versuchte Liebig, an der Bonner Universität Chemie zu studieren. Aber auch dort wurden seine Hoffnungen arg enttäuscht.

> „Von dem Katheder herab empfing der Zuhörer eine Fülle geistreicher Anschauungen; aber körperlos wie sie waren, konnte man damit nichts machen. Der Vortrag von Kastner,

welcher als der berühmteste Chemiker galt, war ungeeignet, unlogisch und ganz wie die Trödelbude voll Wissen beschaffen, die ich in meinem Kopf herumtrug. Die Beziehungen, die er zwischen den Erscheinungen auffand, waren nach folgendem Muster: Der Einfluß des Mondes auf den Regen sei klar, denn sobald der Mond sichtbar sei, hörten die Gewitter auf; oder der Einfluß der Sonnenstrahlen auf das Wasser zeige sich an dem Steigen des Wassers in den Gruben der Bergwerke, von denen manche im hohen Sommer nicht bearbeitet werden können.

Daß man den Mond sieht, wenn die Gewitter sich verzogen haben, und daß das Wasser in den Gruben steigt, wenn im Sommer die Bäche versiegen, welche die Pumpen treiben, war natürlich eine für einen geistreichen Vortrag zu plumpe Erklärung."

Noch hatten sich in der Naturwissenschaft die exakte Naturbeobachtung und das Experiment nicht durchgesetzt. Die Chemie wurde zumeist von einem Medizinprofessor „nebenbei" mit gelehrt, und chemische Laboratorien gab es überhaupt nicht. Erst 1822 — als Liebig nach Paris reiste



und bei den damals bedeutendsten französischen Chemikern Thenard und Gay-Lussac das Studium aufnahm — erhielt er eine wissenschaftliche Grundlage.

> „Ich erkannte, oder richtiger vielleicht, es dämmerte in mir das Bewußtsein, daß nicht allein zwischen zweien oder dreien, sondern zwischen allen chemischen Erscheinungen in dem Mineral-, Pflanzen- und Tierreiche ein gesetzlicher Zusammenhang besteht."

Unter der Anleitung der französischen Gelehrten entwickelte sich Liebig zum Forscher. Von ihnen erhielt er das Rüstzeug, das er brauchte, um später in Gießen — als 21jähriger Professor — ein erstes chemisches Laboratorium aufzubauen, das für Jahrzehnte zum Zentrum der chemischen Wissenschaft in Deutschland wurde. Liebig erfüllte seine Schüler auch mit dem Geist, der ihn selbst beseelte, nämlich die Wissenschaft nützlich werden zu lassen. Und das war im damaligen Deutschland gar nicht leicht.

Wie schwer es in Deutschland war, eine Entdeckung zum Nutzen der Menschen anzuwenden, mußte auch ein anderer Chemiker erfahren: Friedlieb Ferdinand Runge. Auch er war ein ehemaliger Apothekerlehrling, der Medizin und Chemie studierte und 1832 zum Technischen Leiter einer chemischen Produktenanstalt in Oranienburg bestellt wurde, die der Preußischen Seehandlung unterstand. Die Preußische Seehandlung war gewissermaßen eine Staatsbank, die beauftragt war, gewerbliche Unternehmungen durch Kapitaleinlagen zu fördern. Einige Betriebe unterstanden ihr sogar direkt, das heißt, sie waren zumeist in-

folge totaler Verschuldung in die Hände des Gläubigers übergegangen. Zu diesen Betrieben gehörte auch die chemische Produktenanstalt. In ihr wurden unter anderem die Gasabwässer ausgenutzt, die in Bottichen auf Tafelkähnen aus den Berliner Gasanstalten nach Oranienburg gebracht wurden. Während wir uns vorstellen, wie die trübe Brühe von Berlin gemächlich über Spree und Havel nach Oranienburg gelangte, wollen wir schnell noch eine kleine Geschichte über das

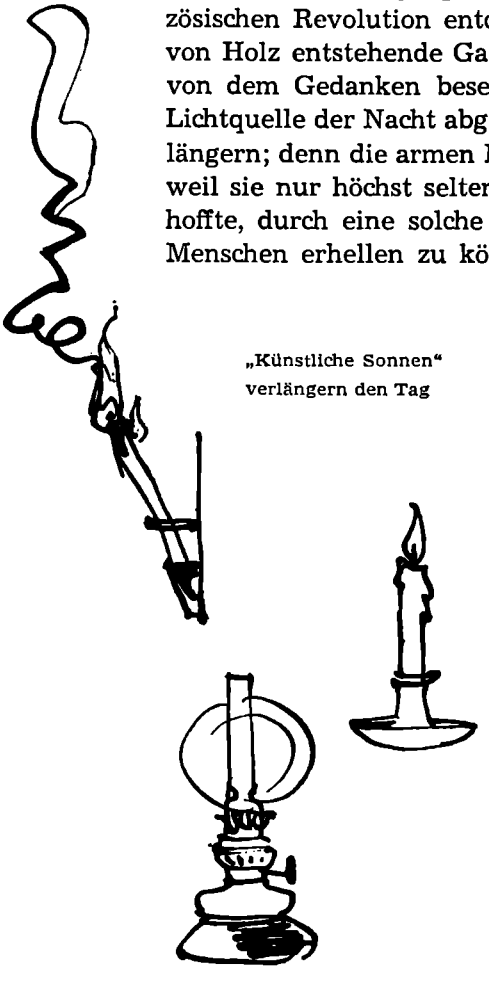
Leuchtgas

selbst hören. Es heißt, daß William Murdock, Ingenieur in der Dampfmaschinenfabrik Boulton & Watt, als erster auf den unsichtbaren Geist, nämlich das aus verkokter Steinkohle entweichende Gas, aufmerksam geworden sei. Eines Abends habe er Steinkohlengas in einer Schweinsblase eingefangen, oben hinein das Mundstück seiner Tabakspfeife ge-

steckt und das dort austretende Gas angezündet. So sei er mit einem bläulich leuchtenden Flämmchen durch die nächtlichen Straßen Sohos gewandert.

Schon 1798 ließ Watt durch Murdock die Werkstätten mit Gasbeleuchtung ausstatten, und 1802 – zur Feier des Friedens von Amiens – wurde die ganze Front der Fabrik durch selbsterzeugtes Gas brillant beleuchtet. Die Ingenieure betrieben die Sache aber nur zum eigenen Nutzen; sie dachten nicht daran, das neue wunderbare Licht, das an die Stelle von Kienspan, Kerzen oder Petroleumlampen treten konnte, zu einem allgemeinen Beleuchtungsmittel zu machen. Sie hatten anderes zu tun.

Den Vorteil für die Allgemeinheit hatte ein anderer von Anfang an im Kopf. Es war der junge Franzose Le Bon, der in den Jahren der Französischen Revolution entdeckt hatte, daß man das bei der Destillation von Holz entstehende Gas zur Beleuchtung verwenden konnte. Er war von dem Gedanken beseelt, mit jeder Stunde, die durch eine billige Lichtquelle der Nacht abgerungen wird, das Leben der Menschen zu verlängern; denn die armen Leute mußten mit den Hühnern zu Bett gehen, weil sie nur höchst selten Öl für die Lampen kaufen konnten. Le Bon hoffte, durch eine solche Verlängerung des Tages auch die Köpfe der Menschen erhellen zu können. Sie würden die Möglichkeit haben, die arbeitsfreie Zeit für sich zu nutzen, zu lesen und zu lernen. Bei allen möglichen Geldgebern versuchte er, seine Gedanken anzubringen: Er schwärmte davon, daß es einmal heißen würde, Frankreich habe Europa nicht nur das Licht der republikanischen Freiheit aufgesteckt, sondern auch jedem einzelnen die Sonne auf den Tisch gestellt. Aber er fand weder Geldgeber noch Interessenten für seine Erfindung. Als er seine eigenen Mittel bis auf den letzten Sou verbraucht hatte, verzweifelte er und schoß sich im Wäldchen von Boulogne eine Kugel in die Stirn.



„Künstliche Sonnen“ verlängern den Tag

Le Bon war gewiß der einzige, der mit dem Gaslicht zugleich auch die Köpfe der Menschen erhellen wollte – und der einzige, der aus der Einführung der Gasbeleuchtung keine finanziellen Vorteile für sich erhoffte. Die nach ihm kamen, hatten in erster Linie finanzielle Interessen. So zum

Beispiel der braunschweigische Hofrat Winzer, der mit ungemeiner Lebhaftigkeit den Gedanken der Gasbeleuchtung aufgriff, nach London übersiedelte, dort seinen Namen in Winsor verwandelte und eine Aktiengesellschaft gründete. Diese Gesellschaft war zunächst ein reines Schwindelunternehmen, denn Winsor hatte keine Ahnung von den Methoden der Gewinnung und Nutzung des Leuchtgases. Ebenso wie die Aktionäre der Gesellschaft witterte er nur die große Gewinnchance. Er verkündete großartige Beleuchtungsprogramme, versprach den Aufbau von Gasfabriken und versicherte, daß in Zukunft das Gas durch Röhren in jede Wohnung laufen würde, so wie das Wasser. Unfreiwillig machte das von Murdock entdeckte Gaslicht Reklame für dieses Programm. Soviel Murdock auch auf den Scharlatan schimpfte, die Gutgläubigen sahen in ihm nur einen Neidhammel, der sich ärgerte, nicht selbst auf den Gedanken gekommen zu sein, die Gasbeleuchtung im großen Stil einzuführen. Als die Voraussagen des Hofrats nicht eintrafen, gab es Skandale und Aktienstürze. Immer wieder fanden sich aber Geldgeber, die an das Leuchtgas und an hohe Gewinne glaubten.

Im Laufe der Zeit hatte sich Winsor mit der Gasherstellung, Reinigung und Verteilung so weit vertraut gemacht, daß er tatsächlich einigen Entwicklungen auf diesen Gebieten voranhelfen konnte. Er erlangte sogar einige Patente und bald darauf die Privilegien, die er seinen Aktionären schon längst versprochen hatte. Bis 1825 errichtete er mehrere Gasanstalten in London und den Vororten. Nachdem man sah, daß die Gasbeleuchtung möglich war, entstanden immer mehr englische Gasgesellschaften. Auch auf den Kontinent griffen die englischen Unternehmen über und errichteten dort ihre Gasanstalten. 1826 leuchtete das „philosophische Licht", wie man es damals nannte, zum ersten Male in Berlin. Eigentlich wäre es ja Sache der Preußischen Seehandlung gewesen, solche Unternehmen zu finanzieren, aber sie räumte der englischen Gesellschaft alle Privilegien ein, beließ ihr alle Einkünfte aus der Gasbeleuchtung und kaufte ihr obendrein noch das Waschwasser des Leuchtgases ab, um aus dem im Wasser enthaltenen Ammoniak Salmiak zu gewinnen.

Damit wären wir nun wieder bei den Tafelkähnen, die das Abwasser in die chemische Produktenanstalt nach Oranienburg brachten. In dieser Anstalt arbeitete Friedlieb Ferdinand Runge. Er hatte den Kopf voller Ideen. Vor allem der Steinkohlenteer hatte es ihm angetan, der als Rückstand in den Wasserbottichen aus der Gasanstalt kam. Runge kochte und destillierte, versetzte den Teer mit den verschiedensten Substanzen und entdeckte zunächst, daß der Teer einen sauren und einen basischen Bestandteil enthält. Den sauren Bestandteil nannte er Karbolsäure. Wozu

diese Säure nützlich gemacht werden konnte, entdeckten erst später die Mediziner. Runge experimentierte mit dem basischen Bestandteil weiter und entdeckte schließlich, als er dieses Teerprodukt mit einer Chlorkalklösung zusammenbrachte, daß der Inhalt des Reagenzglases eine dunkelveilchenblaue Farbe annahm.
Runge hatte sich schon viele Jahre vorher mit Indigo beschäftigt, dem Purpurfarbstoff, der in Indien aus tropischen Pflanzen gewonnen und von den englischen Kolonialherren zu hohen Preisen an die Textilindustrien in aller Welt verkauft wurde. Mit diesem Pflanzenindigo wurden Baumwolle, Wolle und Leinen gefärbt. Runge trug sich seither mit der Hoffnung, man werde eines Tages Indigo künstlich erzeugen können. 1834 hatte er aus dem Teer Kyanol gewonnen. Diesen Stoff hatte der Apotheker Unverdorben schon 1826 aus dem Naturfarbstoff Indigo destilliert und ihn Krystallin genannt. Der Name, den dieser Stoff endgültig behalten sollte, wurde jedoch in Petersburg von dem Chemiker Fritzsche gefunden. Er gewann den von ihm Anilin genannten Stoff, als er Indigo und Kalilauge destillierte. In Gießen — im Laboratorium von Liebig — wurde 1843 von dem Chemiker Hofmann festgestellt, daß es sich bei allen Bezeichnungen um ein und denselben Stoff handelte, und er entschied sich für die Bezeichnung Anilin.
Runge experimentierte mit diesem Anilin und stellte verschiedene Farbstoffe her. Er schlug schließlich der Preußischen Seehandlung vor, die Verarbeitung von Teer im großen Stil aufzunehmen und Farbstoffe fabrikmäßig zu gewinnen. Aber damit kam er schlecht an. Die Staatsbank-Bürokraten wollten keine Experimente, sie wollten auch keine Farbstoffe aus Teer und erst recht keinen Purpur daraus, weil das gegen die natürliche Ordnung der Dinge verstieß und fast an Majestätsbeleidigung grenzte.
Runge hatte davon geträumt, der Welt die billigsten und schönsten Farbstoffe zu schenken, hergestellt aus dem

Abfallprodukt Teer

Aber die preußischen Narren wollten die Farbstoffe nicht. Sie konnten mit ihnen nichts anfangen, weil sie in ihrem Denken und Tun noch weit davon entfernt waren, in der chemischen Wissenschaft die Begründerin neuer Industriezweige zu sehen.
Zu dieser Zeit baute Borsig seine Lokomotivwerkstätten aus und errichtete in Moabit das erste Berliner Eisenhüttenwerk. Maschinenbau-

betriebe entstanden, und immer mehr Dampfmaschinen nahmen ihren Betrieb auf. Hatte es 1837 erst dreißig Dampfmaschinen gegeben, so waren es 1845 schon dreihundert. Die erste Phase der kapitalistischen Industrialisierung hatte also in Preußen schon eingesetzt. Aber daß es außer den klobigen Maschinenungetümen, außer Eisen und Kohle auch noch eine Industrie geben könnte, die sich auf die Laboratoriumsarbeit von Chemikern gründete, war für die Leiter der Preußischen Seehandlung noch nicht erkennbar.

So galt es ihnen als ein weit größerer Erfolg, als Runge im Torfteer einen Stoff fand, aus dem man Kerzen machen konnte. Bis dahin wurden in Oranienburg Stearinkerzen aus dem eingeführten Palmöl hergestellt. Runge gewann aus Torfteer Paraffin und stellte gleichmäßig brennende, nicht rußende und nicht tropfende Kerzen her.

Runge war schon längst aus der chemischen Fabrik ausrangiert und lebte in einer baufälligen Hütte am Rande Oranienburgs, als 1862 in London die dritte Weltausstellung eröffnet wurde. Die Festrede hielt der deutsche Chemiker August Wilhelm Hofmann. Er konnte auf die jüngsten großen Leistungen der Chemie hinweisen, die sich besonders in den ge-

färbten Stoffen zeigten, die in Schaukästen ausgelegt waren. Die Farben dieser Stoffe waren von einer prachtvollen Leuchtkraft und in einer Skala, wie sie die Welt noch nicht gesehen hatte. Neben den Stoffen standen in Schälchen die Farbstoffe: unscheinbare Körnchen, Pulver, Kristalle, und inmitten der Herrlichkeit eine Schale mit schwarzem Teer, dem Ausgangspunkt all der farbigen Schönheit.

Hofmann war stolz auf diese Leistungen der Chemie, obwohl er es gar nicht gern gesehen hatte, als sich sein Schüler Perkin mit Farben statt mit Chinin beschäftigte. Hofmann war 1845 nach London gegangen, um im Auftrag der englischen Regierung eine königliche Hochschule für Chemie einzurichten und zu leiten. Zehn Jahre später war einer seiner ehrenamtlichen Assistenten William Henry Perkin, ein 17jähriger aufgeweckter Junge.

Wie alle Assistenten und Schüler Hofmanns, war auch Perkin mit Versuchen beschäftigt, die darauf abzielten, künstliches Chinin herzustellen. England mußte sich als Kolonialmacht der Tropenmedizin besonders annehmen, um die Kolonialbeamten und Soldaten vor der Malaria zu schützen. Da das natürliche Chinin sehr teuer war, mußte ein künstlicher Stoff mit der gleichen Wirkung gefunden werden. Bei einem dieser vielen Versuche erhielt Perkin einen rötlichbraunen Niederschlag, und bei einem anderen kristallisierte sich ein schwarzer Niederschlag in der Glasschale. Als Perkin dem Niederschlag Weingeist hinzugab, erhielt er eine glänzende purpurfarbene Lösung. Perkin schrieb:

> „Sehr bald stellte ich fest, daß diese Purpurfarbe die Eigenschaft eines Farbstoffes hat und der Lichteinwirkung sehr gut widerstand. Da ich diese Versuche nicht in der Hochschule, sondern abends und während der Ferien in meinem Behelfslaboratorium zu Hause angestellt hatte, sprach ich zunächst mit meinem Freund Church darüber und besorgte mir die Adresse eines Fabrikanten, der an solcher Farbe interessiert sein müßte."

Und tatsächlich, der Fabrikant Robert Pullar in Perth teilte ihm mit:

> „Wenn Ihre Entdeckung die Waren nicht zu teuer macht, dürfte sie bestimmt eine der wertvollsten sein, die seit langer Zeit herausgekommen sind. Bei dieser Farbe handelt es sich um eine in allen Warenkategorien sehr viel verlangte . . ."

Perkin nahm nach weiteren Versuchen noch im Jahre 1856 ein Patent auf sein Verfahren.

> „Im Oktober ersuchte ich um eine Rücksprache mit meinem alten Lehrer Hofmann und erzählte ihm von der Entdeckung dieses Farbstoffes. Ich zeigte ihm Proben, die mit dem Farb-

stoff gefärbt waren, und sagte ihm gleichzeitig, daß ich im Begriff sei, die fabrikmäßige Herstellung des Farbstoffs zu betreiben und es mir sehr leid täte, die Hochschule für Chemie verlassen zu müssen. Er schien darüber sehr verstimmt, antwortete in wenig ermunternder Weise und ließ mich fühlen, daß ich möglicherweise einen falschen Schritt unternähme, der meine Zukunftsaussichten zerstören könnte . . ."

Perkin gewann in dem mit seinem Vater und seinem Bruder gegründeten Familienbetrieb nach einer selbst ausgetüftelten Technologie Anilinfarben. Eine Fülle von Entdeckungen und Erfindungen wurde in diesem Betrieb noch gemacht, der zum Ausgangspunkt der Teerfarbenchemie wurde und vielen Chemikern die Anregung gab, sich ebenfalls mit diesem Gebiet zu beschäftigen.

1862 betrug der Wert der hergestellten Erzeugnisse bereits 400 000 Pfund Sterling. Im Jahre 1867 — als in Oranienburg ein alter hagerer Mann namens Runge starb — produzierte der unter besseren wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedingungen zum Erfolg gekommene Perkin Farben im Werte von 1 250 000 Pfund Sterling!

Inzwischen waren aber auch in Deutschland die Bedingungen herangereift, die das Entstehen einer chemischen Industrie ermöglichten. Runge hatte sie nicht mehr nutzen können. Dafür tauchten Namen auf wie Bayer oder Engelhorn, der 1865 zum Begründer der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik wurde. Der sehr rasche Aufschwung der chemischen Industrie in Deutschland hatte seine Ursache darin, daß die deutschen Kapitalisten sich nicht aus eigenen Kolonialgebieten mit den Rohstoffen versorgen konnten, die von der Industrie gebraucht wurden. Um so nötiger war es, sie auf synthetischem Wege herzustellen. In England war dagegen der Besitz großer Rohstoffquellen in den Kolonien die Ursache dafür, daß die chemische Industrie nach einer kurzen anfänglichen Blüte wieder verkümmerte und weit hinter der deutschen zurückblieb.

Das ökonomische Interesse führte in Deutschland zur größtmöglichen Ausnutzung der chemischen Wissenschaft und zum Aufbau einer chemischen Großindustrie, die schließlich im IG-Farben-Konzern auch zu einer Hauptstütze des deutschen Imperialismus wurde. In England wurde die nützlich gewordene Chemie unnütz und überflüssig, weil sie die eigenen Monopole auf die in den unterjochten Kolonien billig gewonnenen Naturrohstoffe gefährdete. Allein die Erzeugung des natürlichen Indigos stellte einen Wert von 100 Millionen Mark dar. Und welch großen Schaden fügte nur in diesem Fall die Chemie dem Inselreich zu! Hatte Deutschland zum Beispiel noch 1896 für 20 Millionen Mark natürliches Indigo abnehmen müssen, so führte es zehn Jahre später nicht nur kein

Indigo mehr ein, es führte sogar noch synthetisches Indigo im Werte von 29 Millionen Mark aus!

Die Wissenschaft konnte also auch in den ökonomisch fortgeschrittenen Ländern nicht im vollen Umfange wirksam werden. Ihre Entwicklung wurde gefördert oder gehemmt, so wie es den jeweiligen wirtschaftlichen Interessen entsprach. Aber immerhin: Die chemische Industrie war einer der ersten Industriezweige, der sich vollständig auf wissenschaftlicher Basis zu entwickeln begann, ein Zweig, den es vorher nicht gab, weil er sich erst mit der produktiv werdenden Wissenschaft innerhalb der kapitalistischen Wirtschaftsweise herausbilden konnte. In der Folgezeit entstanden auch noch andere Industriezweige als Ergebnis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Forschungen, so die Elektroindustrie und die Rundfunk- und Fernmeldetechnik, die eng an die Fortschritte der physikalischen Wissenschaften geknüpft waren. Nach und nach wurden nahezu alle Sphären der industriellen Produktion von der Wissenschaft durchdrungen und auf eine neue technische Stufe gebracht. Aber für alle Zweige gilt, was wir für die Chemie feststellten: Sobald die Wissenschaft imstande war, neue Naturkräfte in den Dienst der Produktion zu bringen oder ihre Erkenntnisse technisch anwendbar zu machen, unterlag sie, wie alle anderen Produktivkräfte, auch den gleichen Hemmnissen, die sich aus der erreichten Stufe der Produktion und der Produktionsweise ergaben. Sie sollte produktiv werden, aber nur in dem Umfang, den die kapitalistischen Unternehmer wünschten, und in der Zielsetzung, die ihren Interessen entsprach. So war die Wissenschaft von den Fesseln der feudalistischen Beschränkungen befreit, aber zugleich an die Kette des Kapitals gelegt worden.

POSTEN – FACKELN – TELEGRAFEN

Stundenlang dröhnen die Trommeln — Des Königs Ohren — In die Ferne geschrieben — Die ersten elektromagnetischen Telegrafen — Samuel Morse — Das teuerste Telegramm der Welt — Die Stimme im Draht — Der Physiker Heinrich Hertz Das erste drahtlos übermittelte Telegramm — Funkstunde Berlin — Die Zauberröhre

Stundenlang dröhnen die Trommeln

durch die Urwaldnächte. Wenn man Berichte von Forschungsreisenden liest oder hört, die in noch unerschlossene innerafrikanische Urwaldgebiete eindrangen, kann man immer wieder erfahren, welche große Rolle die Trommel im Nachrichtenverkehr spielt. Die uneingeweihten Eindringlinge wissen zwar nicht, welche Nachrichten die Trommeln verbreiten, sie können aber sicher sein, daß im Umkreis von hundert Kilometern alle Stämme genau über den Weg und das Verhalten der Fremden unterrichtet sind. Ein Völkerkundler erzählte einmal:

„Ich bin sogar überzeugt, daß sie nicht nur unseren Weg und unsere Absichten genau kannten, sondern auch unseren täglichen Arbeitsablauf, unsere Stimmung und unsere Lage. Als wir uns einmal einem Urwalddorf näherten, kamen uns einen halben Tagesmarsch weit einige Männer entgegen, die auf den Köpfen Tonkrüge mit frischem Wasser trugen. Mir ist unerklärlich geblieben, wer ihnen mitgeteilt hat, daß wir tatsächlich am Rande des Verschmachtens waren, weil wir eine Wasserstelle, mit der unsere Führer gerechnet hatten, ausgetrocknet vorfanden. Dabei hatten wir seit vielen Tagen mit keiner Menschenseele gesprochen, außer natürlich mit unseren Begleitern, die vielleicht mit den uns unsichtbaren Spähern auf irgendeine Weise in Verbindung waren. Es ist uns auch niemals gelungen, unangemeldet in einem Dorfe anzu-

kommen. Immer wußte man über uns Bescheid und empfing uns. Und vom ersten Augenblick an wurde auch unser gewiß nicht auffallender Expeditionsleiter als Chef erkannt und besonders zuvorkommend begrüßt. Nicht einer der Stammeshäuptlinge hatte sich in den durch die Trommeln übermittelten Personenbeschreibungen geirrt. Ohne Zweifel wäre es uns schlecht ergangen, wenn wir Böses im Schilde oder im Verlaufe unserer Expedition etwas Schlimmes verübt hätten."

Solche und viele andere Beobachtungen in allen Weltteilen und aus jüngerer oder älterer Zeit zeigen, wie genau die Nachrichtenübertragung durch Trommeln ist. Sie funktioniert mit einer Präzision, wie sie sich nur herausbildet, wenn Sicherheit und Leben von ihr abhängen.

Die Trommelzeichen, die durch den dichten Urwald dringen, die Flammenzeichen, die von Hügel zu Hügel huschen, oder die Rauchzeichen, die von Horizont zu Horizont die Steppe überspringen — sie alle sind schneller als ein Mensch, schneller als ein Reiter, schneller als eine sich nähernde Gefahr. Darauf kam es an. Schon in sehr früher Zeit der

Menschheitsgeschichte konnte es sich keine Sippe, kein Stammesverband leisten, erst dann von einem Ereignis zu erfahren, wenn der eintreffenden Kunde die Auswirkungen des Ereignisses auf dem Fuße folgten.
Die Ackerbauern konnten sich gegen den Überfall eines räuberischen Stammes nur wehren, wenn sie von der heranziehenden Gefahr wußten. Waren die Räuber bereits in der Siedlung oder setzten sie dem Ankündiger des Unheils direkt nach, war es für eine Abwehr zu spät. Ebenso konnten sich die Afrikaner vor den Sklavenjägern, die ihre Urwalddörfer überfielen, nur schützen, wenn sie rechtzeitig über das Kommen der Bande informiert waren. Es mußte ihnen Zeit zur Flucht oder zur Abwehr bleiben.
Deshalb brauchte man Späher, die die nächste Umgebung überwachten und Gefahren signalisierten, und zwar schneller, als ein Mensch die Kunde hätte überbringen können, und schneller auch, als die Gefahr selbst sich näherte. Wenn dann die Nachrichten über das Gesehene oder Geschehene von Späher zu Späher, von Dorf zu Dorf und von Stamm zu Stamm ausgetauscht wurden, war es möglich, ein Gebiet von vielen hundert Quadratkilometern unter Kontrolle zu halten. Jeder war über alles Wichtige informiert, alle lebensbedrohenden Überraschungen wurden in ihren Ansätzen erkannt. Alle übermittelten Nachrichten wandten sich an alle. Jeder konnte und sollte sie hören oder sehen, und jeder sollte sich ein Bild machen können über das, was anderswo geschehen war, damit er sich einstellen konnte auf das, was vielleicht auch in seiner Nähe geschehen könnte.
Diese Tatsache, die auch heute noch alle Nachrichtensysteme der sogenannten Naturvölker auszeichnet, ist wichtig, denn im Verlaufe der weiteren Entwicklung wurden auch die Informationen zu einem Alleinbesitz der Herrschenden.

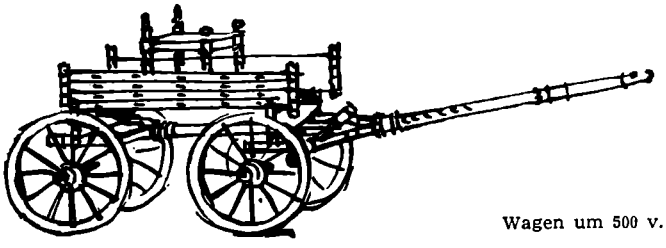
In den großen Sklavenhalterstaaten erfuhr auch das Nachrichtenwesen eine beträchtliche Vervollkommnung. Nicht nur im Lande selbst mußten durch ein zuverlässiges System Befehlsweitergabe und Rapport gesichert sein, auch an die Grenzen und über die Grenzen hinaus mußten

reichen. So entstand im Dienst der Könige ein weitverzweigtes Posten- und Kuriersystem. Aus besonders geeigneten Sklaven wurden Läufer ausgewählt, die überall im Lande an Postenstellen stationiert waren. Die Entfernungen zwischen den Postenstellen waren jeweils so groß, daß sie gerade an der Grenze der Leistungsfähigkeit eines guten Läufers lagen. So wanderte der Nachrichtenstab oder die Papyrusrolle von einem Läufer zum anderen und wurde in unglaublich kurzer Zeit über die größten Entfernungen gebracht. Niemand erfuhr, welche Nachrichten die Läufer beförderten, und auch die Läufer selbst konnten sie nicht lesen. Vom persischen König Dareios Hystaspes erzählt die Geschichte, daß er zur Übermittlung wichtiger Nachrichten laut rufende Männer in einiger Entfernung voneinander aufgestellt hatte. So kamen die Meldungen aus den entfernteren Provinzen schneller in die Hauptstadt als durch Stafettenläufer. Diese „Ohren des Königs", wie man die Männer nannte, riefen einander die Nachrichten Wort für Wort zu. Es heißt, innerhalb der Ruferkette hätten Nachrichten während eines Tages eine Entfernung von 30 Tagereisen zurückgelegt!

Der griechische Weltenbummler Herodot berichtet von einer anderen persischen Einrichtung, von „Telegrafenlinien", auf denen Nachrichten mit Hilfe von Fackelsignalen übermittelt wurden. Auch Hannibal hat auf seinen Feldzügen in Spanien und Afrika feste Stationstürme eingerichtet, von denen aus Fackelsignale weit über das Land gehen konnten. Fackeln — oder bei Tage Fahnen — erlaubten eine schnelle und präzise Zeichengebung. Es gab regelrechte Buchstabensysteme, mit denen auch längere Texte wortgetreu übermittelt werden konnten. Selbstverständlich waren sie nur von dem zu entziffern, der am Ende den gleichen Buchstaben-Signalschlüssel hatte wie der die Nachricht Aufgebende.

Wenn wir an die Nachrichtenübermittlung im Altertum denken, so fällt uns gewiß jener athenische Krieger Diodemon ein, der vom Schlachtfelde in Marathon nach Athen lief, den Sieg verkündete und tot zusammenbrach. Dieser klassisch gewordene Marathonlauf, der auch bei unseren Langstreckenläufern noch im besonderen Ansehen steht, war aber

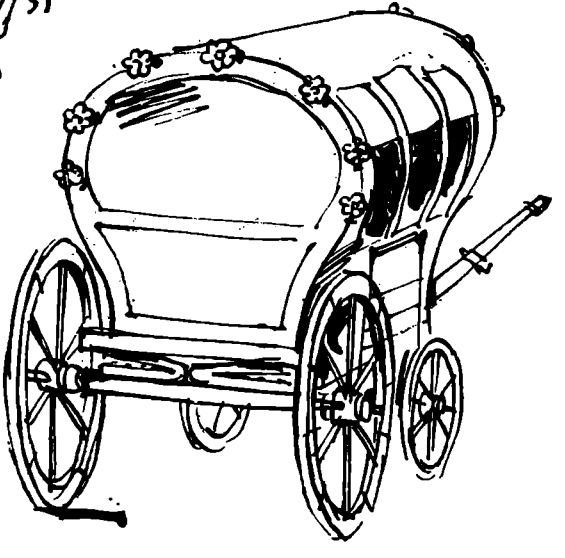
bereits zu seiner Zeit „technisch überholt". Es gab schon bessere Nachrichtensysteme als den Schnelläufer. Und eigentlich hätte es sich auch für die Athener gehört, ihre Hauptstadt durch eine Posten- oder Telegrafenlinie mit dem Kriegsschauplatz zu verbinden. Denn was wäre wohl geschehen, wenn nicht die Athener gewonnen hätten, sondern die Perser, und wenn dem die Niederlage kündenden athenischen Boten die persischen Krieger auf dem Fuße gefolgt wären?
Eine Nachricht muß schneller als der Mensch sein. Über die Straßen des römischen Reiches jagten Postkutschen mit Briefen und eiligen Reisenden, an Posthaltereien wurden die abgetriebenen Pferde gegen neue aus-



Wagen um 500 v. u. Z.

Altrömischer Reisewagen

Reisewagen auf eisernen Federn, 1605



gewechselt, und weiter ging die wilde Jagd. In späterer Zeit hatten auch die Araber und Mongolen reitende Staats- und Eilposten.
In Indien gab es eine ausgezeichnete Schnellpost, die Ulak – „geschwind wie ein Falke" –, und die Staatspost, die Berid. Die Staatspost überwand die gewaltige Entfernung vom Fuße des Himalaja bis an das südliche Meer innerhalb weniger Tage. Das ganze Land war mit Stationen der Staatspost überzogen, mit einem Sahib-el Berid, einem Postmeister, an der Spitze. Diese indischen Postmeister und ihre Untergebenen auf den Stationen und in den Kutschen waren gleichzeitig politische Beamte, die über jeden Reisenden, jede Bewegung im Lande, jedes wichtige Gespräch in ihren Kutschen an die Obrigkeit berichten mußten. So war die indische Post nicht nur ein offizieller Nachrichtenbeförderer, sondern zugleich auch ein geheimer Melde- und Nachrichtendienst.
In China bestand seit dem 3. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung eine Staatskurierpost mit über 2000 Posthaltereien für den Pferdewechsel. Alle diese Einrichtungen entsprangen der Zentralisation der Staatsmacht und dienten zur Ausübung der Staatsgewalt. Sie standen demzufolge auch nur den Angehörigen der herrschenden Klasse zur Verfügung.
In Europa gab es nach dem Zerfall des römischen Reiches keine Staatsposten und keine Telegrafen mehr. In Deutschland entstanden erst im 13. Jahrhundert die Anfänge von Posteinrichtungen. Da gab es bettelnde Mönche, die den Briefverkehr von Kloster zu Kloster besorgten und wochenlang die Briefe auf ungeregelten Bahnen durch Dörfer und Wälder bei sich führten. Die Ordensritter hatten „Bryffjongen" im Dienst, reitende Boten, die den Verkehr zwischen den Ordenskomtureien besorgten. Für das Volk gab es mancherorts die sogenannten Metzgerposten. Sie waren die seltsamste Art der Post. Die Metzger hatten bei ihren Viehaufkäufen oft weite Strecken zurückzulegen. Bei dieser Gelegenheit besorgten sie auch Nachrichten und Briefe, die in die betreffende Gegend gelangen sollten. Da sie diese Aufträge als eine Ehrensache betrachteten, waren sie die zuverlässigsten Boten.
Einzelne Städte begnügten sich aber sehr bald nicht mehr mit solchen höchst gelegentlichen und gänzlich unzweckmäßigen Einrichtungen. Sie begannen wieder da, wo einige Jahrtausende zuvor die Pharaonen begonnen hatten: Sie stellten Läufer ein. Auch die Fürsten und Höfe hielten sich Schnelläufer, die noch schlimmer dran waren als die Staffelläufer im Altertum. Denn sie mußten den ganzen Weg zurücklegen und oft tagelang laufen. Überbrachten sie eine gute Nachricht, erhielten sie mitunter auch einen fürstlichen Lohn; war die Kunde schlecht, ergoß sich die Schale des Zorns über den Unschuldigen, und nicht selten büßten Unglücksboten ihren Kopf ein.

Mit der Hansa und den aufblühenden Handelsstädten entstand 1580 ein für die Zwecke der Kaufleute geschaffenes Botensystem. Durch reitende Kuriere waren nahezu alle großen deutschen Städte miteinander verbunden. Daneben entstand auch eine erste Post. Die Kaiser des alten deutschen Reiches, Maximilian und später Karl V., hatten das Fehlen eines Nachrichtenwesens und die Unzulänglichkeiten der Nachrichtenübermittlung oftmals sehr schmerzlich empfinden müssen, weil sie nie rechtzeitig über die Vorgänge in ihrem großen Reiche informiert waren. 1520 wurde deshalb Baptista von Taxis zum Generalpostmeister ernannt und mit dem Aufbau eines Post- und Kurierdienstes beauftragt. Da er und seine Familie das erbliche Privileg der Post erhielten, entstand mit den Grundlagen eines Postdienstes auch der Grundstock eines riesigen Vermögens, denn bereits 1588 warf diese Post einen reinen Gewinn von hunderttausend Dukaten ab. Strecken, die von Wien bis Frankreich und den Niederlanden bis Spanien gingen, wurden mit Posthaltereien und Relaisstationen zum Pferdewechsel eingerichtet.
Daß man im Altertum bereits mit optischen und akustischen Signalen

hatte, blieb über tausend Jahre hinweg in Europa vergessen. Nur die Seeleute verständigten sich durch Flaggen- oder Blinkzeichen von Schiff zu Schiff. Und in dichter besiedelten Gebieten sprang das Geläut der Glocken von Ort zu Ort, um Kriegsgefahr anzukündigen oder um bei

einer Feuersbrunst um Hilfe zu rufen. Das wurde erst anders, als sich in dem französischen Ort Brulon die drei Brüder Chappe Gedanken darüber machten, wie sie sich auch über eine größere Entfernung hinweg unterhalten könnten. Zwei von ihnen waren nämlich in einem Institut untergebracht, das jenseits des Tales auf einer fernen Höhe stand, während der dritte daheim wohnte.

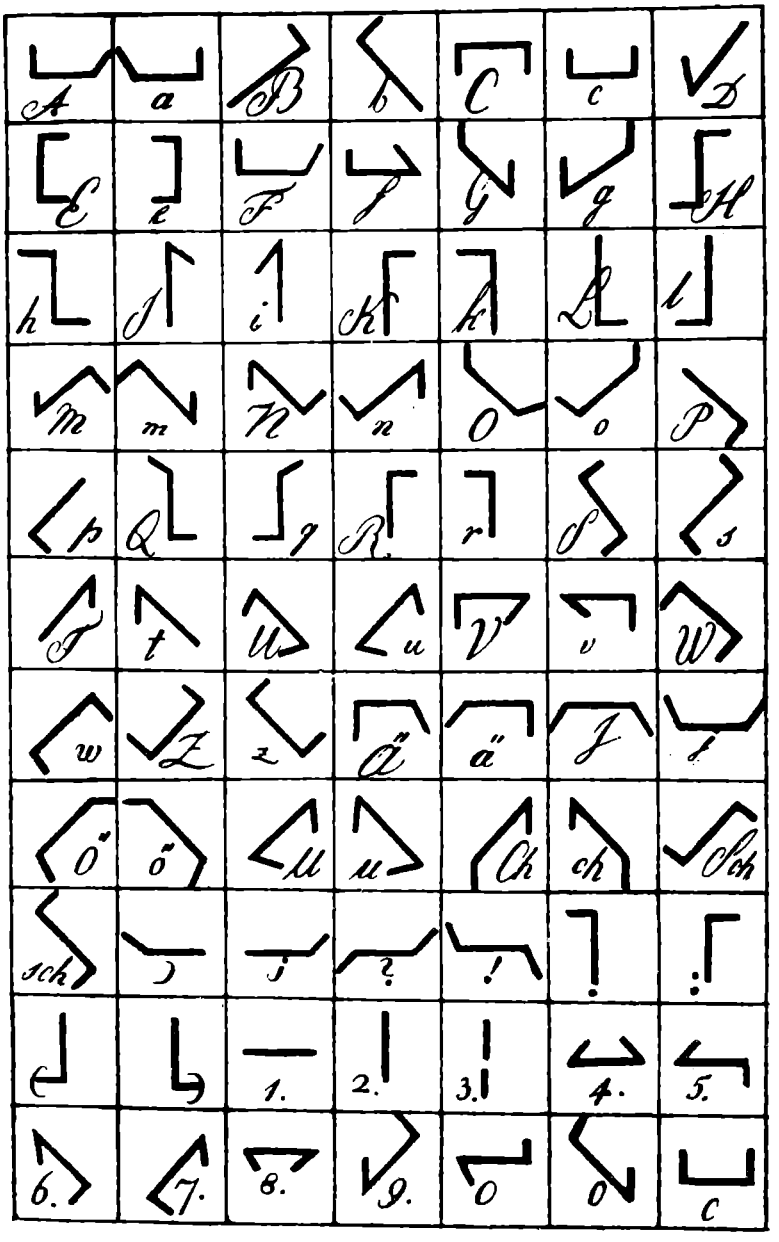
Sie hatten schon mit allen möglichen Gedanken gespielt und wollten mit Kerzenlicht oder mit Fähnchen signalisieren; aber Claude Chappe hatte eine noch bessere Idee. Er nahm einige Hölzchen und führte seinen Brüdern vor, was er sich ausgedacht hatte. Das erste Hölzchen sollte eine große Stange sein, die senkrecht aufgerichtet wurde. Hoch oben sollte ein Querholz befestigt werden, das wie ein Waagebalken beweglich war und an dessen beiden Enden noch ein Paar bewegliche Holzarme hingen. Alle diese beweglichen Teile sollten über Rollen und Schnüre vom Boden aus so eingestellt werden können, daß sich verschiedene Zeichen bilden ließen, die man genau voneinander unterscheiden konnte und denen jeweils eine bestimmte Buchstabenbedeutung gegeben werden sollte.

196 verschiedene Figuren ließen sich mit diesem Schnellschreiber — dem Tachygraphen, wie Claude Chappe den Apparat nennen wollte — herstellen. Er wollte aber nur 92 der am besten zu bildenden Figuren für die Buchstaben und Zahlen benutzen.

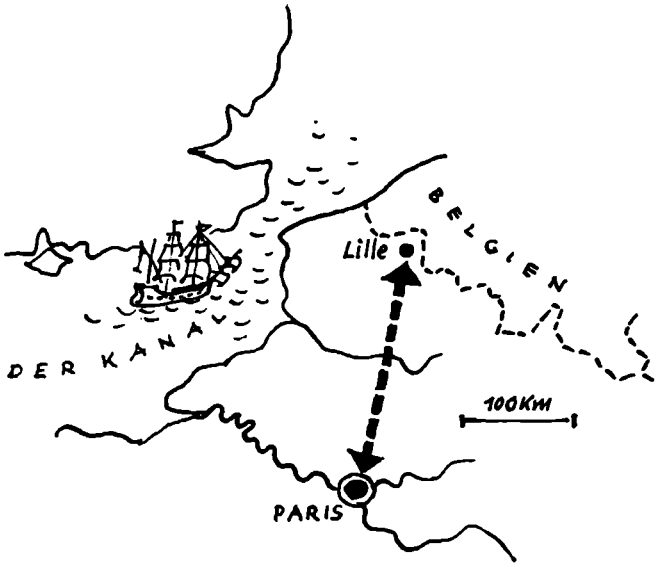
Alsbald geriet die Nachbarschaft in Aufregung, denn die Brüder zimmerten große Gerüste und Gestelle, die einem Galgen nicht unähnlich sahen. Eines stellten sie im Hofe ihres Anwesens und ein zweites neben dem Institut auf, so daß es sich in der Ferne gerade vom Himmel abhob. Bald konnten die staunenden Mitbürger erleben, wie sich die Brüder mittels der beweglichen Holzarme unterhielten.

Das alles geschah in den Jahren der bürgerlichen Revolution. In Paris war die Bastille gestürmt, und in den Gemeinden waren örtliche Selbstverwaltungsorgane eingesetzt oder gewählt worden. In Brulon verfolgten die Mitglieder der örtlichen Selbstverwaltung sehr aufmerksam die Versuche der Gebrüder Chappe. Eines Tages legten sie dem Bürger Claude Chappe nahe, seine großartige Erfindung nicht nur als eine private Spielerei zu betreiben, sondern daran zu denken, welcher Nutzen daraus für die Republik erwachsen könnte. Claude Chappe begriff, daß er dieses System ausbauen und verbessern mußte, wenn damit wichtigere Nachrichten übermittelt werden sollten als Mitteilungen unter Brüdern.

Im Juli 1793 — zwei Jahre nach den ersten Versuchen — legte Claude Chappe seinen Tachygraph vor dem Nationalkonvent dar. Danach wurde angeordnet, eine erste Signallinie zwischen Lille und Paris mit 22 Stationen einzurichten. Den Bau leitete Claude Chappe. Inzwischen hatte



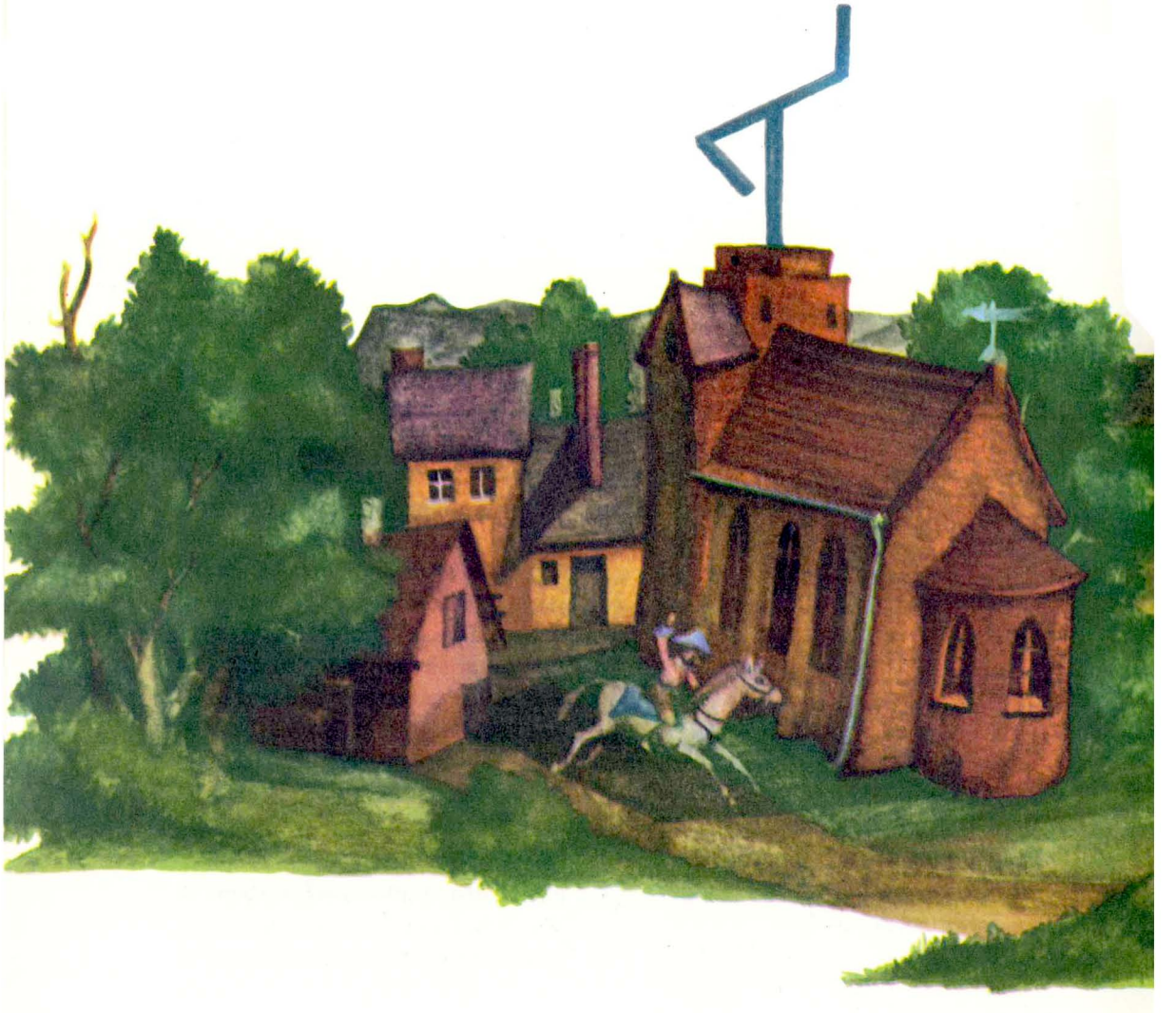
Das Chappesche Alphabet
verzichtete noch nicht auf besondere Zeichen für große und kleine Buchstaben

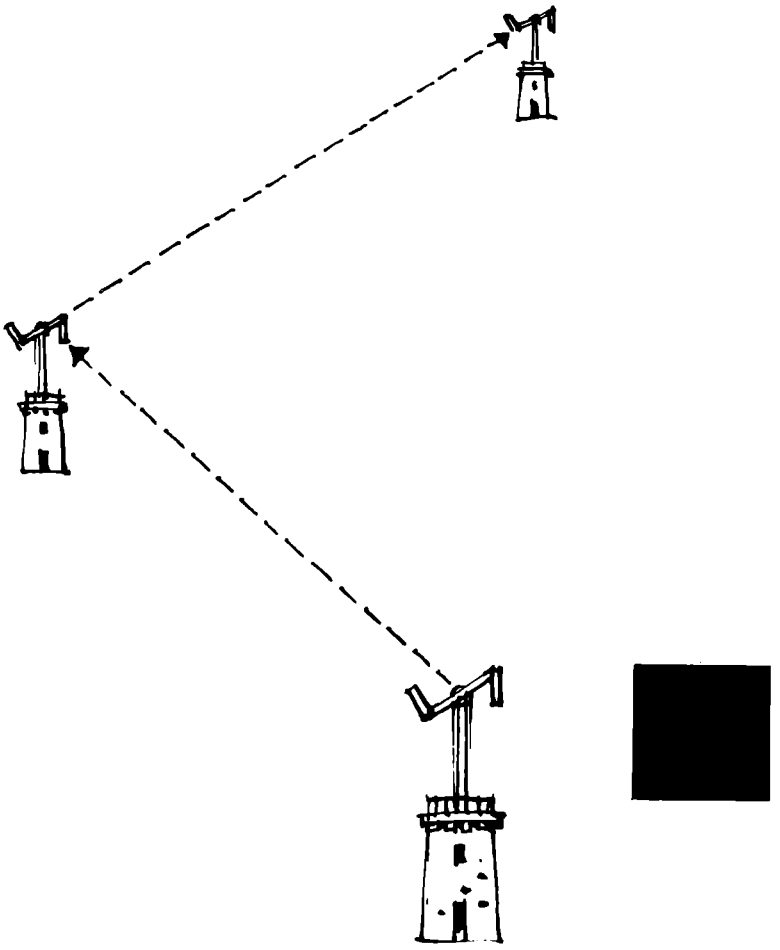


ein Mann aus dem Kriegsministerium auch einen besseren Namen gefunden: Telegraf, Fernschreiber. Während des Baues der Telegrafenstationen spitzte sich der Kampf zwischen Girondisten und Jakobinern immer mehr zu. Als die Linie 1794 beendet war, hatte in Paris die Gegenrevolution gesiegt, waren Robespierre und Saint Just hingerichtet worden. Die erste Depesche wurde am 17. August 1794 von Lille nach Paris übermittelt, sie gab die Wiedergewinnung der Festung Quesnoi bekannt. Eine Stunde nach der Einnahme war der Konvent bereits informiert. Mit dieser ersten Depesche war die Stellung des Telegrafen gesichert.

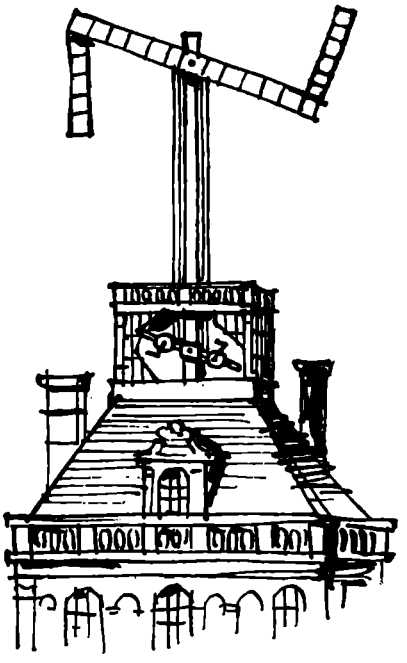
Im Verlaufe der nächsten Jahre wurden von Chappe immer neue Telegrafenlinien eingerichtet. Sternförmig breiteten sich von Paris aus über Höhen und Erhebungen die grauen Steintürme mit den hochaufragenden schwarzen Flügelarmen aus. Im Beobachtungsstand der Türme waren auf beiden Seiten feststehende Fernrohre angebracht, die eine genaue Beobachtung der ankommenden und die Weitergabe der aufgenommenen Signale durch die nachfolgende Station ermöglichten. Wenn das Personal genügend eingeübt war, durchlief ein Zeichen innerhalb einer Minute vierzehn Stationen, die im Abstand von etwa 5 Kilometern voneinander standen. Die 400 Kilometer lange Strecke Paris—Straßburg wurde von einem Zeichen in sechs Minuten zurückgelegt. Claude Chappe erlebte nur die Zeit der ersten großen Erfolge seines Telegrafen. Es kam zu Streitigkeiten, weil andere vorgaben, die Erfin-

Um zur rechten Zeit die richtigen Befehle geben zu können, muß man schnell und allseitig informiert sein. Der Information und der Befehlsübermittlung dienten die sternförmig von Paris ausstrahlenden Telegrafenlinien. Mit ihnen regierte Napoleon. Über Tausende Kilometer hinweg war er immer mit seinen Statthaltern, Feldherren, Truppenteilen und Diplomaten verbunden. Der Bevölkerung waren die Steintürme mit ihren beweglichen hölzernen Armen unheimlich. Sie konnte die Zeichen nicht entziffern, sie wußte nicht, ob sie die Kunde von Unheil, Befehle über Frieden oder neue Kriege in die Ferne trugen.





dung lange vor ihm gemacht zu haben. Chappe geriet in große Not und nahm sich 1805 das Leben.



Wenige Jahre später regierte Napoleon mit diesen beweglichen Armen halb Europa, mit ihnen dirigierte er die Armee und seine Statthalter. Eine Telegrafenlinie ging von Paris über Mailand bis nach Venedig. Es erübrigt sich, zu sagen, daß alle diese Telegrafenlinien einzig und allein Nervenstränge der Staats- und Kriegsmaschine waren und eine große militärische Bedeutung hatten. Diese Bedeutung war auch in Preußen erkannt worden.

Schon im März 1795, als in Frankreich die erste Telegrafenlinie erfolgreich in Betrieb war, führte Franz Karl Achard in Berlin einen ähnlichen Telegrafen vor. Achard, der als Physiker und Chemiker ein bedeutender Mann war – ihm ist die Entwicklung der Zuckergewinnung aus der Runkelrübe zu danken –, konnte aber keinen besonderen Erfolg verbuchen, obwohl der Telegraf „allerhöchsten Beifall" fand, wie es in einem zeitgenössischen Bericht der Vossischen Zeitung vom 3. März 1795 hieß:

> „Ein solcher Telegraph ist in Belle-vue, und einer auf dem Julius-Thurm der Festung Spandau errichtet worden. Den 1sten dieses wurden die zur Bestimmung der Zweckmäßigkeit dieses Telegraphen nöthigen Proben in allerhöchstem Beyseyn Sr. Majestät des Königs, Sr. Königl. Hoheit des Prinzen August Ferdinand und einer aus den Mitgliedern der physikalischen und mathematischen Klasse der Königlichen Akademie der Wissenschaften bestehenden Kommission angestellt. Sobald Se. Königl. Majestät in Belle-vue eintrafen, wurde von da nach Spandau ein telegraphisches Signal gegeben, und die telegraphische Operation, welche der Doktor Achard in Spandau dirigierte, nahm augenblicklich ihren Anfang. In Belle-vue wurde durch ein Signal erwidert, daß man daselbst zur Beobachtung bereit, und nun wurde von Spandau nach Belle-vue durch Zusammensetzung von Wörtern aus einzelnen Buchstaben ‚Es lebe der König' geschrieben ... Nach Beendigung dieser Ope-

rationen, welche den völligen Allerhöchsten Beifall Sr. Königl. Majestät erhielten, geruhten Allerhöchstdieselben noch der Probe der Schnelligkeit, mit welcher das Telegraph abgenommen, wie auch dem Beweise, daß es mit allem Zubehör auf einen Wagen geladen werden kann, allergnädigst beizuwohnen. Es fand sich, daß es in 17 Minuten durch 8 Zimmerleute ganz auseinander genommen, in 3 Minuten auf einen Wagen nebst allem Zubehör geladen und durch 2 Pferde gezogen wurde, worauf Se. Königl. Majestät Belle-vue unter allergnädigster Versicherung ihres Allerhöchsten Beifalls zu verlassen geruheten, und die telegraphischen Untersuchungsproben ein Ende hatten."

Einige Tage später vergnügten sich noch einmal die Prinzessin Luise und die Frau Landgräfin von Hessen-Kassel mit dem Telegrafen, dann verschwand er in der Rumpelkammer der Akademie.

In Preußen hielt man für überflüssig, was in England, Schweden und Dänemark, wo ebenfalls sofort Telegrafenlinien eingerichtet wurden, als ein großer Kulturfortschritt galt.

Erst lange nach Napoleons Niederlage und Sturz wurde 1833 eine Telegrafenlinie Berlin—Köln errichtet, weil Preußen das Bedürfnis hatte, seine Rheinprovinz durch einen direkten Nachrichtenweg fester an sich zu binden.

Zu dieser Zeit, als der Fortschritt auch in den preußischen Himmel seine optischen Zeichen schrieb, war diese Form des Telegrafierens technisch bereits überholt. Es gab schon seit einiger Zeit Besseres, nur in Preußen wußte man noch nichts davon.

Bei allen Vorteilen der Schnelligkeit hatten diese optischen Telegrafen doch den großen Nachteil, daß mitunter plötzlich ein Flügel oder das ganze Gestell stehenblieb und sich nicht mehr rückte und rührte. Dann war irgendein Seilzug verklemmt oder ein Gelenk gebrochen. In den Depeschen, die bei den Zeitungen oder auf den königlichen Schreibtischen landeten, brach dann der Text genau an der Stelle ab, an der auch die Übermittlung steckengeblieben war. Mitunter kam es auch vor, daß Nebel die Sicht gänzlich behinderte oder daß durch vorbeiziehende Nebelschwaden die Zeichengebung so erschwert wurde, daß am Ende völlig verstümmelte und sinnentstellte Depeschen herauskamen.

Schon zu der Zeit, als Chappe seine ersten Galgengerüste zimmerte, waren anderwärts gescheite Köpfe dabei, die Elektrizität in den Dienst der Nachrichtenübermittlung zu stellen. Und als die von der Entwicklung überholten Flügel zwischen Berlin und Köln zu zucken begannen, waren andere Geräte längst betriebsfertig:

Die ersten elektromagnetischen Telegrafen

1809 hatte Professor Thomas von Sömmering in München von einem bayrischen Minister auf „Allerhöchstderoselben" Befehl den Auftrag erhalten, sich um einen Telegrafen zu kümmern. Die bayrische Majestät hatte gesehen, was Napoleon mit seinen „Teufelstelegrafen" alles zuwege gebracht hatte, nun wollte sie auch eine solche Anlage in ihrem Lande haben.

Thomas von Sömmering war zwar Anatom und Physiologe, aber er war auch ein außerordentlich praktisch denkender Physiker und ein erfindungsreicher Kopf. Er dachte daran, einen galvanischen Telegrafen zu konstruieren, bei dem sich die chemische Wirkung durch Drähte fortpflanzen sollte. Am 8. Juli schrieb er in sein Tagebuch:

„Ich werde nicht ruhen können, bis ich den Telegraphen durch Gasentladung realisiert habe."

Und er ruhte nicht. Schon einen Tag später konnte er feststellen:

„Die Gasentladung gelingt bis auf eine Entfernung von zwölf Metern."

Am 16. Juli trug er stolz ein:

„Zersetzte das Wasser chemisch bis auf 52 Meter."

Nun gingen die Versuche erst richtig los. Nach weiteren drei Wochen, am 8. August, trug er ein:

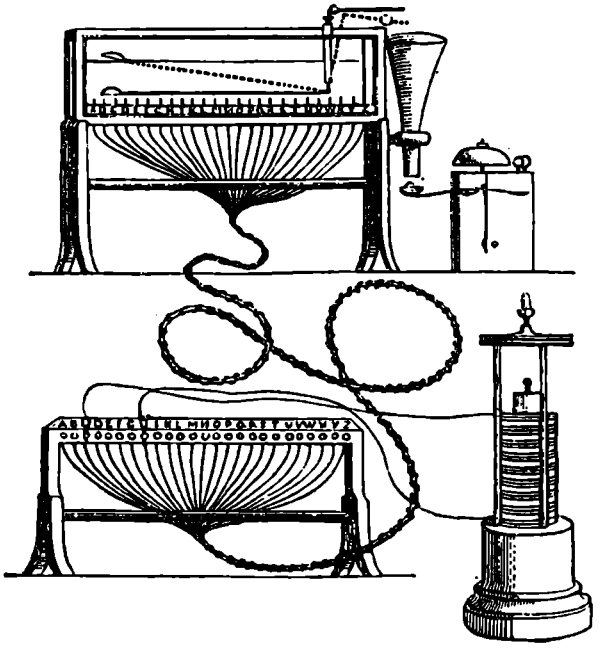
„Es geht schon bis auf 313 Meter!"

Und am 11. August schrieb er aufatmend:

„Der Telegraph gelingt mir, weiß Gott!"

Wenige Tage später, am 26. August 1809, legte der Gelehrte sein Projekt der Münchner Akademie vor. Es beruhte zwar auf einem technisch höchst einfachen Prinzip, aber was herauskam, war ein sehr umständliches Signalsystem.

Bereits der italienische Gelehrte Volta hatte entdeckt, daß der aus einer Voltaschen Säule abgeleitete elektrische Strom angesäuertes Wasser in seine Bestandteile — Sauerstoff und Wasserstoff — zu zersetzen vermag. Eine solche Gasbläschenbildung löste Sömmering in einem flachen Becken aus, das mit angesäuertem Wasser gefüllt war. In dieses Becken legte er zwei voneinander isolierte Drahtenden, die jeweils mit einem bestimmten Buchstaben des Alphabets oder mit einem Satzzeichen beschriftet waren. Am Sender endeten die Drähte in jeweils zwei Metallplättchen. Brachte man die beiden Metallplättchen mit einer Batterie in Verbindung, floß ein Stromstoß durch die Leitung, und vom betreffenden Drahtende im Empfängerbecken perlten Glasbläschen in die Höhe.



Sömmeringscher Telegraf, 1809

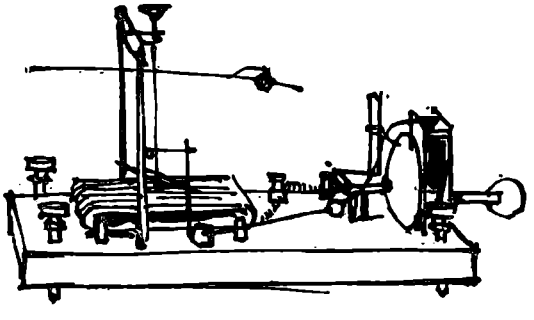
Sömmering fand bei seinen gelehrten Kollegen wenig Anklang mit seinem „galvanischen Telegraphen". Sie interessierten sich nicht dafür, und da der König seine fixe Idee wieder vergessen zu haben schien, nahm auch der Minister keinen weiteren Anteil am Verlaufe der Sache, für die er einen Auftrag erteilt hatte. In Paris wurde eine Kommission ernannt, die diesen Telegrafen prüfen sollte; sie verwarf ihn. Napoleon nannte das Verfahren eine echt deutsche Schwärmerei und verwies auf seine Flügeltelegrafen: Wenn diese schwarzen Arme in Bewegung waren, dann starrten die Menschen voller Ehrfurcht auf die Signalstationen. Die sichtbaren Befehle des großen Napoleon beherrschten das Land, sein Wille ließ die Telegrafen zucken. Man sah es, auch wenn man nichts verstehen konnte. Was wären dagegen wohl perlende Gasbläschen?
Bis 1820 führte Sömmering in München auf einer über drei Kilometer langen Übertragungsstrecke seine Erfindung vor. Alexander von Humboldt und Karl Friedrich Gauß, der große Göttinger Mathematiker, interessierten sich sehr dafür. Auch im Ausland beschäftigte man sich mit dem „Chemischen Telegraphen", wie er damals allgemein hieß. Der Begriff Elektrolyse für durch elektrischen Strom bewirkte chemische Zersetzung war noch nicht geschaffen. Faraday wählte ihn erst 1834. Aber auch Alexander Bain, der 1843 einen wirklich brauchbaren Apparat

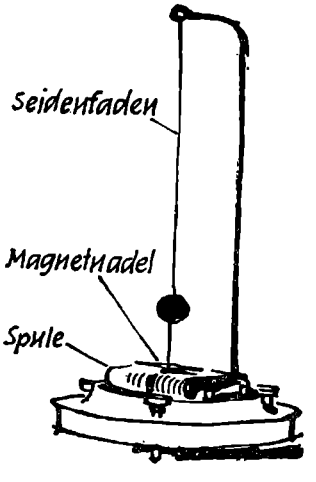
dieser Art konstruierte, bezeichnete ihn noch als chemischen Telegrafen. Da sein Apparat statt 27 Leitungen nur eine einzige brauchte, weil als Rückleitung die Erde benutzt wurde, fand er in Amerika und England weite Verbreitung.

Die eigentliche Entwicklung des Telegrafen folgte allerdings einem anderen Prinzip. Als von Hans Christian Oersted in Kopenhagen entdeckt wurde, daß die Magnetnadel durch elektrischen Strom abgelenkt wird, schlug schon Ampère vor, diese Erscheinung zur elektrischen Zeichengebung über große Strecken hinweg zu benutzen. Fechner in Leipzig und Davy und Alexander in England bauten auf dieser Grundlage die ersten Zeigertelegrafen. Offenbar war aber doch derjenige, den die Göttinger Professoren Gauß und Weber im Jahre 1833 herstellten, zunächst der beste. Sie wollten sich eine telegrafische Verbindung zwischen dem physikalischen Kabinett und der einen knappen Kilometer entfernt liegenden Sternwarte schaffen. Dazu überspannten sie die Strecke mit zwei Drähten über die Häuser der Stadt hinweg. Durch die Drähte geschickte Stromstöße brachten beim Empfänger die Magnetnadel zum Ausschlagen. Die verschiedenen Ausschläge nach links oder rechts wurden durch Buchstabenbedeutung zu einem Chiffresystem gemacht; so konnten sie sich wechselseitig Depeschen zuschreiben. Das erste elektrische Telegramm lautete: „Michelmann kommt." Meister Michelmann, der als ihr Mechaniker beim Bau der Anlage geholfen hatte, wurde dadurch in der Geschichte der Technik aktenkundig.

Die beiden Göttinger Wissenschaftler benutzten den Telegrafen bis zum Jahre 1837. In diesem Jahre mußte Wilhelm Eduard Weber Göttingen verlassen. Ernst August, der neue König von Hannover, jagte ihn und

Nadeltelegrafen von Schilling





sechs andere Professoren — unter ihnen auch die Gebrüder Grimm — aus seinem Lande. Die Professoren hatten dagegen protestiert, daß der Herrscher die Verfassung des Landes außer Kraft setzte und wieder selbstherrlich regieren wollte. Sie fühlten sich an ihren auf die Verfassung geleisteten Eid und nicht an den Monarchen gebunden und wollten sich seiner Macht nicht beugen.

Schon in den ersten Monaten des Bestehens der Göttinger Telegrafenleitung hatte Gauß geschrieben:

> „Ich bin überzeugt, daß unter Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden könnte."

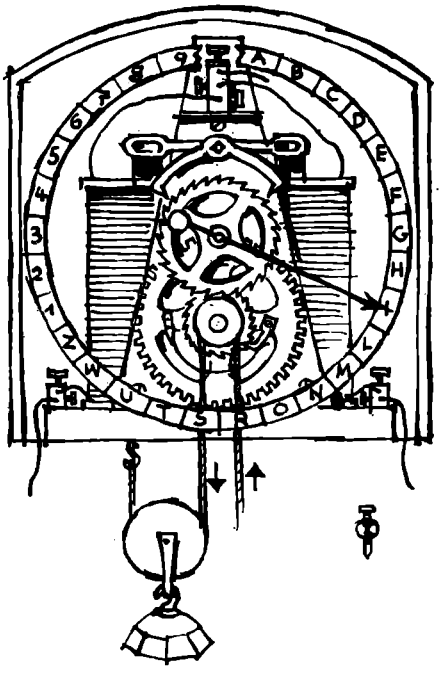
Als die Eisenbahn Leipzig—Dresden im Bau war, trug man sich mit der Absicht, den Telegrafen von Gauß und Weber im Eisenbahndienst zu benutzen. Gauß schlug vor, eine oberirdische Leitung zu legen und als Rückleitung den Schienenweg zu benutzen. Die Sachverständigen der Bahnverwaltung meinten aber, daß die Leitungen unterirdisch verlaufen müßten. Der Mangel an geeignetem Isolationsmaterial ließ das Projekt scheitern.

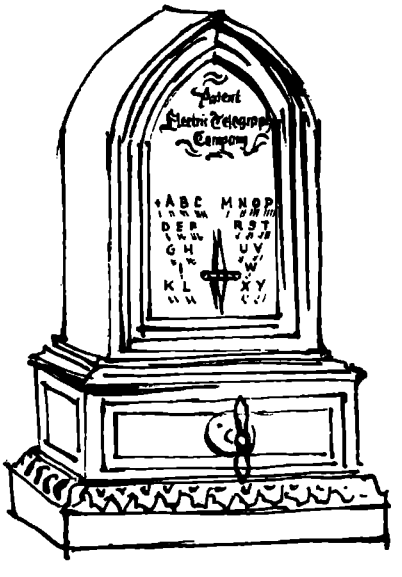
Da weder Gauß noch Weber wegen anderer Forschungsarbeiten an der praktischen Einführung der Telegrafie besonderen Anteil nehmen konnten und wollten, regte Gauß seinen ehemaligen Schüler Steinheil an, sich um die Verbesserung des Telegrafen zu bemühen.

In England brachten um diese Zeit Wheatstone und Cooke einen Zeigertelegrafen heraus, der im englischen Eisenbahndienst Verwendung fand. Der Telegraf entlang der Bahnlinie London—Blackwell wurde sofort berühmt. Ein Mörder, der in Blackwell mit der Eisenbahn flüchtete, konnte beim Eintreffen des Zuges in London von der Polizei verhaftet werden. Sein Steckbrief war ihm telegrafisch vorausgeeilt.

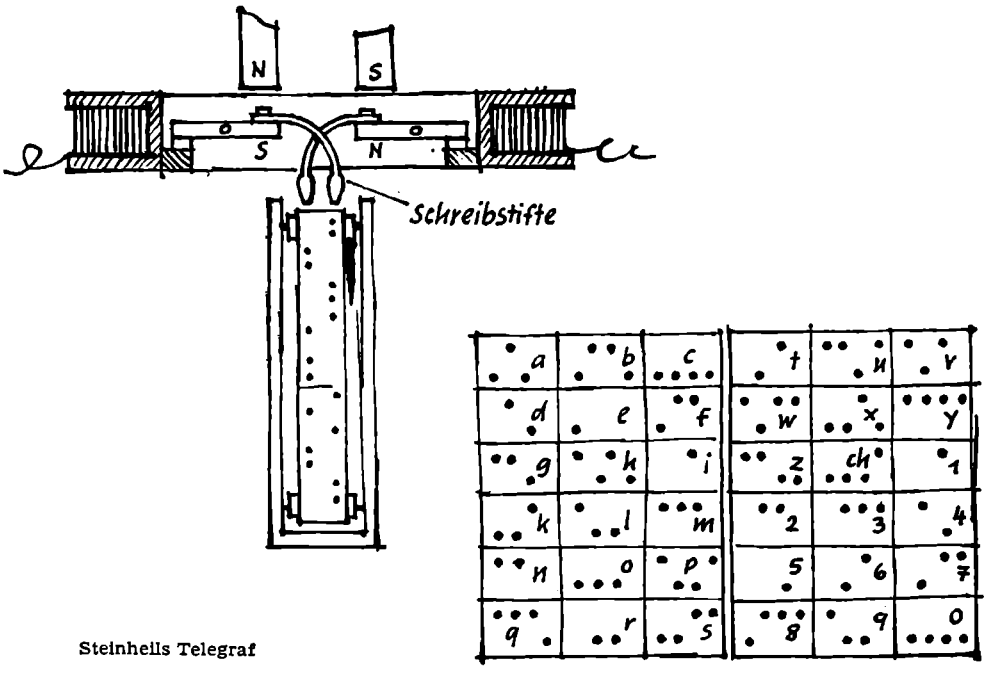
Die Zeigertelegrafen verschiedener Konstruktion setzten entweder eine Nadel in Bewegung, die sich im Uhrzeigersinne drehte und auf einem bestimmten Buchstaben stehenblieb, oder die Nadel schlug mehrmals nach links oder rechts aus und bezeichnete durch die Zahl der Ausschläge einen Buchstaben. Einen Zeigertelegrafen, der auf einer Skala die Buchstaben angab, bekam auch der junge Werner Siemens zu Gesicht. Er erkannte sofort den Nachteil dieses Systems: Die Zeiger des Senders und des Empfängers liefen nicht immer völlig gleich. Ließ der Mann am Sender den Zeiger beim Buchstaben O halten, so war es möglich, daß der Zeiger beim Empfänger erst das L erreicht hatte. Später entwickelte Siemens selbst einen Zeigertelegrafen, bei dem er durch ein besonderes Prinzip erreichte, daß die Zeiger im Sender und im Emp-

fänger völlig gleichlaufend schrittweise vorrückten und beide an derselben Stelle anhielten. Diese Telegrafen wurden dann auch von der preußischen Armee benutzt.
In München versuchte Professor Steinheil, einen anderen Weg zu gehen. Er wollte die bisher nur ablesbaren Zeichen sich selbsttätig schriftlich fixieren lassen. Zwei Magnetstäbchen, die in ihrem Innern Schreibstifte trugen, wurden durch die Nadelabweichung so in Bewegung gesetzt, daß sie Punkte auf einen Schreibstreifen drückten. Ein Uhrwerk führte den Papierstreifen an den Schreibstiften vorbei. 1837 bestanden solche telegrafischen Verbindungen zwischen der Sternwarte in Bogenhausen und dem physikalischen Kabinett der Münchner Akademie, von dem eine weitere Leitung in Steinheils Privatwohnung abging. Die Nachrichtenübertragung funktionierte ausgezeichnet. Sie hatte zudem den großen Vorteil, daß niemand als ständiger Beobachter am Empfänger sitzen mußte. Die Zeichen markierten sich selbst in der Steinheilschrift auf dem Papierstreifen.





Zeiger- und Nadeltelegrafen verschiedener Konstruktion von Wheatstone und Cooke



Steinheils Telegraf

Bei Versuchen an der Eisenbahnstrecke Nürnberg—Fürth machte Steinheil eine grundlegende Entdeckung: Man brauchte gar nicht zwei Drähte, und auch die Schienen benötigte man nicht zur Rückleitung; man konnte die Erde selbst als Rückleitung verwenden. Obwohl durch diese Entdekkung der Erdrückleitung die Kosten für die Einrichtung einer Telegrafenlinie Nürnberg—Fürth beträchtlich gesunken wären, wollten die Vertreter der Städte nichts davon wissen. Sie meinten, es läge dafür kein Bedürfnis vor.

Steinheil leistete in Österreich und der Schweiz noch Großes für die Einführung der Telegrafie. Er erfand neuartige, von elektrischem Strom betriebene Anlagen — wie Feuermelder und Uhren — und wandte sich später wieder der Optik zu. Schon in jüngeren Jahren hatte er ein Prismenfotometer konstruiert, mit dem man die Helligkeit der Fixsterne messen konnte. Später schuf er durch seine Berechnungen für Linsen und Linsensysteme die Voraussetzungen für die Entwicklung der Mikroskopie und der Fotografie. Dieser Naturwissenschaftler, der dem Menschen half, mehr zu sehen und zu erkennen, als je zuvor gesehen werden konnte, der des Menschen Blicke in astronomische Weiten und in die Mikrowelt lenkte, verbrachte selbst die letzten Lebensjahre in Blindheit.

Die Anfänge der Telegrafie waren geschaffen. Viele Techniker und Gelehrte, erfindungsreiche Köpfe aus allen Berufen, hatten dazu beigetragen. Aber immer noch fehlte das, was

Samuel Morse

dazu tun sollte. Es war keine neue Erfindung, keine Umwälzung, aber doch: Samuel Morse machte aus dem Telegrafen erst das, was wir auch heute noch darunter verstehen. Und da das sehr viel ist, wird Morse mitunter als Erfinder des elektrischen Telegrafen bezeichnet.

Samuel Morse war ein amerikanischer Historien- und Porträtmaler. Er hatte in Europa studiert und unternahm auch später ausgedehnte Studienreisen durch Europa. Auf einer Rückfahrt nach Amerika traf er 1832 mit dem Bostoner Professor Charles T. Jackson zusammen, der durch allerlei elektromagnetische Vorführungen und Vorträge den Schiffsreisenden die lange Segelfahrt verkürzte. Von ihm erfuhren die Fahrgäste auch, wie die neuartigen elektrischen Telegrafen funktionierten und welche großartigen Anwendungsmöglichkeiten sie finden könnten. Es heißt, Samuel Morse habe sich schon auf dem Schiff entschlossen, eine vereinfachte Methode der Nachrichtenübertragung zu suchen. Sicher ist aber, daß er erst Jahre später die Malerei an den Nagel hängte, weil er einen zugesagten Auftrag zum Ausmalen eines Saales des Weißen Hauses in Washington nicht erhielt, und sich nun mit dem Telegrafen beschäftigte. Er benutzte sogar seine Malerstaffelei zum Bau seines Telegrafenapparates, der aus einem riesigen Elektromagneten bestand, der — wenn er von Stromstößen erregt wurde — einen Anker anzog, welcher zugleich einen Schreibstift in Bewegung setzte. Auf einem Papierstreifen, der von einem Uhrwerk gleichmäßig von einer Rolle zur anderen bewegt wurde, markierten sich die Ausschläge des Ankers und des Schreibstiftes als eine Zickzacklinie.

Bei diesem unförmigen Gerät wäre es wahrscheinlich auch geblieben, wenn Morse nicht das Glück gehabt hätte, in seinem Hause einen Mieter zu finden, der weit mehr verstand als er: Professor Leonard Gale von der New-Yorker Universität. Der Gelehrte besah sich Morses Bastelei und machte ihn mit all dem bekannt, was auf diesem Gebiet schon geschaffen worden war. Dabei fing er selbst an der Sache Feuer und brachte Morse auch mit einem anderen Fachmann, Joseph Henry, zusammen, der schon fünf Jahre vorher einen elektromagnetischen Telegrafen gebaut hatte. Gale, Morse, Henry und der junge Techniker Alfred Vail, der ebenfalls

zur „Erfindergruppe“ stieß, entwickelten einen Apparat, mit dem sie im Versuchsbetrieb über 16 Kilometer telegrafierten und der nun auch schon die Zeichen auf die Papierrolle schrieb, die als Morsezeichen weltbekannt werden sollten: Punkte und Striche. Das war im Jahre 1837. Obwohl der Apparat seine praktische Verwendbarkeit bewiesen hatte, war zunächst niemand bereit, Geld für den Ausbau eines Telegrafensystems zu geben. Erst 1843 bewilligte der amerikanische Kongreß 30 000 Dollar zum Bau einer Telegrafenlinie von Washington nach Baltimore.

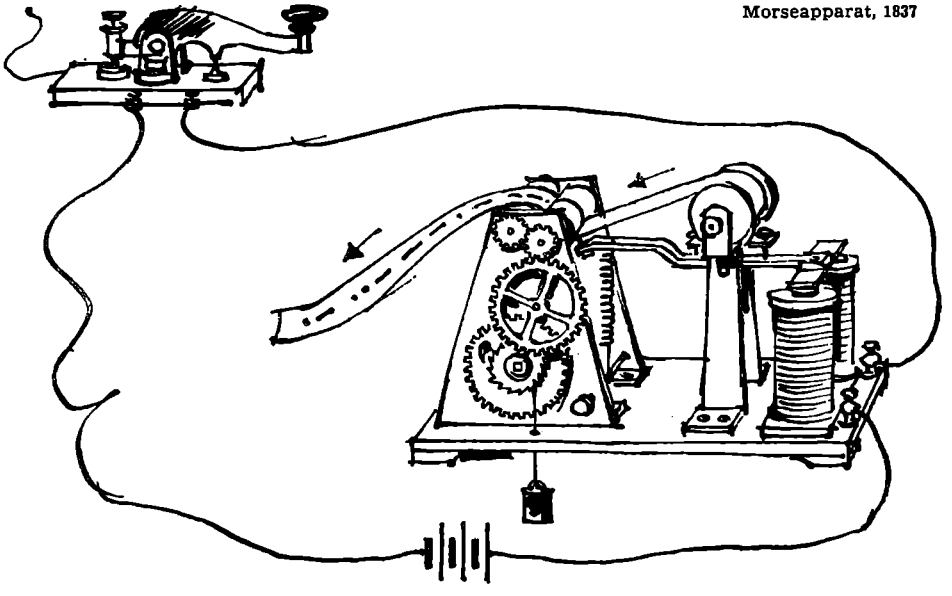
Die Morsetelegrafen setzten sich in Amerika sehr schnell durch. Es dauerte nur einige Jahre, bis entlang der Eisenbahnstrecken die Telegrafendrähte sich von Stadt zu Stadt schwangen.

Die Morsezeichen sich selbsttätig auf einem Papierstreifen markieren zu lassen war praktisch – aber es dauerte zu lange. Das Tempo der Nachrichtendurchgabe hing vom Aufzeichnungsmechanismus ab. Mehr als etwa 50 Morsezeichen in der Minute konnten mit dem vom Hebel des Ankers bewegten Schreibstift nicht auf den Papierstreifen gebracht werden. Die Telegrafisten hatten deshalb längst gelernt, allein aus dem Anschlag des Ankers die Zeichen nach Gehör aufzunehmen: lang – kurz, Zwischenraum, kurz – kurz – lang – lang und so weiter. Für den Schnellverkehr kamen Morseschreiber gänzlich außer Betrieb: Die Telegrafisten nahmen die gesendeten Morsezeichen nur nach Gehör auf und schrieben sie sofort in geläufiger Buchstabenschrift nieder. Damit konnte eine doppelte Telegrafiergeschwindigkeit erreicht werden.

Einer der berühmtesten Telegrafisten war Thomas Alva Edison. Er erwarb sich auf diesem Gebiet der Elektrotechnik so viele Kenntnisse, daß er selbst zum großen Erfinder werden konnte. Als Edison im Bostoner Telegrafenbüro eine neue Stellung annahm, wollten ihm die Telegrafisten einen Streich spielen. Sie setzten ihn an den New-Yorker Draht. Auf der Gegenseite saß der beste New-Yorker Telegrafist; mit ihm hatten sie verabredet, er möge dem „Neuen" tüchtig einheizen. Der New-Yorker tat sein Bestes. Er setzte schon mit einem hohen Tempo ein und steigerte es ständig. Aber Edison war durchaus nicht aus der Ruhe zu bringen, seine Feder flog nur so über das Papier. Auch als dem New-Yorker die Luft auszugehen begann, als seine mit der Handtaste gemorsten Signale sich verwirrten und die Buchstaben ineinanderliefen, brachte Edison die verstümmelten Sendungen richtig zu Papier. Dann aber drehte er den Spieß um und telegrafierte nach New York: „Junger Freund, versuche es doch einmal mit dem anderen Fuß!" Daraufhin gab der New-Yorker das Rennen auf, und Edison hatte sich als anerkannter Meister sofort in Boston durchgesetzt.

George Kennan, der als Pressetelegrafist begann, sich zum Journalisten entwickelte und als Verleger berühmt wurde, entsann sich eines Kollegen im Telegrafenbüro in Cincinnati, der in den Tagen des Bürgerkrieges einen General an den Rand der Verzweiflung brachte. Dieses As der amerikanischen Telegrafisten stellte seine Fähigkeiten unter den Augen des hohen Militärs auf eine so drastische Art unter Beweis, daß man diese Geschichte auch so umständlich erzählen muß, wie sie sich zugetragen hat.

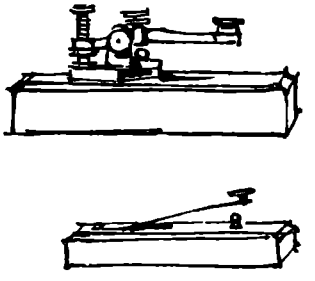
Der General erwartete wichtige Nachrichten aus Pittsburgh und war selbst in das Telegrafenbüro gekommen. Als sich schließlich der Pittsburgher Draht meldete, erfuhr unser Telegrafist, daß fünfzehn oder zwanzig dringende Telegramme zur Übermittlung vorlägen. Es wäre



Morseapparat, 1837

recht, morste unser Mann zurück, sie sollten anfangen. Pittsburgh gab die Nachrichten mit einer hohen Geschwindigkeit durch. Aber der General sah, daß der Telegrafist die Morsezeichen offenbar gar nicht aufnahm. Statt zu schreiben, suchte er in allen Taschen nach einem Bleistift, konnte aber wohl keinen finden. In aller Gemütsruhe ging er durch den großen Telegrafistenraum, wo noch 12 bis 15 andere Empfängerapparaturen mächtigen Lärm machten, trat an das Pult des Haupttelegrafisten und bat um einen Bleistift. Der nahm seine Schlüssel heraus, schloß sein Pult auf und gab ihm einen. Unterdessen hatte natürlich der Pittsburgher im unverminderten Tempo seine Morsezeichen weitergesendet, die sich mit dem harten Klopfen der anderen im Raum eintreffenden Nachrichten mischten. Dem General sträubten sich die Haare. Immerhin, er hatte gehört, daß der Telegrafist ein tüchtiger Kerl sei; er werde sich gewiß gemerkt haben, was inzwischen übermittelt worden ist und die Telegramme nun schnell nachzuschreiben beginnen. Unser Mann suchte aber erst noch nach einem Taschenmesser, um den Bleistift anzuspitzen. Als er in seinen Taschen keines fand, schlenderte er wieder durch den Raum und lieh sich ein Messer von einem anderen Telegrafisten. Zu seinem Tisch zurückgekehrt, spitzte er säuberlich den Stift an, legte sich einen Packen weißes Papier auf den Schoß, streckte seine Beine auf den Tisch

und begann zu schreiben. Währenddessen hatte Pittsburgh schon mehr als drei lange Depeschen übermittelt und morste mit der gleichen Geschwindigkeit weiter. Der General war außer sich, und nur die Hoffnung, daß dieser Mordskerl doch noch ein Wunder zustande bringen könnte, hielt ihn davon ab, ihn auf der Stelle zu erschießen. Nach fünf Minuten war der Telegrafist nur noch mit zwei Telegrammen im Rückstand, nach einer Viertelstunde hatte er alles aufgeholt und schrieb nun die Worte nieder, wie sie aus dem Apparat kamen. Dabei ließ er sich noch so viel Zeit, daß er sogar mit freundlichem Dankeschön das geliehene Taschenmesser seinem Kollegen zurückbrachte. Der General hatte dieses unglaubliche Kunststück mit atemloser Spannung verfolgt.



Die ersten Morsetasten

Als Pittsburgh seine Sendung beendete, drückte ihm der Telegrafist die Telegramme mit gelangweilter Miene in die Hand: Nicht ein Wort fehlte, keines war falsch und — sie waren in gestochener Schrift geschrieben. Dieser Telegrafist, L. C. Weier, wurde später übrigens Generaldirektor der Adams Express Company.

Solche und ähnliche Wunder werden von vielen amerikanischen Telegrafisten dieser Zeit erzählt, bei denen sich die Merk- und Aufnahmefähigkeit in phantastischer Weise ausgebildet hatte. Viele vermochten von ihren eigenen Empfängern aufzunehmen, nebenbei zu hören, welche Nachrichten bei einem anderen ankamen, und sich zur gleichen Zeit noch mit einem dritten Kollegen zu unterhalten. Aus diesem Beruf kamen viele der tüchtigen und fixen jungen Männer, die es zu etwas brachten, weil sie ein trainiertes Gehirn hatten, nichts vergaßen und drei Dinge auf einmal tun konnten. Wer nichts konnte und nicht mehr leistete als der andere, brachte es auch in Amerika zu nichts, als es noch als das Land der unbegrenzten Möglichkeiten galt.

Auf Samuel Morse ergossen sich nun, da der Morsetelegraf seinen Siegeszug antrat, Reichtum und Ehre in Hülle und Fülle. Seine Erfolge stiegen ihm so zu Kopf, daß er aus dem eigenen Bewußtsein und den Erinnerungen seiner Mitbürger die Leistungen seiner Vorgänger und Mitarbeiter immer mehr zu verdrängen suchte. Er gab nicht mehr zu, was ein Gale und Henry für die Sache bedeutet hatten, wollte als Universalgenie gelten und alles allein erfunden haben. Diese Anmaßung, die ihm schon zu Lebzeiten von Informierten verübelt wurde, führte jedoch zu der Legende, daß er der Erfinder der elektromagnetischen Telegrafie sei.

Dabei stammt wahrscheinlich nicht einmal das System der jetzt noch geläufigen und üblichen Morsezeichen von Morse. Als 1848 zwischen Hamburg und Cuxhaven an Stelle der alten Chappe-Telegrafen eine Linie mit Morsetelegrafen angelegt wurde, war der Inspektor Gerke mit der Einrichtung dieser ersten europäischen Morsetelegrafen beauftragt. Dieser Hamburger Telegrafeninspektor soll auch dem Morsealphabet seine endgültige Fassung gegeben haben. Entsprechend der Häufigkeit der vorkommenden Buchstaben habe er dem E als dem einfachsten und häufigsten Zeichen den Punkt, dem I zwei Punkte, dem T einen Strich, dem M zwei Striche und so weiter gegeben.

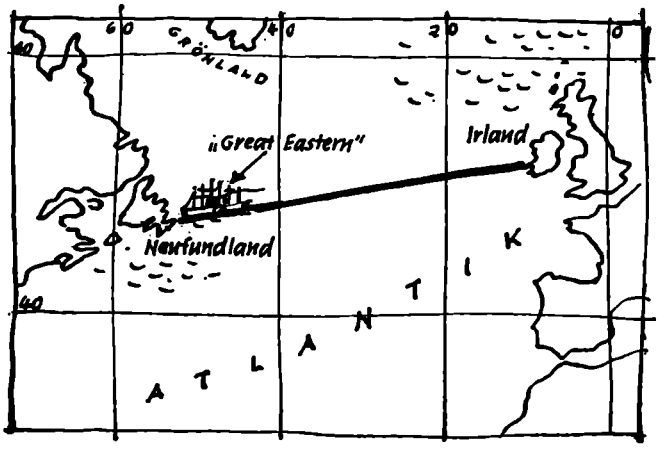
Um die Leitungen noch besser auszunutzen und die Telegramme noch schneller übertragen zu können, als die besten Telegrafisten sie mit dem Morsetaster geben und vom Klopfer oder Summer abhören konnten, entwickelte Wheatstone 1858 einen Schnelltelegrafen, der dann von Werner Siemens beträchtlich verbessert wurde. Die Morsetaste wurde dabei nicht mehr von der Hand des Telegrafisten bedient. Die langen oder kurzen Stromstöße wurden von einem entsprechend vorbereiteten Lochstreifen ausgelöst, der durch das Morsegerät lief. Diese Schnell- und Maschinentelegrafen übertrugen bis zu 600 Buchstaben in der Minute. Selbstverständlich vermochten auch die Empfänger, mit Motoren und einem hochempfindlichen Aufzeichnungsmechanismus ausgestattet, in der gleichen Geschwindigkeit zu empfangen. Als sich alle diese Fortschritte im Nachrichtensystem der Länder auszuwirken begannen, die Regierungen und Zeitungen, die Kaufleute und vor allem die Börsen schnell über alles unterrichtet wurden und ihren Interessen entsprechend reagieren konnten, blieben die Nachrichten von anderen Erdteilen noch immer Wochen hinter dem Ereignis zurück. Das Neueste aus Amerika war, wenn es in Europa ankam, wenigstens zwei Wochen alt.

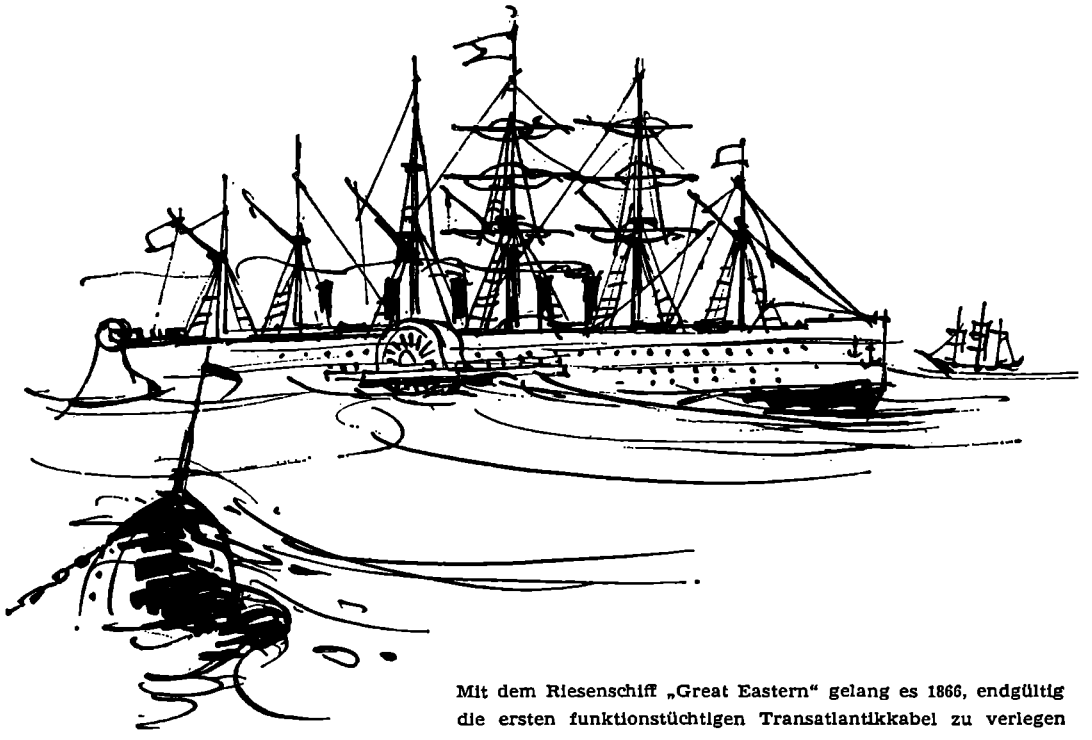
Nur vierzehn Jahre, nachdem das erste Morsetelegramm von Baltimore nach Washington den Draht durchlaufen hatte, wurde das erste Telegramm über den Atlantik gesendet. Dieses Telegramm, am 5. August 1858 übermittelt, sollte

Das teuerste Telegramm der Welt

werden. Es kostete 24 Millionen Mark! Von amerikanischen Kaufleuten und Bankiers war 1854 die „Atlantic Telegraph Company“ gegründet worden, ein Unternehmen, das die Verlegung eines transatlantischen Kabels finanzieren und am Betrieb der Telegrafenlinie verdienen wollte.

Der Amerikaner Maury hatte mit einem von ihm konstruierten Tiefenlot den Atlantikboden untersucht und herausgefunden, daß sich auf dem Meeresgrund zwischen Amerika und Europa eine „Hochebene" erstreckt, auf der man in nicht allzugroßer Tiefe das Kabel günstig verlegen konnte. Nach drei Jahren war auch das 4025 Kilometer lange Kabel fertiggestellt, mit dem Amerika und Europa verbunden werden sollten.
Die Verlegung dieses Kabels warf aber Schwierigkeiten auf, wie sie von der Technik bis dahin noch nicht gemeistert worden waren. Demzufolge gab es auch Rückschläge. Zwei große Schiffe nahmen das Kabel auf, das beim Auslegen so schnell abzurollen begann, daß es nicht mehr abgebremst werden konnte. Um ein Unglück zu verhüten, mußte es gekappt werden. Der erste Versuch war gescheitert.
Ein Jahr später wurde der Versuch ein zweites Mal begonnen. Am 20. Juli 1858 trennten sich mitten im Atlantik zwei Schiffe, „Agamemnon" fuhr der europäischen und „Niagara" der amerikanischen Küste zu. Zwischen ihnen sank das Kabel ins Meer. Am 5. August landeten „Agamemnon" in der Dolus-Bai und „Niagara" auf Neufundland. Von hier aus wurden die Kabel mit den Landnetzen verbunden. Zwischen Amerika und Europa lag eine Ader, durch die der Nachrichtenstrom des Lebens pulsieren sollte.
Zunächst aber kabelte die britische Königin an den Präsidenten der Vereinigten Staaten ein Begrüßungstelegramm, in dem die Bedeutung dieser historischen Stunde zum Ausdruck gebracht wurde. Die Übermittlung dieser Nachricht beanspruchte immerhin 16 Stunden, denn die Masse des Kabels verhält sich im Wasser wie eine unendlich lange Leidener Flasche, die erst in ganzer Länge geladen werden muß. Während





Mit dem Riesenschiff „Great Eastern" gelang es 1866, endgültig die ersten funktionstüchtigen Transatlantikkabel zu verlegen

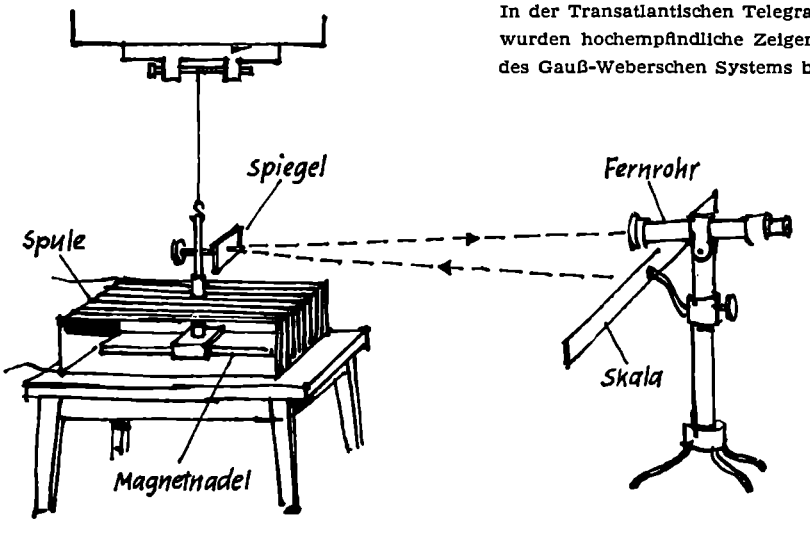
dieser Übermittlung war der Jubel groß. Wer hätte gedacht, daß Amerika und Europa einmal so eng zusammenrücken könnten? Aber alle Begeisterung war verfrüht. Die Zeichen wurden immer schwächer und blieben schließlich ganz aus. Das Kabel war tot, die Leitung war durch irgendeinen Defekt ausgefallen. 24 Millionen Mark lagen auf dem Grund des Meeres.

Im Juli 1866 gelang es – nachdem im Jahre zuvor noch einmal mitten auf dem Ozean ein Kabel gerissen und auf Nimmerwiedersehen im Meere versunken war –, die Verbindung endgültig herzustellen. Das erste Telegramm, diesmal von Amerika nach Europa übermittelt, brachte die amerikanischen Börsennotierungen vom 28. Juli 1866! Mit dieser Depesche wurde die Alte Welt mit einem Schlage um 12 Tage vorwärtsgeschleudert, denn die letzten, mit dem Dampfer eingetroffenen Börsenmeldungen waren vom 16. Juli gewesen. Damit wird auch hinlänglich erklärt, wer wohl so sehr am Betrieb des Kabels zwischen der Alten und der Neuen Welt interessiert war und warum man es sich nicht zu sehr verdrießen ließ, als immer wieder Millionen Mark auf dem Meeresgrund versanken. Die Verbindung mußte zustande kommen. Keine Bank, kein Makler, kein Großkaufmann – kein am großen Geschäft Beteiligter wollte es sich noch leisten, erst dann von einem Ereignis zu erfahren, wenn mit der eintreffenden Kunde auch schon die Auswirkungen des

Ereignisses eintrafen. Die Börsen und Welthandelsplätze mußten zur gleichen Zeit wissen, ob in New York die Kurse stürzten, in São Paulo die Kaffeepreise anzogen oder irgendwo ein Krieg drohte. Die rechtzeitige Information war Voraussetzung für die Spekulation. So machten sich auch die im Schlamm des Atlantiks liegenden Kabel schnell bezahlt, als die Nachrichtenverbindung funktionierte.

Wie aber sah damals eine solche transatlantische Telegrafenstation aus? Ein zeitgenössischer Beobachter schilderte folgendes:

„Inmitten eines weiten dunklen Zimmers sitzt ein Mann, aufmerksam durch ein kleines Fernrohr eine an einem langen von der Decke herabhängenden Faden schwingende Magnetnadel beobachtend. Alles ist vorgesehen, damit nichts den leichtbeweglichen Körper störe, weder ihn in Schwingung versetze noch ihn aufhalte; selbst der geringste Luftstrom wird abgehalten, denn die leiseste Zuckung bedeutet Zeichen von der anderen Hemisphäre, die leichtsinnigerweise durchaus nicht verwirrt werden dürfen. Um die kleinen Ausschläge der Nadel, bald rechts, bald links, aus deren Kombination das Alphabet zusammengesetzt ist, sicher erkennen zu können, trägt die Magnetnadel einen kleinen Spiegel, in welchem der Beobachter das reflektierende Bild einer mehrere Meter entfernten und hell erleuchteten Skala mit dem Fernrohr verfolgt und so den Sinn der kleinsten Schwankung aus der leise



In der Transatlantischen Telegrafenstation wurden hochempfindliche Zeigertelegrafen des Gauß-Weberschen Systems benutzt

zuckenden Bewegung des Spiegelbildes unterscheidet, das auf einem Buchstaben der Skala einen Moment haftenbleibt. Denn ein fast verschwimmender Hauch nur ist die Kraft, die von der anderen Erdhälfte herüberkommt, und die subtilsten Methoden und Apparate allein lassen ihr Vorhandensein erkennen."

Es handelte sich also um eine Art der Zeigertelegrafen, die auf die ankommenden feinen Stromschwankungen reagierten. Da nicht daran zu denken war, Verstärker in die auf dem Atlantikgrund liegende Leitung einzubauen, konnten auch zunächst keine nur auf starke Stromstöße ansprechenden Morsetelegrafen oder gar Schnelltelegrafen verwendet werden.

Als die ersten Überseekabel zwischen Europa und Amerika ausgebracht wurden, konnte man, wenn ein Unglück geschehen war, noch nicht einmal den im Nachbardorf wohnenden Arzt anrufen.

Die Stimme im Draht

das Telefon, war noch nicht erfunden, und noch niemand hatte die Stimme eines anderen mit seinem Ohr aufgenommen, wenn der nicht in Hörweite war. Einem war das jedoch schon gelungen. Philipp Reis hatte in der Scheune die Stimme seiner im Wohnzimmer sprechenden Frau durch einen Draht empfangen.

Allerdings hätte man die kurze Entfernung auch direkt überbrücken können. Aber Philipp Reis benutzte dazu Apparaturen und bediente sich der Voraussetzungen, die Grundprinzip dafür wurden, daß wir heute rund um den Erdball telefonieren können.

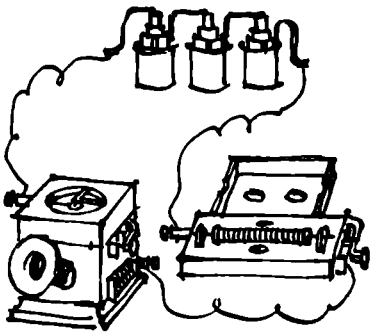
Philipp Reis war Lehrer in Friedrichsdorf bei Frankfurt am Main, zugleich war er ein geschickter Mechaniker und Techniker, der sich zur Freude eine kleine Werkstatt eingerichtet hatte. Seine bei Professor Böttcher erworbenen ausgezeichneten physikalischen Kenntnisse lenkten ihn auf das Problem der elektrischen Schallübertragung, das heißt, auf die Verwandlung der Schallwellen in elektrische Schwingungen, die durch einen Draht fortgeleitet werden können, um beim Empfänger wieder in Schallwellen zurückverwandelt zu werden.

Reis verwandte zunächst viel Mühe darauf, ein künstliches Ohr zu konstruieren, in das man hineinsprechen könnte. Dann verfiel er auf eine weit einfachere Lösung: Er nahm einen Holzstöpsel, bohrte ein Loch hinein, über das er eine Wursthaut – einen Darm also – straff spannte.

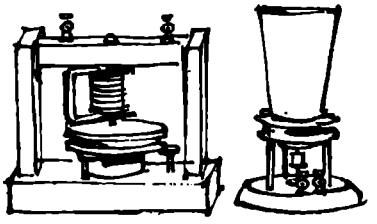
Ein an diese Membrane geklebtes Platinplättchen, das die Schwingungen der Membrane auf Metallfedern übertrug, war zugleich mit einer Stromquelle verbunden. Die auftreffenden Schallwellen wurden in kurze elektrische Schwingungen verwandelt, die über die Metallfedern in einem Draht weitergeleitet wurden. Als „Empfänger" diente eine Stricknadel, die mit einem Draht umwickelt war. Die Drahtspule nahm die ankommenden elektrischen Schwingungen auf, brachte die Stricknadel selbst zum Schwingen, und mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit wurden die Laute hörbar, die das „Mikrophon" aufgenommen hatte. Dieser „Fernsprecher" von 1861 war nichts weiter als ein allererster Anfang. Aber der 27jährige Lehrer war frohen Mutes und zweifelte nicht, auf dem richtigen Wege zu sein.

Drei Jahre später führte er auf einer Naturforscherversammlung in Gießen einen verbesserten Apparat vor, der auch größte Aufmerksamkeit erweckte. Es sollte ihm aber nicht gelingen, das Telefon wirklich betriebsreif zu machen. Giftige Dämpfe zerstörten seine Gesundheit, er verfiel in jahrelanges quälendes Siechtum. Philipp Reis, der der Sprache die Ferne erschließen wollte, verlor durch die Krankheit selbst seine Stimme. Als er 1874 starb, hinterließ er eine Familie in Armut und eine Erfindung, durch deren Vervollkommnung andere zu größtem Reichtum gelangten.

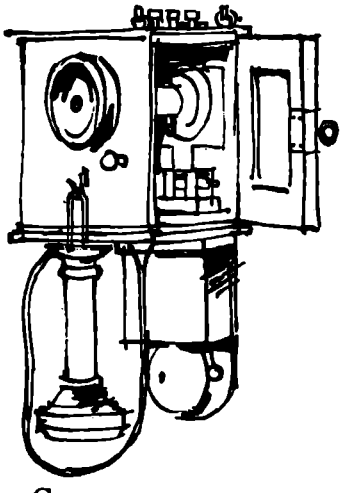
Einer der von Reis gebauten Apparate war an die Universität nach Edinburgh gekommen. Hier studierte Alexander Graham Bell, der später in Amerika wieder an dieses Telefon erinnert wurde und sich nun mit dessen Verbesserung befaßte. Er bastelte Sprechapparate, die weit vollkomme-



A

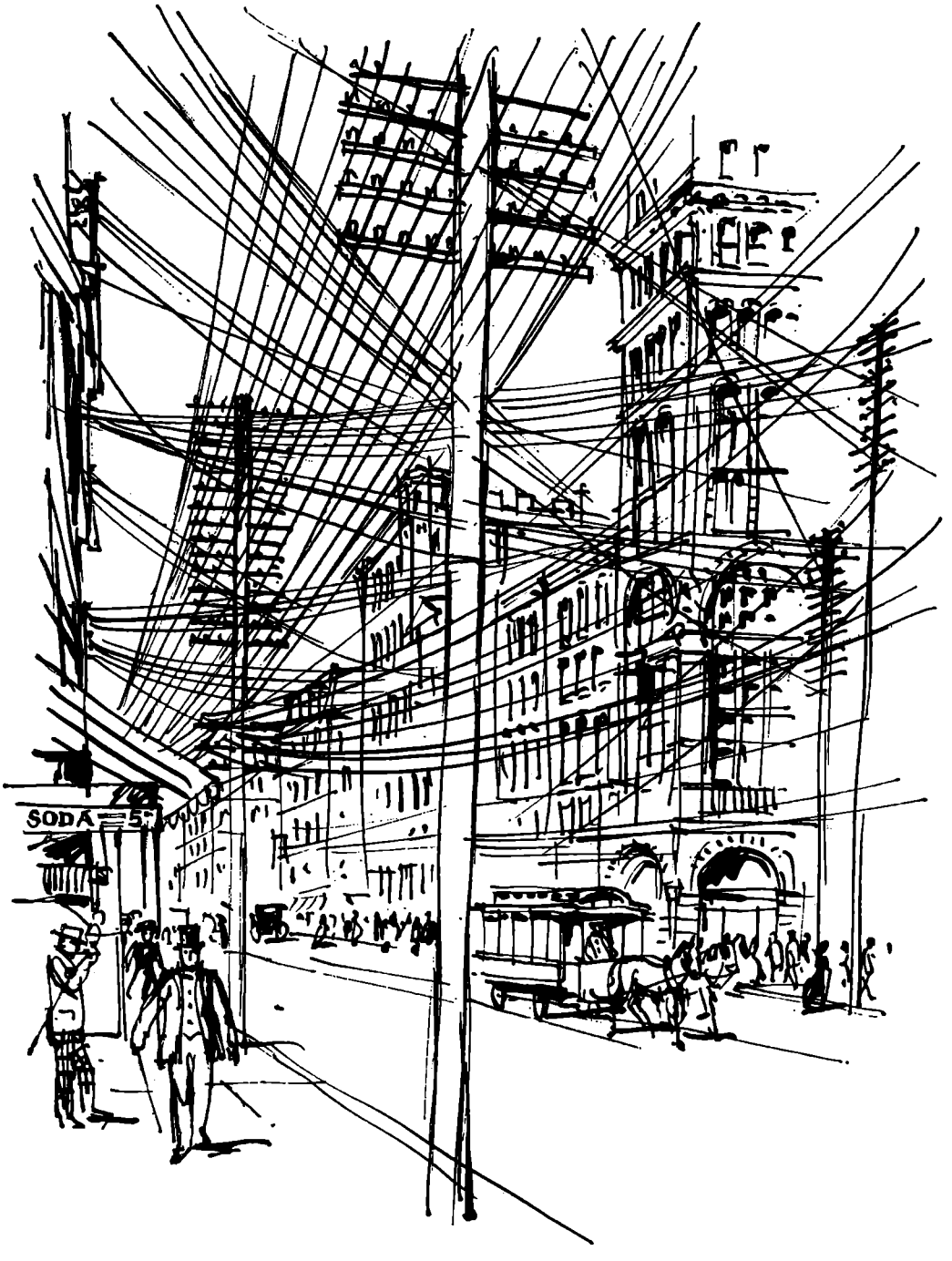


B



C

A Reis
B Bell
C Deutsche Post



Das verwirrende Netzwerk der Telefonie am Broadway

ner waren; vor allem das vom Hughes erfundene und von Bell verwendete Mikrophon war viel besser geeignet als die primitive Membrane von Reis. Bell knobelte auch die Art der Anlage aus, die ein wirkliches Gespräch durch den Draht möglich machte, nämlich hören und sprechen.
Ein betriebsreifes und zuverlässiges Telefon, wie es im Laufe jahrzehntelanger Arbeit entwickelt wurde, bedurfte jedoch noch vieler Ideen und Verbesserungen. So bekannte Männer wie Edison und Siemens befaßten sich mit dem Telefon; es heißt sogar, es sei Edison zu danken, daß man das von Bell erfundene Telefon auch wirklich benutzen konnte. Diese Verbesserungen des Telefons schätzte Bell selbst ganz richtig ein, als er einmal sagte:

> „Ich gestehe, ich weiß heute noch nicht, wie es kommt, daß jemand in Washington spricht und ihn ein anderer am Fuße des Eiffelturms hört. Ich gebe zu, daß ich den Weg gezeigt habe, aber die vielen großen Erfindungen, die dann folgten, haben die Mitarbeit vieler anderer Köpfe verlangt."

Bereits 1880 hatten nahezu alle größeren amerikanischen Städte ihr Telefonnetz, und die Drähte spannten sich tatsächlich wie ein dichtes Netz über die Straßen. Noch konnte man die Leitungen nicht als vieladrige Kabel unter die Straßen legen.
Da Bell vergessen hatte, in Deutschland sein Telefon patentieren zu lassen, begann Werner Siemens sofort in seiner Fabrik Siemens & Halske mit der Produktion von Telefonapparaten. 1881 wurde in Berlin das erste Amt in Betrieb genommen. Nur acht Teilnehmer hatten sich angemeldet, die nun von dem „Fräulein vom Amt" an einem Stöpselpult miteinander verbunden werden konnten. 1888 zählte Berlin schon 9199 Fernsprechteilnehmer, und zehn Jahre später standen 46 000 Anschlußnummern im Berliner Telefonbuch. Das Telefon gehörte zum Geschäft — zu den großen und zu den kleinen Geschäften. Als Berlin die ersten 48 Fernsprechstellen hatte, befanden sich neun davon in der Börse. Mit dem Telefon wurde gekauft und verkauft, und wer nicht schneller war als der andere, wurde „abgehängt".
Viele umwälzende Verbesserungen sind seither erreicht worden. Für uns sind heute Selbstwählverkehr und automatische Vermittlung selbstverständlich. Durch eine neuartige Verstärkertechnik, die ein Gespräch von Leipzig nach Leningrad genauso laut und deutlich macht, als würde es von einem Stadtteil zum anderen geführt, ist das Telefon ein wirklich weltumspannendes Nachrichtenmittel geworden.
Die Möglichkeit, ohne Draht zu telefonieren, Gespräche vom fahrenden Auto aus zu führen und auf dem Weg über Richtfunkrelaisstationen drahtlos durch die Luft zu telefonieren, führt uns zur drahtlosen Nach-

richtentechnik. Ihr Begründer war kein Erfinder oder Bastler, dem es um die Verwirklichung einer bestimmten Vorstellung ging, sondern es war ein Wissenschaftler, der eine wissenschaftliche Theorie durch einen praktischen Versuch zu beweisen trachtete:

Der Physiker Heinrich Hertz

Geboren 1857 in Hamburg, studierte er in Berlin zunächst die technischen Wissenschaften, denn er wollte Ingenieur werden. Sehr bald zog ihn aber die Physik, die damals in Kirchhoff und Helmholtz ihre bedeutendsten Vertreter in Berlin hatte, noch mehr an. 1880 machte ihn Helmholtz zu seinem Assistenten. Drei Jahre lang arbeitete Hertz an der Seite dieses Forschers. Dann wurde er selbst als Hochschullehrer nach Kiel und später nach Karlsruhe berufen.

Im Laboratorium des Physikalischen Instituts zu Karlsruhe gelang Heinrich Hertz die Entdeckung, die ihn unsterblich und seinen Namen zu einem Begriff machen sollte.

Es begann mit einem kleinen Zettel, der an der verschlossenen Tür des Physikalischen Instituts hing und auf dem zu lesen war, daß die Vorlesungen für vierzehn Tage ausfallen. Unterschrift: Heinrich Hertz. Die Studenten waren darüber gewiß nicht betrübt, wohl aber die Professoren, die diese legere Arbeitsauffassung ihres jungen Kollegen gar nicht dulden wollten; auch dann nicht, als sie erfuhren, daß Hertz sich im Labor eingeschlossen hatte und um keinen Preis gestört sein wollte. Heinrich Hertz experimentierte. Der Senat drohte, aber Hertz öffnete nicht. Er hatte einen Generalangriff auf ein wissenschaftliches Problem begonnen und wollte das Zimmer nicht verlassen, bis er gesiegt hatte. Ein Feldbett im Laboratorium und Lebensmittelvorräte für 14 Tage bestätigten den vollen Ernst seiner Absichten. Es vergingen mehr als 14 Tage. Seine Studenten warteten, seine Frau geriet in Sorge, der Senat hatte alle Geduld verloren, und das Ministerium in Karlsruhe erwog disziplinarische Maßnahmen gegen den Pflichtvergessenen. Nur der alte Helmholtz lächelte, als er in Berlin von der Aufregung hörte. Er wußte: Wenn er es noch erleben sollte, daß einer den Wellen auf den Leib rückt, dann war es jetzt.

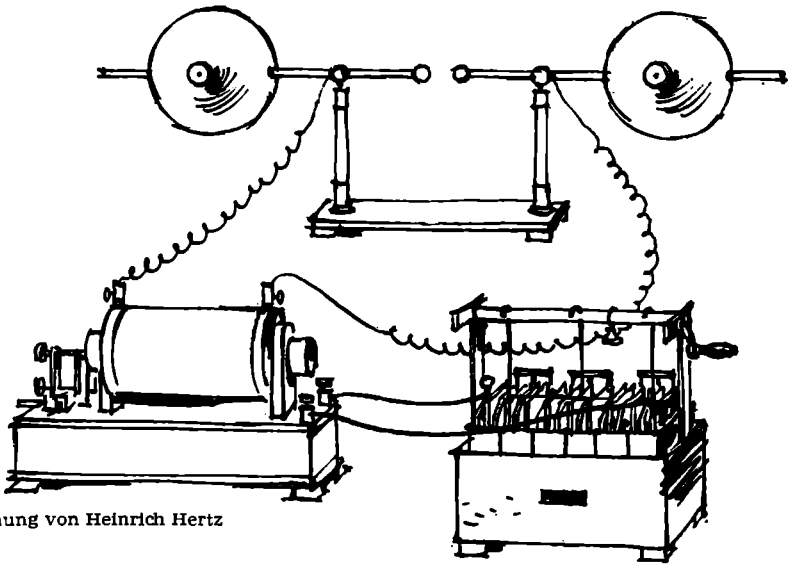
Schließlich beendete Heinrich Hertz diese Etappe seiner Arbeit. In sein Tagebuch schrieb er den Satz:

> „Gelungen, Resonanzerscheinungen zwischen zwei elektrischen Schwingungen darzustellen."

Diese wenigen Worte zu einem wichtigen Forschungsergebnis waren die Geburtsstunde der drahtlosen Nachrichtentechnik!
Was war hinter den verschlossenen Türen geschehen, was bedeuteten seine Untersuchungen, und auf welchen theoretischen Voraussetzungen bauten sie auf?
Eine große Gruppe von Pysikern beschäftigte sich schon seit Jahrzehnten mit der Erforschung des Wesens der Elektrizität. Michael Faraday hatte 1831 die Grundgesetze des Elektromagnetismus gefunden. Er war ein großartiger Experimentator und entdeckte unter anderem auch, daß sich zwei elektrische Leiter gar nicht zu berühren brauchen, wenn elektrische Energie von dem einen zum anderen übergehen soll. Der Schotte James Clark Maxwell knüpfte an diesen geheimnisvollen Vorgang der Energieübertragung die theoretische Schlußfolgerung, daß er durch elektrische Wellen bewirkt wird, die von elektrischen Schwingungen ausgehen. In einem Bericht an die Royal Society in London behauptete Maxwell 1865, daß diese elektromagnetischen Wellen mit dem Licht wesensverwandt seien, sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes ausbreiten und sich auch sonst verhalten würden wie das Licht. Sie würden also durch Prismen gebrochen und Polarisationserscheinungen zeigen, ganz nach den Gesetzen der Lichtstrahlen.
Diese Hypothese, an der noch nichts bewiesen war, bestand schon seit Jahrzehnten, ohne daß sie hätte experimentell bestätigt werden können. Wohl rechneten die Mathematiker an ihr herum, aber die Physiker übersahen sie, mit Ausnahme von Helmholtz, dem die Maxwellsche Theorie, nach welcher Lichtwellen nur ein kleiner Ausschnitt aus der großen Skala der elektromagnetischen Wellen sein sollten, sehr vertraut war. Unter der Fülle von Anregungen, Hinweisen und Problemen, die Helmholtz seinen Mitarbeitern auf ihren weiteren wissenschaftlichen Weg mitzugeben pflegte, war bei Heinrich Hertz der Hinweis auf die Überprüfbarkeit der Maxwellschen Theorie. Hertz nahm sich mit Leidenschaft dieser Aufgabe an und wollte beweisen, was Maxwell behauptet hatte.
Wenn nun die Karlsruher Studenten in jenen Novembertagen des Jahres 1886 ihren Professor hätten beobachten können und wenn die würdigen Herren vom Senat gesehen hätten, welche absonderlichen Spielereien ihr junger Kollege trieb, sie wären aus dem Staunen nicht herausgekommen. Sein wichtigster Apparat war eine kleine Elektrisiermaschine, ein Funkeninduktor. An beiden Polen war ein langer Metalldraht angeschlossen, der an seinen Enden Metallkugeln trug. In der Mitte war dieser Draht so unterbrochen, daß sich in kurzem Abstand zwei kleine Metallkugeln gegenüberstanden. Es war eine sogenannte Funkenstrecke. Wenn Hertz die Elektrisiermaschine drehte, entstanden

im Draht sehr schnelle elektrische Schwingungen, und die Funken schlugen zwischen den kleinen Kugeln der Funkenstrecke über. Dieser Apparat, der Oszillator, war der Sender. Von hier aus mußten sich nun elektromagnetische Schwingungen — also Wellen — im ganzen Raum ausbreiten, wenn die Maxwellsche Hypothese stimmte. Um diese Wellen nachweisen zu können, bedurfte es eines Empfängers — eines Resonators, denn die Begriffe Sender und Empfänger gab es in diesem Zusammenhang noch nicht. Als Resonator diente ein Drahtring, der von einer ganz kleinen verstellbaren Funkenstrecke unterbrochen war, deren Abstand nur 0,2 Millimeter betrug. Wenn nun an dieser Unterbrechungsstelle ebenfalls Fünkchen auftraten, sobald der Oszillator Wellen aussandte, dann war der Beweis erbracht.

Hertz bastelte tagelang, bis alle diese uns heute so primitiv erscheinenden Apparate fertig waren und bis er endlich mit seinem kleinen Empfänger den Luftraum über der Funkenstrecke des Senders abtasten und die ausgesandten Wellen im Drahtring einfangen konnte. Die ersten Tage brachten keinen Erfolg. Er vergrößerte die Kapazität seiner großen Funkenstrecke durch Stäbe und Metallplatten, um längere und kräftigere Funken zu erzeugen. Wieder nichts. Dann hängte er den kleinen Empfängerring an isolierenden Seidenfäden in nächster Nähe des Funkeninduktors auf — und da endlich gelang der Versuch. Zwischen den Kügelchen der kleinen Funkenstrecke im Empfänger tanzten winzige Funken. Auch als er den Empfänger einige Meter weit entfernt aufhängte, ließen sich die sprühenden Funken immer noch erkennen. Hertz schirmte nun den Emp-



Die Versuchsanordnung von Heinrich Hertz

fänger durch eine Metallplatte ab. Die Fünkchen verschwanden. Nahm er eine Glasplatte, so tanzten sie wieder. Die Funkwellen wurden also von Metall absorbiert, während sie Glas als sogenannten Nichtleiter durchdringen konnten.
Als nächstes versuchte er, die elektromagnetischen Wellen zu richten, so wie es Maxwell vorausgesagt hatte. Und auch das gelang mittels eines metallischen Hohlspiegels. Schließlich leitete er die elektromagnetischen Wellen längs eines Drahtes weiter und maß das elektrische Feld. Dabei stellte er fest, daß es Knoten und Bäuche in diesem Feld gab, Minima und Maxima, und er kam dahinter, daß der doppelte Abstand von einem Knoten zum anderen die jeweilige Wellenlänge der ausgesandten Schwingungen ergab. So weit also war er, als er am 2. Dezember 1886 die Tür seines Institutes wieder aufschloß und nach wochenlanger Dunkelheit vom Schnee geblendet wurde.
Heinrich Hertz war sich klar darüber, daß ihm eine Entdeckung größten Ausmaßes gelungen war, die nun die Forschungen im völligen Neuland ermöglichte. Aber er hatte natürlich, wie fast alle seine Zeitgenossen, keine Ahnung davon, zu welchen praktischen Folgen seine Entdeckung der elektrischen Wellen führen sollte. Als er dem Senat und den akademischen Behörden zu erklären versuchte, was er im Institut getan und entdeckt hatte, begegnete ihm zunächst Unverständnis und sogar Mißtrauen. Aber nach seiner Veröffentlichung „Über sehr schnelle elektrische Schwingungen" wurde er mit einem Schlage weltberühmt. Überall sprach man nun von den Hertzschen Wellen. 1889 wurde er als Nachfolger des berühmten Rudolf Clausius an die Universität Bonn berufen; doch das Leben des 32jährigen war zu dieser Zeit schon von einer damals unheilbaren Knochenkrankheit bedroht.
Hertz stellte neue Versuche an und kam zu noch weitergehenden Ergebnissen. Zunächst entdeckte er das bessere Einsetzen des Funkens einer Funkenstrecke bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht. Diese Versuche erbrachten den sogenannten lichtelektrischen Effekt, der später als einer der ersten Beweise in der modernen Lichtquantentheorie dienen sollte und der für die sich entwickelnde Atomphysik bedeutungsvoll wurde. 1893 gelang es Hertz auch, die von Maxwell behauptete Lichtgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen zu beweisen.
Wenige Monate später, am 1. Januar 1894, erlag der große Forscher seiner Krankheit. Er war erst 37 Jahre alt! Das macht den Verlust für die Wissenschaft und den von ihm eingeleiteten technischen Fortschritt doppelt schmerzlich. Dem hochverdienten Mann wurden bedeutende Ehrungen zuteil, die seinen Namen unvergessen und zu einem Begriff machten. Jeder kennt die Bezeichnung „Hertz" als Maßeinheit der Schwingungszahl

der Rundfunkwellen: Ein Hertz, das ist eine Schwingung in der Sekunde, und ein Kilohertz sind tausend Schwingungen. Seinen Namen trägt also die wichtigste Maßeinheit der drahtlosen Nachrichtentechnik, auf seinen Namen baut sich alles auf. Das ist mehr als ein Symbol, denn Heinrich Hertz wurde tatsächlich der Wegbereiter und Begründer des heute so riesigen Gebietes der Funk- und Hochfrequenztechnik. Rundfunk und Fernsehen, Radar und Fernsteuerung und alle Zweige der drahtlosen Übertragungstechnik in der Industrie und Medizin beanspruchen ihn mit Recht als einen ihrer Ahnen.

Schon 1895, ein Jahr also nach dem Tode von Heinrich Hertz, experimentierte in Petersburg der Physiker Alexander Popow mit einem neuartigen Funkentelegrafen. Am 24. März 1896 führte er ihn auf der 208. Sitzung der Physikalisch-Chemischen Gesellschaft vor. Auf dieser Sitzung wurde aus einem Laboratoriumsraum bis in den Sitzungssaal das erste drahtlose Telegramm mittels der von Hertz entdeckten elektromagnetischen Wellen übertragen. Professor Petruschewski, der Vorsitzende der gelehrten Gesellschaft, schrieb die auf dem Papierstreifen aufgenommenen Morsezeichen im Sitzungssaal in Buchstaben an die Wandtafel.

Das erste drahtlos übermittelte Telegramm

war ein Dank an den großen deutschen Wissenschaftler Heinrich Hertz, der dieses Wunder möglich gemacht hatte.

Neben vielen anderen interessierte sich auch der Italiener Marconi für die Möglichkeiten einer drahtlosen Nachrichtentechnik.

> „Auf Grund der Lektüre von englischen Fachzeitschriften, die die Versuche von Hertz, Righi, Popow und Lodge über die Erzeugung, die Sendung und den Empfang der elektromagnetischen Wellen darlegten, widmete ich mich mit besonderer Hingabe dem ‚praktischen Studium', weil es auf einfachen Experimenten beruhte, nicht auf streng wissenschaftlichen Methoden. Meine wissenschaftlichen Kenntnisse waren damals noch beschränkt."

Der Bastler hatte reiche Eltern, und da er sich für ein ordentliches Studium nicht geeignet fühlte, besuchte er nur die Vorlesungen des Professors Righi. Marconi stellte sich Geräte her und verlegte die Versuche aus dem Laboratorium ins Freie. An Stelle der Metallkugeln im Hertzschen Oszillator nahm er große Zinkbleche, die er in größerer Entfernung voneinander, eins auf dem Boden und eins in der Luft hängend,

angeordnet hatte. Es gelang ihm auf diese Weise, die Morsezeichen drahtlos über einige hundert Meter zu senden.

> „Ich dachte daran, das in der Luft aufgehängte Blech durch mehrere Kupferdrähte zu ersetzen, die durch zwei Ständer aus Holz getrennt gehalten wurden, und das andere Zinkblech auf dem Boden durch eine in die Erde vergrabene Kupferplatte. Die mit dieser Vorrichtung erzielte Wirkung war großartig. Die Erfindung des Systems Antenne—Erde war gemacht."

Wenige Wochen später war Marconi bereits in England, wo er in einer umfangreichen Patentschrift sein Gesuch um ein Patent für „drahtlose Telegraphie mittels elektrischer Wellen" einreichte.

Im Mai 1897 erfolgten dann am Bristolkanal die Versuche, mit denen er eine Entfernung von 12 Kilometern überbrückte. Professor Slaby, einer der Teilnehmer an diesen Versuchen, berichtete:

> „Es wird mir eine unvergeßliche Erinnerung bleiben, wie wir, des starken Windes wegen, in einer großen Holzkiste zu fünfen übereinander gekauert, Augen und Ohren mit gespannter Aufmerksamkeit auf den Empfangsapparat, plötzlich, nach Aufhissung des verabredeten Flaggenzeichens, das erste Tikken, die ersten deutlichen Morsezeichen vernahmen, lautlos und unsichtbar herübergetragen von jener felsigen, nur in undeutlichen Umrissen wahrnehmbaren Küste . . ."

Marconi gründete eine Telegrafen-Gesellschaft, die sich die Einführung seines Systems zum Ziele setzte und die sehr bald zu einem weltumspannenden Millionenunternehmen wurde.

1901 gelangte das erste drahtlos übermittelte Telegramm über den Atlantik. Es war nur ein einziger Buchstabe — das Morsezeichen S —, der vom Sender Poldhu an der englischen Küste gesendet und von Marconi in Neufundland aufgenommen wurde. Aber der eine Buchstabe schien zu beweisen, daß die elektromagnetischen Wellen wohl irgendwie der Erdkrümmung folgen müßten und sich nicht im Weltraum verlieren. Warum das so ist und daß die Ionosphäre als reflektierende Schicht in der hohen Atmosphäre wirkt, wurde erst später entdeckt.

Im Dienst der weitverzweigten Marconi-Gesellschaft standen Physiker sowie Elektro- und Funktechniker. Sie waren es auch, die alle weiteren Fortschritte im drahtlosen Nachrichtenverkehr erzielten. Marconi selbst war nur ein tüchtiger Organisator ihrer Arbeit und des Geschäftes.

Es war naheliegend, daß man sich sehr bald nicht mehr mit der bloßen Übermittlung von Morsezeichen begnügen wollte — die Stimme selbst sollte in die Ferne getragen werden. Die drahtlose Telefonie stand auf

der Tagesordnung. Einen ersten Beitrag leistete Professor Fleming vom University College in London, ein Wissenschaftler, der bereits bei der Einrichtung der ersten transatlantischen Funkstation mitgearbeitet hatte. Er wollte an die Stelle des Telegrafenrelais im Empfänger, das zwar Morsezeichen empfangen, aber nicht auf die Lautschwingungen der Sprache reagieren konnte, einen Elektronenstrom in einer Glasröhre zum Mitschwingen bringen. Als Marconi von diesen Versuchen hörte, schickte er sofort einen Mitarbeiter zu Fleming. Dieser berichtete:

„Es ist anscheinend eine Art von Glühlampe, der er den Namen ‚Thermo-Ionenröhre' gegeben hat und die als sehr empfindlicher und zuverlässiger Indikator für elektrische Wellen dienen kann. Die Thermo-Ionenröhre ist eine Frucht eines Studiums von ungefähr 20 Jahren, das Ergebnis der Forschungen Flemings, seitdem er der Mitarbeiter Edisons war; sie kann einen neuen Weg zur Entwicklung des Funkwesens erschließen ... Ich werde mich im richtigen Augenblick dafür interessieren, wie die Thermo-Ionenröhren in unseren Anlagen am besten angewendet werden können."

Diese Elektronenröhre, eine „Diode", wurde durch den Amerikaner Lee de Forest verbessert, der ihr als dritte Elektrode noch ein Gitter gab. So entstand die Dreielektrodenröhre (Triode), die als Verstärkerröhre feinste Lautschwingungen aufnahm und kräftig hörbar machte. In Europa entwickelte unabhängig davon auch der österreichische Ingenieur Lieben eine Dreielektrodenröhre. Er starb aber bereits in jungen Jahren und konnte nicht mehr erleben, welche Bedeutung sie erhalten sollte.
Die erfolgreichen Versuche um die Einführung der drahtlosen Telefonie, um die Übertragung von Sprache und Musik über Funkwellen, wurden durch die Kriegsvorbereitung und den ersten Weltkrieg entscheidend behindert. Erst im darauffolgenden Jahrzehnt wurden Röhrensender zur Verbreitung von Sprech- und Musiksendungen benutzt.
In Deutschland begann der Unterhaltungsrundfunk am 29. Oktober 1923 mit der voller Spannung erwarteten

Funkstunde Berlin

auf der Welle 400. Viele der Rundfunkpioniere leben heute noch, und sie erinnern sich sehr gut, wie es damals im Vox-Haus in der Potsdamer Straße begann. Das heißt, begonnen hatte es schon viel früher mit Versuchssendungen, zu denen der Ingenieur und spätere Staatssekretär von Bredow seine Mitarbeiter auf der Hauptfunkstelle Königs Wusterhausen angeregt hatte. Wer ein Musikinstrument besaß und es spielen konnte, brachte es mit. Ein Brausebad wurde als Senderaum hergerichtet, die Wände mit Decken verkleidet, um den Nachhall abzudämmen. Auch Sprachübertragungen waren ausprobiert worden, deren Empfang von verschiedenen europäischen Funkstellen bestätigt wurde. Moskau telegrafierte zum Beispiel am 2. Februar 1920:

„Beim heutigen Telefonieversuch war der vorgelesene deutsche Text gut zu hören."

Ein Jahr später wurde aus Königs Wusterhausen bereits ein Instrumentalkonzert gesendet, und am 8. Juni 1921 wurde eine Aufführung der „Madame Butterfly" aus der Berliner Staatsoper übertragen.
Die Versuche des damaligen Reichspost-Zentralamtes waren also sehr erfolgversprechend. Aber die Regierung lehnte es ab, einen Unterhaltungsrundfunk einzurichten. Auch die Elektrokonzerne versprachen sich keinen Erfolg von der Sache und erst recht nicht die großen Schallplattenkonzerne, die sich nicht durch einen Musiksender Konkurrenz machen lassen wollten.

Schließlich fanden die Rundfunkenthusiasten einen Geldgeber aus dem Kreis derer, die sich während und nach dem ersten Weltkrieg ihre Vermögen zusammenspekuliert und erschoben hatten. Im Gebäude der englischen Schallplattengesellschaft Vox wurden im dritten Stock zwei Räume und von der Post die notwendigen Sendegeräte, Verstärker und Mikrophone gemietet. Der auf dem Dach stehende Sender arbeitete mit einer einzigen Röhre. Ein Zimmer wurde als Aufnahmeraum eingerichtet und durch Wolldecken getrennt. In der einen Hälfte spielten die Künstler, in der anderen stand der Mikrophonverstärker.

Am 29. Oktober 1923, 20 Uhr, war es dann soweit, daß der Ansager Friedrich Knöpfke — er war zugleich Direktor des Unternehmens — die erste Rundfunksendung ansagte:

> „Hier Berlin, Vox-Haus — Welle 400. Eröffnungskonzert der Funkstunde Berlin. In dem heutigen Konzert wirken mit . . ."

Einer der Mitwirkenden war der Staatskapellmeister Professor Urack. Aus seiner Erinnerung berichtet er:

> „Ich spielte den Celloeinsatz des ‚Andantino' von Kreisler als ersten Ton der ersten offiziellen Sendung der Funkstunde Berlin. Nach vielen Experimenten gab mir Bredow den Auftrag, für den Vormittag ein Stundenprogramm aufzustellen, das probeweise auf dem Drahtwege zum ‚Preußischen Landtag' übertragen und dort mit Kopfhörern abgehört werden sollte. Kaum war das Konzert zu Ende — die Künstler waren allerdings schon nach Hause gefahren —, hieß es, die Übertragung sei geglückt und das gleiche Konzert solle am Abend noch einmal über den Sender gespielt werden. Die Künstler wurden mit dem Auto herangeschafft, und am Abend fand die denkwürdige Sendung statt."

An etwa 400 Detektorempfängern, die zumeist von Bastlern selbst hergestellt worden waren, saßen die ersten Rundfunkhörer mit Kopfhörern an den Ohren und erlebten das große Wunder: Musik kommt durch die Luft zu ihnen in die Wohnung.

Sehr bald merkte aber die zunehmend größere Zahl der Hörer, daß der nun mächtig aufblühende Rundfunk auch ganz anderen Zwecken dienstbar gemacht wurde als der Unterhaltung, Belehrung und Information. Mehrmals am Tage wurden ausführlich Börsennachrichten und Wirtschaftsberichte gesendet, die nur für die Spekulanten und kapitalistischen Unternehmer interessant und für sie so gut wie blankes Gold waren. Die politischen Informationen bestanden aus Halbwahrheiten und Lügen; den fortschrittlichen Menschen und Organisationen waren die Mikrophone versperrt. Durch den Arbeiter-Radio-Bund, eine große Hörer-

organisation, versuchte das Volk, Einfluß auf die Programmgestaltung zu gewinnen; so lange wenigstens, bis sich im Rundfunk die Faschisten einnisteten und nun auch mit den Mitteln dieses Organs ihre verbrecherische Politik betrieben.

Als das Wunder der Wellen mit dem Hörrundfunk – mit Detektor und Kopfhörer – begann, wurde von einer Berliner Zeitung geschrieben, es würden sich wahrscheinlich genug Enthusiasten finden, denen es von Zeit zu Zeit Spaß macht, drahtlose Konzerte zu hören, wenn nicht anders, so als Kuriosität.

Zu dieser Zeit standen in den USA bereits 400 Rundfunksender, und monatlich wurden 20 000 Radioröhren produziert. In Deutschland sprach man jedoch von einer Modetorheit, die bald vorübergehen würde. Das Bayrische Staatsministerium machte sogar ernste Bedenken gegen die Einführung des Rundfunks geltend. Doch wenige Jahre später war das Radio auch in Deutschland so selbstverständlich, daß kaum jemand sich vorstellen konnte, wie er vorher ohne dieses Ohr in die Welt hatte leben können.

1930 wurde von Albert Einstein, dem weltberühmten Mathematiker, in Berlin die Funkausstellung eröffnet. Einstein begann mit einer verblüffenden und geradezu klassisch gewordenen Anrede:

„Sehr geehrte An- und Abwesende: Wenn ihr den Rundfunk hört, so denkt auch daran, wie die Menschen in den Besitz dieses wunderbaren Werkzeuges gekommen sind. Denkt an Oersted, der zuerst die magnetische Wirkung elektrischer Ströme benutzte, an Bell, der diese Wirkung zuerst benutzte, um auf elektromagnetischem Wege Schall zu erzeugen, an Reis, der unter Benutzung empfindlicher Kontakte mit seinem Mikrophon zuerst Schallschwingungen in variable elektrische Ströme verwandelte; denkt auch an Maxwell, der die Existenz elektrischer Wellen auf mathematischem Wege anzeigte, an Hertz, der sie zuerst mit Hilfe des Funkens erzeugte und nachwies. Gedenket besonders auch Liebens, der in der Kathodenröhre ein unvergleichliches Organ für elektrische Schwingungen erdachte, gedenkt dankbar des Heeres namenloser Techniker, welche die Instrumente des Funkverkehrs vereinfachten und der Massenfabrikation anpaßten, daß sie für jedermann zugänglich geworden sind. Schämen sollen sich die Menschen, die sich gedankenlos der Wunder der Wissenschaft und Technik bedienen und nicht mehr davon geistig erfaßt haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frißt."

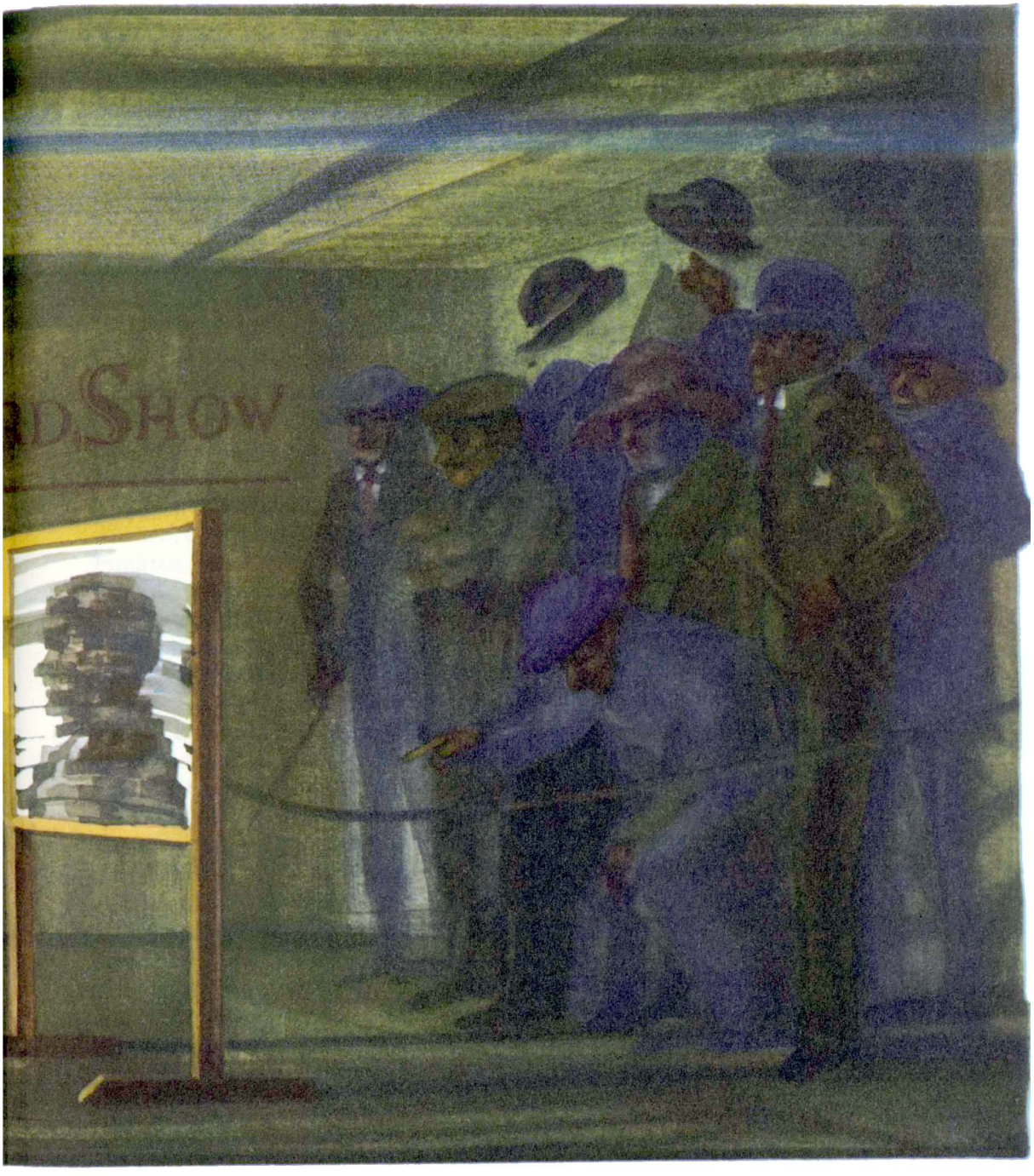
In diesem Jahre 1930 zählte man in Deutschland bereits drei Millionen Rundfunkempfänger. Die sehr schnelle Entwicklung der Funktechnik, sowohl auf dem Gebiet der Sendetechnik als auf dem der Empfangstechnik, ließ aus der Kuriosität innerhalb eines Jahrzehntes einen großen neuen Industriezweig entstehen. Daneben wurden Arbeiter zu Radiobastlern. Allein bis 1925 waren bereits über eine halbe Million Rundfunkempfänger im Eigenbau hergestellt, nur 435 000 hatte bis dahin die Industrie geliefert. Immer mehr Menschen gewannen Interesse für ein neues Gebiet, beschäftigten sich mit elektrotechnischen und physikalischen Problemen, erwarben eine technische Bildung, die über das hinausging, was sie bisher gelernt hatten. Sie nahmen damit, wie Einstein es gefordert hatte, auch geistigen Besitz von den Wundern der Wissenschaft und Technik.
Mancher Bastler mag davon geträumt haben, daß es eines Tages vielleicht auch möglich sein werde, ein Gerät zu bauen, mit dem man Sendungen nicht nur hören, sondern auch sehen kann. Fernsehen galt noch als Utopie, als ein Wunschtraum, der sich nicht verwirklichen würde. Dabei war das Fernsehen — wenigstens im Prinzip — schon erfunden, lange bevor es den Rundfunk gab.

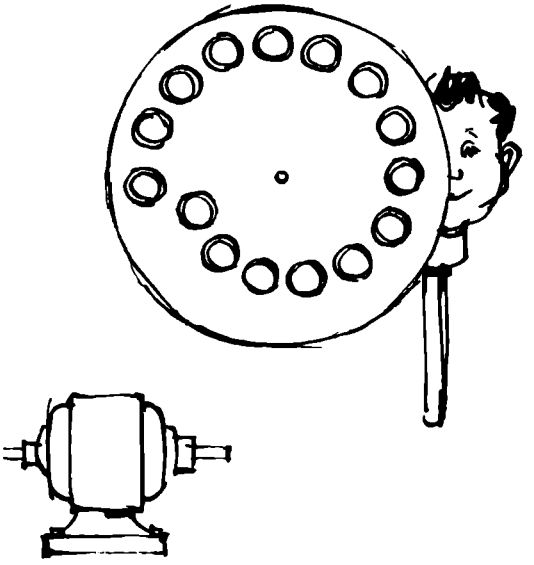
Die Zauberröhre

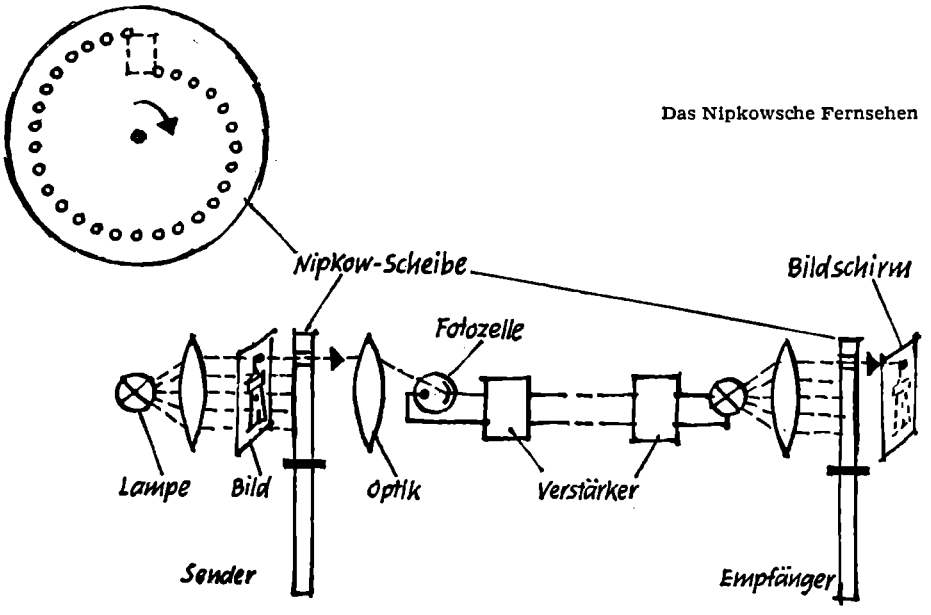
erinnert an ein Märchen aus 1001 Nacht. Dem Prinzen Ali wurde eine wunderbare elfenbeinerne Zauberröhre angeboten, mit der man alles sehen konnte, was man gerade sehen wollte, und wäre es auch tausend Meilen entfernt. Ali kaufte diese Zauberröhre für 40 000 Goldstücke.
Was jetzt berichtet wird, ist kein Märchen: Es war einmal ein armer Student, der hatte nicht ein einziges Goldstück. Er besaß nicht einmal die zehn Mark, die er gebraucht hätte, um von Berlin nach Lauenburg zu seinen Eltern zu fahren. Deshalb saß er am Weihnachtsabend allein in seinem Zimmer in Berlin. Ein großer Wunsch erfüllte ihn: Er wollte fernsehen. Dieser Student der Naturwissenschaft und Mathematik hieß Paul Nipkow. Der junge Mann hatte schon oft über das Problem Fernsehen nachgedacht, aber jetzt glaubte er einen richtigen Gedanken gefunden zu haben. Er wußte, daß es nicht möglich war, Bilder in einem Stück durch einen Draht in die Ferne zu senden. Man müßte sie punktweise verschicken, wie Mosaiksteinchen! Aber auch diese natürlich nicht als Schnipsel, sondern gewissermaßen nur in Form einer Helligkeitsinformation: dunkel, hell, noch heller, weiß. Dazu brauchte man nicht

John Logie Baird, der „verrückte Erfinder", machte das Fernsehen praktisch möglich. Noch ehe sich Industriebetriebe und Forschungsstätten mit Spezialisten und reichen Geldmitteln der Lösung dieses Problems zuwandten, führte Baird seinen Apparat in einem Londoner Warenhaus vor. Der englische Forscher war auch später noch an grundlegenden Fortschritten in der Fernsehtechnik und sogar an der Entwicklung des Farbfernsehens beteiligt. Als er 1946 starb, war das Fernsehen so weit vervollkommnet, daß es als eine gebrauchsfertige Technik seinen Siegeslauf um die Welt beginnen konnte. Das Wunder des Fernsehens wurde zu einer Selbstverständlichkeit.

BAI
Baird


D, SHOW





mehr als eine Lochscheibe, eine Scheibe, in der vom Rande bis zur Mitte in einer Spirallinie Löcher waren. Mit einer solchen Scheibe könnte man ein darunterliegendes Bild zeilenweise und Punkt für Punkt abtasten. Man müßte dazu die Scheibe drehen. Natürlich nicht so schnell, daß die Helligkeitsinformationen der einzelnen Punkte ineinander übergehen würden, aber auch nicht so langsam, daß das Auge aus den übermittelten Punkten kein zusammenhängendes Bild aufbauen kann.

Zur Übertragung der Punkte — so überlegte Paul Nipkow weiter — sollte eine Selenzelle dienen. Sie würde die durch die Löcher der Scheibe kommenden mehr oder weniger starken Lichteindrücke aufnehmen, sie in Stromschwankungen umsetzen, die dann in einer Leitung beliebig weit zum Empfänger fortgepflanzt werden könnten. Der Empfänger müßte eine Glühlampe hinter einer Mattscheibe sein, vor der sich eine gleiche Lochscheibe dreht wie am Sendeort. Wenn sich beide Scheiben gleichmäßig drehen, müssen auch Abtastung und Wiedergabe völlig übereinstimmen. Man kann die beiden Lochscheiben natürlich nicht mit einer festen Achse verbinden, um den völligen Gleichlauf zu erreichen; aber vielleicht lassen sich Uhrwerke finden, die das bewirken. Die Selenzelle würde die jeweils von der Sendescheibe punktförmig freigegebene Stelle als einen mehr oder weniger starken Stromstoß über die Leitung schicken, und im Augenblick der Abtastung würde auch die Glühlampe des Empfängers mehr oder weniger hell aufleuchten oder dunkel bleiben, wenn eine schwarze Bildstelle übertragen wird. Mit der Abtastung würde sich zugleich auch die Wiedergabe des Bildes im Empfänger aufbauen.

Jawohl – so war das Fernsehen möglich! Paul Nipkow wußte, daß er in diesem Augenblick den Vorgang theoretisch geklärt hatte. Er wußte auch, daß er – wenn es gelänge, nicht nur einige tausend Lichtpunkte in der Sekunde, sondern auch ein Dutzend Bilder in dieser Zeit abzutasten und zu übertragen – Abbildungen der bewegten und belebten Wirklichkeit selbst übertragen könnte. Paul Nipkow hatte das Fernsehen erfunden, wirklich und wahrhaftig! Und das am Weihnachtsabend 1883 in Berlin, Philippstraße 13 a, Seitenflügel, 3. Etage, in der Nähe vom Oranienburger Tor.

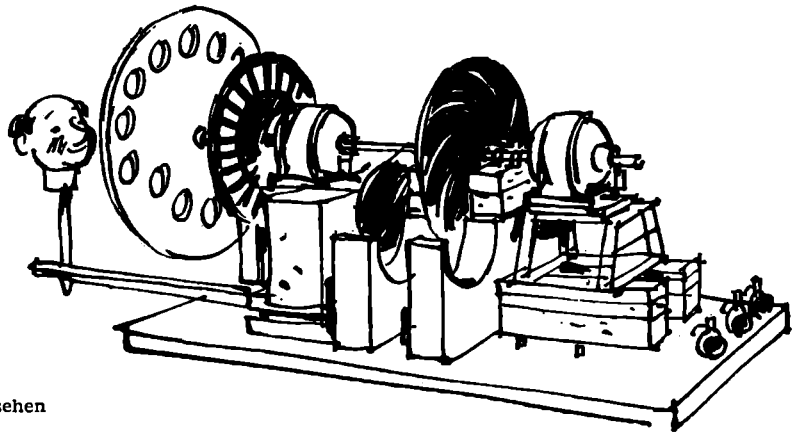
Theoretisch war das Problem Fernsehen gelöst. Praktisch möglich war es allerdings nicht. Die Technik war noch nicht soweit. Die als Aufnahmezellen möglichen Selenzellen arbeiteten viel zu langsam, sie konnten die Bildpunkte noch nicht mit der notwendigen Schnelligkeit in ihren Helligkeitswerten abtasten und in die entsprechenden Spannungswerte umwandeln. Und mit einer einfachen Glühlampe, die viel zu träge ist, um auf einige tausend Stromschwankungen in der Sekunde reagieren zu können, war der Bildempfang schon gar nicht möglich. Ganz abgesehen von den tausend „Kleinigkeiten", die noch notwendig waren.

Paul Nipkow hatte sich die Nipkow-Scheibe als Erfindung patentieren lassen; die Ersparnisse seiner Verlobten reichten für die Gebühren gerade aus. Dann aber, als niemand mit der Nipkow-Scheibe etwas anfangen konnte, hatte er das Patent verfallen lassen. Er war längst als Ingenieur im Eisenbahndienst und dachte an anderes als an Fernsehen.

Erst in den zwanziger Jahren war die Technik soweit, daß das Fernsehen auch praktisch möglich wurde. Aber die Möglichkeit wurde nicht in den wissenschaftlichen Laboratorien der großen Elektrokonzerne oder der Rundfunkindustrie erkannt und von den dort tätigen Wissenschaftlern und Technikern erprobt, sondern zunächst wieder von einem Außenseiter.

Wenn von John Logie Baird die Rede ist, wird meistens erzählt, daß er ein Hausierer war, der mit Schuhkrem, Marmelade und Rasierklingen gehandelt habe. Das ist wahr. Zuvor aber – ehe er der arme Teufel wurde, als der er in die Geschichte einging – hatte er Physik und Elektrotechnik studiert und war als Ingenieur in einem Elektrizitätswerk tätig gewesen. Der Landstreicher war also ein gebildeter Mann. Als er 1922 in einer Londoner Dachstube mit seinen Fernsehversuchen begann, war er allerdings schwerkrank und arm und mit seinen Lebenshoffnungen so ziemlich am Ende.

Als Material für seine Versuche diente ihm allerlei Gerümpel, wie es auf Abfallhaufen zu finden ist: leere Kisten und Keksdosen, eine alte Projektionslampe, ein schrottreifer Elektromotor, Teile einer weggeworfenen



Bairds Fernsehen

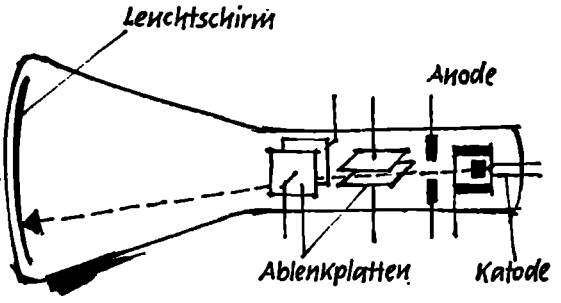
Telegrafeneinrichtung, Stopfnadeln, Taschenlampenbatterien, Bindfaden, Siegellack und Leim. Mit einer aus Pappe angefertigten Nipkow-Scheibe und einer Konstruktion aus dem Gerümpel gelang es ihm nach zweijähriger Arbeit, die Silhouette eines Malteserkreuzes auf drei Meter Entfernung zu übertragen. Ein Jahr später trat er in einem Londoner Warenhaus auf und veranstaltete „Fernsehübertragungen". Es waren freilich nur Schatten und Silhouetten; aber immerhin, auf der Mattscheibe bewegte sich etwas.

Baird arbeitete weiter; allein, verbissen und hungernd. Interessenten hatte er auch durch die Warenhausreklame nicht finden können. Selbst die Zeitungsredaktionen wollten von dem „verrückten Erfinder" nichts wissen; sie nahmen von seinen Versuchen keine Kenntnis.

Am 2. Oktober 1925 gelang es ihm, ein deutliches Abbild des Kopfes einer alten Bauchrednerpuppe auf einen Bildschirm zu übertragen. Der „verrückte Erfinder" stürzte auf die Straße, rannte in irgendein Büro, griff sich den nächstbesten Menschen und nötigte ihn in seine Dachkammer. Dort setzte er den Menschen, es war ein Bürojunge, auf einen Stuhl vor die Lampen des Senders — und wahrhaftig, dessen Bild erschien auf dem Bildschirm, klar und unverwechselbar.

Mit dieser Übertragung war die Mauer des Mißtrauens und der Interesselosigkeit durchbrochen. Baird konnte nun, da ein lohnendes Geschäft in Aussicht stand, unter den besten Angeboten der Industrie wählen, er war mit einem Male berühmt.

Auch in Amerika und Deutschland fanden ähnliche Versuche statt. Die Technik war soweit: Die Stromimpulse brauchten nicht mehr durch den Draht geschickt zu werden, die Ultrakurzwellen waren imstande, Zehntausende Bildpunkte pro Sekunde zu übertragen. Die Nipkow-Scheibe kam als mechanischer Bildzerleger und -zusammensetzer hoch zu Ehren.



Braunsche Röhre

Sie erwies sich jedoch als das schwächste Glied in der Kette der Erfindungen: Ihre Mechanik war unvollkommen, sie brachte nur lichtschwache Bilder hervor, deren Punkt- und Zeilenaufbau außerdem allzu deutlich zu erkennen war.

Eine bessere Methode ergab sich aus der nach ihrem Schöpfer Ferdinand Braun benannten Katodenstrahlröhre: eine mit einem fluoreszierenden Gas gefüllte Röhre, in der von einer glühenden Katode ein Strahl Elektronen ausgeht, der auf einen Schirm am anderen Röhrenende auftrifft. Braun hatte diese Röhre bereits 1897 konstruiert, um schnelle elektrische Schwingungen sichtbar zu machen.

Mit dieser Elektronenstrahlröhre beschäftigten sich nun die auf dem Gebiet des Fernsehens tätigen Wissenschaftler und Techniker. Wenn man die Röhre zur Abtastung und Wiedergabe verwenden könnte, wäre man die leidige Mechanik der Nipkow-Scheibe los.

In Deutschland war zu dieser Zeit ein junger Erfinder tätig, der seine ersten Patente auf dem Gebiet der Rundfunk- und Nachrichtentechnik schon in einem Alter erworben hatte, in dem andere gerade anfangen zu lernen. Dieser junge Forscher, Manfred von Ardenne, arbeitete in einem eigenen Forschungslaboratorium. Er arbeitete eng mit der Industrie zusammen, so daß er mit den praktischen Aufgaben verbunden war und auch die finanziellen Mittel für seine Arbeit erhielt, die er brauchte, um sein Lichterfelder Laboratorium weiter auszubauen und seine Unabhängigkeit zu sichern.

Manfred von Ardenne kannte natürlich alles, was sich auf dem Gebiet der Fernsehtechnik entwickelt hatte. Er kam deshalb auch auf den Gedanken, die Nipkow-Scheibe durch die Elektronenstrahlröhre zu ersetzen, bei der der Katodenstrahl durch einen Elektromagneten so gelenkt und abgelenkt wird, daß er das Bild punkt- und zeilenweise schreibt. In seiner Autobiographie berichtet er:

> „Der Einsatz der Elektronenstrahlröhren für Fernsehversuche war für mich deswegen naheliegend, weil 1929 im Lichterfelder Laboratorium für die Untersuchung hoch- und niederfre-

quenter Schwingungsvorgänge eine abgeschmolzene Elektronenstrahlröhre mit Glühkatode und negativ vorgespannter Lichtsteuerelektrode für Anodenspannungen über 1000 Volt entwickelt worden war. Bei dieser Röhre bestand infolge der Bauart des Strahlerzeugungssystems gegenüber den bis dahin bekannten und im Handel befindlichen Braunschen Röhren eine auf das über 200fache gesteigerte Fluoreszensfleckhelligkeit. Diese erzielte Helligkeitssteigerung darf wohl als die entscheidende Voraussetzung für den späteren allgemeinen Einsatz der Elektronenstrahlröhre in der Oszillographentechnik, in der Radartechnik und beim Fernsehen betrachtet werden."

Manfred von Ardenne hatte Anfang 1930 auch schon durch einen Vortrag und einen Aufsatz in der Zeitschrift „Fernsehen" auf die Vorteile seiner neuen Elektronenstrahlröhre hingewiesen. Als sich aber niemand für diese neue Möglichkeit und dementsprechende Versuche zu interessieren schien, fiel ihm plötzlich ein,

„... daß eigentlich im Lichterfelder Laboratorium fast alles betriebsbereit zur Verfügung stand, um einen ersten Versuch mit Elektronenstrahlröhren auf der Sende- und Empfangsseite vorzunehmen. In fieberhafter Eile wurden zwei Elektronenstrahlröhren-Einheiten dem Fertigungslager entnommen, zwei Einrichtungen zur Erzeugung der Ablenkungsspannungen aus Bestandteilen des Niederfrequenzlabors zusammengestellt, einer der Breitbandverstärker in Betriebsbereitschaft gebracht sowie dem optischen Labor eine Linse hoher Lichtstärke und eine Fotozelle geringer Trägheit entlehnt. Noch am gleichen Abend, am 14. Dezember 1930, hatte ich das unvergleichliche Erlebnis, daß Diapositive mit einfachem Bildinhalt und die Konturen einfacher Gegenstände, zum Beispiel einer Schere, die vor den Leuchtschirm der Abtastvorrichtung gehalten wurde, am anderen Ende des Zimmers auf dem Leuchtschirm der Empfängerröhre erschienen.

Nun setzte im Labor und in den Werkstätten intensive Tätigkeit ein. Nach Übergang zu Kippschwingungen bei der Elektronenstrahlablenkung, nach Einsatz der etwas abgewandelten Mechanik eines Kinoprojektors und nach Entwicklungsarbeiten an Röhren, Fotozellen und Breitbandverstärkern gelang schließlich im Frühjahr 1931 die Übertragung von Kinofilmen mit der damals von den Fernsehern auf mechanischer Grundlage gerade erreichten Bildqualität von 10 000 Bildpunkten.

Diese Anlage, die im Herbst 1931 auf der Berliner Funkausstellung öffentlich im Betrieb gezeigt wurde, bewies, daß die elektronische Methode bereits im Anfangsstadium ihrer Entwicklung in bezug auf Bildschärfe durchaus mit den mechanischen Methoden konkurrieren konnte, in bezug auf Bildhelligkeit jedoch weit überlegen war. Ihre Vorführung bewirkte, daß alle am Fernsehen interessierten Firmen und Laboratorien sich auf das elektronische Fernsehen umstellten. Daß diese Umstellung schon 1931 fast überall beendet war, ist darauf zurückzuführen, daß wir die Ergebnisse meiner Arbeit nicht geheimhielten und vom Dezember 1930 bis zum Sommer 1931 allen interessierten Fachkollegen jeden gewünschten Einblick in Methoden und Ergebnisse gewährten. So sahen nach ihren eigenen Worten der englische Fernseherfinder Baird, der Leiter der Fernsehentwicklung Telefunken-Werke, Professor Schröter, die technischen Leiter der Fernseh-AG sowie die am Fernsehen interessierten Stellen der Deutschen Reichspost damals in Lichterfelde zum ersten Male ein Fernsehbild mit Halbtönen auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre.

Obwohl ich so gehandelt habe, sind in offiziellen Ausstellungen und Aufsätzen zur Entwicklungsgeschichte des Fernsehens später meine damaligen Arbeiten oft übergangen worden; wieder wirkte es sich nachteilig aus, daß kein Industriekonzern, sondern nur ein kleines Privatlaboratorium hinter den erfolgreichen Versuchen stand. Hinzu kam, daß der Aufgabenkomplex beim Fernsehen sich stürmisch erweiterte, so daß bald nur die Arbeitsgemeinschaften von Staatslaboratorien oder von großindustriellen Forschungsstätten noch mit Schritt halten konnten.

Aus den geschilderten Vorgängen ergab sich damals die Lehre, daß für die Erringung des endgültigen Erfolges in der Technik nicht nur ein großes Problem im richtigen Augenblick gut gelöst werden muß, sondern daß darüber hinaus die Lösung in Anlehnung an eine Organisation ausgebaut und verwertet werden sollte, deren Größe mit dem wirtschaftlichen Umfang des betreffenden Problems mindestens harmonisiert.

In der sozialistischen Gesellschaft hat es der Erfinder sehr viel einfacher, weil die zuletztgenannte Forderung entfällt und nur der volkswirtschaftliche Nutzen maßgebend ist."

Professor Dr. h. c. Manfred von Ardenne, dessen Name noch mit einer ganzen Reihe von großen wissenschaftlich-technischen Erfolgen verbunden ist und der in seinem Dresdner Forschungsinstitut beispielgebend für eine praxisverbundene wissenschaftliche Arbeit wirkt, hat bei der Niederschrift dieser Sätze vielleicht auch das Schicksal des Mannes vor Augen gehabt, dessen Erfindung durch die Elektronenstrahlröhre ersetzt wurde: Paul Nipkow. Seinen Namen trug der erste deutsche Fernsehsender, der 1934 in Berlin-Witzleben in Betrieb genommen wurde. Die Faschisten wollten den Namen, der einen guten Klang in der Welt hatte, für ihre Zwecke ausnutzen. Der Träger des Namens interessierte sie nicht.

Zehn Jahre lang strahlte der Fernsehsender mit dem Testbild auch diesen Namen aus, aber Paul Nipkow und seine Frau lebten in großer Not. Der greise Ingenieur starb im Winter 1940, völlig mittellos, an Hunger und Kälte in seiner Wohnung Berlin-Pankow, Parkstraße. Gas und Strom waren ihm gesperrt worden, weil er die Rechnung nicht bezahlen konnte.

DER ELEKTRONENFLUSS

Elektrischer Strom — Mit Blitz und Donnerschlag „Gold des Meeres" — Ein Gewitter im kleinen „Himmlische" Elektrizität in Flaschen — Ein Gelehrtenstreit — Entdeckung des Elektromagnetismus — Das Elektrozeitalter — Werner Siemens Der Doppel-T-Anker — Elektrizität in jedes Haus — Elektrostation „Friedrichstraße" — Wirtschaftliche Kraftübertragung — Der moderne Jupiter

Elektrischer Strom

ist uns allen zu einer solchen Selbstverständlichkeit geworden, daß wir uns kaum noch fragen, wie es denn kommt, daß die Energie aus der Steckdose den Herd heizt, das Fernsehbild ins Haus holt oder den Motor der Waschmaschine antreibt. Wärme, Licht und Kraft werden mit einer Schalterdrehung herbeigerufen.

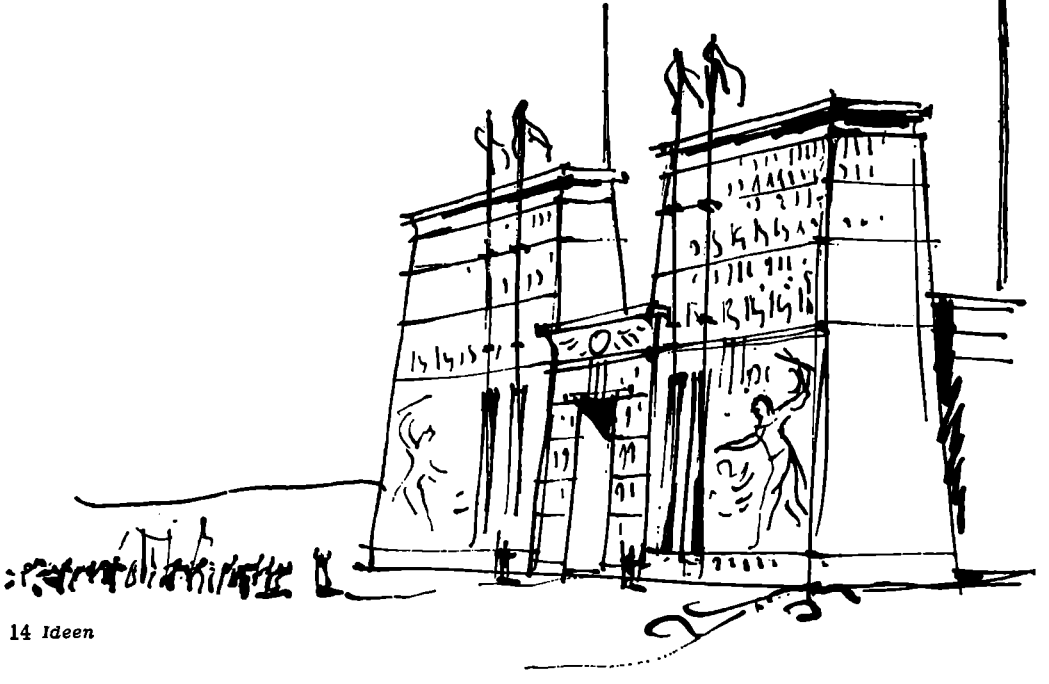
Mit einer einzigen Fingerbewegung werden überall die Riesenkräfte ausgelöst, die Eisenbahnen über die Strecke treiben, Stahl schmelzen oder eine Stadt mit Licht überfluten. Ohne Elektroenergie wäre unser Leben weniger bequem, ohne sie wäre der technische und industrielle Entwicklungsstand nicht erreicht worden, von ihr hängen die weiteren Fortschritte ab.

Wir sprechen vom elektrischen „Strom". Wenn wir einen Fachmann fragen, was in der Leitung denn eigentlich strömt, so wird er uns erklären, daß wir tatsächlich etwas zum Fließen bringen, wenn wir den Strom anschalten, nämlich Elektronen. Wer es ganz genau wissen will, kann noch erfahren: Ein Ampere ist der Fluß von 6281 Milliarden Elektronen innerhalb einer Sekunde durch eine bestimmte Stelle. Diese Elektronen können wir nun freilich nicht sehen. Ebensowenig, wie wir diese winzig kleinen Träger der Elektrizität sehen können, ist die Elektri-

zität sichtbar. Wir verspüren immer nur ihre Wirkung: Wärme, Licht, Kraft. Oder wir empfinden sie sehr schmerzhaft als einen gefährlichen Schlag, wenn wir unvorsichtig mit elektrischen Geräten hantieren.

Mit Blitz und Donnerschlag

ist die geheimnisvolle Naturkraft Elektrizität zuerst ins Bewußtsein des Menschen getreten. Natürlich kann keine Rede davon sein, daß er sie auch gleich als eine elektrische Entladung in der Atmosphäre erkannt hätte. Das Gewitter — vor allem, wenn es aus heiterem Himmel herabdonnerte — galt als ein Grollen der Götter und war den Medizinmännern und Zauberpriestern eine hochwillkommene Demonstration der göttlichen Gewalten, die zu beeinflussen sie vorgaben.
Schon im alten Ägypten scheint aber die atmosphärische Elektrizität gründlicher untersucht worden zu sein; zumindest war erkannt worden, daß man den Blitzen einen besonders bequemen Weg bereiten kann, um sie auf ungefährliche Weise abzuleiten. Es heißt, Ramses III. hätte 1170 vor unserer Zeitrechnung in Midnet Abu hohe Masten mit vergoldeten Spitzen aufstellen lassen: Blitzableiter. Inschriften in den Tempeln von Edfu und Dendera verraten, daß die kupferbeschlagenen Holzstangen



die Tempel vor Blitzen schützen sollten. Vielleicht wußten die ägyptischen Priester, die ja zugleich Naturbeobachter und Sammler der gewonnenen Naturerkenntnisse waren, noch viel mehr. Es ist möglich, daß sie die „himmlische" Elektrizität bereits zur Sicherung ihrer Heiligtümer benutzten. Auf diese Vermutung kann man kommen, wenn man in einem alten Buche – der Bibel – nachliest.

Moses, der legendäre Volksheld, der den Stamm Israel aus der ägyptischen Sklaverei führte, mußte wohl Kenntnis von den Geheimnissen der ägyptischen Priester gehabt haben. Er nutzte sie aus, als er seinen Tempel, die Stiftshütte und die Bundeslade bauen ließ. Alles erfolgte genau nach Moses' Anweisungen:

> „Bezaleel machte die Lade von Akazienholz, dritthalb Ellen lang, anderthalb Ellen breit und hoch, überzog sie mit feinem Golde inwendig und auswendig und machte ihr einen güldenen Kranz umher . . ."

In moderner Auslegung könnte man sagen, er habe einen Kondensator bauen lassen, mit Gold als Leiter und Holz als Isolator. Verband man den goldenen Belag der Bundeslade mit den metallenen Spitzen des Tempels, so lud die über Palästina stark elektrische Atmosphäre die Lade auf. Wenn Unbefugte sich der Lade näherten – so wie Nadab und Abihu, die Söhne des Hohenpriesters Aaron, die selbst probieren wollten, was es mit dem „Allerheiligsten" auf sich hatte –,

> „. . . da fuhr ein Feuer aus von dem Herrn und verzehrte sie, daß sie starben . . ."

Die Blitzgefahr durch Gewitterwolken und die elektrische Aufladung der Bundeslade müssen mitunter so groß gewesen sein, daß sich selbst Moses nicht ins Innere der Stiftshütte wagte, denn – so steht in der Bibel geschrieben –,

> „. . . Mose konnte nicht in die Hütte des Stifts gehen, weil die Wolke darauf blieb."

Da die Mythen und Geschichten, wie sie im sogenannten Alten Testament der Bibel überliefert sind, den Stand der Naturerkenntnis einer Zeit widerspiegeln, in der wie alle Naturkräfte auch das Gewitter als göttliche Gewalt galt, dürfen wir uns nicht wundern, daß man glaubte, Gott selbst säße in der Wolke.

Daß neben den ägyptischen Göttern und dem mosaischen Jehova die Kräfte der „himmlischen" Elektrizität auch noch das Ansehen anderer Götter heben halfen, erfahren wir aus einem anderen Land, in dem ebenfalls die ägyptischen Tempelweisheiten aufgegriffen und genutzt wurden. In Griechenland wurde – wie Herodot 450 Jahre vor unserer Zeitrechnung schrieb – der Apollotempel in Delphi von Apollo selbst durch

himmlisches Feuer verteidigt. Aber, wie gesagt, das alles ist ins Dunkel der Legende gehüllt. Vielleicht ging die Anregung für den Einbau einer solchen Anlage im Apollotempel auf Thales von Milet zurück, der Ägypten bereist hatte und sich auch mit den Erscheinungen der Reibungselektrizität und des Magnetismus beschäftigte. Diese Reibungselektrizität trat besonders augenscheinlich bei einem Stoff auf, der sich aus ganz anderen Gründen der größten Wertschätzung erfreute, dem Bernstein.
Bernstein, so wie er seit Jahrtausenden von der Ostsee ans Ufer gespült wird, war im Altertum ein sehr kostbarer Schmuck. Dieses sehr leicht zu bearbeitende

„Gold des Meeres"

wurde in den ältesten Gräbern gefunden: in Perlenform, zu Ketten aufgefädelt, als Anhänger und Broschen, als schmückende Einlagen in Schwertgriffen und natürlich als Schmucksteine in Ringen.
Die Händler, die den Bernstein von der Ostseeküste in die Zentren der alten Mittelmeerkulturen holten, erfanden die seltsamsten Geschichten über Herkunft und Entstehen dieser braungelben Steine. Die einen behaupteten, es sei eine Art geronnener Meeresschaum, andere meinten, es wären himmlische Schweißtropfen. Noch der römische Schriftsteller Plinius berichtet von dem griechischen Wissenschaftler Nikias:

> „Nikias hat den Bernstein für eine Art Saft der Sonnenstrahlen gehalten. Diese prallten seiner Meinung nach im Westen heftiger auf die Erde und hinterließen auf ihr einen fettigen Schweiß. Der wurde dann durch die Fluten des Ozeans an die Gestade Germaniens gespült."

Über diese märchenhafte Ausdeutung braucht man gar nicht zu lachen, denn nach mehr als anderthalb Jahrtausenden saßen die alten Vorstellungen noch immer so fest in den Köpfen, daß ein deutscher Gelehrter meinte:

> „Bernstein sey ein am Meeresufer mit viellem Saltz vermischter und zusammengestoßener Wasserschaum, der, durch die Luft und durch die Hitze der Sonne getrocknet, zu einer außerordentlichen Härte gelanget ..."

Erst 1767 schrieb Friedrich Samuel Bock ein Buch, in dem er nachwies, daß Bernstein nichts anderes ist als die Versteinerung eines Baumharzes. Allerdings eines Harzes — wie wir heute wissen —, das vor vierzig oder noch mehr Millionen Jahren in einem Nordeuropa tropi-

scher Vegetation von längst ausgestorbenen Kiefernarten ausgeschwitzt wurde. Die Insekten- und Pflanzeneinschlüsse, die manches Stück Bernstein so wertvoll machen, geben also Kunde aus Urwelttagen, in denen sich die Gebirge bildeten, die heute noch das Gesicht unserer Heimat prägen, in denen sich die Säugetiergattungen gegenüber den riesigen Sauriern durchzusetzen begannen und in denen die Wälder im vollen Grün standen, die wir heute als Braunkohlenablagerungen fördern.

Es ist also schon etwas Märchenhaftes um den Bernstein. Aber das alles nur nebenbei, denn der Bernstein, den die Griechen Elektron nannten, erweckte besondere Aufmerksamkeit durch einen Effekt, der sich jedesmal bemerkbar machte, wenn man ihn rieb, um seinen Glanz zu erhöhen. Die griechischen Frauen, die im Besitze eines so kostbaren Schmuckstücks waren, werden wahrscheinlich zuerst die Entdeckung gemacht haben, daß das Elektron nach dem Reiben mit einem wollenen Läppchen kleine Stoffteilchen, Haare oder Fäden an sich zog.

Das Elektron hatte eine Eigenschaft, die vergleichbar war mit den Kräften des Magneteisensteins. Beide untersuchte Thales von Milet, und da er als ein materialistischer Naturphilosoph nicht an göttliche Kräfte glaubte, suchte er nach einer natürlichen Erklärung dieses Phänomens, ohne allerdings eine zu finden. Entdeckt war also nur die Eigenschaft, und gegeben war ein Name — Elektron, der in viel späterer Zeit zu einem der wichtigsten Begriffe in der ganzen Physik werden sollte, obwohl er mit Bernstein nichts mehr zu tun hat.

Auch an anderen Objekten wurden seltsame Beobachtungen gemacht. In Stunden der Gewitterneigung, wenn die Luft vor Elektrizität förmlich knisterte, tanzten bläuliche Büschelentladungen an den Spitzen der Schiffsmasten — das Elmsfeuer, wie die Seeleute es nannten. Blaue Fünkchen sprühten an den Haaren, wenn man sie kämmte, fuhren aus den Fingerspitzen, wenn man sie kräftig gerieben hatte, und knisterten im Fell der Katzen. Seltsam war das alles, unerklärlich und unheimlich — dabei beließ man es.

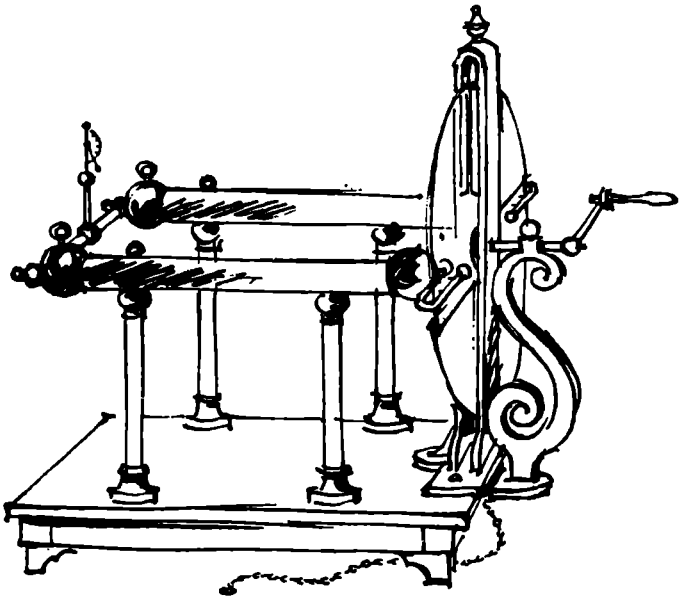
Erst um das Jahr 1600, als die Naturwissenschaft von der bloßen Spekulation wieder zur Beobachtung überging, nahm sich der englische Arzt William Gilbert dieser Seltsamkeit der Natur an. Vom Bernstein ausgehend, entdeckte er, daß sich diese Erscheinung auch bei anderen Stoffen hervorrufen ließ. Er prüfte alles, was ihm in die Finger kam, und nannte solche Stoffe, denen man durch Reiben eine anziehende Wirkung zu verleihen vermochte, Electrica. Damit schuf er den Ursprung für die spätere endgültige Bezeichnung Elektrizität.

Von nun an beschäftigten sich immer mehr Naturwissenschaftler mit den wunderbaren Eigenschaften der Electrica. Sie kamen dahinter, daß

sich durch das Reiben irgend etwas ansammeln, speichern mußte, das sich entweder als anziehende Kraft oder als überspringender Funken äußerte. Es gab Stoffe, die sich ganz besonders gut für Funkenübertragungen eigneten, solche, die es gar nicht oder im unterschiedlichen Maße taten, und schließlich auch solche, die sich nicht anzogen, sondern abstießen. Der Franzose Dufay zog aus der zuletzt genannten Beobachtung den Schluß, daß es offenbar nicht nur eine Kraft von der gleichen Art gäbe, sondern von zweierlei Art. Er entdeckte, daß ein mit Wolle geriebener Glasstab eine andere Art von Elektrizität ergibt als ein mit Katzenfell geriebenes Stück Siegellack. Die gleichen Arten stoßen sich ab, die ungleichen ziehen sich an. Heute bezeichnen wir diese Erscheinung mit positiv und negativ.

Ein Gewitter im kleinen

erzeugte Gottfried Wilhelm von Leibniz, als er einen Versuch machte, zu dem er von Otto von Guericke angeregt wurde. Der Magdeburger Bürgermeister und Naturforscher hatte Schwefel als eine besonders gut zu handhabende „Electrica" erkannt, das heißt als einen Stoff, der sich wie Bernstein verhielt. In einen Glasballon füllte er pulverisierten Schwefel und erhitzte ihn, bis er schmolz. Als der Schwefel erkaltet



Elektrisiermaschine

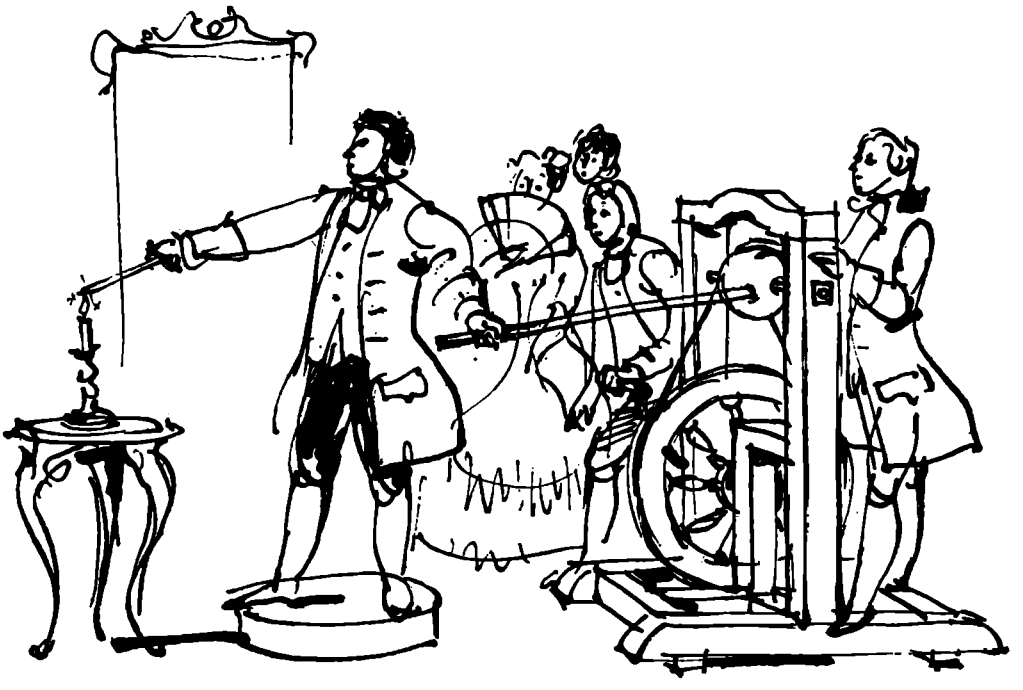
war, zertrümmerte er die gläserne Hülle und bohrte durch die Schwefelkugel ein Loch, durch das er eine Achse schob. Ein kleines Lagergerüst und eine Handkurbel vervollständigten den Apparat. So gewann er aus der sehr schnell rotierenden Kugel weit mehr Reibungselektrizität, als das bis dahin irgend jemand mit einem Stück Bernstein oder ähnlichem gelungen war. Die Ergebnisse entsprachen seinen Erwartungen. Wenn er mit der einen Hand die Kurbel drehte und die in einem Handschuh steckende andere Hand auf die Kugel legte, lud sich der Handschuh auf. Auch Guericke entdeckte, daß es nicht nur anziehende, sondern auch abstoßende Kräfte gibt.

Über diese und andere Beobachtungen schrieb Guericke an den Gelehrten Leibniz und schickte ihm auch gleich eine Schwefelkugel mit, damit er ähnliche Versuche anstellen konnte. Als Leibniz einmal des Abends die Schwefelkugel drehte, sah er, wie Funken zwischen seiner Hand und der Kugeloberfläche hin und her sprangen, und er hörte es knistern. Waren das nicht winzige Blitze, war das Knistern nicht ein ganz feines Donnern, und war nicht alles zusammen ein Gewitter im kleinen, von Menschenhand hervorgerufen?

Die Naturforscher in aller Welt befaßten sich nun mit der aus Elektrisiermaschinen gewonnenen Elektrizität. Der Danziger Bürgermeister Gralath hatte sich einen tollen Spaß ausgedacht, den er immer wieder vorführte: Er leitete den Strom von der Oberfläche einer sehr rasch rotierenden Schwefelkugel durch ein Eisenrohr, das er in der linken Hand hielt, durch seinen Körper in die rechte Hand, mit der er ein Schwert faßte. Der Witz der Geschichte bestand darin, daß er mit den der Schwertspitze entspringenden Funken eine Kerze anzünden konnte, die aber kurz zuvor ausgeblasen sein mußte, damit noch entzündbare Gase den Docht umgaben. Solche und ähnliche Kunststücke wurden auch in den physikalischen Kabinetten der Könige vorgeführt, die sich aufs höchste ergötzten, wenn auf solche Weise kleine Pulverladungen zur Explosion gebracht oder ganz einfach elektrische Schläge an die Anwesenden ausgeteilt wurden.

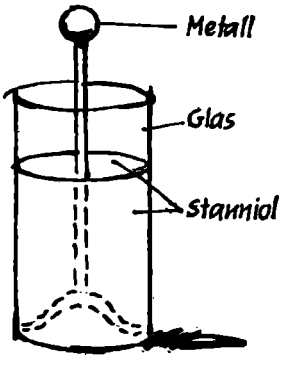
Daß diese Reibungselektrizität tatsächlich die gleiche Elektrizität ist wie die sich mit Blitz und Donnerschlag äußernde „Himmelselektrizität", bewies Benjamin Franklin, ein Mann, der es vom Seifensieder bis zum Postmeister gebracht hatte und der ein Vorkämpfer für die amerikanische Unabhängigkeit und ein begeisterter Naturforscher war.

Bevor sich jedoch Benjamin Franklin mit der Elektrizität beschäftigte, war noch eine Erfindung gemacht worden. Sie kam den herumziehenden Scharlatanen, die auf Jahrmärkten ihre elektrischen Tricks vorführten, ebenso zustatten wie den ernsten Naturforschern: die Erfindung, Elektri-



zität auf Flaschen zu füllen. Auf diese Idee kam Ewald Jürgen von Kleist, als er einen sehr heftigen Schlag erhielt. Er hatte einen Nagel elektrisiert, das heißt mit Reibungselektrizität aufgeladen. Der Nagel steckte in einem innen etwas feuchten Medizinglas. Er griff mit der Linken das Medizinglas, und als er mit der Rechten den Nagel herausziehen wollte, ließ er vor Schreck alles fallen. Kleist überlegte, wie es geschehen konnte, daß sich die elektrische Ladung gespeichert und schlagartig entladen hatte. Er kam dahinter, daß seine Linke die äußere und die feuchte Innenwand des Glases die innere leitende Schicht bildeten, das dazwischenliegende Glas aber den Isolator. Die Elektrizität war so lange im Nagel festgehalten worden, bis Kleist ihn berührte und dadurch die Elektrizität aus ihrer Isolation befreite. Er hatte einen Kondensator erfunden, einen Stromspeicher, wie ihn vielleicht auch die alten Ägypter und Moses in Form der Bundeslade verwendet hatten.
Zur gleichen Zeit experimentierte auch der Leidener Physikprofessor Pieter van Musschenbroek mit der Elektrizität. Er entdeckte auf ähnliche Weise das Prinzip der Stromspeicherung und erfand die sogenannte Leidener Flasche. Mit Hilfe dieser „Verdichter", also Kondensatoren, konnte

man schon sehr ordentliche Blitze auslösen, lange, starke Funken, vor allem, wenn man eine ganze Batterie Leidener Flaschen hintereinanderschaltete.



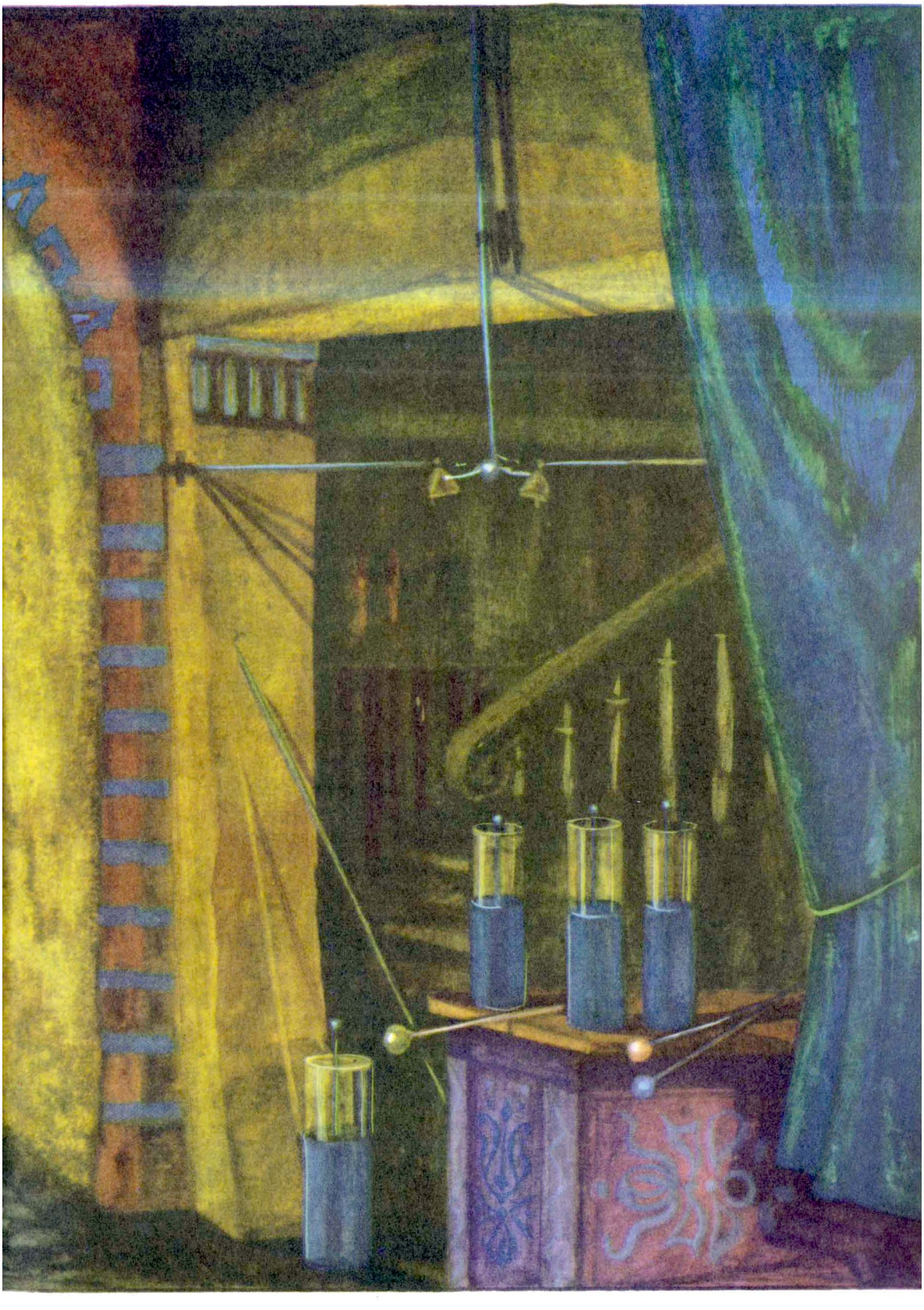
Kleistsche oder Leidener Flasche

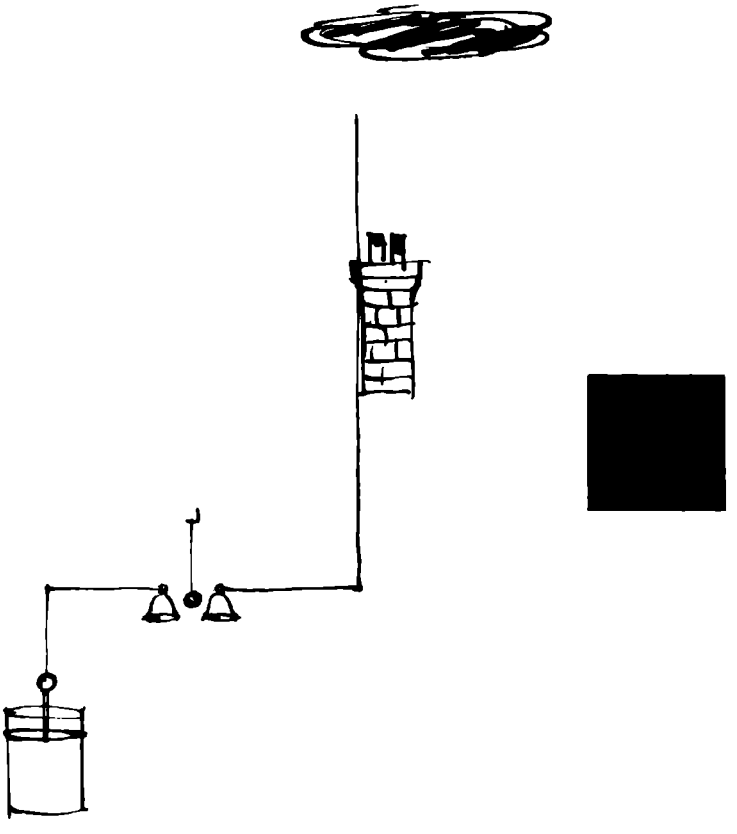
Benjamin Franklin befand sich auf einer der Reisen, die er als Zeitungsmann, Druckereibesitzer oder Postmeister häufig unternahm. In Boston besuchte er eine Vorführung, die ein gewisser Dr. Spencer gab, der soeben aus Schottland eingetroffen war. Er sah, wie Hühner vom elektrischen Schlag getötet wurden, wie Beefsteaks gebraten, Feuer ausgeblasen, Spiritus entzündet wurde und wie schließlich eine Kette von Menschen vor Schreck in die Höhe sprang, als der elektrische Schock durch sie hindurchging. Franklin wurde bei dieser Vorführung vom Phänomen Elektrizität gepackt. Bei einem Londoner Freund bestellte er sofort einiges zum Experimentieren und erhielt „eine meterlange gerade Glasröhre, so dick wie Ihre Faust", eine elektrostatische Röhre zum Reiben mit Seide. Damit begann Benjamin Franklin die Versuche, die dazu führten, daß er seine Geschäfte aufgab, um sich völlig wissenschaftlichen Forschungen widmen zu können, die auch den Beweis erbrachten, daß es sich bei Reibungsfunken und Blitz um ein und dieselbe Elektrizität handelte. Wie gesagt: Vermutet hatten das schon andere. Franklin aber wollte versuchen, die

„Himmlische" Elektrizität in Flaschen

zu locken und zu speichern. Franklin hatte beobachtet, daß die Elektrizität durch Metallspitzen angezogen wird. Wenn es sich beim Blitzstrahl um das gleiche „elektrische Feuer" handelt, wie es aus Elektrisierapparaten hervorgebracht werden kann, dann mußte sich auch der Blitz durch eine Metallspitze anziehen lassen. Um diese Spitze recht nahe an einen Blitz heranzuführen, beschloß er, einen Drachen in eine Gewitterwolke aufsteigen zu lassen. An einem der Stöcke des Drachengerüstes befestigte er einen geraden Metalldraht, der mit der Drachenschnur verbunden war. Das untere Ende der Schnur war um einen großen Hausschlüssel geknüpft, an dem wiederum ein den Strom nicht leitendes Seidenband hing, so daß seine Hand isoliert gegen den Strom den Drachen halten konnte. Die Drachenschnur bestand aus feinem

Benjamin Franklin berichtete in einem Aufsatz der „Royal Society" über seine erfolgreichen Versuche, „Blitze aus den Wolken zu ziehen", und über den Nachweis der Identität des Blitzes mit der Elektrizität. Die Arbeit wurde zunächst von den Sachverständigen belacht. Sehr bald aber wurden die „Experimente von Philadelphia" — wie man sie nannte — allerorten mit Erfolg wiederholt. „Auf diese Berichte hin wurde ich überreichlich für die Geringschätzung entschädigt, mit der man mich bisher behandelt hatte. Ohne daß ich mich um diese Ehre zu bewerben brauchte, ernannte mich die ‚Royal Society' zu ihrem Mitglied. Sie verlieh mir ferner die goldene Medaille von Sir Godfrey Copley für das Jahr 1753."



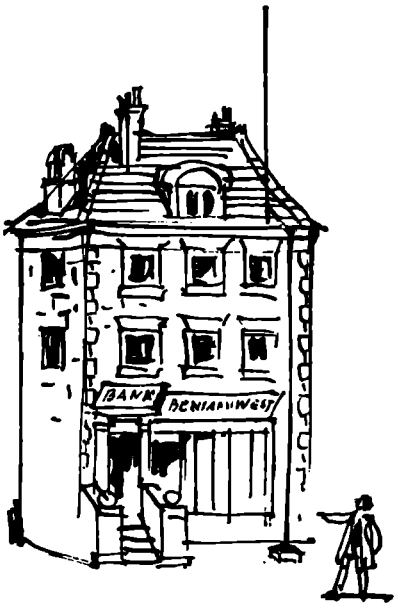


Hanf, weil er gelesen hatte, daß es dem Engländer Gray und dem Franzosen Dufay gelungen war, Elektrizität auf Hanfschnüren fortzuleiten. Endlich kam im Juni 1752 der Tag, an dem sich ein schweres Gewitter über Philadelphia zusammenballte. Als die Wolken drohend genug aussahen, ließ Franklin den Drachen aufsteigen. Die erwünschte Erscheinung stellte sich aber nicht ein. Erst als es zu regnen begann und er sich unter einen Torbogen flüchten mußte, sprangen klatschend Funken über, wenn er seine Hand dem Schlüssel näherte! Die nasse Hanfschnur leitete die Elektrizität aus der Gewitterwolke bis in den Schlüssel und in seine Hand. Der Beweis war erbracht: Auch der Blitz ließ sich von Metallspitzen anziehen.

Um das Wesen der „Himmels-Elektrizität" näher zu untersuchen und um sich vom Drachen unabhängig zu machen, versuchte Franklin, die Blitze direkt in sein Studierzimmer zu holen. Er befestigte am Schornstein seines Hauses eine hohe spitze Eisenstange.

> „Am unteren Ende des Eisenstabes wurde ein Draht angebracht. Auf der Treppe vor meiner Zimmertür wurde der Draht getrennt und an beiden Enden mit einem Glöckchen versehen. Zwischen den Glöckchen hing an einem Seidenfaden eine kleine Messingkugel, die an die Glocken schlug, wenn elektrisch geladene Wolken vorüberzogen."

Die Gewitterwolken „klingelten" nun immer, wenn sie über das Dach seines Hauses zogen. Sie kündigten sich selbst an und luden den Forscher zum Experimentieren ein.



Franklins Blitzableiter

Sehr bald hatte Franklin herausgefunden, daß sich die Blitzstrahlen tatsächlich wie Elektrizität verhalten. Man konnte die dem Drahtende entspringenden Funken auf eine Leidener Flasche füllen. Mit dieser durch „gewittrige" Elektrizität aufgeladenen Flasche konnte man die gleichen Effekte erzielen wie mit einem durch Reibungselektrizität aufgeladenen Kondensator. Es war — wie er schrieb — „die Gleichartigkeit der elektrischen Materie mit der des Blitzes vollkommen erwiesen".

Franklin hatte bei allen seinen Experimenten großes Glück, denn die Versuche waren ja keineswegs ungefährlich. Er hätte sehr leicht vom Blitzschlag getötet werden können, so wie es Professor Richmann in Petersburg erging, der an der Akademie die gleichen Untersuchungen anstellte. Damit künftighin niemand mehr — kein Mensch, kein Haus, keine Scheune — durch Blitzschlag Schaden nehmen sollte und um den Aberglauben zu zerstören, daß eine Gottheit mit Feuer und Donnerwetter ein Strafgericht veranstaltete, machte Franklin seine Experimentierstange am Schornstein zu einem Blitzableiter. Vom Stab zog er einen Draht zur Erde hinab und steckte ihn in einen feuchten Grund. Der Blitz würde dem Draht in die Erde folgen und das Gebäude unbeschädigt lassen.

In einem Artikel teilte er der Öffentlichkeit mit, „wie man Häuser usw. vor dem Blitz sichert". Nach einigen Jahren gab es in den englischen Kolonien und in England selbst kaum noch Häuser ohne diesen schützenden Eisenstab.

Ein Gelehrtenstreit

der zwischen Luigi Galvani und Alessandro Volta in Italien ausbrach, hatte seine Ursache in einer anderen sehr merkwürdigen elektrischen Erscheinung. Dieser Streit führte dazu, daß entdeckt wurde, wie man auf eine neue Art elektrischen Strom erzeugen kann.

Galvani, Anatomieprofessor in Bologna, beschäftigte sich mit der Frage, was denn Leben eigentlich sei, welche Lebenskraft Wachstum und Ver-

mehrung bewirke. Er suchte nach dem Sitz der „Lebenskraft" und sezierte zu diesem Zwecke unzählige Vögel, Frösche, Fische und anderes Kleingetier.

Eines Tages im November 1780 machte er eine ganz ungewöhnliche Beobachtung. Er sezierte wieder einmal einige Frösche, während sein Laboratoriumsgehilfe dabei war, Funken aus einer Elektrisiermaschine zu ziehen. Dabei bemerkte Galvani, daß jedesmal, wenn er mit dem Skalpell die inneren Schenkelnerven eines Frosches berührte, der Schenkel kräftig zuckte, ganz so, als ob der Frosch lebte. Die Erscheinung, daß sich in der Nähe von Elektrisiermaschinen liegende Gegenstände elektrisch aufzuladen vermögen, hatten auch schon andere entdeckt. Und gerade das geschah in diesem Falle. Die aufgeladenen Froschschenkel zuckten, wenn das Skalpell sie berührte, weil sie durch den Entladungsstrom erregt wurden. Galvani konnte sich dieses Phänomen nicht erklären. Um zu erforschen, ob auch die atmosphärische Elektrizität die gleichen Wirkungen auszulösen vermag, verlegte er seine Versuche auf das Dach des Hauses eines Freundes, um bei Gewitter im Freien experimentieren zu können. Auch hier machte er die Beobachtung, daß Froschschenkel von Blitzen in Zuckungen versetzt werden.

Das alles gehört gewissermaßen zur Vorgeschichte, obwohl diese Vorgeschichte für Galvani elf Jahre lang dauerte. So lange erforschte er nämlich die elektrischen Effekte; dann aber entdeckte er etwas wirklich Neues. Er sah, daß Froschschenkel auch dann zuckten, wenn gar kein Gewitter im Anzug war und wenn keine elektrische Aufladung durch Reibungselektrizität erfolgen konnte. Sie zuckten stets ohne ersichtliche Ursache.

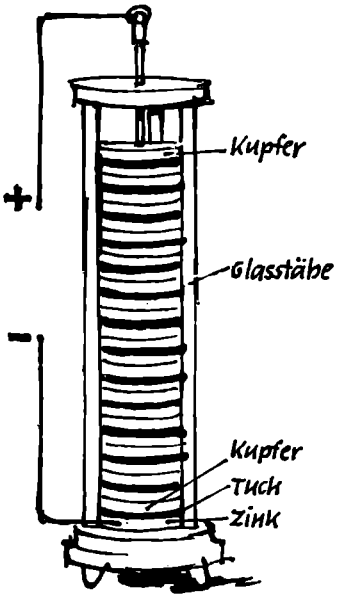
Es zuckten allerdings nur die Froschschenkel, die er mit einem Kupferhaken auf einer Wäscheleine aufgehängt hatte und die manchmal vom Wind gegen ein eisernes Gitter geschaukelt wurden. Jedesmal, wenn sie das Gitter berührten, zuckten die Schenkel! Galvani fragte sich, ob es eine atmosphärische Elektrizität gibt, „die in das Tier kriecht und sich daselbst anhäuft und bei der Berührung des Hakens mit dem Eisengitter plötzlich entweicht".

Um der Sache auf den Grund zu gehen, setzte er seine Versuche unter anderen Bedingungen in seinem Laboratorium fort, bei jedem Wetter und mit verschiedenartigen metallischen Leitern. Galvani kam dahinter, daß nur zwei verschiedene Metalle die „tierische" Elektrizität abzuleiten vermögen. Er hielt die Nerven für elektrische Leitungen, aus denen mit geeigneten Mitteln die „Berührungselektrizität" hervorgelockt werden könnte.

Davon wollte sein Kollege Volta in Pavia aber gar nichts wissen. Er glaubte nicht an den „tierischen Ursprung" der Elektrizität. Mit diesem Zweifel begann er die Versuche, die zur Entdeckung der wirklichen Zusammenhänge und zur Begründung der Schwachstromtechnik führen sollten.

Volta stellte bald fest, daß die Froschschenkel mit der Erzeugung der Elektrizität überhaupt nichts zu tun hatten. Sie waren lediglich zufällige Nachweismittel für das Vorhandensein einer Elektrizität geworden, die entstanden war durch die Berührung der metallischen Haken mit einem anderen Metall.

Das, was Galvani „tierische" Elektrizität nannte, bezeichnete Volta nun als „metallische" Elektrizität. Er studierte die Eigenarten der verschiedenen metallischen Leiter und kam zur Festlegung der sogenannten Voltaschen Spannungsreihe, nach der sich die Stoffe in der Reihenfolge Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Kohle ordnen. Diese Spannungsreihe führte zur Erfindung der „Voltaschen Säule".



Voltasäule

Die schwache Berührungselektrizität, die durch zwei mehr oder weniger geeignete Leiter erzeugt wurde, konnte man beträchtlich erhöhen, wenn man mehrere Leiter zu einer regelrechten Stromquelle vereinigte.

Volta schichtete eine größere Anzahl Zink- und Kupferplättchen aufeinander, legte jeweils ein feuchtes Tuchläppchen dazwischen und verband die beiden Endplättchen mit einem Draht. Im geschlossenen Leiterweg kreiste nun der Strom.

Hatten bisher mit Elektrisiermaschine und Leidener Flasche nur geringe Strommengen zur Verfügung gestanden, die sich im Augenblick entluden, so konnte man nun die Elektrizität in beliebig großer Spannung anhäufen und langsam ableiten. Dieses stetige Fließen — im Gegensatz zur augenblicklichen Entladung — bewirkte die Fortschritte, die die Schwachstromtechnik herausbildeten.

Nachdem die chemischen Vorgänge, die zur Erzeugung der Elektrizität führten, immer besser erkannt wurden, konnten auch die Voltaschen Säulen — die Batterien und Akkumulatoren — immer einfacher und wirkungsvoller gemacht werden, so daß sehr bald mit voltaschen oder

galvanischen Batterien die bekannten Versuche in der Nachrichtentechnik begannen. Mit diesen Stromquellen waren auch wissenschaftliche Untersuchungen möglich geworden, die mit auf Flaschen gezogenen Funken nicht anzustellen gewesen wären. Die Untersuchungen und vielfältigen Experimente führten schließlich zur

Entdeckung des Elektromagnetismus

und zur Klärung der Beziehungen zwischen Elektrizität und Magnetismus. Schon Thales von Milet hatte sich über die Ähnlichkeiten der Phänomene, die dem Elektron und dem Magnetstein entsprangen, Gedanken gemacht. Einen entscheidenden Schritt weiter kam der dänische Physiker Hans Christian Oersted, der im Jahre 1806 mit 29 Jahren Professor in Kopenhagen geworden war.

In seinen Vorlesungen beschäftigte er sich natürlich auch mit der Elektrizität. Bei einem seiner Versuche wollte er die Wärmewirkung des elektrischen Stromes vorführen und zeigen, wie ein feiner Platindraht durch eine Voltasäule zum Glühen kommt.

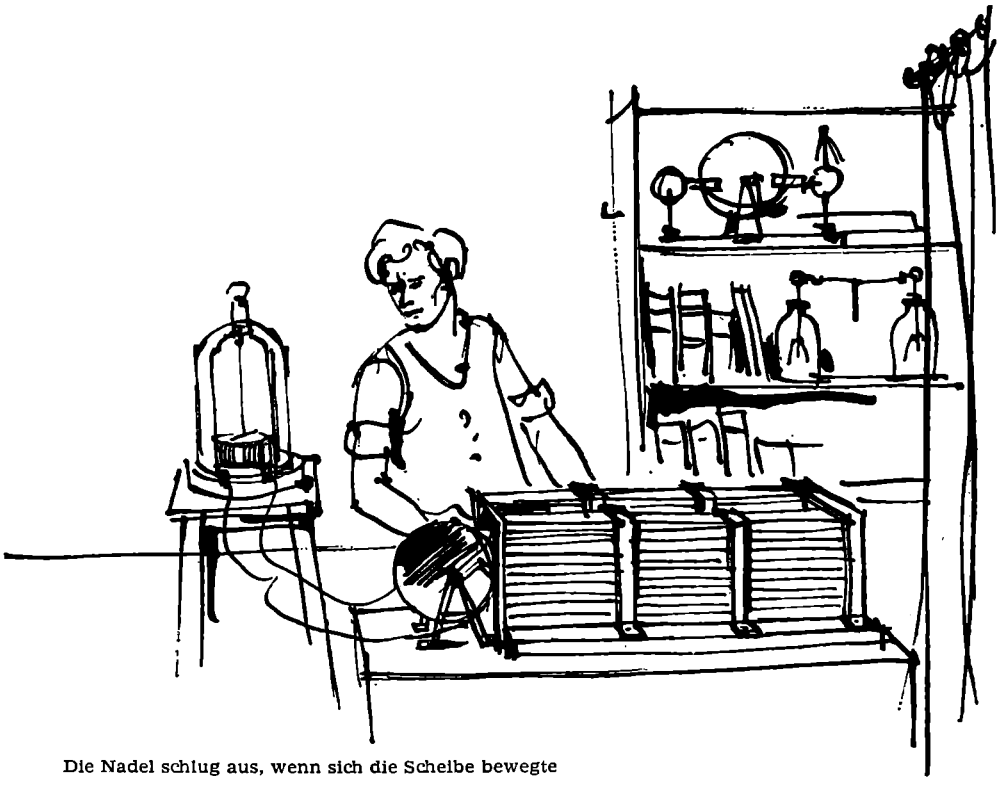
In der Nähe des Drahtes lag ein Kompaß. Er blickte auch zufällig auf den Kompaß, als er den Strom einschaltete. Dabei sah er, wie die Kompaßnadel sofort abgelenkt wurde. Diese Beobachtung regte ihn zu weiteren Forschungen an. Er stellte fest, daß jeder stromdurchflossene Leiter die Magnetnadel ablenkt.

Oersted vermutete, daß sowohl der Magnet wie auch der elektrische Strom ein Kraftfeld bildeten und beide aufeinander einwirkten.

Diese Entdeckung veranlaßte andere Physiker, die Versuche Oersteds zu wiederholen. Dabei entdeckte der französische Naturforscher Ampère, daß zwei parallele Drähte, in denen der Strom in gleicher Richtung fließt, einander anziehen, während sie sich abstoßen, wenn die Ströme gegeneinander fließen.

In England befaßte sich Michael Faraday mit der Elektrizität. Dieser hervorragende Naturwissenschaftler, der es vom lernbegierigen und lesehungrigen Buchbinder zum Laboratoriumsgehilfen der Royal Society und Assistenten des Gelehrten Davy bis zum selbständig arbeitenden Forscher gebracht hatte, schrieb 1821 eine „Geschichte des Elektromagnetismus".

Dazu wiederholte er nicht nur alle Versuche, die auf diesem Forschungsgebiet bereits gemacht worden waren, er stellte auch neue an, solche nämlich, die ihm noch zu fehlen schienen.



Die Nadel schlug aus, wenn sich die Scheibe bewegte

Er kam auf den Gedanken, „Magnetismus in Elektrizität zu verwandeln", wie er in seinem Problem- und Aufgabenbuch schrieb. Wenn Oersted und Ampère nachgewiesen hatten, daß sich ein magnetisches Feld um einen stromdurchflossenen Leiter bildet, so mußte umgekehrt auch ein Magnetfeld elektrischen Strom hervorrufen, wenn man einen Leiter in das Feld bringt. Es dauerte zehn Jahre, bis aus der theoretischen Überlegung und aus immer neuen Versuchen die richtige praktische Lösung gefunden war. Denn soviel er sich auch mühte, es wollte ihm nicht gelingen, aus einem auch noch so starken Magnetfeld elektrischen Strom hervorzulocken.

Erst als er beobachtete, daß es jedesmal einen Stromstoß gab, wenn er den Magneten in eine Drahtspule hineinschob oder herauszog, und er nun darauf verfiel, einen Stabmagneten innerhalb einer langen Spule schnell hin- und herzuschieben, schlug der Stromanzeiger aus. Ließ er den Magneten in der Spule stecken, riß auch der Strom ab.

Elektrischer Strom entstand also nur, wenn magnetische Kraftlinien geschnitten wurden. Nicht das unveränderlich dauernde magnetische Feld, sondern seine Veränderung bringt den Strom hervor. Auf die Bewegung kommt es also an.

Faraday formulierte das Gesetz der Induktion — das heißt der „Überleitung" oder „Hinführung" —, was in der Elektrizitätslehre die Erzeugung von elektrischen Spannungen und Strömen durch die Bewegung eines Leiters in einem magnetischen Kraftfeld bedeutet.
Dieses Gesetz besagt: Wenn man einen Leiter in einem Magnetfeld so bewegt, daß er die Kraftlinien schneidet, dann wird in ihm eine elektrische Spannung induziert. Die induzierte Spannung ist um so höher, je schneller der Leiter bewegt wird, je stärker das Magnetfeld und je länger der Leiter ist.
Mit der „Hin- und Herbewegung" eines Leiters in einem Magnetfeld hatte Faraday den ersten „Dynamo" erfunden. Bei weiteren Versuchen brachte er eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines großen Hufeisenmagneten zur Umdrehung.

> „Die Achse und der Rand der Scheibe waren mit einem Galvanometer verbunden, die Nadel schlug aus, wenn sich die Scheibe bewegte."

Das war der erste Maschinenstromerzeuger, das Urbild unserer Generatoren, die von mächtigen Turbinen angetrieben werden.

> „Hier zeigte sich die Erzeugung eines gleichbleibenden elektrischen Stromes durch gewöhnliche Magneten."

Faraday hatte jahrzehntelang mit ungewöhnlicher Energie gearbeitet, aber er beschäftigte sich nicht mit der Vervollkommnung der von ihm ersonnenen Stromerzeuger.

> „Ich bin vielmehr darauf bedacht gewesen, neue Tatsachen und Beziehungen zu entdecken, die mit elektromagnetischer Induktion in Verbindung stehen, als die Kraft der schon vorhandenen Stromerzeuger zu vermehren, da ich sicher war, daß sie später ihre volle Entwicklung finden würden."

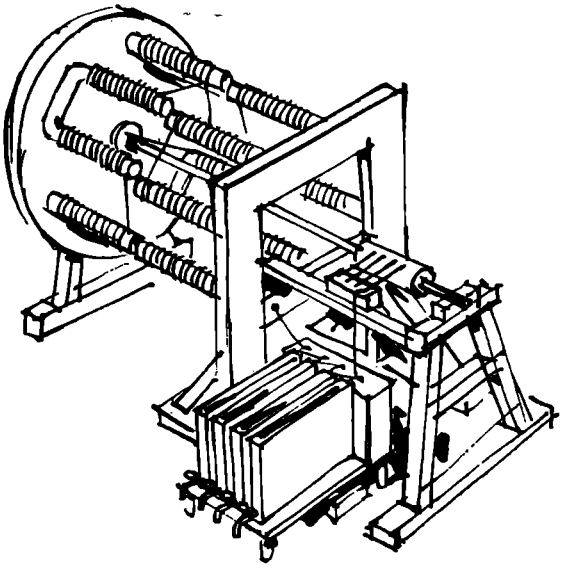
Deshalb krönt sein Lebenswerk auch nicht die Erfindung eines hochleistungsfähigen Dynamos, sondern die vollständige beschreibende Theorie der Elektrizität.
Außerdem machte dieser bedeutende Physiker des 19. Jahrhunderts noch eine Fülle anderer Entdeckungen und Erfindungen, die von der elektromagnetischen Lichttheorie bis zur praktischen Erforschung der Elektrolyse und zur wissenschaftlichen Begründung der elektrochemischen Industrie reichen.
Faraday war also auch einer der Wissenschaftler, die sich den modernen industriellen Forderungen und Interessen verpflichtet fühlten, die mit ihrer Wissenschaft nützlich sein wollten.
Faraday starb 1867 im Alter von 75 Jahren. Der Sohn eines Grobschmieds, der ehemalige Buchbinder, hatte die letzten Lebensjahre in

einem Haus im Königlichen Park von Hampton Court verbracht. Seine Bücher und hinterlassenen Schriften wurden bezeichnet als „der reichste Wissensschatz, den ein einzelner Intellekt hinterließ", und nicht nur das – mit seinen Entdeckungen und ihrer praktischen Anwendung begann

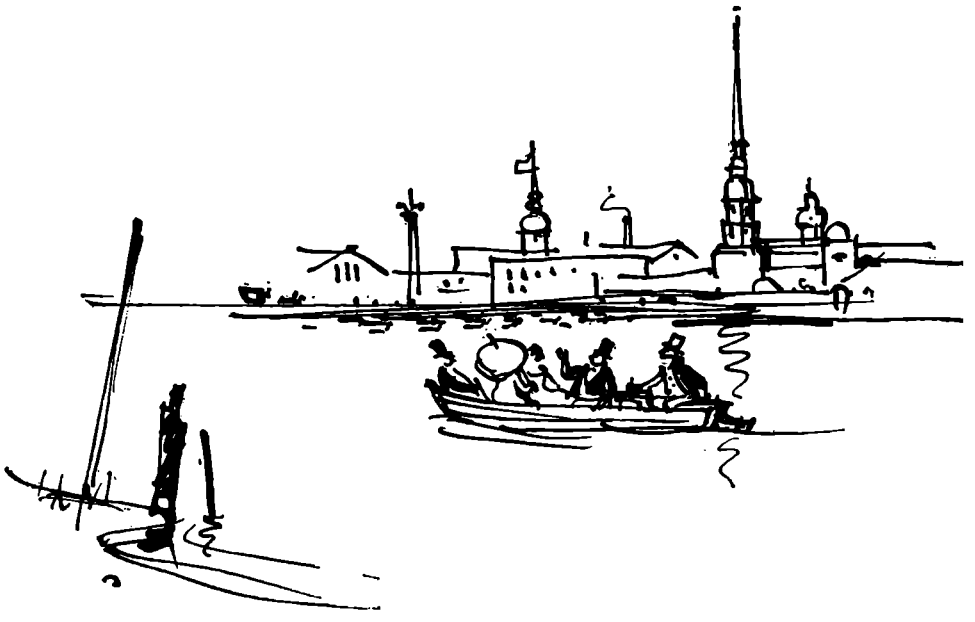
Das Elektrozeitalter

Der deutsche Physiker Moritz Hermann Jacobi, der an der Petersburger Akademie tätig war, konstruierte einen kleinen Elektromotor, den er von einer starken galvanischen Batterie antreiben ließ. 1834 setzte er diesen Motor in ein leichtes Boot, verband ihn mit einer kleinen Schiffsschraube und unternahm kurze Spazierfahrten auf der Newa. Obwohl eben erst die Dampfmaschine in Industrie und Verkehr ihren Einzug hielt, sah Jacobi bereits im Elektromotor eine neue Antriebsart, die noch dazu wesentliche Vorzüge gegenüber der Dampfmaschine hat.

> „Der Mechanismus des Motors ist im Vergleich zur Dampfmaschine sehr einfach. Es gibt keine Zylinder, Kolben, Kanäle – diese Maschine liefert eine ununterbrochene beständige Drehbewegung, die sich viel einfacher in andere Bewegungsarten verwandeln läßt als eine hin- und hergehende Bewegung."



Jacobis Elektromotor



Das schrieb Jacobi im Jahre 1835, als es noch keine Generatoren gab, die elektrischen Strom erzeugten, sondern nur galvanische Elemente.
Aber auch in anderen Laboratorien wurden kleine Elektromotoren gebastelt, die aus Elementen ihre elektrische Energie empfingen, die sie in mechanische Bewegungsenergie verwandelten. Noch wichtiger war es freilich, daß zugleich auch die Motoren entwickelt wurden, die mechanische Bewegungsenergie in elektrische Energie verwandelten, die also elektrischen Strom erzeugten. Das Prinzip war von Faraday gefunden worden — aber einen wirklich brauchbaren Stromerzeuger hatte man noch nicht. Es bedurfte des Erfindungsreichtums, des Mutes und des handwerklichen Geschicks vieler Männer, bis die ersten leistungsfähigen Generatoren geschaffen waren.
Vom kleinen Fahrraddynamo bereits mit der Funktionsweise eines Generators vertraut, können wir uns kaum vorstellen, daß man, um Strom zu erzeugen, zunächst darauf angewiesen war, Strom in den Elektromagneten des Generators zu leiten, damit er das Kraftfeld bilden konnte, in dem sich ein Leiter drehte. Der Batteriestrom lud den Elektromagneten auf, so entstand ein stärkeres Kraftfeld, als es ein Dauermagnet hervorbringen konnte. Da die Spannung von der Stärke des Magneten abhängt, wurden auf diese Weise höhere Spannungen erzielt als mit einem Dauermagneten.
Aber das war noch keine befriedigende Lösung. Diese Generatoren erzeugten keinen Gleichstrom wie eine Batterie, sondern Wechselstrom. Der rotierende Leiter — ein mit isoliertem Draht umwickelter Anker —

schneidet bei jeder Umdrehung zunächst die Kraftlinien in der einen Richtung, er liegt dann für einen Augenblick parallel zur Richtung der Kraftlinien und schneidet sie danach in entgegengesetzter Richtung. Deshalb ist auch die induktive Beeinflussung des Drahtes nicht gleichbleibend, sondern wechselnd. Im Draht fließt ein wechselnder Strom, der in dem Augenblick, wenn der Leiter keine Kraftlinien durchschneidet, gleich Null ist; er steigt dann zunehmend an, erreicht einen Höchstwert, nimmt wieder ab und fällt auf Null. Der Strom wechselt dann seine Richtung, das heißt, er beginnt in umgekehrter Richtung zu fließen, erreicht auch hier den Höchstwert, wenn der Leiter viele Kraftlinien schneidet, und sinkt schließlich wieder auf Null. Den ganzen Vorgang nennt man eine Periode, die Hälfte davon einen Wechsel.
Mit einem solchen Strom, dessen Polarität oder Ladung in jeder Sekunde hundertmal zwischen positiv und negativ hin und her wechselt, konnte man nicht viel anfangen. Erst als William Sturgeon einen Gleichrichter oder „Kommutator" erfand, wurde auch mit den Generatoren ein automatisch gesteuerter Gleichstrom erzeugt, wie ihn die Batterien abgaben. Diese Batterien brauchte man aber — wie gesagt — immer noch als Stromquelle für die Ladung der Elektromagneten.
Durch Verwendung von Elektro- und Dauermagneten gelang es schließlich, im Jahre 1855 eine erste „sich selbst ladende elektromagnetische Maschine" zu bauen, weil man erkannt hatte, daß man die Magneten mit einem Teil des von der Maschine selbst erzeugten Stroms aufladen konnte. Zehn Jahre später hatten in Amerika, England und Deutschland mehrere Konstrukteure solche Generatoren herausgebracht, darunter auch der Berliner Werner Siemens, der seinen Stromerzeuger als „Dynamo" bezeichnete, abgeleitet vom griechischen Wort Dynamis, das heißt Macht oder Kraft.

Werner Siemens

begegnete uns schon als Erfinder eines besonders exakt arbeitenden Telegrafen. In diesem magnetelektrischen Zeigertelegrafen steckte bereits ein Teil, das zum wesentlichen Bestandteil des Dynamos werden sollte: der Doppel-T-Anker. Allerdings wußte Siemens damals selbst noch nicht, daß sich mit diesem Doppel-T-Anker das „dynamoelektrische Prinzip" beweisen würde.
Über Werner Siemens und seine Brüder sollen einige Sätze mehr gesagt werden. Nicht nur, weil er ein hervorragender Techniker war, sondern

auch, weil er ein Unternehmen begründete, an dem sich der Weg der Technik, der Naturwissenschaft und auch der Politik in Deutschland sehr klar ablesen läßt.

Werner Siemens wurde 1816 auf einem Gut bei Hannover geboren. Er war das vierte von vierzehn Kindern. Sein Vater war keineswegs ein reicher Gutsherr, sondern nur Gutspächter. Da ihm die Einnahmen aus dem Gut Lenthe zu gering waren, pachtete er die Domäne Menzendorf in Mecklenburg. Eine Schule gab es nicht im Ort, die Großmutter lehrte die Kinder schreiben und lesen. Erst mit zwölf Jahren kam Werner auf die Bürgerschule in Schönberg. Die Berufswahl fiel dem für die Naturwissenschaften und Mathematik Interessierten nicht schwer. Er wollte Techniker werden, jedenfalls das, was man damals darunter verstand: Baumeister. Dazu hätte er die Berliner Bauakademie besuchen müssen, aber die Ausbildungskosten konnte der Vater nicht übernehmen. Mißernten hatten das Gut heruntergebracht, und die Eltern hatten Mühe, die Pachtzahlungen aufzubringen. Werner Siemens erhielt von seinem Mathematiklehrer den Rat, beim preußischen Ingenieurkorps einzutreten, dort würde er eine ähnliche ingenieurtechnische Ausbildung erhalten wie auf der Bauakademie.

Der 16jährige Werner Siemens ging nach Berlin. Doch die preußischen Offiziere hatten auf den mecklenburgischen Burschen nicht gewartet, alle Stellen waren besetzt. Ihm wurde empfohlen, nach Magdeburg zur Artillerie zu gehen, die Ausbildung sei dort die gleiche.

Ohne sich zu besinnen, setzte der Junge seinen Marsch fort, denn Eisenbahnen gab es im damaligen Deutschland noch nicht. Werner Siemens bestand die Aufnahmeprüfung. Eine Kabinettsorder des preußischen Königs erteilte ihm die erbetene Erlaubnis, als „Ausländer" im preußischen Heer zu dienen — noch immer war Deutschland in Dutzende Kleinstaaten zerrissen —, und der Vater kaufte ihn vom mecklenburgischen Militärdienst frei.

Nach seiner Rekrutenausbildung wurde Werner Siemens nach Berlin zur Vereinigten Ingenieur- und Artillerieschule kommandiert. Hier begann nun das Lernen und Studieren, auf das er sich so gefreut hatte und das ihm nur auf dem Umweg über das Militär ermöglicht wurde. Zu seinen Lehrern zählten so hervorragende Naturwissenschaftler wie Ohm, Magnus und Erdmann, die ihm Mathematik, Physik und Chemie zu wirklichen Lieblingswissenschaften machten. In diesen drei Jahren an der Berliner Schule empfing er die wissenschaftlichen Grundlagen, die es ihm ermöglichten, ein wirklicher Techniker zu werden. Andererseits gewann er als Artillerieoffizier die gesellschaftliche Stellung und die Verbindungen, die seinen Aufstieg als Unternehmer sicherten.

Zunächst aber wurde er nach Wittenberg versetzt. Dorthin nahm er auch seinen Bruder Wilhelm mit, der die im guten Ruf stehende Wittenberger Gewerbe- und Handelsschule besuchte.

In Wittenberg führte Werner Siemens die physikalischen und chemischen Versuche fort, die zu seiner Hauptbeschäftigung geworden waren. Damit unterschied er sich beträchtlich von den anderen Offizieren, die ein flottes Leben führten, das Geld ihrer Eltern durchbrachten und sich gegenseitig in Übermut und Anmaßung zu übertrumpfen suchten. Dabei blieb es nicht aus, daß es unter diesen Offizieren zu Reibereien und Beleidigungen kam, die im Duell gesühnt wurden. Solche Zweikämpfe waren aber vom König verboten und mit hohen Strafen belegt worden, weil er natürlich nicht wollte, daß sich die adligen Offiziere gegenseitig umbrachten. Werner Siemens wurde in einen solchen Zwist verwickelt. Er selbst duellierte sich zwar nicht, aber er diente einem Artillerieoffizier als Sekundant bei einem Duell mit einem Infanterieoffizier. Die Sache wurde ruchbar, kam vor ein Kriegsgericht, und Siemens wurde zu fünf Jahren Festungshaft verurteilt, während die Duellanten für zehn Jahre in Haft kommen sollten.

Das alles wäre nicht des Erzählens wert, wenn nicht dieses Ereignis und seine Folgen „die Richtung meines Lebensganges wesentlich veränderte", wie Siemens selbst schrieb. Er sollte seine Haft in der Zitadelle von Magdeburg absitzen. In Erwartung der vielen freien Zeit, die er dort haben würde, versorgte er sich mit Chemikalien, um seine vor einiger Zeit begonnenen Versuche fortsetzen zu können. Im Jahre 1840 war in Deutschland die Erfindung bekannt geworden, die Moritz Hermann Jacobi in Petersburg gemacht hatte: Kupfer in metallischer Form durch galvanischen Strom aus einer Kupfervitriollösung niederzuschlagen.

> „Dieser Vorgang nahm mein Interesse in höchstem Maße in Anspruch, da er offenbar das Eingangstor zu einer ganzen Klasse bisher unbekannter Erscheinungen war. Als mir die Kupferniederschläge gut gelangen, versuchte ich, auch andere Metalle auf dieselbe Weise niederzuschlagen ..."

In Magdeburg, in der vergitterten Zelle der Zitadelle, konnte er seine elektrolytischen Experimente mit einem ersten Erfolg krönen.

> „Ich glaube, es war eine der größten Freuden meines Lebens, als ein neusilberner Teelöffel, den ich mit dem Zinkpole eines Daniellschen Elementes verbunden in einen mit unterschwefligsaurer Goldlösung gefüllten Becher tauchte, während der Kupferpol mit einem Louisdor als Anode verbunden war, sich schon in wenigen Minuten in einen goldenen Löffel vom schönsten, reinsten Goldglanze verwandelte."

Siemens hatte eine Erfindung gemacht und zum ersten Male die große Freude erlebt, etwas Neues in die Welt gebracht zu haben. Da die galvanische Vergoldung oder Versilberung in Deutschland noch unbekannt war, erregten seine Versuche das größte Interesse. Ein Magdeburger Juwelier kaufte ihm sofort für 40 Goldstücke das Recht zur Anwendung des Verfahrens ab. Jetzt hatte Siemens genug Geld, um seine Versuche gründlich fortzusetzen und auf andere Metalle auszudehnen. Er rechnete, daß er wenigstens noch ein halbes Jahr sitzen könne, ehe die in solchen Fällen übliche Begnadigung erfolgen würde. Diese herrliche Zeit wollte er gut nutzen. Aber noch ehe er richtig bei der Arbeit war, brachte ihm der wachhabende Offizier die Begnadigung. Siemens war entsetzt, er konnte doch nicht Knall und Fall seine Versuche aufgeben, alles zusammenpacken und weggehen!

„Ich schrieb deshalb an den Festungskommandanten ein Gesuch, in dem ich ihn bat, mir zu gestatten, meine Zelle noch einige Tage benutzen zu dürfen, damit ich meine Angelegenheiten ordnen und meine Versuche beendigen könnte."

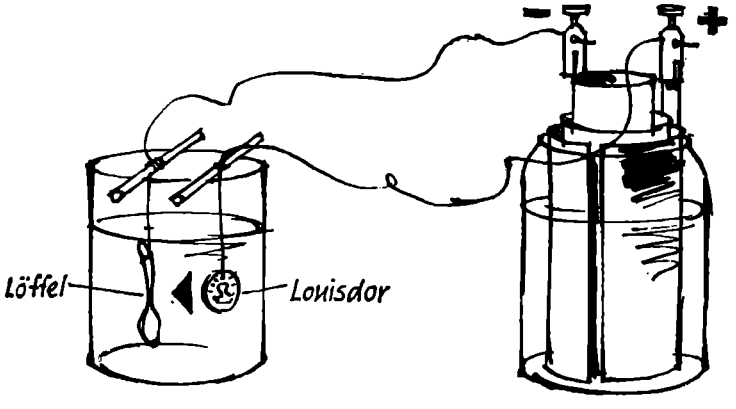
Damit kam er natürlich schlecht an. Soviel Undank war dem Kommandanten noch nicht vorgekommen — und auch kein Häftling, der freiwillig länger in seiner Zelle bleiben wollte. Er ließ den jungen Offizier mitsamt seinen „Effekten" vor die Tür setzen.

Werner Siemens wurde nach Berlin in die Artilleriewerkstatt versetzt. Hier, so dachte man, konnte der technisch begabte Offizier auf beste Weise nützlich werden.

In Berlin hatte Borsig eine Lokomotivfabrik eingerichtet, und Egells begann mit dem Aufbau einer Maschinenfabrik, aber noch hatte die Industrialisierung nicht richtig begonnen. Siemens wollte durch die Ausnutzung seiner Erfindung Geld verdienen — und er mußte Geld verdienen, um die Ausbildung seiner Geschwister finanzieren zu können. Da die Eltern kurz nacheinander gestorben waren, lag ihm als „Familienoberhaupt" nun die Sorge um seine Geschwister am Herzen. Er hatte ein Patent auf sein galvanisches Vergoldungsverfahren bekommen. In Berlin konnte er einen Fabrikanten dafür interessieren, der auch eine entsprechende Anstalt einrichtete und Siemens am Gewinn beteiligte. Wilhelm, der inzwischen Maschinenbau gelernt hatte und ein sehr umsichtiger junger Mann geworden war, fuhr in Werners Auftrag nach England, um dort — im klassischen Land der Technik — die Erfindung zu verwerten. Er fand auch sofort einen Interessenten, verlangte die enorme Summe von 3000 Pfund Sterling — und erhielt die Hälfte.

> „Dies war für unsere damaligen Verhältnisse eine colossale Summe, die unserer Finanznot für einige Zeit ein Ende machte."

Dieser Erfolg verführte Werner Siemens zunächst dazu, sich nun auf allen nur denkbaren Gebieten der Technik als Erfinder zu versuchen. Er



Galvanische Vergoldung

hatte eine Fülle von Einfällen und Plänen, die sich von einem neuartigen Zinkdruckverfahren bis auf die Verwendung von Schießbaumwolle in einer Explosionskraftmaschine erstreckten. Wilhelm hatte sich ganz in England niedergelassen, um auch die neuen Erfindungen dort industriell auszunutzen. Die Brüder sahen aber sehr bald ein, daß es sinnlos war, sich mit vielen verschiedenen Erfindungsspekulationen zu beschäftigen. Werner erkannte,

> „... daß das Jagen nach Erfindungen, zu dem ich mich durch die Leichtigkeit des ersten Erfolges hatte hinreißen lassen, sowohl mir wie meinem Bruder voraussichtlich zum Verderben gereichen würde. Ich sagte mich daher von allen meinen Erfindungen los, verkaufte auch meinen Anteil an die in Berlin eingerichtete Fabrik und gab mich ganz wieder ernsten wissenschaftlichen Studien hin ..."

Er besuchte Vorlesungen an der Universität und arbeitete in verschiedenen Gesellschaften und Vereinen mit, die sich die Förderung der Physik oder der Technik zur Aufgabe gemacht hatten.

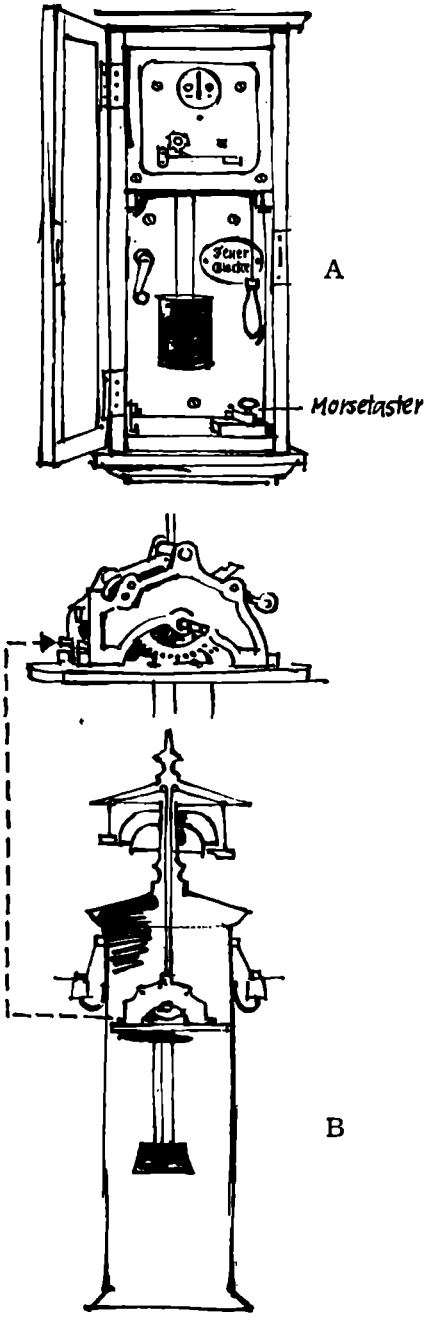
Hier trafen sich Naturforscher, Handwerker und Unternehmer, die, von den Fortschritten der industriellen Revolution in England angeregt, auch in Deutschland den neuen Möglichkeiten der industriellen Entwicklung voranhelfen wollten.

Im Jahre 1846 erfuhr Werner Siemens, daß sich der preußische Generalstab für seine Versuche interessierte, die darauf abzielten, optische Telegrafen durch elektrische zu ersetzen.

Er beschäftigte sich mit den verschiedenen Zeigertelegrafen und gewann ein solches Interesse an der Sache, daß er an seinen Bruder Wilhelm nach England schrieb, er sei entschlossen, sich eine feste Laufbahn durch die Telegrafie zu schaffen. Er hatte auch schon Ideen, wie die Zeigertelegrafen konstruiert und gebaut werden mußten. Außerdem wurde er — da er ja noch immer Offizier war — auch Mitglied der mit diesen Aufgaben betrauten Kommission des Generalstabes.

Siemens entdeckte im sogenannten Prinzip der Selbstunterbrechung des elektrischen Stromes die Möglichkeit, die elektrischen Zeigertelegrafen insofern betriebssicher zu machen, daß die Zeiger aller Empfänger auf dem gleichen Buchstaben stehenblieben wie beim Geber. Dazu erfand er schließlich auch noch die Pressen und Maschinen, die notwendig waren, um Drähte mit Guttapercha zu isolieren. Er wollte alles das aber nicht nur erdacht haben — er wollte es auch herstellen, selbst, in einem eigenen Betrieb.

In der „Physikalischen Gesellschaft" hatte Werner Siemens den Mechaniker Johann Georg Halske kennengelernt, einen außerordentlich erfin-



A Feuermelder B Läutewerk

dungsreichen Maschinenbauer und Feinmechaniker, der sich durch den Bau von Präzisionsinstrumenten für die Naturwissenschaftler der Universität einen Namen gemacht hatte. In ihm sah er den Mann, der als Techniker einen solchen Betrieb leiten könnte, wie er ihm vorschwebte. Für die wissenschaftliche Grundlage und die Organisation und Vertretung nach außen wollte er selbst sorgen. Das Geld für die beabsichtigte Fabrikgründung lieh ihm ein entfernter Verwandter, Justizrat Georg Siemens, der wahrscheinlich sehr schnell begriffen hatte, daß sich in Werner Siemens alles das vereinigte, was notwendig war, um sein Glück zu machen: ein wissenschaftlich fundierter Erfinder, ein talentierter Organisator, ein Offizier, der in einflußreicher Stellung gewissermaßen selbst zum Auftraggeber des Fabrikanten Siemens wurde. Vetter Georg sollte sich nicht verrechnet haben. Auch er und sein Sohn, der spätere Direktor der Deutschen Bank, stiegen mit dem Welthaus Siemens auf, zu dessen Grundsteinlegung er zehntausend Taler vorschoß.

Die „Telegraphenbauanstalt Siemens & Halske" etablierte sich 1847 in der Schöneberger Straße 19. In einem Hinterhaus befanden sich Werkstatt und Wohnräume der beiden Inhaber. Es begann mit einer einzigen Drehbank und drei Gehilfen. Nach vier Jahren kauften Siemens und Halske für vierzigtausend Taler das Haus Markgrafenstraße 94 und richteten eine große Fabrik ein. Sie bauten Telegrafenapparate, Eisenbahnläutewerke und Feuermelder, mit denen sie Deutschland, England und Rußland belieferten. Sie legten Fernleitungen und

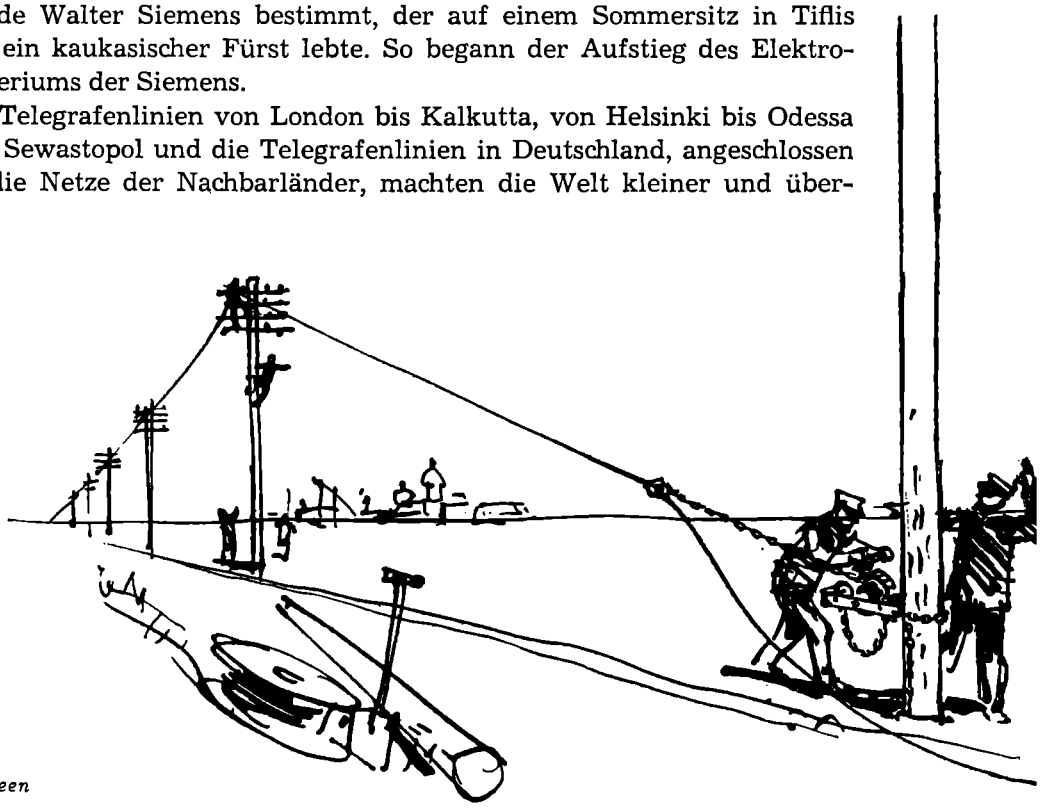
verdienten durch den Aufbau eines Telegrafennetzes in Rußland die erste Million. Das Unternehmen wurde in England von Wilhelm und in Rußland von Carl Siemens vertreten.

„... Rußland ist ein Land, wo viel zu verdienen ist, wenn man sein Terrain kennt ..."

So hatte Werner Siemens an Carl nach Petersburg geschrieben. Wahrhaftig, es war etwas zu verdienen in diesem Riesenland, in dem sich schon andere ausländische Kapitalisten eingenistet hatten und es auszuplündern begannen. Carl wußte, daß dauerhafte Verbindungen die Grundlage aller guten Geschäfte sind. Er heiratete die Tochter des Petersburger Bankiers Kapherr, der die ersten Geschäfte zwischen der Regierung und Siemens vermittelt und finanziert hatte. Zugleich wurde Carl russischer Bürger.

Die Petersburger Filiale errichtete nicht nur Telegrafenlinien, sie hatte die Linien auch zu unterhalten, so daß eine beständige hohe Einnahme gesichert war. Binnen kurzem betrugen die jährlichen Gewinne schon über eine Million Goldrubel. Im Kaukasus erwarben die Siemens ein Kupferbergwerk und hatten damit eine eigene Rohstoffquelle für dieses in der Elektrotechnik so wichtige Metall. Zum Leiter des Bergwerks wurde Walter Siemens bestimmt, der auf einem Sommersitz in Tiflis wie ein kaukasischer Fürst lebte. So begann der Aufstieg des Elektro-Imperiums der Siemens.

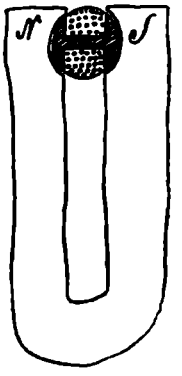
Die Telegrafenlinien von London bis Kalkutta, von Helsinki bis Odessa und Sewastopol und die Telegrafenlinien in Deutschland, angeschlossen an die Netze der Nachbarländer, machten die Welt kleiner und über-



schaubarer, sie machten Handel und Politik beweglicher; aber aus jeder Kabellänge und jedem Telegrafenapparat flossen auch die Gewinne, die Siemens & Halske zu einem Millionenunternehmen machten.
Im Telegrafenapparat steckte jedoch — seit 1856 jedenfalls — auch die prinzipielle Lösung, die zum Dynamo führen sollte:

Der Doppel-T-Anker

Bis 1856 wurden auch die Telegrafenapparate von Siemens mit galvanischem Batteriestrom betrieben; mit Elementen also, die der Wartung bedürfen und die — wie in allen elektrischen Anlagen — ihr anfälligster Teil sind. Es gab Versuche, durch magnetelektrische Induktoren den Strom oder die Stromstöße zu erzeugen, die zum Telegrafieren gebraucht wurden. Auch Werner Siemens beschäftigte sich mit der Lösung dieses Problems, denn ein Problem war es immer noch, trotz aller Versuche. In den magnetelektrischen Stromerzeugern, wie sie im Laufe der letzten Jahre konstruiert waren, hatte er zu viele Schwächen gefunden, als daß er einen von ihnen als entwicklungsfähig für seine Zwecke ansehen konnte. Georg Halske hatte nach den Zeichnungen, die in technischen Zeitschriften abgebildet waren, eine ganze Reihe solcher verschiedenartigen Stromerzeuger nachbauen müssen, und Siemens hatte sie in ihrer Funktionsweise genau studiert. Dann aber gab er Halske eine Skizze, die er nicht in einer Zeitschrift gefunden hatte. Es war nicht viel mehr als eine zu Papier gebrachte Idee. Der in einen hufeisenförmigen Magneten eingelassene Anker hatte einen I-Querschnitt; die beiden Längsnuten sollten den umsponnenen Kupferdraht aufnehmen, der induziert werden sollte. Die eigenartige Form des eisernen Ankers, der an das Profil eines Doppel-T-Trägers erinnerte, gab den Namen: Doppel-T-Anker. Durch diese Art Anker wurde der magnetische Kreislauf auf kürzestem Wege geschlossen, er hatte bei kräftiger Wirkung wenig Masse und ein geringes Trägheitsmoment.



Zwei Monate später schrieb Werner Siemens:

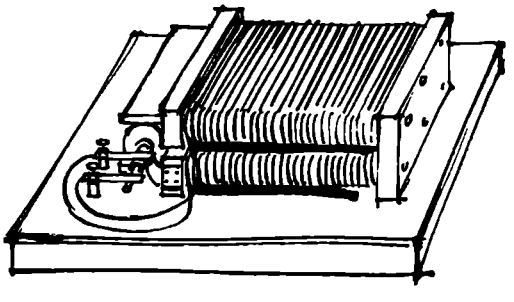
> „Wir machen jetzt auf Bayerns Bestellung neue Zeigertelegrafen mit magnet-elektrischer Bewegung ohne Batterien für den Eisenbahndienst. Sie werden sehr einfach und billig, und ich hoffe, sie werden so sehr viel Anwendung finden."

Und vierzehn Tage später schrieb Siemens seinem Bruder Wilhelm:

> „Unsere neuen magnet-elektrischen Zeigertelegrafen scheinen sehr brillant ausfallen zu wollen. Das wird der wahre Eisenbahntelegraf werden. Sehr einfach durch jedermann zu handhaben, ohne alle Batterien, sehr schnellgehend, auch als Gegensprecher, und nicht teuer."

Siemens hatte eine Magnetinduktionsmaschine erfunden, den Induktor mit dem Doppel-T-Anker, der sehr bald die herkömmliche galvanische Batterie zu verdrängen begann. Zehntausende Eisenbahnsignalanlagen wurden durch sie in Bewegung gesetzt. Im Telegrafendienst waren sie bald so selbstverständlich wie später im Telefonapparat, in dem mit jeder Kurbeldrehung ein Doppel-T-Anker zur Rotation gebracht wurde, der den Rufstrom erzeugte und das „Fräulein vom Amt" an den Klappenschrank rief. Ein Stromerzeuger war gefunden worden — aber den Schritt, der nun noch notwendig war, um aus ihm die Dynamomaschine zu machen, tat Werner Siemens erst volle zehn Jahre später. Er tat ihn auch erst, als in England Professor Wilde einen Doppel-T-Anker in einem Stahlmagneten rotieren ließ und den erzeugten Strom in einen Elektromagneten schickte, zwischen dessen Polen sich wiederum ein Doppel-T-Anker drehte, der nun seinerseits einen kräftigeren Strom lieferte. Noch immer ging man davon aus, daß zunächst ein Erregerstrom für den Elektromagneten gebraucht wurde. Wilde hatte diesen Erregerstrom nun nicht mehr einem Element entnommen, sondern von einem Doppel-T-Anker erzeugen lassen. Siemens wandte sich ebenfalls wieder dem Problem der Stromerzeugung zu, zumal er erkannte, daß der Bedarf an mechanisch erzeugtem Strom immer mehr und auch außerhalb der Nachrichtentechnik wachsen würde. Er fand, daß

> „... der geringe Grad von Magnetismus, welcher auch im weichsten Eisen stets zurückbleibt, genügt, um bei wieder eintretender Drehung des Ankers das progressive Anwachsen des Stroms im Schließungskreis von neuem einzuleiten".



Siemens-Dynamo

Der Versuch bestätigte die Theorie. Da Siemens im Dezember 1866 die bedeutendsten Berliner Physiker, wie Magnus, Dove, Rieß und du Bois-Reymond, zu diesem Versuch eingeladen hatte, wurde auch die Akademie dafür interessiert. Schon drei Wochen später verlas der Ständige Sekretar, Professor Magnus, den von Siemens verfaßten Vortrag, der den Titel trug: „Über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne permanente Magnete."

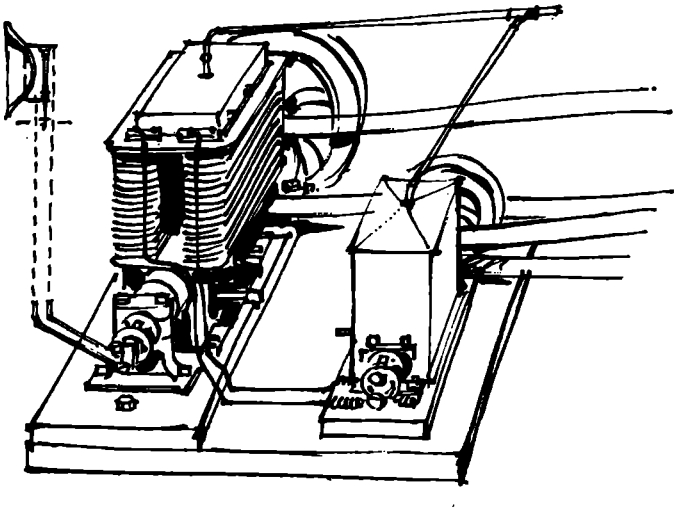
Einige der Herren, die dem Vortrag aufmerksam folgten, wußten, wie das in der Praxis aussah. Sie hatten selbst die Kurbel eines kleinen Induktors gedreht, hatten sich angestrengt und geschwitzt, aber auch gesehen, wie der Zeiger eines Galvanometers weiter und immer weiter ausschlug. Durch mechanische Arbeit hatten sie ohne Dauermagnete Strom erzeugt. Sie hatten schließlich auch den Versuchsinduktor gesehen, den Siemens von einer Dampfmaschine antreiben ließ. Er erzeugte Strom, den man fortleiten konnte wie Batteriestrom. Dieser Strom hatte eine solche Stärke, daß er, wenn man ihn kurzschloß, so sehr der Kraft der Transmissionswelle entgegenwirkte, daß die Riemen rutschten, die Welle fast stehenblieb und die Dampfmaschine sie kaum noch zu drehen vermochte. Sie wußten, wie recht Siemens hatte, wenn er seinen Vortrag mit dem Satz schließen ließ:

> „Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Diese Tatsache wird auf mehreren Gebieten derselben von wesentlicher Bedeutung sein."

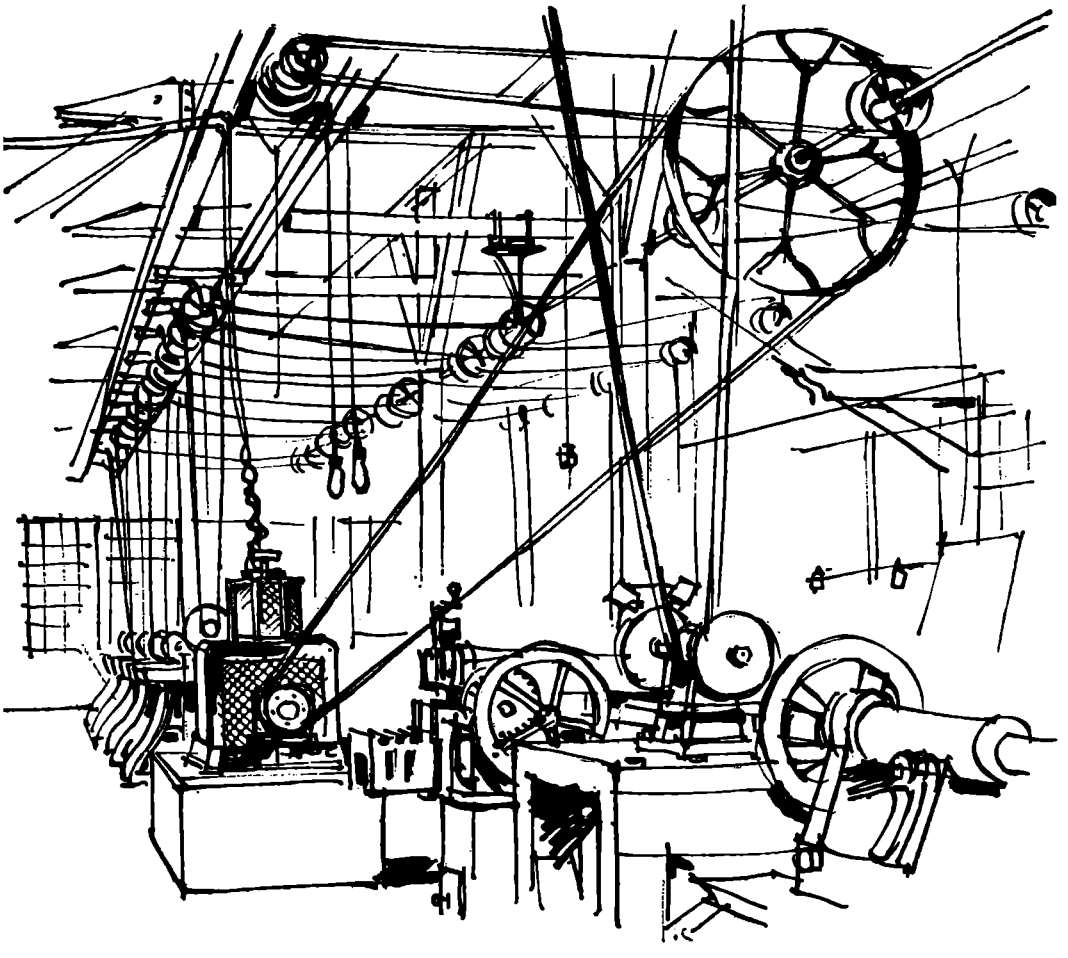
Es dauerte noch ein Jahrzehnt, bis aus dem Induktor ein wirklich betriebsfähiger Stromerzeuger, eine dynamo-elektrische Maschine wurde. Siemens' erste Maschine entwickelte nur etwa 26 bis 29 Watt, genug, um eine schwache Glühlampe zu speisen. Tausende Verbesserungen und Erfindungen mußten gemacht und neue Werkstoffe und Materialien entwickelt werden, um sie auf Leistungen von einigen Millionen Watt, auf Hunderte Millionen Watt und jetzt sogar auf 250 Millionen Watt und noch mehr zu bringen. Damit sind die Leistungen von Wissenschaftlern und Technikern aus vielen Ländern verbunden.

Die Generatoren, die gebaut wurden, lieferten Strom: Starkstrom. Aber um ihn zu nutzen, bedurfte es nicht nur der Leitungen, die ihn dahin transportierten, wo er gebraucht wurde, und nicht nur der Transformatoren und Steueranlagen, die ihn auf die gewünschte Stärke brachten; man mußte auch Motoren schaffen, die, vom elektrischen Strom getrieben, mechanische Energie lieferten. Es war also das umgekehrte Problem zu lösen. Hatte man im Generator mechanische Bewegungsenergie

in elektrische Energie verwandelt, so mußte nun mit Hilfe von Motoren die elektrische Energie in mechanische verwandelt werden, in eine Antriebskraft für Maschinen.
Bei seinen ersten Versuchen hatte Werner Siemens schon festgestellt, daß jeder Dynamo zu einem Elektromotor wird, wenn man ihm Strom zuführt, den Anker rotieren läßt und von einer Welle die Drehbewegung ableitet. Aber zunächst wurden die Generatoren hauptsächlich zur Erzeugung von elektrischem Licht verwendet. Es dauerte noch einige Jahre, bis die Transmissionswellen und der Riemenwald aus den Fabriksälen und Werkstätten verschwanden und nicht mehr Dampfmaschinen die Arbeitsmaschinen antrieben, sondern an jeder Maschine ein Einzelantrieb durch Elektromotoren erfolgte.
Motoren und Kraftstrom waren für die Elektrizitätsgesellschaften erst von dem Zeitpunkt an interessant, als sie merkten, daß sich ihre Anlagen gar nicht recht lohnen, wenn sie nur in den Abendstunden und höchstens bis Mitternacht voll ausgenutzt werden. Der Lichtstrom mußte zum Kraftstrom werden und den ganzen Tag über abgenommen werden, dann erst war das Geschäft vollkommen. Das ist aber ein Teil der Geschichte, die wir erzählen wollen, nachdem wir uns mit einer anderen Seite der Entwicklung vertraut gemacht haben.
Siemens & Halske war innerhalb einiger Jahrzehnte zu einem in Europa führenden Unternehmen geworden. Der Aufstieg dieses Konzerns spiegelt aber nicht nur den technischen Fortschritt wider, der sich mit der beginnenden kapitalistischen Industrialisierung in Deutschland vollzog



Siemens & Halske-Dynamo, 1868



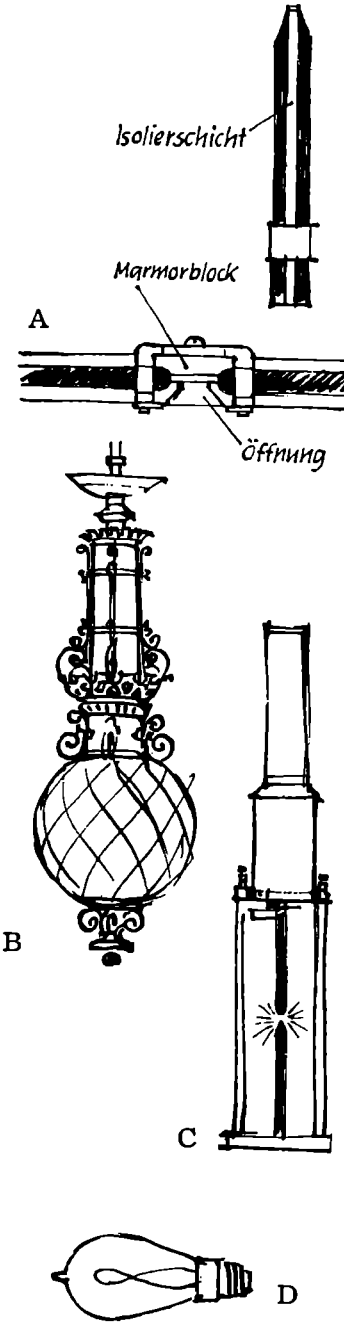
Die Transmissionen wurden von einem starken Elektromotor angetrieben

und der, weil er den modernsten Zweig der Industrie, eben die Elektrotechnik, beherrschte, unmittelbar dazu beitrug, daß sich die Produktivkräfte gewaltig entfalten konnten. Der Siemens-Konzern war als Rüstungskonzern auch an der Vorbereitung aller Kriege beteiligt, die seit dem preußischen Krieg 1864 gegen Dänemark geführt wurden. Er war nicht nur in seiner Konzernpolitik expansiv, auf eine alle Länder überziehende Ausbreitung bedacht, er vertrat auch die expansive Politik der deutschen Imperialisten und Junker. Der Siemens-Konzern war Wegbereiter und Nutznießer zweier Weltkriege, und es würde mehr als die Seiten dieses Buches füllen, wollte man auch nur die Geräte und Ausrüstungen aufzählen, die das Haus Siemens als Kriegsproduktion für das Heer, die Luftwaffe und die Marine geliefert hat.

Werner Siemens war ein hervorragender Techniker und Naturwissenschaftler, der, um die führende Stelle seines Unternehmens zu behaupten, auf vielen Gebieten immer Neues hervorbrachte oder hervorbringen ließ. Er war ein Mann der Forschung und der Praxis, der den Wert der Wissenschaft frühzeitig und wie kaum ein anderer Unternehmer erkannt hatte und deshalb auch die Gründung und Finanzierung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt betrieb. Eine halbe Million Mark stellte er aus eigenen Mitteln zur Verfügung. Er wollte der Industrie eine Forschungsstätte von hohem Rang und dem deutschen Imperialismus eine wissenschaftliche Vormachtstellung schaffen helfen. Er war rücksichtslos in der Durchsetzung seiner Familieninteressen im Unternehmen. Sein Kompagnon, der begabte Mechaniker Halske, wurde zuerst hinausgedrängt, nachdem er dem Unternehmen gegeben hatte, was er konnte; andere Unternehmer, deren Betriebe in dem Konzern aufgingen, aufgesogen und verschluckt wurden, folgten ihm.
Werner Siemens starb 1892. Im gleichen Jahr wurde in Grosette in Italien die erste im regulären Betrieb aus Wasserkraft gewonnene Energie als hochgespannter Wechselstrom über 100 Kilometer Entfernung übertragen. Das Zeitalter der Kraftübertragung und Kraftverteilung hatte begonnen.
Mit dieser Seite der technischen und industriellen Entwicklung ist der Name eines Mannes verknüpft, der vor allem in Deutschland, aber auch im Ausland, zum Wegbereiter der

Elektrizität in jedes Haus

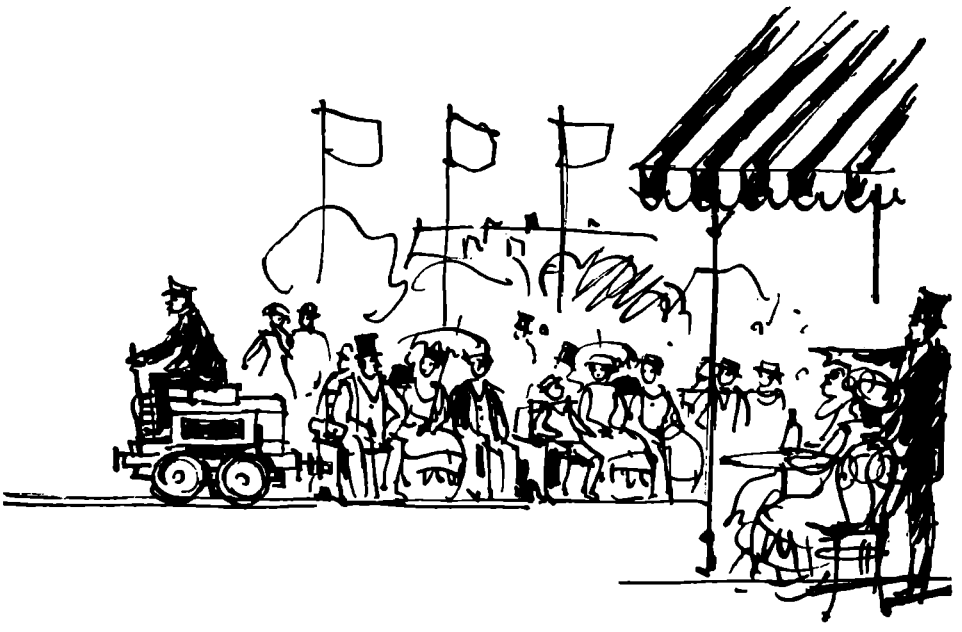
wurde. Ihm schwebte der für uns zur Selbstverständlichkeit gewordene, aber in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts noch ganz und gar utopische Gedanke vor, daß man die Elektrizität überallhin leiten müsse so wie Gas und Wasser. In jeder Fabrik, in jedem Haushalt, in jeder Werkstatt sollte sie als Licht- und Kraftquelle dienen.
Dieser Pionier der Elektrizität war Oskar von Miller. Er wurde am 7. Mai 1855 in München geboren, als zehnter Sohn des damals sehr berühmten königlich-bayrischen Erzgießers Ferdinand von Miller. In der Werkstatt des Vaters entstanden die bronzenen Kunstwerke, mit denen der König seine Hauptstadt, seine Schlösser und Parks schmücken ließ. Und weil der bayrische König ein sehr romantischer und kunstliebender Mann war, verlieh er dem tüchtigen Handwerksmeister den Adelstitel. Vater Miller blieb aber trotzdem der Mann, der mit Schurzfell und Ham-



A Jablotschkowkerze
B „lampe soleil"
C Bogenlampe
D Edison-Glühlampe

mer den größten Respekt einflößte. Er achtete sehr darauf, daß seine Kinder in der Schule ordentlich lernten; ebenso bedacht war er auf ihre praktische Ausbildung in der Werkstatt. Sie sollten frühzeitig arbeiten und Verantwortung tragen lernen. Der Erzgießer hielt gar nichts vom einseitigen Bildungsstreben des Bürgertums, das schmutzige Hände und körperliche Arbeit verächtlich fand und seine Kinder dazu erzog, von fremder Hände Arbeit zu leben. Millers Söhne mußten in ihrer schulfreien Zeit in der Werkstatt mithelfen. Wenn am Schmelzofen oder beim Guß eine besonders gefahrvolle und verantwortliche Arbeit zu verrichten war, dann stand an diesem Platz auch einer seiner Söhne. Sie sollten und durften ihre Kräfte erproben, Geschicklichkeit, Tatkraft und Umsicht üben. Kein Wunder, daß auch mit Oskar ein sehr gewissenhafter, theoretisch und praktisch gleichermaßen beschlagener Junge heranwuchs. Er sollte Ingenieur werden, und er bestand auch das Staatsexamen an der Technischen Hochschule als Bester. Im Staatsdienst arbeitete er als Ingenieur-Praktikant im Eisenbahn-, Brücken- und Wasserbau, und bald projektierte er seine ersten Eisenbahnlinien.

Im Jahre 1881 konnte man in den Zeitungen Artikel über eine Ausstellung lesen, die in Paris veranstaltet wurde: eine Elektrizitäts-Ausstellung, voller Wunder und Sensationen, wie sie die Welt noch nicht gesehen hatte. Es bedurfte nur eines geringen Anstoßes, um Oskar von Miller auf den Gedanken zu bringen, selbst nach Paris zu fahren und sich mit den Wundern der Elektrizität bekannt zu machen. Und wirklich — die Zeitungen hatten nicht übertrieben. Miller schrieb später:



„Der Eindruck der Ausstellung war überwältigend. Die Beleuchtung übertraf jede Vorstellung. Die Edison-Glühlichter, die als Sterne an dem Gewölbe und im Treppenhaus angebracht waren, die Bogenlampen von Brush und Siemens, die ein bis dahin unbekannt starkes Licht verbreiteten, die Kerzen von Jablotschkow, die ‚lampe soleil' von Clerk, welche mit dem glühenden Marmorblock eine Bildergalerie erhellte, alles dies erschien wunderbar. Das größte Aufsehen machte noch eine Glühlampe von Edison, die man mit einem Schalter anzünden und auslöschen konnte. An dieser standen die Menschen zu Hunderten an, um selbst den Schalter drehen zu können.

Das allgemeine Erstaunen erregte die Telefonübertragung von der Oper, und Menschen, die von Jugend auf an das Telefon gewöhnt sind, können sich keine Vorstellung machen, welche geisterhafte Überraschung es war, als man im Telefon Sänger und Instrumente sowie das Klatschen des Publikums vernahm. Besonders interessierten mich die Systeme der elektrischen Kraftübertragung, die allerdings noch sehr primitiv und nicht sehr zahlreich waren und lediglich Kraftübertragungen auf ganz kurze Entfernung gestatteten.

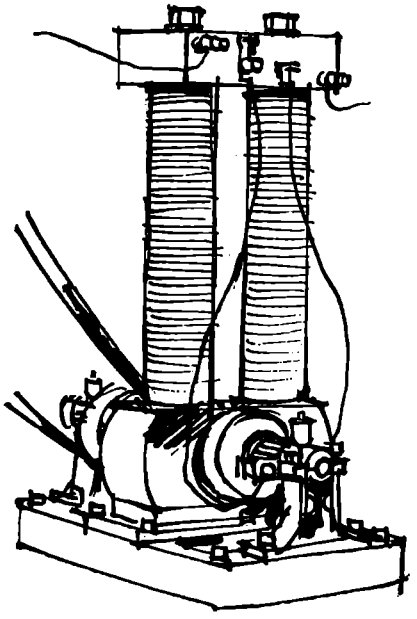
Siemens, der Schöpfer der ersten elektrischen Lokomotive, hatte eine elektrische Straßenbahn zwischen dem Ausstellungspalast und dem Konkordiaplatz ausgeführt.

Von den Dynamomaschinen fiel besonders die von Edison ausgestellte große ‚Jumbo' auf, die in der damaligen Zeit mit ihren 200 PS ein Monstrum unter den elektrischen Maschinen war ...

Meine völlige Unkenntnis in elektrischen Sachen machte mir große Sorgen. Ich überredete deshalb den Diener der deutschen Abteilung, daß er mich nach Schluß der Ausstellung von 11 Uhr abends bis morgens 9 Uhr ein Lehrbuch ‚Die magnet- und elektrodynamischen Maschinen' von Dr. H. Schellen mit nach Hause nehmen ließ, und während der Nacht studierte ich dasselbe bei einer alten Öllampe ..."

So schloß Oskar von Miller in Paris Freundschaft mit der Elektrizität, als sie noch in den Kindheitstagen ihrer technischen Nutzung stand. Er war gepackt von den großartigen Aussichten, die diese technische Richtung bot, und er war auch entschlossen, sie zu seiner eigenen Arbeitsrichtung zu machen. Aber zunächst war er als Bauingenieur in Frankreich. Deshalb studierte er noch gründlich, was zwischen Le Havre und Marseille an Kanälen, Schleusen, Hebewerken und anderen wasserbautechnischen Anlagen entstand. Als er nach langer Studienreise wieder in München ankam, berichtete er über beide Fachgebiete. Über die Kanalbauten an das Verkehrsministerium und über die Elektrizität vor dem Ingenieur- und Architektenverein. Während sein Bericht an das Ministerium überhaupt keinen Widerhall fand, fiel der Elektrizitätsgedanke auf fruchtbarsten Boden. Man sollte eine solche Ausstellung auch in München veranstalten und den Leuten zeigen, was es mit der Elektrizität auf sich hat, und zwar müßten die Versuche im größten Saal, im Kolosseum, durchgeführt werden, meinten die Mitglieder des technischen Vereins. Sie brachten auch sofort 500 Mark in einer Sammlung auf, um die Ausstellung zu finanzieren.

Edison-Dynamo, 1881



„Als ich meinem Vater hierüber berichtete, erklärte er, daß eine derartige Vorführung keinen Wert habe; wenn ich etwas mache, dann solle ich gleich etwas Ordentliches machen . . ."

So gab der alte Erzgießer mit seiner Abneigung gegen Halbheiten die Anregung für etwas Großes und Ordentliches: die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München 1882.

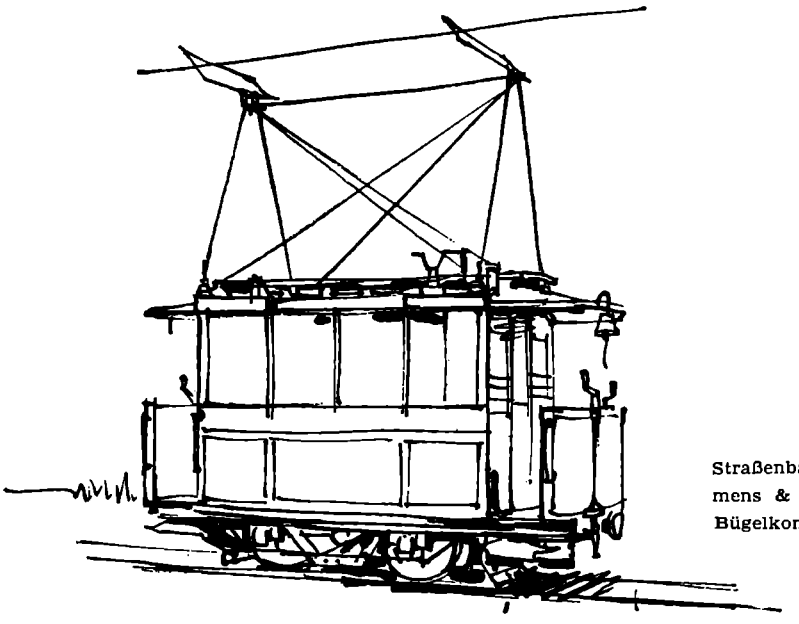
Obwohl seit der Pariser Ausstellung kaum ein Jahr vergangen war, zeigte die Münchner Ausstellung eine ganze Reihe von Fortschritten, und es wiederholten sich alle die „elektrischen Wunder", die die Menschen zu Tausenden anlockten: Telefonübertragungen, Glühlampen, elektrisch betriebene Maschinen. Die größte Sensation war ein kleiner Wasserfall, der inmitten der Ausstellung über künstliche Felsen sprang. Das Wasser wurde von einer Pumpe in die Höhe gehoben und stürzte wieder hinab. Die Pumpe aber, die das obere Becken ständig mit Wasser füllte, wurde elektrisch angetrieben. Das Erstaunliche daran war: Der sie treibende elektrische Strom wurde von keinem der in der Ausstellung aufgestellten Dynamos erzeugt; er kam aus einem gewöhnlichen Telegrafendraht, der 57 Kilometer von der Ausstellung entfernt in Miesbach begann. Dort wurde die elektrische Energie in einem Generator von zwei PS erzeugt. Das war die Sensation. Und mit ihr hatte Oskar von Miller auch ein zentrales Problem beim Schopfe gefaßt.

Während der Pariser Ausstellung hatte er einen Vortrag des französischen Naturwissenschaftlers Marcel Deprez gehört. In diesem Vortrag wurde nachgewiesen, „daß man eine beliebig große Kraft auf beliebig weite Entfernungen mit beliebig dünnen Drähten und großem Nutzeffekt übertragen könne, wenn man nur die elektrische Spannung hoch genug wählen würde". Diese Ansicht war auf den Widerspruch der Fachleute gestoßen, die eine solche Fernleitung von elektrischer Energie für eine Utopie hielten. Oskar von Miller hoffte aber von Anfang an,

„. . . Mittel und Wege zur zweckentsprechendsten Ausnützung unserer Wasserkräfte zu finden. Die Voraussetzung einer wirtschaftlichen Verwendung der in diesen Flüssen ruhenden Kräfte war aber die Lösung des Problems, die elektrische Kraft jeweils von ihrer Erzeugungsstelle nach den Verwendungsgebieten zu übertragen."

Er hatte den französischen Wissenschaftler eingeladen, auf der Münchner Ausstellung die Möglichkeiten der elektrischen Kraftübertragung auf weite Entfernungen vorzuführen. Deprez war auch gekommen und hatte die Anlage installiert.

„Der erste Versuch fand nach Schluß der Ausstellung nach 11 Uhr abends statt, damit ein Mißerfolg nicht sofort an die

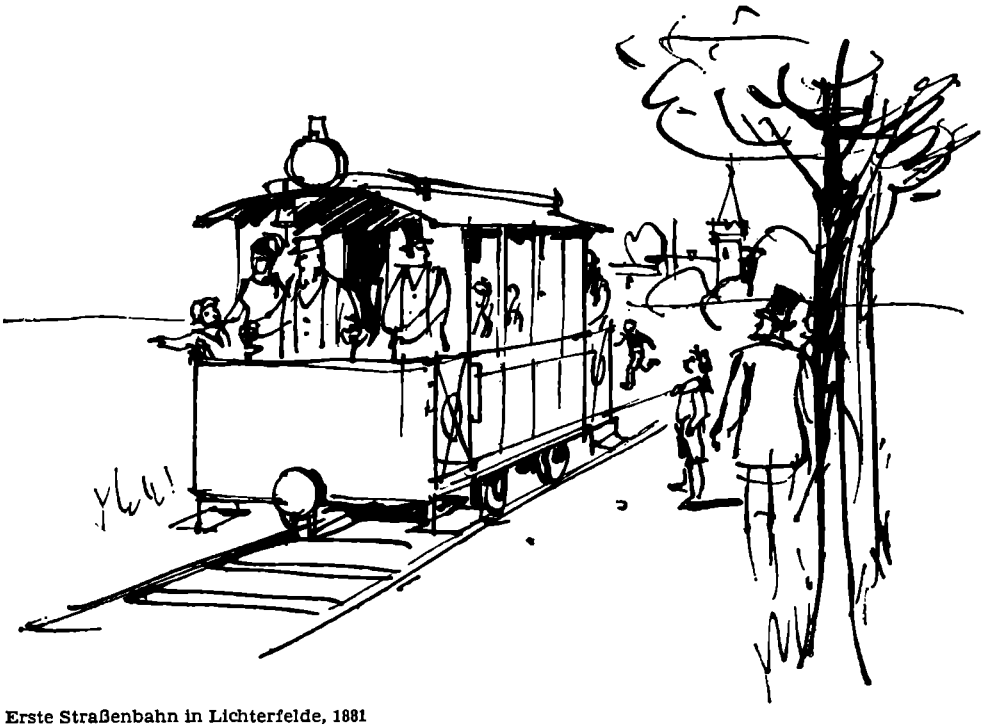


Straßenbahn von Siemens & Halske mit Bügelkontakt

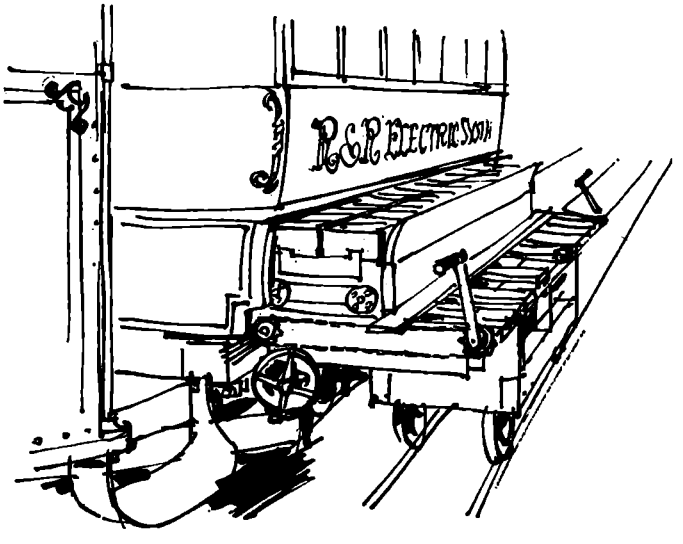
Öffentlichkeit dringen konnte. Nachdem ich auf einem Telegrafenapparat das Zeichen zum Einschalten gegeben hatte, fing einige Minuten später der Motor sich zu drehen an, und der Wasserfall trat in Funktion. Die Überraschung, Freude und Begeisterung über den geglückten Versuch war außerordentlich, war doch damit bewiesen, daß es technisch möglich war, brachliegende Naturkräfte von weiter Ferne nach Städten zu übertragen."

Auch Marx und Engels in London interessierten sich für die gelungenen Versuche, die es möglich machten, dem industriellen Fortschritt die Riesenkräfte der Elektrizität über große Entfernungen hinweg zuzuführen. Engels schrieb an Marx, daß er sehr begierig sei, Näheres über das Experiment von Deprez zu erfahren. „Das Ding macht auf einmal die ganze kolossale, bisher brachliegende Masse von Wasserkräften nutzbar."

Über das gleiche Problem verhandelte Oskar von Miller auch mit Emil Rathenau auf der Isarbrücke: Aus Wasserkraft gewonnene elektrische Energie wäre unvergleichlich billiger als mit Dampfmaschine und Dynamo erzeugter elektrischer Strom. Rathenau war eben dabei, für Deutschland die Edison-Patente zu erwerben und die deutsche Edison-Gesellschaft zu gründen; ein Unternehmen, das sich vor allem mit der Errichtung von Kraftstationen und der Verbreitung der elektrischen



Erste Straßenbahn in Lichterfelde, 1881



Straßenbahn mit Akkubetrieb

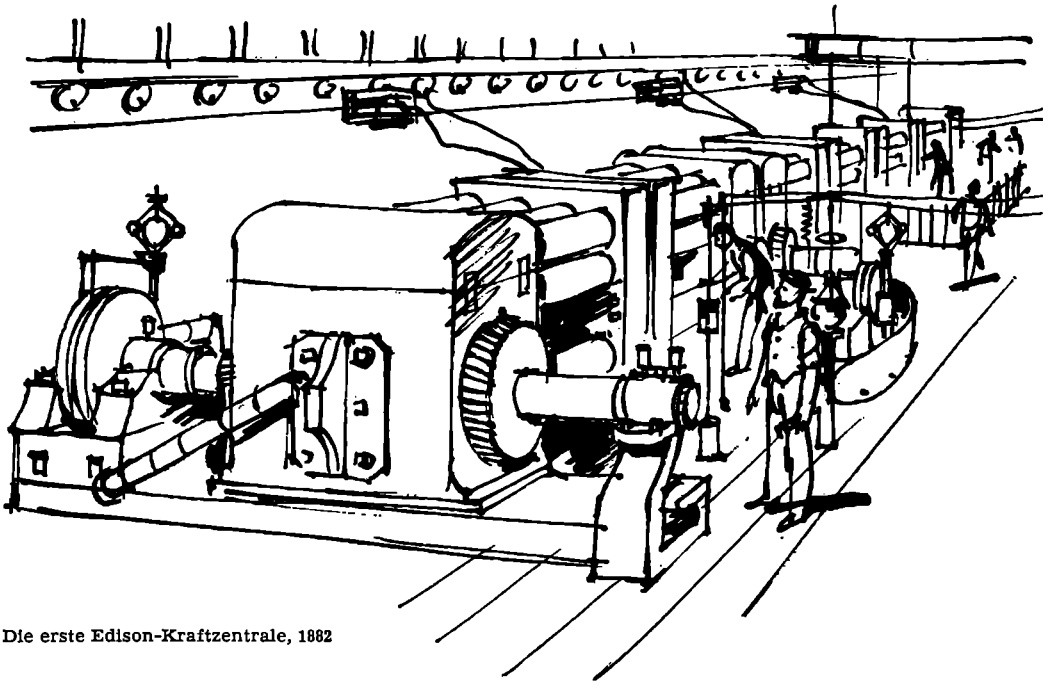
Glühlampenbeleuchtung beschäftigen sollte. Rathenau fand Gefallen an dem jungen Ingenieur. Bevor aber Oskar von Miller Rathenaus Angebot annahm und in dessen Unternehmen eintrat, fuhr er im Auftrage anderer Industrieller nach Frankreich, England und Amerika, um dort noch gründlichere Studien über den Stand und die Entwicklung der Elektrotechnik zu machen.

Die deutschen Unternehmer hatten begriffen, daß sich ein neues und sehr gewinnreiches Terrain zu öffnen begann. Sie wollten einsteigen ins Geschäft – nicht aber ohne vorher zu prüfen, wo die größten Chancen lagen. Oskar von Miller sollte das Gebiet untersuchen. Er tat es gründlich. In Frankreich machte er die neuen Versuche mit, die Marcel Deprez anstellte. In England studierte er die ersten im Verkehr eingesetzten elektrischen Trambahnen, Akkumulatorenwagen und -boote. In Amerika schloß er Bekanntschaft mit Edison und anderen Elektrizitätspionieren; er besuchte Kraftzentralen und Laboratorien, Maschinenfabriken, Bahnbauten und die ersten Wasserkraftanlagen am Niagara.

Nach seiner Rückkehr machte ihm Ernst Rathenau den Vorschlag, als Direktor in seine Gesellschaft einzutreten. Davon wollte Miller aber zunächst gar nichts wissen. Ihm schwebte eine öffentliche Körperschaft vor, die die Interessen der Gemeinden und Länder und die der allgemeinen Elektrifizierung unter einen Hut bringen und die auch für die Sicherheitsvorschriften, die Konzessionserteilungen und so weiter verantwortlich sein sollte.

Damit kam er schlecht an. Industrielle, wie Werner Siemens, behaupteten, daß er auf diese Weise die Elektrotechnik zugrunde richten würde. Die Unternehmer wollten sich natürlich keine Vorschriften machen lassen. Sie wollten elektrifizieren, wie es ihnen paßte und Gewinn brachte, nicht aber nach Gesichtspunkten des Gemeinwohls, wie Miller die Elektrifizierung betrachtete. Das bayrische Ministerium, dem er vorschlug, ein Büro zu gründen, um Pläne für die Ausnutzung der Wasserkräfte zu erarbeiten, wollte davon ebenfalls nichts wissen. Das sei nicht die Aufgabe des Staates, so hieß es in der Ablehnung. So blieb Oskar von Miller keine andere Wahl, als das Angebot Rathenaus anzunehmen. Er übersiedelte nach Berlin.

Einige kleinere Anlagen, die nur schlecht funktionierten, hatten Rathenau so wütend gemacht, daß er die ganze Elektrotechnik für großen Schwindel und sich für einen ausgemachten Esel erklärte. Am liebsten hätte er die Sache wieder an den Nagel gehängt. Zum Glück kam nun Oskar von Miller. Aber auch er hatte noch allerhand Nüsse zu knacken, und es dauerte lange, bis sich seine Vorstellung von der Elektrizität für alle Häuser verwirklichte. Machte es doch schon die größte Mühe, eine



Die erste Edison-Kraftzentrale, 1882

Anlage in Betrieb zu bringen, mit der ein paar Läden in der Friedrichstraße und Unter den Linden sowie das Restaurant „Kaiserhallen“ und das Café „Bauer“ festlich beleuchtet werden sollten.
Oskar von Miller erinnerte sich mit Schmunzeln an diese erste größere

Elektrostation „Friedrichstraße“

über die er später schrieb:

„Die Station war noch ziemlich primitiv. Wir mußten die Eröffnung um vierzehn Tage verschieben, da wir immer neue Versuche und Proben anstellen mußten, um uns mit dieser ersten richtigen Anlage nicht zu blamieren. Ehe nicht alle Unglücksfälle, die überhaupt möglich waren, auch wirklich durchgemacht waren, konnten wir den ungestörten Betrieb nicht aufnehmen. Die Maschinenanlage war die reinste Teufelsküche. Einmal blies der Dampf aus, dann ging die Maschine durch, dann schmolz ein Kupferstab ab und so weiter. Bei all diesen

Schwierigkeiten erinnerte ich mich an die Erzählungen Edisons, der mir berichtet hatte, daß er in New York seine Zentrale ebenfalls drei Monate lang nicht in Gang brachte und ihre Inbetriebsetzung fast schon für unmöglich hielt.

Am 13. September 1884 konnten wir endlich die Zentralstation eröffnen. Es war ein wichtiger Tag für mich, und als ich den Hebel schloß, da mußte ich lebhaft an den Augenblick denken, in welchem mein Vater bei den großen Güssen den Zapfen in den Ofen stieß, mit den Worten ‚In Gottes Namen, stoßt den Zapfen ein'. Die Restaurationen, die beleuchtet werden sollten, waren gesteckt voll von Menschen, und alle warteten gespannt auf das neue Licht, das um 6 Uhr von mir eingeschaltet wurde. Auch Rathenau befand sich mit seiner und meiner Frau unter den Besuchern der ‚Kaiserhallen', welche besonders festlich beleuchtet waren. Als vier Stunden lang im Maschinenraum alles gut gegangen war, begab ich mich ebenfalls zu Rathenau in die ‚Kaiserhallen'. Plötzlich drohte das Licht auszugehen, und ich stürzte sofort wieder nach dem Maschinenhaus, wo ein ungeschickter Beamter eine Maschine falsch geschlossen und teilweise verbrannt hatte. Zum Glück hatten wir eine Reserve, und ohne daß das Publikum etwas merkte, waren wir wieder im flotten Gang.

Die Maschinen liefen, bis wir Wasserkühlung an den Lagern eingerichtet hatten, sehr oft warm, so daß es einmal vorkam, daß Rathenau und ich mit rasch aus dem Café herbeigeholten Servietten und Sektkühlern die Lager kühlen mußten. Jordan dagegen fiel die Aufgabe zu, die Kunden aufzusuchen und sie über das Erlöschen der Lichter zu beschwichtigen ...

Trotz all der Schwierigkeiten war diese erste kleine Zentralstation ein großer Erfolg."

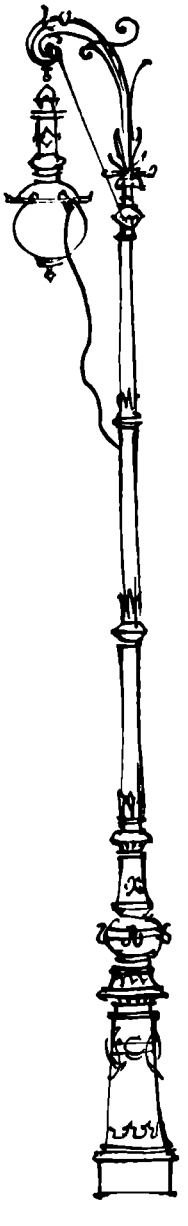
Zwei Jahre vorher hatte Edison in New York und in London die ersten der öffentlichen Stromversorgung dienenden Elektrizitätswerke in Betrieb genommen. Auch sie versorgten zunächst nur ein paar hundert Lampen mit Strom. Aber schon diese wenigen Glühlampen, die nicht rußten, nicht flackerten und die kein Windstoß auszublasen vermochte, machten für sich selbst eine solche Reklame, daß immer neue „Abonnenten" nach einer elektrischen Zuführung verlangten. Auch die Deutsche Edison-Gesellschaft erhielt immer mehr Aufträge; sie baute neue Stationen mit zunehmend größeren Maschinensätzen.

War auf der Pariser Ausstellung der Edisonsche 200-PS-Dynamo noch als ein Wunder bestaunt worden, so waren zehn Jahre später schon

Die ersten elektrischen Glühlampen, die in Berlin als „Lichter der Großstadt" erstrahlten, weckten große Begeisterung. Als Professor Slaby die kleine Kraftstation besichtigte, die den elektrischen Strom erzeugte, schwärmte er: „Das ist die Lichtzentrale des kommenden Jahrhunderts!" Aber Emil Rathenau blickte schon viel weiter, denn er erwiderte: „O nein, wie verkennen Sie den unersättlichen Elektrizitätshunger der Menschheit, der sich in wenigen Jahren einstellen wird! Statt dieser Kellerräume mit ihrem ohrenbetäubenden Lärm sehe ich hohe, luftige Riesenhallen mit vieltausendpferdigen Maschinen, die automatisch und geräuschlos Millionenstädte mit Licht und Kraft versorgen."

KAISERHALLEN

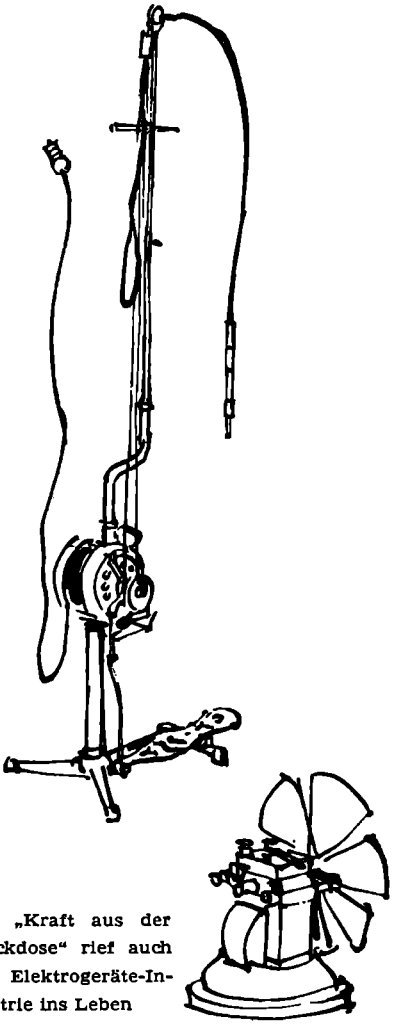
CAFE



1000-PS-Dynamos in Betrieb. Mit jeder Umdrehung brachten sie einen Groschen ein; sie konnten jedoch nur in den Abend- und Nachtstunden voll ausgenutzt werden, weil am Tage eben kein Lichtstrom gebraucht wurde.

Wenn die Elektrizitätszentralen noch mehr Gewinn abwerfen sollten, mußten sie den ganzen Tag Strom produzieren und abgeben. Wer aber sollte ihn abnehmen, und wer wollte am Tage Lichtstrom haben? Natürlich niemand, oder doch nur ganz wenige. Also — so überlegten Rathenau und von Miller — mußte man den Strom als Kraftstrom anbieten und ihn durch Motoren verbrauchen lassen, die Werkzeugmaschinen, Aufzüge, Waschmaschinen oder Zahnbohrmaschinen antrieben.

Die Elektromotoren wurden vervollkommnet; sie lieferten in ihren verschiedenen Größen Kräfte von $^1/_2$, 5, 10 oder 100 PS, ganz, wie es den jeweiligen Anforderungen entsprach. Kleinbetriebe und Fabriken ließen immer mehr Arbeitsmaschinen von Elektromotoren antreiben; sie waren wirtschaftlicher, denn sie verbrauchten nur dann Strom, wenn sie die Maschinen antrieben, während die Dampfmaschinen auch dann Kohlen fraßen, wenn einzelne Maschinen oder ganze Abteilungen stillstanden. Der elektrische Einzelantrieb beseitigte die Transmissionen und die lebensgefährlichen klatschenden Treibriemen. Vor allem ermöglichte er auch in den kleinen Werkstätten, für die selbst ein Gas- oder Dieselmotor noch zu groß und zu kostspielig war, eine billige Mechanisierung. Ganz zu schweigen von den Anwendungsbereichen für Elektromotoren im Verkehrswesen und in vielfältigster Form in den Haushalten.



Die „Kraft aus der Steckdose" rief auch die Elektrogeräte-Industrie ins Leben

Die Männer um Rathenau wollten die Stromabnahme für Motorenzwecke durch besonders günstige Preise vergrößern. Deshalb rechneten sie so, daß die Kraftstationen allein mit dem abendlichen Lichtstrom Kosten und Gewinn einbrachten — 80 Pfennig kostete die Kilowattstunde Lichtstrom; der nur während der Tagesstunden zur Verfügung stehende Strom für Kraftzwecke wurde dagegen für 20 Pfennig abge-

geben. Durch diese Preispolitik wurde der Kleinabnehmer von Lichtstrom – also jeder angeschlossene Haushalt – mit allen Kosten belastet, während die Fabrikanten und Gewerbebetriebe den Kraftstrom vergleichsweise geschenkt erhielten. Sie waren nun natürlich daran interessiert, die ebenfalls in einem Betrieb Rathenaus gebauten Elektromotoren zu kaufen und als billige Kraftmaschinen in Betrieb zu nehmen. Einige Zahlen beweisen, wie erstaunlich gut die Rechnung mit Licht- und Kraftstrom aufging. Hatten im Jahre 1888 die Berliner Elektrizitätswerke 1,5 Millionen Kilowattstunden für Lichtzwecke und nur 0,3 Millionen Kilowattstunden als Kraftstrom erzeugt, so standen im Jahre 1899 den 12 Millionen Kilowattstunden für Licht schon 17 Millionen Kilowattstunden für Kraft gegenüber, und wieder zehn Jahre später wurden 40 Millionen Kilowattstunden Lichtstrom und 55 Millionen Kilowattstunden Kraftstrom abgegeben.

Ständig entstanden neue Motorentypen, die den jeweils anzutreibenden Maschinen immer besser entsprachen. Die 1000-PS-Dampfmaschinen wurden verschrottet; statt dessen wurden elektrische Anschlüsse bis zu 1000 Kilowatt gelegt. Waren zuerst die Abend- und Nachtstunden die Zeit des größten Stromverbrauchs gewesen, so änderte sich das sehr bald. Die Industrie wurde zum „Stromfresser" – und sie verlangte nach immer mehr Strom.

Rathenaus Unternehmen baute Kraftstationen und schließlich große Kraftwerke; aber nun schon nicht mehr als Deutsche Edison-Gesellschaft. Mit dem Aufbau des Unternehmens hatte Rathenau zugleich die Loslösung von der amerikanischen Edison-Gesellschaft betrieben und das Unternehmen selbständig gemacht als „Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft". Die AEG mußte sich auch gegenüber dem älteren Siemens-Konzern behaupten. Bei der Gründung hatte Rathenau sich verpflichtet, alle Beleuchtungszwecken dienende Materialien und Maschinen von Siemens & Halske zu beziehen. Als Gegenleistung hatte Siemens einen großen Kredit eingeräumt und Rathenau einige Patente zur Verfügung gestellt, zugleich auch darauf verzichtet, öffentliche Kraftzentralen zu bauen. Da sich das Unternehmen so gut anließ – bereits 1887 verfügte es über ein Kapital von 12 Millionen Mark –, kündigte Rathenau die ihn an Siemens bindenden Verträge; er zahlte die Kredite zurück und außerdem noch eine sehr hohe Strafsumme wegen Kontraktbruchs. Nun war die AEG ein unabhängiger Betrieb und wuchs sich sehr rasch zu einem erbitterten Konkurrenten von Siemens aus. Sosehr die beiden deutschen Elektrokonzerne sich aber auch bekämpften, das hinderte sie nicht daran, gemeinsame Absprachen über Preise oder Märkte zu treffen; dann nämlich, wenn dadurch die Profite beider

erhöht wurden oder wenn es galt, gemeinsam einen dritten Konkurrenten niederzuringen. Innerhalb von zehn Jahren war aus kleinen Anfängen heraus ein weltumspannendes Unternehmen geworden. Die industrielle Entwicklung verlangte nach Elektroenergie, und wer diesen Hunger zu stillen und die Stromversorgung zu organisieren vermochte, konnte sich selbst eine industrielle Vormachtstellung schaffen und Gewinne in beliebiger Höhe erzielen.

Das alles war nun gar nicht mehr nach Oskar von Millers Geschmack. Ernst Rathenau versicherte immer wieder: „Wir müssen für die Aktionäre Geld verdienen, eine andere Aufgabe haben wir nicht, dafür sind wir angestellt." Aber gerade dafür wollte Oskar von Miller nicht angestellt sein. Das schrieb er auch sehr offen in seinem Lebensbericht:

> „Die Entwicklung, in die nunmehr die AEG eingetreten war, die in erster Linie dem wirtschaftlichen Ausbau des sich immer weiter ausdehnenden riesigen Unternehmens galt, entsprach nicht mehr meinem damaligen Streben. Die mich als Ingenieur interessierenden technischen Schwierigkeiten waren größtenteils überwunden; zum Führer eines in erster Linie nach privatwirtschaftlichen Interessen orientierten großen Unternehmens hatte ich wenig Neigung. Mein Wissen und meine Arbeitskraft wollte ich nicht für den begrenzten Kreis von Aktionären einsetzen ..."

Oskar von Miller trat 1889 aus dem Vorstand der AEG aus und ging zurück nach München. Er hatte die Vorstellung,

> „... daß in meiner engeren Heimat noch große Aufgaben auf elektrotechnischem Gebiete im Dienste für die Allgemeinheit zu leisten seien."

Dabei war er sich im klaren darüber, daß er seinen Lieblingsgedanken, die Wasserkräfte Bayerns zur Energieerzeugung zu zwingen, nur gegen große Schwierigkeiten würde durchsetzen können und daß er auch finanziell keineswegs die Segnungen zu erwarten haben würde, die ihm bei der AEG in Aussicht standen. Tatsächlich begann in München zunächst eine sorgenvolle Zeit. Da er sich eine eigene Wohnung noch nicht leisten konnte, wohnte er bei seinen Eltern, während seine Frau und die Kinder bei ihren Eltern unterkamen.

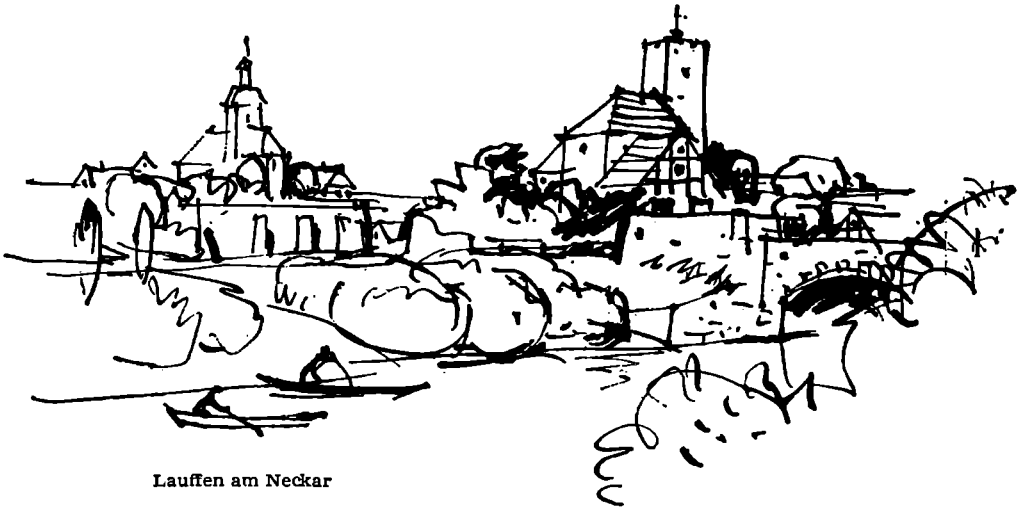
Er schrieb die ersten Geschäftsbriefe und bot seine Dienste zur Projektierung von Elektrizitätswerken an. Noch ehe er irgendeinen Auftrag erhalten hatte, machte ihm Rathenau das Angebot, für die AEG ein Kraftwerk in Eisenach zu projektieren. Er lehnte schweren Herzens ab, weil er sich nicht wieder in die Abhängigkeit der AEG begeben wollte. Er wollte auf eigenen Beinen weiterkommen und nicht für die

Zwecke der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft wirken, sondern der Allgemeinheit des Volkes dienen und wirklich Elektrizität für die Gesellschaft erzeugen und verteilen helfen.
Nach einigen kleineren Aufträgen, die so viel einbrachten, daß er schlecht und recht sein Ingenieurbüro in München aufbauen konnte, wurde er gebeten, die technische Leitung für eine internationale Ausstellung zu übernehmen, die von der Stadt Frankfurt am Main für das Jahr 1891 vorbereitet wurde. Das war eine Aufgabe so recht nach Oskar von Millers Geschmack. Er wußte: Wenn diese Ausstellung etwas wirklich Neues zeigen sollte, so konnte sie sich nicht damit begnügen, schlechthin die Möglichkeiten der Anwendung von elektrischer Energie vorzuführen, sie mußte sich mit dem Hauptproblem befassen — der Kraftübertragung. Damals wurden ja immer noch sogenannte Zentralstationen gebaut, Kraftwerke, die einen Versorgungsradius von 600 bis 1000 Metern hatten. Die Elektrizität wurde also dort erzeugt, wo sie verbraucht wurde. In den größeren Städten hatte gewissermaßen jeder große Block von Geschäftshäusern seine eigene Kraftstation. Noch immer war die

Wirtschaftliche Kraftübertragung

nur auf kurze Entfernungen möglich.

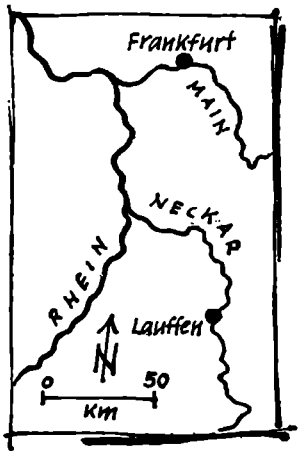
„Die Frage der Übertragung der Elektrizität auf weitere Entfernungen war zwar durch den Versuch von Deprez theoretisch gelöst, wirtschaftlich und praktisch war jedoch die Lösung noch nicht erfolgt. Die allgemeine Ansicht ging vielmehr dahin, daß eine derartige Übertragung mit wirtschaftlichem Effekt nicht möglich sei. Es lag für mich, nachdem ich in München den Versuch der Kraftübertragung Miesbach—München zur Durchführung gebracht hatte, nahe, nunmehr wirklich auch den Versuch zu unternehmen, ob nach den inzwischen erfolgten Fortschritten der Elektrotechnik es möglich wäre, mit wirtschaftlichem Erfolg eine derartige Kraftübertragung zu unternehmen, eröffneten sich doch bei Gelingen dieses Versuchs für die Stromerzeugung und Stromverteilung ganz neue Aufgaben. Die technischen Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Stromübertragung waren seit dem Münchner Versuch durch die Erfindung und Konstruktion von Transformatoren, welche den niedrig gespannten Strom in hochgespannten Strom und umgekehrt verwandeln konn-



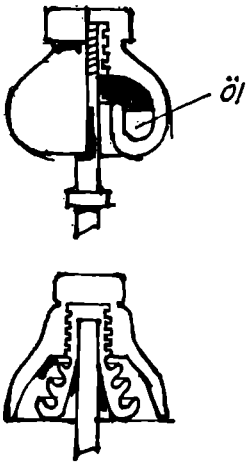
Lauffen am Neckar

ten, durch die Vervollkommnung der Wechselstrommaschinen sowie endlich durch die Einführung des Drehstroms geschaffen worden. Mein Bestreben ging deshalb dahin, auf der Frankfurter Ausstellung einen derartigen Versuch durchzuführen."

Oskar von Miller hatte im Sinn, aus einer Entfernung von etwa 50 bis 60 Kilometern den Strom nach Frankfurt zu leiten. Aber zwischen Würzburg und Aschaffenburg fand er keine Wasserkraft, die der Energieerzeugung dienstbar gemacht werden konnte. Nur in Lauffen am Neckar stand ihm eine Wasserkraft zur Verfügung, dort wurde nämlich gerade eine von ihm projektierte Anlage gebaut. Allerdings war sie fast 180 Kilometer entfernt — also dreimal so weit, wie er für den Versuch geplant hatte! Um die elektrische Energie nach Frankfurt zu übertragen, war es notwendig — so hatte er errechnet —, sie auf eine Spannung von 25 000 Volt zu bringen. Diese hohe Spannung machte jedoch die Isolation zu einem Problem. Und was würden die Behörden sagen, wenn er eine solche Hochspannung durch frei hängende Drähte über das Land führen wollte?



Zunächst suchte er sich Unternehmen, die bereit waren, die hohen Kosten und das Risiko des Versuchs auf sich zu nehmen. Dann begann der Kampf mit den Behörden der Landesregierungen von Württemberg, Baden und Hessen, durch deren Gebiete die Hochspan-



Ölisolatoren

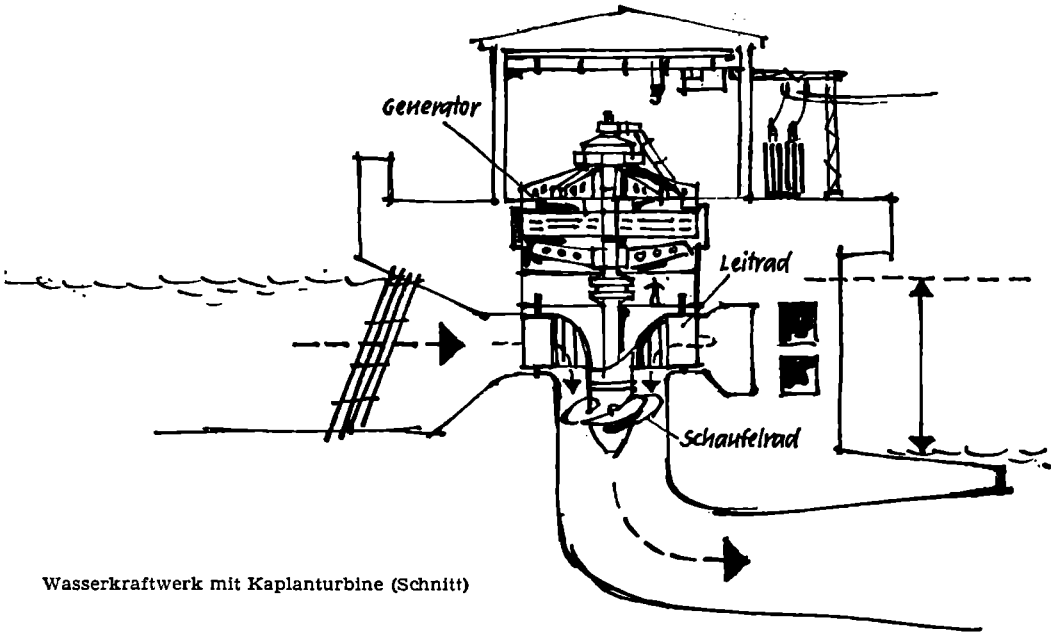
nungsleitung führen sollte, dazu mit der Reichspostverwaltung, die einen ungünstigen Einfluß der Stromleitung auf die Telefonleitungen befürchtete. Nachdem das Vorhaben mehrmals völlig zu scheitern drohte und erst Dutzende Prüfungen und Versuche allmählich die Gewißheit gaben, daß Stromübertragung technisch möglich und auch nahezu gefahrlos ist, wurden die Hindernisse nach und nach beseitigt. Nur die badische Landesregierung bestand darauf, außer einem Warnungsschild mit dem Totenkopf an jeder Stange der Fernleitung auch noch jede einzelne Stange mit einem schützenden Zaun zu umgeben.

Am 28. August 1891, abends acht Uhr, wurde das erste Mal Strom durch die Leitung geschickt. Er blieb tatsächlich nicht irgendwo unterwegs im Draht stecken, er wurde nicht aufgefressen vom Widerstand — er kam in Frankfurt an, das heißt, 75 Prozent der in Lauffen erzeugten Energie konnten in Frankfurt ausgenutzt werden. Das war mehr, als die optimistischsten Fachleute erwartet hatten. Die Pessimisten hatten am Gelingen des Versuchs überhaupt gezweifelt. Die in- und ausländische Presse brachte begeisterte Schilderungen über diesen ersten Beweis, daß es möglich ist, Elektrizität auch über größte Entfernungen zu transportieren. Der technische Korrespondent der Londoner „Times" schrieb:

> „Ich meine mich keiner Übertreibung schuldig zu machen, wenn ich die Ansicht ausdrücke, daß die Lauffen–Frankfurter Kraftübertragung das bedeutendste und wichtigste Experiment in der technischen Elektrizität ist, seitdem diese geheimnisvolle Naturkraft den Menschen dienstbar geworden ist."

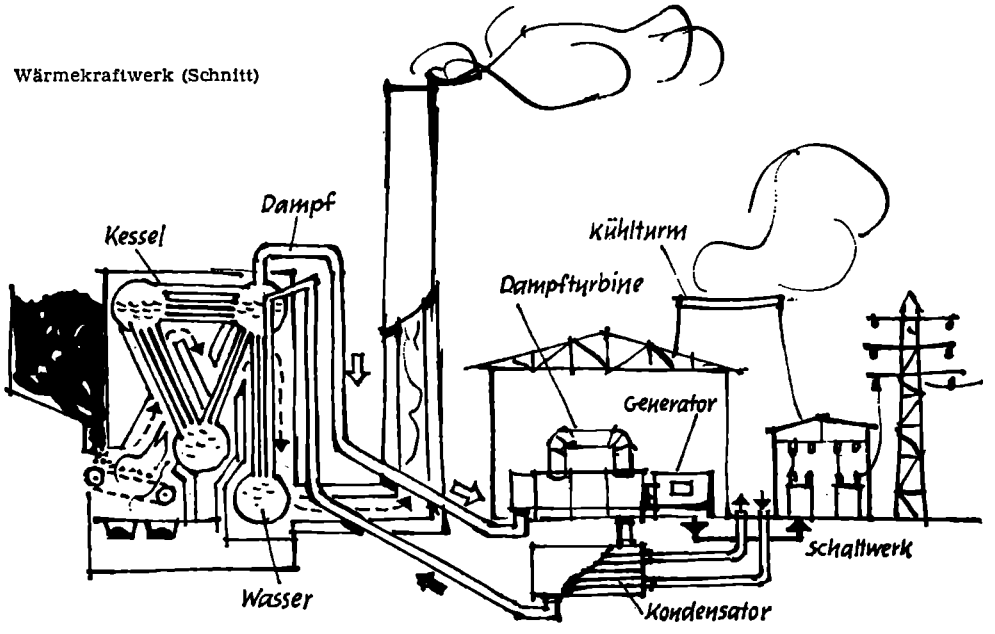
Aus aller Welt kamen Elektrofachleute, um sich davon zu überzeugen, daß man den an einer Stelle besonders günstig erzeugten Strom beliebig weit durch Drähte fortleiten kann, um ihn dahin zu bringen, wo er gebraucht wird. Der Weg zur Ausnutzung einzelner Energiequellen für ganze Länder war gewiesen. Im In- und Ausland entstanden nun Werke, die auf den Ergebnissen der Fernleitung Lauffen–Frankfurt aufbauten. Immer mehr bisher nutzlos verströmende Wasserkräfte wurden gezwungen, Turbinen anzutreiben, die wieder mit Generatoren verbunden waren, welche die mechanische Energie in elektrische verwandelten.

Oskar von Miller, der durch seine technische Voraussicht und sein großes organisatorisches Talent dieser Entwicklung eine Bresche geschlagen hatte, erhielt nun mehr Aufträge für die Projektierung neuer Elektri-



Wasserkraftwerk mit Kaplanturbine (Schnitt)

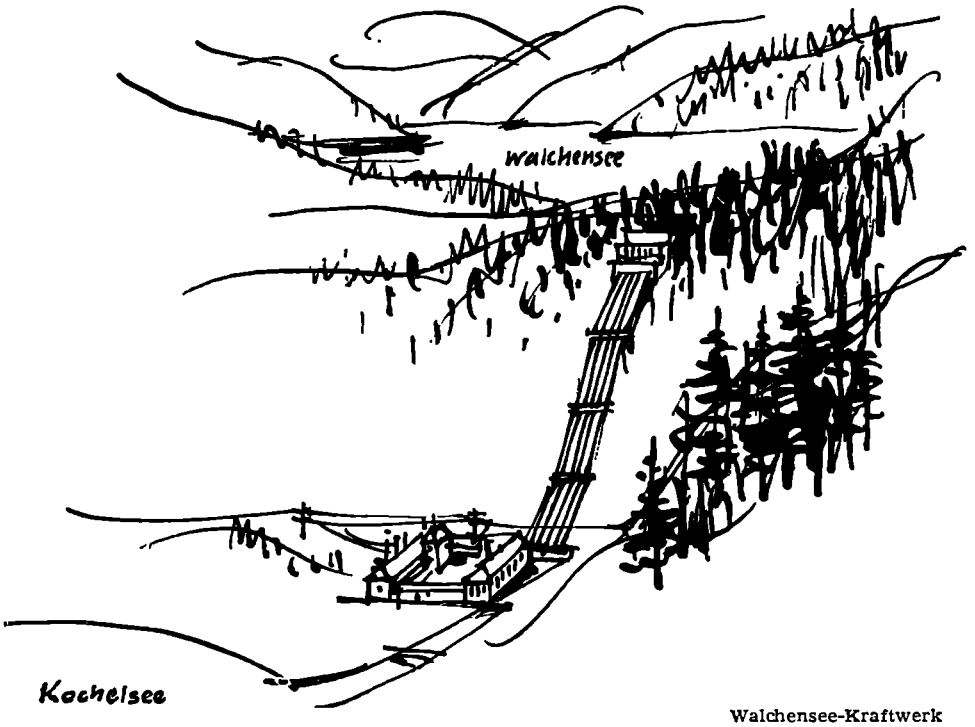
Wärmekraftwerk (Schnitt)



zitätswerke, als ihm lieb war. Dabei kam es fast regelmäßig zu ärgerlichen Auseinandersetzungen mit seinen Auftraggebern. Denn die Vertreter der Städte oder Gemeinden, die von ihm beraten werden wollten, sahen durchaus nicht, wie vielseitig die Anwendungsgebiete der Elektrizität waren, und sie hielten es nicht für möglich, daß sich der Verbrauch sehr rasch steigern würde. Sie wollten ein paar Straßen in der Innenstadt, dazu das Theater, das Postamt und ein Hotel mit Strom versorgen, und dafür, so meinten sie, genüge doch eine einfache Lokomobile. Aber Oskar von Miller sah schon die Fabriken, Gewerbebetriebe und Wohnhäuser, die vielleicht noch nicht einmal gebaut waren, die aber sicher gebaut werden würden und die als künftige Konsumenten schon mit in die Berechnung einbezogen werden mußten. Statt einer Lokomobile projektierte er eine Dampfzentrale mit mehreren Generatoren von je 1000 PS. Er wollte auf Zuwachs planen, den gewiß eintretenden künftigen Bedarf schon mit in Rechnung setzen und nicht irgendwelche Halbheiten machen, nur weil es sich noch nicht überall herumgesprochen hatte, daß das Zeitalter der Petroleumlampe vorbei war.

Häufig genug wollten die Gemeinden und Städte das Risiko der Millerschen Unternehmen nicht eingehen. Sie hatten an etwas Kleines gedacht und nicht an ein Wasserkraftwerk oder an Dampfstrahlturbinen, Umformerstationen und unterirdisch verlegte Kabel in alle Stadtteile. Dann schlug ihnen für gewöhnlich Oskar von Miller einen seltsamen Vertrag vor: Er wollte das Werk, so wie er es geplant hatte, als Generalunternehmer zu einem festen Preis errichten und pachten. Er trug also das Risiko selbst, gestattete aber der Stadtverwaltung, ihm den Pachtvertrag sofort zu kündigen, sobald der Betrieb Gewinn abwerfen würde. Wenn ihn seine Freunde auch einen der seltsamsten Unternehmer nannten, weil er sich seine Gewinnchancen selbst beschnitt; er freute sich, wenn ihm eine Stadt oder Gemeinde den Pachtvertrag kündigte.

Oskar von Miller war kein auf eigenen Vorteil und Gewinn bedachter Mann. Er ließ sich leiten von volkswirtschaftlichen Überlegungen; die Interessen des Landes galten ihm mehr als die Sonderinteressen einer Stadt, eines Industriebezirks oder einer Fabrik. Das kam besonders zur Geltung, als er das große Walchenseekraftwerk projektierte. Das neue Werk sollte — so hatte es eine mächtige Industriellengruppe beschlossen — ausschließlich der Nürnberger Industrie dienen. Diese Lösung war auch die einfachste und billigste, denn es bedurfte nur eines einzigen Leitungsweges, um die elektrische Energie dahin zu bringen, wo der größte Bedarf war — im dichten Industriegebiet Bayerns. Diesem Plan trat Oskar von Miller entgegen. Er wollte ein Leitungssystem schaffen, das sich über ganz Bayern erstreckte.



Walchensee-Kraftwerk

„Mit dem Wasser, das vom Walchensee zum Kochelsee herabfällt, kann die Straßenbahn in Nürnberg ebenso betrieben werden wie die gewerblichen Motoren in Würzburg oder die Dreschmaschinen und Pflüge in der Oberpfalz und Niederbayern."

In dieses Leitungssystem sollte nun jede am Wege liegende Energiequelle den am Ort nicht benötigten Strom hineinschicken, so daß er innerhalb des Verbundnetzes überall da entnommen werden konnte, wo er gebraucht wurde. Oskar von Miller setzte den Plan durch und schuf damit die Grundlagen des Verbundsystems.

Mit den Arbeiten des bayrischen Elektrizitätspioniers wurde auch der Streit zwischen den Anhängern des Gleichstroms und des Wechselstroms entschieden. Denn der Wechselstrom hat den großen Vorteil, daß er durch sehr einfache Transformatoren auf eine hohe Spannung umgeformt, durch Fernleitungen beliebig weit geleitet und am Ort des Verbrauchs wieder auf eine niedrige Gebrauchsspannung gebracht werden kann. Zu den gleichen Erkenntnissen kam man auch in Amerika, wo sich Edison, der Gleichstrommann, mit Westinghouse, dem Wechsel-

strommann, in den Haaren lag. Daß der Streit nicht nur durch die praktischen Ergebnisse, sondern auch durch eine Theorie entschieden wurde, ist einem Mann zu danken, der aus Deutschland vertrieben und in den USA ein hochangesehener Gelehrter wurde. In der Presse seiner Zeit wurde er immer nur

Der moderne Jupiter

genannt, und die zuckenden Blitze seines Verstandes erleuchteten nicht nur den Weg der Technik und der Energiewirtschaft – auch seine politischen Gedanken verwirklichten sich.

Dieser Mann hieß Karl Steinmetz. Er wurde 1865 als Sohn armer Leute in Breslau geboren; er war gescheit und begabt, aber das Studium mußte er sich buchstäblich erhungern. Da er revolutionäre politische Anschauungen vertrat, die er in Zeitungsartikeln auch offen bekannte, mußte er 1889 die Universität und Preußen verlassen. Er ging als Zwischendeckpassagier nach Amerika. Es wird erzählt, daß die Einwanderungskommission den jungen Mann gar nicht an Land lassen wollte. Steinmetz war von ungestaltem Aussehen; er hatte einen Buckel, und sein übergroßer Kopf saß auf einem zwergenhaft dürren Körper. Überdies sprach er kein Wort Englisch und hatte keinen Pfennig in der Tasche. Als einzig Wertvolles führte er das Manuskript seiner Doktorarbeit bei sich, von der aber schon der Titel so kompliziert war, daß kein Mensch ihn verstehen konnte, es sei denn, er wäre – wie der Verfasser – ein Mathematiker von hohen Graden gewesen. Einer der Passagiere hatte allerdings herausgefunden, daß dieser junge Mann ein Genie war. Er hinterlegte die geforderte Kaution für Steinmetz und nahm ihn mit nach Yonkers in seine Werkstatt für elektrische Apparate.

Steinmetz hatte sich mit dem Werkstättenbesitzer, einem Deutschamerikaner, darüber unterhalten, daß man eine Theorie schaffen müsse, mit der vorausberechnet werden könne, wie die Transformatoren gebaut werden und wie ihre Eisenkerne und Wicklungen beschaffen sein müssen, um den Anforderungen der hochgespannten Energie zu entsprechen. Denn noch wurden mitunter die Kerne rotglühend, und die Wicklungen schmolzen wie Butter in der Sonne.

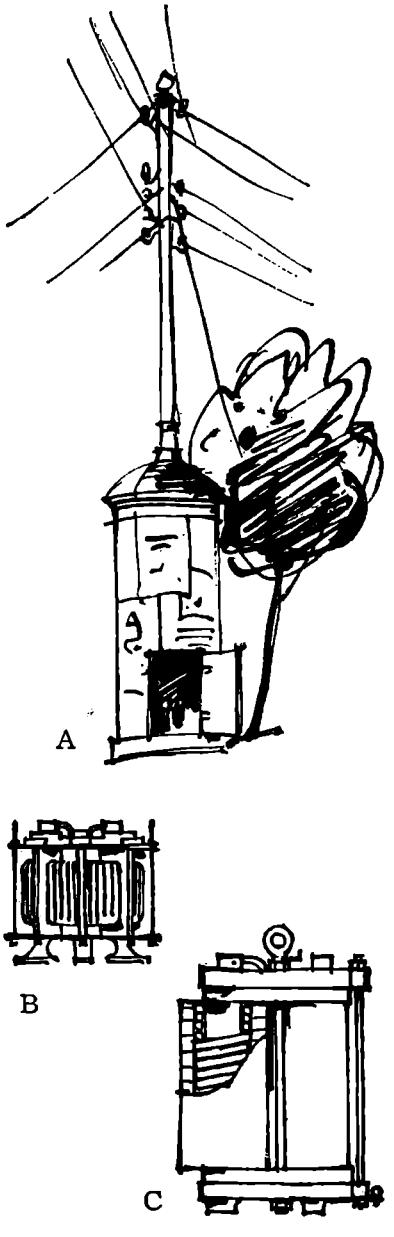
In der kleinen Werkstatt stellte Steinmetz nun mit Hilfe von Kreisdiagrammen diese Theorie der Stromtransformation auf und machte den Bau von Wechselstromtransformatoren berechenbar. Seine Formeln bewirkten, daß aus den kleinen Gleichstromdynamos die großen Dreh-

stromgeneratoren wurden und daß die Transformatoren mit jeder Spannung fertig werden konnten. Die Hochspannung war technisch zu beherrschen.

Aus diesen Erkenntnissen zog in Deutschland Oskar von Miller die erste praktische Nutzanwendung, als er in Lauffen den 220-Kilowatt-Drehstrom von 50 Volt auf 15 000 Volt transformierte und ihn mit nur etwa 25 Prozent Verlust nach Frankfurt übertrug, wo er wieder auf Gebrauchsspannung heruntergebracht wurde.

In Amerika machte sich die General Electric, ein großer Elektrokonzern, die Steinmetzsche Wechselstromtheorie zu eigen. Sie kaufte kurzerhand die Werkstatt des Deutschamerikaners und übernahm Steinmetz als ihren wissenschaftlichen Berater. Er bekam ein großes Laboratorium, dazu Mitarbeiter, soviel er wollte, und Mittel in praktisch unbeschränkter Höhe.

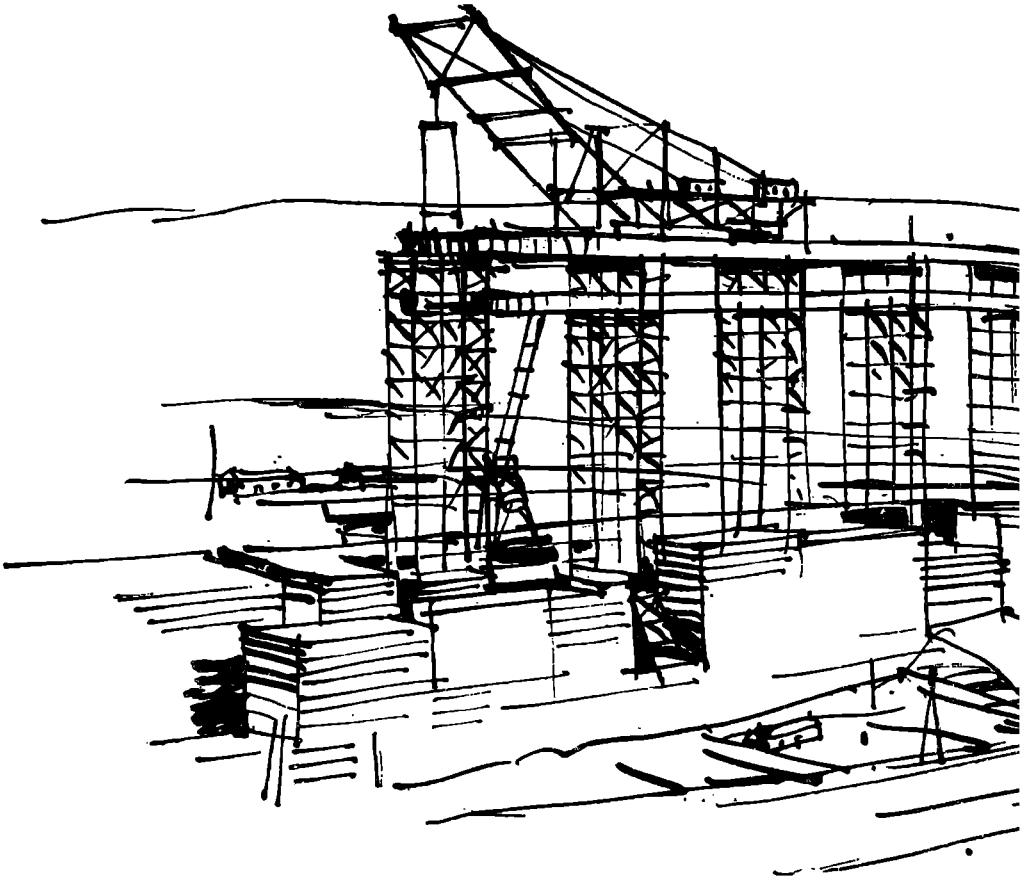
Stets führten die Versuche und Berechnungen von Steinmetz zu Formeln, die im Generatorenbau und in der Fernübertragungs- und Hochspannungstechnik einen ungeheuren Nutzen brachten: für die General Electric Millionengewinne und für die Energiewirtschaft immer geringere Stromverluste. Es entstanden Transformatoren mit Leistungen, wie sie selbst die kühnsten Hochspannungsenthusiasten nicht zu hoffen gewagt hatten – mit hunderttausend und noch mehr Kilovoltampere.



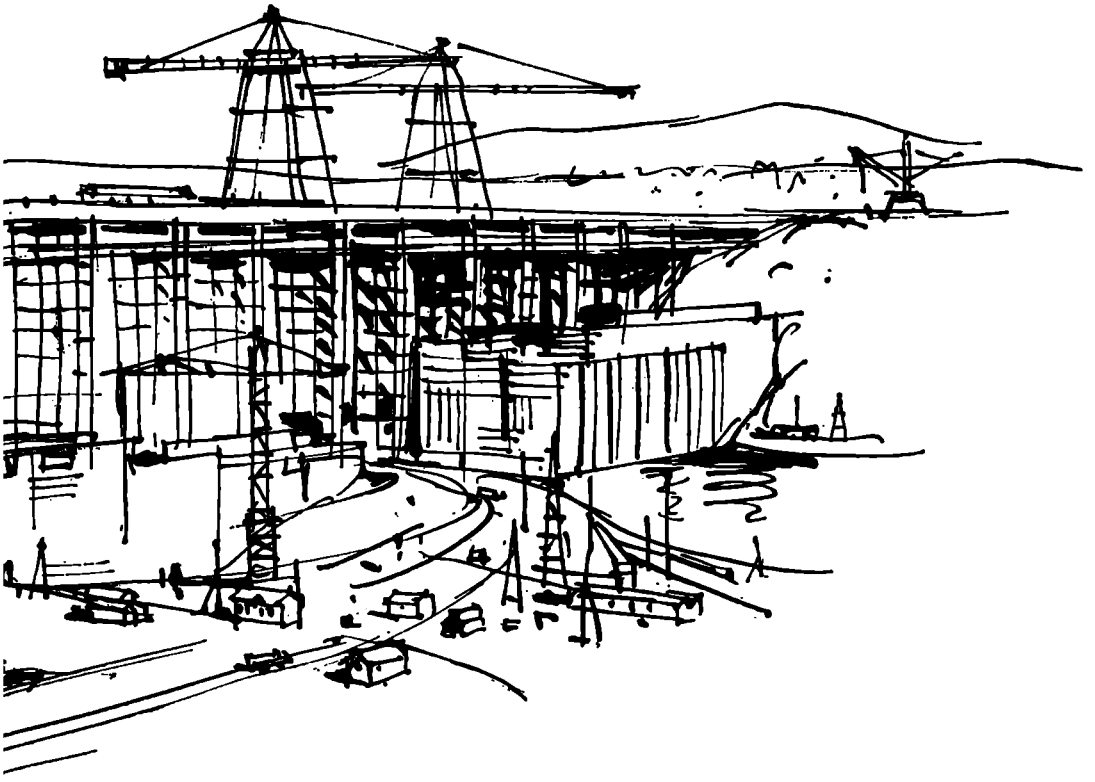
A Transformatorensäule
B Trafo (Kerntyp)
C Drehstromtransformator

1901 wurde Karl Steinmetz Präsident des Amerikanischen Instituts für Elektroingenieure und Ehrendoktor der Havard-Universität, als – wie es in der Begründung hieß – „bedeutendster Elektroingenieur der Vereinigten Staaten und damit der Welt". 1905 erhielt er eine Professur am Union College.

Steinmetz war ein großer Wissenschaftler – aber auch ein Träumer. Er träumte von einer allgemeinen Elektrifizierung, von einheitlichen, die



Kontinente überspannenden Stromnetzen, die Energie in beliebiger Menge an jeden Ort bringen; er träumte von Motoren, Maschinen, Fabriken und Werken, die, gespeist mit den Kräften der Elektroenergie, einen Überfluß für alle produzieren könnten. Er sah aber auch, daß die Konzerne und die von ihnen beherrschten kapitalistischen Staaten weder seine energiewirtschaftlichen noch seine gesellschaftlichen Träume verwirklichen konnten, da ihre Profitinteressen, die er in der Elektroindustrie besonders gut studieren konnte, solche Ziele ausschlossen. Steinmetz war auch als vermögender Wissenschaftler und Angestellter des damals größten Elektrokonzerns der Welt den revolutionären Ansichten, um derentwillen er einstmals Deutschland verlassen mußte, treu geblieben. Als er davon hörte, daß Lenin im revolutionären Rußland mit dem sogenannten GOELRO-Plan einen wissenschaftlichen Plan zur Entwicklung der Energiewirtschaft erarbeiten ließ, wußte er, daß die Zeit, von der er geträumt hatte, begann.



An der Spitze der zweihundert Wissenschaftler und Techniker, die den sowjetischen Elektrifizierungsplan ausarbeiteten, stand Krshishanowski, ein Wissenschaftler, den auch Steinmetz hoch schätzte. Im Februar 1922 schrieb Karl Steinmetz einen Brief an Lenin, in dem er ihn zu dem großen Vorhaben beglückwünschte und dem Sowjetland seine Hilfe anbot. In einem Antwortbrief schrieb Lenin einige Sätze, die den Charakter von Steinmetz noch deutlicher werden lassen, wenn Lenin zunächst auch sehr freimütig zugeben mußte:

> „Zu meiner Schande muß ich gestehen, daß ich zum ersten Mal Ihren Namen erst vor einigen Monaten vom Genossen Krshishanowski hörte. Er erzählte mir von der hervorragenden Stellung, die Sie unter den Elektrotechnikern der ganzen Welt einnehmen. Durch Genossen Martens, der mir von Ihnen erzählte, habe ich Sie jetzt genauer kennengelernt. Ich habe aus diesen Erzählungen gesehen, daß Sie einerseits durch Ihre

sozialpolitischen Anschauungen dazu kamen, mit Sowjetrußland zu sympathisieren. Andererseits haben Sie als Vertreter der Elektrotechnik, noch dazu in einem Land, das in der Entwicklung der Technik führend ist, sich davon überzeugt, daß der Kapitalismus notwendigerweise und unausbleiblich durch eine neue Gesellschaftsordnung abgelöst werden muß, die eine planmäßige Regulierung der Wirtschaft einführt und den Wohlstand der gesamten Volksmasse auf der Grundlage der Elektrifizierung ganzer Länder garantiert."

Im weiteren Verlauf des Briefes bedauerte Lenin die Tatsache, daß sich — weil es keine offiziellen Beziehungen zwischen den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion gab — das Hilfsangebot von Steinmetz sicherlich nur schwer verwirklichen lassen würde. Damit sollte er auch recht behalten. Aber immerhin, einer der Größten unter den Elektrotechnikern und Energiewirtschaftlern der Welt hatte sich offen auf die Seite der Sowjetmacht gestellt.

Steinmetz starb am 26. Oktober 1923. Er, dessen Bücher Standardwerke waren und dessen Überlegungen sich in Energieströme und pures Gold verwandelten, hatte im GOELRO-Plan und in der Leninschen Formel „Kommunismus ist Sowjetmacht plus Elektrifizierung des ganzen Landes" die Verwirklichung seiner eigenen Vorstellungen gesehen.

Als Lenin seine berühmt gewordene Formel auf ein Blatt Papier schrieb, zeichnete er ein großes Herz darunter. Mitten hinein schrieb er „Elektrifizierung", und vom Herzen aus zog er fünf dicke Striche als Adern, die zu den wichtigsten Bedürfnissen des Volkes führten: Nahrung — Kleidung — Wohnungen — Verkehrsmittel — Kultur. Dafür also sollte das Herz Energie liefern.

1913 hatte das zaristische Rußland 1,9 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt. Es stand an 15. Stelle in der Liste der Weltenergieproduktion. 1920 hatten Krieg und Interventionskrieg so viele Zerstörungen angerichtet, daß nur noch 0,5 Milliarden Kilowattstunden erzeugt wurden, und zwar in Kraftwerken, die vereinzelt standen und nur einen beschränkten Kreis mit Strom versorgten. Der GOELRO-Plan sah vor, daß im Verlaufe der nächsten zehn bis fünfzehn Jahre eine jährliche Energieerzeugung von rund 9 Milliarden Kilowattstunden erreicht werden sollte. Dieser Plan wurde überboten. 1928 erzeugten die neuen Kraftwerke schon 5 Milliarden und 1932 bereits 13,5 Milliarden Kilowattstunden Strom. Weitere riesige Wasserkraftwerke waren im Bau.

Während dieser Zeit des großen Aufschwungs der Energiewirtschaft als Grundlage der gesamten sowjetischen Volkswirtschaft besuchte eine Delegation deutscher Wissenschaftler und Ingenieure die Sowjetunion.

Unter den Eingeladenen befand sich auch Oskar von Miller, der in Moskau einen Vortrag über Energieerzeugung und -verteilung hielt. Im Gegensatz zu Karl Steinmetz war Oskar von Miller keineswegs ein politischer Revolutionär, aber doch so voller Verantwortungsbewußtsein für das Allgemeinwohl, daß er oft genug mit Unternehmern und Konzernherren aneinandergeriet, die ihre Profitinteressen über alles setzten. Er bezeichnete sich scherzhaft als einen „konservativen Sozialdemokraten", damit ist eigentlich auch ausgedrückt, wie er sich einordnete. Aber das, was er in der Sowjetunion sah, beeindruckte ihn sehr. Er erzählte jedem, ob er es hören wollte oder nicht,

> „... daß er vielen dort geschauten Einrichtungen seine Anerkennung nicht versagen könne. Als Ausgangszelle für ihr weitgespanntes Wirtschaftsprogramm konnten die Russen den deutschen Besuchern Laboratorien, Versuchsstationen und Musterfabriken zeigen, wie sie in dieser Großzügigkeit und Systematik in Europa kaum zur Verfügung stehen."

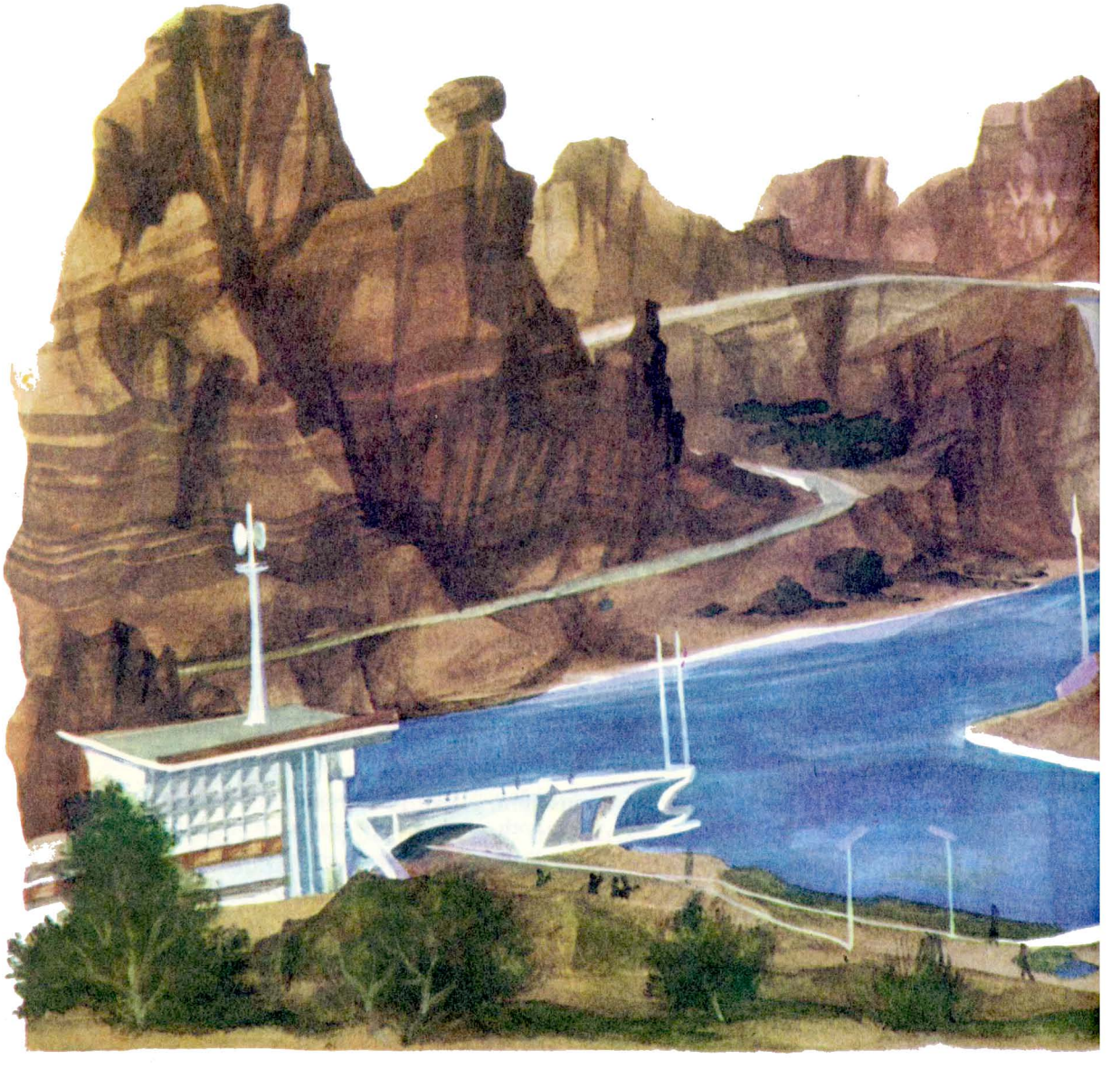
Am 9. August 1934 starb Oskar von Miller. Wir werden diesem Ingenieur später noch in einem anderen Zusammenhang begegnen, denn er lebt fort in einem Werk, das auch heute noch als seine größte Hinterlassenschaft gilt: das Deutsche Museum in München.

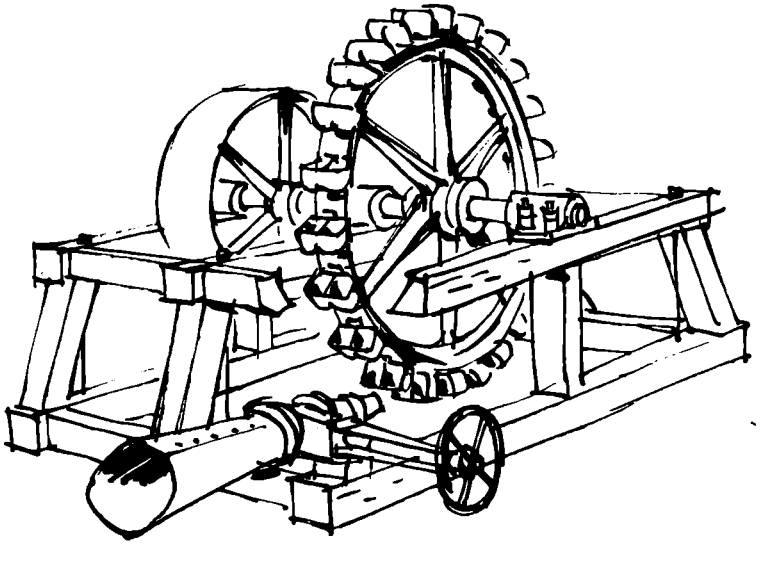
war in unseren Geschichten aus den Kindheitstagen der heutigen Technik die Rede: von Menschen, die die neuen Maschinen schufen, mit denen das Zeitalter der industriellen Großproduktion begann; von Maschinen, die eine massenhafte Erzeugung von Konsumgütern möglich machten oder eine Serienproduktion von Maschinen, mit denen wiederum neue Maschinen hergestellt wurden; von Motoren, die als Kraftmaschinen Arbeitsmaschinen antrieben und die ihre Energie aus hochgespanntem Wasserdampf, aus Gas, Erdöldestillaten oder elektrischem Strom gewannen, und schließlich von Generatoren, die mechanische Energie in elektrische umformten.

Durch diese technische Entwicklung haben innerhalb eines Jahrhunderts – vom ersten Drittel des 19. bis zum ersten Drittel des 20. Jahrhunderts – die Produktivkräfte so gewaltig zugenommen wie noch nie zuvor in der gesamten Menschheitsgeschichte. Noch nie war der Nutzeffekt der gesellschaftlichen Arbeit so groß gewesen wie am Ende dieses Zeitabschnitts. In den Industrieländern wurde die Muskelkraft eines Menschen verhundertfacht durch die ihm zur Verfügung stehenden Maschinenkräfte. Und das, was erzeugt wurde, konnte auf Straßen und Schienen, auf Ozeanen und in der Luft im weltumspannenden Handel umgeschlagen werden. Millionen Tonnen wurden als Rohstoffe, Nahrungsmittel, Konsumgüter und Maschinen von einem Teil der Welt in den anderen verfrachtet, und die Dispositionen erfolgten im drahtlosen Funkverkehr rund um den Erdball.

Vom industriellen Aufschwung ausgeschlossen blieben allerdings die riesigen Gebiete der Erde, die, wie Afrika, Asien und Südamerika, von den kapitalistischen Staaten als Kolonialgebiete unterjocht und ausgebeutet wurden oder die sich in einer solchen wirtschaftlichen und

Noch immer bergen die Naturkräfte die größten Energiereserven. Die sofort technisch nutzbaren Wasserkräfte der Erde entsprechen etwa drei Milliarden Tonnen Kohle — fast der doppelten Weltkohlenförderung. Aber nur ein Bruchteil dieser „weißen Kohle“ wird genutzt. Das betrifft nicht nur die großen Ströme der Erde, die in Afrika, Asien und Südamerika gegenwärtig noch, fast ohne Energie erzeugt zu haben, ins Meer fließen. Auch die natürlichen Höhenunterschiede in Gebirgsgegenden können für die Wasserkraftnutzung noch erschlossen werden, denn: Ein Kubikmeter Wasser ergibt je 500 Meter Gefälle eine Kilowattstunde Strom.





politischen Abhängigkeit befanden, daß sie als Lieferanten billiger Rohstoffe dienen mußten, ohne eine eigene industrielle Entwicklung beginnen zu dürfen. So kam es, daß die einstigen Zentren großer Kulturen und die Länder mit so großen wissenschaftlichen Traditionen wie China und Indien, die Länder Südostasiens, Arabiens und Afrikas von den sie beherrschenden kapitalistischen Staaten vom wissenschaftlich-technischen Fortschritt völlig ausgeschlossen wurden. Sie wurden künstlich auf einem niedrigen Stand der Entwicklung gehalten, und ihre Menschen wurden gezwungen, in Armut und Unbildung zu leben, damit sie auch in Zukunft außerstande blieben, sich aus der Abhängigkeit zu befreien, die Herrschaft über ihre Länder selbst zu übernehmen und eine eigene Wirtschaft aufzubauen.

In dieser Zeit des Aufblühens der technischen Zivilisation in den Industrieländern Europas und in den USA konnte die Hälfte der Menschheit nicht lesen und schreiben, sie lebte in beständiger Unterernährung, und Millionen Menschen verhungerten alljährlich. Millionen Menschen hatten noch keine elektrische Glühlampe gesehen, keine Maschinenfabrik, kein Stahlwerk und keinen Traktor. Dabei waren diese „Armutsländer" die reichsten der Erde, reich an Bodenschätzen, an ungenutzten Wasserkräften, an fruchtbarem Boden. Ihre Bevölkerung aber blieb arm, weil die imperialistischen Räuber die Reichtümer dieser Länder in Besitz hatten.

Aber auch in den hochentwickelten kapitalistischen Ländern hatte diese wissenschaftlich-technische Entwicklung zwei Seiten. Sie vollzog sich im Dienste einer Ausbeuterklasse. Die Besitzer der Produktionsmittel, der Maschinen und Fabriken, die Herren über Wissenschaft und Technik benutzten die Fortschritte ja keineswegs dazu, für das ganze Volk auch Fortschritte auf dem Weg zu größerer Existenzsicherheit zu erzielen. Im Gegenteil: Die Arbeitshetze vergrößerte sich mit dem Tempo der Maschinen, die Intensität der Ausbeutung wuchs, und die Eintönigkeit wurde immer größer, in je speziellere Arbeiten der Gesamtproduktionsprozeß aufgesplittert wurde. Dabei mußten die Arbeiter noch froh sein, wenn sie überhaupt Arbeit hatten. Denn immer tiefgreifender und länger wurden die Wirtschaftskrisen, die zu Massenarbeitslosigkeit und unbeschreiblichem Elend fürs Volk führten. Dann standen die modernen Produktionsanlagen still, andere arbeiteten nur mit halber Kraft, und trotzdem waren die Märkte, die Lager des Großhandels und die Geschäfte mit Gebrauchsgütern, Nahrungs- und Genußmitteln noch immer überfüllt. Die Erzeugung war den Möglichkeiten des Verbrauchs davongelaufen. Es war mehr hergestellt worden, als gekauft werden konnte; gebraucht hätte man es schon — nur kaufen konnte man es nicht, weil

die Löhne zu niedrig waren. Und nun, in den Jahren der Krise, wo Millionen ohne Arbeit und Einkommen waren, konnte noch weniger gekauft werden, obwohl der Bedarf des Volkes riesengroß war. Das Volk hungerte und litt Not im Angesicht des Überflusses und fror, weil zuviel Kohle gefördert worden war. So verdreht war die Welt.
Immer mehr Menschen, die unter solchen Bedingungen zu leben gezwungen waren, begriffen, wie recht Karl Marx hatte, als er einmal sagte:

> „In unseren Tagen scheint jedes Ding mit seinem Gegenteil schwanger zu gehen. Wir sehen, daß die Maschinerie, die mit der wundervollen Kraft begabt ist, die menschliche Arbeit zu verringern und fruchtbarer zu machen, sie verkümmern läßt und bis zur Erschöpfung auszehrt. Die neuen Quellen des Reichtums verwandeln sich durch einen seltsamen Zauberbann zu Quellen der Not. Die Siege der Wissenschaft erscheinen erkauft durch Verlust an Charakter. In dem Maße, wie die Menschheit die Natur bezwingt, scheint der Mensch durch andere Menschen oder durch seine eigene Niedertracht unterjocht zu werden ... All unser Erfinden und unser ganzer Fortschritt scheinen darauf hinauszulaufen, daß sie materielle Kräfte mit geistigem Leben ausstatten und das menschliche Leben zu einer materiellen Kraft verdummen. Dieser Antagonismus zwischen moderner Industrie und Wisschaft auf der einen Seite und modernem Elend und Verfall auf der anderen Seite, dieser Antagonismus zwischen den Produktivkräften und den gesellschaftlichen Beziehungen unserer Epoche ist eine handgreifliche, überwältigende und unbestreitbare Tatsache. Einige Parteien mögen darüber wehklagen; andere mögen wünschen, die modernen technischen Errungenschaften loszuwerden, um die modernen Konflikte loszuwerden. Oder sie mögen sich einbilden, daß ein so bemerkenswerter Fortschritt in der Industrie eines ebenso bemerkenswerten Rückschritts in der Politik zu seiner Vervollständigung bedarf. Wir für unseren Teil verkennen nicht die Gestalt des arglistigen Geistes, der sich fortwährend in all diesen Widersprüchen offenbart. Wir wissen, daß die neuen Kräfte der Gesellschaft, um richtig zur Wirkung zu kommen, nur neuer Menschen bedürfen, die ihrer Meister werden — und das sind die Arbeiter."

In den sozialistischen Ländern ist durch die revolutionäre Arbeiterklasse das Volk zum Herrn der Produktionsmittel gemacht worden; der unversöhnliche Widerspruch zwischen Produktivkräften und gesellschaft-

lichen Beziehungen wurde beseitigt, der Zauberbann gebrochen. Wissenschaft und Technik sind ein Teil der Produktivkräfte, die sich zum Nutzen des Volkes frei entfalten können.

Alle Entwicklungsabschnitte der Technik, über die wir in diesem Buche berichteten, waren verbunden mit Erkenntnissen und Erfolgen der Naturwissenschaft. Ohne Mathematik, Mechanik, Physik, Chemie – ohne engste Wechselbeziehung und dauernde Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Technik wären die technisch-industriellen Fortschritte nicht erzielt worden. Die Wissenschaft war schon in der Wirtschaft der kapitalistischen Länder zu einer besonders wertvollen Produktivkraft geworden. Kein Wunder, daß sie in diesen Staaten eine zweckentsprechende Förderung fand. In Deutschland war das besonders ausgeprägt, weil von den Imperialisten die Erfolge der geistigen Arbeit nicht nur in der Industrie genutzt, sondern auch zur Begründung ihres politischen Führungsanspruchs in Europa und in der Welt benutzt wurden. Darin lag eine der Ursachen, daß auf einigen Gebieten der wissenschaftlichen Entwicklung Deutschland eine führende Stellung einnahm. Dabei waren sich aber viele Gelehrte auch bewußt, daß die Ergebnisse ihrer Arbeit keineswegs der Verbesserung der allgemeinen Wohlfahrt dienten, sondern der privaten Bereicherung der Industriellen, oftmals der direkten Kriegsvorbereitung, und daß nur in den seltensten Fällen die Früchte ihrer Forschung ungeteilt dem Allgemeinwohl dienten.

In den kapitalistischen Ländern haben sich heute die Widersprüche zwischen Industrie, Wissenschaft und Technik auf der einen Seite und den Interessen, Hoffnungen und Forderungen des Volkes auf der anderen Seite noch mehr zugespitzt. Auch die Widersprüche, die das volle Wirksamwerden der Wissenschaft in der kapitalistischen Produktion hemmen, haben sich weiter vergrößert. Die in der Technik angewandte Naturwissenschaft ist heute imstande, ganze Industrien umzukrempeln und sie durch vollständig neue Produktionsmethoden zu verändern. Mit Vollautomatisierung und Kybernetik, Atomenergie und Weltraumtechnik, Beherrschung der Mikrowelt und Vorstößen in kosmische Weiten hat ein neues technisches Zeitalter begonnen, in dessen Gefolge auch ganz unvermeidbare tiefgreifende wirtschaftliche und soziale Veränderungen eintreten werden.

In den sozialistischen Ländern entwickeln sich schon jetzt Wissenschaft und Technik ungehemmt in engster Wechselwirkung zur Produktion, sie werden gefördert von der Schöpferkraft des ganzen Volkes. Hier sind die gesellschaftlichen Verhältnisse und das allgemeine Entwicklungsniveau reif, daß die Wissenschaft zu einer unmittelbaren Produktivkraft wird. Das gesellschaftliche Leben selbst ist das Resultat einer

zur Praxis gewordenen Wissenschaft, und dieses Leben fordert und fördert neue Erkenntnisse, Entdeckungen und Erfindungen. Die sozialistische Gesellschaft braucht und entwickelt alle die von der modernen Wissenschaft und Technik geschaffenen neuen Möglichkeiten der unaufhörlichen Steigerung der Produktion. Es ist ihr erklärtes Ziel, einen Überfluß an allen Gütern zu schaffen, einen Überfluß, der in den kapitalistischen Staaten gefürchtet wird, weil er dort notwendig zu Krisen und Ruin führt — der aber in der sozialistischen Gesellschaft zum ersten Mal den möglich gewordenen Wohlstand und Reichtum für alle schafft. Die moderne Technik hilft, diesen Überfluß zu produzieren. Sie wird damit zu einem Schlüssel, der das Tor zum Kommunismus öffnet.

Über diese sich vor unseren Augen vollziehende große technische Revolution, über deren wissenschaftliche Grundlagen und über den Anteil, den wir selbst — in den Fabriken, Instituten und Schulen — nehmen, berichtet der nächste Band unserer Geschichten aus der Geschichte der Technik.

PERSONEN- UND SACHREGISTER

Achard 169
AEG 250 ff.
Akademien 137–142, 170 f., 175, 218, 224, 236
Ampère 173, 221 f.
Anilin 154–158
Apollotempel 210
Arbeiterbewegung, revolutionäre 85, 133
Arbeiterklasse 95, 266
Arbeitsfertigkeit 11
Ardenne 204 ff., 207
Arkwright 24
Ausbeutung 20
Automat 34
Autorennen, erstes 77

Bacon 136 f.
Badische Anilin- und Sodafabrik 157
Bain 172
Baird 202 f.
Barsanti 60
Baumgarten 114
Baumwolle 23, 26 ff., 30, 145
Baumwollentkernungsmaschine 27 ff.
Bayer 157
Bell 187 ff.
Benz 67, 70–80, 89
Benzin 80
Benzinmotor 65–80, 84
Berblinger 123
Bernstein 211 f.
Berthollet 146
Bessemer 49–56
Bessemerbirne 49–54, 58
Black 142
Blanchard 108
Blitzableiter 209, 218
Bock 211
Bohrmaschine 34
Bohrwerk 10
Bois-Reymond, Dû 236
Borsig 154
Böttger 144
Boulton 7 ff., 14, 142
Boulton & Watt 7
Bramah 12 f.
Brandt 134
Braun 204
Bredow 197
Brown 34

Cavendish 100, 109
Cayley 123 ff.
Chanute 127
Chappe 166–169
Charles 103 ff., 107–109
Charlière (Wasserstoffballon) 104, 107
Chemie 143–158
Chemische Großindustrie 148, 157 f.
Chinin 156
Chlor 146
Clement 17
Cooke 174 f.
Cort 46 ff.
Cotton-Gin 27 ff.
Cugnot 85

Daimler 64–71, 73 f., 76, 78 ff., 114–117, 129
Damian 123
Dampfhammer 15, 18 ff.
Dampfmaschine 7 ff., 13, 19, 60 f., 68, 84 f., 87, 111, 113, 125, 224, 249
Dampfwagen 77, 85
Dampfzylinder 9 f.
Darby 40 ff.
Darwin 142
Davy 221
Degen 123
Demidow 43 f.
Deprez 243 f., 252
Descartes 137
Detektoremfänger 198 f.
Diesel 84–95
Dieselmotor 84–95
Diode 197
Dornier 133
Drehbank 10 ff., 13, 32
Dudley 38 ff.
Dufay 213, 217
Duralumin 122
Dürr 116
Dynamo 223, 226

Eckener 121
Edison 179, 189, 241 f., 248, 257
Einstein 199 f.
Elektrisiermaschine 213 f., 220
Elektrizität 191, 212–263
Elektrizitäts-Ausstellung 240 f., 243, 252 f.
Elektrizitätswerk 248–263
Elektroenergie 208–263
Elektromobil 67, 77
Elektromotor 111, 224 f., 236 f., 249
Elektron 212
Elektronen 208
Elektronenstrahlröhre 204 ff.
Engelhorn 157
Engels 244
Erdmann 227

Fabrikationsgeheimnis 23
Fallschirm 98
Faraday 172, 191, 221 ff.
Fernrohr 89
Fernsehen 200–207
Fitch 32
Flammenzeichen 160
Fleming 196
Fließband 82
Flugapparate 98, 122–135
Flügel, künstliche 96 ff.
Flugkolbenmaschine 60
Flugzeug 124–135
Flugzeugindustrie 84, 132–135
Flußstahl 53
Ford 82
Forest 197
Franklin 214–218
Friedrich II. 141, 144
Fulton 28

Gale 177, 181
Galilei 136
Galvani 218 ff.
Ganswindt 113, 116
Gauß 172 ff.
Gay-Lussac 150
Geisenhof 80
General Electric 259

Generatoren 225, 236
Gewindesystem 17
Gewitter 209, 216 ff.
Giffard 111 f.
Gilbert 212
Gilchrist 56
Gleichrichter 226
GOELRO-Plan 260 ff.
Goethe 107 f.
Goldmacher 144 ff.
Grade 130
Gralath 214
Gray 217
Guericke 99, 138, 213 f.
Gusmao 99 f.

Haenlein 111
Halske 231, 239
Hannibal 162
Hansa 165
Helmholtz 190 f.
Henry 177, 181
Herodot 162, 210
Hertz 190—194
Hildebrand 80
„Himmels"elektrizität 214—218
Hochofen 38, 41—44, 90
Hochspannung 253 f.
Hofmann 154 ff.
Hohlguß 19
Holzkohle 36—44
Hubschrauber 113
Humboldt 172
Huntsman 45 ff.
Hutton 142

IG-Farben-Konzern 157
Indigo 154—158
Induktion 223
Industrielle Revolution 52
Ingenieurkunst 17

Jablotschkow 67
Jackson 177
Jacobi 224 f., 228
Jeffries 108
Junkers 133

Kaiserer 110 f.
Kapitalisten 20, 78 f., 94 f., 122, 132—135, 157, 233, 237 ff., 260, 262, 265 ff.
Kennan 179
Kepler 136
Klassenkampf 20
Kleist 215
Klopstock 107
Knöpfke 198
Koks 38—42
Kolumbus 136
Kommunismus 268
Kondensator 210, 215
Konkurrenz 20, 26, 46, 48, 82, 197, 250 f.
Kopernikus 136
Kraftfahrzeugindustrie 79—84
Krebs 111
Kreß 129
Kriegsflugzeuge 132—135
Krjakutnoi 100
Krshishanowski 261
Krupp 89 f., 92 f., 133
Kühlanlagen 87 f.

Lalande 100
Lana, de 99
Langen 63 ff.
Langley 129
Lavoisier 146
Lavrence 32 f.
Leblanc 147
Lebon 60
Le Bon 152
Leibniz 138—141, 144, 213 f.
Leidener (Kleistsche) Flasche 216, 220
Leitspindeldrehbank 13 ff.
Lenin 260 ff.
Lenoir 60 ff., 66
Leuchtgas 151 ff.
Leuchtgasmotor 60 ff.
Lichtenberg 100
Lieben 197

Liebig 80, 148 ff., 154
Liebknecht 133
Lilienthal 125 ff.
Linde 87 f.
Lokomotive, elektrische 241
Luftschiff, lenkbares 110—122
Luftschraube 98, 126
Luftverflüssigung 87

Magdeburger Halbkugeln 89
Magellan 136
Magnus 227, 236
Marathonlauf 162
Marconi 194 ff.
Marcus 66
Maria Theresia 145
Marx 244, 266
Maschinenbau 7—35
Matteucci 60
Maudslay 11—20
Maxim 128
Maxwell 191 ff.
Maybach 65, 67, 70, 79, 117
Mehrspindel-Drehmaschine 34 f.
Mikrometer 17
Miller 239—257, 263
Mitscherlich 80
Montgolfier 100—109
Montgolfière (Heißluftballon) 102—109
Morse 177—182
Moses 210, 215
Moshaiski 125 f.
Motoren 60—94, 111
Motorflug, erster 127 f.
Motorkutsche 70 ff.
Motorrad 68 ff., 74, 80
Motorwagen (Automobil) 72—84
Murdock 142, 151 f.
Muspratt 147
Musschenbroek 215

Nachrichtentechnik,
drahtlose 189—207
Nachrichtenübermittlung 159—207
Napoleon 109, 169 ff., 172
Nasmyth 14—20, 54
Neilson 50 ff.
Nipkow 200 ff., 207
Nipkow-Scheibe 201 ff., 204

Oersted 173, 221 f.
Ohm 227
Ohren des Königs 162
Otto 61—65, 88

Paraffin 155
Pariser Kommune 116
Pénaud 126
Perkin 156 f.
Peter I. (der Große) 43 f., 141
Petruschewski 194
Pfuel 145
Pieck 133
Pilcher 128
Plinius 211
Popow 194
Porzellan 144
Posthalterei 164 f.
Postkutsche 163
Pottasche 145 f.
Priestley 142
Proletariat 85
Puddelstahl 47 ff., 50
Puddelverfahren 47 ff.

Raketenantrieb 113
Ramses III. 209
Rathenau 244—251
Ravel 66
Réaumur 58
Reibungselektrizität 211—213
Reis 186 f.
Renard 111
Revolverdrehmaschine 32 ff.
Richmann 218
Ries 236
Rivaz 66
Robbins 32 f.
Robert 103, 107
Roheisen 36—59

Romanow 67
Rozier 106–109
Rundfunk 197–200
Runge 150, 153–157

Sacharow 109
Sandformguß 42
Schleifmaschine 34
Schmelzofen 36
Schnelläufer 162 f.
Schnellhobelmaschine 19
Schnellpost 164
Schraubenschneidemaschine 19
Schwarz 112, 116
Schwefelsäure 145
Segelflug 124, 126 f.
Sehfeld 145
Serienproduktion 8, 12, 31, 35, 64, 82
Siemens 174, 182, 189, 226–239, 241, 246
Siemens & Halske 232, 237, 244, 250
Siemens-Martin-Ofen 57 ff.
Slaby 195
Slater 24 f.
Sodafabrikation 146 ff.
Sömmering 171 f.
Sozialismus 95
Spencer 33, 216
Spinnmaschinen, mechanische 7, 24
Sprat 137
Stahl 38, 42–59
Starkstrom 236
Steinheil 174 ff.
Steinheilschrift 175 f.
Steinkohle 37–41
Steinkohlenteer 153–156
Steinmetz 258–263
Steuerung, automatische 19
Sturgeon 226

Taxis 165
Telefon 186–189
Telegraf, galvanischer 171 f.
Telegrafenlinien 162–186
Telegrafisten 179 ff.
Textilindustrie 145 ff.
Textilmaschinen 23–26
Thales v. Milet 211, 221
Thenard 150
Thomas 55 ff.
Thomasbirne 56
Thomasius 138 f.
Thomasmehl 56
Tiegelstahl 46 f.
Transatlantik-Kabel 182–185
Transformatoren 252, 257 ff.
Triode 197
Trommelzeichen 159 f.
Tschirnhaus 144
Tuchscherer 67

Universal-Fräsmaschine 34
Urack 198

Vail 177
Vakuum 99
Verbundsystem 257
Vergoldung, galvanische 228 ff.
Viertaktmotor 62–67, 70, 80, 88
Vinci, Leonardo da 97 f.
Volta 66, 218–220
Voltasäule 220
Vox-Haus 198

Walchenseekraftwerk 256 f.
Ward 145
Wasserkraft 244, 251, 254 ff., 257
Wasserrad 9, 31
Wasserstoff 100, 104, 107, 109
Watt 7 ff., 55, 142, 152
Weber 172 ff.
Webstühle, mechanische 7
Weigel 138
Wellen, elektromagnetische 192 ff.
Weltraumschiff 113
Werkzeugmaschinen 7–35
Westinghouse 257
Wheatstone 174 f., 182
Whitney 26–32
Whitworth 17, 19 f., 64
Wilde 235

Wilkinson 9 f.
Wilm 122
Wilson 19
Winderhitzer 51
Winzer (Winsor) 153
Wissenschaft 87, 156—158, 267 f.
Wölfert 114 ff.
Wolfmüller 80
Wright 127—130

Zeigertelegrafen 173 ff., 231
Zeppelin 114—122
Ziolkowski 112
Zons 61
Zweitaktmotor 67, 70, 72, 80

INHALTSVERZEICHNIS

DER WEG DES MENSCHEN 5

DIE VÄTER DES MODERNEN MASCHINENBAUS

Die Bahnbrecher 7
Henry Maudslay 11
Wiege der modernen Industrie 14
Schule des Maschinenbaus 17

GEHEIMAGENTEN SCHÜTZEN MASCHINEN

Bei Todesstrafe verboten 23
Maschinenbau in Amerika 26
Die Maschine funktionierte 27
15 000 Gewehre 30
Die Revolverdrehmaschine 32

VON EISENMÄNNERN UND STAHLWERKERN

Das Roheisen 36
Ehe zwischen Eisen und Kohle 40
Die berühmten russischen Waffenschmiede 43
Tiegelstahl 46
Das Puddelverfahren 47
Henry Bessemer 49
Siemens und Martin 57

KAMPF UM MOTOREN

Die Geschichte der Motoren 60
Betrieben durch Luft 61
Viertaktmotor in aller Welt 65
Das erste Daimler-Motorrad 68
Er experimentierte mit wahrer Leidenschaft 71
Kutschen ohne Pferde 74
Das Auto 80
Der Dieselmotor 84
Patent Nr. 67 207 89

DER TRAUM VOM FLIEGEN

Der Wunsch des Menschen 96
Leichter als die Luft 99
Die Eroberung der Luft 107
Zeppelin 114
Das Flugzeug 124
Die Wrights flogen 129

DIE WISSENSCHAFT HILFT PRODUZIEREN

Die Wissenschaft befreite sich 136
Gottfried Wilhelm Leibniz 138
Umwandlungen von Naturstoffen 143
Justus von Liebig 148
Leuchtgas 151
Abfallprodukt Teer 154

POSTEN – FACKELN – TELEGRAFEN

Stundenlang dröhnen die Trommeln 159
Des Königs Ohren 162
In die Ferne geschrieben 165
Die ersten elektromagnetischen Telegrafen 171
Samuel Morse 177
Das teuerste Telegramm der Welt 182
Die Stimme im Draht 186
Der Physiker Heinrich Hertz 190
Das erste drahtlos übermittelte Telegramm 194
Funkstunde Berlin 197
Die Zauberröhre 200

DER ELEKTRONENFLUSS

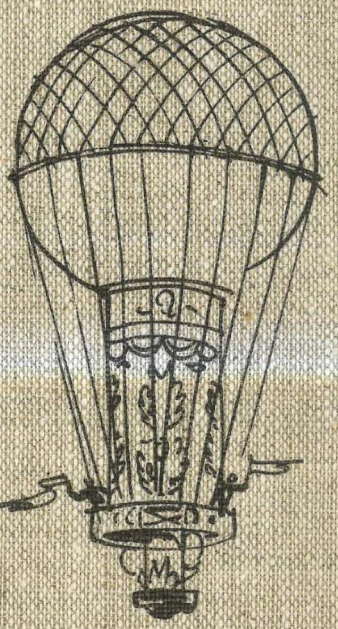
Elektrischer Strom 208
Mit Blitz und Donnerschlag 209
„Gold des Meeres“ 211
Ein Gewitter im kleinen 213
„Himmlische“ Elektrizität in Flaschen 216
Ein Gelehrtenstreit 218

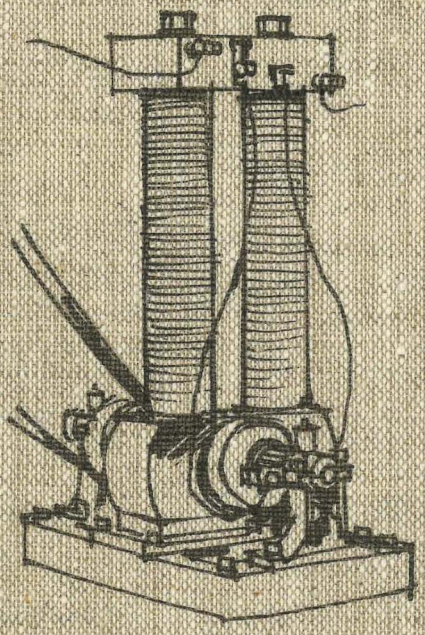
Entdeckung des Elektromagnetismus 221
Das Elektrozeitalter 224
Werner Siemens 226
Der Doppel-T-Anker 234
Elektrizität in jedes Haus 239
Elektrostation „Friedrichstraße“ 247
Wirtschaftliche Kraftübertragung 252
Der moderne Jupiter 258

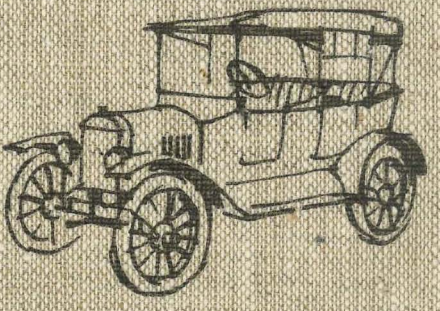
VON MENSCHEN, MASCHINEN UND MOTOREN 264

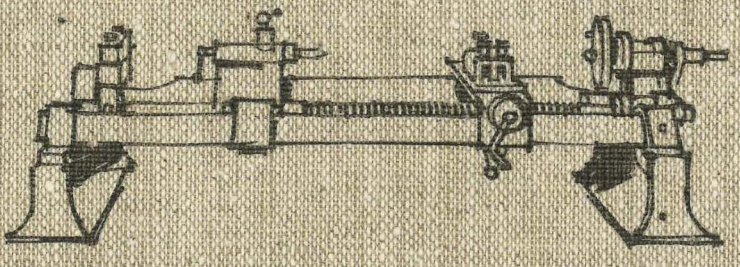
Personen- und Sachregister 269

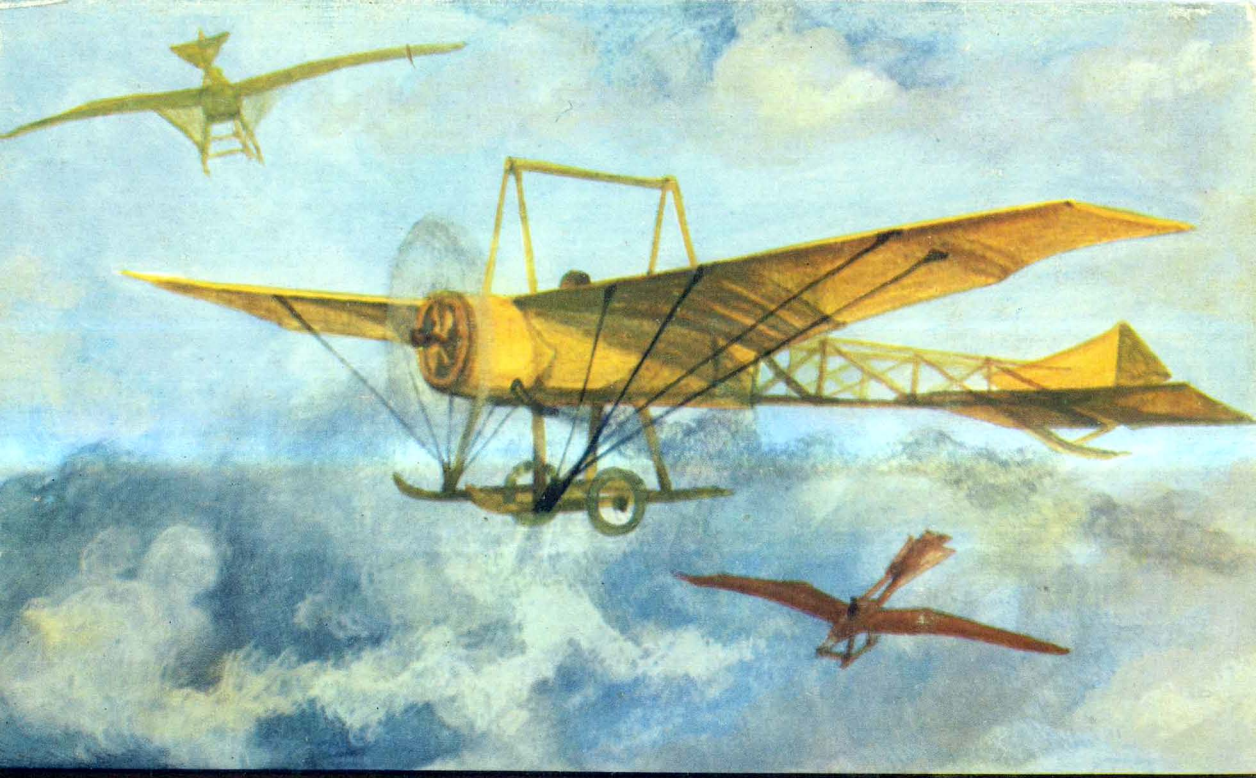
Alle Rechte vorbehalten
Printed in the German Democratic Republic
Издано в Германской Демократической Республике
Lizenz-Nr. 304-270/299/75-(45)
Satz: III 9 5 Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft, Dresden - 4. Auflage
Druck und Verarbeitung: Karl-Marx-Werk Pößneck V 15/30
LSV 7820
Für Leser von 13 Jahren an
Best.-Nr. 628 368 3
EVP 12,80 M











MIT 12 FARBTAFELN VON GERHARD PREUSS UND ÜBER 100 ZEICHNUNGEN VON H. K. BOGDANSKI